

# Trabajo Fin de Grado

Estudio técnico y económico para la mejora de la  
iluminación en el municipio de Alfaro

Technical and economic study for the improvement of  
lighting in the municipality of Alfaro

Autor

María Navajas Torrero

Director/es

José Luis Bernal

Ingeniería de Tecnologías Industriales

Escuela de Ingeniería y Arquitectura  
2020

## RESUMEN

Por una parte, se ha realizado un estudio de diseño y mejora de instalación de alumbrado público en la zona de “Casas Baratas” en la localidad de Alfaro, La Rioja.

El objetivo de este trabajo ha sido la sustitución de todas las luminarias de alumbrado público, cuyas lámparas son de vapor de sodio, por nuevas luminarias de tipo led.

Las luminarias se han seleccionado dependiendo de la zona en las que estaban ubicadas. Para ello, se ha clasificado el tipo de vía que se quería alumbrar, conforme a los valores que requiere el *Reglamento de Eficiencia Energética en Instalaciones de Alumbrado Exterior*. Entonces, se ha realizado un estudio del estado actual y otro del estado proyectado, observándose la “sobre iluminación” aparente del estado actual, y la adecuación de parámetros de iluminancia media, iluminancia máxima, uniformidad, etc, del estado proyectado.

Por otro lado, se ha calculado el coste de la inversión necesaria y el consumo total de la instalación actual y proyectada, obteniéndose dos gráficos que representarán el consumo energético en kWh, y serán comparados para poder observar el ahorro energético obtenido.

Además, se ha hecho un estudio luminotécnico de toda la instalación. También se ha calculado la eficiencia energética de todas las calles del trabajo, definiendo así el tipo de vía que se quiere alumbrar según la ITC-EA-01 y la ITC-EA-02, y se observará el cumplimiento de los niveles requeridos por la misma en la situación proyectada. Asimismo, se comprobará el cumplimiento de las distintas ITCs que componen el *Reglamento de Eficiencia Energética en Instalaciones de Alumbrado Exterior*.

Se han calculado las líneas y el cableado total de la instalación, y su cumplimiento con el *REBT* vigente, obteniendo los cálculos eléctricos de la instalación.

Por último, se añaden los planos del estado actual y proyectado, en los que se podrá comprobar el resultado obtenido.

Por otra parte, el CLUB DEPORTIVO ALFARO, equipo de la localidad, solicita un proyecto de iluminación para el campo municipal de deportes “La Molineta” de Alfaro (La Rioja), con el fin de conseguir una iluminación media sobre el terreno de práctica de fútbol, con alumbrado artificial, de 300 lux. Por tanto, se realiza dicho estudio, reflejado en la *Memoria II*.



MEMORIA I  
ESTUDIO LUMINOTÉCNICO “CASAS  
BARATAS”

## **Contenido**

<b>1. ANTECEDENTES Y OBJETO .....</b>	<b>3</b>
<b>2. TITULAR DE LA INSTALACIÓN.....</b>	<b>3</b>
<b>3. EMPLAZAMIENTO .....</b>	<b>4</b>
<b>4. NORMATIVA Y LEGISLACIÓN.....</b>	<b>4</b>
<b>5. METODOLOGÍA DE TRABAJO .....</b>	<b>5</b>
<b>6. PROGRAMAS EMPLEADOS .....</b>	<b>5</b>
<b>7. ESTADO ACTUAL.....</b>	<b>6</b>
<b>9. COMPARATIVO DE LUMINARIAS Y SOPORTES. ESTADOS ACTUAL Y PROYECTADO.....</b>	<b>7</b>
<b>10. COMPARATIVA DE CONSUMO ENERGÉTICO. ESTADOS ACTUAL Y PROYECTADO.....</b>	<b>20</b>
CALLE EN LA DISPOSICIÓN ACTUAL: VSAP (vapor alta presión).....	20
CALLE EN LA DISPOSICIÓN PROYECTADA: (tecnología LED).....	24
<b>11. COMPARATIVA ECONÓMICA. PERIODO DE AMORTIZACIÓN .....</b>	<b>26</b>
<b>12. AHORRO EN EMISIONES DE KG DE CO<sub>2</sub> EQUIVALENTE .....</b>	<b>29</b>
<b>13. CONCLUSIONES .....</b>	<b>30</b>
<b>14. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>32</b>

## 1. ANTECEDENTES Y OBJETO

El Ayuntamiento de Alfaro, en el año 2015, procedió a la sustitución de todas las luminarias de alumbrado público, cuyas lámparas eran de vapor de mercurio. También se procedió a la sustitución de las luminarias de vapor de sodio, cuya antigüedad era superior a cinco años.

Estas luminarias se sustituyeron por otras de tipo LED, cuyos modelos se definieron en función de la zona donde estuvieran ubicadas.

Las luminarias seleccionadas, en concurso público, fueron de la casa *Simon Lighting*, modelos *ALYA ISTANIUM* para viales del casco antiguo, *NATH ISTANIUM*, para el resto de las calles y *ATIK ISTANIUM* para parques. Por lo tanto, las actuaciones futuras se han llevado a cabo con este tipo de luminarias.

Existe, dentro del casco urbano, una zona denominada “Casas Baratas”, con alumbrado de luminarias de vapor de sodio, y en la que, aparentemente, existe una “sobre iluminación”.

El objeto de este trabajo ha sido el estudio, para dicha zona, de la sustitución de las luminarias existentes, por otras de tipo LED, obteniendo el coste de la inversión necesaria y los plazos de amortización de la misma en función del ahorro energético obtenido.

En el estudio, se ha valorado tanto la sustitución de las luminarias existentes, como la posibilidad de ejecutar una nueva instalación, con el fin de aumentar su seguridad.

El alcance de este trabajo se ha circunscrito a la instalación formada por el cuadro de mando y protección, las canalizaciones y tendido de conductores y a las luminarias existentes. La acometida desde la red de distribución y el contador de medida quedan fuera del objeto de este trabajo.

Toda la actuación cumplirá con lo establecido en el *Reglamento de Eficiencia Energética en Instalaciones de Alumbrado Exterior* (1890/2008, 2008) y el vigente *Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión*. (842/2002, 2002)

Por otro lado, para la situación de estudio del campo de fútbol, el objeto del presente proyecto es el cálculo y descripción de la instalación tanto eléctrica como luminotécnica, a base de cuatro torres y grupos electrógenos de 25 kVA cada uno, con cuadros de mando y protección individuales por cada torre, con el fin de obtener una iluminación media de 300 lux y uniformidad superior a 0,55. Todo lo descrito queda desarrollado en el *Anexo IV*.

## 2. TITULAR DE LA INSTALACIÓN

Para ambas situaciones de estudio, el titular de la instalación es el Ayuntamiento de Alfaro, con domicilio en Calle Las Pozas, 14. C.P: 26540 – ALFARO (La Rioja) y C.I.F. P26-01100-G.

### 3. EMPLAZAMIENTO

La zona objeto de este proyecto ha sido el barrio de las “Casas Baratas”, tal como se muestra en el plano nº 1. En el resto de los planos, se muestra con detalle las calles objeto del presente estudio.

El campo de fútbol se encuentra ubicado en el paraje de “La Molineta” de Alfaro.

### 4. NORMATIVA Y LEGISLACIÓN

El presente estudio recoge las características de los materiales, los cálculos que justifican su empleo y la forma de ejecución de las obras a realizar, dando con ello cumplimiento a las siguientes disposiciones:

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (REAL DECRETO 842/2002 DE 2 DE AGOSTO DE 2002).
- Reglamento de Eficiencia Energética en instalaciones de Alumbrado Exterior e Instrucciones Técnicas Complementarias (REAL DECRETO 1890/2008, DE 14 DE NOVIEMBRE DE 2008).
- Normas UNE 20.324 y UNE-EN 50.102 referentes a Cuadros de Protección, Medida y Control.
- Normas UNE-EN 60.598-2-3 y UNE-EN 60.598-2-5 referentes a luminarias y proyectores para alumbrado exterior.
- Real Decreto 401/1989 de 14 de Abril, por el que se modifican determinados artículos del Real Decreto anterior (B.O.E. DE 26-4-89).
- Orden de 16 de Mayo de 1989, que contiene las especificaciones técnicas sobre columnas y báculos (B.O.E. DE 15-7-89).
- Real Decreto 2642/1985 de 18 de Diciembre (B.O.E. DE 24-1-86) sobre Homologación de columnas y báculos.
- Orden de 12 de Junio de 1989 (B.O.E. DE 7-7-89), por la que se establece la certificación de conformidad a normas como alternativa de la homologación de los candelabros metálicos (báculos y columnas de alumbrado exterior y señalización de tráfico).
- Normas particulares y de normalización de la Cía. Suministradora de Energía Eléctrica.
- Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre de 1.997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.
- Real Decreto 1955/2000 de 1 de Diciembre, por el que se regulan las Actividades de Transporte, Distribución, Comercialización, Suministro y Procedimientos de Autorización de Instalaciones de Energía Eléctrica.
- Real Decreto 485/1997 de 14 de Abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de Julio de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 773/1997 de 30 de Mayo de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados y Ordenanzas Municipales.

## 5. METODOLOGÍA DE TRABAJO

La metodología empleada ha sido la siguiente:

- Obtención del plano digitalizado de la zona de actuación, de la página web del Gobierno de La Rioja. (Rioja, s.f.)
- Toma de datos del estado actual: tipo de soportes, altura de instalación, inclinación del brazo, tipo de luminarias, etc. y elaboración de los planos correspondientes.
- Realización de los estudios luminotécnicos del estado actual, empleando las fotometrías de las luminarias existentes. Para valorar la situación de partida.
- Realización de los estudios luminotécnicos, orientados al cumplimiento del Reglamento de Eficiencia Energética en instalaciones de Alumbrado Exterior (1890/2008, 2008), empleando las fotometrías de las luminarias a emplear, determinadas por el Ayuntamiento de Alfaro, con lo que se obtendrá el denominado “situación proyectada”.
- Elaboración de planos con dicho estado. Se han estudiado las luminarias con varias ópticas diferentes, pero, dada la gran cantidad de datos obtenidos, solamente se reflejarán los de la óptica elegida.
- Planteamiento y valoración de las siguientes alternativas:
  - Sustitución de las luminarias punto por punto y elaboración de planos.
  - Estudio de sustitución del cuadro de mando existente, cableado, derivaciones y puesta a tierra, con el fin de cumplir con lo establecido en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión existente (842/2002, 2002) y elaboración de planos.
- Justificación del cumplimiento reglamentario y obtención de cálculos eléctricos.
- Obtención del periodo de amortización de la instalación para las dos alternativas propuestas.

## 6. PROGRAMAS EMPLEADOS

- Dialux 4.12* para la obtención de los cálculos luminotécnicos, con las fotometrías obtenidas de la web del fabricante.
- Dmelect 2017*, instalaciones de alumbrado público, para la obtención de los cálculos eléctricos.
- Presto 8*, para la elaboración del presupuesto.
- Autocad 2017* para la elaboración de los planos.

## 7. ESTADO ACTUAL

El estado actual se muestra en los planos 2 y 3 y en la Tabla 1.

*Tabla 1. Estado actual. Fuente: Elaboración propia.*

<b>Calle</b>	<b>H (m)</b>	<b>S (m)</b>	<b><math>\alpha</math> (°)</b>	<b>Potencia (W)</b>	<b>Tipo luminaria</b>	<b>Tipo soporte</b>	<b>Nº en plano</b>	<b>Unidades</b>
<b>Valvanera</b>	6,5	1,5	10	150	VSAP	Brazo pared	1	8
<b>Libertad</b>	7	0	0	150	VSAP	Columna	2	10
<b>9 de Junio</b>	8	1,5	10	150	VSAP	Brazo pared	3	1
<b>9 de Junio</b>	8	0	0	150	VSAP	Columna	4	1
<b>Fraternidad</b>	8	0	0	150	VSAP	Columna	5	4
<b>Cordovín</b>	6,5	1,5	10	150	VSAP	Brazo pared	6	7
<b>Rasillo</b>	8	0	0	150	VSAP	Columna	7	1
<b>Rasillo</b>	8	1,5	10	150	VSAP	Brazo pared	8	6
<b>Avda. José Antonio</b>	8	0	0	150	VSAP	Columna	9	14
<b>Avda. José Antonio</b>	8	2	5	150	VSAP	Báculo	10	2
<b>Plaza Aurelhian</b>	6	2	5	150	VSAP	Báculo	11	9
<b>Plaza Aurelhian</b>	4	0	90	150	VSAP	Columna parque	12	4

La calificación energética de dichas calles es C.

## 8. ESTADO PROYECTADO

El estado proyectado se muestra en los planos 4 a 9 y en la Tabla 2.

Tabla 2. Estado proyectado. Fuente: Elaboración propia.

Calle	H (m)	S (m)	$\alpha$ (°)	Potencia (W)	Tipo luminaria	Tipo soporte	Nº en plano	Unidades
Valvanera	6,5	1,5	10	39	LED	Brazo pared	1	8
Libertad	7	0	15	39	LED	Columna	2	10
9 de Junio	8	0	0	58	LED	Columna	4	4
Fraternidad	8	0	15	58	LED	Columna	5	4
Cordovín	6,5	1,5	10	58	LED	Brazo pared	6	7
Rasillo	8	1,5	10	58	LED	Brazo pared	8	7
Avda. José Antonio	8	0	0	39	LED	Columna	9	8
Avda. José Antonio	8	0	0	39	LED	Columna	9	3
Avda. José Antonio	8	0	0	58	LED	Columna	9	3
Avda. José Antonio	8	2	5	39	LED	Báculo	10	3
Avda. José Antonio	8	2	5	39	LED	Báculo	10	2
Avda. José Antonio	8	2	5	27	LED	Báculo	10	2
Plaza Aurelhian	8	2	5	27	LED	Báculo	11	4
Plaza Aurelhian	4	0	90	13	LED	Columna parque	12	4

Los valores escritos en rojo indican los cambios propuestos.

La calificación energética de todas las calles con el nuevo tipo de luminarias es A, calculadas en el Anexo III.

## 9. COMPARATIVO DE LUMINARIAS Y SOPORTES. ESTADOS ACTUAL Y PROYECTADO

Para el cálculo de eficiencia energética (Anexo III), se ha tenido que clasificar las vías y elegir del tipo de alumbrado según la ITC-EA-02.

Tabla 2. Clasificación de las vías. Fuente: ITC-EA-02.

Clasificación	Tipo de vía	Velocidad del tráfico rodado (km/h)
A	de alta velocidad	$v > 60$
B	de moderada velocidad	$30 < v \leq 60$
C	carriles bici	--
D	de baja velocidad	$5 < v \leq 30$
E	vías peatonales	$v \leq 5$

Para la clasificación de las vías nos basamos en la velocidad de circulación, según se establece en la tabla 2.

Las vías van a tener una clasificación tipo D, correspondiente a baja velocidad. En la tabla 3 se muestra las diferentes clases de alumbrado para vías tipos C y D.

Tabla 3. Clases de alumbrado según el tipo de vía. Fuente: ITC-EA-02.

Situaciones de proyecto	Tipos de vías	Clase de Alumbrado <sup>(1)</sup>
C1	• Carriles bici independientes a lo largo de la calzada, entre ciudades en área abierta y de unión en zonas urbanas	
	Flujo de tráfico de ciclistas	
	Alto..... Normal.....	S1 / S2 S3 / S4
D1 - D2	• Áreas de aparcamiento en autopistas y autovías.	
	• Aparcamientos en general.	
	• Estaciones de autobuses.	
D3 - D4	Flujo de tráfico de peatones	
	Alto..... Normal.....	CE1A / CE2 CE3 / CE4
	• Calles residenciales suburbanas con aceras para peatones a lo largo de la calzada	
D3 - D4	• Zonas de velocidad muy limitada	
	Flujo de tráfico de peatones y ciclistas	
	Alto..... Normal.....	CE2 / S1 / S2 S3 / S4

<sup>(1)</sup> Para todas las situaciones de alumbrado C1-D1-D2-D3 y D4, cuando las zonas próximas sean claras (fondos claros), todas las vías de tráfico verán incrementadas sus exigencias a las de la clase de alumbrado inmediata superior.

En el caso del estudio, las calles corresponden a situación de proyecto D3-D4, con velocidad de los vehículos limitada y menor que 30 km/hora y flujo de tráfico de peatones alto.

Según la ITC-EA-02, cuando para una determinada situación de proyecto e intensidad de tráfico puedan seleccionarse distintas clases de alumbrado, se elegirá la clase teniendo en cuenta la complejidad del trazado, el control de tráfico, la separación de los distintos tipos de usuarios y otros parámetros específicos.

En la tabla 4 se muestran los distintos niveles de iluminación de los viales.



Tabla 4. Niveles de iluminancia en el área de la calzada. Fuente: ITC-EA-02.

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

<sup>(1)</sup> Los niveles de la tabla son valores mínimos en servicio con mantenimiento de la instalación de alumbrado. A fin de mantener dichos niveles de servicio, debe considerarse un factor de mantenimiento ( $f_m$ ) elevado que dependerá de la lámpara adoptada, del tipo de luminaria, grado de contaminación del aire y modalidad de mantenimiento preventivo.

Tabla 5. Iluminancia horizontal según clase de alumbrado. Fuente: ITC-EA-02.

Clase de Alumbrado <sup>(1)</sup>	Iluminancia horizontal	
	Iluminancia Media $E_m$ (lux) [mínima mantenida <sup>(1)</sup> ]	Uniformidad Media $U_m$ [mínima]
CE0	50	0,40
CE1	30	0,40
CE1A	25	0,40
CE2	20	0,40
CE3	15	0,40
CE4	10	0,40
CE5	7,5	0,40

<sup>(1)</sup> Los niveles de la tabla son valores mínimos en servicio con mantenimiento de la instalación de alumbrado. A fin de mantener dichos niveles de servicio, debe considerarse un factor de mantenimiento ( $f_m$ ) elevado que dependerá de la lámpara adoptada, del tipo de luminaria, grado de contaminación del aire y modalidad de mantenimiento preventivo.

<sup>(2)</sup> También se aplican en espacios utilizados por peatones y ciclistas.

En la tabla 5 se muestran las clases de alumbrado proyectadas para las diferentes calles.

Por tanto, recopilando los datos de las tablas mencionadas anteriormente, para los niveles asignados, quedarían resumidos en la Tabla 6.

Tabla 6. Clases de alumbrado para las distintas calles proyectadas. Fuente: Elaboración propia.

CALLE	CALZADA	ACERAS
Valvanera	S1	S1
Libertad	CE2	S1
Cordovín	S1	S1
Rasillo	S1	S1
José Antonio	CE2	S1
Fraternidad	CE2	S1
Nueve de Junio	S1	S1
Plaza Aureilhan	-	S2

Tabla 7. Niveles asignados. Fuente: Elaboración propia.

Nivel	Iluminancia media	Iluminancia mínima
<b>S1</b>	15 lux	5 lux
<b>S2</b>	10 lux	3 lux

Nivel	Iluminancia media	Uniformidad media mínima
<b>CE2</b>	20 lux	0,4

Una vez se tienen todas las vías objeto del trabajo clasificadas, se compara el estado actual con el estado proyectado de dichas vías, para que cumplan con los valores requeridos en la ITC-EA-02.

Se muestran también las nuevas luminarias seleccionadas, calculadas con el software *DIALux 4.12*, para que se cumplan los valores requeridos de iluminancia media, máxima, mínima y uniformidad media de todas las calles.

#### **CALLE VALVANERA:**

El estado actual de la calle Valvanera se puede observar en la Tabla 8.

Tabla 8. Estado actual calle Valvanera. Fuente: ITC-EA-02.

Calle	H (m)	S (m)	A (°)	Potencia (W)	Tipo luminaria	Tipo soporte	Nº en plano	Unidades
<b>Valvanera</b>	6,5	1,5	10	150	VSAP	Brazo Pared	1	8

Se parte de una disposición inicial de ocho luminarias, de tipo brazo pared, dispuestas a una altura de 6,5 metros. El saliente respecto a la vertical es de 1,5 metros. Las luminarias tienen un ángulo inicial de 10 grados respecto a la horizontal.

Como ya se ha analizado anteriormente la clasificación de las vías, la calle Valvanera corresponde al tipo D3-D4, y se elige para las aceras una selección de alumbrado tipo S1 y lo mismo para la calzada, tipo S1.

Con los datos que se tienen, se cambian las luminarias que se tenían anteriormente, 150 W de VSAP, por las nuevas de LED. En este caso, con luminarias de 39 W de potencia, en la misma disposición que las que teníamos anteriormente, será suficiente y cumplirá con los valores establecidos en el reglamento.

Por lo que, para una disposición óptima de las luminarias y por lo tanto para una correcta elección del tipo de luminaria, no se necesita modificar nada de lo que se tenía inicialmente, ya que con reducir la potencia de las luminarias es suficiente.

Luminaria seleccionada:

*Simon Lighting NAT MISTANIUM 24LED GTF RE\_WDL\_39W 530mA IA3.* (Haz abierto, flujo luminoso de 4000 lum).

La situación proyectada de la calle Valvanera quedará dispuesta en la Tabla 9.

*Tabla 9. Estado proyectado calle Valvanera. Fuente: Elaboración propia.*

Calle	H (m)	S (m)	A (°)	Potencia (W)	Tipo luminaria	Tipo soporte	Nº en plano	Unidades
Valvanera	6,5	1,5	10	39	LED	Brazo Pared	1	8

**CALLE DE LA LIBERTAD:**

El estado actual de la calle Libertad se puede observar en la Tabla 10.

*Tabla 10. Estado actual calle Libertad. Fuente: Elaboración propia.*

Calle	H (m)	S (m)	A (°)	Potencia (W)	Tipo luminaria	Tipo soporte	Nº en plano	Unidades
Libertad	7	0	0	150	VSAP	Columna	2	10

Se parte de una disposición inicial de diez luminarias, de tipo columna, dispuestas a una altura de 7 metros. El saliente respecto a la vertical es de 0 metros. Las luminarias tienen un ángulo inicial de 0 grados respecto a la horizontal.

Como ya se ha analizado anteriormente la clasificación de las vías, la calle Libertad corresponde al tipo D3-D4, y se elige para las aceras una selección de alumbrado tipo S1 y para la calzada CE2.

Con los datos que tenemos, se cambian las luminarias que se tenían anteriormente, 150 W de VSAP, por las nuevas de LED. En este caso con luminarias de 39 W de potencia, en la misma disposición que las que se tenían anteriormente no resulta suficiente para que la calle cumpla con los valores de iluminancia y uniformidad medios, mínimos y máximos que nos indica la ITC-EA-02, por lo cual se modifica el ángulo de las luminarias de 0 grados a 15 grados.

Por lo tanto, para una disposición óptima de las luminarias y para una correcta elección del tipo de luminaria, se necesita cambiar la inclinación de las luminarias de 0° a 15°, ya que están dispuestas a un lado de la calle y no cumplen con las especificaciones de la vía.

Luminaria seleccionada:

*Simon Lighting*

*NAT\_M\_ISTANIUM\_24LED\_GTFRE\_NDL\_39W530\_IA3\_IW4831S* (Haz abierto, flujo luminoso 4000 lum).

La situación proyectada de la calle Libertad, quedará dispuesta en la Tabla 11.

Tabla 11. Estado proyectado calle Libertad. Fuente: Elaboración propia.

Calle	H (m)	S (m)	A (°)	Potencia (W)	Tipo luminaria	Tipo soporte	Nº en plano	Unidades
Libertad	7	0	15	39	LED	Columna	2	10

#### CALLE 9 JUNIO:

El estado actual de la calle 9 de Junio se puede observar en la Tabla 12.

Tabla 12. Estado actual calle 9 de Junio. Fuente: Elaboración propia.

Calle	H (m)	S (m)	A (°)	Potencia (W)	Tipo luminaria	Tipo soporte	Nº en plano	Unidades
9 de Junio	8	1,5	10	150	VSAP	Brazo pared	3	1
9 de Junio	8	0	0	150	VSAP	Columna	4	1

Se parte de una disposición inicial de dos luminarias, una de tipo brazo pared y la otra de columna, dispuestas a una altura de 8 metros. El saliente respecto a la vertical en la luminaria sobre brazo pared es de 1,5 metros. El saliente respecto a la vertical en la luminaria sobre columna es de 0 metros. Las luminarias sobre brazo pared tienen un ángulo inicial de 10 grados respecto a la horizontal. Las luminarias sobre columna su ángulo es de 0 grados.

Como ya se ha analizado anteriormente la clasificación de las vías, la calle 9 de Junio corresponde al tipo D3-D4, y se elige para las aceras una selección de alumbrado tipo S1y lo mismo para la calzada, tipo S1.

Con los datos que se tienen, se cambian las luminarias que se tenían anteriormente, 150 W de VSAP, por las nuevas de LED. En este caso, luminarias de 58 W de potencia, en la misma disposición que las que se tenían anteriormente. Como sólo se tienen dos luminarias iluminando toda la calzada y las aceras, se observa que, al calcular los valores de luminancia media, mínima y máxima y uniformidad media, no cumplen con los valores requeridos por la ITC-EA-02.

Por lo que, para una disposición óptima de las luminarias y por lo tanto para una correcta elección del tipo de luminaria, lo que se hace es una modificación de las que ya se tenían, añadiendo dos luminarias más, por lo que en la situación proyectada se tendrán cuatro luminarias en disposición tresbolillo, como se verá reflejado en el *Anexo II*.

Las luminarias seleccionadas serán todas de tipo columna, con una altura inicial de 8 metros y con un saliente respecto a la vertical de 0 metros. El ángulo sobre la horizontal será de 0 grados.

#### Luminaria seleccionada:

*Simon Lighting NAT M ISTANIUM 36LED GTF RE\_ NDL \_58W 530mA IA3* (Haz abierto, flujo luminoso 6900 lum).

La situación proyectada de la calle 9 de Junio quedará dispuesta en la Tabla 13.

Tabla 13. Estado proyectado calle 9 de Junio. Fuente: Elaboración propia.

Calle	H (m)	S (m)	A (°)	Potencia (W)	Tipo luminaria	Tipo soporte	Nº en plano	Unidades
9 de Junio	8	0	0	58	LED	Columna	4	4

#### CALLE FRATERNIDAD:

El estado actual de la calle Fraternidad se puede observar en la Tabla 14.

Tabla 14. Estado actual calle Fraternidad. Fuente: Elaboración propia.

Calle	H (m)	S (m)	A (°)	Potencia (W)	Tipo luminaria	Tipo soporte	Nº en plano	Unidades
Fraternidad	8	0	0	150	VSAP	Columna	5	4

Se parte de una disposición inicial de cuatro luminarias, de tipo columna, dispuestas a una altura de 8 metros. El saliente respecto a la vertical es de 0 metros. Las luminarias tienen un ángulo inicial de 0 grados respecto a la horizontal.

Como ya se ha analizado anteriormente la clasificación de las vías, la calle Fraternidad corresponde al tipo D3-D4, y se elige para las aceras una selección de alumbrado tipo S1 y para la calzada CE2.

Con los datos que se tienen, se cambian las luminarias que se tenían anteriormente, 150 W de VSAP, por las nuevas de LED. En este caso, luminarias de 58 W de potencia, en la misma disposición que las que se tenían anteriormente. El cambiar las luminarias no resulta suficiente para que la calle cumpla con los valores de iluminancia y uniformidad medios, mínimos y máximos que nos indica la ITC-EA-02, por lo que se modificará el ángulo de las luminarias de 0 grados a 15 grados.

Por lo tanto, para una disposición óptima de las luminarias y para una correcta elección del tipo de luminaria, se necesita cambiar la inclinación de las luminarias de 0° a 15°, ya que están dispuestas a un lado de la calle y no cumplían con las especificaciones de la vía.

#### Luminaria seleccionada:

Simon Lighting NAT M ISTANIUM 36LED GTF RJ\_ NDL\_58W 530mA IA3 (Haz cerrado, flujo luminoso 5900 lum).

La situación proyectada de la calle Fraternidad quedará dispuesta en la Tabla 15.

Tabla 15. Estado proyectado calle Fraternidad. Fuente: Elaboración propia.

Calle	H (m)	S (m)	A (°)	Potencia (W)	Tipo luminaria	Tipo soporte	Nº en plano	Unidades
Fraternidad	8	0	15	58	LED	Columna	5	4

### **CALLE CORDOVIN:**

El estado actual de la calle Cordovín se puede observar en la Tabla 16.

*Tabla 16. Estado actual calle Cordovín. Fuente: Elaboración propia.*

<b>Calle</b>	<b>H (m)</b>	<b>S (m)</b>	<b>A (°)</b>	<b>Potencia (W)</b>	<b>Tipo luminaria</b>	<b>Tipo soporte</b>	<b>Nº en plano</b>	<b>Unidades</b>
<b>Cordovín</b>	6,5	1,5	10	150	VSAP	Brazo pared	6	7

Se parte de una disposición inicial de siete luminarias, de tipo brazo pared, dispuestas a una altura de 6,5 metros. El saliente respecto a la vertical es de 1,5 metros. Las luminarias tienen un ángulo inicial de 10 grados respecto a la horizontal.

Como ya se ha analizado anteriormente la clasificación de las vías, la calle Cordovín corresponde al tipo D3-D4, y se elige para las aceras una selección de alumbrado tipo S1y lo mismo para la calzada, tipo S1.

Con los datos que se tienen, se cambian las luminarias que se tenían anteriormente, 150 W de VSAP, por las nuevas de LED. En este caso, luminarias de 58 W de potencia, en la misma disposición que las que se tenían anteriormente, será suficiente y cumplirá con los valores establecidos en el reglamento.

Por lo que, para una disposición óptima de las luminarias y por lo tanto para una correcta elección del tipo de luminaria, no se necesita modificar nada de lo que se tenía inicialmente, ya que con reducir la potencia de las luminarias es suficiente.

#### Luminaria seleccionada:

*Simon Lighting NAT MISTANIUM 36LED GTF RE\_WDL\_58W 530mA IA3.* (Haz abierto, flujo luminoso 5900 lum).

La situación proyectada de la calle Cordovín quedará dispuesta en la Tabla 17.

*Tabla 17. Estado proyectado calle Cordovín. Fuente: Elaboración propia.*

<b>Calle</b>	<b>H (m)</b>	<b>S (m)</b>	<b>A (°)</b>	<b>Potencia (W)</b>	<b>Tipo luminaria</b>	<b>Tipo soporte</b>	<b>Nº en plano</b>	<b>Unidades</b>
<b>Cordovín</b>	6,5	1,5	10	58	LED	Brazo pared	6	7

### **CALLE RASILLO:**

El estado actual de la calle Rasillo se puede observar en la Tabla 18.

*Tabla 18. Estado actual calle Rasillo. Fuente: Elaboración propia.*

Calle	H (m)	S (m)	A (°)	Potencia (W)	Tipo luminaria	Tipo soporte	Nº en plano	Unidades
Rasillo	8	1,5	10	150	VSAP	Brazo pared	8	7

Se parte de una disposición inicial de siete luminarias, de tipo brazo pared, dispuestas a una altura de 6,5 metros. El saliente respecto a la vertical es de 1,5 metros. Las luminarias tienen un ángulo inicial de 10 grados respecto a la horizontal.

Como ya se ha analizado anteriormente la clasificación de las vías, la calle Rasillo corresponde al tipo D3-D4, y se elige para las aceras una selección de alumbrado tipo S1 y lo mismo para la calzada, tipo S1.

Con los datos que se tienen, cambiamos las luminarias que teníamos anteriormente, 150 W de VSAP, por las nuevas de LED. En este caso, luminarias de 58 W de potencia, en la misma disposición que las que se tenían anteriormente, será suficiente y cumplirá con los valores establecidos en el reglamento.

Por lo que, para una disposición óptima de las luminarias y por lo tanto para una correcta elección del tipo de luminaria, no se necesita modificar nada de lo que se tenía inicialmente, ya que con reducir la potencia de las luminarias es suficiente.

#### Luminaria seleccionada:

*Simon Lighting NAT M ISTANIUM 36LED GTF RJ\_NDL\_58W 530mA IA3* (Haz abierto, flujo luminoso 5900 lum).

La situación proyectada de la calle Rasillo quedará dispuesta en la Tabla 19.

*Tabla 19. Estado proyectado calle Rasillo. Fuente: Elaboración propia.*

Calle	H (m)	S (m)	A (°)	Potencia (W)	Tipo luminaria	Tipo soporte	Nº en plano	Unidades
Rasillo	8	1,5	10	58	LED	Brazo pared	8	7

## AVENIDA JOSE ANTONIO:

El estado actual de la Avenida José Antonio se puede observar en la Tabla 20.

*Tabla 20. Estado actual Avenida José Antonio. Fuente: Elaboración propia.*

Calle	H (m)	S (m)	A (°)	Potencia (W)	Tipo luminaria	Tipo soporte	Nº en plano	Unidades
Avda. José Antonio	8	0	0	150	VSAP	Columna	9	14
Avda. José Antonio	8	2	5	150	VSAP	Báculo	10	7

Se parte de una disposición inicial de catorce luminarias, de tipo columna, dispuestas a una altura de 8 metros. El saliente respecto a la vertical es de 0 metros. Las luminarias tienen un ángulo inicial de 0 grados respecto a la horizontal.

También, se tienen inicialmente siete luminarias, de tipo báculo, dispuestas a una altura de 8 metros. El saliente respecto a la vertical es de 2 metros. Las luminarias tienen un ángulo inicial de 5 grados respecto a la horizontal.

Como ya se ha analizado anteriormente la clasificación de las vías, la Avenida José Antonio corresponde al tipo D3-D4, y se elige para las aceras una selección de alumbrado tipo S1 y para la calzada CE2.

Con los datos que se tienen, se cambian las luminarias que se tenían anteriormente, 150 W de VSAP, por las nuevas de LED. En este caso luminarias de 17,39 y 58 W de potencia, en la misma disposición que las que se tenían anteriormente, será suficiente y cumplirá con los valores establecidos en el reglamento.

Por lo que, para una disposición óptima de las luminarias y por lo tanto para una correcta elección del tipo de luminaria, no se necesita modificar nada de lo que se tenía inicialmente, ya que con reducir la potencia de las luminarias es suficiente.

### Luminaria seleccionada:

*2X Simon Lighting NAT M ISTANIUM 36LED GTF RE\_NDL\_58W 530mA IA3.* (Haz abierto, flujo luminoso 6900 lum).

*2X Simon Lighting NAT M ISTANIUM 12LED GTF RE\_WDL\_27W 700mA IA3.* (Haz abierto, flujo luminoso 2600 lum).

*8X Simon Lighting NAT M ISTANIUM 24LED GTF RE\_NDL\_39W 530mA IA3.* (Haz abierto, flujo luminoso 4600 lum).

*1X Simon Lighting NAT M ISTANIUM 36LED GTF RE\_WDL\_58W 530mA IA3.* (Haz abierto, flujo luminoso 5900 lum).

*8X Simon Lighting NAT M ISTANIUM 24LED GTF RE\_WDL\_39W 530mA IA3.* (Haz abierto, flujo luminoso 4000 lum).



La situación proyectada de la Avenida José Antonio quedará dispuesta en la Tabla 21.

*Tabla 21. Estado proyectado Avenida José Antonio. Fuente: Elaboración propia.*

Calle	H (m)	S (m)	A (°)	Potencia (W)	Tipo luminaria	Tipo soporte	Nº en plano	Unidades
Avda. José Antonio	8	0	0	39	LED	Columna	9	8
Avda. José Antonio	8	0	0	39	LED	Columna	9	3
Avda. José Antonio	8	0	0	58	LED	Columna	9	3
Avda. José Antonio	8	2	5	39	LED	Báculo	10	3
Avda. José Antonio	8	2	5	39	LED	Báculo	10	2
Avda. José Antonio	8	2	5	27	LED	Báculo	10	2

#### **PLAZA AUREILHAN:**

El estado actual de la Plaza Aureilhan se puede observar en la Tabla 22.

*Tabla 22. Estado actual Plaza Aureilhan. Fuente: Elaboración propia.*

Calle	H (m)	S (m)	A (°)	Potencia (W)	Tipo luminaria	Tipo soporte	Nº en plano	Unidades
Plaza Aureilhan	8	2	5	150	VSAP	Báculo	11	9
Plaza Aureilhan	4	0	90	250	VSAP	Columna parque	12	4

Se parte de una disposición inicial de nueve luminarias, de tipo báculo, dispuestas a una altura de 8 metros. El saliente respecto a la vertical es de 2 metros. Las luminarias tienen un ángulo inicial de 5 grados respecto a la horizontal. Su potencia es de 150 W.

También, se tienen inicialmente cuatro luminarias, de tipo columna parque, dispuestas a una altura de 4 metros. El saliente respecto a la vertical es de 0 metros. Las luminarias tienen un ángulo inicial de 90 grados respecto a la horizontal. Su potencia es de 250 W. Como ya se ha analizado anteriormente la clasificación de las vías, la Plaza Aureilhan corresponde al alumbrado de parques y jardines, zona especial. La ITC-EA-02, hace referencia a la clasificación de las vías y clase de alumbrado.

Tabla 23. Clasificación de las vías. Fuente: ITC-EA-02.

Clasificación	Tipo de vía	Velocidad del tráfico rodado (km/h)
A	de alta velocidad	$v > 60$
B	de moderada velocidad	$30 < v \leq 60$
C	carriles bici	--
D	de baja velocidad	$5 < v \leq 30$
E	vías peatonales	$v \leq 5$

La vía será tipo E, correspondiente a parques y jardines.

Tabla 24. Clases de alumbrado para vías tipo E. Fuente: ITC-EA-02.

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

<sup>(\*)</sup> Para todas las situaciones de alumbrado E1 y E2, cuando las zonas próximas sean claras (fondos claros), todas las vías de tráfico verán incrementadas sus exigencias a las de la clase de alumbrado inmediata superior.

El flujo de tráfico de peatones y ciclistas es normal por lo que seleccionaremos clase de alumbrado S2.

En la Tabla 8 de la correspondiente ITC-EA-02, seleccionaremos la clase de alumbrado para dicha vía.

Tabla 25. Series S de clase de alumbrado para viales tipo C, D y E. Fuente: ITC-EA-02.

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

<sup>(1)</sup> Los niveles de la tabla son valores mínimos en servicio con mantenimiento de la instalación de alumbrado. A fin de mantener dichos niveles de servicio, debe considerarse un factor de mantenimiento ( $f_m$ ) elevado que dependerá de la lámpara adoptada, del tipo de luminaria, grado de contaminación del aire y modalidad de mantenimiento preventivo.

Según este criterio para las Series S, se selecciona la clase S2 para la zona del parque. La tabla muestra los niveles de Iluminancia Media e Iluminancia Mínima que se tienen que cumplir.

Con los datos que se tienen, se cambia las luminarias que se tenían anteriormente, 150 W de VSAP, por las nuevas de LED. En este caso, luminarias de 13 W para las de tipo columna parque, y luminarias de 27 W en las luminarias de tipo columna, en la misma disposición que las que se tenían anteriormente, será suficiente y cumplirá con los valores establecidos en el reglamento.

Por lo que, para una disposición óptima de las luminarias y por lo tanto para una correcta elección del tipo de luminaria, no se necesita modificar nada de lo que se tenía inicialmente, ya que con reducir la potencia de las luminarias es suficiente.

Para ello y para que cumpla con lo establecido en el reglamento, utilizaremos las siguientes luminarias:

4X *Simon Lighting ATK M ISTANIUM 12LED ATB SA WDL 13W 350mA IA4*. (flujo luminoso 1600 lum).

3X *Simon Lighting NAT M ISTANIUM 12LED GTF RE\_NDL\_27W 700mA IA3*. (Haz abierto, flujo luminoso 3000 lum).

1X *Simon Lighting NAT M ISTANIUM 12LED GTF RE\_WDL\_27W 700mA IA3*. (Haz abierto, flujo luminoso 2600 lum).

La situación proyectada de la Plaza Aureilhan, quedará dispuesta en la Tabla 26.

*Tabla 26. Estado proyectado Plaza Aureilhan. Fuente: Elaboración propia.*

Calle	H (m)	S (m)	A (°)	Potencia (W)	Tipo luminaria	Tipo soporte	Nº en plano	Unidades
Plaza Aureilhan	8	2	5	27	LED	Báculo	11	4
Plaza Aureilhan	4	0	90	13	LED	Columna parque	12	4

## 10. COMPARATIVA DE CONSUMO ENERGÉTICO. ESTADOS ACTUAL Y PROYECTADO

CALLES EN LA DISPOSICIÓN ACTUAL: VSAP (vapor alta presión)

Tabla 27. Calles en la disposición actual. Fuente: Elaboración propia.

	H (m)	S (m)	A (m)	Potencia (w)	Luminaria (tipo)	Tipo soporte	Nº en plano	Unidades
Valvanera	6,5	1,5	10	150	VSAP	Brazo Pared	1	8
Libertad	7	0	0	150	VSAP	Columa	2	10
9 de Junio	8	1,5	10	150	VSAP	Brazo pared	3	1
9 de Junio	8	0	0	150	VSAP	Columa	4	1
Fraternidad	8	0	0	150	VSAP	Columa	5	4
Cordovín	6,5	1,5	10	150	VSAP	Brazo pared	6	7
Rasillo	8	1,5	10	150	VSAP	Brazo pared	8	7
Avda. José Antonio	8	0	0	150	VSAP	Columa	9	14
Avda. José Antonio	8	2	5	150	VSAP	Báculo	10	2
Plaza Aureilhan	8	2	5	150	VSAP	Báculo	11	10
Plaza Aureilhan	4	0	90	150	VSAP	Columa parque	12	4

Las lámparas de vapor de sodio a alta presión necesitan una tensión muy elevada para su arranque. El equipo auxiliar lo forman un balasto y un arrancador que puede ser externo o incorporado y conectado en serie o semi-paralelo.

Para corregir el factor de potencia se conecta un condensador en paralelo.

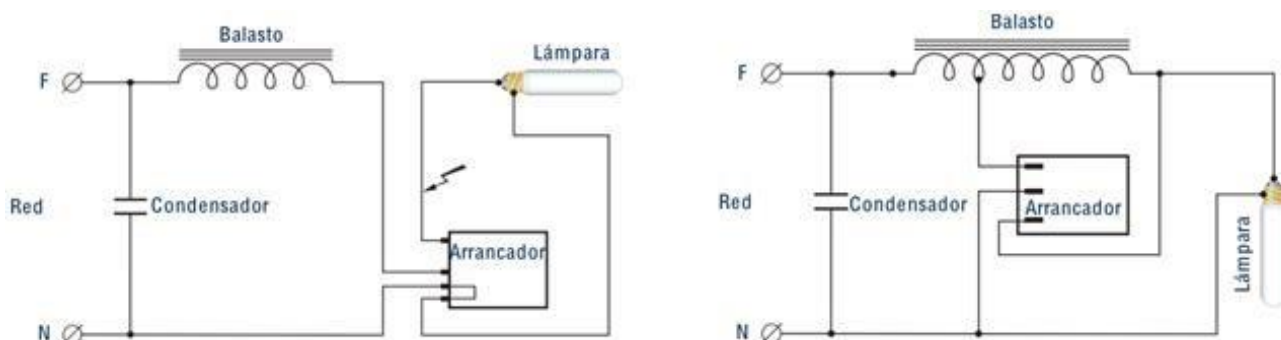


Figura 1. Esquema de una lámpara de vapor de sodio. Fuente: Wikipedia.

Cuando se conecta la lámpara a través de la reactancia, se produce la descarga inicial en el interior del tubo y empieza el calentamiento de la lámpara que funde y evapora el sodio metálico y empieza a emitir luz.

Para calcular cuánto será el consumo de estos equipos, se multiplica por un factor aproximado de 0,2 (20%).

$$\text{Consumo equipos} = 150 (W) * 0,2 = 30 W.$$

También se calcula la potencia de las luminarias, distinguiendo dos tipos, las viales y las del parque, cada una consume 150 W, pero además hay que tener en cuenta la potencia que consumen los equipos, cuyo valor ha sido calculado anteriormente.

$$\text{Potencia luminarias vial} = 150 + 30 = 180 W$$

$$\text{Potencia luminarias parque} = 150 + 30 = 180 W$$

Para calcular el consumo energético total al año se siguen los siguientes pasos:  
En el parque existen 4 luminarias de 180 W y en la zona vial 64 luminarias de 180 W.

- Primero se calculan las horas de noche de todo el año, mes a mes. Para ello, se necesita saber las coordenadas geográficas del lugar donde se va a calcular el proyecto. En este caso es Alfaro, La Rioja, por lo que tenemos una latitud ( $\Phi$ ) de 42,17 grados (0,73 radianes).
- Después se necesita obtener la declinación solar ( $\delta$ ) en un momento determinado del año. En nuestro caso, elijo el día central de cada mes aplicando la siguiente fórmula:

$$(\text{radianes}) = 23,45 * \text{sen}((360 * (284 + \delta n)/365))$$

- A continuación, se calculan las horas de sol de cada mes con la siguiente fórmula:  
$$\text{Horas de sol al día} = \frac{2}{15} \cdot (-\text{TAN}(\Phi) * \text{TAN}(\delta))$$
- Una vez se ha calculado las horas de sol al día se puede obtener las horas de noche al día, realizando la diferencia entre 24 horas que tiene el día y las horas de sol previamente calculadas. Después, se multiplica las horas de noche al día por los días del mes para así obtener las horas de noche mensuales.
- Posteriormente, se suman todas las horas de noche mensuales para obtener las horas de noche al año, que resultan de un total de 4380 horas.
- Para finalizar, se calcula el consumo energético de todo el año, mes a mes. Para ello se multiplica el número de unidades que hay en la zona vial por el total de la potencia de todas las luminarias y por el total de horas de noche. Se realiza el mismo cálculo para la zona del parque.
- Se obtiene como resultado un consumo total al año de 54.404 KW.  
Se adjunta las siguientes tablas con los cálculos mencionados anteriormente.

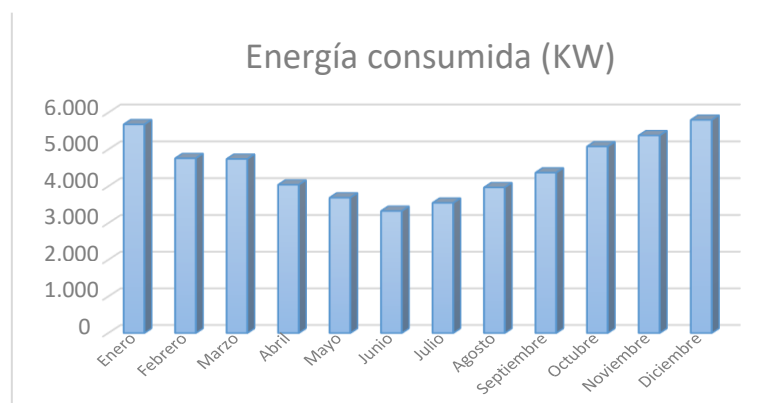
Tabla 28. Cálculo de las horas de noche al año. Fuente: Elaboración propia.

	Número de días del mes	Día central de cada mes	Declinación solar (rad)	Horas de sol	Horas de noche	Horas noche/mes
<b>Enero</b>	31	15	-21	9	15	457
<b>Febrero</b>	28	45	-14	10	14	383
<b>Marzo</b>	31	75	-3	12	12	382
<b>Abril</b>	30	105	9	13	11	325
<b>Mayo</b>	31	136	19	14	10	297
<b>Junio</b>	30	166	23	15	9	268
<b>Julio</b>	31	197	21	15	9	286
<b>Agosto</b>	31	228	14	14	10	320
<b>Septiembre</b>	30	258	2	12	12	352
<b>Octubre</b>	31	289	-10	11	13	409
<b>Noviembre</b>	30	319	-19	10	14	433
<b>Diciembre</b>	31	350	-23	9	15	467
<b>TOTAL</b>						<b>4.380</b>

Tabla 29. Cálculo de la energía total consumida al año, en kW. Fuente: Elaboración propia.

Unidades zona vial	Unidades zona parque	Energía consumida vial (Wh)	Energía consumida parque (Wh)	Energía consumida total (kWh)
<b>65</b>	4	5.350.853	329.283	5.680
<b>65</b>	4	4.484.957	275.997	4.761
<b>65</b>	4	4.467.209	274.905	4.742
<b>65</b>	4	3.807.732	234.322	4.042
<b>65</b>	4	3.478.086	214.036	3.692
<b>65</b>	4	3.136.666	193.026	3.330
<b>65</b>	4	3.344.938	205.842	3.551
<b>65</b>	4	3.739.312	230.111	3.969
<b>65</b>	4	4.117.958	253.413	4.371
<b>65</b>	4	4.786.936	294.581	5.082
<b>65</b>	4	5.069.888	311.993	5.382
<b>65</b>	4	5.465.830	336.359	5.802
			<b>TOTAL</b>	<b>54.404</b>

A continuación, se puede observar el gráfico de la energía actual consumida en todos los meses del año:



*Figura 2. Energía consumida situación actual. Fuente: Elaboración propia.*

## CALLES EN LA DISPOSICIÓN PROYECTADA: (tecnología LED)

*Tabla 30. Calles en la disposición proyectada. Fuente: Elaboración propia.*

<b>Calle</b>	<b>H (m)</b>	<b>S (m)</b>	<b>A (°)</b>	<b>Potencia (W)</b>	<b>luminaria (tipo)</b>	<b>Tipo soporte</b>	<b>Nº en plano</b>	<b>Unidades</b>
<b>Valvanera</b>	6,5	1,5	10	39	LED	Brazo Pared	1	8
<b>Libertad</b>	7	0	15	39	LED	Columna	2	10
<b>9 de Junio</b>	8	0	0	58	LED	Columna	4	4
<b>Fraternidad</b>	8	0	15	58	LED	Columna	5	4
<b>Cordovín</b>	6,5	1,5	10	58	LED	Brazo pared	6	7
<b>Rasillo</b>	8	1,5	10	58	LED	Brazo pared	8	7
<b>Avda. José Antonio</b>	8	0	0	39	LED	Columna	9	8
<b>Avda. José Antonio</b>	8	0	0	39	LED	Columna	9	3
<b>Avda. José Antonio</b>	8	0	0	58	LED	Columna	9	3
<b>Avda. José Antonio</b>	8	2	5	39	LED	Báculo	10	3
<b>Avda. José Antonio</b>	8	2	5	39	LED	Báculo	10	2
<b>Avda. José Antonio</b>	8	2	5	27	LED	Báculo	10	2
<b>Plaza Aureilhan</b>	8	2	5	27	LED	Báculo	11	4
<b>Plaza Aureilhan</b>	4	0	90	13	LED	Columna parque	12	4

La potencia de las luminarias en la situación proyectada es la siguiente:

- En el parque tenemos 4 luminarias de 13 W
- Y en la zona vial tenemos distintas situaciones:
  - 6 luminarias de 27 W.
  - 34 luminarias de 39 W.
  - 25 luminarias de 58 W.

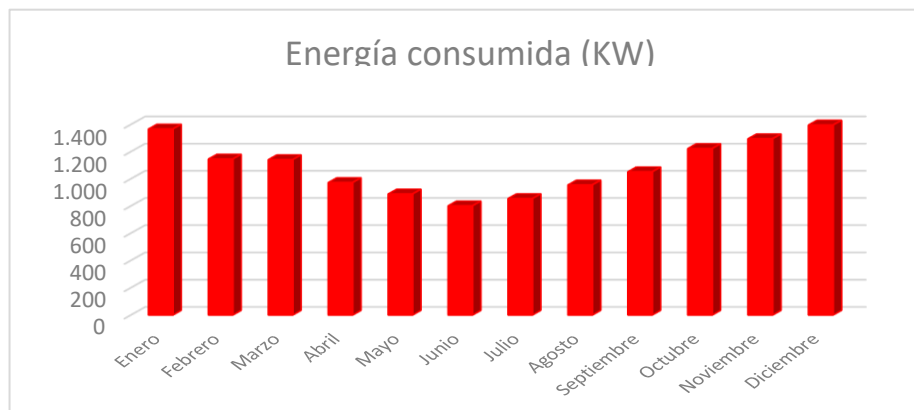


Realizando los mismos cálculos que para la situación actual, se tienen las mismas horas de noche, y por lo tanto se calcula el consumo energético total reflejado en la siguiente tabla:

*Tabla 31. Cálculo de la energía total consumida al año, en kW. Fuente: Elaboración propia.*

Unidades zona vial_P=27W	Unidades zona vial_P=39W	Unidades zona vial_P=58W	Unidades zona parque_P=13W	Energía consumida vial (Wh)	Energía consumida parque (Wh)	Energía consumida total (kWh)
6	34	25	4	1.343.659	23.782	1.367
6	34	25	4	1.126.223	19.933	1.146
6	34	25	4	1.121.766	19.854	1.142
6	34	25	4	956.164	16.923	973
6	34	25	4	873.386	15.458	889
6	34	25	4	787.652	13.941	802
6	34	25	4	839.951	14.866	855
6	34	25	4	938.983	16.619	956
6	34	25	4	1.034.065	18.302	1.052
6	34	25	4	1.202.053	21.275	1.223
6	34	25	4	1.273.105	22.533	1.296
6	34	25	4	1.372.531	24.293	1.397
					<b>TOTAL</b>	<b>13.097</b>

A continuación, se puede observar el gráfico de la energía actual consumida en todos los meses del año:



*Figura 3. Energía consumida situación proyectada. Fuente: Elaboración propia.*

Se puede observar una comparativa de las dos situaciones, comprobando que existe un ahorro energético a la hora de sustituir las luminarias actuales por luminarias tipo LED.

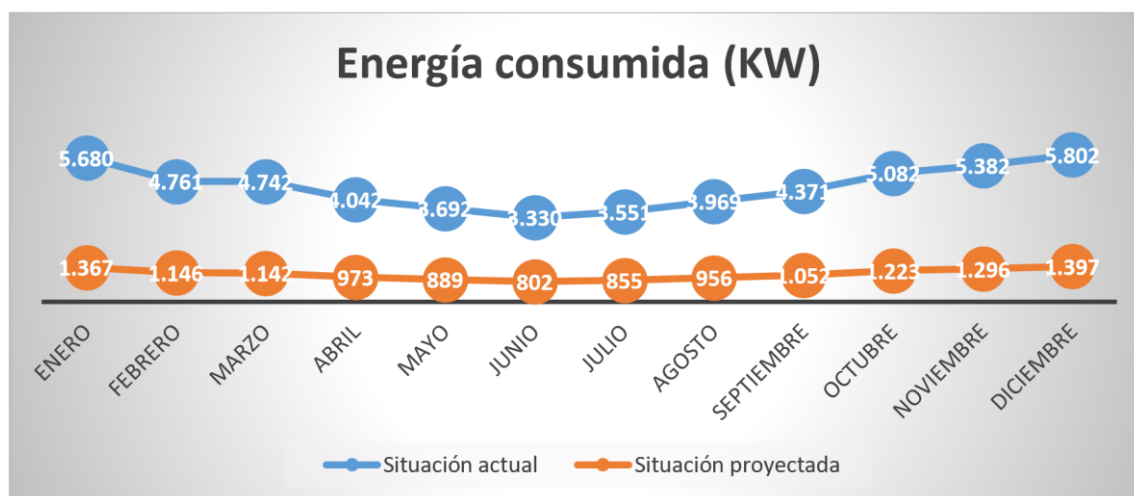


Figura 4. Comparación. Fuente: Elaboración propia.

Se procede a calcular el ahorro energético de la siguiente forma:

$$\text{Ahorro energético} = \frac{\text{Energía actual} - \text{Energía proyectada}}{\text{Energía actual}} = \frac{54404 - 13097}{54404} = 0,7592$$

Por tanto, se consigue un ahorro energético de aproximadamente un 76%.

## 11. COMPARATIVA ECONÓMICA. PERIODO DE AMORTIZACIÓN

A continuación, se muestran las tablas realizadas para la obtención de los periodos de amortización, empleando el coste de la inversión obtenido para cada una de las alternativas siguientes:

### 1. Sustitución de luminarias:

El coste de la inversión sería de 37.187,08 €, teniendo en cuenta el presupuesto de ejecución de material, los gastos generales, el beneficio industrial y el IVA.

### 2. Ejecución de una nueva instalación:

El coste de la inversión sería de 31.300,88 €, teniendo en cuenta el presupuesto de ejecución de material, los gastos generales, el beneficio industrial y el IVA.

### Notas:

-El coste de luminaria se ha obtenido dividiendo el presupuesto total de sustitución de las mismas (capítulo 1 del presupuesto) entre el número de luminarias, para la alternativa 1, y el coste total (capítulo 1 más capítulo 2 del presupuesto), para la alternativa 2.

- La potencia por unidad de luminaria se ha obtenido realizando la media ponderada.
- Los costes de mantenimiento, se han obtenido de la consulta realizada al electricista municipal.
- El consumo anual por luminaria es igual a la potencia (kW) multiplicada por el número de horas de funcionamiento al día y por el número de días al año (kWh).
- El precio medio (€/kW.h) se ha obtenido de las facturas facilitadas por el electricista municipal, dividiendo el importe total de la factura entre los kWh consumidos.
- El coste consumo luminaria al año se ha calculado multiplicando el consumo anual por luminaria (kW.h) por el precio medio (€/kW.h).
- El consumo total al año (€) se ha obtenido multiplicando el coste consumo luminaria al año calculado anteriormente por el número de luminarias.
- El consumo total al año (kW.h) se ha calculado multiplicando el consumo anual por luminaria (kW.h) por el número de luminarias.
- El período de amortización (años) se ha calculado dividiendo el coste de la inversión (€) entre el ahorro anual (€).

Como se muestra en la Tabla 32 y Tabla 33, el período de amortización para la alternativa 1 (sustitución de luminarias punto por punto), es de 3,31 años, mientras que, si se desea acometer la reforma integral de la instalación, el período de amortización es de 6,11 años.

Tabla 32. Período de amortización situación 1. Fuente: Elaboración propia.

Datos generales		
Número de luminarias (unidades)		68
Precio medio del KW (€/KW h)		0,25
Horas de funcionamiento al día		11,5
Días de funcionamiento		365
Datos luminarias		
	Actuales sodio 150 W	Led
Tipo	NA 150 W	LED 13-27-39-58 W
Potencia (W)	180,00	35,18
Flujo de lámpara (lúmenes)	15.000,00	1400-6000
Coste luminaria (€)		546,86
Resultados		
	Actuales sodio 150 W	Led
Coste consumo luminarias al año (€)	188,89	36,92
Coste consumo total al año (€)	12.844,35	2.510,36
Coste consumo total al año (KW h/año)	53.615,77	13.097,32
Ahorro anual en la sustitución		
Energético (KWh)	40.518,45	
Total ahorro anual energético (€/año)	10.333,99	
Coste de mantenimineto anual VSAP	17,00	
Coste de mantenimineto anual LED	4,00	
Ahorro anual de mantenimiento (€/año)	884,00	
Ahorro total anual	11.217,99	
Periodo de amortización	3,31	

Tabla 33. Período de amortización situación 2. Fuente: Elaboración propia.

Datos generales		
Número de luminarias (unidades)		68
Precio medio del KW (€/KW h)		0,25
Horas de funcionamiento al día		11,5
Días de funcionamiento		365
Datos luminarias		
	Actuales sodio 150 W	Led
Tipo	NA 150 W	LED 13-27-39-58 W
Potencia (W)	180,00	35,18
Flujo de lámpara (lúmenes)	15.000,00	1400-6000
Coste luminaria (€)		1.007,17
Resultados		
	Actuales sodio 150 W	Led
Coste consumo luminarias al año (€)	188,89	36,92
Coste consumo total al año (€)	12.844,35	2.510,36
Coste consumo total al año (KW h/año)	53.615,77	13.097,32
Ahorro anual en la sustitución		
Energético (KWh)	40.518,45	
Total ahorro anual energético (€/año)	10.333,99	
Coste de mantenimineto anual VSAP	17,00	
Coste de mantenimineto anual LED	4,00	
Ahorro anual de mantenimiento (€/año)	884,00	
Ahorro total anual	11.217,99	
Periodo de amortización	6,11	

## 12. AHORRO EN EMISIONES DE KG DE CO<sub>2</sub> EQUIVALENTE

El ahorro total de 40.518,45 kW.h, equivale a la no emisión a la atmósfera de 16.167 kg de CO<sub>2</sub>eq, aplicando un factor de emisión de 0,399 kg de CO<sub>2</sub> eq/kWh, factor de emisión obtenido del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE).

### 13. CONCLUSIONES

Con la sustitución de las luminarias existentes de vapor de sodio, por las de tecnología LED, se obtienen las siguientes ventajas:

- Vida útil teórica considerablemente larga: 60.000 horas, frente a las 12.000 de las de VSAP.
- Reducidos costes de mantenimiento.
- Eficiencia energética elevada.
- El índice de caída del flujo luminoso de los LED es prácticamente nulo, frente a las de VSAP que presentan una reducción de flujo de hasta un 40% a partir de las 5.000 horas de trabajo.
- No emiten radiación infrarroja ni ultravioleta, por lo que se evita el calor de los infrarrojos que produce desgaste en los objetos sobre los que incide.
- Colores saturados, sin filtros. Se puede elegir la temperatura de color.
- Luz direccional, que permite incrementar la eficiencia del sistema al iluminar solo la superficie deseada, permitiendo un FHS = 0 %. No existen pérdidas por reflexión.
- Robustez, seguridad en vibración, estado sólido.
- Menor luz dispersa debido a mejor control óptico.
- Control dinámico del color, posibilidad de elegir tonalidad.
- Completamente regulable sin variación de color lo que permite ajustar la iluminación a los niveles necesarios en cada caso y momento.
- Permite el encendido instantáneo al 100 % de intensidad y de forma frecuente.
- Encienden a bajas temperaturas (menos de 40° C).
- Trabajan a bajo voltaje en corriente continua.
- Alta eficacia en ambientes fríos.
- Sellado de por vida en luminarias estancas.
- Prácticamente, la totalidad del LED es reciclable, frente a las de VSAP que contienen metales pesados, que hay que eliminarlos de forma adecuada.
- La fiabilidad es superior a la de las luminarias de vapor de sodio, al estar construidas modularmente, y en caso de avería de un LED, solamente se apaga el módulo relativo y no toda la farola.
- Con el led se reducen las emisiones contaminantes de anhídrido carbónico.

Los periodos de amortización son reducidos, obteniendo un ahorro estimado anual de 11.218 €, por lo que se concluye, que aun cuando la instalación de alumbrado existente es relativamente reciente, se aconseja su sustitución, debido a los factores económico,

técnico y ambiental (el ahorro energético supera el 75%, la calificación energética es A y se elimina prácticamente, la generación de residuos peligrosos).

## 14. BIBLIOGRAFÍA

- 13032-2, U.-E. 1.-1.-E. (s.f.). *Luz y alumbrado. Medición y presentación de datos fotométricos de lámparas y luminarias.*
- 1890/2008, R. (14 de Agosto de 2008). *Reglamento de Eficiencia Energética en Instalaciones de Alumbrado Exterior.*
- 842/2002, R. (2 de Agosto de 2002). *Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.*
- ITC-EA-01. (Mayo de 2013). *REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO PARA BAJA TENSIÓN E ITC.*
- ITC-EA-02. (Mayo de 2013). *REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO PARA BAJA TENSIÓN E ITC.*
- ITC-EA-03. (Mayo de 2013). *REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO PARA BAJA TENSIÓN E ITC.*
- ITC-EA-04. (Mayo de 2013). *REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO PARA BAJA TENSIÓN E ITC.*
- ITC-EA-05. (Mayo de 2013). Obtenido de REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO PARA BAJA TENSIÓN E ITC.
- ITC-EA-06. (Mayo de 2013). *REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO PARA BAJA TENSIÓN E ITC.*
- Rioja, G. d. (s.f.). <https://www.iderioja.larioja.org/cartografia/index.php?map=> .
- UNE 20.324. (s.f.).
- UNE-EN 50.102. (s.f.).
- UNE-EN 60.598-2-3. (s.f.).
- UNE-EN 60.598-2-5. (s.f.).



# JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL R.E.B.T.

## Contenido

1. OBJETO Y ALCANCE.....	2
2. CUMPLIMIENTO DE LA INSTRUCCIÓN ITC-BT-030.....	2
3. CUMPLIMIENTO DE LA INSTRUCCIÓN ITC-BT-09.....	2
4. OTRAS NORMAS GENERALES DE INSTALACIÓN.....	6
5. SISTEMAS DE PROTECCIÓN.....	6
6. NORMATIVA Y LEGISLACIÓN.....	8

## **1. OBJETO Y ALCANCE**

El objeto del presente documento es justificar el cumplimiento, por parte de la instalación, del *Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión* vigente.

La clasificación del emplazamiento de la instalación es la de local mojado, ya que se trata de una instalación al aire libre. Por lo tanto, es de aplicación la instrucción ITC-BT-30: *Instalaciones en locales de características especiales*.

Por otro lado, se cumplirá con lo especificado en la instrucción ITC-BT-09: *Instalaciones de alumbrado exterior*.

Dado que la instalación se encuentra ejecutada, que se dispone de acometida de la red general de distribución y que la instalación objeto del presente trabajo, comienza en el cuadro de mando y protección existente, el alcance del presente estudio comprende el citado cuadro de mando, las redes de alimentación y las luminarias.

## **2. CUMPLIMIENTO DE LA INSTRUCCIÓN ITC-BT-030.**

- Los conductores tendrán una tensión asignada de 0,6/1 kV. Los dispositivos de fijación a las paredes serán hidrófugos y aislantes. Bajo tubo la tensión asignada será 450/750 V. Los terminales y empalmes presentarán el grado de protección correspondiente a las proyecciones de agua, IPX4.
- Las cajas de conexión, y, en general, toda la aparamenta utilizada, deberá presentar el grado de protección correspondiente a la caída vertical de gotas de agua, IPX4. Sus cubiertas y las partes accesibles de los órganos de accionamiento no serán metálicos.
- Se instalará un dispositivo de protección en el origen de cada circuito.
- Los receptores de alumbrado estarán protegidos contra las proyecciones de agua, IPX4.

## **3. CUMPLIMIENTO DE LA INSTRUCCIÓN ITC-BT-09**

- El factor de potencia de cada punto de luz, deberá corregirse hasta un valor mayor o igual a 0,90. En el caso de tecnología led es mayor de 0,95.
- La máxima caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier otro punto de la instalación, será menor o igual que 3%.
- Con el fin de conseguir ahorros energéticos, las instalaciones de alumbrado público se proyectarán con distintos niveles de iluminación, de forma que ésta decrezca durante las horas de menor necesidad de iluminación. Puesto que las luminarias seleccionadas disponen de un driver programable, se ajustarán individualmente para que, al igual que sucede con las ya instaladas en el resto de Alfaro, sus niveles de iluminación sean los siguientes:

- ✓ 65% desde el arranque hasta media hora después del mismo.
- ✓ 100% las cinco horas siguientes.
- ✓ 65% el resto del tiempo, hasta su apagado.

-Las líneas de alimentación a los puntos de luz y de control, cuando existan, partirán desde un cuadro de protección y control; las líneas estarán protegidas individualmente, con corte omnipolar, en este cuadro, tanto contra sobreintensidades, como contra corrientes de defecto a tierra y contra sobretensiones.

-La intensidad de defecto, umbral de desconexión de los interruptores diferenciales, será como máximo de 300 mA y la resistencia de puesta a tierra, medida en la puesta en servicio de la instalación, será como máximo de 10 Ohmios. También se admitirán interruptores diferenciales de intensidad máxima de 500 mA o 1 A, siempre que la resistencia de puesta a tierra medida en la puesta en servicio de la instalación sea inferior o igual a 5 Ohm y a 1 Ohm, respectivamente.

-Si el sistema de accionamiento del alumbrado se realiza con interruptores horarios o fotoeléctricos, se dispondrá además de un interruptor manual que permita el accionamiento del sistema, con independencia de los dispositivos citados.

-La envolvente del cuadro proporcionará un grado de protección mínima IP55 según UNE 20.324 e IK10 según UNE-EN 50.102 y dispondrá de un sistema de cierre que permita el acceso exclusivo al mismo, del personal autorizado.

-Las partes metálicas del cuadro irán conectadas a tierra.

-Los cables serán multipolares o unipolares con conductores de cobre y tensión asignada de 0,6/1 kV. El conductor neutro de cada circuito que parte del cuadro, no podrá ser utilizado por ningún otro circuito.

-La sección mínima a emplear en los conductores de los cables, en las canalizaciones subterráneas, incluido el neutro, será de 6 mm<sup>2</sup>. Los conductores serán de designación RV-K Eca.

-En los tendidos sobre fachadas se emplearán los sistemas y materiales descritos en la ITC-BT-06. Se emplearán conductores de designación RZ Fca.

-Los conductores se instalarán directamente posados sobre fachadas o muros, mediante abrazaderas fijadas a los mismos y resistentes a las acciones de la intemperie. Los conductores se protegerán adecuadamente en aquellos lugares en que puedan sufrir deterioro mecánico de cualquier índole.

-En general deberá respetarse una altura mínima al suelo de 2,5 metros. Lógicamente, si se produce una circunstancia particular como la señalada en el párrafo anterior, la altura mínima deberá ser la señalada en los puntos 3.1.2 y 3.9 para cada caso en particular. En los recorridos por debajo de esta altura mínima al suelo (por ejemplo, para acometidas) deberán protegerse mediante elementos adecuados, conforme a lo indicado en el apartado 1.2.1 de la ITC -BT 11, evitándose que los conductores pasen por delante de cualquier abertura existente en las fachadas o muros.

-En las proximidades de aberturas en fachadas deben respetarse las siguientes distancias mínimas:

- Ventanas: 0,30 metros al borde superior de la abertura y 0,50 metros al borde inferior y bordes laterales de la abertura.
- Balcones: 0,30 metros al borde superior de la abertura y 1,00 metros a los bordes laterales del balcón.

-Se tendrán en cuenta la existencia de salientes o marquesinas que puedan facilitar el posado de los conductores, pudiendo admitir, en estos casos, una disminución de las distancias antes indicadas.

-Así mismo se respetará una distancia mínima de 0,05 metros a los elementos metálicos presentes en las fachadas, tales como escaleras, a no ser que el cable disponga de una protección conforme a lo indicado en el apartado 1.2.1 de la ITC -BT 11.

-Los empalmes y derivaciones deberán realizarse en cajas de bornes adecuadas.

-Las redes de control y elementos auxiliares tendrán una sección mínima de alimentación de 2,5 mm<sup>2</sup>.

-Los soportes de las luminarias de alumbrado exterior se ajustarán a la normativa vigente. Serán de materiales resistentes a las acciones de la intemperie o estarán debidamente protegidas contra éstas, no debiendo permitir la entrada de agua de lluvia ni la acumulación del agua de condensación.

-Las columnas irán provistas de puertas de registro de acceso para la manipulación de sus elementos de protección y maniobra, por lo menos a 0,30 m. del suelo, dotada de una puerta o trampilla con grado de protección IP 44 según UNE 20.324 (EN 60529) e IK10 según UNE-EN 50.102, que sólo se pueda abrir mediante el empleo de útiles especiales. En su interior se ubicará una tabla de conexiones de material aislante, provista de alojamiento para los fusibles y de fichas para la conexión de los cables.

-En los puntos de entrada de los cables al interior de los soportes, los cables tendrán una protección suplementaria de material aislante mediante la prolongación del tubo u otro sistema que lo garantice.

-La conexión a los terminales estará hecha de forma que no ejerza sobre los conductores ningún esfuerzo de tracción.

-Los conductores serán de cobre, de sección mínima 2,5 mm<sup>2</sup>, y de tensión asignada 0,6/1 kV, como mínimo; no existirán empalmes en el interior de los soportes.

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

-Se garantizará la continuidad del conductor neutro conectando el neutro de la red de distribución de alumbrado exterior al neutro del centro de transformación, situado junto al mismo.

-Las luminarias utilizadas en el alumbrado exterior serán conformes a la norma UNE-EN 60.598-2-3.

-Las luminarias serán de Clase I o de Clase II. En nuestro caso, todas serán de Clase II.

-Las partes metálicas accesibles de los soportes de luminarias estarán conectadas a tierra. Se excluyen de esta prescripción aquellas partes metálicas que, teniendo un doble aislamiento, no sean accesibles al público en general. Para el acceso al interior de las luminarias que estén instaladas a una altura inferior a 3 m sobre el suelo o en un espacio accesible al público, se requerirá el empleo de útiles especiales. Las partes metálicas de los kioscos, marquesinas, cabinas telefónicas, paneles de anuncios y demás elementos de mobiliario urbano, que estén a una distancia inferior a 2 m de las partes metálicas de la instalación de alumbrado exterior y que sean susceptibles de ser tocadas simultáneamente, deberán estar puestas a tierra. Por lo tanto, no es necesaria la puesta a tierra de las luminarias de Clase II, pero sí de los soportes.

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

-La puesta a tierra de los soportes se realizará por conexión a una red de tierra común para todas las líneas que partan del mismo cuadro de protección, medida y control. En nuestro caso se ha optado por poner una pica individual en cada columna o báculo, en la arqueta situada a pie del mismo.

-En las redes de tierra, se instalará como mínimo un electrodo de puesta a tierra cada 5 soportes de luminarias, y siempre en el primero y en el último soporte de cada línea.

- Los conductores de la red de tierra que unen los electrodos deberán ser:
- Desnudos, de cobre, de 35 mm<sup>2</sup> de sección mínima, si forman parte de la propia red de tierra, en cuyo caso irán por fuera de las canalizaciones de los cables de alimentación.
- Aislados, mediante cables de tensión asignada 450/750 V, con recubrimiento de color verde-amarillo, con conductores de cobre, de sección mínima 16 mm<sup>2</sup> para redes subterráneas, y de igual sección que los conductores de fase para las redes posadas, en cuyo caso irán por el interior de las canalizaciones de los cables de alimentación.

-El conductor de protección que une de cada soporte con el electrodo o con la red de tierra, será de cable unipolar aislado, de tensión asignada 450/750 V, con recubrimiento de color verde-amarillo, y sección mínima de 16 mm<sup>2</sup> de cobre.

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

#### **4. OTRAS NORMAS GENERALES DE INSTALACIÓN**

-Cada luminaria se alimentará de la línea general a través de un cofred con índice de protección IP-44, con protección por fusibles, para la fase, de 4 A y tubo para el neutro.

-La línea será interceptada por dicho cofred, que dispone de las bornas de conexión correspondientes, para garantizar la correcta derivación.

-De la caja de derivación hasta la luminaria se derivará con manguera de 3 x 2,5 mm<sup>2</sup> y designación RV K 0,6/1 kV (Fase, neutro y tierra), aun cuando, no exista conductor de tierra tendido por las fachadas, pero quedará en previsión.

-Estos conductores discurren por el interior de la columna y deberán ser soportados mecánicamente en la parte superior de los soportes, no admitiéndose que cuelguen directamente del portalámparas, ni que soporten esfuerzos de tracción.

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

-La derivación a cada luminaria se realizará en monofásica, debiendo conectar cada luminaria a fases alternas de modo que se equilibre la carga.

La conexión entre la arqueta de pie de columna y la misma se realizará con tubo de PVC flexible de doble capa y 63 mm de diámetro.

-Los empalmes y derivaciones se realizarán a presión con el mayor cuidado, a fin de que tanto mecánica como eléctricamente, responda a iguales condiciones de seguridad que el resto de la línea, no interrumpiéndose el aislamiento.

#### **5. SISTEMAS DE PROTECCIÓN**

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

- Protección a sobrecargas y cortocircuitos: Se utilizará un interruptor automático ubicado en el cuadro de mando, desde donde parte la red eléctrica (según figura en anexo de cálculo y esquema unifilar). La reducción de sección para los circuitos de alimentación a luminarias (2,5 mm<sup>2</sup>) se protegerá con los fusibles de 4 A existentes en cada columna. Las protecciones de los distintos circuitos se han efectuado mediante un interruptor general magnetotérmico tetrapolar de 16 A, con protector de sobretensiones. Este interruptor protege la parte de los tendidos de conductor de 4mm<sup>2</sup>

de sección.

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

- Instalación de luminarias Clase II. No precisan de conexión a tierra
- Ubicación del circuito eléctrico enterrado bajo tubo en una zanja practicada al efecto, con el fin de resultar imposible un contacto fortuito con las manos por parte de las personas que habitualmente circulan por el acerado.
- Aislamiento de todos los conductores, con el fin de recubrir las partes activas de la instalación.
- Alojamiento de los sistemas de protección y control de la red eléctrica, así como todas las conexiones pertinentes, en cajas o cuadros eléctricos aislantes, los cuales necesitarán de útiles especiales para proceder a su apertura (cuadro de protección, medida y control, registro de columnas, y luminarias que estén instaladas a una altura inferior a 3 m sobre el suelo o en un espacio accesible al público).
- Las partes metálicas accesibles de los soportes de luminarias y del cuadro de protección, medida y control estarán conectadas a tierra, así como las partes metálicas de los kioscos, marquesinas, cabinas telefónicas, paneles de anuncios y demás elementos de mobiliario urbano, que estén a una distancia inferior a 2 m de las partes metálicas de la instalación de alumbrado exterior y que sean susceptibles de ser tocadas simultáneamente.
- Puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto. La intensidad de defecto, umbral de desconexión de los interruptores diferenciales, será como máximo de 300 mA y la resistencia de puesta a tierra, medida en la puesta en servicio de la instalación, será como máximo de 30 Ohm. También se admitirán interruptores diferenciales de intensidad máxima de 500 mA o 1 A, siempre que la resistencia de puesta a tierra medida en la puesta en servicio de la instalación sea inferior o igual a 5 Ohm y a 1 Ohm, respectivamente. En cualquier caso, la máxima resistencia de puesta a tierra será tal que, a lo largo de la vida de la instalación y en cualquier época del año, no se puedan producir tensiones de contacto mayores de 24 V en las partes metálicas accesibles de la instalación (soportes, cuadros metálicos, etc).
- La puesta a tierra de los soportes se realizará mediante la colocación de un electrodo o pica de 1,5 m de longitud y 14 mm de diámetro, de forma individual, en cada arqueta situada a pie de columna o báculo.
- La conexión entre la pica y el tornillo de puesta a tierra del soporte, se efectuará con cable de tensión asignada 450/750 V, con recubrimiento de color verde-amarillo, de cobre, de sección mínima 16 mm<sup>2</sup> para redes subterráneas, y de igual sección que los conductores de fase para las redes posadas, si fuera el caso, en cuyo caso irán por el interior de las canalizaciones de los cables de



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

## **6. NORMATIVA Y LEGISLACIÓN**

- P.G.O.U. de Alfaro.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias. R.D. 842/2002, de 2 de Agosto.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de Junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Real Decreto 1890/2008, de 14 de Noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus I.T.C.
- Normas particulares de la Compañía Suministradora.
- Recomendaciones de la C.E.I.
- Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 486/1997 de 14 de Abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 485/1997 de 14 de Abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de Julio de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 773/1997 de 30 de Mayo de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre de 1.997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.

# CÁLCULOS ELÉCTRICOS

# CÁLCULOS ELÉCTRICOS

## Fórmulas Generales

Emplearemos las siguientes:

Sistema Trifásico

$$I = P_c / 1,732 \times U \times \cos \phi = \text{amp (A)}$$

$$e = 1.732 \times I [(L \times \cos \phi / k \times S \times n) + (X_u \times L \times \sin \phi / 1000 \times n)] = \text{voltios (V)}$$

Sistema Monofásico:

$$I = P_c / U \times \cos \phi = \text{amp (A)}$$

$$e = 2 \times I [(L \times \cos \phi / k \times S \times n) + (X_u \times L \times \sin \phi / 1000 \times n)] = \text{voltios (V)}$$

En donde:

$P_c$  = Potencia de Cálculo en Watios.

$L$  = Longitud de Cálculo en metros.

$e$  = Caída de tensión en Voltios.

$K$  = Conductividad.

$I$  = Intensidad en Amperios.

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

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

$\cos \phi$  = Coseno de  $\phi$ . Factor de potencia.

$n$  = N° de conductores por fase.

$X_u$  = Reactancia por unidad de longitud en mW/m.

## Fórmula Conductividad Eléctrica

$$K = 1/r$$

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

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

Siendo,

$K$  = Conductividad del conductor a la temperatura  $T$ .

$r$  = Resistividad del conductor a la temperatura  $T$ .

$r_{20}$  = Resistividad del conductor a 20°C.

$$Cu = 0.018$$

$$Al = 0.029$$

$a$  = Coeficiente de temperatura:

$$Cu = 0.00392$$

$$Al = 0.00403$$

$T$  = Temperatura del conductor (°C).

$T_0$  = Temperatura ambiente (°C):

Cables enterrados = 25°C

Cables al aire = 40°C

$T_{\max}$  = Temperatura máxima admisible del conductor (°C):

XLPE, EPR = 90°C

PVC = 70°C

$I$  = Intensidad prevista por el conductor (A).

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

## Fórmulas Sobrecargas

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$
$$I_2 \leq 1,45 I_z$$

Donde:

$I_b$ : intensidad utilizada en el circuito.

$I_z$ : intensidad admisible de la canalización según la norma *UNE-HD 60364-5-52*.

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

$I_2$ : intensidad que asegura efectivamente el funcionamiento del dispositivo de protección. En la práctica  $I_2$  se toma igual:

- a la intensidad de funcionamiento en el tiempo convencional, para los interruptores automáticos ( $1,45 I_n$  como máximo).
- a la intensidad de fusión en el tiempo convencional, para los fusibles ( $1,6 I_n$ ).

## Fórmulas Resistencia Tierra

### Placa enterrada

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

Siendo,

$R_t$ : Resistencia de tierra (Ohm)

$r$ : Resistividad del terreno (Ohm·m)

$P$ : Perímetro de la placa (m)

### Pica vertical

$$R_t = r / L$$

Siendo,

$R_t$ : Resistencia de tierra (Ohm)

$r$ : Resistividad del terreno (Ohm·m)

$L$ : Longitud de la pica (m)

### Conductor enterrado horizontalmente

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

Siendo,

$R_t$ : Resistencia de tierra (Ohm)

$r$ : Resistividad del terreno (Ohm·m)

$L$ : Longitud del conductor (m)

### Asociación en paralelo de varios electrodos

$$R_t = 1 / (L_c/2r + L_p/r + P/0,8r)$$

Siendo,

$R_t$ : Resistencia de tierra (Ohm)

$r$ : Resistividad del terreno (Ohm·m)

$L_c$ : Longitud total del conductor (m)

Lp: Longitud total de las picas (m)

P: Perímetro de las placas (m)

## LINEA 1

### Las características generales de la red son:

Tensión(V): Trifásica 400, Monofásica 230

C.d.t. máx.(%): 3

Cos  $\phi$  : 1

Temperatura cálculo conductividad eléctrica (°C):

- XLPE, EPR: 20

- PVC: 20

### Resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos:

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long . (m)	Metal/ Xu(mW/m)	Canal./Design./Polar.	I.Cálculo (A)	Sección (mm2)	I. Admisi. (A)/Fc	D.tubo (mm)
1	1	2	35	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	1,65	4x6	57/1	90
2	2	3	7,5	Cu	Trenz.Pos. RZ Fca Tetra.	1,65	4x6	47/1	
3	3	4	16	Cu	Trenz.Pos. RZ Fca Tetra.	1,57	4x6	47/1	
4	4	5	18	Cu	Trenz.Pos. RZ Fca Tetra.	1,49	4x6	47/1	
5	5	6	5	Cu	Trenz.Pos. RZ Fca Tetra.	1,4	4x6	47/1	
6	6	7	7	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	1,4	4x6	57/1	90
7	7	8	6	Cu	Trenz.Pos. RZ Fca Tetra.	0,17	4x4	37/1	
8	8	9	16	Cu	Trenz.Pos. RZ Fca Tetra.	0,08	4x4	37/1	
9	7	10	5	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	1,23	4x6	57/1	90
10	10	11	4	Cu	Trenz.Pos. RZ Fca Tetra.	0,17	4x4	37/1	
11	11	12	13	Cu	Trenz.Pos. RZ Fca Tetra.	0,08	4x4	37/1	
12	10	13	11	Cu	Trenz.Pos. RZ Fca Tetra.	1,07	4x6	47/1	
13	13	14	20	Cu	Trenz.Pos. RZ Fca Tetra.	0,98	4x6	47/1	
14	14	15	20	Cu	Trenz.Pos. RZ Fca Tetra.	0,9	4x6	47/1	
15	15	16	20	Cu	Trenz.Pos. RZ Fca	0,82	4x6	47/1	

					Tetra.				
16	16	17	12	Cu	Trenz.Pos. RZ Fca Tetra.	0,73	4x6	47/1	
17	17	18	7	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,73	4x6	57/1	90
18	18	19	12	Cu	Trenz.Pos. RZ Fca Tetra.	0,11	4x4	37/1	
19	19	20	13	Cu	Trenz.Pos. RZ Fca Tetra.	0,06	4x4	37/1	
20	18	21	2	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,62	4x6	57/1	90
21	21	22	11	Cu	Trenz.Pos. RZ Fca Tetra.	0,56	4x6	47/1	
22	22	23	14	Cu	Trenz.Pos. RZ Fca Tetra.	0,51	4x6	47/1	
23	23	25	13	Cu	Trenz.Pos. RZ Fca Tetra.	0,45	4x6	47/1	
25	25	26	11	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,39	4x6	57/1	90
26	26	27	6	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,34	4x6	57/1	90
27	27	28	4,2	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,34	4x6	57/1	90
28	28	29	5	Cu	Trenz.Pos. RZ Fca Tetra.	0,23	4x4	37/1	
29	29	30	19	Cu	Trenz.Pos. RZ Fca Tetra.	0,17	4x4	37/1	
30	30	31	20	Cu	Trenz.Pos. RZ Fca Tetra.	0,11	4x4	37/1	
31	31	32	16,5	Cu	Trenz.Pos. RZ Fca Tetra.	0,06	4x4	37/1	
32	28	33	6	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,11	4x6	57/1	90
33	33	34	11	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,06	4x6	57/1	90

Nudo	C.d.t.(V)	Tensión Nudo(V)	C.d.t.(%)	Carga Nudo
1	0	400	0	(1.145 W)
2	-0,298	399,702	0,075	(0 W)
3	-0,362	399,638	0,091	(-58 W)
4	-0,491	399,509	0,123	(-58 W)
5	-0,629	399,371	0,157	(-58 W)
6	-0,665	399,335	0,166	(0 W)
7	-0,716	399,284	0,179	(0 W)
8	-0,724	399,276	0,181	(-58 W)
9	-0,734	399,266	0,184	(-58 W)
10	-0,748	399,252	0,187	(0 W)
11	-0,753	399,247	0,188	(-58 W)
12	-0,761	399,239	0,19	(-58 W)
13	-0,808	399,192	0,202	(-58 W)
14	-0,91	399,09	0,227	(-58 W)
15	-1,002	398,998	0,251	(-58 W)
16	-1,086	398,914	0,272	(-58 W)
17	-1,132	398,868	0,283	(0 W)
18	-1,158	398,842	0,29	(0 W)
19	-1,169	398,831	0,292	(-39 W)
20	-1,174	398,826	0,294	(-39 W)
21	-1,164	398,836	0,291	(-39 W)
22	-1,196	398,804	0,299	(-39 W)
23	-1,233	398,767	0,308	(-39 W)
25	-1,263	398,737	0,316	(-39 W)
26	-1,285	398,715	0,321	(-39 W)
27	-1,296	398,704	0,324	(0 W)
28	-1,303	398,697	0,326	(0 W)
29	-1,312	398,688	0,328	(-39 W)
30	-1,337	398,663	0,334	(-39 W)
31	-1,354	398,646	0,339	(-39 W)
32	-1,361	398,639	0,34*	(-39 W)
33	-1,307	398,693	0,327	(-39 W)
34	-1,31	398,69	0,327	(-39 W)

NOTA:

- \* Nudo de mayor c.d.t.

#### Caída de tensión total en los distintos itinerarios:

1-2-3-4-5-6-7-8-9 = 0.18 %

1-2-3-4-5-6-7-10-11-12 = 0.19 %

1-2-3-4-5-6-7-10-13-14-15-16-17-18-19-20 = 0.29 %

1-2-3-4-5-6-7-10-13-14-15-16-17-18-21-22-23-25-26-27-28-29-30-31-32 = 0.34 %

1-2-3-4-5-6-7-10-13-14-15-16-17-18-21-22-23-25-26-27-28-33-34 = 0.33 %

## LINEA 2

Las características generales de la red son:

Tensión(V): Trifásica 400, Monofásica 230

C.d.t. máx.(%): 3

Cos  $\phi$  : 1

Temperatura cálculo conductividad eléctrica (°C):

- XLPE, EPR: 20

- PVC: 20

Resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos:

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal/ Xu(mW/m)	Canal./Design./Polar.	I.Cálculo (A)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I. Admisi. (A)/Fc	D.tubo (mm)
2	2	3	22	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	1,01	4x6	57/1	90
3	3	4	15	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	1,01	4x6	57/1	90
4	4	5	15	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,93	4x6	57/1	90
5	5	6	6	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,84	4x6	57/1	90
6	6	7	9	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,84	4x6	57/1	90
7	7	8	16	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,76	4x6	57/1	90
8	8	9	5	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,67	4x6	57/1	90
9	9	10	7	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,67	4x6	57/1	90
12	10	13	10	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,51	4x6	57/1	90
13	13	14	4	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,04	4x6	57/1	90
14	14	15	7	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,02	4x6	57/1	90
15	13	16	2	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,47	4x6	57/1	90
16	16	17	15	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,42	4x6	57/1	90
17	17	18	8	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,32	4x6	57/1	90
18	18	19	8	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,27	4x6	57/1	90
19	19	20	13	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,19	4x6	57/1	90
22	17	23	9	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,02	4x6	57/1	90
23	17	24	11	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,02	4x6	57/1	90



24	17	25	1	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,06	4x6	57/1	90
25	18	26	1	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,06	4x6	57/1	90
26	19	27	2	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,08	4x6	57/1	90
27	27	28	1	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,04	4x6	57/1	90
28	27	29	2	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,04	4x6	57/1	90
26	20	28	3	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,08	4x6	57/1	90
27	28	29	8	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,04	4x6	57/1	90
26	10	28	10	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,16	4x6	57/1	90
27	28	29	8	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,08	4x6	57/1	90
28	29	30	14	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,04	4x6	57/1	90
29	2	30	41	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	-1,01	4x6	57/1	90
30	20	31	19	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,11	4x6	57/1	90
31	31	32	19	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,06	4x6	57/1	90
32	31	33	1	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,06	4x6	57/1	90
33	32	34	1	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,06	4x6	57/1	90

Nudo	C.d.t.(V)	Tensión Nudo(V)	C.d.t.(%)	Carga Nudo
2	-0,213	399,787	0,053	(0 W)
3	-0,328	399,672	0,082	(0 W)
4	-0,406	399,594	0,101	(-58 W)
5	-0,477	399,523	0,119	(-58 W)
6	-0,503	399,497	0,126	(0 W)
7	-0,542	399,458	0,136	(-58 W)
8	-0,605	399,395	0,151	(-58 W)
9	-0,622	399,378	0,156	(0 W)
10	-0,646	399,354	0,162	(0 W)
13	-0,673	399,327	0,168	(0 W)
14	-0,674	399,326	0,168	(-13 W)
15	-0,674	399,326	0,169	(-13 W)
16	-0,678	399,322	0,169	(-39 W)
17	-0,71	399,29	0,178	(0 W)
18	-0,724	399,276	0,181	(0 W)
19	-0,735	399,265	0,184	(0 W)
20	-0,747	399,253	0,187	(0 W)
23	-0,711	399,289	0,178	(-13 W)

24	-0,711	399,289	0,178	(-13 W)
25	-0,71	399,29	0,178	(-39 W)
26	-0,724	399,276	0,181	(-39 W)
27	-0,735	399,265	0,184	(0 W)
28	-0,736	399,264	0,184	(-27 W)
29	-0,736	399,264	0,184	(-27 W)
28	-0,749	399,251	0,187	(-27 W)
29	-0,75	399,25	0,188	(-27 W)
28	-0,655	399,345	0,164	(-58 W)
29	-0,658	399,342	0,165	(-27 W)
30	-0,661	399,339	0,165	(-27 W)
30	0	400	0	(699 W)
31	-0,758	399,242	0,19	(0 W)
32	-0,764	399,236	0,191	(0 W)
33	-0,759	399,241	0,19	(-39 W)
34	-0,764	399,236	0,191*	(-39 W)

NOTA:

- \* Nudo de mayor c.d.t.

#### Caída de tensión total en los distintos itinerarios:

30-2-3-4-5-6-7-8-9-10-13-14-15 = 0.17 %  
 30-2-3-4-5-6-7-8-9-10-13-16-17-23 = 0.18 %  
 30-2-3-4-5-6-7-8-9-10-13-16-17-24 = 0.18 %  
 30-2-3-4-5-6-7-8-9-10-13-16-17-25 = 0.18 %  
 30-2-3-4-5-6-7-8-9-10-13-16-17-18-26 = 0.18 %  
 30-2-3-4-5-6-7-8-9-10-13-16-17-18-19-27-28 = 0.18 %  
 30-2-3-4-5-6-7-8-9-10-13-16-17-18-19-27-29 = 0.18 %  
 30-2-3-4-5-6-7-8-9-10-13-16-17-18-19-20-28-29 = 0.19 %  
 30-2-3-4-5-6-7-8-9-10-28-29-30 = 0.17 %  
 30-2-3-4-5-6-7-8-9-10-13-16-17-18-19-20-31-33 = 0.19 %  
 30-2-3-4-5-6-7-8-9-10-13-16-17-18-19-20-31-32-34 = 0.19 %

### LINEA 3

#### Las características generales de la red son:

Tensión(V): Trifásica 400, Monofásica 230

C.d.t. máx.(%): 3

Cos j : 1

Temperatura cálculo conductividad eléctrica (°C):

- XLPE, EPR: 20

- PVC: 20

**Resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos:**

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long . (m)	Metal/ Xu(mW/m)	Canal./Design./Polar.	I.Cálculo (A)	Sección (mm2)	I. Admisi. (A)/Fc	D.tubo (mm)
1	1	2	73	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	1,68	4x6	57/1	90
2	2	3	6	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	1,68	4x6	57/1	90
3	3	4	14	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	1,63	4x6	57/1	90
4	4	5	6	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	1,57	4x6	57/1	90
5	5	6	10	Cu	Trenz.Pos. RZ Fca Tetra.	1,57	4x6	47/1	
6	6	7	16	Cu	Trenz.Pos. RZ Fca Tetra.	1,49	4x6	47/1	
7	7	8	23,2	Cu	Trenz.Pos. RZ Fca Tetra.	1,4	4x6	47/1	
8	8	9	18	Cu	Trenz.Pos. RZ Fca Tetra.	1,32	4x6	47/1	
9	9	10	5	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	1,15	4x6	57/1	90
12	10	13	4	Cu	Trenz.Pos. RZ Fca Tetra.	1,07	4x6	47/1	
13	13	14	17	Cu	Trenz.Pos. RZ Fca Tetra.	0,98	4x6	47/1	
14	14	15	22	Cu	Trenz.Pos. RZ Fca Tetra.	0,9	4x6	47/1	
15	15	16	24	Cu	Trenz.Pos. RZ Fca Tetra.	0,82	4x6	47/1	
16	16	17	5	Cu	Trenz.Pos. RZ Fca Tetra.	0,73	4x6	47/1	
17	17	18	8	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,73	4x6	57/1	90
18	18	19	10	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,62	4x6	57/1	90
19	19	20	11	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,56	4x6	57/1	90
20	20	21	12	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,51	4x6	57/1	90
21	21	22	9	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,45	4x6	57/1	90
22	22	23	6	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,45	4x6	57/1	90
23	23	24	10	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,39	4x6	57/1	90
24	24	25	5	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,34	4x6	57/1	90
25	25	26	6	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,34	4x6	57/1	90
26	18	27	6	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,11	4x6	57/1	90

27	27	28	14	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,06	4x6	57/1	90
28	26	29	5	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,11	4x6	57/1	90
29	29	30	11	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,06	4x6	57/1	90
30	26	31	4	Cu	Trenz.Pos. RZ Fca Tetra.	0,23	4x4	37/1	
31	31	32	19	Cu	Trenz.Pos. RZ Fca Tetra.	0,17	4x4	37/1	
32	32	33	20	Cu	Trenz.Pos. RZ Fca Tetra.	0,11	4x4	37/1	
33	33	34	19	Cu	Trenz.Pos. RZ Fca Tetra.	0,06	4x4	37/1	
33	9	34	18	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,08	4x6	57/1	90
34	34	35	1	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,08	4x6	57/1	90
35	10	36	2	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,08	4x6	57/1	90
35	9	36	19	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,08	4x6	57/1	90
36	36	37	2	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,08	4x6	57/1	90

Nudo	C.d.t.(V)	Tensión Nudo(V)	C.d.t.(%)	Carga Nudo
1	0	400	0	(1.165 W)
2	-0,633	399,367	0,158	(0 W)
3	-0,685	399,315	0,171	(-39 W)
4	-0,802	399,198	0,201	(-39 W)
5	-0,851	399,149	0,213	(0 W)
6	-0,931	399,069	0,233	(-58 W)
7	-1,054	398,946	0,263	(-58 W)
8	-1,222	398,778	0,305	(-58 W)
9	-1,344	398,656	0,336	(0 W)
10	-1,374	398,626	0,343	(0 W)
13	-1,396	398,604	0,349	(-58 W)
14	-1,482	398,518	0,37	(-58 W)
15	-1,584	398,416	0,396	(-58 W)
16	-1,685	398,315	0,421	(-58 W)
17	-1,703	398,297	0,426	(0 W)
18	-1,734	398,266	0,433	(0 W)
19	-1,765	398,235	0,441	(-39 W)
20	-1,797	398,203	0,449	(-39 W)
21	-1,829	398,171	0,457	(-39 W)
22	-1,85	398,15	0,462	(0 W)
23	-1,864	398,136	0,466	(-39 W)
24	-1,884	398,116	0,471	(-39 W)
25	-1,893	398,107	0,473	(0 W)

26	-1,903	398,097	0,476	(0 W)
27	-1,737	398,263	0,434	(-39 W)
28	-1,741	398,259	0,435	(-39 W)
29	-1,906	398,094	0,476	(-39 W)
30	-1,909	398,091	0,477	(-39 W)
31	-1,91	398,09	0,477	(-39 W)
32	-1,935	398,065	0,484	(-39 W)
33	-1,952	398,048	0,488	(-39 W)
34	-1,96	398,04	0,49*	(-39 W)
34	-1,352	398,648	0,338	(0 W)
35	-1,352	398,648	0,338	(-58 W)
36	-1,374	398,626	0,344	(-58 W)
36	-1,352	398,648	0,338	(0 W)
37	-1,353	398,647	0,338	(-58 W)

NOTA:

- \* Nudo de mayor c.d.t.

#### **Caída de tensión total en los distintos itinerarios:**

1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-13-14-15-16-17-18-27-28 = 0.44 %

1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-13-14-15-16-17-18-19-20-21-22-23-24-25-26-29-30 = 0.48 %

1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-13-14-15-16-17-18-19-20-21-22-23-24-25-26-31-32-33-34 = 0.49 %

1-2-3-4-5-6-7-8-9-34-35 = 0.34 %

1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-36 = 0.34 %

1-2-3-4-5-6-7-8-9-36-37 = 0.34 %

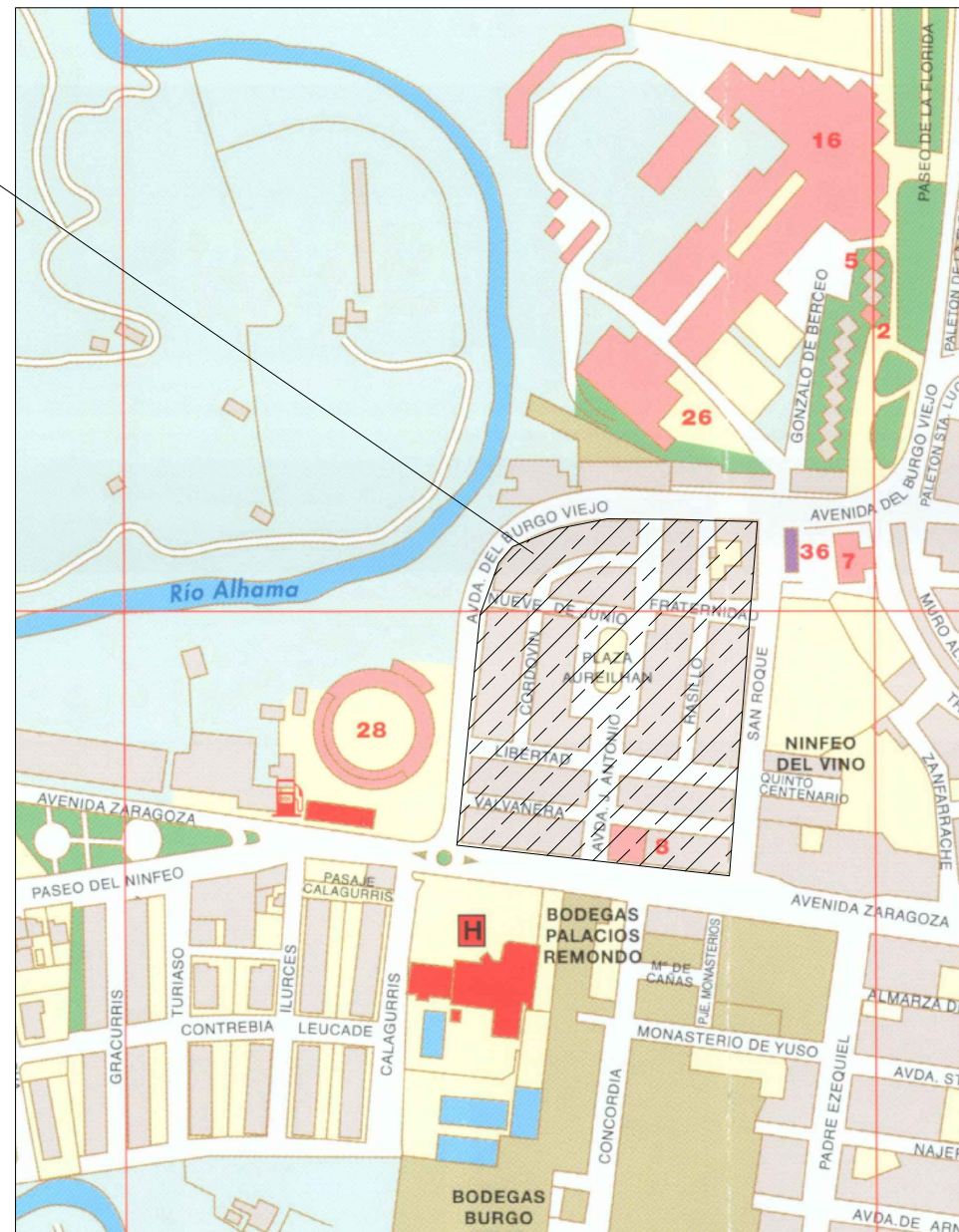
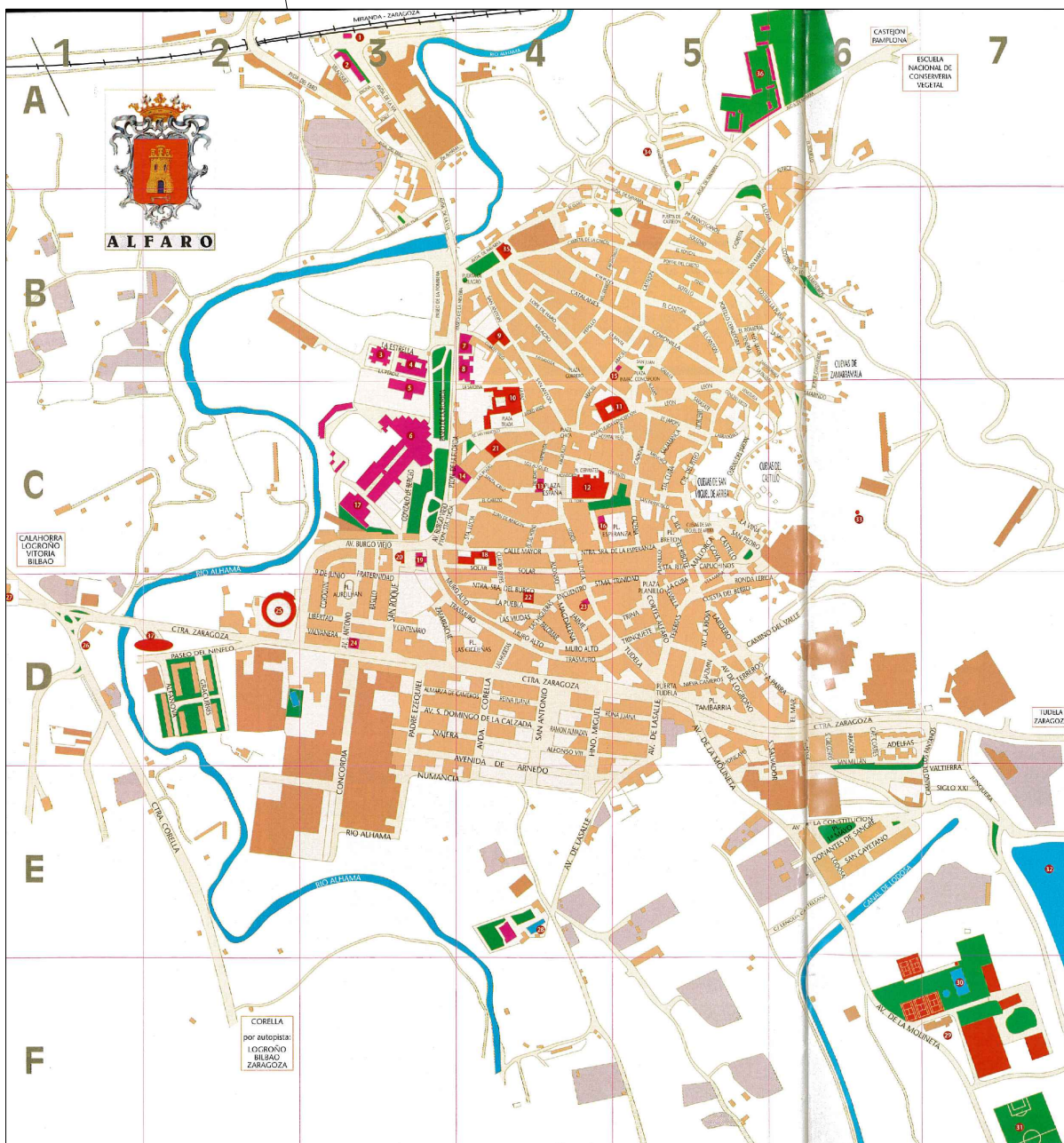
# PLANOS

- 01.- SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO
- 02.- ESTADO ACTUAL. TIPOLOGÍA DE LUMINARIAS Y SOPORTES
- 03.- ESTADO ACTUAL. CARACTERÍSTICAS DE LUMINARIAS Y SOPORTES
- 04.- ESTADO PROYECTADO. CARACTERÍSTICAS DE LUMINARIAS Y SOPORTES
- 05.- ESTADO PROYECTADO. POTENCIA DE LUMINARIAS
- 06.- ESTADO PROYECTADO. TRAZADO DE LAS LÍNEAS DE ALIMENTACIÓN
- 07.- ESTADO PROYECTADO. ESQUEMA UNIFILAR LÍNEAS
- 08.- ESTADO PROYECTADO. ESQUEMA CUADRO DE MANDO
- 09.- ESTADO PROYECTADO. DETALLE DE TOMA DE TIERRA EN ARQUETAS,  
COFRED DE CONEXIÓN Y EMPALMES EN RED SUBTERRÁNEA.



SITUACIÓN

EMPLAZAMIENTO  
ZONA DE ACTUACIÓN



	FECHA	NOMBRE	<b>ESCUELA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA</b> <b>UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA</b> Grado en Ingeniería de Tecnologías Industriales
Dibujado	Octubre 2020	María Navajas	
Comprobado			
Id.s.normas			



## TRABAJO FIN DE GRADO

ESTUDIO TÉCNICO Y ECONÓMICO PARA LA MEJORA DE LA ILUMINACIÓN EN EL MUNICIPIO DE ALFARO

SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

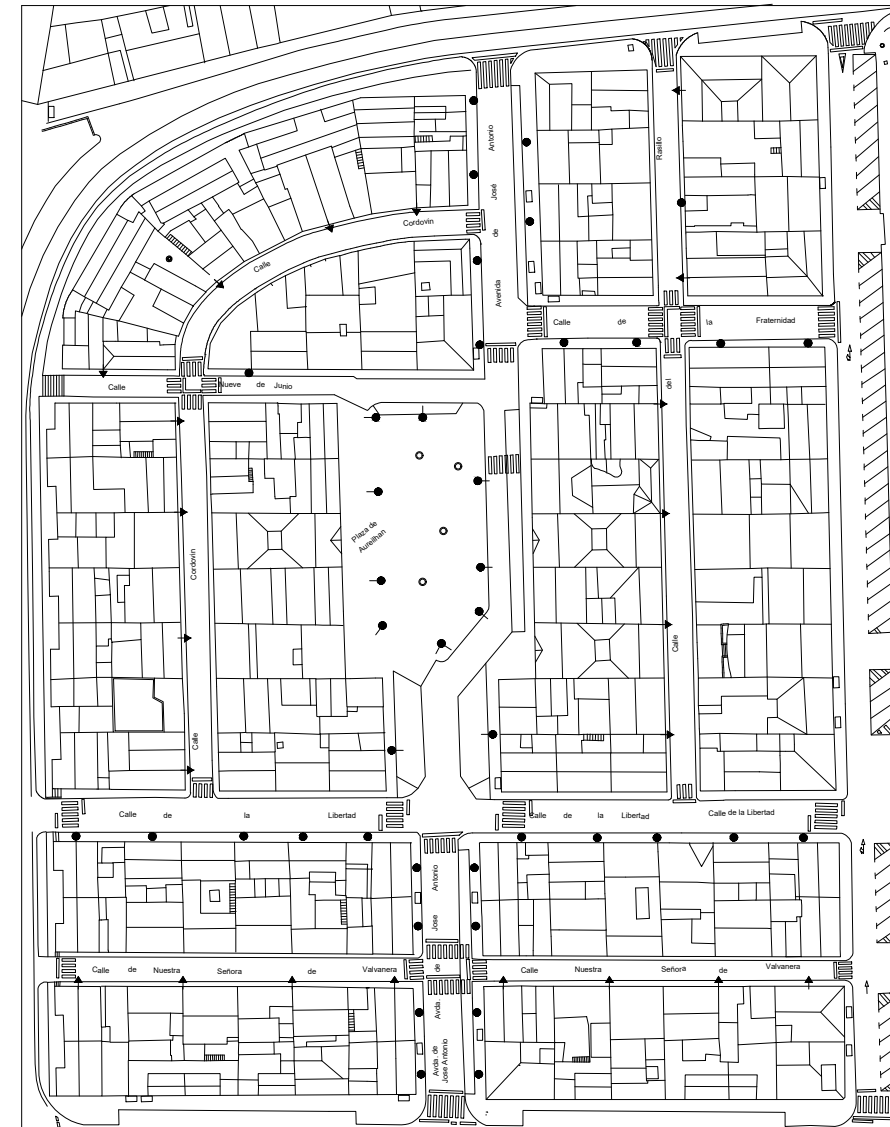
ESCALA  
S/E


Nº PLANO  
01



- 

A photograph of a three-story brick building. The ground floor features a large garage with two sets of double doors, each with a diamond-patterned metal grille. Above the garage, the second and third floors are made of red brick and have several windows, each with a small black metal balcony. A red downspout runs vertically along the side of the building. To the right, a portion of an adjacent building with a grey brick ground floor and a white upper floor is visible. The sky is clear and blue.



	FECHA	NOMBRE	<div> <div> ESCUOLA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA UNIVERSIDAD DE LA RIOJA </div> <div>  <div> Universidad Zaragoza </div> </div> </div>
Dibujado	Agosto 2017	I. Navajas	
Comprobado			
Id.s.normas			
<div> <div>TRABAJO FIN DE GRADO</div> <div> ESTUDIO TÉCNICO Y ECONÓMICO PARA LA MEJORA DE LA ILUMINACIÓN EN EL MUNICIPIO DE ALFARO </div> <div> ESTADO ACTUAL. TIPOLOGÍA DE LUMINARIAS Y SOPORTES </div> <div> <div> ESCALA 1/1.000 </div> <div> Nº PLANO 02 </div> </div> </div>			

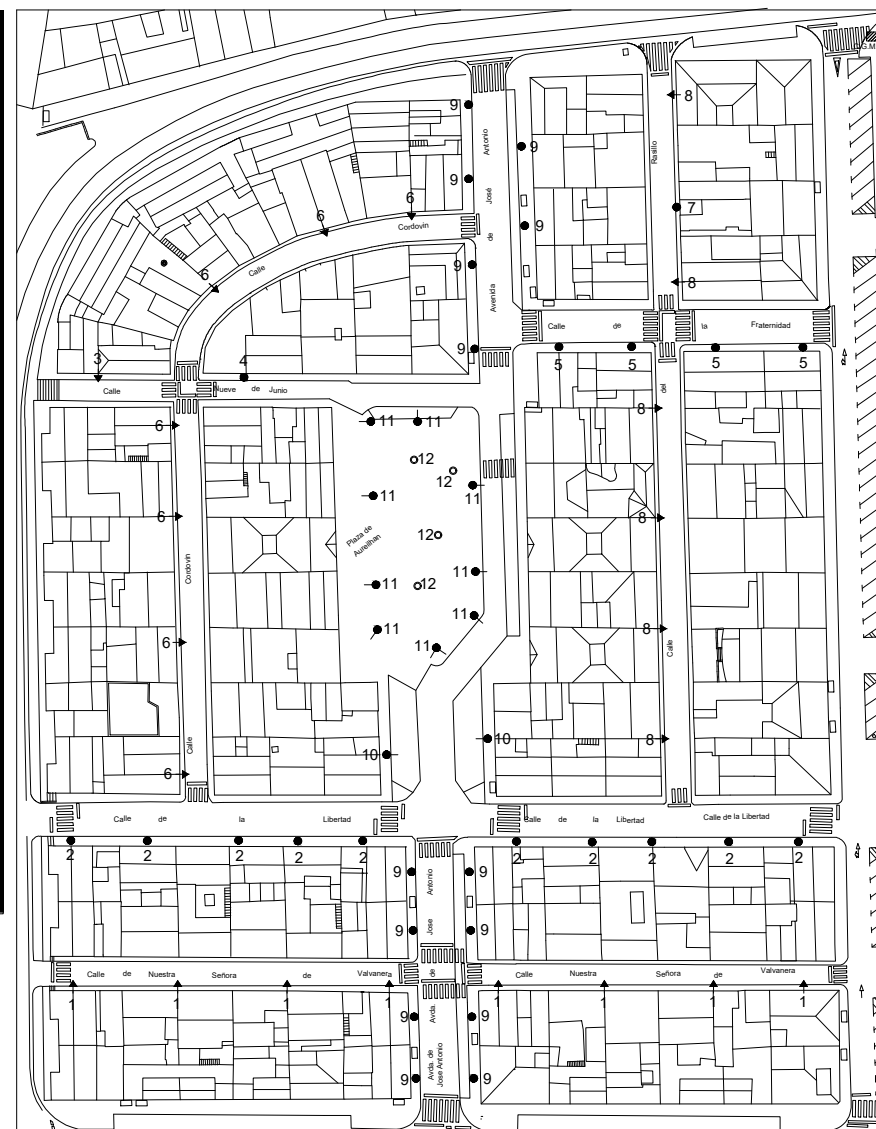
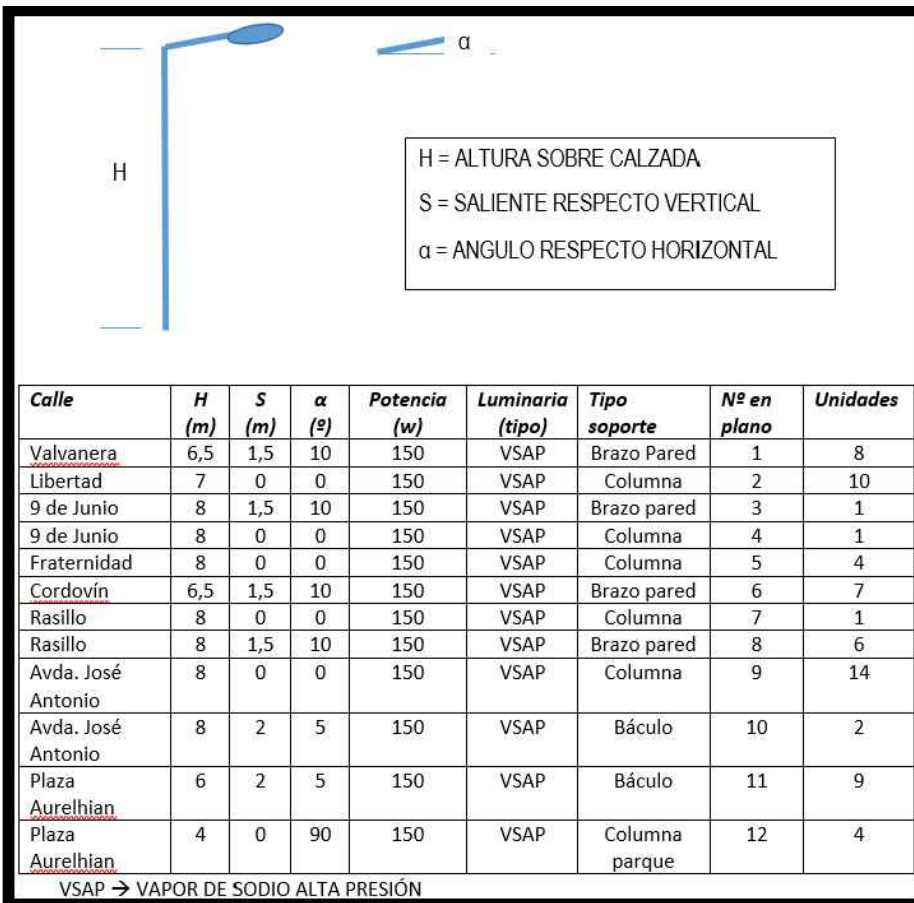




ALCOR 150 W



SPIKA 150 W



- LUMINARIA VIAL VSAP 150 W SOBRE COLUMNA
- ➔ LUMINARIA VIAL VSAP 150 W SOBRE BRAZO DE PARED
- LUMINARIA VIAL VSAP 150 W SOBRE BACULO
- LUMINARIA VIAL VSAP 150 W SOBRE BÁCULO DOBLE
- LUMINARIA PARQUE VSAP 250 W, SOBRE COLUMNA
- ▨ CUADRO GENERAL DE MANDO Y PROTECCIÓN

	FECHA	NOMBRE	
Dibujado	Octubre 2020	María Navajas	
Comprobado			
Id.s.normas			

ESCUELA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA  
Grado en Ingeniería de Tecnologías Industriales



## TRABAJO FIN DE GRADO

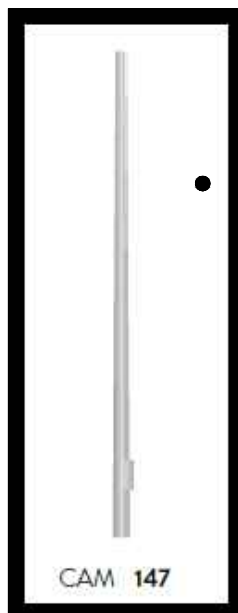
ESTUDIO TÉCNICO Y ECONÓMICO PARA LA MEJORA DE LA ILUMINACIÓN EN EL MUNICIPIO DE ALFARO

ESTADO ACTUAL. CARACTERÍSTICAS DE LUMINARIAS Y SOPORTES

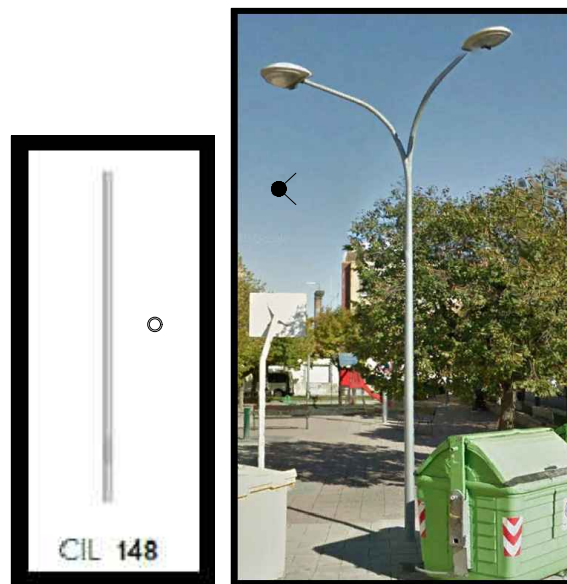
ESCALA 1/1.000  
Nº PLANO 03



BEU 150



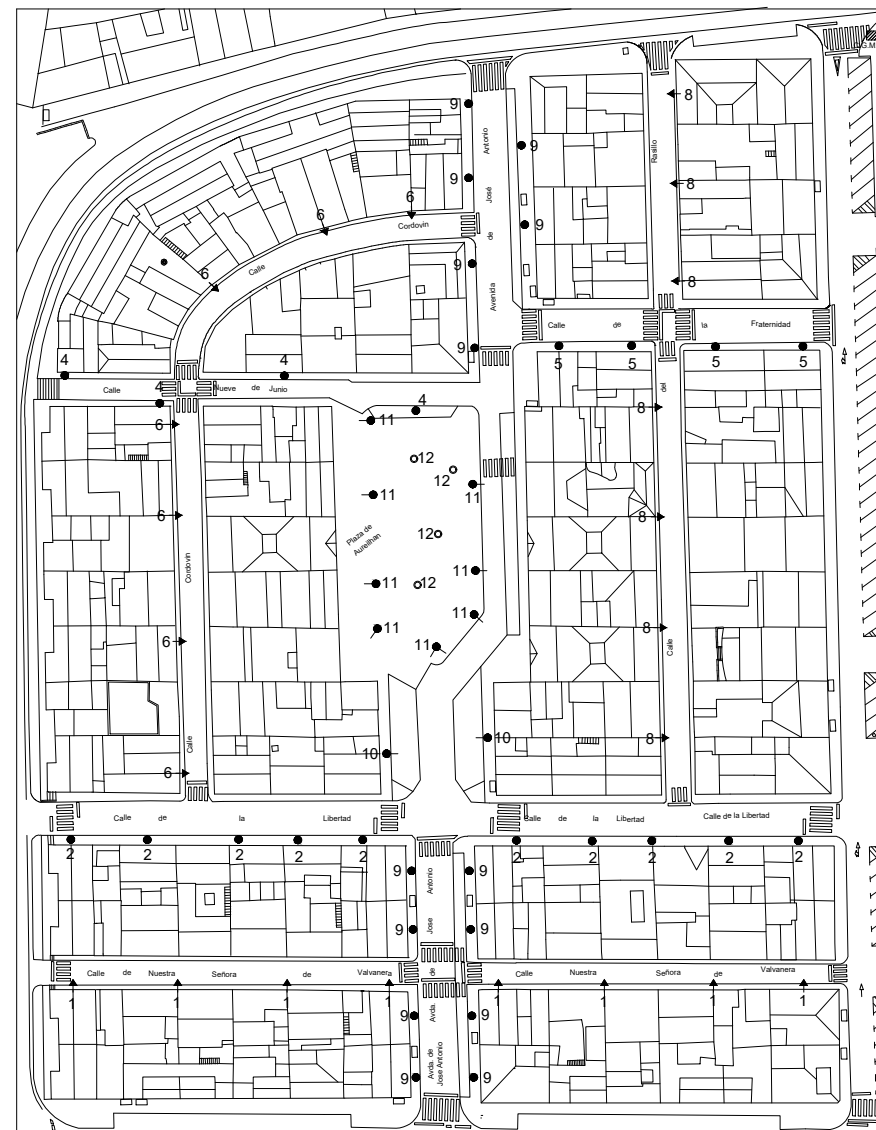
CAM 147



CIL 148



Calle	H (m)	S (m)	$\alpha$ (°)	Potencia (w)	Luminaria (tipo)	Tipo soporte	Nº en plano	Unidades
Valvanera	6,5	1,5	10	39	LED	Brazo Pared	1	8
Libertad	7	0	15	39	LED	Columna	2	10
9 de Junio	8	0	0	58	LED	Columna	4	4
Fraternidad	8	0	15	58	LED	Columna	5	4
Cordovín	6,5	1,5	10	58	LED	Brazo pared	6	7
Rasillo	8	1,5	10	58	LED	Brazo pared	8	7
Avda. José Antonio	8	0	0	39	LED	Columna	9	8
Avda. José Antonio	8	0	0	39	LED	Columna	9	3
Avda. José Antonio	8	0	0	58	LED	Columna	9	3
Avda. José Antonio	8	2	5	39	LED	Báculo	10	3
Avda. José Antonio	8	2	5	39	LED	Báculo	10	2
Avda. José Antonio	8	2	5	27	LED	Báculo	10	2
Plaza Aureilhan	8	2	5	27	LED	Báculo	11	4
Plaza Aureilhan	4	0	90	13	LED	Columna parque	12	4



ATIK ISTANIUM 13 W



NATH ISTANIUM 27 - 39 - 58 W



- LUMINARIA LED 39-58 W SOBRE COLUMNA
- ➔ LUMINARIA LED 39-58 W SOBRE BRAZO DE PARED
- LUMINARIA LED 27-39 W SOBRE BACULO
- LUMINARIA LED 27 W SOBRE BÁCULO DOBLE
- LUMINARIA PARQUE LED 13 W, SOBRE COLUMNA
- CUADRO GENERAL DE MANDO Y PROTECCIÓN

	FECHA	NOMBRE	
Dibujado	Octubre 2020	María Navajas	
Comprobado			
Id.s.normas			

ESCUELA DE INGENIERÍA Y  
ARQUITECTURA  
**UNIVERSIDAD ZARAGOZA**  
Grado en Ingeniería de Tecnologías Industriales



## TRABAJO FIN DE GRADO

ESTUDIO TÉCNICO Y ECONÓMICO PARA LA MEJORA DE LA ILUMINACIÓN EN EL MUNICIPIO DE ALFARO

ESTADO PROYECTADO. CARACTERÍSTICAS DE LUMINARIAS Y SOPORTES

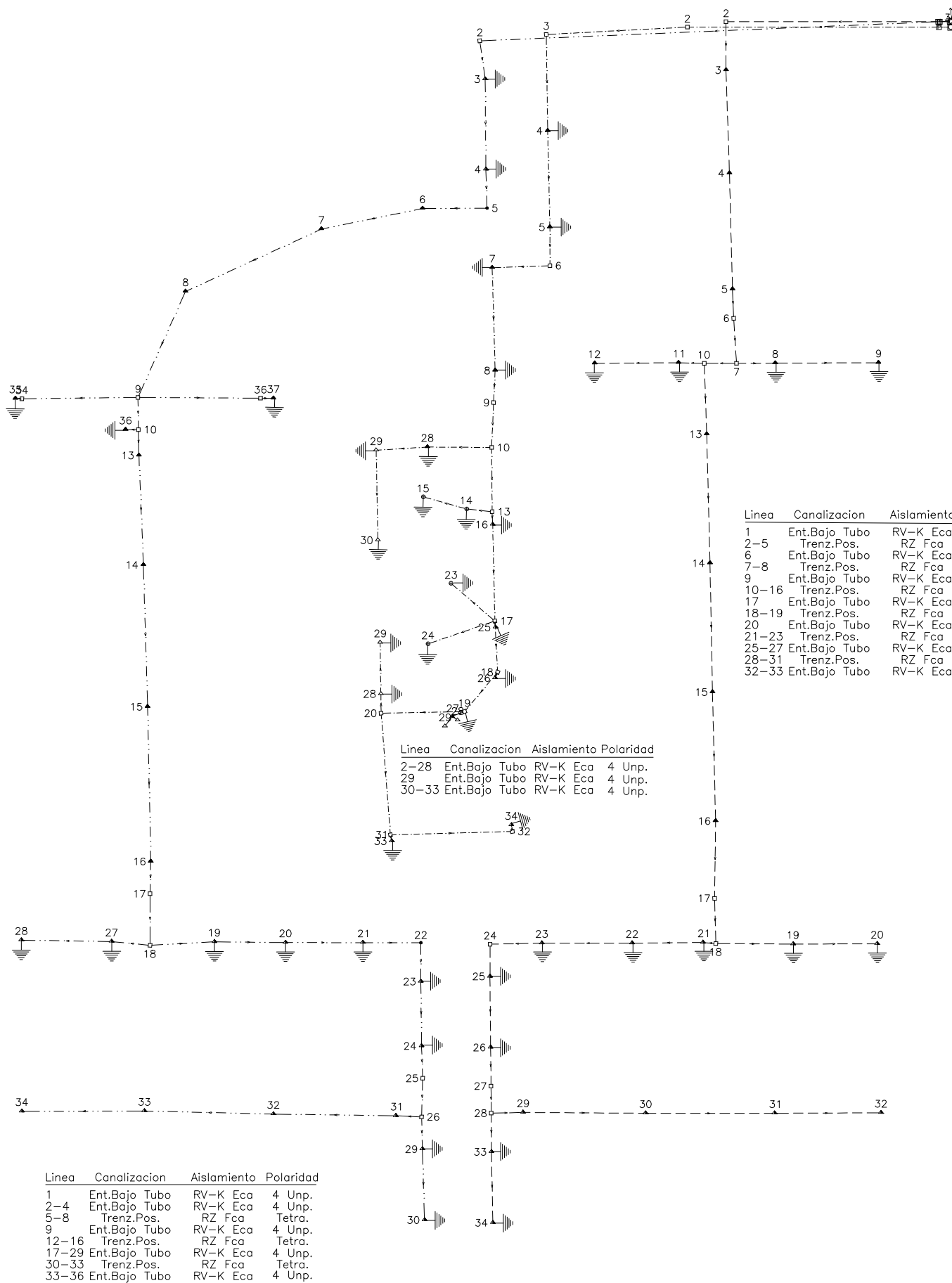
ESCALA  
1/1.000

Nº PLANO  
04









PICA DE COBRE DE 1,5 m DE LONGITUD EN CADA ARQUETA DE COLUMNA O BÁCULO, CONECTADA A ÉSTOS CON CABLE DE 750 V DE PVC Y 16 mm<sup>2</sup> DE SECCIÓN

TODAS LAS LUMINARIAS SERÁN DE CLASE II, NO SIENDO NECESARIA SU CONEXIÓN A TIERRA.

	FECHA	NOMBRE	
Dibujado	Octubre 2020	María Navajas	
Comprobado			
Id.s.normas			

ESCUELA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA  
Grado en Ingeniería de Tecnologías Industriales

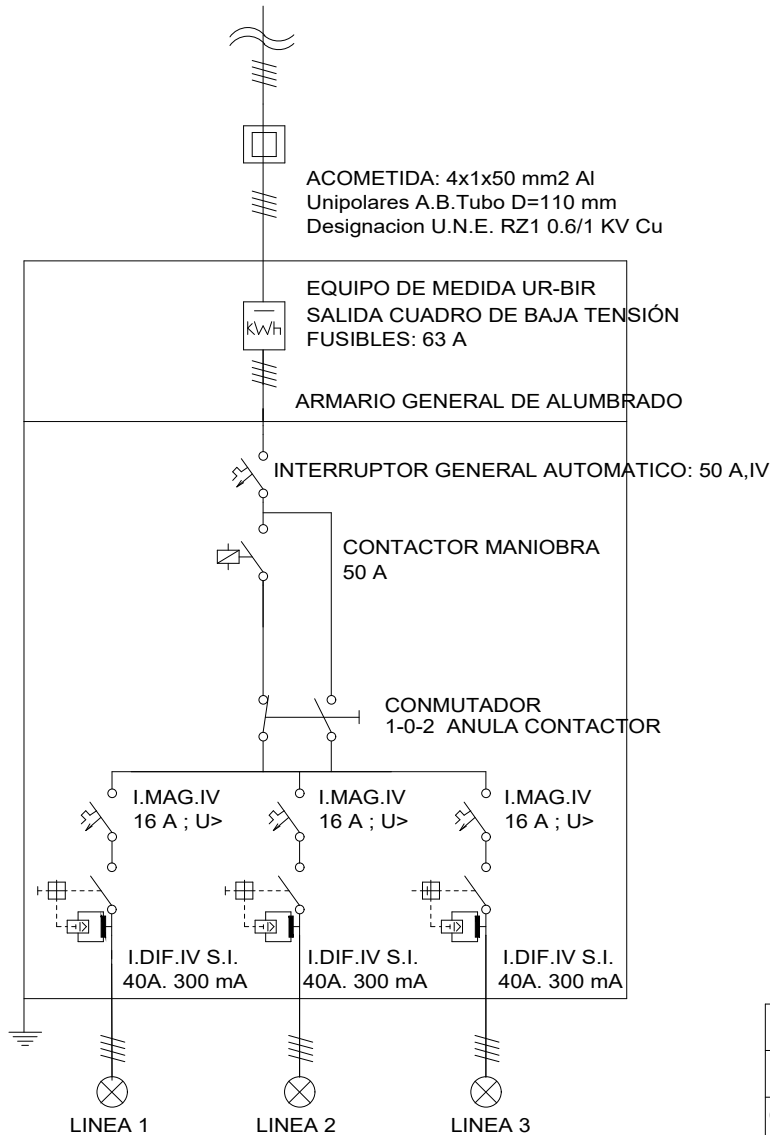


TRABAJO FIN DE GRADO  
ESTUDIO TÉCNICO Y ECONÓMICO PARA LA MEJORA DE LA ILUMINACIÓN EN EL MUNICIPIO DE ALFARO

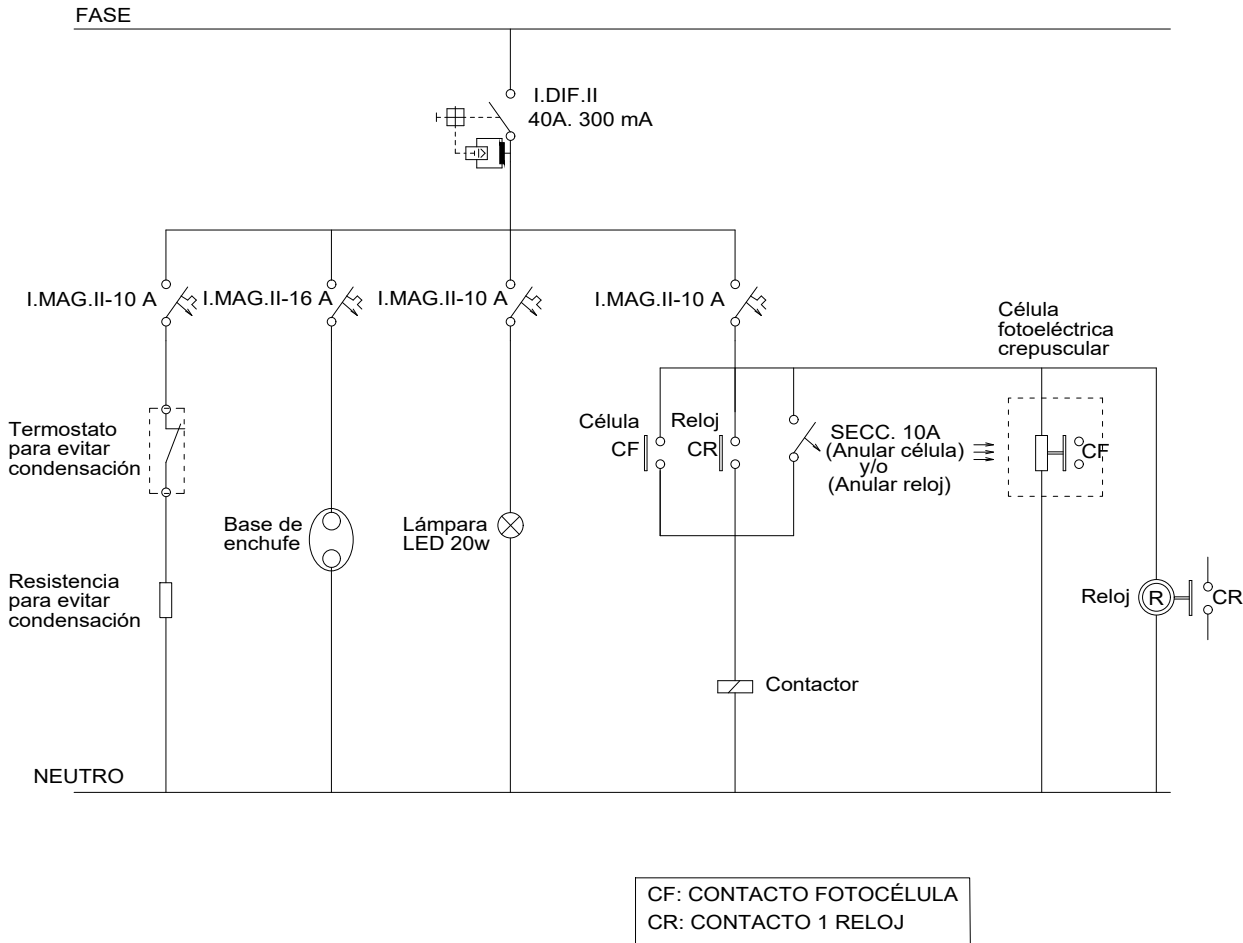
ESTADO PROYECTADO. ESQUEMA UNIFILAR LÍNEAS

ESCALA 1/600 Nº PLANO 07

# MANDO Y POTENCIA CENTRO DE MANDO



# MANIOBRA CENTRO DE MANDO



	FECHA	NOMBRE	
Dibujado	Octubre 2020	María Navajas	
Comprobado			
Id.s.normas			

ESCUELA DE INGENIERÍA Y  
ARQUITECTURA  
**UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA**  
Grado en Ingeniería de Tecnologías Industriales

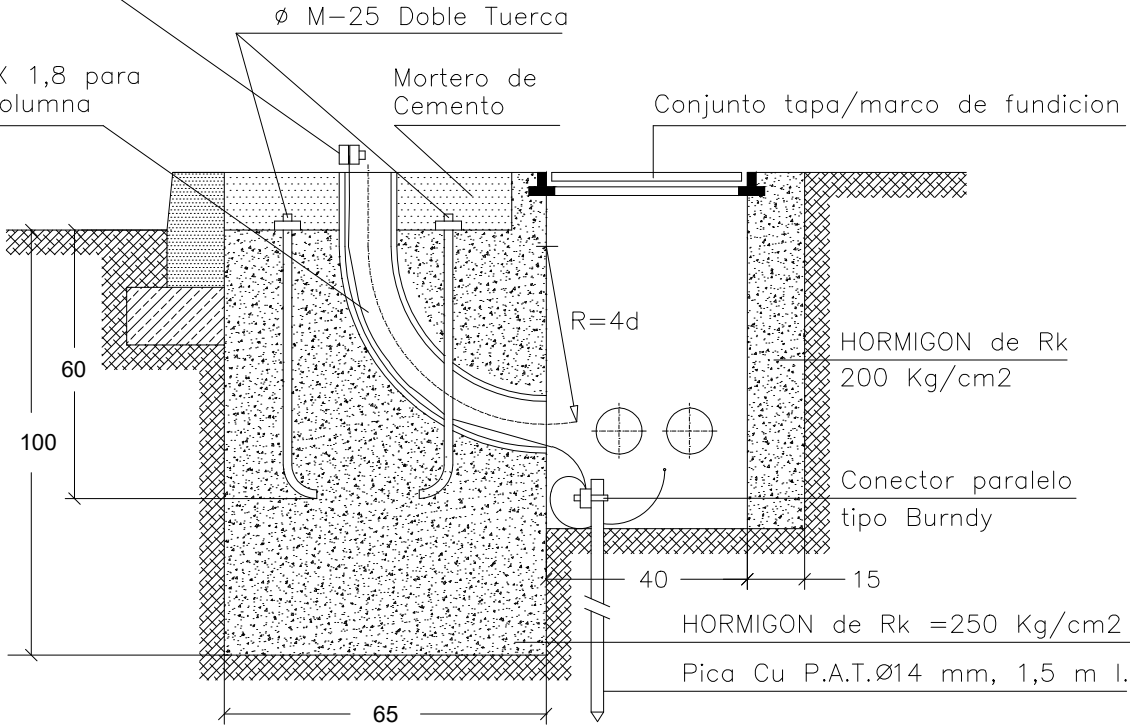


TRABAJO FIN DE GRADO		
ESTUDIO TÉCNICO Y ECONÓMICO PARA LA MEJORA DE LA ILUMINACIÓN EN EL MUNICIPIO DE ALFARO		
ESTADO PROYECTADO. ESQUEMA DE CUADRO DE MANDO		ESCALA S/E
		Nº PLANO 08

CIMENTACION DE COLUMNA CON ARQUETA ADOSADA

Conexion a columna  
Cable PVC 750 V 1x16 mm<sup>2</sup>

Tubo de PVC de 63 X 1,8 para  
entrada de cable a columna



**RS** Conectores subterráneos a perforación  
para redes de alumbrado público

Sección cables (mm <sup>2</sup> )		Utilaje	Emb.	Ref. <b>maed</b>	P.V.R.
Principal	Derivado				€
6 - 95	1,5 - 6	H -13	40	RS - 6*	6,66
6 - 95	1,5 - 16		40	RS - 16	6,66



\* Cables aislados de 450/750 V.



	FECHA	NOMBRE	
Dibujado	Octubre 2020	María Navajas	<b>ESCUELA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA</b> Grado en Ingeniería de Tecnologías Industriales
Comprobado			
Id.s.normas			



TRABAJO FIN DE GRADO			
ESTUDIO TÉCNICO Y ECONÓMICO PARA LA MEJORA DE LA ILUMINACIÓN EN EL MUNICIPIO DE ALFARO			
ESTADO PROYECTADO. DETALLE TOMAS DE TIERRA EN ARQUETAS COFRED DE CONEXIÓN Y EMPALMES EN RED SUBTERRÁNEA			ESCALA S/E
			Nº PLANO 09

# PRESUPUESTO

1.- PRESUPUESTO Y MEDICIONES

2.- CUADRO DE DESCOMPUESTOS



## PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>CAPITULO 1 SUSTITUCIÓN LUMINARIAS EXISTENTES</b>								
<b>101</b>	<b>Ud LUMINARIA LED NATH M 27 W COLUMNA</b> Luminaria led modelo NATH-M de Simón, 27 w, 2.457 lúmenes y temperatura de color 4.000°K, de las características técnicas especificadas en la memoria. Totalmente instalada y conexionada con conductor del tipo RZ1-K 0,6/1 KV 3x2,5 mm2 Cu, montada sobre columna existente. Incluye p.p. de accesorios y elementos necesarios.					6,00	303,25	1.819,50
<b>102</b>	<b>Ud LUMINARIA LED NATH M 39 W COLUMNA</b> Luminaria led modelo NATH-M de Simón, 39 w, 3.809 lúmenes y temperatura de color 4.000°K, de las características técnicas especificadas en la memoria. Totalmente instalada y conexionada con conductor del tipo RZ1-K 0,6/1 KV 3x2,5 mm2 Cu, montada sobre columna existente. Incluye p.p. de accesorios y elementos necesarios.					26,00	344,66	8.961,16
<b>103</b>	<b>Ud LUMINARIA LED NATH M 39 W PARED</b> Luminaria led modelo NATH-M de Simón, 39 w, 3.809 lúmenes y temperatura de color 4.000°K, de las características técnicas especificadas en la memoria. Totalmente instalada y conexionada con conductor del tipo RZ1-K 0,6/1 KV 3x2,5 mm2 Cu, montada sobre brazo de pared existente. Incluye p.p. de accesorios y elementos necesarios.					8,00	341,94	2.735,52
<b>104</b>	<b>Ud LUMINARIA LED NATH M 58 W COLUMNA</b> Luminaria led modelo NATH-M de Simón, 58 w, 5.780 lúmenes y temperatura de color 4.000°K, de las características técnicas especificadas en la memoria. Totalmente instalada y conexionada con conductor del tipo RZ1-K 0,6/1 KV 3x2,5 mm2 Cu, montada sobre columna existente. Incluye p.p. de accesorios y elementos necesarios.					11,00	409,30	4.502,30
<b>105</b>	<b>Ud LUMINARIA LED NATH M 58 W PARED</b> Luminaria led modelo NATH-M de Simón, 58 w, 5.780 lúmenes y temperatura de color 4.000°K, de las características técnicas especificadas en la memoria. Totalmente instalada y conexionada con conductor del tipo RZ1-K 0,6/1 KV 3x2,5 mm2 Cu, montada sobre brazo de pared existente. Incluye p.p. de accesorios y elementos necesarios.					14,00	406,58	5.692,12

## PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>106</b>	<b>Ud LUMINARIA LED ATIK 13 W</b>							
conexio-	Luminaria led modelo ATIK de Simón de 13 w y 1.345 lúmenes con temperatura de color de 4.000°K, de las características técnicas especificadas en la memoria. Totalmente instalada y							
In-	nada con conductor del tipo RZ1-K 0,6/1 KV 3x2,5 mm2 Cu, sobre columna de 3,50 m de altura. cluye p.p. de accesorios y elementos necesarios.							
						4,00	528,89	2.115,56
	<b>TOTAL CAPITULO 1 SUSTITUCIÓN LUMINARIAS EXISTENTES .....</b>							<b>25.826,16</b>

## PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>CAPITULO 2 MEJORA DE LA INSTALACION EXISTENTE</b>								
<b>201</b>	<b>Ud MODIFICACIÓN DEL ARMARIO DE PROTECCIÓN</b> Modificación del armario de mando y protección existente, consistente en la sustitución de la plaza base por otra idéntica con los elementos que se muestran en el esquema unifilar. Todos ellos irán montados sobre la placa de anclaje y carril DIN, incluyendo regletas con tapa, peines de conexiones, cableado necesario y accesorios, totalmente instalado y conexionado, incluso p.p. de accesorios y elementos necesarios para montaje en interior de armario.							
						1,00	2.518,94	2.518,94
<b>202</b>	<b>ml CONDUCTOR UNIPOLAR RV-K Eca 6 mm2</b> Conductor unipolar del tipo RV-K Eca 0,6/1 KV, de cobre y 6 mm2 de sección, tendido en canalización subterránea bajo tubo, sacando los existentes a la vez que se meten los nuevos.							
						2.664,00	3,09	8.231,76
<b>203</b>	<b>MI CONDUCTOR RZ-Fca 0,6/1 KV Cu 4X6 mm2</b> Conductor del tipo RZ-Fca 0,6/1 KV Cu 4x6 mm2, tendido sobre fachada y/o bajo tubo totalmente colocado, incluso p.p. de accesorios y elementos necesarios.							
						306,00	4,45	1.361,70
<b>204</b>	<b>MI CONDUCTOR RZ-Fca 0,6/1 KV Cu 4X4 mm2</b> Conductor del tipo RZ-Fca 0,6/1 KV Cu 5x4 mm2, tendido sobre fachada y/o bajo tubo totalmente colocado, incluso p.p. de accesorios y elementos necesarios.							
						186,00	3,44	639,84
<b>205</b>	<b>ud EMPALME NILED IP-68 MOD. RS6</b> Empalme Niled tipo RS6 para coexión de cables unipolares de 6 mm2 en interior de arquetas, con indice de protección resultante IP-68.							
						92,00	12,02	1.105,84
<b>206</b>	<b>Ud CAJAS FUSIBLES Y CONEXION LUMINARIAS BRAZO</b> Conjunto de caja con fusibles, con fusible de 4A y tubo de neutro alojados en la tapa, protección IP-44 con caja de doble aislamiento, entrada tetrapolar hasta 16mm2 y salida bipolar, especial para equilibrado de fases (ver modelo Cahors), instalada en fachada para derivación de línea de alumbrado público, conexionada a conductor de alimentación a luminaria y a conductores de alimentación, totalmente instalado y conexionado. Incluye adecentamiento y vulcanización de empalmes existentes, con objeto de que bajo la luminaria no exista ninguno fuera de la caja de conexión. Incluso p.p. de accesorios y elementos necesarios.							

## PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
						22,00	16,39	360,58
<b>207</b>	<b>Ud CAJAS FUSIBLES Y CONEXION LUMINARIAS COLUMNA</b> Conjunto de caja con fusibles, con fusible de 4A y tubo de neutro alojados en la tapa, protección IP-44 con caja de doble aislamiento, entrada tetrapolar hasta 16mm <sup>2</sup> y salida bipolar, especial para equilibrado de fases (ver modelo Cahors), instalada en registro de columna de alumbrado público, conexión a conductor de alimentación a luminaria y a conductores de alimentación, totalmente instalado y conexión en interior de luminarias. Incluye adecentamiento y vulcanización de empalmes existentes, con objeto de que en el interior de la columna no exista ninguno fuera de la caja de conexión. Incluso p.p. de accesorios y elementos necesarios.							
						47,00	15,91	747,77
<b>208</b>	<b>Ud PICA TOMA DE TIERRA 1,5 M</b> Pica de acero-cobre con recubrimiento de 300 µm, según norma UNE-EN 21056-81, de 1.500 mm de longitud y 14,6 mm de diámetro totalmente instalada, colocada y conexión a conductor de tierra mediante grapa de conexión de aleación de cobre según norma UNE-EN 1982 con herrajes de acero calibrado bicromatado, incluida, incluso p.p. de accesorios y elementos necesarios. Las picas se instalarán en todas las arquetas a pie de columna o báculo, consiguiendo una toma de tierra individual. Se incluye el cable de conexión desde la pica al tornillo de toma de tierra de la columna, formado por conductor unipolar de cobre de 750 V de aislamiento, amarillo-verde, de 16 mm <sup>2</sup> de sección.							
						46,00	20,18	928,28
<b>209</b>	<b>Ud COLUMNA 8 M</b> Columna recta de 8 m, modelo CL1, de Simon, de forma troncocónica, construida en acero galvanizado, con puerta de registro enrasada, totalmente instalada, incluso excavación, cimentación con pernos de anclaje, tubo y reposición de pavimento.							
						4,00	1.088,78	4.355,12
<b>210</b>	<b>UD BRAZO DE PARED 1,5 M ANGULO 10º</b> Brazo de pared modelo BM2 de Simon, de 1,5 m de longitud e inclinación de 10 grados, construido en acero galvanizado, totalmente colocado.							
						1,00	63,40	63,40

**PRESUPUESTO Y MEDICIONES**

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>211</b>	<b>UD ELEMENTOS DE SEÑALIZACION PARA SEGURIDAD</b>							
	Elementos necesarios para seguridad formados por los siguientes elementos para cuadrilla de dos personas: dos vallas autónomas normalizadas metálicas con señalización incorporada de dirección prohibida y dirección obligatoria de 0,70 m, dos señales de peligro para colocación en suelo, auto-portantes, de 0,70 m, siguiendo las indicaciones del coordinador de seguridad y salud, cascos de seguridad, gafas protectoras, guantes aislantes, peto reflectante, arnés y extintor de CO2, totalmente colocadas incluso p.p. de accesorios y elementos necesarios.							
						4,00	356,25	1.425,00
	<b>TOTAL CAPITULO 2 MEJORA DE LA INSTALACION EXISTENTE .....</b>							<b>21.738,23</b>
	<b>TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL .....</b>							<b>47.564,39</b>

**RESUMEN DEL PRESUPUESTO**

CAPITULO 1 .....	SUSTITUCIÓN LUMINARIAS EXISTENTES
25.826,16	
CAPITULO 2 .....	MEJORA DE LA INSTALACION EXISTENTE
21.738,23	

<b>TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL</b>	<b>47.564,39</b>
13,00% Gastos generales...	6.183,37
6,00% Beneficio industrial.	2.853,86
	<hr/>
SUMA DE G.G. y B.I.	9.037,23
21,00% I.V.A. ....	11.886,34
	<hr/>
<b>TOTAL PRESUPUESTO GENERAL</b>	<b>68.487,96</b>

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de SESENTA Y OCHO MIL CUATROCIENTOS OCHENTA Y SIETE EUROS con NOVENTA Y SEIS CÉNTIMOS.

# CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
<b>CAPITULO 1 SUSTITUCIÓN LUMINARIAS EXISTENTES</b>					
<b>101</b>	<b>Ud</b>	<b>LUMINARIA LED NATH M 27 W COLUMNA</b>			
		Luminaria led modelo NATH-M de Simón, 27 w, 2.457 lúmenes y temperatura de color 4.000°K, de las caracteísti- cas técnicas especificadas en la memoria. Totalmente instalada y conexionada con conductor del tipo RZ1-K 0,6/1			
OFPRELEC	0,250 Hr	Oficial esp.inst. eléctrica	20,00	5,00	
LUM27W	1,000 Ud	Luminaria led NATH M 27 W			
	285,00	285,00			
0302003	8,000 MI	COND.AISL. RZ1-K 0,6/1 KV. 3 X 2.5 mm2	0,90	7,20	
M07CG010	0,330 Hr	Camión con cesta 12 m.	9,25	3,05	
%0200002	1,000 %	Pequeño material y accesorios			
	300,30	3,00			
<b>TOTAL PARTIDA .....</b>					<b>303,25</b>
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRESCIENTOS TRES EUROS con VEINTICINCO CÉNTIMOS					
<b>102</b>	<b>Ud</b>	<b>LUMINARIA LED NATH M 39 W COLUMNA</b>			
		Luminaria led modelo NATH-M de Simón, 39 w, 3.809 lúmenes y temperatura de color 4.000°K, de las caracteísti- cas técnicas especificadas en la memoria. Totalmente instalada y conexionada con conductor del tipo RZ1-K 0,6/1			
OFPRELEC	0,250 Hr	Oficial esp.inst. eléctrica	20,00	5,00	
LUM39W	1,000 Ud	Luminaria led NATH M 39 W			
	326,00	326,00			
0302003	8,000 MI	COND.AISL. RZ1-K 0,6/1 KV. 3 X 2.5 mm2	0,90	7,20	
M07CG010	0,330 Hr	Camión con cesta 12 m.	9,25	3,05	
%0200002	1,000 %	Pequeño material y accesorios			
	341,30	3,41			
<b>TOTAL PARTIDA .....</b>					<b>344,66</b>
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRESCIENTOS CUARENTA Y CUATRO EUROS con SESENTA Y SEIS CÉNTIMOS					
<b>103</b>	<b>Ud</b>	<b>LUMINARIA LED NATH M 39 W PARED</b>			
		Luminaria led modelo NATH-M de Simón, 39 w, 3.809 lúmenes y temperatura de color 4.000°K, de las caracteísti- cas técnicas especificadas en la memoria. Totalmente instalada y conexionada con conductor del tipo RZ1-K 0,6/1			
OFPRELEC	0,250 Hr	Oficial esp.inst. eléctrica	20,00	5,00	
LUM39W	1,000 Ud	Luminaria led NATH M 39 W			
	326,00	326,00			
0302003	5,000 MI	COND.AISL. RZ1-K 0,6/1 KV. 3 X 2.5 mm2	0,90	4,50	
M07CG010	0,330 Hr	Camión con cesta 12 m.	9,25	3,05	
%0200002	1,000 %	Pequeño material y accesorios			
	338,60	3,39			
<b>TOTAL PARTIDA .....</b>					<b>341,94</b>
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRESCIENTOS CUARENTA Y UN EUROS con NOVENTA Y CUATRO CÉNTIMOS					
<b>104</b>	<b>Ud</b>	<b>LUMINARIA LED NATH M 58 W COLUMNA</b>			
		Luminaria led modelo NATH-M de Simón, 58 w, 5.780 lúmenes y temperatura de color 4.000°K, de las caracteísti- cas técnicas especificadas en la memoria. Totalmente instalada y conexionada con conductor del tipo RZ1-K 0,6/1			
OFPRELEC	0,250 Hr	Oficial esp.inst. eléctrica	20,00	5,00	
LUM58W	1,000 Ud	Luminaria led NATH M 58 W			
	390,00	390,00			
0302003	8,000 MI	COND.AISL. RZ1-K 0,6/1 KV. 3 X 2.5 mm2	0,90	7,20	
M07CG010	0,330 Hr	Camión con cesta 12 m.	9,25	3,05	
%0200002	1,000 %	Pequeño material y accesorios			
	405,30	4,05			
<b>TOTAL PARTIDA .....</b>					<b>409,30</b>

## CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATROCIENTOS NUEVE EUROS con TREINTA CÉNTIMOS					
<b>105</b>	<b>Ud</b>	<b>LUMINARIA LED NATH M 58 W PARED</b>			
		Luminaria led modelo NATH-M de Simón, 58 w, 5.780 lúmenes y temperatura de color 4.000°K, de las características técnicas especificadas en la memoria. Totalmente instalada y conexionada con conductor del tipo RZ1-K 0,6/1			
OFPRELEC	0,250 Hr	Oficial esp.inst. eléctrica	20,00	5,00	
LUM58W	1,000 Ud	Luminaria led NATH M 58 W			
	390,00			390,00	
0302003	5,000 MI	COND.AISL. RZ1-K 0,6/1 KV. 3 X 2.5 mm2	0,90	4,50	
M07CG010	0,330 Hr	Camión con cesta 12 m.	9,25	3,05	
%0200002	1,000 %	Pequeño material y accesorios			
	402,60			4,03	
<b>TOTAL PARTIDA .....</b>					<b>406,58</b>
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATROCIENTOS SEIS EUROS con CINCUENTA Y OCHO CÉNTIMOS					

## CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
<b>106</b>	<b>Ud</b>	<b>LUMINARIA LED ATIK 13 W</b>			
		Luminaria led modelo ATIK de Simón de 13 w y 1.345 lúmenes con temperatura de color de 4.000°K, de las características técnicas especificadas en la memoria. Totalmente instalada y conexionada con conductor del tipo RZ1-K 0,6/1 KV 3x2,5 mm2 Cu, sobre columna de 3,50 m de altura. Incluye p.p. de accesorios y elementos necesarios.			
OPPRELEC	0,250 Hr	Oficial esp.inst. eléctrica	20,00	5,00	
LUM13W	1,000 Ud	Luminaria ATIK 13 W			
	512,00	512,00			
0302003	4,000 MI	COND.AISL. RZ1-K 0,6/1 KV. 3 X 2.5 mm2	0,90	3,60	
M07CG010	0,330 Hr	Camión con cesta 12 m.	9,25	3,05	
%0200002	1,000 %	Pequeño material y accesorios			
	523,70	5,24			
<b>TOTAL PARTIDA .....</b>				<b>528,89</b>	
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de QUINIENTOS VEINTIOCHO EUROS con OCHENTA Y NUEVE CÉNTIMOS					
<b>201</b>	<b>Ud</b>	<b>MODIFICACIÓN DEL ARMARIO DE PROTECCIÓN</b>			
		Modificación del armario de mando y protección existente, consistente en la sustitución de la plaza base por otra idéntica con los elementos que se muestran en el esquema unifilar. Todos ellos irán montados sobre la placa de anclaje y carril DIN, incluyendo regletas con tapa, peines de conexiones, cableado necesario y accesorios, totalmente instalado y conexionado, incluso p.p. de accesorios y elementos necesarios para montaje en interior de ar-			
U01FY625	10,000 Hr	Oficial esp.inst. eléctrica	20,00	200,00	
U01FY627	10,000 Hr	Peón especi.inst. eléctrica	17,00	170,00	
U37YQ100	1,000 Ud	Carril DIN, peines conexión, etiquetado, cableado, regletas tap		120,00	120,00
U39TG003A	1,000 Ud	Interruptor magnetoterm. general 50 A IV, 25kA			152,00
SECC012	1,000 Ud	Seccionador-conmutador 1-0-2 4P/50A			105,00
	105,00				
U39TE001	1,000 Ud	Contactor M&G CT 50A 4NA			
	60,00	60,00			
U39TK001	4,000 Ud	Relé diferencial de 40 A 4P 300 mA Superinmunizado		110,00	440,00
U39TG003B	4,000 Ud	Interruptor magnetoterm. 16 A IV con protector sobretensiones		82,00	328,00
U39TK000	1,000 Ud	Relé diferencial de 40 A 2P 300 mA			48,00
	48,00				
U39TG004	1,000 Ud	Interruptor magnetoterm. 16 A II			
	12,00	12,00			
IMAG2P10A	3,000 Ud	Interruptor magnetoterm. 10 A II			
	12,00	36,00			
U39TI001	1,000 Ud	Reloj astronómico digital Orbis DATA ASTRO Nova City		170,00	170,00
BASESCHCARR	1,000 Ud	Base de enchufe tipo schuko sobre carril DIN			12,00
BASELAMPCCARR	1,000 Ud	Base portalámparas sobre carril DIN con lámpara b.c. 18 w		12,00	12,00
RELEFOTOEL	1,000 Ud	Relé fotoeléctrico compacto Orbilux 5-1000 lux regulable		42,00	42,00
TERMOSTATO	1,000 Ud	Termostato TS-140			
	25,00	25,00			
RESISTENCIA	1,000 Ud	Resistencia RC-250 para evitar condensaciones			130,00
SECC16A	1,000 Ud	Seccionador 10 A anular fotocelula-contactor		12,00	12,00
CAJASECCPT	1,000 Ud	Caja de seccionamiento y medida de tierra			20,00
	20,00				
CABLVAR	1,000 PA	Material auxiliar y retirada de cuadro existente		400,00	400,00
%0200002	1,000 %	Pequeño material y accesorios			
	2.494,00	24,94			
<b>TOTAL PARTIDA .....</b>				<b>2.518,94</b>	

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS MIL QUINIENTOS DIECIOCHO EUROS con NOVENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

**202** **ml CONDUCTOR UNIPOLAR RV-K Eca 6 mm2**  
Conductor unipolar del tipo RV-K Eca 0,6/1 KV, de cobre y 6 mm2 de sección, tendido en canalización subterránea



## CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
U01FY625	0,030 Hr	Oficial esp.inst. eléctrica	20,00	0,60	
U01FY627	0,030 Hr	Peón especi.inst. eléctrica	17,00	0,51	
RVK1X6	1,000 ml	Conductor RV-K Eca 1x6 mm2	1,95	1,95	
%0200002	1,000 %	Pequeño material y accesorios			
	3,10 0,03				

**TOTAL PARTIDA ..... 3,09**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRES EUROS con NUEVE CÉNTIMOS

**203 MI CONDUCTOR RZ-Fca 0,6/1 KV Cu 4X6 mm2**  
Conductor del tipo RZ-Fca 0,6/1 KV Cu 4x6 mm2, tendido sobre fachada y/o bajo tuibo totalmente colocado, inclu-

U01FY625	0,030 Hr	Oficial esp.inst. eléctrica	20,00	0,60	
U01FY627	0,030 Hr	Peón especi.inst. eléctrica	17,00	0,51	
RZ1K5X6	1,000 Ud	Conductor RZ-K 0,6/1 KV Cu 4x6 mm2			3,30
	3,30				
%0200002	1,000 %	Pequeño material y accesorios			
	4,40 0,04				

**TOTAL PARTIDA ..... 4,45**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATRO EUROS con CUARENTA Y CINCO CÉNTIMOS

**204 MI CONDUCTOR RZ-Fca 0,6/1 KV Cu 4X4 mm2**  
Conductor del tipo RZ-Fca 0,6/1 KV Cu 5x4 mm2, tendido sobre fachada y/o bajo tuibo totalmente colocado, inclu-

U01FY625	0,030 Hr	Oficial esp.inst. eléctrica	20,00	0,60	
U01FY627	0,030 Hr	Peón especi.inst. eléctrica	17,00	0,51	
RZ1K5X4	1,000 Ud	Conductor RZ-Fca 0,6/1 KV Cu 4x4 mm2			2,30
	2,30				
%0200002	1,000 %	Pequeño material y accesorios			
	3,40 0,03				

**TOTAL PARTIDA ..... 3,44**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRES EUROS con CUARENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

**205 ud EMPALME NILED IP-68 MOD. RS6**  
Empalme Niled tipo RS6 para coexión de cables unipolares de 6 mm2 en interior de arquetas, con indice de protección resultante IP-68.

OFPRELEC	0,200 Hr	Oficial esp.inst. eléctrica	20,00	4,00	
PEESELEC	0,200 Hr	Peón especi.inst. eléctrica	17,00	3,40	
NILED RS6	1,000 Ud	Empalme IP-68 Niled RS6			
	4,50 4,50				
%0200002	1,000 %	Pequeño material y accesorios			
	11,90 0,12				

**TOTAL PARTIDA ..... 12,02**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOCE EUROS con DOS CÉNTIMOS

**206 Ud CAJAS FUSIBLES Y CONEXION LUMINARIAS BRAZO**  
Conjunto de caja con fusibles, con fusible de 4A y tubo de neutro alojados en la tapa, protección IP-44 con caja de doble aislamiento, entrada tetrapolar hasta 16mm2 y salida bipolar, especial para equilibrado de fases (ver modelo Cahors), instalada en fachada para derivación de línea de alumbrado público, conexión a conductor de alimentación a luminaria y a conductores de alimentación, totalmente instalado y conexionado. Incluye adecentamiento y vulcanización de empalmes existentes, con objeto de que bajo la luminaria no exista ninguno fuera de la caja de

OFPRELEC	0,250 Hr	Oficial esp.inst. eléctrica	20,00	5,00	
PEESELEC	0,250 Hr	Peón especi.inst. eléctrica	17,00	4,25	
U39TM001	1,000 Ud	Caja derivación/fusibles 16 mm2 IP44 tetrap-bipolar equil fases		6,50	6,50
%0200002	1,000 %	Pequeño material y accesorios			
	15,80 0,16				
%0200001	3,000 %	Costes indirectos...(s/total)			
	15,90 0,48				

## CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
<b>TOTAL PARTIDA .....</b>					<b>16,39</b>
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIECISEIS EUROS con TREINTA Y NUEVE CÉNTIMOS					
<b>207</b>	<b>Ud</b>	<b>CAJAS FUSIBLES Y CONEXION LUMINARIAS COLUMNA</b>			
		Conjunto de caja con fusibles, con fusible de 4A y tubo de neutro alojados en la tapa, protección IP-44 con caja de doble aislamiento, entrada tetrapolar hasta 16mm <sup>2</sup> y salida bipolar, especial para equilibrado de fases (ver modelo Cahors), instalada en registro de columna de alumbrado público, conexión a conductor de alimentación a luminaria y a conductores de alimentación, totalmente instalado y conexionado en interior de luminarias. Incluye adecentamiento y vulcanización de empalmes existentes, con objeto de que en el interior de la columna no exista			
OFPRELEC	0,250 Hr	Oficial esp.inst. eléctrica	20,00	5,00	
PEESELEC	0,250 Hr	Peón especi.inst. eléctrica	17,00	4,25	
U39TM001	1,000 Ud	Caja derivación/fusibles 16 mm <sup>2</sup> IP44 tetrap-bipolar equil fases		6,50	6,50
%0200002	1,000 %	Pequeño material y accesorios			
	15,80 0,16				
<b>TOTAL PARTIDA .....</b>					<b>15,91</b>
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de QUINCE EUROS con NOVENTA Y UN CÉNTIMOS					
<b>208</b>	<b>Ud</b>	<b>PICA TOMA DE TIERRA 1,5 M</b>			
		Pica de acero-cobre con recubrimiento de 300 µm, según norma UNE-EN 21056-81, de 1.500 mm de longitud y 14,6 mm de diámetro totalmente instalada, colocada y conexionada a conductor de tierra mediante grapa de conexión de aleación de cobre según norma UNE-EN 1982 con herrajes de acero calibrado bicromatado, incluida, incluso p.p. de accesorios y elementos necesarios. Las picas se instalarán en todas las arquetas a pie de columna o báculo, consiguiendo una toma de tierra individual. Se incluye el cable de conexión desde la pica al tornillo de toma de tierra de la columna, formado por conductor unipolar de cobre de 750 V de aislamiento, amarillo-verde, de			
OFPRELEC	0,200 Hr	Oficial esp.inst. eléctrica	20,00	4,00	
PEESELEC	0,200 Hr	Peón especi.inst. eléctrica	17,00	3,40	
PICATIERRA	1,000 Ud	Pica de tierra 1.500 mm con grapa de conexión			10,18 10,18
CABLE16TT	3,000 Ml	Conductor 16 mm <sup>2</sup> Cu PVC 750V	0,80	2,40	
%0200002	1,000 %	Pequeño material y accesorios			
	20,00 0,20				
<b>TOTAL PARTIDA .....</b>					<b>20,18</b>
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTE EUROS con DIECIOCHO CÉNTIMOS					
<b>209</b>	<b>Ud</b>	<b>COLUMNA 8 M</b>			
		Columna recta de 8 m, modelo CL1, de Simon, de forma troncocónica, construida en acero galvanizado, con puerta de registro enrasada, totalmente instalada, incluso excavación, cimentación con pernos de anclaje, tubo y reposición de pavimento.			
OFPRCONS	4,000 Hr	Oficial primera	20,00	80,00	
PEESCONS	4,000 Hr	Peón especialista	17,00	68,00	
COLSIMPLE	1,000 Ud	Columna 8 m completa con cimentación y reposición pavimento		890,00	890,00
CAMIONPLUMA	1,000 Hr	Camión pluma/cesta 12 m	40,00	40,00	
%0200002	1,000 %	Pequeño material y accesorios			
	1.078,00 10,78				
<b>TOTAL PARTIDA .....</b>					<b>1.088,78</b>
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de MIL OCHENTA Y OCHO EUROS con SETENTA Y OCHO CÉNTIMOS					

## CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
<b>210</b>	<b>UD</b>	<b>BRAZO DE PARED 1,5 M ANGULO 10º</b>			
		Brazo de pared modelo BM2 de Simon, de 1,5 m de longitud e inclinación de 10 grados, construido en acero gal-			
OPPRELEC	0,200 Hr	Oficial esp.inst. eléctrica	20,00	4,00	
PEESELEC	0,200 Hr	Peón especi.inst. eléctrica	17,00	3,40	
CAMIONPLUMA	0,200 Hr	Camión pluma/cesta 12 m	40,00	8,00	
BRAZO15	1,000 Ud	Brazo pared 1,5 m 10º			
	48,00	48,00			

**TOTAL PARTIDA ..... 63,40**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SESENTA Y TRES EUROS con CUARENTA CÉNTIMOS

<b>211</b>	<b>UD</b>	<b>ELEMENTOS DE SEÑALIZACION PARA SEGURIDAD</b>			
		Elementos necesarios para seguridad formados por los siguientes elementos para cuadrilla de dos personas: dos vallas autónomas normalizadas metálicas con señalización incorporada de dirección prohibida y dirección obligatoria de 0,70 m, dos señales de peligro para colocación en suelo, autoportantes, de 0,70 m, siguiendo las indicaciones del coordinador de seguridad y salud, cascos de seguridad, gafas protectoras, guantes aislantes, peto reflectante			
OPPRELEC	1,000 Hr	Oficial esp.inst. eléctrica	20,00	20,00	
PEESELEC	1,000 Hr	Peón especi.inst. eléctrica	17,00	17,00	
SENALPELI	2,000 Ud	Señal de peligro 0,70 m			
	37,02	74,04			
VALLANORMAL	2,000 Ud	Valla autonoma normalizada con señal incorporada		7,00	14,00
P31IA005	2,000 ud	Casco seguridad básico	5,20	10,40	
P31IA120	2,000 ud	Gafas protectoras	7,41	14,82	
P31IC140	2,000 ud	Peto reflectante amarillo/naranja	3,33	6,66	
P31IM050	2,000 ud	Par guantes aislam. 5.000 V.	28,35	56,70	
P31IS010	2,000 ud	Arnés amarre dorsal	21,98	43,96	
P31CI025	2,000 ud	Extintor CO2 2 kg. acero. 34B	47,57	95,14	
%0200002	1,000 %	Pequeño material y accesorios			
	352,70	3,53			

**TOTAL PARTIDA ..... 356,25**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRESCIENTOS CINCUENTA Y SEIS EUROS con VEINTICINCO CÉNTIMOS

ANEXO I.

ESTUDIO LUMINOTÉCNICO.

CUMPLIMIENTO DEL REGLAMENTO  
DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN  
INSTALACIONES DE ALUMBRADO  
EXTERIOR

## **Contenido**

<b>1. CLASIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN Y REQUISITOS FOTOMÉTRICOS.</b>	
<b>CUMPLIMIENTO DE LAS INSTRUCCIONES ITC-EA-01 E ITC-EA-02. ....</b>	<b>3</b>
<b>2. CUMPLIMIENTO DE LA INSTRUCCIÓN ITC-EA-03. RESPLANDOR LUMINOSO</b>	
<b>NOCTURNO Y LUZ INTRUSA O MOLESTA .....</b>	<b>68</b>
<b>3. CUMPLIMIENTO DE LA INSTRUCCIÓN ITC-EA-04. COMPONENTES DE LAS</b>	
<b>INSTALACIONES .....</b>	<b>70</b>
<b>4. CUMPLIMIENTO DE LA INSTRUCCIÓN ITC-EA-05. DOCUMENTACIÓN</b>	
<b>TÉCNICA, VERIFICACIONES E INSPECCIONES.....</b>	<b>72</b>
<b>5. CUMPLIMIENTO DE LA INSTRUCCIÓN ITC-EA-06. MANTENIMIENTO DE LA</b>	
<b>EFICIENCIA DE LAS INSTALACIONES .....</b>	<b>73</b>
OBJETIVOS FUNDAMENTALES DEL PLAN DE MANTENIMIENTO.....	73
OPERACIONES DE MANTENIMIENTO Y SU REGISTRO .....	74
Programa de reposición de lámparas.....	75
Programa de limpieza de luminarias. ....	75
Método gráfico para la elaboración del Plan de Mantenimiento.....	76
TIPOS DE MANTENIMIENTO. ....	77
Mantenimiento Correctivo.....	77
Mantenimiento Preventivo. ....	78
<b>6. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LAS LUMINARIAS .....</b>	<b>79</b>
<b>7. RESULTADOS DEL ESTUDIO LUMINOTÉCNICO .....</b>	<b>85</b>

## **1. CLASIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN Y REQUISITOS FOTOMÉTRICOS. CUMPLIMIENTO DE LAS INSTRUCCIONES ITC-EA-01 E ITC-EA-02.**

Para la elaboración del estudio luminotécnico de la instalación, se han realizado los siguientes pasos:

1. Clasificación de las vías.
2. Selección de la clase de alumbrado.
3. Establecimiento de los niveles de iluminación de los viales y plaza.
4. Cálculo con el software *DIALux 4.12*, de los valores de iluminancia, uniformidad, etc, en función de la fotometría proporcionada por el fabricante de la luminaria. Comprobación con distintas ópticas y selección de la más eficiente.
5. Comprobación del cumplimiento de los niveles calculados con los establecidos en la ITC-EA-02 (ITC-EA-02, 2013).
6. Cálculo de la eficiencia energética de la instalación.
7. Cálculo del Índice de Consumo Energético.
8. Obtención de la calificación energética de la instalación, según lo establecido en la ITC-EA-01 (ITC-EA-01, 2013).

A continuación, se exponen los resultados obtenidos por calles, para la situación proyectada:

### **CALLE VALVANERA:**

Para calcular la eficiencia energética de la instalación, se tiene que clasificar el tipo de vía que se quiere iluminar, según se indica en la ITC-EA-02 (ITC-EA-02, 2013).

El criterio principal de clasificación de las vías es la velocidad de circulación, según se establece en la Tabla 1 de la ITC-EA-02 (ITC-EA-02, 2013).

Clasificación	Tipo de vía	Velocidad del tráfico rodado (km/h)
A	de alta velocidad	$v > 60$
B	de moderada velocidad	$30 < v \leq 60$
C	carriles bici	--
D	de baja velocidad	$5 < v \leq 30$
E	vías peatonales	$v \leq 5$

Figura 1. Clasificación de las vías. Fuente: la tabla 1 de la ITC-EA-02.

La vía será tipo D, al estar limitada a 30 km/h.

Dentro de la clasificación tipo D, se puede encontrar otra subclasificación, reflejada en la tabla 4 de la ITC-EA-02 (ITC-EA-02, 2013).

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

(\*) Para todas las situaciones de alumbrado C1-D1-D2-D3 y D4, cuando las zonas próximas sean claras (fondos claros), todas las vías de tráfico verán incrementadas sus exigencias a las de la clase de alumbrado inmediata superior.

Figura 2. Clases de alumbrado para vías tipos C y D. Fuente: tabla 4 de la ITC-EA-02.

Se elige una vía tipo D3-D4. Además, se considera un alto flujo de tráfico de peatones y ciclistas, lo que conlleva una clasificación CE2, S1 o S2.

Una vez elegido el tipo de vía, se procede a seleccionar la clase de alumbrado.

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

<sup>(1)</sup> Los niveles de la tabla son valores mínimos en servicio con mantenimiento de la instalación de alumbrado. A fin de mantener dichos niveles de servicio, debe considerarse un factor de mantenimiento ( $f_m$ ) elevado que dependerá de la lámpara adoptada, del tipo de luminaria, grado de contaminación del aire y modalidad de mantenimiento preventivo.

Figura 3. Series S de clase de alumbrado para viales tipos C, D y E. Fuente: tabla 8 de la ITC-EA-02.

Según este criterio para las Series S, se selecciona la clase S1 para la calzada y para las aceras. La tabla muestra los niveles de Iluminancia Media e Iluminancia Mínima que se tienen que cumplir.

A continuación, se calcula el alumbrado de nuestra instalación (valores de luminancia e iluminancia, uniformidad, incremento de umbral (TI) y relación de entorno (SR)) y se comprueba el cumplimiento de los parámetros luminotécnicos recomendados en la ITC-EA-02 (ITC-EA-02, 2013): luminancia e iluminancia, uniformidades, incremento de umbral (TI) y relación de entorno (SR).

Para ello, se calculan los valores en el software de cálculo *DIALux*.

Tabla 1. Valores calculados para la calle Valvanera. Fuente: Elaboración propia.

Superficie	Iluminancia media $E_m$ (lux)	Iluminancia mínima $E_{min}$ (lux)	Uniformidad media ( $E_m/E_{min}$ )	$E_m$ límite	$E_{min}$ límite	Cumple/no cumple
Calzada	16	9,34	0,575	15	5	SÍ
Acera lado luminaria 1	15	8,52	0,575	15	5	SÍ
Acera lado luminaria 2	15	8,09	0,539	15	5	SÍ
Acera lado contrario luminaria 1	15	9,90	0,653	15	5	SÍ
Acera lado contrario luminaria 2	16	9,79	0,626	15	5	SÍ

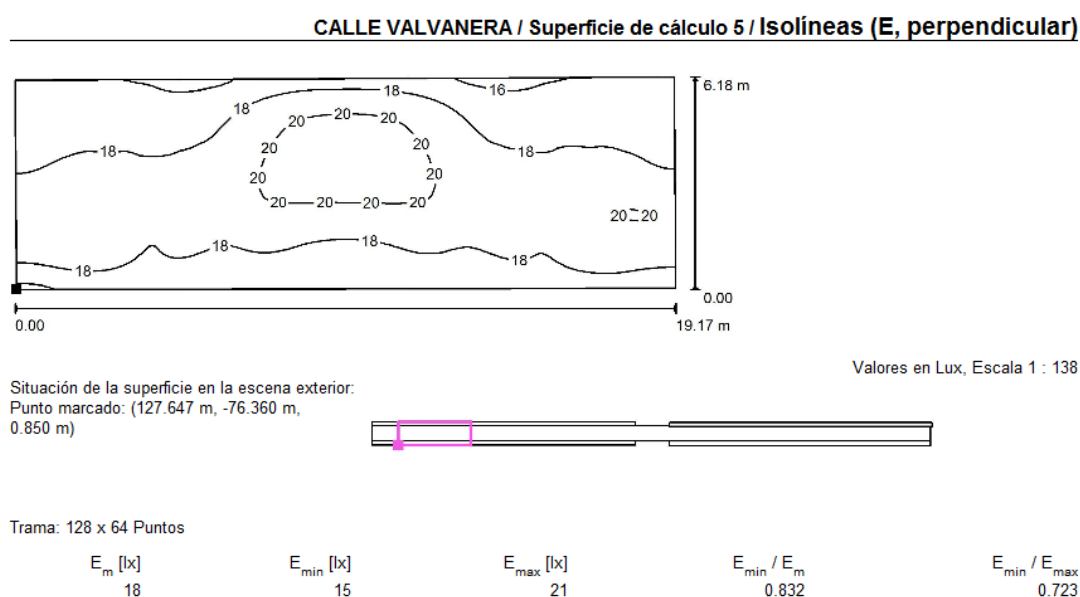


Se cumple, tanto para la calzada, como para las aceras, que los niveles calculados no superan el 20 % los niveles establecidos por la ITC-EA-02 (ITC-EA-02, 2013).

Se calcula la eficiencia energética de la instalación.

En este caso, la calle *Valvanera* dispone de las mismas luminarias alumbrando las aceras y la calzada. La disposición de las luminarias es unilateral, por lo que en el cálculo de la eficiencia energética se deberá considerar para la superficie de cálculo, la sección que hay entre dos luminarias, teniendo en cuenta la suma de superficie de la calzada más las aceras y una longitud determinada por la interdistancia entre dichas luminarias.

Se parte de esa superficie de cálculo en el software *DIALux*, para calcular el valor final de eficiencia energética. Para ello se crea una superficie de cálculo, como se puede observar en la siguiente imagen:



*Figura 4. Superficie de cálculo de la Calle Valvanera. Fuente: Dialux.*

Se obtiene una iluminancia media de 18 lux. La distancia entre luminarias es de 19,17 metros y la suma de longitud de la calzada más la acera es de 6,18 metros. Con esto se puede calcular la superficie.

$$E_m = 18 \text{ lux.}$$

$$S = 19,17 \times 6,18 = 118,47 \text{ m}^2$$

El valor de la eficiencia energética para el vial estudiado, usando los datos del proyecto y la potencia total de las luminarias (como se tiene una disposición unilateral, y están alumbrando dos luminarias de 39 W, dando la mitad de flujo) es de 39 W. Aplicando la fórmula de eficiencia energética se obtiene:

$$\varepsilon = \frac{S \cdot E_m}{P} = \frac{118,47 \cdot 18}{39} = 54,67 \frac{m^2 \cdot lux}{W}$$

El valor de eficiencia energética de referencia se considera interpolando la Tabla 2 de la ITC-EA-01 (ITC-EA-01, 2013), para instalaciones de clase D con una iluminancia media en servicio calculada de 18 lux, obteniéndose un valor de eficiencia energética mínima de 8,57 lux·m<sup>2</sup> /W.

Iluminancia media en servicio $E_m(lux)$	EFICIENCIA ENERGÉTICA MÍNIMA $\left(\frac{m^2 \cdot lux}{W}\right)$
$\geq 20$	9
15	7,5
10	6
7,5	5
$\leq 5$	3,5
Nota - Para valores de iluminancia media proyectada comprendidos entre los valores indicados en la tabla, la eficiencia energética de referencia se obtendrán por interpolación lineal	

Figura 5. Requisitos mínimos de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado vial ambiental. Fuente: tabla 2 de la ITC-EA-02.

Se comprueba que el valor de eficiencia energética obtenido en la instalación es superior al valor mínimo anterior.

$$\varepsilon = 54,67 > 8,57 \rightarrow CUMPLE$$

El índice de eficiencia energética ( $I_\varepsilon$ ) se define como el cociente entre la eficiencia energética de la instalación ( $\varepsilon$ ) y el valor de eficiencia energética de referencia ( $\varepsilon_R$ ) en función del nivel de iluminancia media en servicio proyectada, que se indica en la tabla 3.

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

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

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

Figura 6. Valores de eficiencia energética de referencia. Fuente: tabla 3 de la ITC-EA-02.

En primer lugar, se obtiene el nivel de eficiencia energética de referencia correspondiente al alumbrado vial ambiental. Se calcula interpolando los valores de la tabla 3 de la ITC-EA-01 (ITC-EA-01, 2013), obteniéndose un valor de referencia de 12,2 lux·m<sup>2</sup> /W.

Por tanto, se puede obtener el índice de eficiencia energética:

$$I\varepsilon = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_R} = \frac{54,67}{12,2} = 4,48$$

Una vez calculado el índice de eficiencia energética, se sigue con el cálculo del índice de consumo energético, para así poder clasificar energéticamente la instalación.

Con objeto de facilitar la interpretación de la calificación energética de la instalación de alumbrado y en consonancia con lo establecido en otras reglamentaciones, se define una etiqueta (ITC-EA-01, 2013) 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

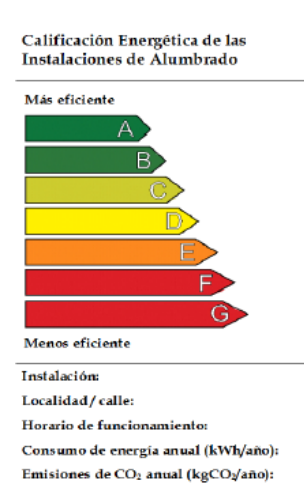


Figura 7. Calificación energética de las Instalaciones de Alumbrado. Fuente: ITC-EA-01.

utilizado para la escala de letras será el índice de consumo energético (ICE) que es igual al inverso de eficiencia energética:

$$ICE = \frac{1}{I_e} = \frac{1}{4,48} = 0,22$$

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

<b>Calificación Energética</b>	<b>Índice de Consumo Energético</b>	<b>Índice de Eficiencia Energética</b>
<b>A</b>	<b>ICE &lt; 0,91</b>	<b>I<sub>e</sub> &gt; 1,1</b>
<b>B</b>	<b>0,91 ≤ ICE &lt; 1,09</b>	<b>1,1 ≥ I<sub>e</sub> &gt; 0,92</b>
<b>C</b>	<b>1,09 ≤ ICE &lt; 1,35</b>	<b>0,92 ≥ I<sub>e</sub> &gt; 0,74</b>
<b>D</b>	<b>1,35 ≤ ICE &lt; 1,79</b>	<b>0,74 ≥ I<sub>e</sub> &gt; 0,56</b>
<b>E</b>	<b>1,79 ≤ ICE &lt; 2,63</b>	<b>0,56 ≥ I<sub>e</sub> &gt; 0,38</b>
<b>F</b>	<b>2,63 ≤ ICE &lt; 5,00</b>	<b>0,38 ≥ I<sub>e</sub> &gt; 0,20</b>
<b>G</b>	<b>ICE ≥ 5,00</b>	<b>I<sub>e</sub> ≥ 0,20</b>

*Figura 8. Valores del Índice de Consumo Energético en función del Índice de Eficiencia Energética. Fuente: ITC-EA-01.*

Por lo tanto, se puede concluir que la calle *Valvanera* tiene una clasificación energética tipo A.

### **CALLE FRATERNIDAD:**

Para calcular la eficiencia energética de la instalación, se tiene que clasificar el tipo de vía que se quiere iluminar, según se indica en la ITC-EA-02 (ITC-EA-02, 2013).

El criterio principal de clasificación de las vías es la velocidad de circulación, según se establece en la Tabla 1 de la ITC-EA-02 (ITC-EA-02, 2013).

Clasificación	Tipo de vía	Velocidad del tráfico rodado (km/h)
A	de alta velocidad	$v > 60$
B	de moderada velocidad	$30 < v \leq 60$
C	carriles bici	--
D	de baja velocidad	$5 < v \leq 30$
E	vías peatonales	$v \leq 5$

Figura 9. Clasificación de las vías. Fuente: tabla 1 de la ITC-EA-02.

La vía será tipo D, al estar limitada a 30 km/h.

Dentro de la clasificación tipo D, se puede encontrar otra subclasificación, reflejada en la tabla 4.

Situaciones de proyecto	Tipos de vías	Clase de Alumbrado <sup>(*)</sup>
C1	• Carriles bici independientes a lo largo de la calzada, entre ciudades en área abierta y de unión en zonas urbanas	
	Flujo de tráfico de ciclistas	
	Alto ..... Normal .....	S1 / S2 S3 / S4
D1 - D2	• Áreas de aparcamiento en autopistas y autovías.	
	• Aparcamientos en general.	
	• Estaciones de autobuses.	
D3 - D4	Flujo de tráfico de peatones	
	Alto ..... Normal .....	CE1A / CE2 CE3 / CE4
	• Calles residenciales suburbanas con aceras para peatones a lo largo de la calzada	
D3 - D4	• Zonas de velocidad muy limitada	
	Flujo de tráfico de peatones y ciclistas	
	Alto ..... Normal .....	CE2 / S1 / S2 S3 / S4

(\*) Para todas las situaciones de alumbrado C1-D1-D2-D3 y D4, cuando las zonas próximas sean claras (fondos claros), todas las vías de tráfico verán incrementadas sus exigencias a las de la clase de alumbrado inmediata superior.

Figura 10. Clases de alumbrado para vías tipos C y D. Fuente: tabla 4 de la ITC-EA-02.

Se elige una vía tipo D3-D4. Además se considera un alto flujo de tráfico de peatones y ciclistas, lo que conlleva una clasificación CE2, S1 o S2.

Una vez elegido el tipo de vía, se procede a seleccionar la clase de alumbrado, según la ITC-EA-02 (ITC-EA-02, 2013).

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

<sup>(1)</sup> Los niveles de la tabla son valores mínimos en servicio con mantenimiento de la instalación de alumbrado. A fin de mantener dichos niveles de servicio, debe considerarse un factor de mantenimiento ( $f_m$ ) elevado que dependerá de la lámpara adoptada, del tipo de luminaria, grado de contaminación del aire y modalidad de mantenimiento preventivo.

Figura 11. Series S de clase de alumbrado para viales tipos C, D y E. Fuente: tabla 8 de la ITC-EA-02.

Clase de Alumbrado (1)	Iluminancia horizontal	
	Iluminancia Media $E_m$ (lux) [mínima mantenida <sup>(1)</sup> ]	Uniformidad Media $U_m$ [mínima]
CE0	50	0,40
CE1	30	0,40
CE1A	25	0,40
CE2	20	0,40
CE3	15	0,40
CE4	10	0,40
CE5	7,5	0,40

<sup>(1)</sup> Los niveles de la tabla son valores mínimos en servicio con mantenimiento de la instalación de alumbrado. A fin de mantener dichos niveles de servicio, debe considerarse un factor de mantenimiento ( $f_m$ ) elevado que dependerá de la lámpara adoptada, del tipo de luminaria, grado de contaminación del aire y modalidad de mantenimiento preventivo.

<sup>(2)</sup> También se aplican en espacios utilizados por peatones y ciclistas.

Figura 12. Series CE de clase de alumbrado para viales tipo D y E. Fuente: ITC-EA-02.

Según este criterio para la clase de alumbrado tipo D, se tienen distintas clases de alumbrado, Series S y CE, así que se selecciona la clase CE2 para la calzada y S1 para las aceras. Las tablas muestran los niveles de Iluminancia Media e Iluminancia Mínima que se tienen que cumplir.

A continuación, se calcula el alumbrado de nuestra instalación (valores de luminancia e iluminancia, uniformidad, incremento de umbral (TI) y relación de entorno (SR)) y comprobación del cumplimiento de los parámetros luminotécnicos recomendados en ITC-EA-02 (ITC-EA-02, 2013): luminancia e iluminancia, uniformidades, incremento de umbral (TI) y relación de entorno (SR).

Para ello, se calculan los valores en el software de cálculo *DIALux*.

*Tabla 2. Valores calculados para la calle Fraternidad.* Fuente: Elaboración propia.

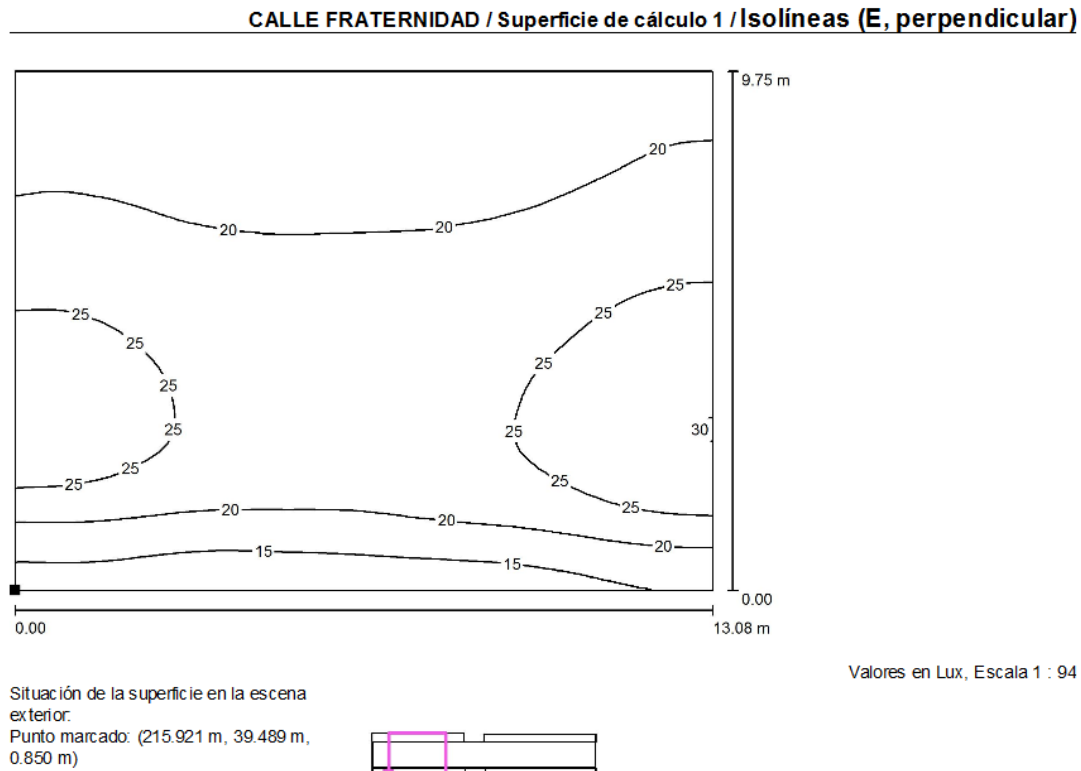
Superficie	Iluminancia media Em (lux)	Iluminancia mínima Emin (lux)	Uniformidad media (Em/Emin)	Em límite	Emin límite	Cumple/no cumple
Calzada	20	12	0,627	20	-	Sí
Acera lado luminaria 1	15	7,83	0,529	15	5	Sí
Acera lado luminaria 2	15	8,78	0,600	15	5	Sí
Acera lado contrario luminaria 1	16	11	0,687	15	5	Sí
Acera lado contrario luminaria 2	15	10	0,668	15	5	Sí

Se cumple, tanto para la calzada, como para las aceras, que los niveles calculados no superan el 20 % los niveles establecidos por la ITC-EA-02 (ITC-EA-02, 2013).

Se calcula la eficiencia energética de la instalación.

En este caso, la calle *Fraternidad* dispone de las mismas luminarias alumbrando las aceras y la calzada. La disposición de las luminarias es unilateral, por lo que en el cálculo de la eficiencia energética se deberá considerar para la superficie de cálculo, la sección que hay entre dos luminarias, teniendo en cuenta la suma de superficie de la calzada más las aceras y una longitud determinada por la interdistancia entre dichas luminarias.

Se parte de esa superficie de cálculo en el software *DIALux*, para calcular el valor final de eficiencia energética. Para ello, se crea una superficie de cálculo como se puede observar en la siguiente imagen:



Trama: 64 x 64 Puntos

$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
21	11	30	0.516	0.362

*Figura 13. Superficie de cálculo de la Calle Fraternidad. Fuente: Dialux.*

Se obtiene una iluminancia media de 21 lux. La distancia entre luminarias es de 13,08 metros y la suma de longitud de la calzada más la acera es de 9,75 metros. Con esto podemos calcular la superficie.

$$E_m = 21 \text{ lux.}$$

$$S = 13,08 \times 9,75 = 127,53 \text{ m}^2$$

El valor de la eficiencia energética para el vial estudiado, usando los datos del proyecto y la potencia total de las luminarias (como tenemos una disposición unilateral, y están alumbrando dos luminarias de 58 W, dando la mitad de flujo) es de 58 W. Aplicando la fórmula de eficiencia energética se obtiene:

$$\varepsilon = \frac{S \cdot E_m}{P} = \frac{127,53 \cdot 21}{58} = 46,17 \frac{\text{m}^2 \cdot \text{lux}}{\text{W}}$$



El valor de eficiencia energética de referencia se considera de la Tabla 2 de la ITC-EA-01 (ITC-EA-01, 2013), para instalaciones de clase D con una iluminancia media en servicio calculada de 21 lux, obteniéndose un valor de eficiencia energética mínima de 9 lux·m<sup>2</sup> /W.

Iluminancia media en servicio $E_m(\text{lux})$	EFICIENCIA ENERGÉTICA MÍNIMA $\left(\frac{\text{m}^2 \cdot \text{lux}}{\text{W}}\right)$
$\geq 20$	9
15	7,5
10	6
7,5	5
$\leq 5$	3,5
Nota - Para valores de iluminancia media proyectada comprendidos entre los valores indicados en la tabla, la eficiencia energética de referencia se obtendrán por interpolación lineal	

Figura 14. Requisitos mínimos de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado vial ambiental. Fuente: tabla 2 de la ITC-EA-02.

Se comprueba que el valor de eficiencia energética obtenido en la instalación es superior al valor mínimo anterior.

$$\varepsilon = 46,17 > 9 \rightarrow \text{CUMPLE}$$

El índice de eficiencia energética ( $I_\varepsilon$ ) se define como el cociente entre la eficiencia energética de la instalación ( $\varepsilon$ ) y el valor de eficiencia energética de referencia ( $\varepsilon_R$ ) en función del nivel de iluminancia media en servicio proyectada, que se indica en la tabla 3.

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

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

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

Figura 15. Valores de eficiencia energética de referencia. Fuente: tabla 3 de la ITC-EA-02.

En primer lugar, se debe obtener el nivel de eficiencia energética de referencia correspondiente al alumbrado vial ambiental. Se calcula interpolando en la tabla 3 de la ITC-EA-01 (ITC-EA-01, 2013), obteniéndose un valor de referencia de 13 lux·m<sup>2</sup> /W.

Se puede obtener el índice de eficiencia energética:

$$I\varepsilon = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_R} = \frac{46,17}{13} = 3,55$$

Una vez calculado el índice de eficiencia energética, se sigue con el cálculo del índice de consumo energético, para así poder clasificar energéticamente la instalación.

Con objeto de facilitar la interpretación de la calificación energética de la instalación de alumbrado y en consonancia con lo establecido en otras reglamentaciones, se define una etiqueta (ITC-EA-01, 2013) 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

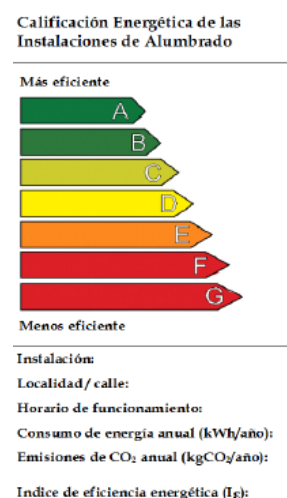


Figura 16. Calificación energética de las Instalaciones de Alumbrado. Fuente: ITC-EA-01.

utilizado para la escala de letras será el índice de consumo energético (ICE) que es igual al inverso de eficiencia energética:

$$ICE = \frac{1}{I_{\varepsilon}} = \frac{1}{3,55} = 0,28$$

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

<b>Calificación Energética</b>	<b>Índice de Consumo Energético</b>	<b>Índice de Eficiencia Energética</b>
<b>A</b>	<b>ICE &lt; 0,91</b>	<b>I<sub>ε</sub> &gt; 1,1</b>
<b>B</b>	<b>0,91 ≤ ICE &lt; 1,09</b>	<b>1,1 ≥ I<sub>ε</sub> &gt; 0,92</b>
<b>C</b>	<b>1,09 ≤ ICE &lt; 1,35</b>	<b>0,92 ≥ I<sub>ε</sub> &gt; 0,74</b>
<b>D</b>	<b>1,35 ≤ ICE &lt; 1,79</b>	<b>0,74 ≥ I<sub>ε</sub> &gt; 0,56</b>
<b>E</b>	<b>1,79 ≤ ICE &lt; 2,63</b>	<b>0,56 ≥ I<sub>ε</sub> &gt; 0,38</b>
<b>F</b>	<b>2,63 ≤ ICE &lt; 5,00</b>	<b>0,38 ≥ I<sub>ε</sub> &gt; 0,20</b>
<b>G</b>	<b>ICE ≥ 5,00</b>	<b>I<sub>ε</sub> ≥ 0,20</b>

Figura 17. Valores del Índice de Consumo Energético en función del Índice de Eficiencia Energética. Fuente: ITC-EA-01.

Por lo tanto, se puede concluir que la calle *Fraternidad* tiene una clasificación energética tipo A.

### **CALLE LIBERTAD:**

Para calcular la eficiencia energética de la instalación, se tiene que clasificar el tipo de vía que se quiere iluminar, según se indica en la ITC-EA-02 (ITC-EA-02, 2013).

El criterio principal de clasificación de las vías es la velocidad de circulación, según se establece en la Tabla 1 de la ITC-EA-02 (ITC-EA-02, 2013).

Clasificación	Tipo de vía	Velocidad del tráfico rodado (km/h)
A	de alta velocidad	$v > 60$
B	de moderada velocidad	$30 < v \leq 60$
C	carriles bici	--
D	de baja velocidad	$5 < v \leq 30$
E	vías peatonales	$v \leq 5$

Figura 18. Clasificación de las vías. Fuente: tabla 1 de la ITC-EA-02.

La vía será tipo D, al estar limitada a 30 km/h.

Dentro de la clasificación tipo D, se puede encontrar otra subclasificación, reflejada en la tabla 4 de la ITC-EA-02 (ITC-EA-02, 2013).

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

(\*) Para todas las situaciones de alumbrado C1-D1-D2-D3 y D4, cuando las zonas próximas sean claras (fondos claros), todas las vías de tráfico verán incrementadas sus exigencias a las de la clase de alumbrado inmediata superior.

Figura 19. Clases de alumbrado para vías tipos C y D.. Fuente: tabla 4 de la ITC-EA-02.

Se elige una vía tipo D3-D4. Además se considera un alto flujo de tráfico de peatones y ciclistas, lo que conlleva una clasificación CE2, S1 o S2.

Una vez elegido el tipo de vía, se procede a seleccionar la clase de alumbrado, según la ITC-EA-02 (ITC-EA-02, 2013).

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

<sup>(1)</sup> Los niveles de la tabla son valores mínimos en servicio con mantenimiento de la instalación de alumbrado. A fin de mantener dichos niveles de servicio, debe considerarse un factor de mantenimiento ( $f_m$ ) elevado que dependerá de la lámpara adoptada, del tipo de luminaria, grado de contaminación del aire y modalidad de mantenimiento preventivo.

Figura 20. Series S de clase de alumbrado para viales tipos C, D y E. Fuente: tabla 8 de la ITC-EA-02.

Clase de Alumbrado ( <sup>1</sup> )	Iluminancia horizontal	
	Iluminancia Media $E_m$ (lux) [mínima mantenida <sup>(1)</sup> ]	Uniformidad Media $U_m$ [mínima]
CE0	50	0,40
CE1	30	0,40
CE1A	25	0,40
CE2	20	0,40
CE3	15	0,40
CE4	10	0,40
CE5	7,5	0,40

<sup>(1)</sup> Los niveles de la tabla son valores mínimos en servicio con mantenimiento de la instalación de alumbrado. A fin de mantener dichos niveles de servicio, debe considerarse un factor de mantenimiento ( $f_m$ ) elevado que dependerá de la lámpara adoptada, del tipo de luminaria, grado de contaminación del aire y modalidad de mantenimiento preventivo.

<sup>(2)</sup> También se aplican en espacios utilizados por peatones y ciclistas.

Figura 21. Series CE de clase de alumbrado para viales tipos D y E. Fuente: tabla 9 de la ITC-EA-02.

Según este criterio para la clase de alumbrado tipo D, se tienen distintas clases de alumbrado, series S y CE, se selecciona la clase CE2 para la calzada y S1 para las aceras. Las tablas muestran los niveles de Iluminancia Media e Iluminancia Mínima que se tienen que cumplir.

A continuación, se calcula el alumbrado de nuestra instalación (valores de luminancia e iluminancia, uniformidad, incremento de umbral (TI) y relación de entorno (SR)) y comprobación del cumplimiento de los parámetros luminotécnicos recomendados en ITC-EA-02 (ITC-EA-02, 2013): luminancia e iluminancia, uniformidades, incremento de umbral (TI) y relación de entorno (SR).

Para ello, se calculan los valores en el software de cálculo *DIALux*.

*Tabla 3. Valores calculados para la calle Libertad. Fuente: Elaboración propia.*

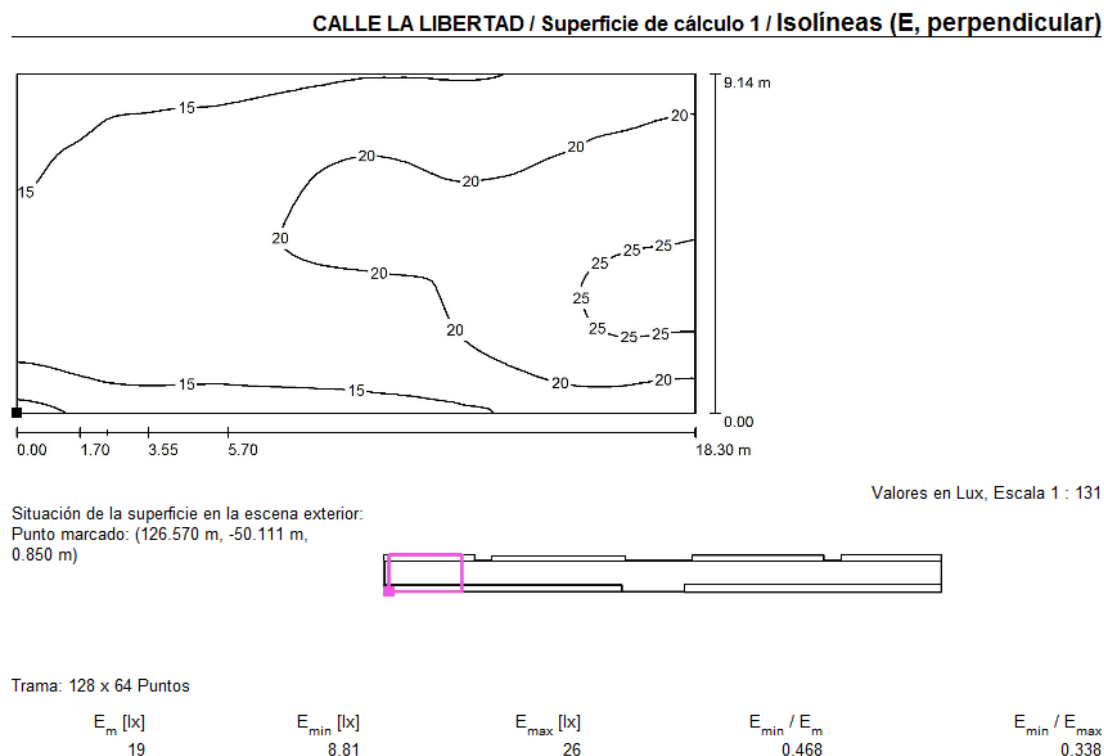
Superficie	Iluminancia media Em (lux)	Iluminancia mínima Emin (lux)	Uniformidad media (Em/Emin)	Em límite	Emin límite	Cumple/no cumple
<b>Calzada</b>	20	12	0,630	20	-	Sí
<b>Acera lado luminaria 1</b>	17	9,61	0,573	15	5	Sí
<b>Acera lado luminaria 2</b>	16	11	0,676	15	5	Sí
<b>Acera lado contrario luminaria 1</b>	16	11	0,710	15	5	Sí
<b>Acera lado contrario luminaria 2</b>	18	17	0,903	15	5	Sí
<b>Acera lado contrario luminaria 3</b>	17	15	0,884	15	5	Sí
<b>Acera lado contrario luminaria 4</b>	16	12	0,756	15	5	Sí

Se cumple, tanto para la calzada, como para las aceras, que los niveles calculados no superan el 20 % los niveles establecidos por la ITC-EA-02 (ITC-EA-02, 2013).

Se calcula la eficiencia energética de la instalación.

En este caso, la calle *Libertad* dispone de las mismas luminarias alumbrando las aceras y la calzada. La disposición de las luminarias es unilateral, por lo que en el cálculo de la eficiencia energética se deberá considerar para la superficie de cálculo, la sección que hay entre dos luminarias, teniendo en cuenta la suma de superficie de la calzada más las aceras y una longitud determinada por la interdistancia entre dichas luminarias.

Se parte de esa superficie de cálculo en el software *DIALux*, para calcular el valor final de eficiencia energética. Para ello, se crea una superficie de cálculo como se puede observar en la siguiente imagen:



*Figura 22. Superficie de cálculo de la Calle Libertad. Fuente: Dialux.*

Se obtiene una iluminancia media de 19 lux. La distancia entre luminarias es de 18,30 metros y la suma de longitud de la calzada más la acera es de 9,14 metros. Con esto podemos calcular la superficie.

$$E_m = 19 \text{ lux.}$$

$$S = 18,3 \times 9,14 = 167,26 \text{ m}^2$$

El valor de la eficiencia energética para el vial estudiado, usando los datos del proyecto y la potencia total de las luminarias (como tenemos una disposición unilateral, y están alumbrando dos luminarias de 39 W, dando la mitad de flujo) es de 39 W. Aplicando la fórmula de eficiencia energética se obtiene:

$$\varepsilon = \frac{S \cdot E_m}{P} = \frac{167,26 \cdot 19}{39} = 81,48 \frac{m^2 \cdot lux}{W}$$

El valor de eficiencia energética de referencia se considera interpolando los valores de la Tabla 2 de la ITC-EA-01 (ITC-EA-01, 2013), para instalaciones de clase D con una iluminancia media en servicio calculada de 19 lux, obteniéndose un valor de eficiencia energética mínima de 8,7 lux·m<sup>2</sup> /W.

Iluminancia media en servicio $E_m(lux)$	EFICIENCIA ENERGÉTICA MÍNIMA $\left(\frac{m^2 \cdot lux}{W}\right)$
$\geq 20$	9
15	7,5
10	6
7,5	5
$\leq 5$	3,5
Nota - Para valores de iluminancia media proyectada comprendidos entre los valores indicados en la tabla, la eficiencia energética de referencia se obtendrán por interpolación lineal	

Figura 23. Requisitos mínimos de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado vial ambiental. Fuente: tabla 2 de la ITC-EA-02.

Se comprueba que el valor de eficiencia energética obtenido en la instalación es superior al valor mínimo anterior.

$$\varepsilon = 81,48 > 9 \rightarrow CUMPLE$$

El índice de eficiencia energética ( $I_\varepsilon$ ) se define como el cociente entre la eficiencia energética de la instalación ( $\varepsilon$ ) y el valor de eficiencia energética de referencia ( $\varepsilon_R$ ) en función del nivel de iluminancia media en servicio proyectada, que se indica en la tabla 3 (ITC-EA-02, 2013).

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



Valores de eficiencia energética de referencia según la tabla 3 de la ITC-EA-02 (ITC-EA-02, 2013).

Alumbrado vial funcional		Alumbrado vial ambiental y otras instalaciones de alumbrado	
Iluminancia media en servicio proyectada $E_m$ (lux)	Eficiencia energética de referencia $\varepsilon_R$ $\left(\frac{m^2 \cdot lux}{W}\right)$	Iluminancia media en servicio proyectada $E_m$ (lux)	Eficiencia energética de referencia $\varepsilon_R$ $\left(\frac{m^2 \cdot lux}{W}\right)$
$\geq 30$	32	–	--
25	29	–	–
20	26	$\geq 20$	13
15	23	15	11
10	18	10	9
$\leq 7,5$	14	7,5	7
--	–	$\leq 5$	5
Nota - Para valores de iluminancia media proyectada comprendidos entre los valores indicados en la tabla, la eficiencia energética de referencia se obtendrán por interpolación lineal			

Figura 24. Valores de eficiencia energética de referencia. Fuente: tabla 3 de la ITC-EA-02.

En primer lugar, se obtiene el nivel de eficiencia energética de referencia correspondiente al alumbrado vial ambiental. Se calcula interpolando los valores de la tabla 3 de la ITC-EA-01 (ITC-EA-01, 2013), obteniéndose un valor de referencia de  $12,6 \text{ lux} \cdot \text{m}^2 / \text{W}$ .

Se puede obtener el índice de eficiencia energética:

$$I\varepsilon = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_R} = \frac{81,48}{12,6} = 6,47$$

Una vez calculado el índice de eficiencia energética, se sigue con el cálculo del índice de consumo energético, para así poder clasificar energéticamente la instalación.

Con objeto de facilitar la interpretación de la calificación energética de la instalación de alumbrado y en consonancia con lo establecido en otras reglamentaciones, se define una etiqueta (ITC-EA-01, 2013) 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 será el índice de consumo energético (ICE) que es igual al inverso de eficiencia energética:

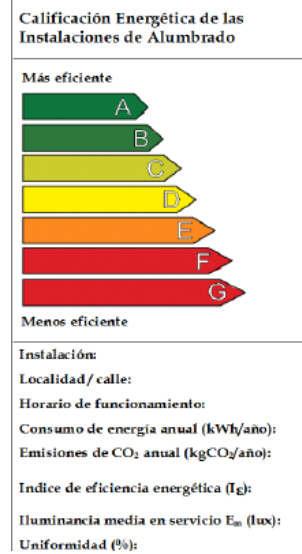


Figura 25. Calificación energética de las Instalaciones de Alumbrado. Fuente: ITC-EA-01.

$$ICE = \frac{1}{I_{\varepsilon}} = \frac{1}{6,47} = 0,15$$

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

Calificación Energética	Índice de Consumo Energético	Índice de Eficiencia Energética
<b>A</b>	<b>ICE &lt; 0,91</b>	<b>I<sub>ε</sub> &gt; 1,1</b>
<b>B</b>	<b>0,91 ≤ ICE &lt; 1,09</b>	<b>1,1 ≥ I<sub>ε</sub> &gt; 0,92</b>
<b>C</b>	<b>1,09 ≤ ICE &lt; 1,35</b>	<b>0,92 ≥ I<sub>ε</sub> &gt; 0,74</b>
<b>D</b>	<b>1,35 ≤ ICE &lt; 1,79</b>	<b>0,74 ≥ I<sub>ε</sub> &gt; 0,56</b>
<b>E</b>	<b>1,79 ≤ ICE &lt; 2,63</b>	<b>0,56 ≥ I<sub>ε</sub> &gt; 0,38</b>
<b>F</b>	<b>2,63 ≤ ICE &lt; 5,00</b>	<b>0,38 ≥ I<sub>ε</sub> &gt; 0,20</b>
<b>G</b>	<b>ICE ≥ 5,00</b>	<b>I<sub>ε</sub> ≥ 0,20</b>

Figura 26. Valores del Índice de Consumo Energético en función del Índice de Eficiencia Energética. Fuente: ITC-EA-01.

Por lo tanto, se puede concluir que la calle *Libertad* tiene una clasificación energética tipo A.

### **CALLE RASILLO:**

Para calcular la eficiencia energética de la instalación, se tiene que clasificar el tipo de vía que se quiere iluminar, según se indica en la ITC-EA-02 (ITC-EA-02, 2013).

El criterio principal de clasificación de las vías es la velocidad de circulación, según se establece en la Tabla 1 de la ITC-EA-02 (ITC-EA-02, 2013).

Clasificación	Tipo de vía	Velocidad del tráfico rodado (km/h)
A	de alta velocidad	$v > 60$
B	de moderada velocidad	$30 < v \leq 60$
C	carriles bici	--
D	de baja velocidad	$5 < v \leq 30$
E	vías peatonales	$v \leq 5$

Figura 27. Clasificación de las vías. Fuente: tabla 1 de la ITC-EA-02.

La vía será tipo D, al estar limitada a 30 km/h.

Dentro de la clasificación tipo D, se puede encontrar una subclasificación, reflejada en la tabla 4 de la ITC-EA-02 (ITC-EA-02, 2013).

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

<sup>(\*)</sup> Para todas las situaciones de alumbrado C1-D1-D2-D3 y D4, cuando las zonas próximas sean claras (fondos claros), todas las vías de tráfico verán incrementadas sus exigencias a las de la clase de alumbrado inmediata superior.

Figura 28. Clases de alumbrado para vías tipos C y D.. Fuente: tabla 4 de la ITC-EA-02.

Se elige una vía tipo D3-D4. Además, se considera un alto flujo de tráfico de peatones y ciclistas, lo que conlleva una clasificación CE2, S1 o S2.

Una vez elegido el tipo de vía, se procede a seleccionar la clase de alumbrado, según la ITC-EA-02 (ITC-EA-02, 2013).

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

<sup>(1)</sup> Los niveles de la tabla son valores mínimos en servicio con mantenimiento de la instalación de alumbrado. A fin de mantener dichos niveles de servicio, debe considerarse un factor de mantenimiento ( $f_m$ ) elevado que dependerá de la lámpara adoptada, del tipo de luminaria, grado de contaminación del aire y modalidad de mantenimiento preventivo.

Figura 29. Series S de clase de alumbrado para viales tipos C, D y E. Fuente: tabla 8 de la ITC-EA-02.

Según este criterio para las Series S, se selecciona la clase S1 para la calzada y para las aceras. La tabla muestra los niveles de Iluminancia Media e Iluminancia Mínima que se tienen que cumplir.

A continuación, se calcula el alumbrado de nuestra instalación (valores de luminancia e iluminancia, uniformidad, incremento de umbral (TI) y relación de entorno (SR)) y comprobación del cumplimiento de los parámetros luminotécnicos recomendados en ITC-EA-02 (ITC-EA-02, 2013): luminancia e iluminancia, uniformidades, incremento de umbral (TI) y relación de entorno (SR).

Para ello, se calculan los valores en el software de cálculo *DIALux*.

*Tabla 4. Valores calculados para la calle Rasillo. Fuente: Elaboración propia.*

Superficie	Iluminancia media Em (lux)	Iluminancia mínima Emin (lux)	Uniformidad media (Em/Emin)	Em límite	Emin límite	Cumple/no cumple
Calzada	16	9,51	0,596	15	5	Sí
Acera lado luminaria 1	16	12	0,755	15	5	Sí
Acera lado luminaria 2	15	9,41	0,643	15	5	Sí
Acera lado contrario luminaria 1	17	12	0,704	15	5	Sí
Acera lado contrario luminaria 2	15	9,18	0,625	15	5	Sí

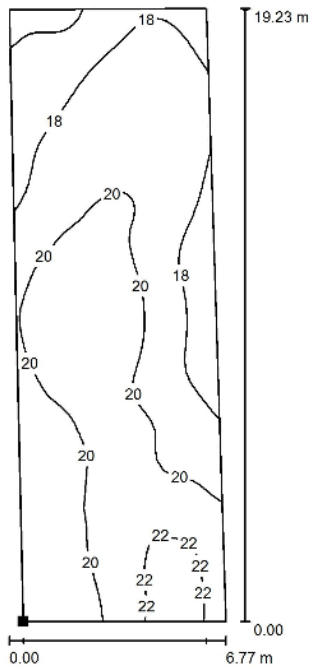
Se cumple, tanto para la calzada, como para las aceras, que los niveles calculados no superan el 20 % los niveles establecidos por la ITC-EA-02 (ITC-EA-02, 2013).

Ahora se calcula la eficiencia energética de la instalación.

En este caso, la calle *Rasillo* dispone de las mismas luminarias alumbrando las aceras y la calzada. La disposición de las luminarias es unilateral, por lo que en el cálculo de la eficiencia energética se deberá considerar para la superficie de cálculo, la sección que hay entre dos luminarias, teniendo en cuenta la suma de superficie de la calzada más las aceras y una longitud determinada por la interdistancia entre dichas luminarias.

Se parte de esa superficie de cálculo en el software *DIALux*, para calcular el valor final de eficiencia energética. Para ello, se crea una superficie de cálculo como se puede observar en la siguiente imagen:

**Escena exterior 1 / Superficie de cálculo 3 / Isolíneas (E, perpendicular)**



Situación de la superficie en la escena exterior:  
Punto marcado: (507.212 m, 172.743 m, 0.850 m)



Valores en Lux, Escala 1 : 151

Trama: 64 x 32 Puntos

$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
19	16	23	0.801	0.689

*Figura 30. Superficie de cálculo de la Calle Rasillo. Fuente: Dialux.*

Se obtiene una iluminancia media de 19 lux. La distancia entre luminarias es de 19,23 metros y la suma de longitud de la calzada más la acera es de 6,77 metros. Con esto podemos calcular la superficie.

$$E_m = 19 \text{ lux.}$$

$$S = 19,23 \times 6,77 = 130,19 \text{ m}^2$$

El valor de la eficiencia energética para el vial estudiado, usando los datos del proyecto y la potencia total de las luminarias (como tenemos una disposición unilateral, y están alumbrando dos luminarias de 58 W, dando la mitad de flujo) es de 58 W. Aplicando la fórmula de eficiencia energética se obtiene:

$$\varepsilon = \frac{S \cdot E_m}{P} = \frac{130,19 \cdot 19}{58} = 42,65 \frac{\text{m}^2 \cdot \text{lux}}{\text{W}}$$

El valor de eficiencia energética de referencia se considera interpolando la Tabla 2 de la ITC-EA-01 (ITC-EA-01, 2013), para instalaciones de clase D con una iluminancia media en servicio calculada de 19 lux, obteniéndose un valor de eficiencia energética mínima de 8,7 lux·m<sup>2</sup> /W.

Iluminancia media en servicio $E_m(\text{lux})$	EFICIENCIA ENERGÉTICA MÍNIMA $\left(\frac{\text{m}^2 \cdot \text{lux}}{\text{W}}\right)$
$\geq 20$	9
15	7,5
10	6
7,5	5
$\leq 5$	3,5
Nota - Para valores de iluminancia media proyectada comprendidos entre los valores indicados en la tabla, la eficiencia energética de referencia se obtendrán por interpolación lineal	

Figura 31. Requisitos mínimos de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado vial ambiental. Fuente: tabla 2 de la ITC-EA-02.

Se comprueba que el valor de eficiencia energética obtenido en la instalación es superior al valor mínimo anterior.

$$\varepsilon = 42,65 > 8,7 \rightarrow \text{CUMPLE}$$

El índice de eficiencia energética ( $I_\varepsilon$ ) se define como el cociente entre la eficiencia energética de la instalación ( $\varepsilon$ ) y el valor de eficiencia energética de referencia ( $\varepsilon_R$ ) en función del nivel de iluminancia media en servicio proyectada, que se indica en la tabla 3 (ITC-EA-02, 2013).

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

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

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

Figura 32. Valores de eficiencia energética de referencia. Fuente: tabla 3 de la ITC-EA-02.

En primer lugar, se debe obtener el nivel de eficiencia energética de referencia correspondiente al alumbrado vial ambiental. Se calcula interpolando en la tabla 3 de la ITC-EA-01 (ITC-EA-01, 2013), obteniéndose un valor de referencia de 12,6 lux·m<sup>2</sup> /W.

Ahora ya se puede obtener el índice de eficiencia energética:

$$I\varepsilon = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_R} = \frac{42,65}{12,6} = 3,38$$

Una vez calculado el índice de eficiencia energética, se sigue con el cálculo del índice de consumo energético, para así poder clasificar energéticamente la instalación.

Con objeto de facilitar la interpretación de la calificación energética de la instalación de alumbrado y en consonancia con lo establecido en otras reglamentaciones, se define una etiqueta (ITC-EA-01, 2013) 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

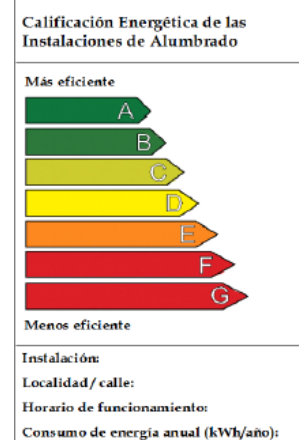


Figura 33. Calificación energética de las Instalaciones de Alumbrado. Fuente: ITC-EA-01.



utilizado para la escala de letras será el índice de consumo energético (ICE) que es igual al inverso de eficiencia energética:

$$ICE = \frac{1}{I_e} = \frac{1}{3,38} = 0,29$$

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

<b>Calificación Energética</b>	<b>Índice de Consumo Energético</b>	<b>Índice de Eficiencia Energética</b>
<b>A</b>	<b>ICE &lt; 0,91</b>	<b>I<sub>e</sub> &gt; 1,1</b>
<b>B</b>	<b>0,91 ≤ ICE &lt; 1,09</b>	<b>1,1 ≥ I<sub>e</sub> &gt; 0,92</b>
<b>C</b>	<b>1,09 ≤ ICE &lt; 1,35</b>	<b>0,92 ≥ I<sub>e</sub> &gt; 0,74</b>
<b>D</b>	<b>1,35 ≤ ICE &lt; 1,79</b>	<b>0,74 ≥ I<sub>e</sub> &gt; 0,56</b>
<b>E</b>	<b>1,79 ≤ ICE &lt; 2,63</b>	<b>0,56 ≥ I<sub>e</sub> &gt; 0,38</b>
<b>F</b>	<b>2,63 ≤ ICE &lt; 5,00</b>	<b>0,38 ≥ I<sub>e</sub> &gt; 0,20</b>
<b>G</b>	<b>ICE ≥ 5,00</b>	<b>I<sub>e</sub> ≥ 0,20</b>

Figura 34. Valores del Índice de Consumo Energético en función del Índice de Eficiencia Energética. Fuente: ITC-EA-01.

Por lo tanto, se puede concluir que la calle *Rasillo* tiene una clasificación energética tipo A.

### **CALLE CORDOVÍN:**

Para calcular la eficiencia energética de la instalación, se tiene que clasificar el tipo de vía que se quiere iluminar, según se indica en la ITC-EA-02 (ITC-EA-02, 2013).

El criterio principal de clasificación de las vías es la velocidad de circulación, según se establece en la Tabla 1 de la ITC-EA-02 (ITC-EA-02, 2013)

Clasificación	Tipo de vía	Velocidad del tráfico rodado (km/h)
A	de alta velocidad	$v > 60$
B	de moderada velocidad	$30 < v \leq 60$
C	carriles bici	--
D	de baja velocidad	$5 < v \leq 30$
E	vías peatonales	$v \leq 5$

Figura 35. Clasificación de las vías. Fuente: tabla 1 de la ITC-EA-02.

La vía será tipo D, al estar limitada a 30 km/h.

Dentro de la clasificación tipo D, se puede encontrar una subclasificación, reflejada en la tabla 4 (ITC-EA-02, 2013).

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

(\*) Para todas las situaciones de alumbrado C1-D1-D2-D3 y D4, cuando las zonas próximas sean claras (fondos claros), todas las vías de tráfico verán incrementadas sus exigencias a las de la clase de alumbrado inmediata superior.

Figura 36. Clases de alumbrado para vías tipos C y D. Fuente: tabla 4 de la ITC-EA-02.

Se elige una vía tipo D3-D4. Además, se considera un alto flujo de tráfico de peatones y ciclistas, lo que conlleva una clasificación CE2, S1 o S2.

Una vez elegido el tipo de vía, se procede a seleccionar la clase de alumbrado, según la ITC-EA-02 (ITC-EA-02, 2013).

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

<sup>(1)</sup> Los niveles de la tabla son valores mínimos en servicio con mantenimiento de la instalación de alumbrado. A fin de mantener dichos niveles de servicio, debe considerarse un factor de mantenimiento ( $f_m$ ) elevado que dependerá de la lámpara adoptada, del tipo de luminaria, grado de contaminación del aire y modalidad de mantenimiento preventivo.

Figura 37. Series S de clase de alumbrado para viales tipos C, D y E. Fuente: tabla 8 de la ITC-EA-02.

Según este criterio para las Series S, se selecciona la clase S1 para la calzada y para las aceras. La tabla muestra los niveles de Iluminancia Media e Iluminancia Mínima que se tienen que cumplir.

A continuación, se calcula el alumbrado de nuestra instalación (valores de luminancia e iluminancia, uniformidad, incremento de umbral (TI) y relación de entorno (SR)) y comprobación del cumplimiento de los parámetros luminotécnicos recomendados en ITC-EA-02 (ITC-EA-02, 2013): luminancia e iluminancia, uniformidades, incremento de umbral (TI) y relación de entorno (SR).

Para ello, se calculan los valores en el software de cálculo *DIALux*.

*Tabla 5. Valores calculados para la calle Cordovín.* Fuente: Elaboración propia.

Superficie	Iluminancia media Em (lux)	Iluminancia mínima Emin (lux)	Uniformidad media (Em/Emin)	Em límite	Emin límite	Cumple/no cumple
Calzada	18	14	0,790	15	5	SÍ
Acera lado luminaria 1	18	15	0,835	15	5	SÍ
Acera lado luminaria 2	17	14	0,820	15	5	SÍ
Acera lado contrario luminaria 1	18	15	0,854	15	5	SÍ
Acera lado contrario luminaria 2	16	13	0,818	15	5	SÍ

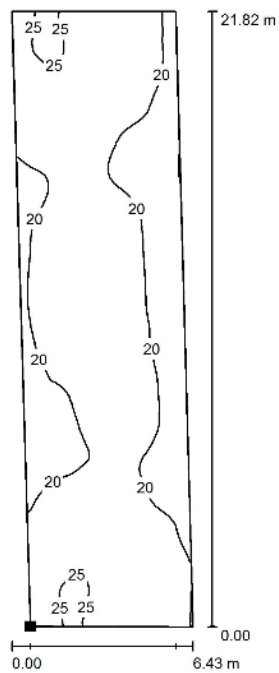
Se cumple, tanto para la calzada, como para las aceras, que los niveles calculados no superan el 20 % los niveles establecidos por la ITC-EA-02 (ITC-EA-02, 2013).

Se calcula la eficiencia energética de la instalación.

En este caso, la calle *Cordovín* dispone de las mismas luminarias alumbrando las aceras y la calzada. La disposición de las luminarias es unilateral, por lo que en el cálculo de la eficiencia energética se deberá considerar para la superficie de cálculo, la sección que hay entre dos luminarias, teniendo en cuenta la suma de superficie de la calzada más las aceras y una longitud determinada por la interdistancia entre dichas luminarias.

Se parte de esa superficie de cálculo en el software *DIALux*, para calcular el valor final de eficiencia energética. Para ello, se crea una superficie de cálculo como se puede observar en la siguiente imagen:

**Escena exterior 1 / Superficie de cálculo 1 / Isolíneas (E, perpendicular)**



Situación de la superficie en la escena exterior:  
Punto marcado: (421.879 m, 108.469 m, 0.850 m)

Valores en Lux, Escala 1 : 171



Trama: 128 x 32 Puntos

$E_m$  [lx]  
21

$E_{min}$  [lx]  
15

$E_{max}$  [lx]  
26

$E_{min} / E_m$   
0.709

$E_{min} / E_{max}$   
0.583

*Figura 38. Superficie de cálculo de la Calle Cordovín. Fuente: Dialux.*

Se obtiene una iluminancia media de 21 lux. La distancia entre luminarias es de 21,82 metros y la suma de longitud de la calzada más la acera es de 6,43 metros. Con esto podemos calcular la superficie.

$$E_m = 21 \text{ lux.}$$

$$S = 21,82 \times 6,43 = 140,3 \text{ m}^2$$

El valor de la eficiencia energética para el vial estudiado, usando los datos del proyecto y la potencia total de las luminarias (como tenemos una disposición unilateral, y están alumbrando dos luminarias de 58 W, dando la mitad de flujo) es de 58 W. Aplicando la fórmula de eficiencia energética se obtiene:

$$\varepsilon = \frac{S \cdot Em}{P} = \frac{140,3 \cdot 21}{58} = 50,8 \frac{m^2 \cdot lux}{W}$$

El valor de eficiencia energética de referencia se considera de la Tabla 2 de la ITC-EA-01 (ITC-EA-01, 2013), para instalaciones de clase D con una iluminancia media en servicio calculada de 21 lux, obteniéndose un valor de eficiencia energética mínima de 9 lux·m<sup>2</sup> /W.

Iluminancia media en servicio $E_m(lux)$	EFICIENCIA ENERGÉTICA MÍNIMA $\left(\frac{m^2 \cdot lux}{W}\right)$
$\geq 20$	9
15	7,5
10	6
7,5	5
$\leq 5$	3,5
Nota - Para valores de iluminancia media proyectada comprendidos entre los valores indicados en la tabla, la eficiencia energética de referencia se obtendrán por interpolación lineal	

Figura 39. Requisitos mínimos de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado vial ambiental. Fuente: tabla 2 de la ITC-EA-02.

Se comprueba que el valor de eficiencia energética obtenido en la instalación es superior al valor mínimo anterior.

$$\varepsilon = 50,8 > 9 \rightarrow CUMPLE$$

El índice de eficiencia energética ( $I_\varepsilon$ ) se define como el cociente entre la eficiencia energética de la instalación ( $\varepsilon$ ) y el valor de eficiencia energética de referencia ( $\varepsilon_R$ ) en función del nivel de iluminancia media en servicio proyectada, que se indica en la tabla 3 (ITC-EA-02, 2013).

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

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

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

Figura 40. Valores de eficiencia energética de referencia. Fuente: tabla 3 de la ITC-EA-02.

En primer lugar, se debe obtener el nivel de eficiencia energética de referencia correspondiente al alumbrado vial ambiental. Se calcula interpolando en la tabla 3 de la ITC-EA-01 (ITC-EA-01, 2013), obteniéndose un valor de referencia de 13 lux·m<sup>2</sup> /W.

Ahora ya se puede obtener el índice de eficiencia energética:

$$I\varepsilon = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_R} = \frac{50,8}{13} = 3,9$$

Una vez calculado el índice de eficiencia energética, se sigue con el cálculo del índice de consumo energético, para así poder clasificar energéticamente la instalación.

Con objeto de facilitar la interpretación de la calificación energética de la instalación de alumbrado y en consonancia con lo establecido en otras reglamentaciones, se define una etiqueta (ITC-EA-01, 2013) 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 será el índice de

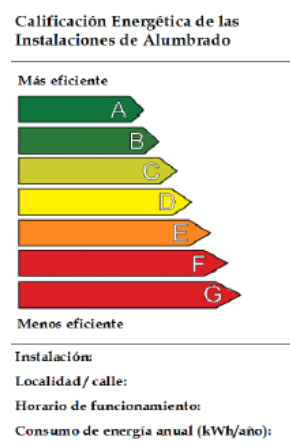


Figura 41. Calificación energética de las Instalaciones de Alumbrado. Fuente: ITC-EA-01.

consumo energético (ICE) que es igual al inverso de eficiencia energética:

$$ICE = \frac{1}{I_{\varepsilon}} = \frac{1}{3,9} = 0,26$$

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

Calificación Energética	Índice de Consumo Energético	Índice de Eficiencia Energética
<b>A</b>	<b>ICE &lt; 0,91</b>	<b>I<sub>ε</sub> &gt; 1,1</b>
<b>B</b>	<b>0,91 ≤ ICE &lt; 1,09</b>	<b>1,1 ≥ I<sub>ε</sub> &gt; 0,92</b>
<b>C</b>	<b>1,09 ≤ ICE &lt; 1,35</b>	<b>0,92 ≥ I<sub>ε</sub> &gt; 0,74</b>
<b>D</b>	<b>1,35 ≤ ICE &lt; 1,79</b>	<b>0,74 ≥ I<sub>ε</sub> &gt; 0,56</b>
<b>E</b>	<b>1,79 ≤ ICE &lt; 2,63</b>	<b>0,56 ≥ I<sub>ε</sub> &gt; 0,38</b>
<b>F</b>	<b>2,63 ≤ ICE &lt; 5,00</b>	<b>0,38 ≥ I<sub>ε</sub> &gt; 0,20</b>
<b>G</b>	<b>ICE ≥ 5,00</b>	<b>I<sub>ε</sub> ≥ 0,20</b>

Figura 42. Valores del Índice de Consumo Energético en función del Índice de Eficiencia Energética. Fuente: ITC-EA-01.

Por lo tanto, se puede concluir que la calle *Cordovín* tiene una clasificación energética tipo A.

### **CALLE 9 DE JUNIO:**

Para calcular la eficiencia energética de la instalación, se tiene que clasificar el tipo de vía que se quiere iluminar, según se indica en la ITC-EA-02 (ITC-EA-02, 2013).

El criterio principal de clasificación de las vías es la velocidad de circulación, según se establece en la Tabla 1 de la ITC-EA-02 (ITC-EA-02, 2013).



Clasificación	Tipo de vía	Velocidad del tráfico rodado (km/h)
A	de alta velocidad	$v > 60$
B	de moderada velocidad	$30 < v \leq 60$
C	carriles bici	--
D	de baja velocidad	$5 < v \leq 30$
E	vías peatonales	$v \leq 5$

Figura 43. Clasificación de las vías. Fuente: tabla 1 de la ITC-EA-02.

La vía será tipo D, al estar limitada a 30 km/h.

Dentro de la clasificación tipo D, se puede encontrar otra subclasificación, reflejada en la tabla 4 (ITC-EA-02, 2013).

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

<sup>(\*)</sup> Para todas las situaciones de alumbrado C1-D1-D2-D3 y D4, cuando las zonas próximas sean claras (fondos claros), todas las vías de tráfico verán incrementadas sus exigencias a las de la clase de alumbrado inmediata superior.

Figura 44. Clases de alumbrado para vías tipos C y D. Fuente: tabla 4 de la ITC-EA-02.

Se elige una vía tipo D3-D4. Además, se considera un alto flujo de tráfico de peatones y ciclistas, lo que conlleva una clasificación CE2, S1 o S2.

Una vez elegido el tipo de vía, se procede a seleccionar la clase de alumbrado, según la ITC-EA-02 (ITC-EA-02, 2013).

Clase de Alumbrado <sup>(1)</sup>	Iluminancia horizontal en el área de la calzada	
	Iluminancia Media $E_m$ (lux) <sup>(2)</sup>	Iluminancia mínima $E_{min}$ (lux) <sup>(2)</sup>
S1	15	5
S2	10	3
S3	7,5	1,5
S4	5	1

<sup>(1)</sup> Los niveles de la tabla son valores mínimos en servicio con mantenimiento de la instalación de alumbrado. A fin de mantener dichos niveles de servicio, debe considerarse un factor de mantenimiento ( $f_m$ ) elevado que dependerá de la lámpara adoptada, del tipo de luminaria, grado de contaminación del aire y modalidad de mantenimiento preventivo.

Figura 45. Series S de clase de alumbrado para viales tipos C, D y E. Fuente: tabla 8 de la ITC-EA-02.

Según este criterio para las Series S, se selecciona la clase S1 para la calzada y para las aceras. La tabla muestra los niveles de Iluminancia Media e Iluminancia Mínima que se tienen que cumplir.

A continuación, se calcula el alumbrado de nuestra instalación (valores de luminancia e iluminancia, uniformidad, incremento de umbral (TI) y relación de entorno (SR)) y comprobación del cumplimiento de los parámetros luminotécnicos recomendados en ITC-EA-02 (ITC-EA-02, 2013): luminancia e iluminancia, uniformidades, incremento de umbral (TI) y relación de entorno (SR).

Para ello, se calculan los valores en el software de cálculo *DIALux*.

*Tabla 6. Valores calculados para la calle 9 de Junio. Fuente: Elaboración propia.*

Superficie	Iluminancia media Em (lux)	Iluminancia mínima Emin (lux)	Uniformidad media (Em/Emin)	Em límite	Emin límite	Cumple/no cumple
Calzada	18	9,54	0,541	15	5	SÍ
Acera lado luminaria 1	19	16	0,825	15	5	SÍ
Acera lado luminaria 2	17	8,51	0,486	15	5	SÍ
Acera lado contrario luminaria 1	15	7,38	0,487	15	5	SÍ
Acera lado contrario luminaria 2	15	8,58	0,580	15	5	SÍ

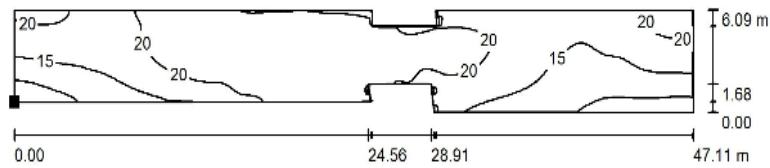
Se cumple, tanto para la calzada, como para las aceras, que los niveles calculados no superan el 20 % los niveles establecidos por la ITC-EA-02 (ITC-EA-02, 2013).

Se calcula la eficiencia energética de la instalación.

En este caso, la calle *9 de Junio* dispone de las mismas luminarias alumbrando las aceras y la calzada. La disposición de las luminarias es unilateral, por lo que en el cálculo de la eficiencia energética se deberá considerar para la superficie de cálculo, la sección que hay entre dos luminarias, teniendo en cuenta la suma de superficie de la calzada más las aceras y una longitud determinada por la interdistancia entre dichas luminarias.

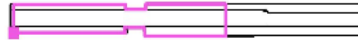
Se parte de esa superficie de cálculo en el software *DIALux*, para calcular el valor final de eficiencia energética. Para ello, se crea una superficie de cálculo como se puede observar en la siguiente imagen:

### Escena exterior 1 / Superficie de cálculo 2 / Isolíneas (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 337

Situación de la superficie en la escena exterior:  
Punto marcado: (397.019 m, 132.279 m,  
0.850 m)



Trama: 128 x 64 Puntos

$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
18	6.30	25	0.345	0.255

Figura 46. Superficie de cálculo de la Calle 9 de Junio. Fuente: Dialux.

Se obtiene una iluminancia media de 18 lux. La distancia entre luminarias es de 47,11 metros y la suma de longitud de la calzada más la acera es de 6,09 metros. Con esto podemos calcular la superficie.

$$E_m = 18 \text{ lux.}$$

$$S = 47,11 \times 6,09 = 286,9 \text{ m}^2$$

El valor de la eficiencia energética para el vial estudiado, usando los datos del proyecto y la potencia total de las luminarias (como tenemos una disposición en tresbolillo, tendremos en cuenta la suma de la luminaria que está en el centro, más otra luminaria, fruto de la suma de las dos medias luminarias que hay a los lados de la superficie de cálculo.) es de  $58 \text{ W} \times 2 = 116 \text{ W}$ . Aplicando la fórmula de eficiencia energética se obtiene:

$$\varepsilon = \frac{S \cdot E_m}{P} = \frac{286,9 \cdot 18}{116} = 44,5 \frac{\text{m}^2 \cdot \text{lux}}{\text{W}}$$

El valor de eficiencia energética de referencia se considera interpolando la Tabla 2 de la ITC-EA-01 (ITC-EA-01, 2013), para instalaciones de clase D con una iluminancia media en servicio calculada de 18 lux, obteniéndose un valor de eficiencia energética mínima de  $8,57 \text{ lux} \cdot \text{m}^2 / \text{W}$ .

Iluminancia media en servicio $E_m(\text{lux})$	EFICIENCIA ENERGÉTICA MÍNIMA $\left(\frac{\text{m}^2 \cdot \text{lux}}{\text{W}}\right)$
$\geq 20$	9
15	7,5
10	6
7,5	5
$\leq 5$	3,5

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

Figura 47. Requisitos mínimos de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado vial ambiental. Fuente: tabla 2 de la ITC-EA-02.

Se comprueba que el valor de eficiencia energética obtenido en la instalación es superior al valor mínimo anterior.

$$\varepsilon = 44,5 > 8,57 \rightarrow \text{CUMPLE}$$

El índice de eficiencia energética ( $I_\varepsilon$ ) se define como el cociente entre la eficiencia energética de la instalación ( $\varepsilon$ ) y el valor de eficiencia energética de referencia ( $\varepsilon_R$ ) en función del nivel de iluminancia media en servicio proyectada, que se indica en la tabla 3 (ITC-EA-02, 2013).

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

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

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

Figura 48. Valores de eficiencia energética de referencia. Fuente: tabla 3 de la ITC-EA-02.

En primer lugar, se debe obtener el nivel de eficiencia energética de referencia correspondiente al alumbrado vial ambiental. Esto se calcula interpolando en la

tabla 3 de la ITC-EA-01 (ITC-EA-01, 2013), obteniéndose un valor de referencia de 12,2 lux·m<sup>2</sup> /W.

Se puede obtener el índice de eficiencia energética:

$$I\varepsilon = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_R} = \frac{44,5}{12,2} = 3,65$$

Una vez calculado el índice de eficiencia energética, se sigue con el cálculo del índice de consumo energético, para así poder clasificar energéticamente la instalación.

Con objeto de facilitar la interpretación de la calificación energética de la instalación de alumbrado y en consonancia con lo establecido en otras reglamentaciones, se define una etiqueta (ITC-EA-01, 2013) 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 será el índice de consumo energético (ICE) que es igual al inverso de eficiencia energética:

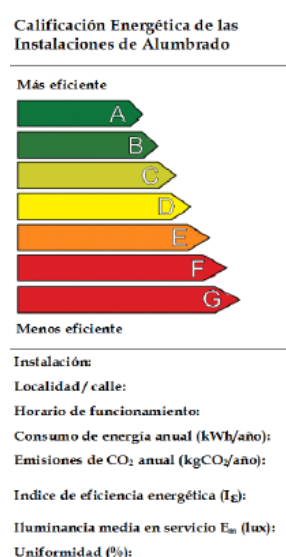


Figura 49. Calificación energética de las Instalaciones de Alumbrado. Fuente: ITC-EA-01.

$$ICE = \frac{1}{I\varepsilon} = \frac{1}{3,65} = 0,27$$

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

Calificación Energética	Índice de Consumo Energético	Índice de Eficiencia Energética
<b>A</b>	<b>ICE &lt; 0,91</b>	<b>I<sub>ε</sub> &gt; 1,1</b>
<b>B</b>	<b>0,91 ≤ ICE &lt; 1,09</b>	<b>1,1 ≥ I<sub>ε</sub> &gt; 0,92</b>
<b>C</b>	<b>1,09 ≤ ICE &lt; 1,35</b>	<b>0,92 ≥ I<sub>ε</sub> &gt; 0,74</b>
<b>D</b>	<b>1,35 ≤ ICE &lt; 1,79</b>	<b>0,74 ≥ I<sub>ε</sub> &gt; 0,56</b>
<b>E</b>	<b>1,79 ≤ ICE &lt; 2,63</b>	<b>0,56 ≥ I<sub>ε</sub> &gt; 0,38</b>
<b>F</b>	<b>2,63 ≤ ICE &lt; 5,00</b>	<b>0,38 ≥ I<sub>ε</sub> &gt; 0,20</b>
<b>G</b>	<b>ICE ≥ 5,00</b>	<b>I<sub>ε</sub> ≥ 0,20</b>

Figura 50. Valores del Índice de Consumo Energético en función del Índice de Eficiencia Energética. Fuente: ITC-EA-01.

Por lo tanto, se puede concluir que la calle 9 de Junio tiene una clasificación energética tipo A.

### **CALLE JOSÉ ANTONIO:**

Para calcular la eficiencia energética de la instalación, se tiene que clasificar el tipo de vía que se quiere iluminar, según se indica en la ITC-EA-02 (ITC-EA-02, 2013).

El criterio principal de clasificación de las vías es la velocidad de circulación, según se establece en la Tabla 1 de la ITC-EA-02 (ITC-EA-02, 2013).

Clasificación	Tipo de vía	Velocidad del tráfico rodado (km/h)
A	de alta velocidad	$v > 60$
B	de moderada velocidad	$30 < v \leq 60$
C	carriles bici	--
D	de baja velocidad	$5 < v \leq 30$
E	vías peatonales	$v \leq 5$

Figura 51. Clasificación de las vías. Fuente: tabla 1 de la ITC-EA-02.

La vía será tipo D, al estar limitada a 30 km/h.

Dentro de la clasificación tipo D, se puede encontrar otra subclasificación, reflejada en la tabla 4 (ITC-EA-02, 2013).

Situaciones de proyecto	Tipos de vías	Clase de Alumbrado <sup>(*)</sup>
C1	• Carriles bici independientes a lo largo de la calzada, entre ciudades en área abierta y de unión en zonas urbanas Flujo de tráfico de ciclistas	
	Alto..... Normal .....	S1 / S2 S3 / S4
D1 - D2	• Áreas de aparcamiento en autopistas y autovías. • Aparcamientos en general. • Estaciones de autobuses. Flujo de tráfico de peatones	
	Alto..... Normal .....	CE1A / CE2 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..... Normal .....	CE2 / S1 / S2 S3 / S4

(\*) Para todas las situaciones de alumbrado C1-D1-D2-D3 y D4, cuando las zonas próximas sean claras (fondos claros), todas las vías de tráfico verán incrementadas sus exigencias a las de la clase de alumbrado inmediata superior.

Figura 52. Clases de alumbrado para vías tipos C y D. Fuente: tabla 4 de la ITC-EA-02.

Se elige una vía tipo D3-D4. Además, se considera un alto flujo de tráfico de peatones y ciclistas, lo que conlleva una clasificación CE2, S1 o S2.

Una vez elegido el tipo de vía, se procede a seleccionar la clase de alumbrado, según la ITC-EA-02 (ITC-EA-02, 2013).

Clase de Alumbrado <sup>(1)</sup>	Iluminancia horizontal en el área de la calzada	
	Iluminancia Media $E_m$ (lux) <sup>(2)</sup>	Iluminancia mínima $E_{min}$ (lux) <sup>(2)</sup>
S1	15	5
S2	10	3
S3	7,5	1,5
S4	5	1

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

Figura 53. Series S de clase de alumbrado para viales tipos C, D y E. Fuente: tabla 8 de la ITC-EA-02.



Clase de Alumbrado (1)	Iluminancia horizontal	
	Iluminancia Media <i>Em (lux)</i> [mínima mantenida(1)]	Uniformidad Media <i>Um</i> [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 ( $f_m$ ) 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.

Figura 54. Series CE de clase de alumbrado para viales tipos D y E. Fuente: tabla 9 de la ITC-EA-02.

Según este criterio para la clase de alumbrado tipo D, tenemos Series S y CE, seleccionamos la clase CE2 para la calzada y S1 para las aceras. Las tablas nos muestran los niveles de Iluminancia Media e Iluminancia Mínima que se tienen que cumplir.

A continuación, se calcula el alumbrado de nuestra instalación (valores de luminancia e iluminancia, uniformidad, incremento de umbral (TI) y relación de entorno (SR)) y comprobación del cumplimiento de los parámetros luminotécnicos recomendados en ITC-EA-02 (ITC-EA-02, 2013): luminancia e iluminancia, uniformidades, incremento de umbral (TI) y relación de entorno (SR).

Para ello, se calculan los valores en el software de cálculo *DIALux*.

*Tabla 7. Valores calculados para la calle José Antonio. Fuente: Elaboración propia.*

Superficie	Iluminancia media Em (lux)	Iluminancia mínima Emin (lux)	Uniformidad media (Em/Emin)	Em límite	Emin límite	Cumple/no cumple
<b>Calzada</b>	20	12	0,627	20	-	SÍ
<b>Acera lado luminaria 1</b>	16	12	0,780	15	5	SÍ
<b>Acera lado luminaria 2</b>	15	12	0,789	15	5	SÍ
<b>Acera lado luminaria 3</b>	16	14	0,837	15	5	SÍ
<b>Acera lado luminaria 4</b>	16	14	0,887	15	5	SÍ
<b>Acera lado luminaria 5</b>	15	10	0,712	15	5	SÍ
<b>Acera lado luminaria 6</b>	15	7,75	0,532	15	5	SÍ
<b>Acera lado luminaria 7</b>	15	12	0,775	15	5	SÍ
<b>Acera lado luminaria 8</b>	17	13	0,739	15	5	SÍ
<b>Acera lado luminaria 9</b>	15	11	0,724	15	5	SÍ

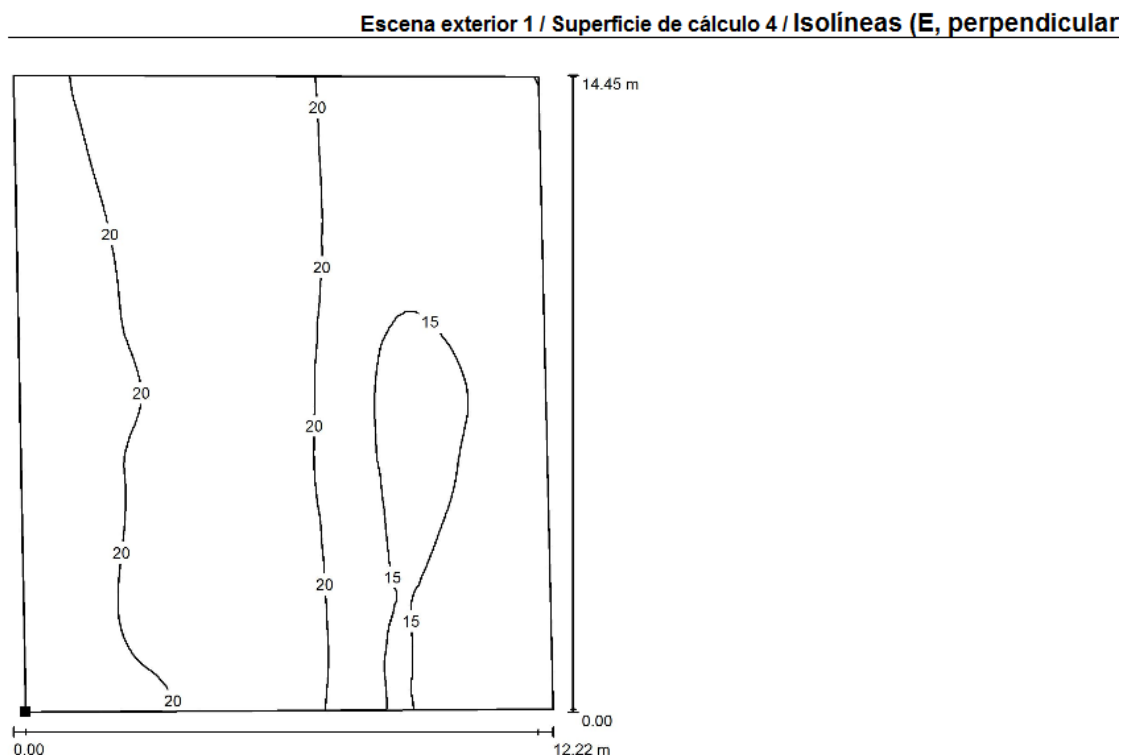
Se cumple, tanto para la calzada, como para las aceras, que los niveles calculados no superan el 20 % los niveles establecidos por la ITC-EA-02 (ITC-EA-02, 2013).

Se calcula la eficiencia energética de la instalación.

En este caso, la calle *José Antonio* dispone de las mismas luminarias alumbrando las aceras y la calzada, pero la disposición de las luminarias no es la misma a lo largo de la vía, por lo que se diferenciarán tres zonas con tres superficies de cálculo distintas y así luego poder calcular los valores de eficiencia energética, combinando los valores de las distintas zonas.

**-Primera zona:** corresponde a ambos lados de la vía (bilateral), por lo que en el cálculo de la eficiencia energética se deberá considerar para la superficie de cálculo, la sección que hay entre dos luminarias, teniendo en cuenta la suma de superficie de la calzada más las aceras y una longitud determinada por la interdistancia entre dichas luminarias.

Se parte de esa superficie de cálculo en el software *DIALux*, para calcular el valor final de eficiencia energética. Para ello, se crea una superficie de cálculo como se puede observar en la siguiente imagen:



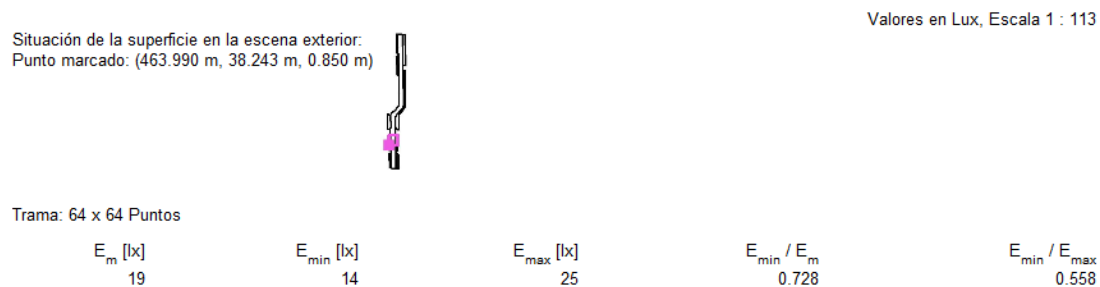


Figura 55. Superficie de cálculo de la Calle José Antonio. Fuente: Dialux.

Se obtiene una iluminancia media de 19 lux. La distancia entre luminarias es de 14,45 metros y la suma de longitud de la calzada más la acera es de 12,22 metros. Con esto podemos calcular la superficie.

$$E_m = 19 \text{ lux.}$$

$$S = 14,45 \times 12,22 = 176,58 \text{ m}^2$$

El valor de la eficiencia energética para el vial estudiado, usando los datos del proyecto y la potencia total de las luminarias (como tenemos una disposición bilateral, y como están alumbrando dos luminarias de 39 W, dando la mitad de flujo cada una de las cuatro) es de  $39 \times 2 = 78 \text{ W}$ . Aplicando la fórmula de eficiencia energética se obtiene:

$$\varepsilon = \frac{S \cdot E_m}{P} = \frac{176,58 \cdot 19}{78} = 43,01 \frac{\text{m}^2 \cdot \text{lux}}{\text{W}}$$

El valor de eficiencia energética de referencia se considera interpolando la Tabla 2 de la ITC-EA-01 (ITC-EA-01, 2013), para instalaciones de clase D con una iluminancia media en servicio calculada de 19 lux, obteniéndose un valor de eficiencia energética mínima de  $8,7 \text{ lux} \cdot \text{m}^2 / \text{W}$ .

Iluminancia media en servicio $E_m(\text{lux})$	EFICIENCIA ENERGÉTICA MÍNIMA $\left(\frac{\text{m}^2 \cdot \text{lux}}{\text{W}}\right)$
$\geq 20$	9
15	7,5
10	6
7,5	5
$\leq 5$	3,5

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

Figura 56. Requisitos mínimos de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado vial ambiental. Fuente: tabla 2 de la ITC-EA-02.

Se comprueba que el valor de eficiencia energética obtenido en la instalación es superior al valor mínimo anterior.

$$\varepsilon = 43,01 > 8,7 \rightarrow \text{CUMPLE}$$

El índice de eficiencia energética ( $I_\varepsilon$ ) se define como el cociente entre la eficiencia energética de la instalación ( $\varepsilon$ ) y el valor de eficiencia energética de referencia ( $\varepsilon_R$ ) en función del nivel de iluminancia media en servicio proyectada, que se indica en la tabla 3.

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

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

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

Figura 57. Valores de eficiencia energética de referencia. Fuente: tabla 3 de la ITC-EA-02.

En primer lugar, se debe obtener el nivel de eficiencia energética de referencia correspondiente al alumbrado vial ambiental. Esto se calcula interpolando en la tabla 3 de la ITC-EA-01 (ITC-EA-01, 2013), obteniéndose un valor de referencia de  $12,6 \text{ lux} \cdot \text{m}^2 / \text{W}$ .

Se puede obtener el índice de eficiencia energética:

$$I\varepsilon = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_R} = \frac{43,01}{12,6} = 3,41$$

Una vez calculado el índice de eficiencia energética, se sigue con el cálculo del índice de consumo energético, para así poder clasificar energéticamente la instalación.

Con objeto de facilitar la interpretación de la calificación energética de la instalación de alumbrado y en consonancia con lo establecido en otras reglamentaciones, se define una etiqueta (ITC-EA-01, 2013) 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 será el índice de consumo energético (ICE) que es igual al inverso de eficiencia energética:

$$ICE = \frac{1}{I\varepsilon} = \frac{1}{3,41} = 0,29$$

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

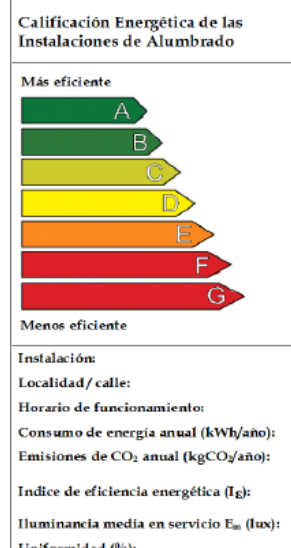


Figura 58. Calificación energética de las Instalaciones de Alumbrado. Fuente: ITC-EA-01.

Calificación Energética	Índice de Consumo Energético	Índice de Eficiencia Energética
<b>A</b>	<b>ICE &lt; 0,91</b>	<b>I<sub>E</sub> &gt; 1,1</b>
<b>B</b>	<b>0,91 ≤ ICE &lt; 1,09</b>	<b>1,1 ≥ I<sub>E</sub> &gt; 0,92</b>
<b>C</b>	<b>1,09 ≤ ICE &lt; 1,35</b>	<b>0,92 ≥ I<sub>E</sub> &gt; 0,74</b>
<b>D</b>	<b>1,35 ≤ ICE &lt; 1,79</b>	<b>0,74 ≥ I<sub>E</sub> &gt; 0,56</b>
<b>E</b>	<b>1,79 ≤ ICE &lt; 2,63</b>	<b>0,56 ≥ I<sub>E</sub> &gt; 0,38</b>
<b>F</b>	<b>2,63 ≤ ICE &lt; 5,00</b>	<b>0,38 ≥ I<sub>E</sub> &gt; 0,20</b>
<b>G</b>	<b>ICE ≥ 5,00</b>	<b>I<sub>E</sub> ≥ 0,20</b>

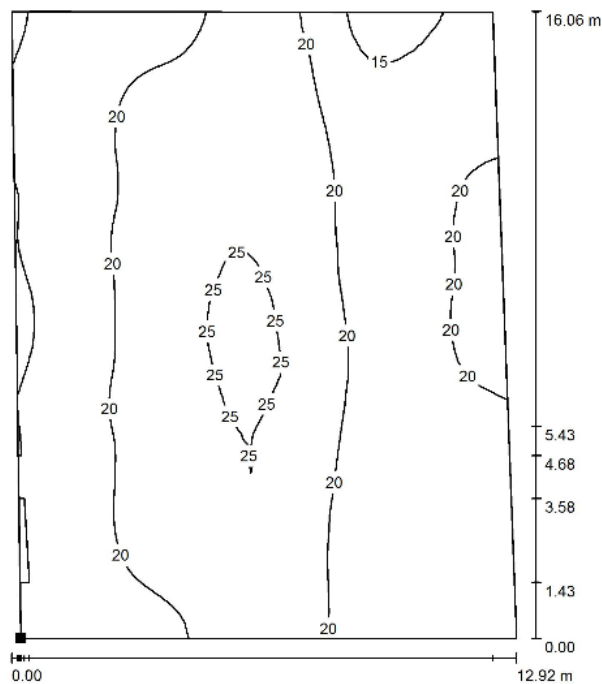
Figura 59. Valores del Índice de Consumo Energético en función del Índice de Eficiencia Energética. Fuente: ITC-EA-01.

Por lo tanto, se puede concluir que la primera zona de la calle *José Antonio* tiene una clasificación energética tipo A.

**-Segunda zona:** corresponde a una situación a ambos lados de la vía (tresbolillo), por lo que en el cálculo de la eficiencia energética se deberá considerar para la superficie de cálculo, la sección que hay entre dos luminarias, teniendo en cuenta la suma de superficie de la calzada más las aceras y una longitud determinada por la interdistancia entre dichas luminarias.

Se parte de esa superficie de cálculo en el software *DIALux*, para calcular el valor final de eficiencia energética. Para ello creamos una superficie de cálculo como se puede observar en la siguiente imagen:

Escena exterior 1 / Superficie de cálculo 4 / Isolíneas (E, perpendicular)



Situación de la superficie en la escena exterior:  
Punto marcado: (473.556 m, 175.352 m,  
0.850 m)

Valores en Lux, Escala 1 : 126



Trama: 64 x 64 Puntos

$E_m$  [lx]  
20

$E_{min}$  [lx]  
14

$E_{max}$  [lx]  
26

$E_{min} / E_m$   
0.697

$E_{min} / E_{max}$   
0.526

Figura 60. Superficie de cálculo de la Calle José Antonio. Fuente: Dialux.

Se obtiene una iluminancia media de 20 lux. La distancia entre luminarias es de 16,06 metros y la suma de longitud de la calzada más la acera es de 12,92 metros. Con esto podemos calcular la superficie.

$$E_m = 20 \text{ lux.}$$

$$S = 16,06 \times 12,92 = 207,5 \text{ m}^2$$

El valor de la eficiencia energética para el vial estudiado, usando los datos del proyecto y la potencia total de las luminarias (como tenemos una disposición en tresbolillo, tenemos una luminaria en el centro dando toda su potencia, 58 W, y tenemos alumbrando dos luminarias de 39 W, dando la mitad de flujo cada una,)



es de 39 W+58 W = 97 W. Aplicando la fórmula de eficiencia energética se obtiene:

$$\varepsilon = \frac{S \cdot Em}{P} = \frac{207,5 \times 20}{97} = 42,78 \frac{m^2 \cdot lux}{W}$$

El valor de eficiencia energética de referencia se considera de la Tabla 2 de la ITC-EA-01 (ITC-EA-01, 2013), para instalaciones de clase D con una iluminancia media en servicio calculada de 20 lux, obteniéndose un valor de eficiencia energética mínima de 9 lux·m<sup>2</sup> /W.

Iluminancia media en servicio $E_m(lux)$	EFICIENCIA ENERGÉTICA MÍNIMA $\left(\frac{m^2 \cdot lux}{W}\right)$
$\geq 20$	9
15	7,5
10	6
7,5	5
$\leq 5$	3,5
Nota - Para valores de iluminancia media proyectada comprendidos entre los valores indicados en la tabla, la eficiencia energética de referencia se obtendrán por interpolación lineal	

Figura 61. Requisitos mínimos de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado vial ambiental. Fuente: tabla 2 de la ITC-EA-02.

Se comprueba que el valor de eficiencia energética obtenido en la instalación es superior al valor mínimo anterior.

$$\varepsilon = 42,78 > 9 \rightarrow CUMPLE$$

El índice de eficiencia energética ( $I_\varepsilon$ ) se define como el cociente entre la eficiencia energética de la instalación ( $\varepsilon$ ) y el valor de eficiencia energética de referencia ( $\varepsilon_R$ ) en función del nivel de iluminancia media en servicio proyectada, que se indica en la tabla 3 (ITC-EA-02, 2013).

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

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

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

Figura 62. Valores de eficiencia energética de referencia. Fuente: tabla 3 de la ITC-EA-02.

En primer lugar, se debe obtener el nivel de eficiencia energética de referencia correspondiente al alumbrado vial ambiental. Esto se calcula interpolando en la tabla 3 de la ITC-EA-01 (ITC-EA-01, 2013), obteniéndose un valor de referencia de 13 lux·m<sup>2</sup> /W.

Se puede obtener el índice de eficiencia energética:

$$I\varepsilon = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_R} = \frac{42,78}{13} = 3,29$$

Una vez calculado el índice de eficiencia energética, se sigue con el cálculo del índice de consumo energético, para así poder clasificar energéticamente la instalación.

Con objeto de facilitar la interpretación de la calificación energética de la instalación de alumbrado y en consonancia con lo establecido en otras reglamentaciones, se define una etiqueta (ITC-EA-01, 2013) 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

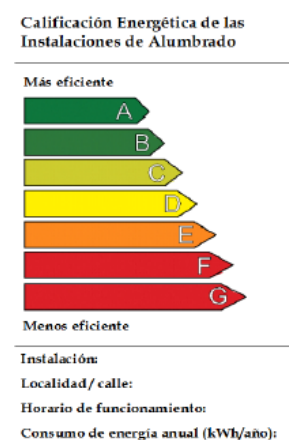


Figura 63. Calificación energética de las Instalaciones de Alumbrado. Fuente: ITC-EA-01.

utilizado para la escala de letras será el índice de consumo energético (ICE) que es igual al inverso de eficiencia energética:

$$ICE = \frac{1}{I_e} = \frac{1}{3,29} = 0,3$$

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

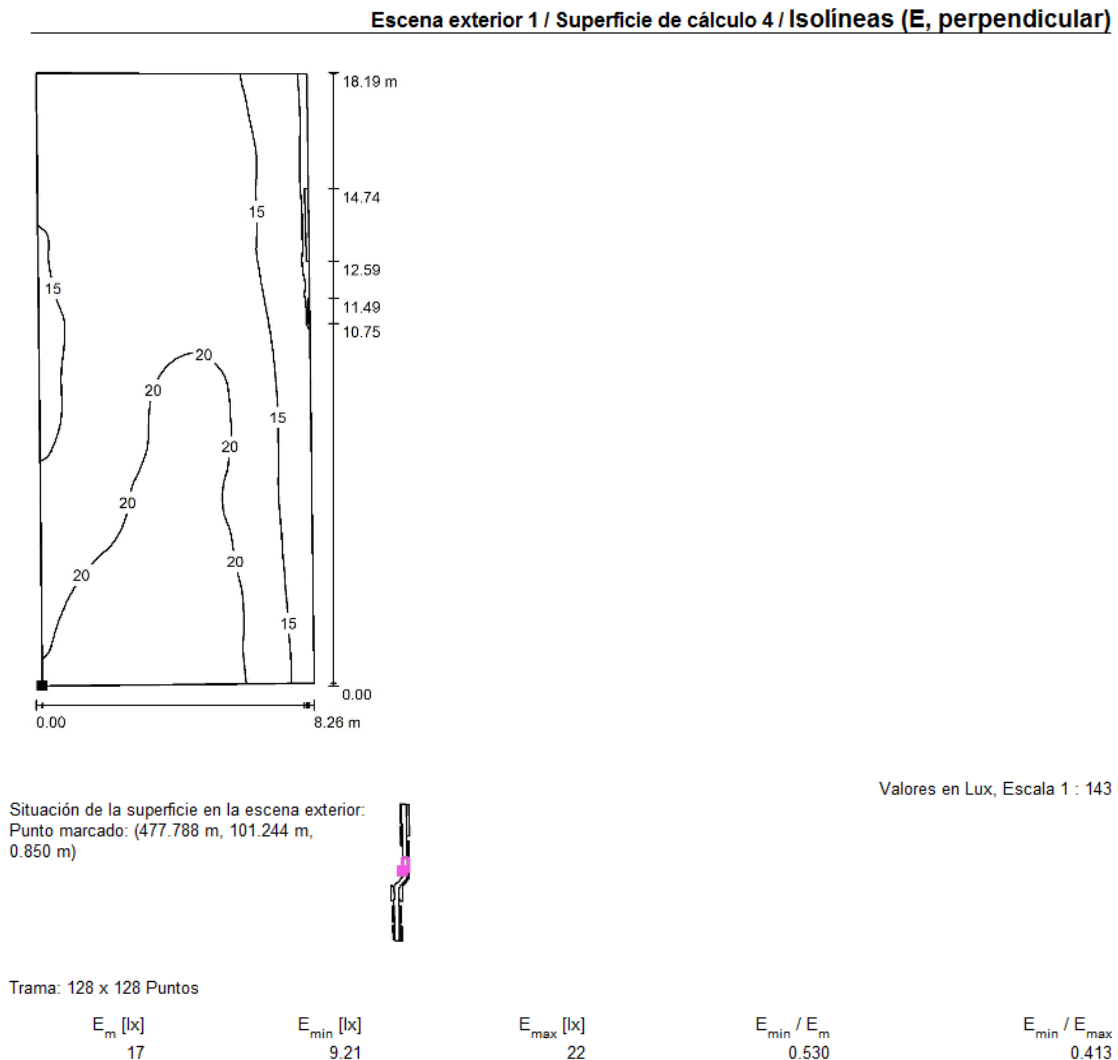
<b>Calificación Energética</b>	<b>Índice de Consumo Energético</b>	<b>Índice de Eficiencia Energética</b>
<b>A</b>	<b>ICE &lt; 0,91</b>	<b>I<sub>e</sub> &gt; 1,1</b>
<b>B</b>	<b>0,91 ≤ ICE &lt; 1,09</b>	<b>1,1 ≥ I<sub>e</sub> &gt; 0,92</b>
<b>C</b>	<b>1,09 ≤ ICE &lt; 1,35</b>	<b>0,92 ≥ I<sub>e</sub> &gt; 0,74</b>
<b>D</b>	<b>1,35 ≤ ICE &lt; 1,79</b>	<b>0,74 ≥ I<sub>e</sub> &gt; 0,56</b>
<b>E</b>	<b>1,79 ≤ ICE &lt; 2,63</b>	<b>0,56 ≥ I<sub>e</sub> &gt; 0,38</b>
<b>F</b>	<b>2,63 ≤ ICE &lt; 5,00</b>	<b>0,38 ≥ I<sub>e</sub> &gt; 0,20</b>
<b>G</b>	<b>ICE ≥ 5,00</b>	<b>I<sub>e</sub> ≥ 0,20</b>

*Figura 64. Valores del Índice de Consumo Energético en función del Índice de Eficiencia Energética. Fuente: ITC-EA-01.*

Por lo tanto, se puede concluir que la segunda zona de la calle *José Antonio* tiene una clasificación energética tipo A.

**-Tercera zona:** corresponde a una situación a un lado de la vía (unilateral), por lo que en el cálculo de la eficiencia energética se deberá considerar para la superficie de cálculo, la sección que hay entre dos luminarias, teniendo en cuenta la suma de superficie de la calzada más las aceras y una longitud determinada por la interdistancia entre dichas luminarias.

Se parte de esa superficie de cálculo en el software *DIALux*, para calcular el valor final de eficiencia energética. Para ello creamos una superficie de cálculo como se puede observar en la siguiente imagen:



*Figura 65. Superficie de cálculo de la Calle José Antonio. Fuente: Dialux.*

Se obtiene una iluminancia media de 17 lux. La distancia entre luminarias es de 18,19 metros y la suma de longitud de la calzada más la acera es de 8,26 metros. Con esto podemos calcular la superficie.

$$E_m = 17 \text{ lux.}$$

$$S = 18,19 \times 8,26 = 150,25 \text{ m}^2$$

El valor de la eficiencia energética para el vial estudiado, usando los datos del proyecto y la potencia total de las luminarias (como tenemos una disposición unilateral, y como están alumbrando dos luminarias de 39 W, dando la mitad de flujo cada una de las cuatro) es de 39 W. Aplicando la fórmula de eficiencia energética se obtiene:

$$\varepsilon = \frac{S \cdot E_m}{P} = \frac{150,25 \times 17}{39} = 65,49 \frac{m^2 \cdot lux}{W}$$

El valor de eficiencia energética de referencia se considera de la Tabla 2 de la ITC-EA-01 (ITC-EA-01, 2013), para instalaciones de clase D con una iluminancia media en servicio calculada de 17 lux, obteniéndose un valor de eficiencia energética mínima de 8,1 lux·m<sup>2</sup> /W.

Iluminancia media en servicio $E_m(lux)$	EFICIENCIA ENERGÉTICA MÍNIMA $\left(\frac{m^2 \cdot lux}{W}\right)$
$\geq 20$	9
15	7,5
10	6
7,5	5
$\leq 5$	3,5

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

Figura 66. Requisitos mínimos de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado vial ambiental. Fuente: tabla 2 de la ITC-EA-02.

Se comprueba que el valor de eficiencia energética obtenido en la instalación es superior al valor mínimo anterior.

$$\varepsilon = 65,49 > 8,1 \rightarrow CUMPLE$$

El índice de eficiencia energética ( $I_\varepsilon$ ) se define como el cociente entre la eficiencia energética de la instalación ( $\varepsilon$ ) y el valor de eficiencia energética de referencia ( $\varepsilon_R$ ) en función del nivel de iluminancia media en servicio proyectada, que se indica en la tabla 3.

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

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

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

Figura 67. Valores de eficiencia energética de referencia.. Fuente: tabla 3 de la ITC-EA-02.

En primer lugar, se debe obtener el nivel de eficiencia energética de referencia correspondiente al alumbrado vial ambiental. Esto se calcula interpolando en la tabla 3 de la ITC-EA-01 (ITC-EA-01, 2013), obteniéndose un valor de referencia de  $11,8 \text{ lux} \cdot \text{m}^2 / \text{W}$ .

Se puede obtener el índice de eficiencia energética:

$$I\varepsilon = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_R} = \frac{65,49}{11,8} = 5,55$$

Una vez calculado el índice de eficiencia energética, se sigue con el cálculo del índice de consumo energético, para así poder clasificar energéticamente la instalación.

Con objeto de facilitar la interpretación de la calificación energética de la instalación de alumbrado y en consonancia con lo establecido en otras reglamentaciones, se define una etiqueta (ITC-EA-01, 2013) 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

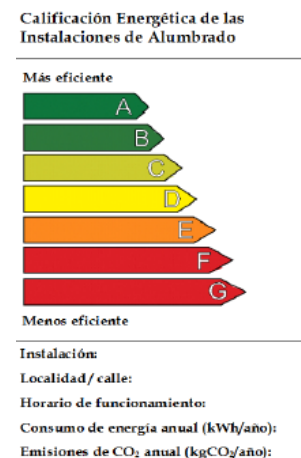


Figura 68. Calificación energética de las Instalaciones de Alumbrado. Fuente: ITC-EA-01.

utilizado para la escala de letras será el índice de consumo energético (ICE) que es igual al inverso de eficiencia energética:

$$ICE = \frac{1}{I_e} = \frac{1}{5,55} = 0,18$$

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

<b>Calificación Energética</b>	<b>Índice de Consumo Energético</b>	<b>Índice de Eficiencia Energética</b>
<b>A</b>	<b>ICE &lt; 0,91</b>	<b>I<sub>e</sub> &gt; 1,1</b>
<b>B</b>	<b>0,91 ≤ ICE &lt; 1,09</b>	<b>1,1 ≥ I<sub>e</sub> &gt; 0,92</b>
<b>C</b>	<b>1,09 ≤ ICE &lt; 1,35</b>	<b>0,92 ≥ I<sub>e</sub> &gt; 0,74</b>
<b>D</b>	<b>1,35 ≤ ICE &lt; 1,79</b>	<b>0,74 ≥ I<sub>e</sub> &gt; 0,56</b>
<b>E</b>	<b>1,79 ≤ ICE &lt; 2,63</b>	<b>0,56 ≥ I<sub>e</sub> &gt; 0,38</b>
<b>F</b>	<b>2,63 ≤ ICE &lt; 5,00</b>	<b>0,38 ≥ I<sub>e</sub> &gt; 0,20</b>
<b>G</b>	<b>ICE ≥ 5,00</b>	<b>I<sub>e</sub> ≥ 0,20</b>

*Figura 69. Valores del Índice de Consumo Energético en función del Índice de Eficiencia Energética. Fuente: ITC-EA-01.*

Por lo tanto, se puede concluir que la tercera zona de la calle *José Antonio* tiene una clasificación energética tipo A.

Para calcular la eficiencia total, como indica la ITC-EA-01 (ITC-EA-01, 2013), la calificación energética de una instalación se efectúa para cada sección de vial de idénticas características geométricas, luminotécnicas y distribución de los puntos de luz.

En el supuesto caso en el que se quiera realizar la calificación energética de la totalidad de los puntos de luz de un alumbrado vial alimentados por un cuadro, se aplicará la siguiente expresión:

$$I_{\varepsilon c} = \frac{\sum(I_{\varepsilon i} \cdot Si)}{\sum Si}$$

Donde:

$I_{\varepsilon c}$  = índice de eficiencia energética de las instalaciones de alumbrado vial alimentadas por el cuadro.

$I_{\varepsilon i}$  = índice de eficiencia energética de cada tipo de sección.

$Si$  = superficie de cada tipo de sección.

Por tanto, obtenemos:

$$I_{\varepsilon c} = \frac{\sum(I_{\varepsilon i} \cdot Si)}{\sum Si} = \frac{3,41 \cdot 14,45 \cdot 12,22 + 3,29 \cdot 12,92 \cdot 16,06 + 5,55 \cdot 8,26 \cdot 18,19}{14,45 \cdot 12,22 + 12,92 \cdot 16,06 + 8,26 \cdot 18,19} = 5,95$$

El índice de consumo energético total será:

$$ICE = \frac{1}{I_{\varepsilon}} = \frac{1}{5,95} = 0,168$$

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

Calificación Energética	Índice de Consumo Energético	Índice de Eficiencia Energética
<b>A</b>	<b>ICE &lt; 0,91</b>	<b>I<sub>ε</sub> &gt; 1,1</b>
<b>B</b>	<b>0,91 ≤ ICE &lt; 1,09</b>	<b>1,1 ≥ I<sub>ε</sub> &gt; 0,92</b>
<b>C</b>	<b>1,09 ≤ ICE &lt; 1,35</b>	<b>0,92 ≥ I<sub>ε</sub> &gt; 0,74</b>
<b>D</b>	<b>1,35 ≤ ICE &lt; 1,79</b>	<b>0,74 ≥ I<sub>ε</sub> &gt; 0,56</b>
<b>E</b>	<b>1,79 ≤ ICE &lt; 2,63</b>	<b>0,56 ≥ I<sub>ε</sub> &gt; 0,38</b>
<b>F</b>	<b>2,63 ≤ ICE &lt; 5,00</b>	<b>0,38 ≥ I<sub>ε</sub> &gt; 0,20</b>
<b>G</b>	<b>ICE ≥ 5,00</b>	<b>I<sub>ε</sub> ≥ 0,20</b>

Figura 70. Valores del Índice de Consumo Energético en función del Índice de Eficiencia Energética. Fuente: ITC-EA-01.



Por lo tanto, se puede concluir que la calle *José Antonio* tiene una clasificación energética tipo A.

### **PLAZA AURELIAN:**

Para calcular la eficiencia energética de la instalación, se tiene que clasificar el tipo de vía que se quiere iluminar, según se indica en la ITC-EA-02 (ITC-EA-02, 2013).

El criterio principal de clasificación de las vías es la velocidad de circulación, según se establece en la Tabla 1 (ITC-EA-02, 2013).

La ITC-EA-02 (ITC-EA-02, 2013), indica que se considerarán alumbrados específicos los que corresponden a pasarelas peatonales, escaleras y rampas, pasos subterráneos peatonales, alumbrado adicional de pasos peatones, parque y jardines, pasos a nivel de ferrocarril, fondos de saco, gloriets, túneles y pasos inferiores, aparcamientos de vehículos al aire libre y áreas de trabajo exteriores, así como cualquier otro que pueda asimilarse a los anteriores.

### **Alumbrado de Parques y Jardines:**

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

Clasificación	Tipo de vía	Velocidad del tráfico rodado (km/h)
A	de alta velocidad	$v > 60$
B	de moderada velocidad	$30 < v \leq 60$
C	carriles bici	--
D	de baja velocidad	$5 < v \leq 30$
E	vías peatonales	$v \leq 5$

*Figura 71. Clasificación de las vías. Fuente: tabla 1 de la ITC-EA-02.*

La vía será tipo E, correspondiente a vías peatonales.

Dentro de la clasificación tipo E, se puede encontrar otra subclasificación, reflejada en la tabla 5 (ITC-EA-02, 2013).

Situaciones de proyecto	Tipos de vías	Clase de Alumbrado <sup>(1)</sup>
E1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Espacios peatonales de conexión, calles peatonales, y aceras a lo largo de la calzada.</li> <li>• Paradas de autobús con zonas de espera</li> <li>• Áreas comerciales peatonales.</li> </ul> Flujo de tráfico de peatones Alto..... Normal .....	CE1A / CE2 / S1 S2 / S3 / S4
E2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zonas comerciales con acceso restringido y uso prioritario de peatones.</li> </ul> Flujo de tráfico de peatones Alto..... Normal .....	CE1A / CE2 / S1 S2 / S3 / S4

<sup>(1)</sup> Para todas las situaciones de alumbrado E1 y E2, cuando las zonas próximas sean claras (fondos claros), todas las vías de tráfico verán incrementadas sus exigencias a las de la clase de alumbrado inmediata superior.

Figura 72. Clases de alumbrado para vías tipo E. Fuente: tabla 5 de la ITC-EA-02.

El flujo de tráfico de peatones y ciclistas es normal, por lo que se selecciona una clase de alumbrado S2.

En la Tabla 8 de la correspondiente ITC-EA-02 (ITC-EA-02, 2013), se selecciona la clase de alumbrado para nuestra vía.

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

<sup>(1)</sup> Los niveles de la tabla son valores mínimos en servicio con mantenimiento de la instalación de alumbrado. A fin de mantener dichos niveles de servicio, debe considerarse un factor de mantenimiento ( $f_m$ ) elevado que dependerá de la lámpara adoptada, del tipo de luminaria, grado de contaminación del aire y modalidad de mantenimiento preventivo.

Figura 73. Series S de clase de alumbrado para viales tipos C, D y E. Fuente: tabla 8 de la ITC-EA-02.

Según este criterio para las Series S, se selecciona la clase S2 para la zona del parque. La tabla muestra los niveles de Iluminancia Media e Iluminancia Mínima que se tienen que cumplir:

Tabla 8. Valores calculados para la Plaza Aurelhian. Fuente: Elaboración propia.

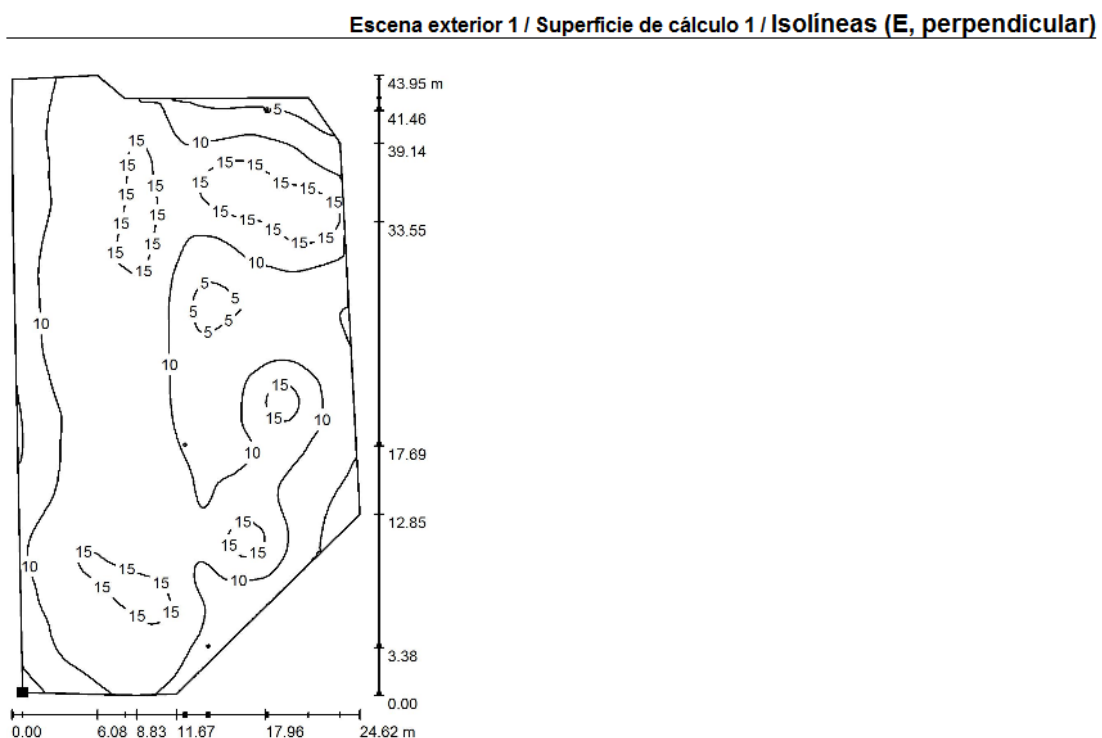
Superficie	Iluminancia media $E_m$ (lux)	Iluminancia mínima $E_{min}$ (lux)	Uniformidad media ( $E_m/E_{min}$ )	$E_m$ límite	$E_{min}$ límite	Cumple/no cumple
Parque	10	3,31	0,33	10	3	Sí

Se cumple, tanto para la calzada, como para las aceras, que los niveles calculados no superan el 20 % los niveles establecidos por la ITC-EA-02 (ITC-EA-02, 2013).

Se calcula la eficiencia energética de la instalación.

En este caso, como es un parque, y hay luminarias de distintos tipos y dispuestas de distinta forma que los casos anteriores, se calcula la eficiencia energética de toda la instalación, con una superficie de cálculo que ocupe toda la superficie del parque con sus correspondientes luminarias.

Se parte de esa superficie de cálculo en el software *DIALux*, para calcular el valor final de eficiencia energética. Para ello, se crea una superficie de cálculo como se puede observar en la siguiente imagen:



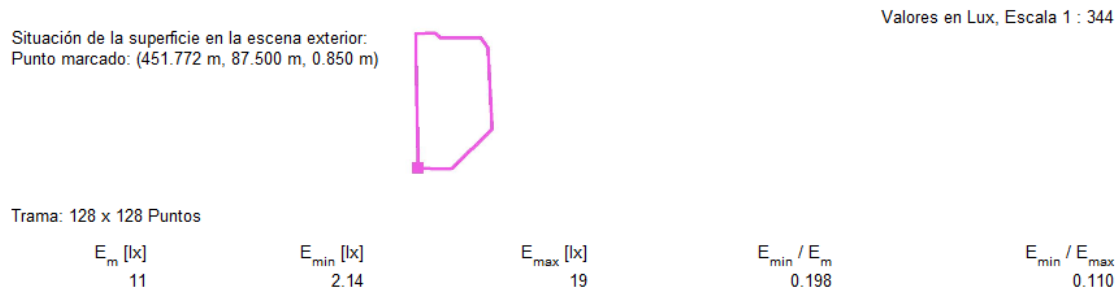


Figura 74. Superficie de cálculo de la Plaza Aurelhian. Fuente: Dialux.

Se obtiene una iluminancia media de 11 lux. La distancia entre luminarias es de 43,95 metros y la suma de longitud de la calzada más la acera es de 24,62 metros. Con esto podemos calcular la superficie.

$$E_m = 11 \text{ lux.}$$

$$S = 43,95 \times 24,62 = 1082,05 \text{ m}^2$$

El valor de la eficiencia energética para el vial estudiado, usando los datos del proyecto y la potencia total de las luminarias será la suma de todas ellas, 4 luminarias de 27 W y 4 luminarias de 13 W, da un total de 160 W. Aplicando la fórmula de eficiencia energética se obtiene:

$$\varepsilon = \frac{S \cdot E_m}{P} = \frac{1082,05 \times 11}{160} = 74,39 \frac{\text{m}^2 \cdot \text{lux}}{\text{W}}$$

El valor de eficiencia energética de referencia se considera interpolando la Tabla 2 de la ITC-EA-01 (ITC-EA-01, 2013), para instalaciones de clase D con una iluminancia media en servicio calculada de 11 lux, obteniéndose un valor de eficiencia energética mínima de 6,2 lux·m<sup>2</sup> /W.

Iluminancia media en servicio $E_m(\text{lux})$	EFICIENCIA ENERGÉTICA MÍNIMA $\left(\frac{\text{m}^2 \cdot \text{lux}}{\text{W}}\right)$
$\geq 20$	9
15	7,5
10	6
7,5	5
$\leq 5$	3,5

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

Figura 75. Requisitos mínimos de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado vial ambiental. Fuente: tabla 2 de la ITC-EA-02.

Se comprueba que el valor de eficiencia energética obtenido en la instalación es superior al valor mínimo anterior.

$$\varepsilon = 74,39 > 6,2 \rightarrow CUMPLE$$

El índice de eficiencia energética ( $I_\varepsilon$ ) se define como el cociente entre la eficiencia energética de la instalación ( $\varepsilon$ ) y el valor de eficiencia energética de referencia ( $\varepsilon_R$ ) en función del nivel de iluminancia media en servicio proyectada, que se indica en la tabla 3 (ITC-EA-02, 2013).

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

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

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

Figura 76. Valores de eficiencia energética de referencia. Fuente: tabla 3 de la ITC-EA-02.

En primer lugar, se debe obtener el nivel de eficiencia energética de referencia correspondiente al alumbrado vial ambiental. Esto se calcula interpolando en la tabla 3 de la ITC-EA-01 (ITC-EA-01, 2013), obteniéndose un valor de referencia de 12, 2 lux·m<sup>2</sup> /W.

Se puede obtener el índice de eficiencia energética:

$$I_\varepsilon = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_R} = \frac{74,39}{9,4} = 7,91$$

Una vez calculado el índice de eficiencia energética, se sigue con el cálculo del índice de consumo energético, para así poder clasificar energéticamente la instalación.

Con objeto de facilitar la interpretación de la calificación energética de la instalación de alumbrado y en consonancia con lo establecido en otras reglamentaciones, se define una etiqueta (ITC-EA-01, 2013) 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 será el índice de consumo energético (ICE) que es igual al inverso de eficiencia energética:

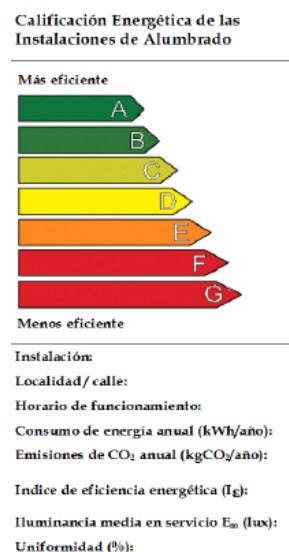


Figura 77. Calificación energética de las Instalaciones de Alumbrado. Fuente: ITC-EA-01.

$$ICE = \frac{1}{IE} = \frac{1}{7,91} = 0,126$$

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

Calificación Energética	Índice de Consumo Energético	Índice de Eficiencia Energética
<b>A</b>	<b>ICE &lt; 0,91</b>	<b>IE &gt; 1,1</b>
<b>B</b>	<b>0,91 ≤ ICE &lt; 1,09</b>	<b>1,1 ≥ IE &gt; 0,92</b>
<b>C</b>	<b>1,09 ≤ ICE &lt; 1,35</b>	<b>0,92 ≥ IE &gt; 0,74</b>
<b>D</b>	<b>1,35 ≤ ICE &lt; 1,79</b>	<b>0,74 ≥ IE &gt; 0,56</b>
<b>E</b>	<b>1,79 ≤ ICE &lt; 2,63</b>	<b>0,56 ≥ IE &gt; 0,38</b>
<b>F</b>	<b>2,63 ≤ ICE &lt; 5,00</b>	<b>0,38 ≥ IE &gt; 0,20</b>
<b>G</b>	<b>ICE ≥ 5,00</b>	<b>IE ≥ 0,20</b>

Figura 78. Valores del Índice de Consumo Energético en función del Índice de Eficiencia Energética. Fuente: ITC-EA-01.

Por lo tanto, se puede concluir que la calle *Plaza Aurelhian* tiene una clasificación energética tipo A.

## 2. CUMPLIMIENTO DE LA INSTRUCCIÓN ITC-EA-03. RESPLANDOR LUMINOSO NOCTURNO Y 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: (ITC-EA-03, 2013)

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

Figura 79. Limitaciones de la luz molesta procedente de instalaciones de alumbrado exterior. Fuente: tabla 3 de la ITC-EA-03.

La clasificación de las diferentes zonas en función de su protección contra la contaminación luminosa, según el tipo de actividad a desarrollar en cada una de las zonas es la siguiente: (ITC-EA-03, 2013)

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

Figura 80. Clasificación de zonas de protección contra la contaminación luminosa. Fuente: tabla 1 de la ITC-EA-03.

Se limitan las emisiones luminosas hacia el cielo, con excepción del alumbrado festivo y navideño. Se ilumina solamente la superficie que se quiere dotar de alumbrado.

La luminosidad 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 superará los límites establecidos en la siguiente tabla:

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

Figura 81. Valores límite del flujo hemisférico superior instalado. Fuente: tabla 2 de la ITC-EA-03.

Las luminarias seleccionadas cumplen con esta instrucción, al tener un flujo hemisférico superior de clase E1, para la condición más exigente (áreas o entornos con paisajes oscuros), tal como se muestra en las fichas técnicas que se adjuntan.



### **3. CUMPLIMIENTO DE LA INSTRUCCIÓN ITC-EA-04. COMPONENTES DE LAS INSTALACIONES**

En lo referente a los métodos de medida y presentación de las características fotométricas de lámparas y luminarias, se sigue con lo establecido en las normas relevantes de la serie *UNE-EN 13032 "Luz y alumbrado. Medición y presentación de datos fotométricos de lámparas y luminarias"*. (13032-2)

El flujo hemisférico superior instalado, rendimiento de la luminaria, factor de utilización, grado de protección IP, eficacia de la lámpara y demás características relevantes para cada tipo de luminaria, lámpara o equipos auxiliares, son ser garantizados por el fabricante, mediante una declaración expresa o certificación de un laboratorio acreditativo.

#### **LÁMPARAS:**

Con excepción de las iluminaciones navideñas y festivas, las lámparas utilizadas en la instalación tienen una eficacia luminosa superior a (ITC-EA-04, 2013):

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

Cada punto de luz debe tener compensado individualmente el factor de potencia para que sea igual o superior a 0,90.

En este caso, la eficacia de las luminarias es superior a 100 lúmenes/watio, y el factor de potencia es  $\geq 0,95$ .

#### **LUMINARIAS:**

Las luminarias y proyectores que se instalan, excepto en alumbrado festivo y navideño, deben cumplir los requisitos siguientes respecto a valores de rendimiento de la luminaria y factor de utilización:

**Tabla 1 - 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
(1) A excepción de alumbrado festivo y navideño. (2) Alcanzarán los valores que permitan cumplir los requisitos mínimos de eficiencia energética establecidos en las tablas 1 y 2 de la ITC-EA-01.				

*Figura 82. Características de las luminarias y proyectores. Fuente: tabla 1 de la ITC-EA-04.*

Las luminarias seleccionadas tienen un rendimiento  $\geq 0,95$  y un factor de utilización de 1.

Las luminarias utilizadas en el alumbrado exterior están conformes a la norma UNE-EN 60.598-2-3 (UNE-EN 60.598-2-3) y la UNE-EN 60.598-2-5 (UNE-EN 60.598-2-5) en el caso de proyectores de exterior.

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

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

### **SISTEMAS DE ACCIONAMIENTO:**

Los sistemas de accionamiento garantizan que las instalaciones de alumbrado exterior se enciendan y apaguen con precisión a las horas previstas cuando la luminosidad ambiente lo requiera, al objeto de ahorrar energía (ITC-EA-04, 2013).

La instalación se enciende por la acción combinada de un interruptor horario astronómico y/o una célula fotoeléctrica, pudiendo encenderse, por ejemplo, en caso de tormenta, aun fuera del horario establecido por el reloj.

### **SISTEMAS DE REGULACIÓN:**

Con la finalidad de ahorrar energía, las instalaciones de alumbrado recogidas en la ITC-EA-02 (ITC-EA-02, 2013), se proyectan con dispositivos o sistemas para regular el nivel luminoso mediante un sistema como puede ser un regulador o un balasto electrónico (ITC-EA-04, 2013).

Puesto que las luminarias seleccionadas disponen de un driver programable, se ajustan individualmente para que, al igual que sucede con las ya instaladas en el resto del municipio de Alfaro, sus niveles de iluminación sean los siguientes:

- ✓ 65% desde el arranque hasta media hora después del mismo
- ✓ 100% las cinco horas siguientes
- ✓ 65% el resto del tiempo, hasta su apagado.

## **4. CUMPLIMIENTO DE LA INSTRUCCIÓN ITC-EA-05. DOCUMENTACIÓN TÉCNICA, VERIFICACIONES E INSPECCIONES**

Se cumple con lo establecido en la instrucción ITC-EA-05 (ITC-EA-05, 2013) en cuanto al contenido del proyecto, que es necesario para instalaciones de más de 5 kW. No obstante, dado que la potencia total instalada es de 2,99 kW, para legalizar la instalación en el Servicio de Industria y Energía, se precisa de una memoria técnica de diseño (MTD), que será redactada por instalador autorizado. La instalación precisa de una verificación inicial previa a la puesta en servicio y una verificación periódica cada 5 años.

La verificación de la instalación de alumbrado, tanto inicial como periódica, a realizar por instalador autorizado, comprenderá las siguientes mediciones:

- a) Potencia eléctrica consumida por la instalación. Dicha potencia se medirá mediante un analizador de potencia trifásico con una exactitud mejor que el 5%. Durante la medida de la potencia consumida, se registrará la tensión de alimentación y se tendrá en cuenta su desviación respecto a la tensión nominal, para el cálculo de la potencia de referencia utilizada en el proyecto.
- b) Iluminancia media de la instalación. El valor de dicha iluminancia será el valor medio de las iluminancias medidas en los puntos de la retícula de cálculo, de acuerdo con lo establecido en la ITC-EA-07. Podrá aplicarse el método simplificado de medida de la iluminancia media, denominado de los "nueve puntos".
- c) Uniformidad de la instalación. Para el cálculo de los valores de uniformidad media se tendrán en cuenta las medidas individuales realizadas para el cálculo de la iluminancia media.

## **5. CUMPLIMIENTO DE LA INSTRUCCIÓN ITC-EA-06. MANTENIMIENTO DE LA EFICIENCIA DE LAS INSTALACIONES**

En cumplimiento de lo exigido en la ITC-EA-06 del REEA (ITC-EA-06, 2013), se redacta el presente plan de mantenimiento, que deberá ser ejecutado por el titular de la instalación.

### **OBJETIVOS FUNDAMENTALES DEL PLAN DE MANTENIMIENTO**

Con el objetivo básico de lograr un mantenimiento preestablecido de la iluminancia media en servicio en la instalación proyectada, resulta conveniente elaborar un programa de conservación de la instalación de iluminación del mismo. Este programa de conservación perseguirá los siguientes objetivos:

- Mantener una buena eficacia energética, o lo que es lo mismo, minimizar el coste por lux.
- Reducir al mínimo posible el coste de conservación de la instalación.

## OPERACIONES DE MANTENIMIENTO Y SU REGISTRO

Para garantizar en el transcurso del tiempo el valor del factor de mantenimiento de la instalación, se realizarán las operaciones de reposición de lámparas y limpieza de luminarias con la periodicidad determinada por el cálculo del factor.

El titular de la instalación será el responsable de garantizar la ejecución del plan de mantenimiento de la instalación descrito en el proyecto o memoria técnica de diseño.

Las operaciones de mantenimiento relativas a la limpieza de las luminarias y a la sustitución de lámparas averiadas podrán ser realizadas directamente por el titular de la instalación o mediante subcontratación.

Las mediciones eléctricas y luminotécnicas incluidas en el plan de mantenimiento serán realizadas por un instalador autorizado en baja tensión, que deberá llevar un registro de operaciones de mantenimiento, en el que se reflejen los resultados de las tareas realizadas. El registro podrá realizarse en un libro u hojas de trabajo o un sistema informatizado. En cualquiera de los casos, se numerarán correlativamente las operaciones de mantenimiento de la instalación de alumbrado exterior, debiendo figurar, como mínimo, la siguiente información:

- a) El titular de la instalación y la ubicación de ésta.
- b) El titular del mantenimiento
- c) El número de orden de la operación de mantenimiento preventivo en la instalación
- d) El número de orden de la operación de mantenimiento correctivo
- e) La fecha de ejecución
- f) Las operaciones realizadas y el personal que las realizó

Además, con objeto de facilitar la adopción de medidas de ahorro energético, se registrará:

- g) Consumo energético anual
- h) Tiempos de encendido y apagado de los puntos de luz
- i) Medida y valoración de la energía activa y reactiva consumida, con discriminación horaria y factor de potencia
- j) Niveles de iluminación mantenidos

El registro de las operaciones de mantenimiento de cada instalación se hará por duplicado y se entregará una copia al titular de la instalación. Tales documentos deberán guardarse al menos durante cinco años, contados a partir de la fecha de ejecución de la correspondiente operación de mantenimiento.

#### Programa de reposición de lámparas.

Para poder elaborar un correcto programa de reposición de lámparas se necesita conocer la curva de depreciación de flujo luminoso, y la curva de mortalidad. Ambos son suministrados por el fabricante.

La sustitución de las lámparas puede realizarse de forma individual, a medida que vayan fallando dichas lámparas, o bien de forma colectiva, al final de su vida útil; a este último método se le suele conocer con la denominación de "reemplazo masivo en grupo".

De forma general, en las grandes instalaciones resulta más económico, en forma de horas/hombre, una sustitución en grupo bien organizada que el reemplazo individual.

En nuestro caso, se ha considerado un factor de mantenimiento,  $f_m = 0,80$  que se corresponde con un intervalo de sustitución "masiva" de módulos LED "de tipo reemplazables" cada 16 años (ó 70.000h aprox.).

#### Programa de limpieza de luminarias.

Para la realización de un eficaz programa de limpieza de las luminarias es preciso conocer, dentro de las importantes limitaciones prácticas que ello conlleva, cómo disminuye la luz emitida por la luminaria con el paso del tiempo. Con el objeto de poder cuantificar esta depreciación, se podría adoptar diversos sistemas de cálculo que ayudan a obtener unos resultados aproximados, teniendo en cuenta una serie de factores:

- a) categoría de la luminaria desde el punto de vista de su conservación, tomando como dato de partida el tipo de construcción de la misma.
- b) clasificación de las características ambientales de la zona proyectada, mediante las oportunas estimaciones.

Los datos anteriores pueden ser complementados por otros parámetros como pueden ser:

1. El deterioro de las superficies del sistema óptico de las luminarias.
2. El deterioro del color de los techos, suelos y paredes del local, traducidos en disminuciones de las correspondientes reflectancias.
3. Reducción del flujo luminoso de las lámparas como consecuencia de su incorrecta posición, tensión de alimentación, temperatura ambiental, etc.

Generalmente, se aprovecha el desplazamiento de maquinaria y personal a la zona para realizar las operaciones de sustitución de lámparas, para realizar simultáneamente las labores de limpieza de las luminarias y grupos ópticos, reduciendo de esta manera los costes de explotación. Por lo tanto, se deberá realizar una limpieza de las luminarias cada 3 años, valor recomendado por el fabricante.

Método gráfico para la elaboración del Plan de Mantenimiento.

También se puede elaborar un plan de mantenimiento o conservación de la instalación de alumbrado de forma gráfica, siguiendo los pasos que a continuación se elaboran:

-Graficar un sistema de coordenadas ortogonales: en el eje de abscisas se coloca el tiempo, medido en años, y en el eje de ordenadas la depreciación de la iluminancia inicial, expresada en tanto por ciento.

-A partir de aquí, se comienza a dibujar los efectos que tienen lugar sobre la reducción de la iluminancia media, sabiendo que se suman algebraicamente unos a otros, y se podrá estimar el tiempo en el que se necesita una sustitución de lámparas, limpieza de luminarias, etc.

-En dicha gráfica se deben representar los siguientes valores: iluminancia media inicial; envejecimiento del sistema óptico de la luminaria; disminución de los valores de reflectancias de paredes, suelos y techo; depreciación del flujo luminoso de las lámparas; depreciación por suciedad acumulada; iluminancia media recomendada; iluminancia media mínima.

-Se puede observar que al cabo de  $t_1$  años de funcionamiento de la

instalación, la suma de todos los efectos contemplados sobre la depreciación de la iluminancia recomendada ha alcanzado el 80% de la misma. Es en dicho momento donde se debe actuar sobre los parámetros que aumenten el nivel de iluminación hasta valores permisibles. Procediendo por lo tanto en t1 a realizar una limpieza de los conjuntos luminarias más lámparas, se puede lograr un aumento de la iluminancia, que se puede situar entorno al 93% de la iluminancia recomendada.

Cuando transcurrido un tiempo, se alcanza t2 años, la depreciación de la iluminancia recomendada a disminuido en un 20%, y por lo tanto es necesaria una actuación que lógicamente debe ser la sustitución general de lámparas (ya que han llegado al final de su vida útil), y a su vez la limpieza de las luminarias y grupos ópticos, con objeto de simultanear ambas operaciones. En este momento y con la actuación indicada (limpieza más sustitución), se puede recuperar la curva de máxima iluminancia de la instalación, si bien será inferior al 100% de la inicial, debido a la pérdida inevitable correspondiente principalmente al envejecimiento de los diferentes componentes del sistema óptico de la luminaria (reflector, refractor, cierre, etc.), y que no pueden ser corregidos con el mantenimiento normal.

Al menos, con las actuaciones previstas, se pretende que la iluminancia de la instalación sea lo más elevada posible respecto a la inicial, siguiendo las medidas propuestas en el presente plan de mantenimiento.

## TIPOS DE MANTENIMIENTO.

Dentro de las operaciones de mantenimiento de la instalación de alumbrado exterior, se pueden clasificar en dos tipos de mantenimiento en función de las causas y las actuaciones a realizar, Mantenimiento Correctivo y Mantenimiento Preventivo.

### Mantenimiento Correctivo.

El mantenimiento Correctivo en Instalaciones de Alumbrado Exterior consiste en la localización y reparación de todas las averías e incidencias del Sistema. Las actuaciones habituales son:



- Sustitución de lámparas.
- Sustitución o reparación de las luminarias.
- Sustitución y/o ajuste del Sistema de programación y/o encendido.
- Reparación o sustitución de la aparamenta ubicada en el Centro de Mando y Maniobra

### Mantenimiento Preventivo.

El mantenimiento Preventivo en Instalaciones de Alumbrado Exterior consiste en la revisión periódica de todos y cada uno de los elementos de la Instalación, efectuando las tareas necesarias para evitar averías y/o fallos de la misma, antes de que ocurran. Es fundamental siempre comenzar con la realización de un Inventario (número, tipo y ubicación de los puntos de luz, sistemas de control, cuadros eléctricos, planos, etc) y de un Plan de Mantenimiento, incluyendo la Gestión de recambios.

Las tareas habituales son:

- Inspección del estado de los soportes (corrosión, anclajes, tapas de registro, etc)
- Inspección de las Luminarias (caja conexiones eléctricas, amarres, cierre, limpieza).
- Inspección de las Luminarias (amarres, cierre, limpieza).
- Inspección y comprobación del sistema de programación y/o encendido.
- Inspección del tendido eléctrico (donde sea aéreo).
- Comprobación de la iluminación ofrecida y su intensidad. (la contaminación lumínica debe ser valorada, pero no tanto en las tareas de Mantenimiento, sino en los proyectos de nuevas instalaciones o sustitución de alumbrados antiguos, con estudios adecuados y luminarias más modernas).

## 6. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LAS LUMINARIAS

A continuación, se muestran las fichas técnicas de las luminarias empleadas para el cálculo luminotécnico.

LUMINARIAS DECORATIVAS

**simon** **ATIK** **ISTANIUM<sup>®</sup>**






**Luminaria LED decorativa  
formas cónicas**

Instalación recomendada desde 3 hasta 6 m de altura.




Configurador Simon ATIK ISTANIUM<sup>®</sup> LED

MODELO											
MPS		MPC		MPF							
											
Tamaño M, fijación post. top Ø60 mm, cubierta esférica		Tamaño M, fijación post. top Ø60 mm, cubierta cónica		Tamaño M, fijación post. top Ø60 mm, cubierta plana							
DIFUSOR	CABLEADA	TENSIÓN DE ENTRADA/ PROTECCIÓN	ÓPTICA	T° COLOR	LEDs/POTENCIA	CORRIENTE	REGULACIÓN				
<b>ATF</b> Met. Alta Res. Trans. Plano	<b>5 m</b> 5 m de cable	<b>230 Vac CI</b> Rec. eléctrica	<b>RW</b> Vid. Amplia	<b>NDL</b> Luz de Día Neutra	<b>24 LEDs (2 mod.)</b> 350 mA 25 W 530 mA 39 W 700 mA 64 W	<b>350 mA</b>	<b>2N-</b> Sin línea de mando Autoregulación				
<b>ATB</b> Met. Alta Res. Trans. Cónc.		<b>230 Vac CII</b> Rec. eléctrica	<b>RF</b> Vid. Frontal	<b>WDL</b> Luz de Día Cálida	<b>36 LEDs (3 mod.)</b> 350 mA 37 W 530 mA 55 W 700 mA 81 W	<b>530 mA</b>	<b>2N+</b> Con línea de mando				
<b>POB</b> Polim. Opal Cónico		<b>12..24 Vdc</b> Punto de luz solar	<b>RE</b> Vid. lateral		<b>48 LEDs (4 mod.)</b> 350 mA 44 W 530 mA 77 W	<b>700 mA</b>	<b>1N</b> Sin regulación				
			<b>SRF</b> Simétrica Vid. Frontal		<b>60 LEDs (5 mod.)</b> 350 mA 61 W 530 mA 96 W		<b>CAD</b> Regul. Flujo Cálido				
							<b>1..10 V</b> Protocolo 1..10				
							<b>DALI</b> Protocolo DALI				
ACABADOS											
<b>Colores carta Simon Lighting</b> Ver colores Simon Lighting pág. 378				<b>Colores carta RAL classic</b> Ver carta RAL							
RESTRICCIONES DE CONFIGURACIÓN											
Equipos de 12..24 Vdc sólo admiten 24 LEDs a 350 mA o a 530 mA con regulación 1N o 2N-.. Óptica SRF sólo en modelos de 24 y 36 LED.											

Impreso: 2019-04-10

Figura 83. Luminaria seleccionada. Fuente: Catálogo Simon.

#### REFERENCIAS BASE

SIMON ATIK ISTANIUM® LED	TEMPERATURA COLOR	CORRIEN.	POTEN.	LEDs/MODULOS	CLASE	REGUL.	CÓDIGO
 <p>Simon ATIK Istanium® LED, luminaria tamaño M, fijación post top Ø60 mm, tapa curva, difusor de Metacrilato Alta Resistencia Transparente y plano, con equipo electrónico Clase I. Precableado con 5m, tensión de alimentación 230 Vac/50 Hz, óptica vital amplia. Acabado estándar en color Simon GYDECO.</p>	<b>NDL</b> Luz de Día Neutra	350 mA	37 W	36 LEDs (3 mod.)	Cl	1N	50-86914
			49 W	48 LEDs (4 mod.)	Cl	1N	50-86930
			61 W	60 LEDs (5 mod.)	Cl	1N	50-86916
		530 mA	58 W	36 LEDs (3 mod.)	Cl	1N	50-86918
			77 W	48 LEDs (4 mod.)	Cl	1N	50-86932
			96 W	60 LEDs (5 mod.)	Cl	1N	50-86920
	<b>WDL</b> Luz de Día Cálida	350 mA	37 W	36 LEDs (3 mod.)	Cl	1N	50-86915
			49 W	48 LEDs (4 mod.)	Cl	1N	50-86931
			61 W	60 LEDs (5 mod.)	Cl	1N	50-86917
		530 mA	58 W	36 LEDs (3 mod.)	Cl	1N	50-86919
			77 W	48 LEDs (4 mod.)	Cl	1N	50-86933
			96 W	60 LEDs (5 mod.)	Cl	1N	50-86921

#### ACCESORIOS

ARTÍCULO	DESCRIPCIÓN	CÓDIGO
	Recambio difusor ATB	50-70898
	Recambio difusor POB	50-70899

#### COMBINACIONES MÁS COMUNES DE MODELO, DIFUSOR Y REFLECTOR








		
Modelo: MPS Difusor: POB	Modelo: MPC Difusor: POB	Modelo: MPF Difusor: POB
		
Modelo: MPS Difusor: ATB	Modelo: MPC Difusor: ATB	Modelo: MPF Difusor: ATB
		
Modelo: MPS Difusor: AIF	Modelo: MPC Difusor: AIF	Modelo: MPF Difusor: AIF

Figura 84. Luminaria seleccionada. Fuente: Catálogo Simon.

## INFORMACIÓN TÉCNICA SIMON ATIK ISTANIUM® LED

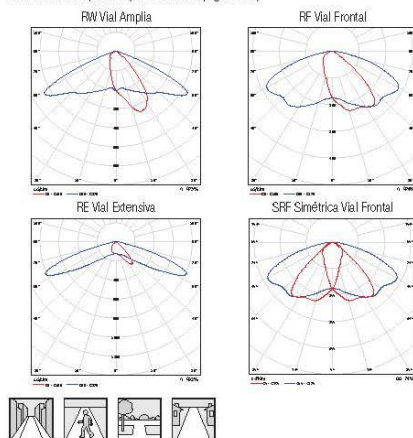
### DATOS FOTOMÉTRICOS\*

<b>Grupo Óptico:</b> sistema modular con módulos ISTANIUM® LED	
<b>Temperatura de color</b>	WDL 3000K NDL 4000K DL 5000K**
<b>Índice de Reproducción cromática</b>	>70
<b>Duración LED (L70B10 a 25 °C)</b>	50.000 h
<b>Flujo luminoso</b>	1.700 a 10.000 lm
<b>Eficiencia de la luminaria</b>	Hasta 100 lm/W
<b>Distribución fotométrica</b>	Óptica RW Óptica RF Óptica RE Óptica SRF
<b>FHS Inst.</b>	PC E1 – (difusor transparente)
<b>Módulos Istanium® LED</b>	2 a 5
<b>LEDs</b>	24 a 60

\* Dependiente del modelo.  
\*\* Bajo demanda

### DISTRIBUCIÓN FOTOMÉTRICA

Con difusor transparente (ver detalles en página 374)



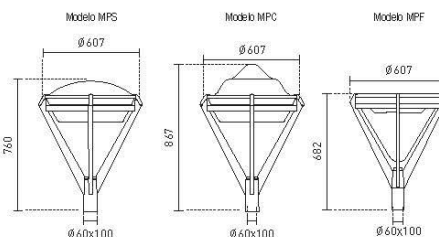
### DIMENSIONES FÍSICAS

<b>Fijación post-top</b>	Columna Ø60 mm con 100 mm de longitud.
<b>Grado IP</b>	IP65
<b>Grado IK</b>	IK09
<b>Superficie al viento</b>	0,18 / 0,23 m²
<b>Peso</b>	Min 12 kg Máx 15 kg

### MATERIALES

<b>Base</b>	Fundición inyectada de aluminio
<b>Tapa superior</b>	Aluminio
<b>Difusor</b>	Transparente, Metacrilato de alta resistencia al impacto. (AISI)
	Opal, Polímero técnico.
<b>Sistema de cierre</b>	Palancas de fundición inyectada de aluminio
<b>Reciclabilidad</b>	

### DIMENSIONES



### ACABADOS

Cuerpo: Colores Simon Lighting  
Cuerpo: Otros colores RAL

### PARÁMETROS ELÉCTRICOS\*

<b>Potencia según modelos</b>	24 LED 2 mod.	36 LED 3 mod.	48 LED 4 mod.	60 LED 5 mod.
	350 mA	25 W	37 W	49 W
<b>Corriente de alimentación</b>	530 mA	39 W	58 W	77 W
	700 mA	54 W	81 W	96 W
<b>Temperatura de trabajo</b>	-40 °C ... +40 °C			
<b>Regulación</b>	2H+ Sin línea de mando 2H+ Con línea de mando CAD Regulador de flujo en cabecera 1H (100%) Sin regulación 1... 10V** DALI**			
	Luminarias alimentadas por la red eléctrica		Luminarias alimentadas por puntos de luz solar	
<b>Tensión de alimentación</b>	220-240 Vac		12-24 Vdc	
<b>Frecuencia</b>	50 / 60 Hz		-	
<b>Equipo electrónico</b>	Clase II		Clase III	
<b>Protección contra sobretensiones</b>	4 kV		-	
<b>cos φ</b>	≥ 0,95		-	
<b>Protección eléctrica de la luminaria</b>	Clase I o Clase II		Clase III	

\* Dependiente del modelo.  
\*\* Bajo demanda

### CERTIFICADOS

Luminaria según: EN-60598-1 y 2-3 / EN-ISO-55015 / EN-61547 / EN 61000-3-2 y 3-3



### Garantía

2 años (extensión de garantía a 5 años para LEDs bajo demanda).

### Suministro y embalaje

Embalado en caja de cartón reciclable con etiqueta identificativa para proteger el producto durante el transporte y almacenaje. Suministro con 5m de cable sección 2,5 mm² ya conectado.

### Mantenimiento

Mantener limpia la superficie del difusor para conseguir el máximo flujo luminoso. Utilizar un trapo húmedo sin ningún tipo de producto agresivo ni detergente. Lubricar las juntas de estanqueidad y reemplazarlas cuando estén cuarteadas. Lubricar los cierres y/o las charnelas de las partes móviles. Mantener limpia la superficie de radiación térmica para no perder flujo luminoso ni acortar la vida de los LEDs.

Figura 85. Luminaria seleccionada. Fuente: Catálogo Simon.


# simon NATH Istanium



Luminaria LED vial funcional  
ideal para la introducción  
intensiva de la tecnología LED  
Instalación recomendada desde 4 hasta 10 m de altura.



## Configurador Simon NATH Istanium® LED



MXF

Tamaño M, fijación post-top y lateral Ø60 mm, cubierta plana

DIFUSOR	CABLEADA	TENSIÓN DE ENTRADA / PROTECCIÓN	ÓPTICA	T* COLOR	LEDs/POTENCIA	CORRIENTE	REGULACIÓN
GTF	0 m	230 V~ Cl	RF	NDL	12 LED (1 m cd.)	350 mA	2H+
Vidro Transp. Plano	Sin cable	Red eléctrica	Vál. Amplia	Luz de Día Neutra	350mA 13W 530mA 20W 700mA 27W	HIGH EFFICIENCY	Sin línea de mando Auto regulación
		230 V~ Cl	RF	WDL	24 LED (2 m cd.)	530 mA	2H+
		Red eléctrica	Vál. Frontal	Luz de Día Cálida	350mA 25W 530mA 39W 700mA 54W	HIGH BALANCE	Con línea de mando
		12-24 Vdc	RE		36 LED (3 m cd.)	700 mA	1H
		Punto de luz solar	Vál. Extensiva		350mA 27W 530mA 58W 700mA 81W	HIGH FLUX	Sin regulación
			S RF		48 LED (4 m cd.)		CAD
			Simétrica Vál. Frontal		350mA 49W 530mA 77W		Regul. Fijo Caldec.
					60 LED (5 m cd.)		1...10v
					350mA 61W 530mA 96W		Protocolo 1...10
					72 LED (6 m cd.)		DALI
					350mA 74W 530mA 116W		Protocolo DALI
							MOV
							Detección movimiento personal

ACABADOS

Colores carta Simon Lighting		Colores carta RAL classic	
Cuerpo	Ver página 426	Cuerpo	Ver carta RAL
Cierre	Acero inoxidable	Cierre	Acero inoxidable

RESTRICCIONES DE CONFIGURACIÓN

Equipos de 12...24Vdc solo admiten hasta 48 LEDs a 350mA o 36 LEDs a 530mA o 24 LEDs a 700mA, con regulación 1H o 2H+ solar.  
Óptica SRF solo en modelos de 24, 48 o 72 LEDs.

Figura 86. Luminaria seleccionada. Fuente: Catálogo Simon.

## REFERENCIAS BASE

Luminaria Simon NATH Istanium® LED, modelo M, fijación lateral y post-top Ø 60mm, cubierta plana, difusor de vidrio transparente plano. Sin precableado, con equipo electrónico de alto rendimiento, tensión de alimentación 230 VAC / 50Hz, óptica vial frontal, temperatura de color neutra y sin regulación. Luminaria Clase I, IP66 e IK10. Dispositivo de autonivelación incorporado. Acabado estándar cuerpo en color Simon GY9007. Potencia y corriente de alimentación según tabla de configuración.



MXF

### HIGH FLUX (700 mA)

POTENCIA	LEDs / MÓDULOS	CÓDIGO DE OFERTA	CÓDIGO PEDIDO
81 W	36 LED (3 módulos de 12 LED)	NATMXFGTFOFF_NDL_81W700IA23_1N_C1GY9007	50-86972
54 W	24 LED (2 módulos de 12 LED)	NATMXFGTFOFF_NDL_54W700IA23_1N_C1GY9007	101-000002016
27 W	12 LED (1 módulo de 12 LED)	NATMXFGTFOFF_NDL_27W700IA23_1N_C1GY9007	101-000003016

### HIGH BALANCE (530 mA)

POTENCIA	LEDs / MÓDULOS	CÓDIGO DE OFERTA	CÓDIGO PEDIDO
116 W	72 LED (6 módulos de 12 LED)	NATMXFGTFOFF_NDL_116W530IA23_1N_C1GY9007	101-000004016
96 W	60 LED (5 módulos de 12 LED)	NATMXFGTFOFF_NDL_96W530IA23_1N_C1GY9007	50-90681
77 W	48 LED (4 módulos de 12 LED)	NATMXFGTFOFF_NDL_77W530IA23_1N_C1GY9007	50-90677
58 W	36 LED (3 módulos de 12 LED)	NATMXFGTFOFF_NDL_58W530IA23_1N_C1GY9007	50-90643
39 W	24 LED (2 módulos de 12 LED)	NATMXFGTFOFF_NDL_39W530IA23_1N_C1GY9007	101-000003016
20 W	12 LED (1 módulo de 12 LED)	NATMXFGTFOFF_NDL_20W530IA23_1N_C1GY9007	101-000003016

### HIGH EFFICIENCY (350 mA)

POTENCIA	LEDs / MÓDULOS	CÓDIGO DE OFERTA	CÓDIGO PEDIDO
74 W	72 LED (6 módulos de 12 LED)	NATMXFGTFOFF_NDL_74W350IA23_1N_C1GY9007	101-000012016
61 W	60 LED (5 módulos de 12 LED)	NATMXFGTFOFF_NDL_61W350IA23_1N_C1GY9007	101-000013016
49 W	48 LED (4 módulos de 12 LED)	NATMXFGTFOFF_NDL_49W350IA23_1N_C1GY9007	101-000014016
37 W	36 LED (3 módulos de 12 LED)	NATMXFGTFOFF_NDL_37W350IA23_1N_C1GY9007	50-90622
25 W	24 LED (2 módulos de 12 LED)	NATMXFGTFOFF_NDL_25W350IA23_1N_C1GY9007	101-000016016
13 W	12 LED (1 módulo de 12 LED)	NATMXFGTFOFF_NDL_13W350IA23_1N_C1GY9007	101-000017016

## DETALLES DEL PRODUCTO



Fijación post-top y lateral



Burbuja de nivelación incorporada



Posibilidad de incorporar regulación MOV por detector de movimiento peatonal (ver página 413)

## Facil mantenimiento y reemplazo del grupo óptico LED y equipo

Sustitución y actualización del grupo óptico sin herramientas.



Fácil sustitución de los equipos



Impreso: 2014-03-01

SIMON LIGHTING, S.A.

39

Figura 87. Luminaria seleccionada. Fuente: Catálogo Simon.



## INFORMACIÓN TÉCNICA SIMON NATH ISTANIUM® LED

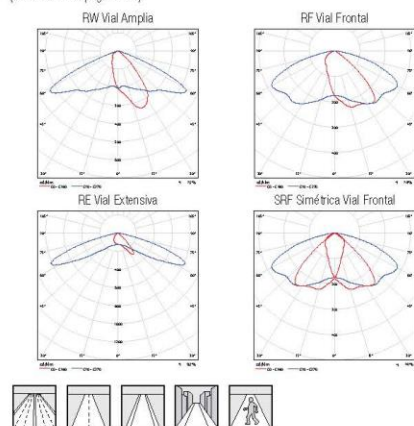
### DATOS FOTOMÉTRICOS\*

<b>Grupo Óptico:</b> sistema modular con módulos ISTANIUM® LED	
<b>Temperatura de color</b>	WDL 3000K NDL 4000K DL 5000K**
<b>Índice de Reproducción cromática</b>	>70
<b>Duración LED (L70B10 a 25 °C)</b>	50.000 h
<b>Flujo luminoso</b>	850 a 13.100 lm
<b>Eficiencia de la luminaria</b>	Hasta 130 lm/W
<b>Distribución fotométrica</b>	Óptica RW Óptica RF Óptica RE Óptica SRF
<b>FHS Inst.</b>	77 E1
<b>Módulos Istanium® LED</b>	1 a 6
<b>LEDs</b>	12 a 72

\* Dependiente del modelo  
\*\* Bajo demanda

### DISTRIBUCIÓN FOTOMÉTRICA

(ver detalles en página 410)



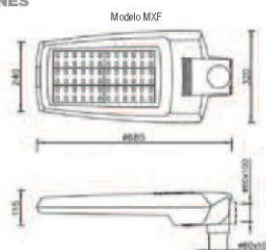
### DIMENSIONES FÍSICAS

<b>Fijación Post Top</b>	Ø 60 mm, 100 mm longitud, inclinación 0°
<b>Fijación lateral</b>	Ø 60 mm, 100 mm longitud, inclinación 5°
<b>Grado IP</b>	IP66 Grupo óptico
<b>Grado IK</b>	IK10
<b>Superficie al viento</b>	0,05 m²
<b>Peso</b>	Min 7,5 kg Máx 8,5 kg

### MATERIALES

<b>Cuerpo</b>	Fundición inyectada de aluminio
<b>Sistema de cierre</b>	Palanca de acero inoxidable (sin herramientas)
<b>Sistema de fijación</b>	Fundición inyectada de aluminio
<b>Difusor</b>	Vidrio plano templado transparente
<b>Reciclabilidad</b>	

### DIMENSIONES



### ACABADOS

<b>Cuerpo</b>	Colores Simon Lighting (Ver página 426) Otros colores RAL
<b>Cierre</b>	Acero inoxidable

### PARÁMETROS ELÉCTRICOS\*

Potencia según modelos	12 LED	24 LED	36 LED	48 LED	60 LED	72 LED
<b>Corriente de alimentación</b>	1 mod.	2 mod.	3 mod.	4 mod.	5 mod.	6 mod.
<b>HIGH EFFICIENCY</b>	13 W	25 W	37 W	49 W	61 W	74 W
<b>HIGH BALANCE</b>	20 W	39 W	58 W	77 W	96 W	116 W
<b>HIGH FLUX</b>	27 W	54 W	81 W	-	-	-
<b>Temperatura de trabajo</b>	-40 °C ... +40 °C					
<b>Regulación</b>	<b>2H-</b> Sin línea de mando <b>2H+</b> Con línea de mando <b>CAD</b> Regulador de flujo en cabecera <b>1N (100%)</b> Sin regulación <b>1 ... 10 V**</b> <b>DALI**</b> <b>MOV</b> Detección de movimiento peatonal					
<b>Tensión de alimentación</b>	Luminarias alimentadas por la red eléctrica. 220-240 Vac			Luminarias alimentadas por puntos de luz solar. 12-24 Vdc		
<b>Frecuencia</b>	50 / 60 Hz			-		
<b>Equipo electrónico</b>	Clase II			Clase III		
<b>Protección contra sobre tensiones</b>	4 kV / 2 kA			-		
<b>cos φ</b>	≥ 0,95			-		
<b>Protección eléctrica de la luminaria</b>	Clase I o Clase II			Clase III		

\* Dependiente del modelo  
\*\* Bajo demanda

### CERTIFICADOS

Luminaria según: EN-60598-1 y 2-3 / EN-ISO-55015 / EN-61547 / EN 61000-3-2 y 3-3



### Garantía

2 años (extensión de garantía a 5 años para LEDs bajo demanda).

### Suministro y embalaje

Embalado en caja de cartón reciclable con etiqueta identificativa para proteger el producto durante el transporte y almacenaje. Incluye la fijación lateral y post-top para la luminaria.

### Mantenimiento

Mantener limpia la superficie del difusor para conseguir el máximo flujo luminoso. Utilizar un trapo húmedo sin ningún tipo de producto agresivo ni detergente. Lubricar las juntas de estanqueidad y reemplazarlas cuando estén cuarteadas. Lubricar los cierres y/o las charnelas de las partes móviles. Mantener limpia la superficie de radiación térmica para no perder flujo luminoso ni acortar la vida de los LEDs.

SIMON LIGHTING, S.A.

Figura 88. Luminaria seleccionada. Fuente: Catálogo Simon.

## **7. RESULTADOS DEL ESTUDIO LUMINOTÉCNICO**

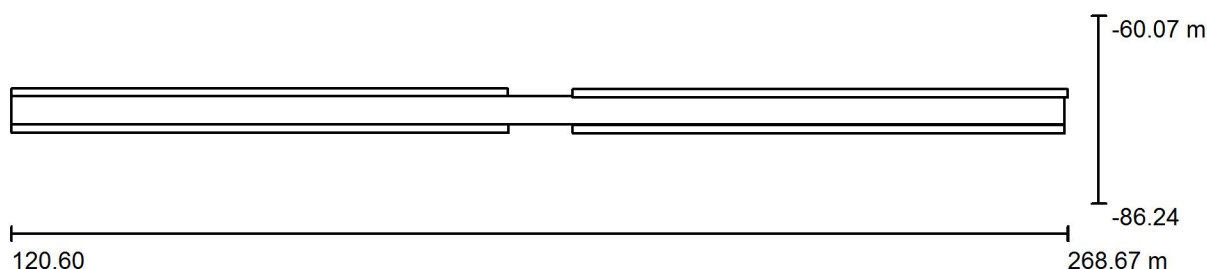
A continuación, se muestran los resultados luminotécnicos obtenidos del programa *DIALux*, para la zona de estudio, tanto en el estado actual, como en el proyectado.



CALLES SITUACIÓN ACTUAL

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## CALLE VALVANERA / Datos de planificación



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

Escala 1:1059

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	F (Luminaria) [lm]	F (Lámparas) [lm]	P [W]
1	8	PHILIPS SGP352 1xSON-TPP150W EB FX1 P1H1V (1.000)	13825	17500	164.0
Total:			110600	Total: 140000	1312.0

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

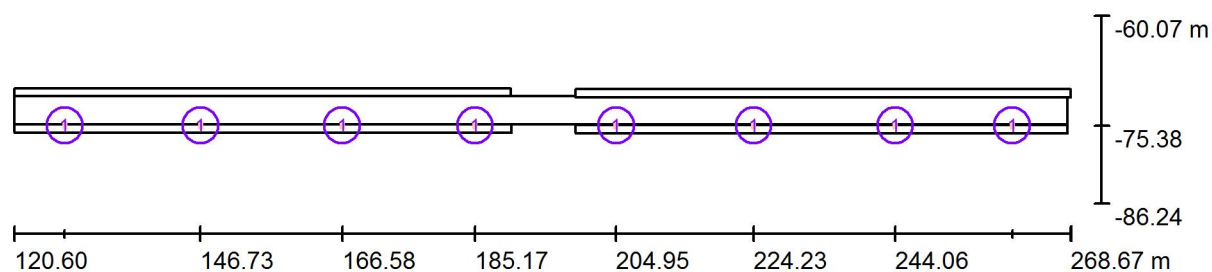
## CALLE VALVANERA / Lista de luminarias

8 Pieza PHILIPS SGP352 1xSON-TPP150W EB FX1  
P1H1V  
N° de artículo:  
Flujo luminoso (Luminaria): 13825 lm  
Flujo luminoso (Lámparas): 17500 lm  
Potencia de las luminarias: 164.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 34 71 96 100 79  
Lámpara: 1 x SON-TPP150W (Factor de  
corrección 1.000).



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## CALLE VALVANERA / Luminarias (ubicación)



Escala 1 : 1059

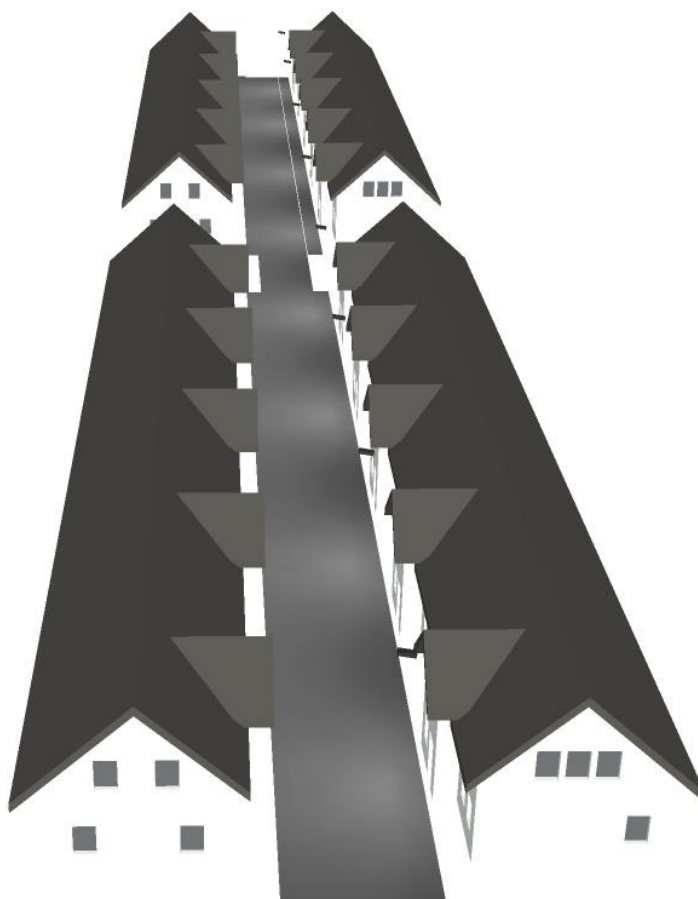
### Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación
1	8	PHILIPS SGP352 1xSON-TPP150W EB FX1 P1H1V

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

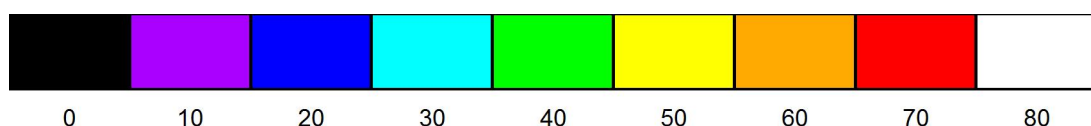
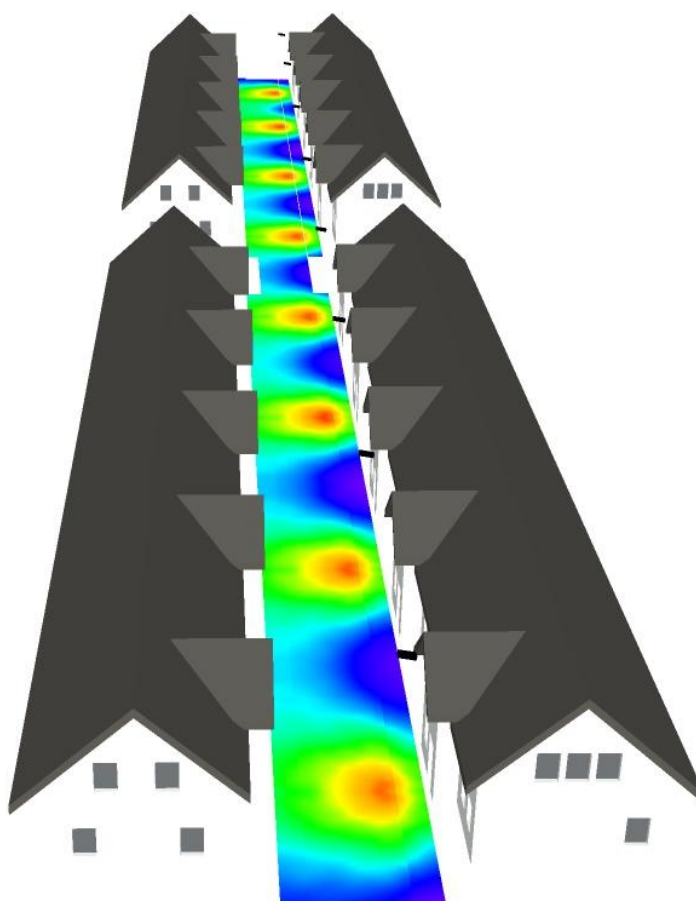
## CALLE VALVANERA / Rendering (procesado) en 3D

---



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

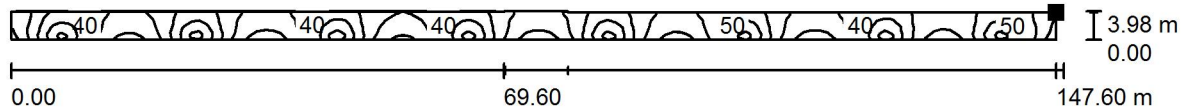
## CALLE VALVANERA / Rendering (procesado) de colores falsos



lx

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## CALLE VALVANERA / CALZADA / Superficie 1 / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 1056

Situación de la superficie en la  
escena exterior:

Punto marcado:

(268.197 m, -71.443 m, 0.000 m)



Trama: 128 x 64 Puntos

$E_m$  [lx]  
36

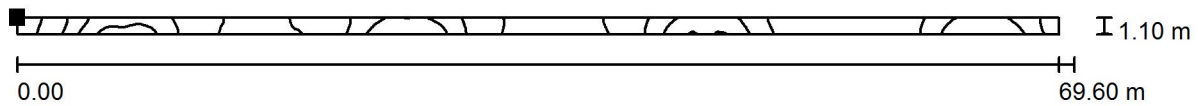
$E_{min}$  [lx]  
16

$E_{max}$  [lx]  
66

$E_{min} / E_m$   
0.436

$E_{min} / E_{max}$   
0.241

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

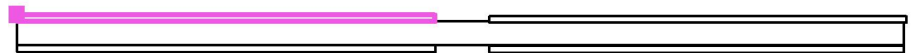
**CALLE VALVANERA / ACERA LADO CONTRARIO / Superficie 1 / Isolíneas (E)**

Valores en Lux, Escala 1 : 498

Situación de la superficie en la  
escena exterior:

Punto marcado:

(120.600 m, -70.172 m, 0.000 m)



Trama: 8 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
35

$E_{min}$  [lx]  
22

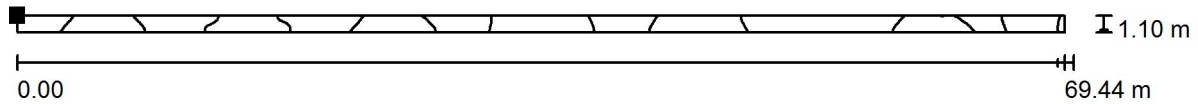
$E_{max}$  [lx]  
46

$E_{min} / E_m$   
0.623

$E_{min} / E_{max}$   
0.473



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**CALLE VALVANERA / ACERA LADO CONTRARIO 2 / Superficie 1 / Isolíneas (E)**

Valores en Lux, Escala 1 : 497

Situación de la superficie en la  
escena exterior:

Punto marcado:

(199.233 m, -70.347 m, 0.000 m)



Trama: 8 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
36

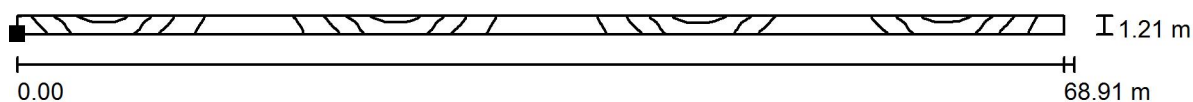
$E_{min}$  [lx]  
20

$E_{max}$  [lx]  
47

$E_{min} / E_m$   
0.553

$E_{min} / E_{max}$   
0.419

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

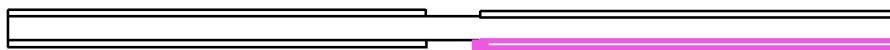
**CALLE VALVANERA / ACERA LADO LUM. 2 / Superficie 1 / Isolíneas (E)**

Valores en Lux, Escala 1 : 493

Situación de la superficie en la  
escena exterior:

Punto marcado:

(199.283 m, -76.511 m, 0.000 m)



Trama: 128 x 16 Puntos

$E_m$  [lx]  
31

$E_{min}$  [lx]  
12

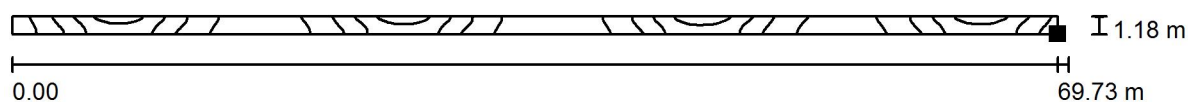
$E_{max}$  [lx]  
58

$E_{min} / E_m$   
0.403

$E_{min} / E_{max}$   
0.216

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## CALLE VALVANERA / ACERA LADO LUM. / Superficie 1 / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 499

Situación de la superficie en la  
escena exterior:

Punto marcado:

(190.334 m, -76.387 m, 0.000 m)



Trama: 16 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
31

$E_{min}$  [lx]  
14

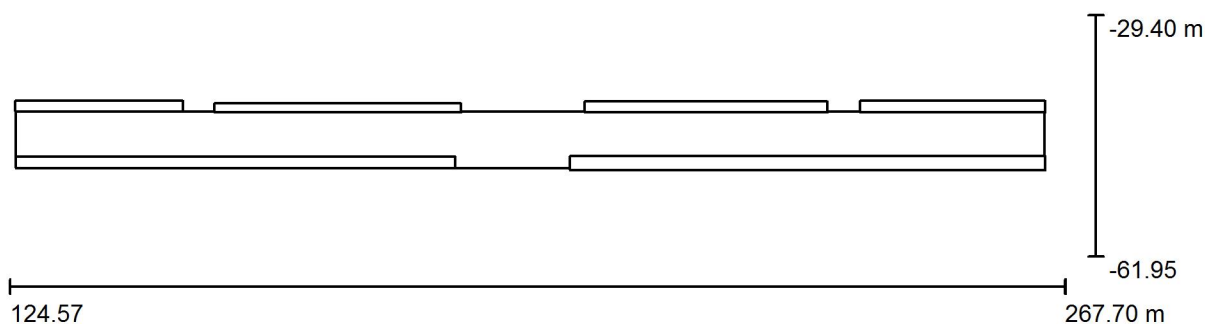
$E_{max}$  [lx]  
60

$E_{min} / E_m$   
0.437

$E_{min} / E_{max}$   
0.225

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## CALLE LA LIBERTAD / Datos de planificación



Factor mantenimiento: 1.00, ULR (Upward Light Ratio): 0.0%

Escala 1:1024

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	F (Luminaria) [lm]	F (Lámparas) [lm]	P [W]
1	10	PHILIPS SGP352 1xSON-TPP150W EB FX1 P1H1V (1.000)	13825	17500	164.0
Total:			138250	175000	1640.0

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

---

**CALLE LA LIBERTAD / Lista de luminarias**

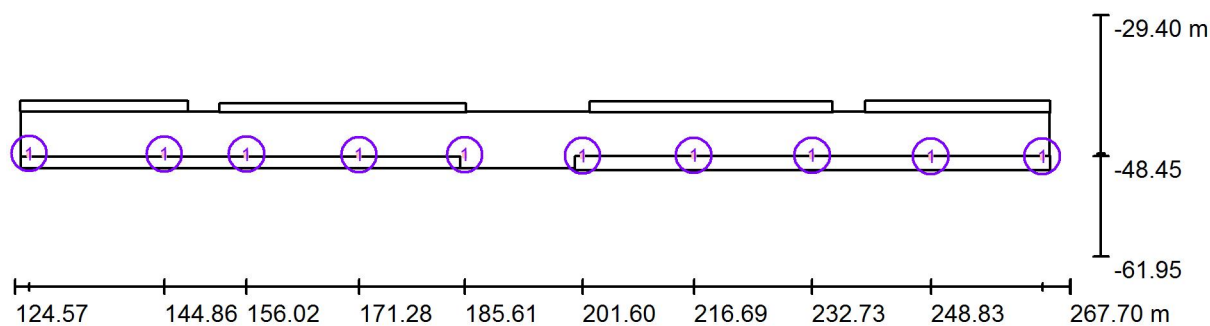
---

10 Pieza    PHILIPS SGP352 1xSON-TPP150W EB FX1  
P1H1V  
N° de artículo:  
Flujo luminoso (Luminaria): 13825 lm  
Flujo luminoso (Lámparas): 17500 lm  
Potencia de las luminarias: 164.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 34 71 96 100 79  
Lámpara: 1 x SON-TPP150W (Factor de  
corrección 1.000).



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## CALLE LA LIBERTAD / Luminarias (ubicación)



Escala 1 : 1024

### Lista de piezas - Luminarias

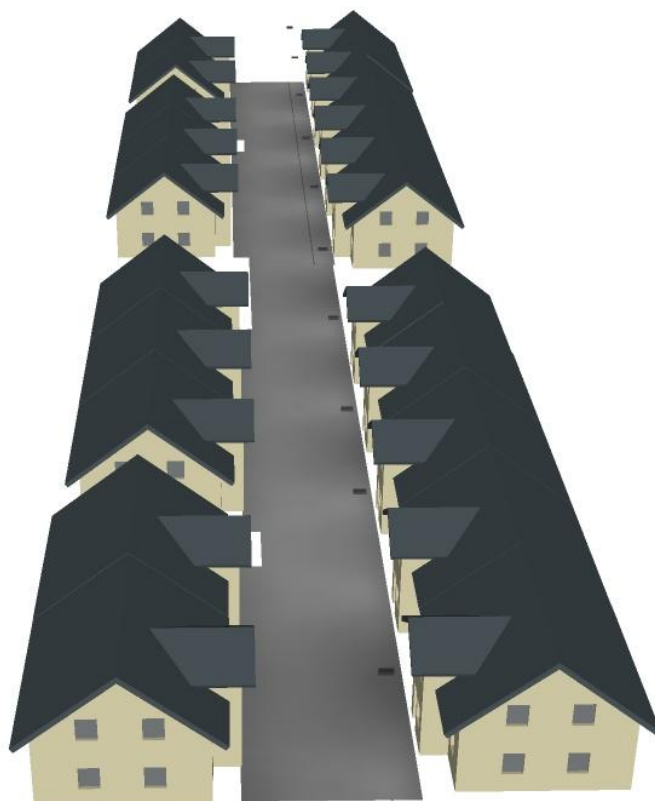
N°	Pieza	Designación
1	10	PHILIPS SGP352 1xSON-TPP150W EB FX1 P1H1V

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

---

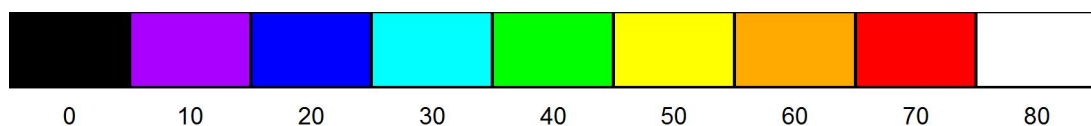
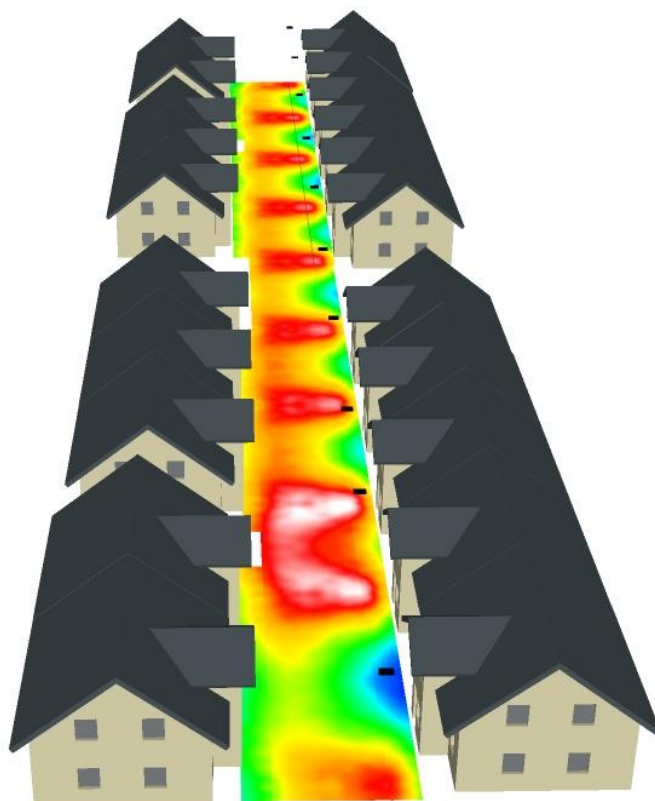
**CALLE LA LIBERTAD / Rendering (procesado) en 3D**

---



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## CALLE LA LIBERTAD / Rendering (procesado) de colores falsos

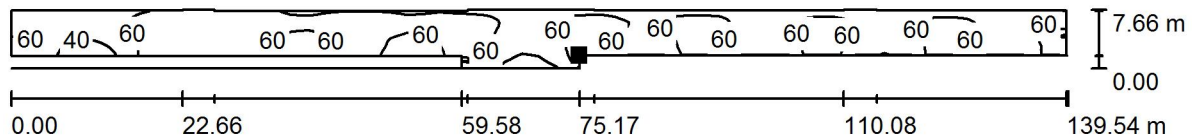


lx



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

### CALLE LA LIBERTAD / Calzada / Superficie 1 / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 998

Situación de la superficie en la  
escena exterior:

Punto marcado:

(200.587 m, -48.425 m, 0.000 m)



Trama: 64 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
59

$E_{min}$  [lx]  
27

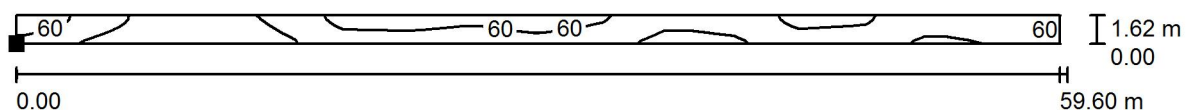
$E_{max}$  [lx]  
81

$E_{min} / E_m$   
0.452

$E_{min} / E_{max}$   
0.329

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## CALLE LA LIBERTAD / Acera lado luminaria 1 / Superficie 1 / Isolíneas (E)

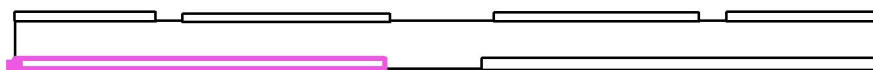


Valores en Lux, Escala 1 : 427

Situación de la superficie en la  
escena exterior:

Punto marcado:

(125.400 m, -50.100 m, 0.000 m)



Trama: 16 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
49

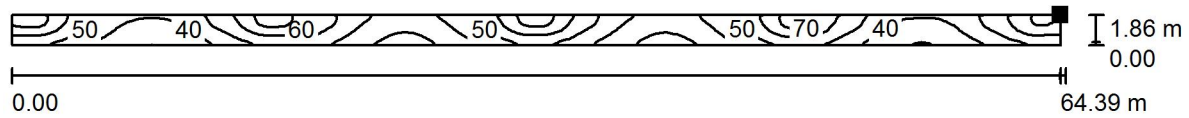
$E_{min}$  [lx]  
22

$E_{max}$  [lx]  
76

$E_{min} / E_m$   
0.446

$E_{min} / E_{max}$   
0.285

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**CALLE LA LIBERTAD / Acera lado luminaria 2 / Superficie 1 / Isolíneas (E)**

Valores en Lux, Escala 1 : 461

Situación de la superficie en la  
escena exterior:

Punto marcado:

(264.977 m, -48.425 m, 0.000 m)



Trama: 128 x 16 Puntos

$E_m$  [lx]  
48

$E_{min}$  [lx]  
27

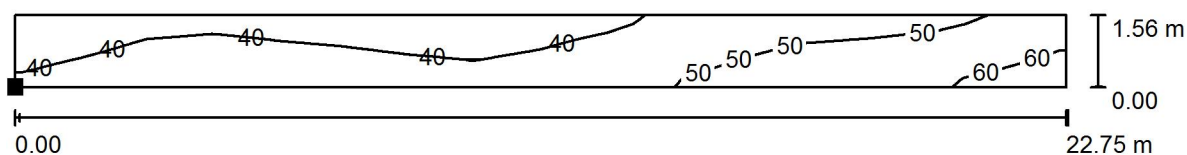
$E_{max}$  [lx]  
76

$E_{min} / E_m$   
0.566

$E_{min} / E_{max}$   
0.356

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## CALLE LA LIBERTAD / Acera lado contrario luminaria 1 / Superficie 1 / Isolíneas (E)

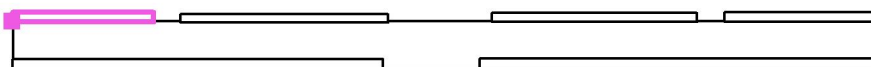


Valores en Lux, Escala 1 : 163

Situación de la superficie en la  
escena exterior:

Punto marcado:

(125.333 m, -42.463 m, 0.000 m)



Trama: 16 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
45

$E_{min}$  [lx]  
35

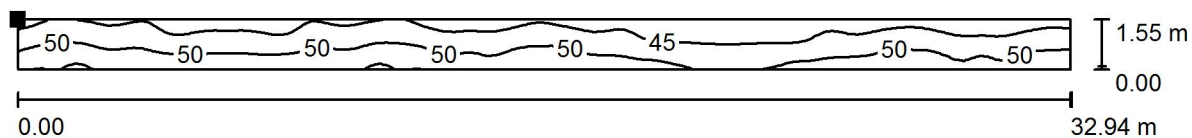
$E_{max}$  [lx]  
64

$E_{min} / E_m$   
0.765

$E_{min} / E_{max}$   
0.537

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

### CALLE LA LIBERTAD / Acera lado contrario luminaria 3 / Superficie 1 / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 236

Situación de la superficie en la  
escena exterior:

Punto marcado:

(202.563 m, -40.993 m, 0.000 m)



Trama: 16 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
48

$E_{min}$  [lx]  
40

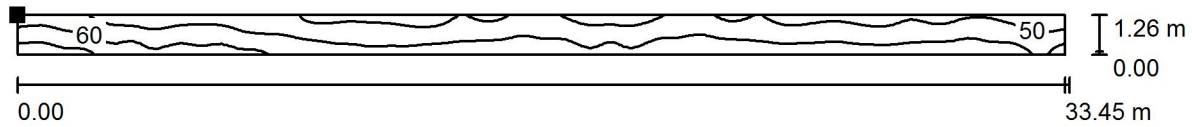
$E_{max}$  [lx]  
56

$E_{min} / E_m$   
0.834

$E_{min} / E_{max}$   
0.712

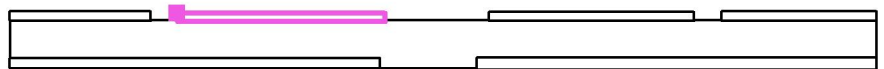
Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## CALLE LA LIBERTAD / Acera lado contrario luminaria 2 / Superficie 1 / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 240

Situación de la superficie en la  
escena exterior:  
Punto marcado:  
(152.345 m, -41.296 m, 0.000 m)

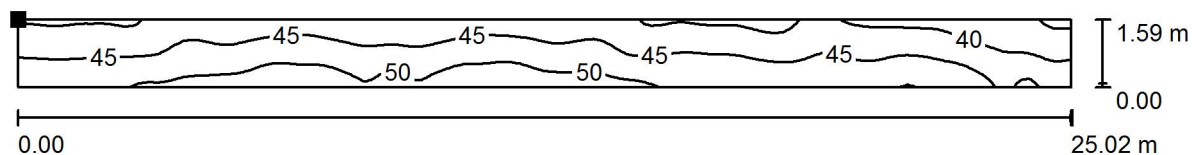


Trama: 16 x 128 Puntos

$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
55	47	68	0.857	0.686

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## CALLE LA LIBERTAD / Acera lado contrario luminaria 4 / Superficie 1 / Isolíneas (E)

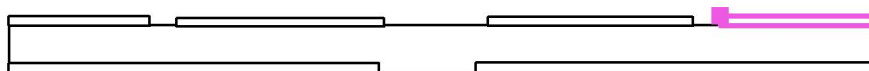


Valores en Lux, Escala 1 : 179

Situación de la superficie en la  
escena exterior:

Punto marcado:

(239.958 m, -40.947 m, 0.000 m)



Trama: 16 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
45

$E_{min}$  [lx]  
34

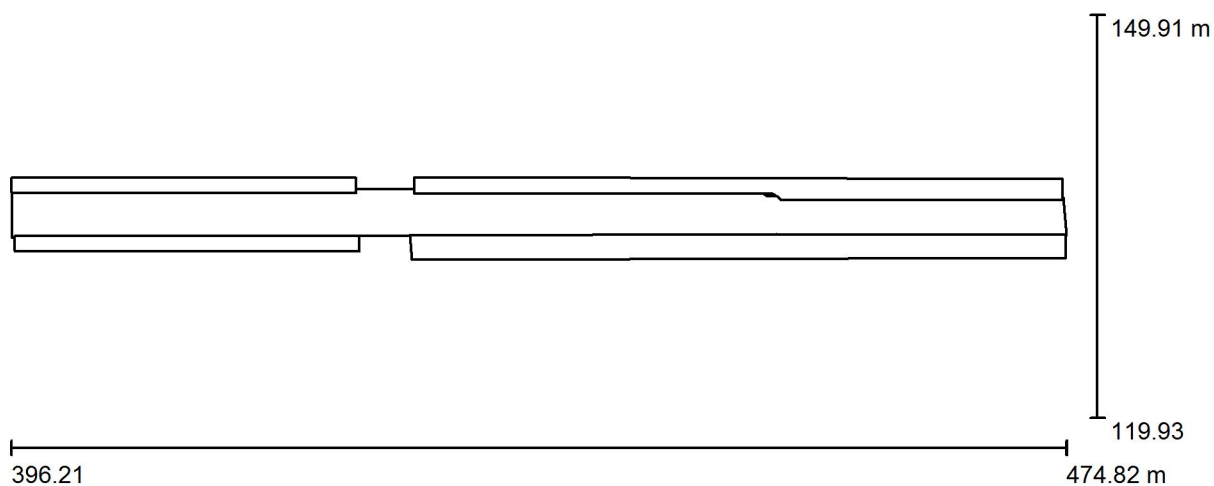
$E_{max}$  [lx]  
54

$E_{min} / E_m$   
0.749

$E_{min} / E_{max}$   
0.623

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## CALLE 9 DE JUNIO / Datos de planificación



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

Escala 1:563

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	F (Luminaria) [lm]	F (Lámparas) [lm]	P [W]
1	3	PHILIPS SGP352 1xSON-TPP150W EB FX1 P1H1V (1.000)	13825	17500	164.0
Total:			41475	52500	492.0



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

---

**CALLE 9 DE JUNIO / Lista de luminarias**

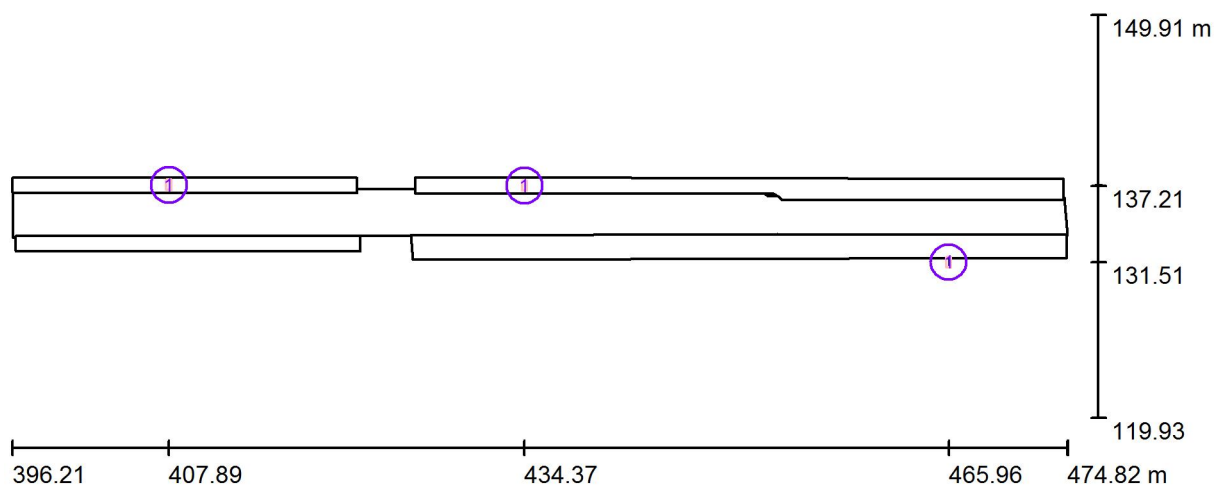
---

3 Pieza      PHILIPS SGP352 1xSON-TPP150W EB FX1  
P1H1V  
N° de artículo:  
Flujo luminoso (Luminaria): 13825 lm  
Flujo luminoso (Lámparas): 17500 lm  
Potencia de las luminarias: 164.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 34 71 96 100 79  
Lámpara: 1 x SON-TPP150W (Factor de  
corrección 1.000).



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## CALLE 9 DE JUNIO / Luminarias (ubicación)



Escala 1 : 563

### Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación
1	3	PHILIPS SGP352 1xSON-TPP150W EB FX1 P1H1V

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

---

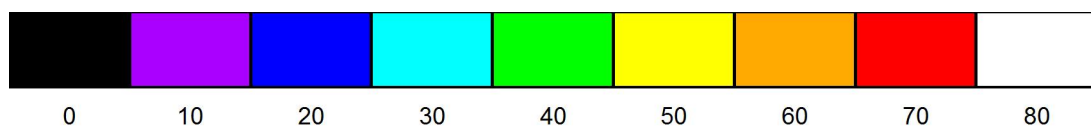
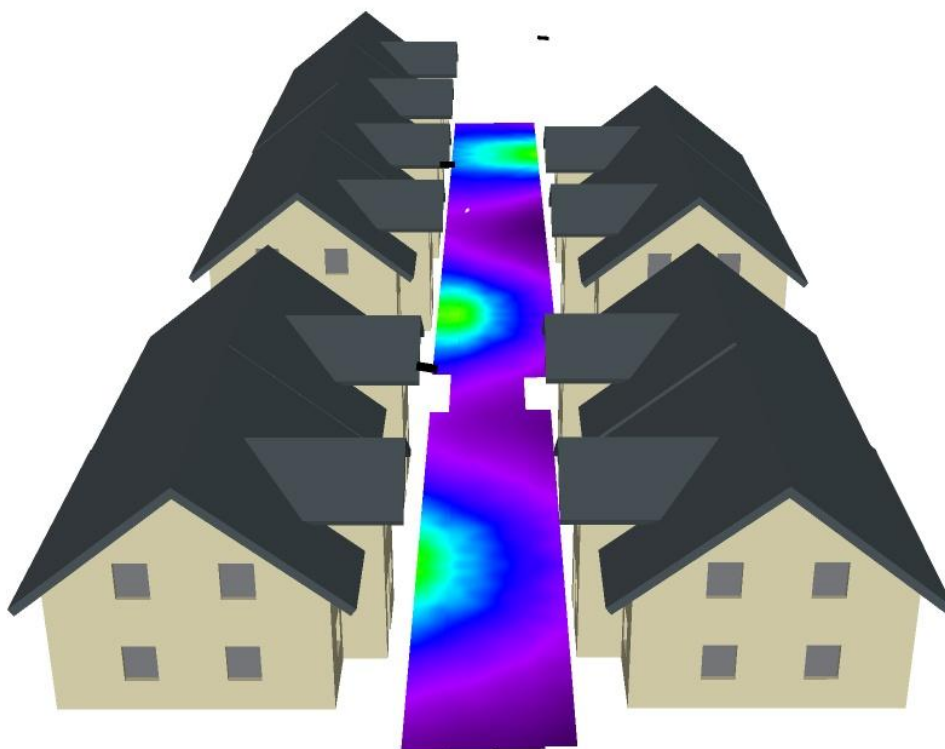
**CALLE 9 DE JUNIO / Rendering (procesado) en 3D**

---



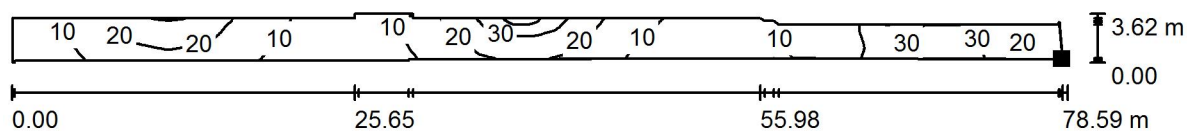
Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## CALLE 9 DE JUNIO / Rendering (procesado) de colores falsos



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

### CALLE 9 DE JUNIO / CALZADA / Superficie 1 / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 562

Situación de la superficie en la  
escena exterior:

Punto marcado:

(474.759 m, 133.569 m, 0.000 m)



Trama: 128 x 64 Puntos

$E_m$  [lx]  
16

$E_{min}$  [lx]  
4.56

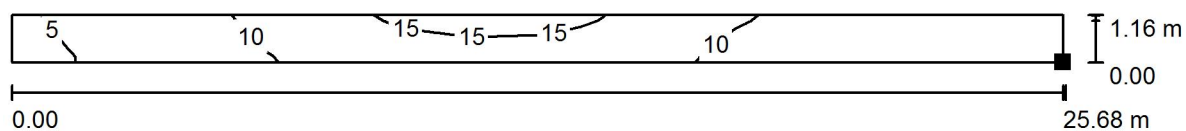
$E_{max}$  [lx]  
43

$E_{min} / E_m$   
0.277

$E_{min} / E_{max}$   
0.106

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

# **CALLE 9 DE JUNIO / ACERA LADO CONTRARIO LUM 1 / Superficie 1 / Isolíneas (E)**

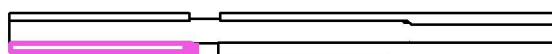


Valores en Lux, Escala 1 : 184

Situación de la superficie en la  
escena exterior:

Punto marcado:

(422.145 m, 132.304 m, 0.000 m)



Trama: 128 x 16 Puntos

$E_m$  [lx]  
9.82

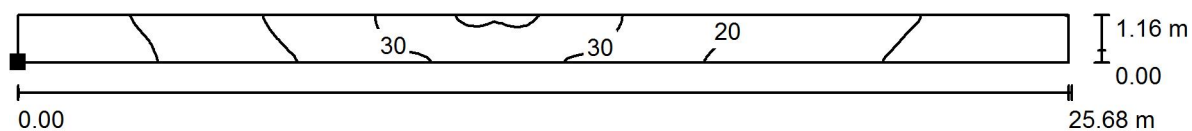
$E_{min}$  [lx]  
4.48

$E_{max}$  [lx]  
17

$E_{min} / E_m$   
0.457

$E_{min} / E_{max}$   
0.266

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

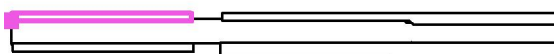
**CALLE 9 DE JUNIO / ACERA LADO LUM 1 / Superficie 1 / Isolíneas (E)**

Valores en Lux, Escala 1 : 184

Situación de la superficie en la  
escena exterior:

Punto marcado:

(396.209 m, 136.642 m, 0.000 m)



Trama: 128 x 16 Puntos

$E_m$  [lx]  
19

$E_{min}$  [lx]  
5.32

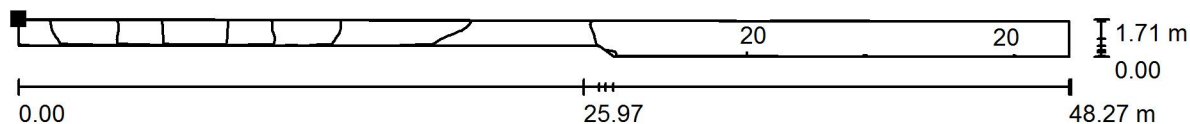
$E_{max}$  [lx]  
42

$E_{min} / E_m$   
0.279

$E_{min} / E_{max}$   
0.126

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

### CALLE 9 DE JUNIO / ACERA LADO LUM 2 / Superficie 1 / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 346

Situación de la superficie en la  
escena exterior:

Punto marcado:

(426.249 m, 137.838 m, 0.000 m)



Trama: 128 x 16 Puntos

$E_m$  [lx]  
21

$E_{min}$  [lx]  
8.21

$E_{max}$  [lx]  
45

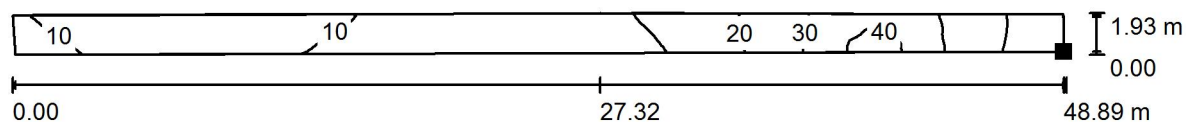
$E_{min} / E_m$   
0.384

$E_{min} / E_{max}$   
0.184



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

### CALLE 9 DE JUNIO / ACERA LADO CONTRARIO LUM 2 / Superficie 1 / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 350

Situación de la superficie en la  
escena exterior:

Punto marcado:

(474.776 m, 131.841 m, 0.000 m)



Trama: 128 x 16 Puntos

$E_m$  [lx]  
16

$E_{min}$  [lx]  
4.38

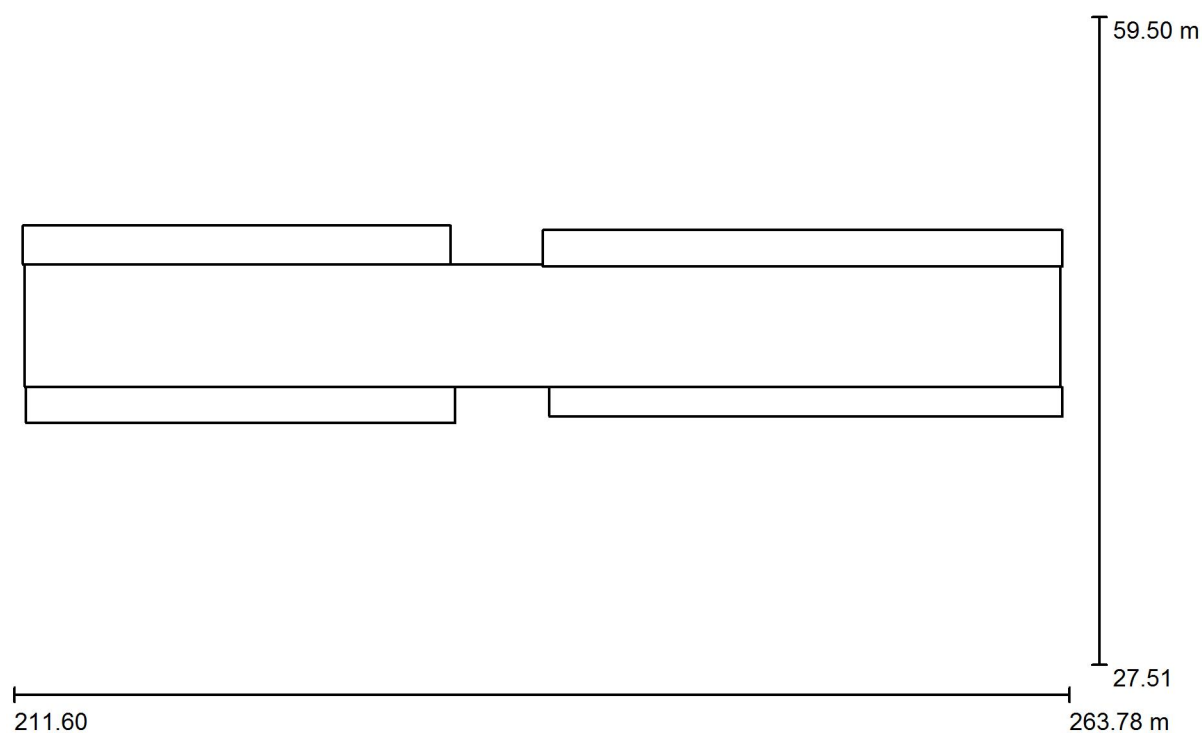
$E_{max}$  [lx]  
44

$E_{min} / E_m$   
0.278

$E_{min} / E_{max}$   
0.101

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## CALLE FRATERNIDAD / Datos de planificación



Factor mantenimiento: 0.90, ULR (Upward Light Ratio): 0.0%

Escala 1:374

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	F (Luminaria) [lm]	F (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	PHILIPS SGP352 1xSON-TPP150W EB FX1 P1H1V (1.000)	13825	17500	164.0
Total:			55300	70000	656.0

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

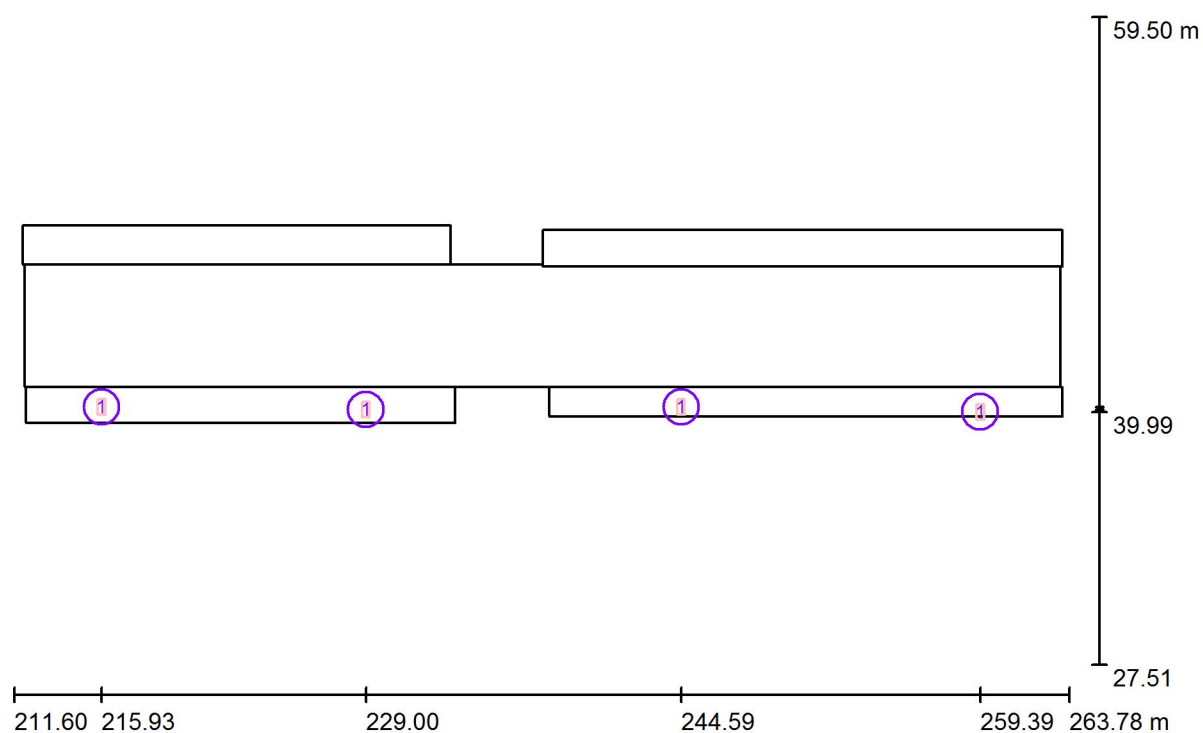
## CALLE FRATERNIDAD / Lista de luminarias

4 Pieza PHILIPS SGP352 1xSON-TPP150W EB FX1  
P1H1V  
N° de artículo:  
Flujo luminoso (Luminaria): 13825 lm  
Flujo luminoso (Lámparas): 17500 lm  
Potencia de las luminarias: 164.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 34 71 96 100 79  
Lámpara: 1 x SON-TPP150W (Factor de  
corrección 1.000).



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## CALLE FRATERNIDAD / Luminarias (ubicación)



Escala 1 : 374

### Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación
1	4	PHILIPS SGP352 1xSON-TPP150W EB FX1 P1H1V

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

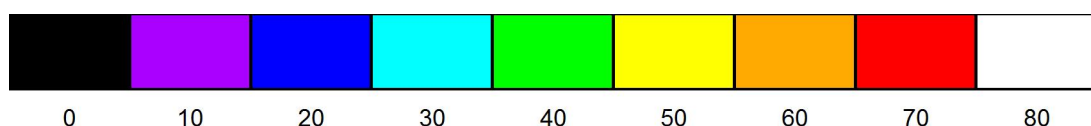
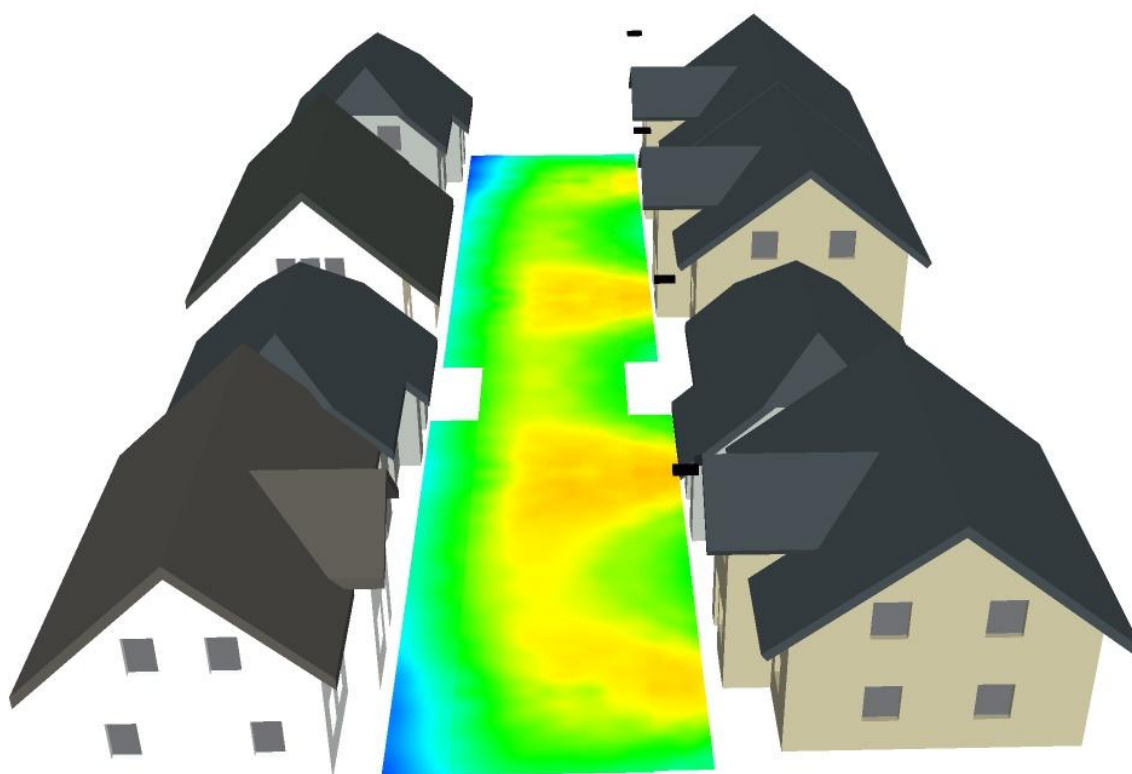
## CALLE FRATERNIDAD / Rendering (procesado) en 3D

---

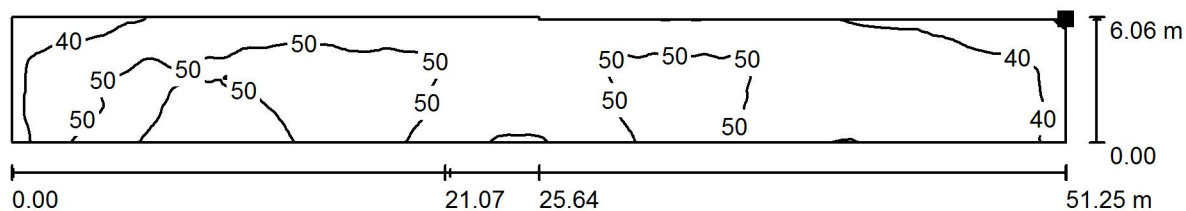


Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## CALLE FRATERNIDAD / Rendering (procesado) de colores falsos



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**CALLE FRATERNIDAD / Calzada / Superficie 1 / Isolíneas (E)**

Valores en Lux, Escala 1 : 367

Situación de la superficie en la  
escena exterior:

Punto marcado:  
(263.363 m, 47.172 m, 0.000 m)



Trama: 128 x 64 Puntos

$E_m$  [lx]  
47

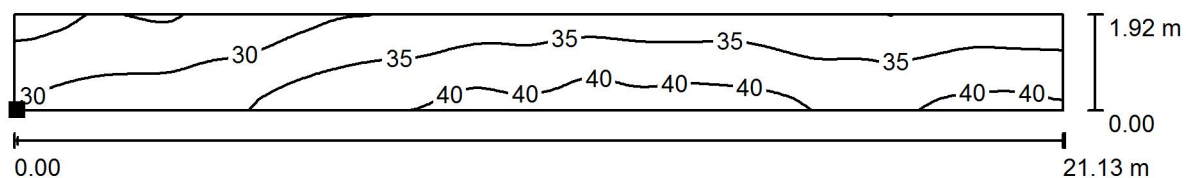
$E_{min}$  [lx]  
29

$E_{max}$  [lx]  
57

$E_{min} / E_m$   
0.625

$E_{min} / E_{max}$   
0.513

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**CALLE FRATERNIDAD / Acera lado contrario 1 / Superficie 1 / Isolíneas (E)**

Valores en Lux, Escala 1 : 152

Situación de la superficie en la  
escena exterior:  
Punto marcado:  
(212.113 m, 47.280 m, 0.000 m)

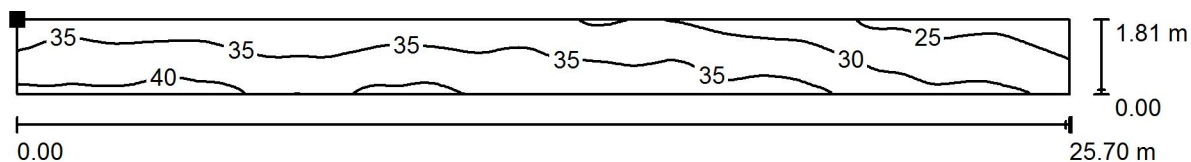


Trama: 32 x 128 Puntos

 $E_m$  [lx]  
34 $E_{min}$  [lx]  
23 $E_{max}$  [lx]  
43 $E_{min} / E_m$   
0.672 $E_{min} / E_{max}$   
0.541



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

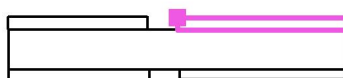
**CALLE FRATERNIDAD / Acera lado contrario 2 / Superficie 1 / Isolíneas (E)**

Valores en Lux, Escala 1 : 184

Situación de la superficie en la  
escena exterior:

Punto marcado:

(237.752 m, 48.983 m, 0.000 m)



Trama: 32 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
33

$E_{min}$  [lx]  
22

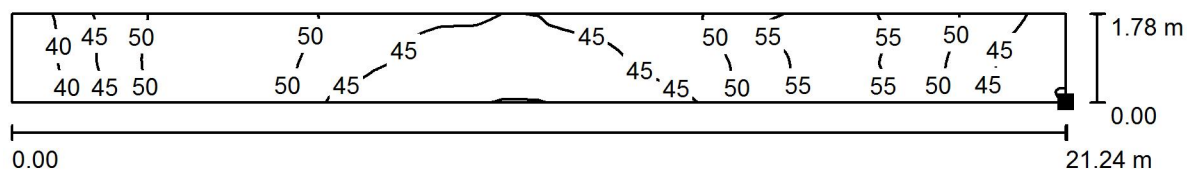
$E_{max}$  [lx]  
42

$E_{min} / E_m$   
0.646

$E_{min} / E_{max}$   
0.514

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## CALLE FRATERNIDAD / Acera lado luminaria 1 / Superficie 1 / Isolíneas (E)

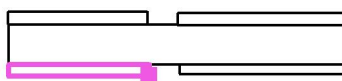


Valores en Lux, Escala 1 : 152

Situación de la superficie en la  
escena exterior:

Punto marcado:

(233.421 m, 39.447 m, 0.000 m)



Trama: 128 x 32 Puntos

$E_m$  [lx]  
48

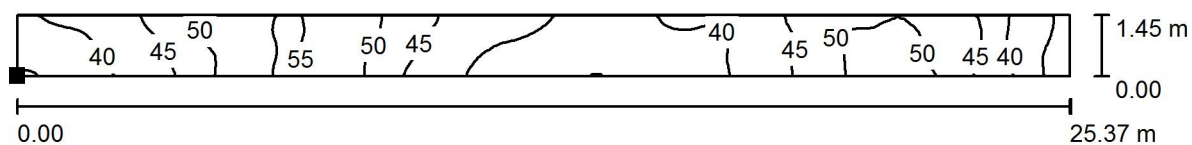
$E_{min}$  [lx]  
35

$E_{max}$  [lx]  
58

$E_{min} / E_m$   
0.734

$E_{min} / E_{max}$   
0.606

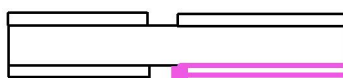
Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**CALLE FRATERNIDAD / Acera lado luminaria 2 / Superficie 1 / Isolíneas (E)**

Valores en Lux, Escala 1 : 182

Situación de la superficie en la  
escena exterior:

Punto marcado:  
(238.071 m, 39.760 m, 0.000 m)



Trama: 128 x 16 Puntos

$E_m$  [lx]  
44

$E_{min}$  [lx]  
33

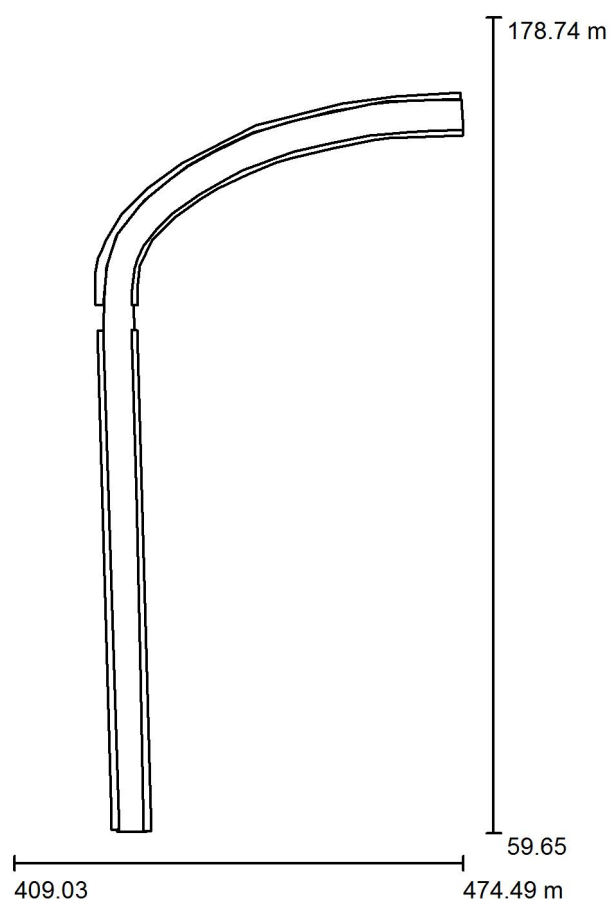
$E_{max}$  [lx]  
56

$E_{min} / E_m$   
0.737

$E_{min} / E_{max}$   
0.581

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## CALLE CORDOVIN / Datos de planificación



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

Escala 1:1104

### Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	F (Luminaria) [lm]	F (Lámparas) [lm]	P [W]
1	7	PHILIPS SGP352 1xSON-TPP150W EB FX1 P1H1V (1.000)	13825	17500	164.0
Total:			96775	Total: 122500	1148.0

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

---

**CALLE CORDOVIN / Lista de luminarias**

---

7 Pieza PHILIPS SGP352 1xSON-TPP150W EB FX1  
P1H1V  
N° de artículo:  
Flujo luminoso (Luminaria): 13825 lm  
Flujo luminoso (Lámparas): 17500 lm  
Potencia de las luminarias: 164.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 34 71 96 100 79  
Lámpara: 1 x SON-TPP150W (Factor de  
corrección 1.000).



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

---

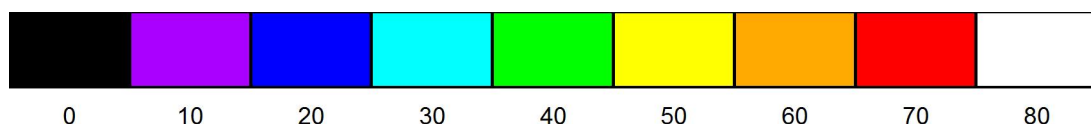
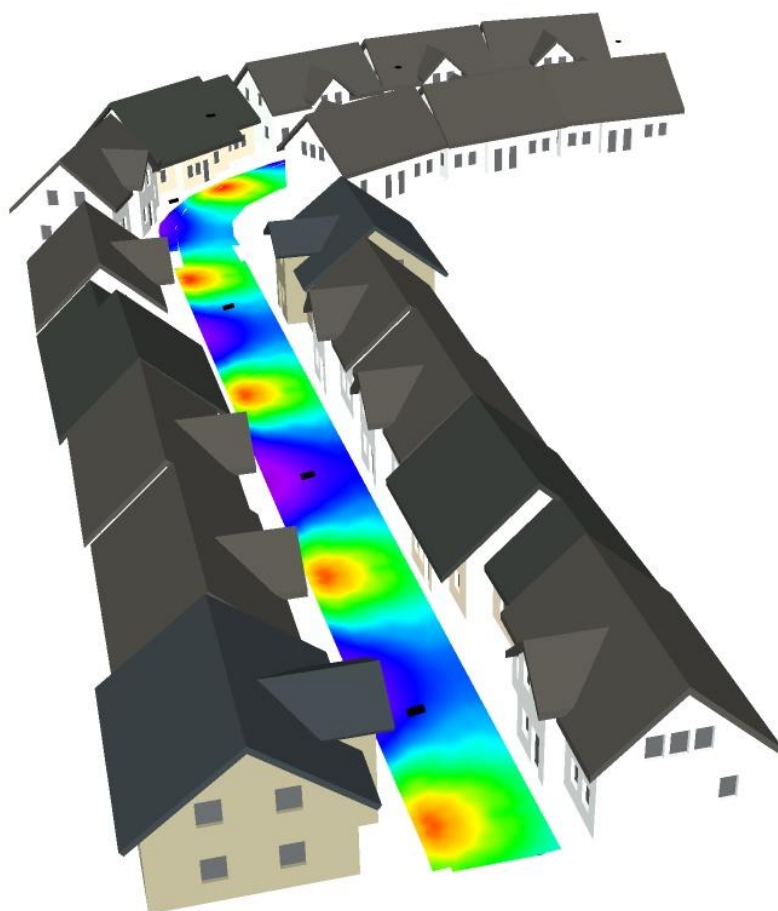
**CALLE CORDOVIN / Rendering (procesado) en 3D**

---



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

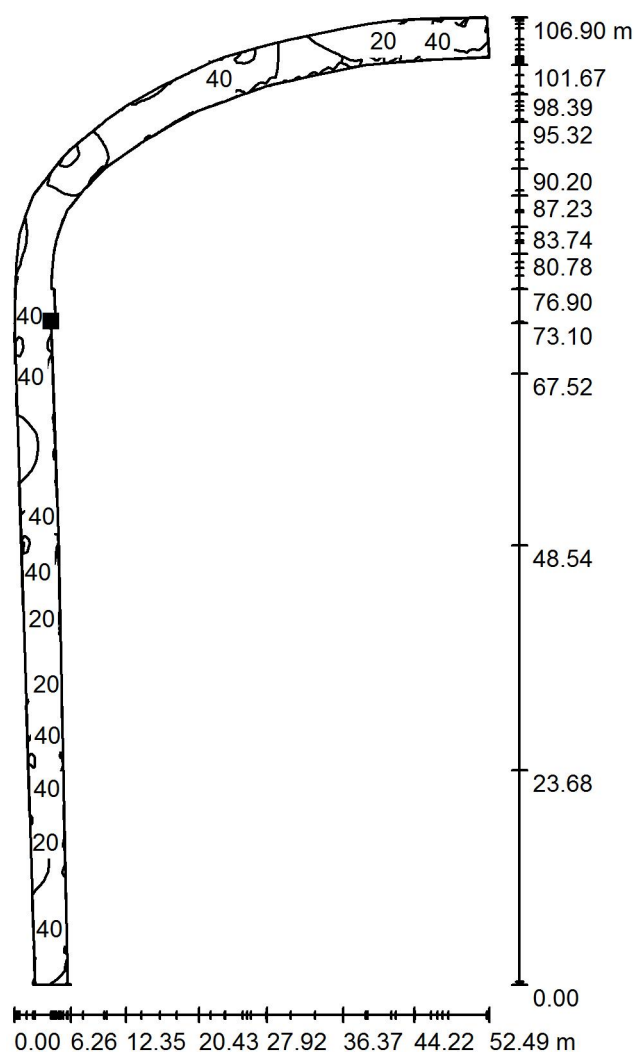
## CALLE CORDOVIN / Rendering (procesado) de colores falsos



lx

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

# CALLE CORDOVIN / CALZADA / Superficie 1 / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 836

Situación de la superficie en la  
escena exterior:  
Punto marcado:  
(426.088 m, 133.123 m, 0.000 m)



Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
33

$E_{min}$  [lx]  
9.76

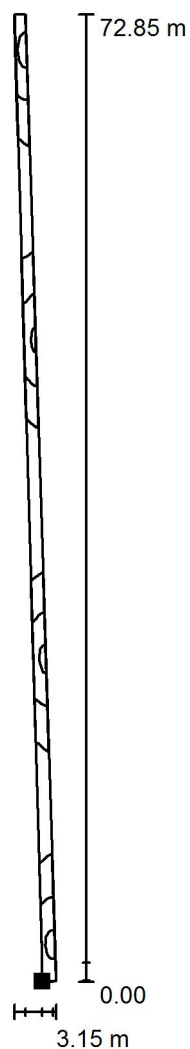
$E_{max}$  [lx]  
69

$E_{min} / E_m$   
0.297

$E_{min} / E_{max}$   
0.142

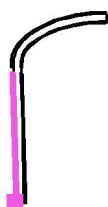


Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**CALLE CORDOVIN / ACERA LADO LUM 1 / Superficie 1 / Isolíneas (E)**

Situación de la superficie en la  
escena exterior:  
Punto marcado:  
(423.257 m, 60.111 m, 0.000 m)

Valores en Lux, Escala 1 : 571



Trama: 128 x 8 Puntos

$E_m$  [lx]  
31

$E_{min}$  [lx]  
8.64

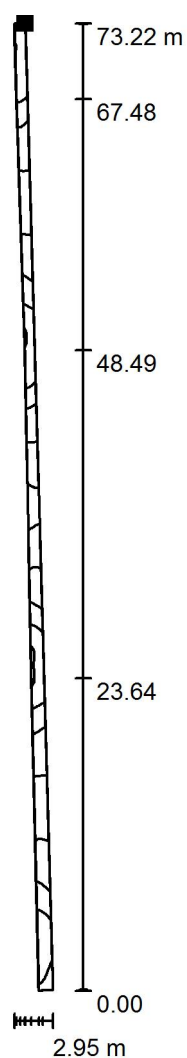
$E_{max}$  [lx]  
67

$E_{min} / E_m$   
0.277

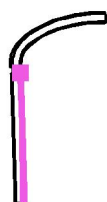
$E_{min} / E_{max}$   
0.129

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## CALLE CORDOVIN / ACERA LADO CONTRARIO LUM 1 / Superficie 1 / Isolíneas (E)



Situación de la superficie en la  
escena exterior:  
Punto marcado:  
(426.940 m, 133.098 m, 0.000 m)



Valores en Lux, Escala 1 : 574

Trama: 128 x 8 Puntos

$E_m$  [lx]  
30

$E_{min}$  [lx]  
19

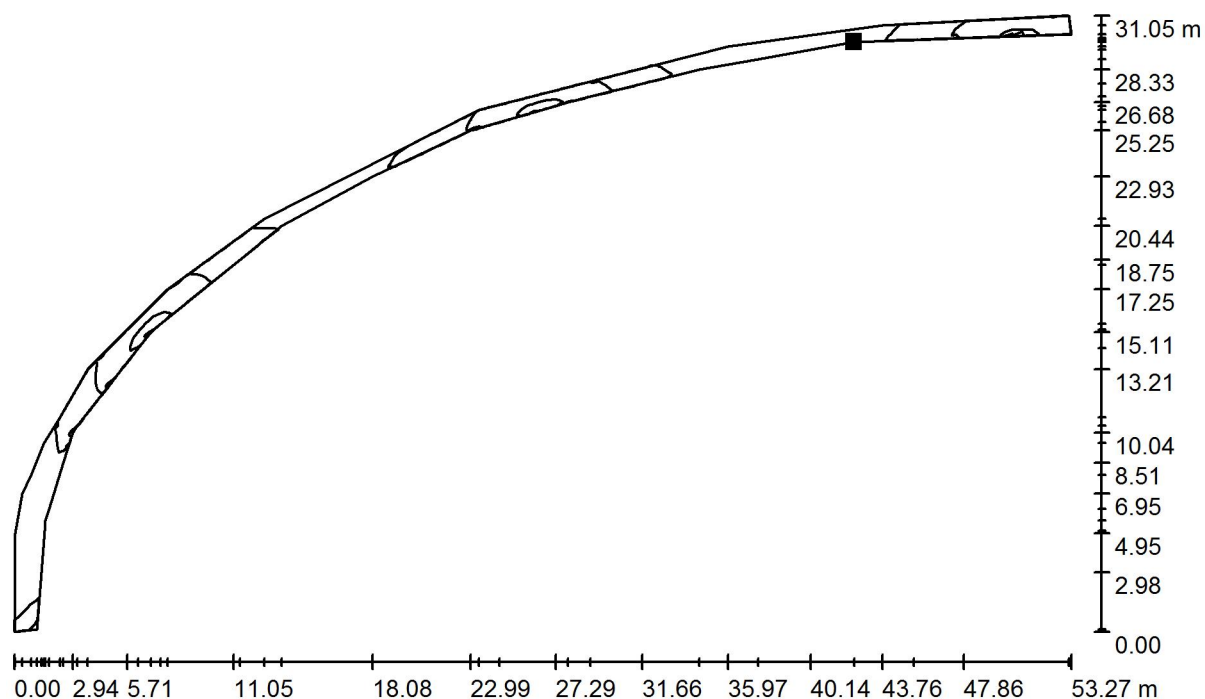
$E_{max}$  [lx]  
42

$E_{min} / E_m$   
0.623

$E_{min} / E_{max}$   
0.447

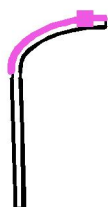
Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## CALLE CORDOVIN / ACERA LADO LUM 2 / Superficie 1 / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 381

Situación de la superficie en la  
escena exterior:  
Punto marcado:  
(463.200 m, 166.439 m, 0.000 m)



Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
30

$E_{min}$  [lx]  
8.80

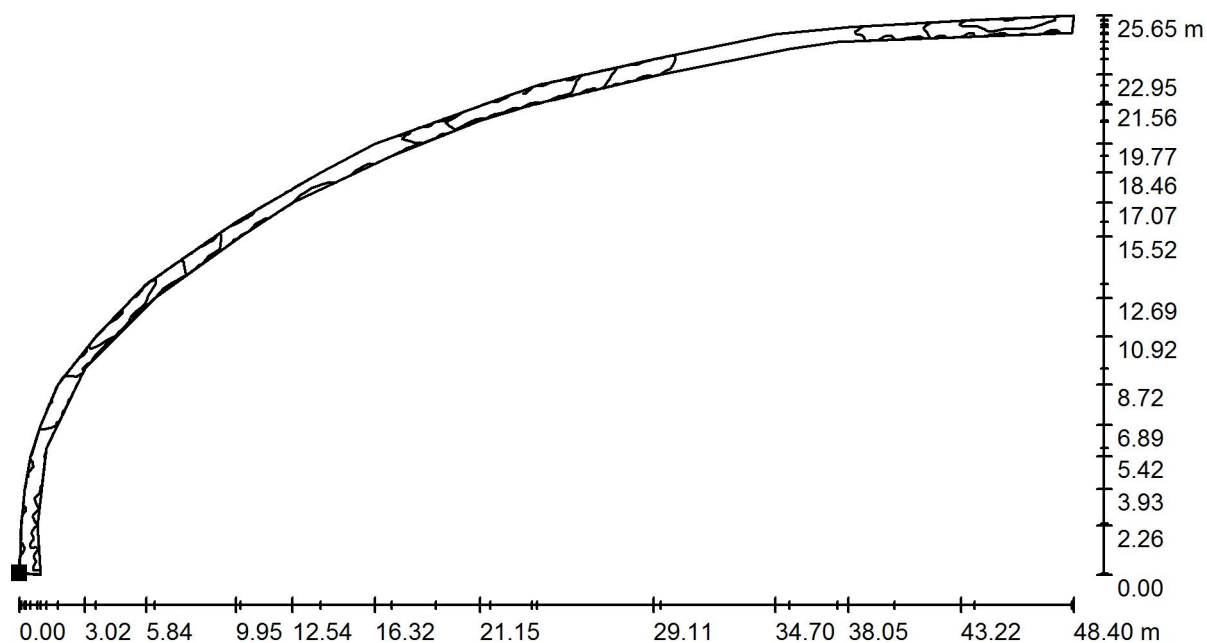
$E_{max}$  [lx]  
68

$E_{min} / E_m$   
0.291

$E_{min} / E_{max}$   
0.130

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## CALLE CORDOVIN / ACERA LADO CONTRARIO LUM 2 / Superficie 1 / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 347

Situación de la superficie en la  
escena exterior:  
Punto marcado:  
(426.094 m, 136.779 m, 0.000 m)



Trama: 128 x 64 Puntos

$E_m$  [lx]  
30

$E_{min}$  [lx]  
20

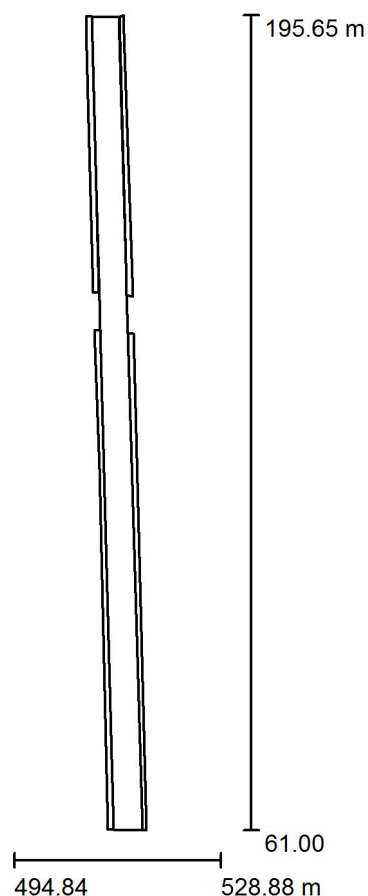
$E_{max}$  [lx]  
43

$E_{min} / E_m$   
0.671

$E_{min} / E_{max}$   
0.473

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## CALLE RASILLO / Datos de planificación



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

Escala 1:1249

### Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	F (Luminaria) [lm]	F (Lámparas) [lm]	P [W]
1	7	PHILIPS SGP352 1xSON-TPP150W EB FX1 P1H1V (1.000)	13825	17500	164.0
Total:			96775	Total: 122500	1148.0

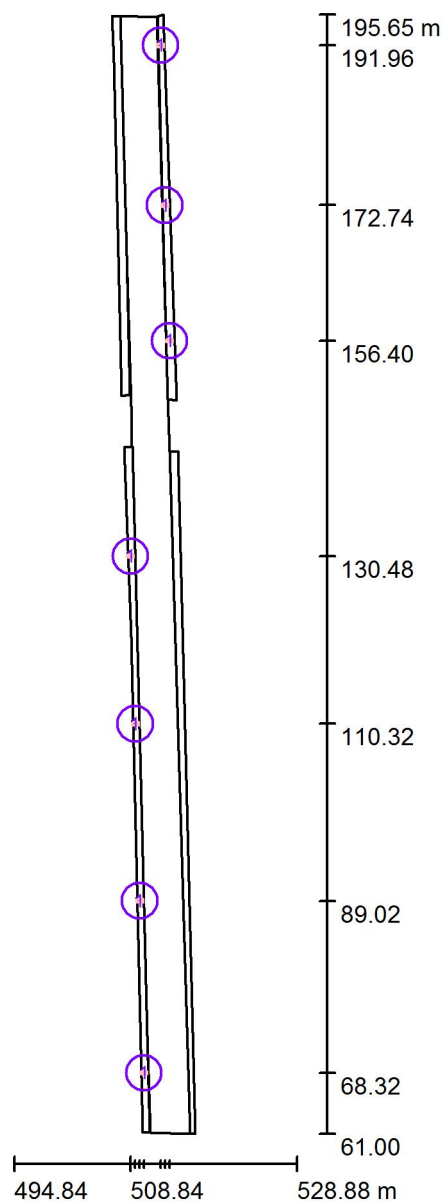
Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## CALLE RASILLO / Lista de luminarias

7 Pieza PHILIPS SGP352 1xSON-TPP150W EB FX1  
P1H1V  
N° de artículo:  
Flujo luminoso (Luminaria): 13825 lm  
Flujo luminoso (Lámparas): 17500 lm  
Potencia de las luminarias: 164.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 34 71 96 100 79  
Lámpara: 1 x SON-TPP150W (Factor de  
corrección 1.000).



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**CALLE RASILLO / Luminarias (ubicación)**

Escala 1 : 911

**Lista de piezas - Luminarias**

N°	Pieza	Designación
1	7	PHILIPS SGP352 1xSON-TPP150W EB FX1 P1H1V

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

---

**CALLE RASILLO / Rendering (procesado) en 3D**

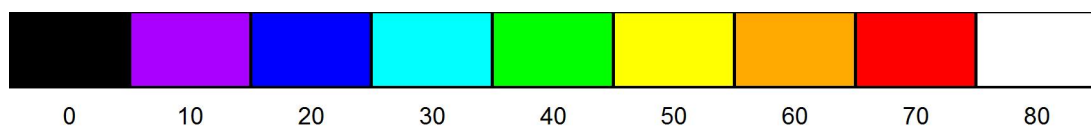
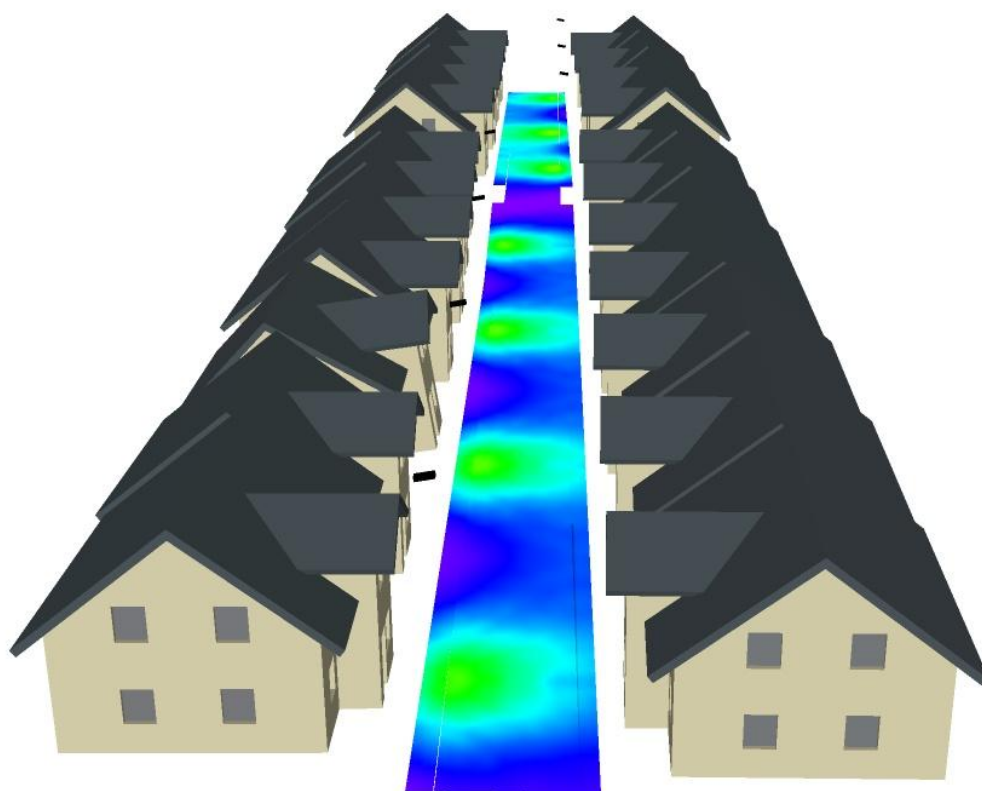
---





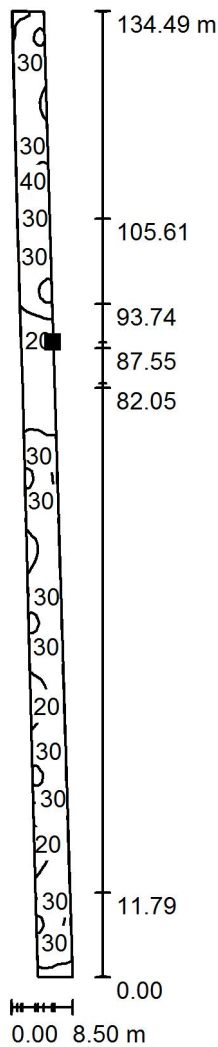
Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## CALLE RASILLO / Rendering (procesado) de colores falsos



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## CALLE RASILLO / CALZADA / Superficie 1 / Isolíneas (E)



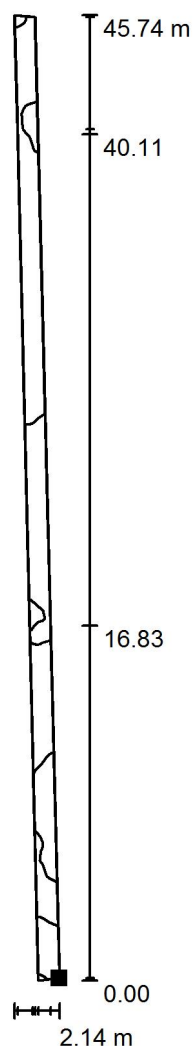
Situación de la superficie en la  
escena exterior:  
Punto marcado:  
(513.325 m, 149.377 m, 0.000 m)

Valores en Lux, Escala 1 : 1052

Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
27	12	46	0.447	0.266

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**CALLE RASILLO / LADO CONTRARIO LUM 1 / Superficie 1 / Isolíneas (E)**

Situación de la superficie en la  
escena exterior:  
Punto marcado:  
(508.778 m, 149.913 m, 0.000 m)



Valores en Lux, Escala 1 : 358

Trama: 128 x 16 Puntos

$E_m$  [lx]  
29

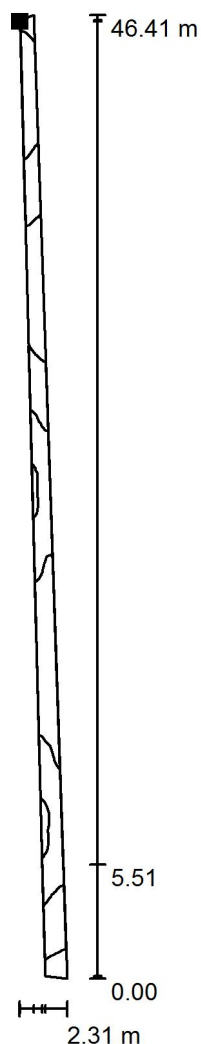
$E_{min}$  [lx]  
20

$E_{max}$  [lx]  
35

$E_{min} / E_m$   
0.692

$E_{min} / E_{max}$   
0.565

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**CALLE RASILLO / LADO LUM 1 / Superficie 1 / Isolíneas (E)**

Situación de la superficie en la  
escena exterior:  
Punto marcado:  
(512.122 m, 195.348 m, 0.000 m)



Valores en Lux, Escala 1 : 364

Trama: 128 x 16 Puntos

$E_m$  [lx]  
28

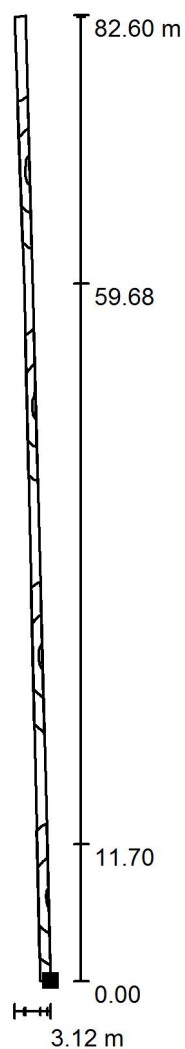
$E_{min}$  [lx]  
16

$E_{max}$  [lx]  
44

$E_{min} / E_m$   
0.570

$E_{min} / E_{max}$   
0.368

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**CALLE RASILLO / LADO LUM 2 / Superficie 1 / Isolíneas (E)**

Situación de la superficie en la  
escena exterior:  
Punto marcado:  
(511.185 m, 61.102 m, 0.000 m)



Valores en Lux, Escala 1 : 648

Trama: 128 x 8 Puntos

$E_m$  [lx]  
25

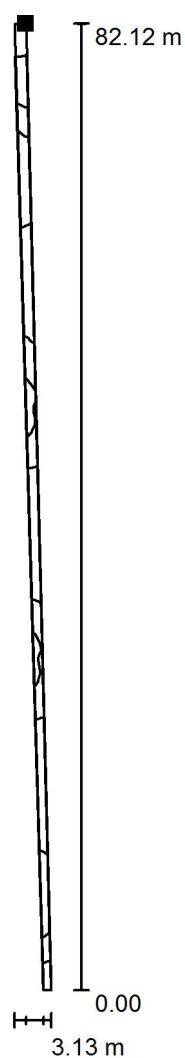
$E_{min}$  [lx]  
12

$E_{max}$  [lx]  
43

$E_{min} / E_m$   
0.502

$E_{min} / E_{max}$   
0.287

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**CALLE RASILLO / LADO CONTRARIO LUM 2 / Superficie 1 / Isolíneas (E)**

Situación de la superficie en la  
escena exterior:  
Punto marcado:  
(514.508 m, 143.116 m, 0.000 m)



Valores en Lux, Escala 1 : 643

Trama: 128 x 16 Puntos

$E_m$  [lx]  
25

$E_{min}$  [lx]  
13

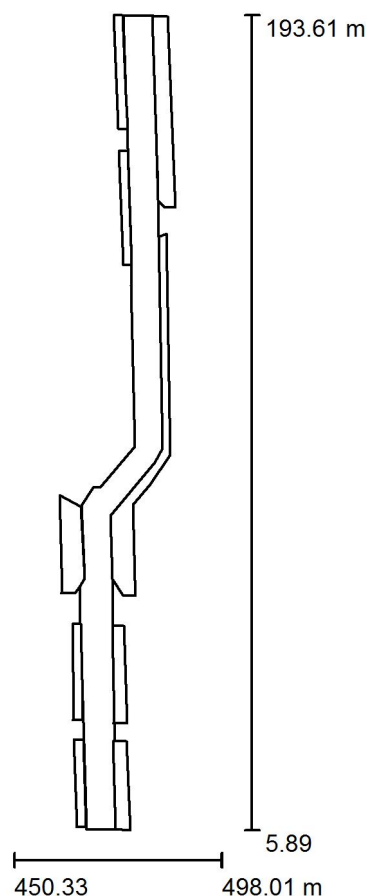
$E_{max}$  [lx]  
32

$E_{min} / E_m$   
0.520

$E_{min} / E_{max}$   
0.403

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## AVENIDA JOSE ANTONIO / Datos de planificación



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

Escala 1:1741

### Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	F (Luminaria) [lm]	F (Lámparas) [lm]	P [W]
1	21	PHILIPS SGP352 1xSON-TPP150W EB FX1 P1H1V (1.000)	13825	17500	164.0
Total:			290325	367500	3444.0

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## AVENIDA JOSE ANTONIO / Lista de luminarias

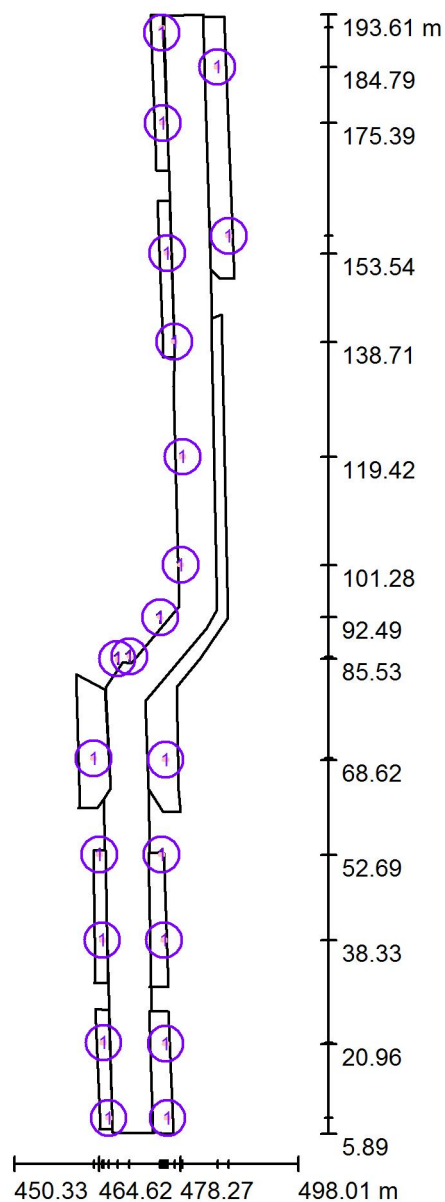
21 Pieza PHILIPS SGP352 1xSON-TPP150W EB FX1  
P1H1V  
N° de artículo:  
Flujo luminoso (Luminaria): 13825 lm  
Flujo luminoso (Lámparas): 17500 lm  
Potencia de las luminarias: 164.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 34 71 96 100 79  
Lámpara: 1 x SON-TPP150W (Factor de  
corrección 1.000).





Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## AVENIDA JOSE ANTONIO / Luminarias (ubicación)



Escala 1 : 1270

### Lista de piezas - Luminarias

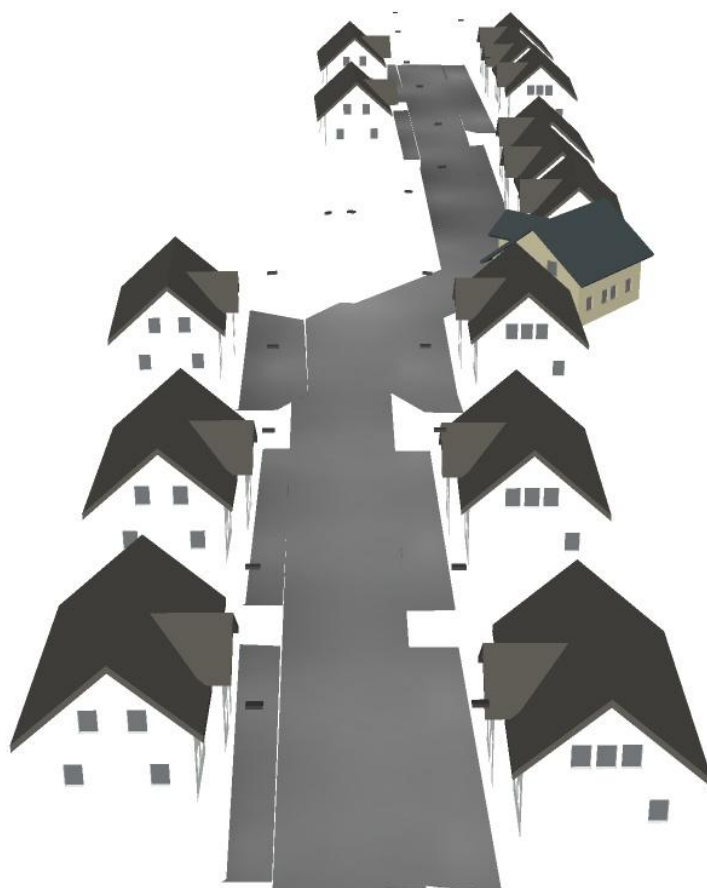
N°	Pieza	Designación
1	21	PHILIPS SGP352 1xSON-TPP150W EB FX1 P1H1V

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

---

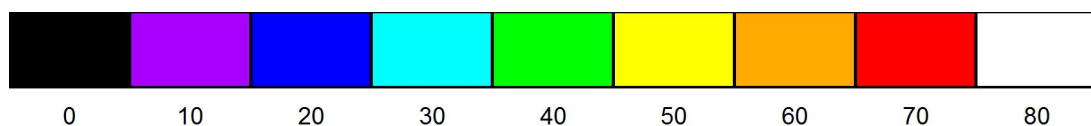
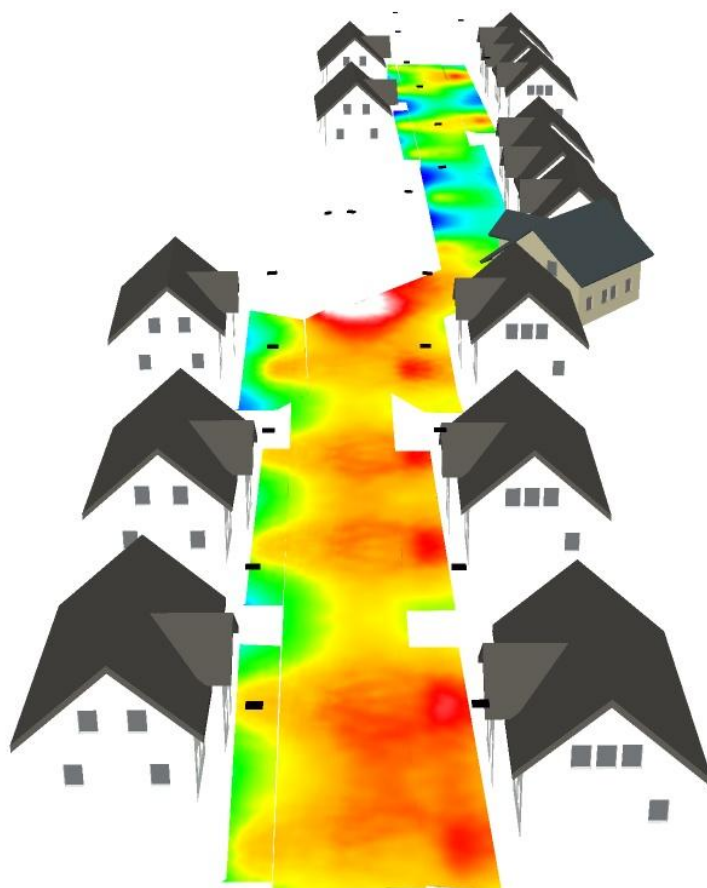
**AVENIDA JOSE ANTONIO / Rendering (procesado) en 3D**

---



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

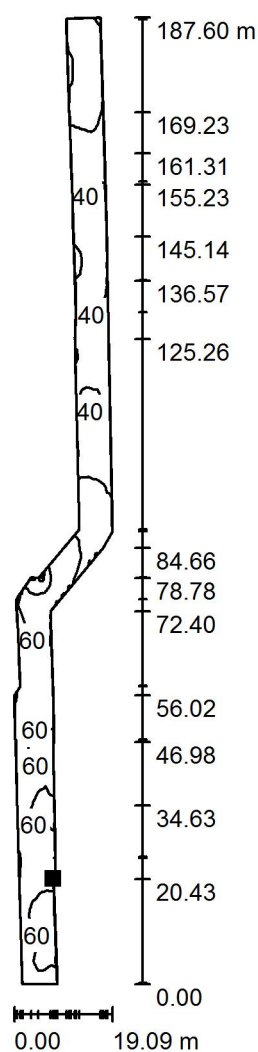
## AVENIDA JOSE ANTONIO / Rendering (procesado) de colores falsos



lx

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## AVENIDA JOSE ANTONIO / CALZADA / Superficie 1 / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 1469

Situación de la superficie en la  
escena exterior:  
Punto marcado:  
(472.926 m, 26.430 m, 0.000 m)



Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
49

$E_{min}$  [lx]  
18

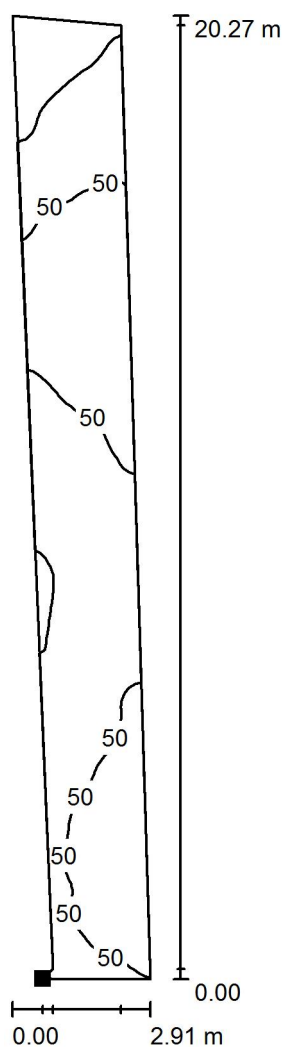
$E_{max}$  [lx]  
98

$E_{min} / E_m$   
0.375

$E_{min} / E_{max}$   
0.189

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## AVENIDA JOSE ANTONIO / ACERA LADO LUM 1 / Superficie 1 / Isolíneas (E)



Situación de la superficie en la  
escena exterior:  
Punto marcado:  
(464.581 m, 6.597 m, 0.000 m)



Valores en Lux, Escala 1 : 159

Trama: 128 x 16 Puntos

$E_m$  [lx]  
48

$E_{min}$  [lx]  
32

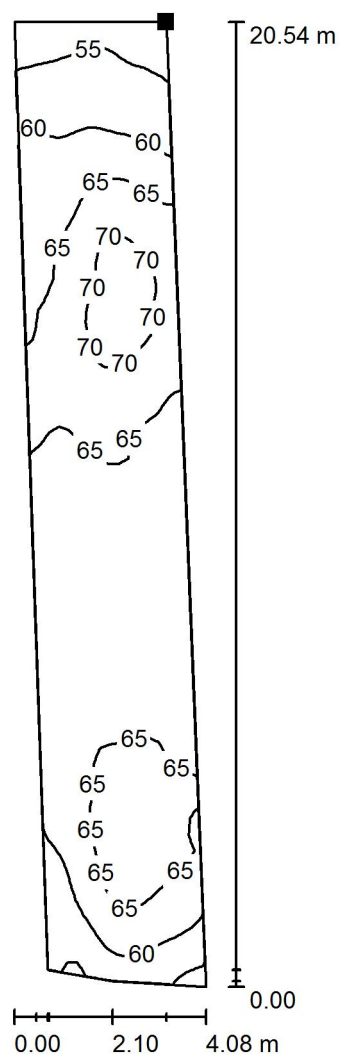
$E_{max}$  [lx]  
59

$E_{min} / E_m$   
0.664

$E_{min} / E_{max}$   
0.545

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## AVENIDA JOSE ANTONIO / ACERA LADO LUM 2 / Superficie 1 / Isolíneas (E)



Situación de la superficie en la  
escena exterior:  
Punto marcado:  
(476.159 m, 26.430 m, 0.000 m)



Valores en Lux, Escala 1 : 161

Trama: 64 x 16 Puntos

$E_m$  [lx]  
63

$E_{min}$  [lx]  
52

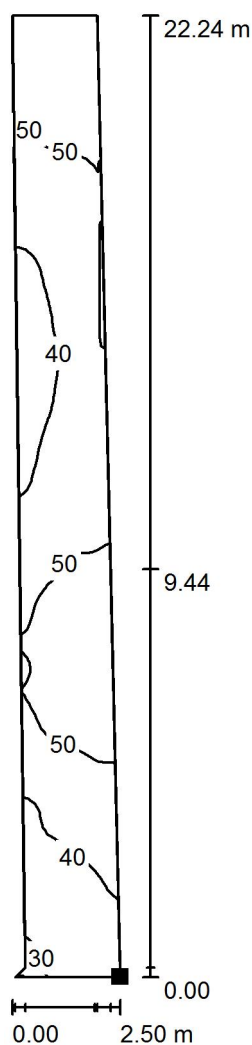
$E_{max}$  [lx]  
73

$E_{min} / E_m$   
0.814

$E_{min} / E_{max}$   
0.708

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## AVENIDA JOSE ANTONIO / ACERA LADO LUM 3 / Superficie 1 / Isolíneas (E)



Situación de la superficie en la  
escena exterior:  
Punto marcado:  
(466.132 m, 31.192 m, 0.000 m)



Valores en Lux, Escala 1 : 175

Trama: 128 x 16 Puntos

$E_m$  [lx]  
46

$E_{min}$  [lx]  
27

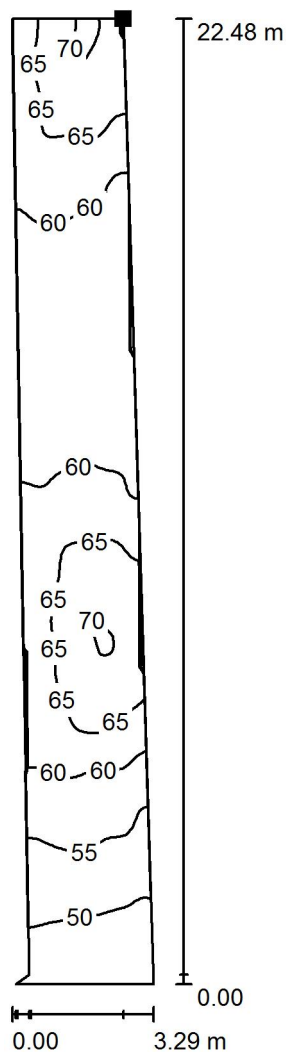
$E_{max}$  [lx]  
57

$E_{min} / E_m$   
0.600

$E_{min} / E_{max}$   
0.477

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## AVENIDA JOSE ANTONIO / ACERA LADO LUM 4 / Superficie 1 / Isolíneas (E)



Situación de la superficie en la  
escena exterior:  
Punto marcado:  
(475.486 m, 52.982 m, 0.000 m)



Valores en Lux, Escala 1 : 176

Trama: 128 x 32 Puntos

$E_m$  [lx]  
60

$E_{min}$  [lx]  
46

$E_{max}$  [lx]  
71

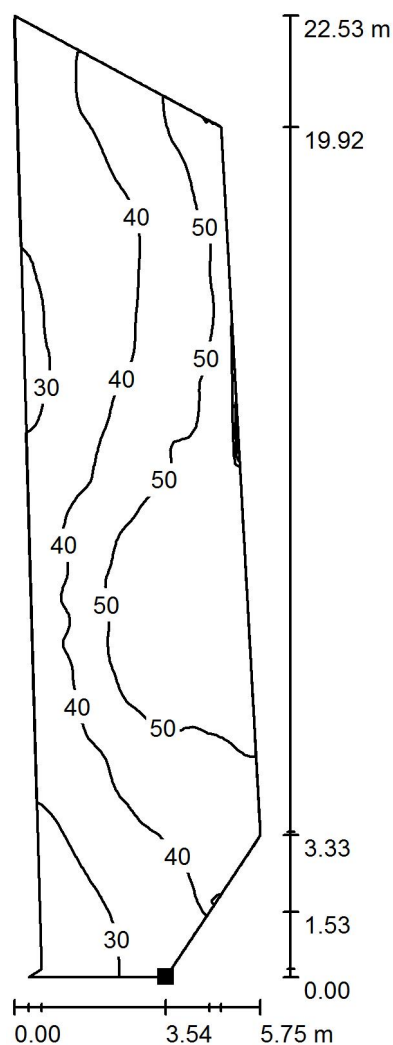
$E_{min} / E_m$   
0.770

$E_{min} / E_{max}$   
0.649



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## AVENIDA JOSE ANTONIO / ACERA LADO LUM 5 / Superficie 1 / Isolíneas (E)



Situación de la superficie en la  
escena exterior:  
Punto marcado:  
(464.278 m, 60.490 m, 0.000 m)



Valores en Lux, Escala 1 : 177

Trama: 128 x 32 Puntos

$E_m$  [lx]  
43

$E_{min}$  [lx]  
24

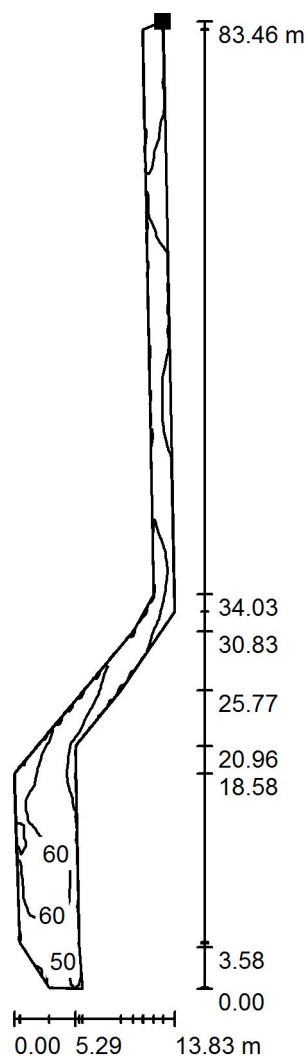
$E_{max}$  [lx]  
60

$E_{min} / E_m$   
0.560

$E_{min} / E_{max}$   
0.395

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## AVENIDA JOSE ANTONIO / ACERA LADO LUM 6 / Superficie 1 / Isolíneas (E)



Situación de la superficie en la  
escena exterior:  
Punto marcado:  
(485.168 m, 143.291 m, 0.000 m)



Valores en Lux, Escala 1 : 653

Trama: 128 x 64 Puntos

$E_m$  [lx]  
46

$E_{min}$  [lx]  
26

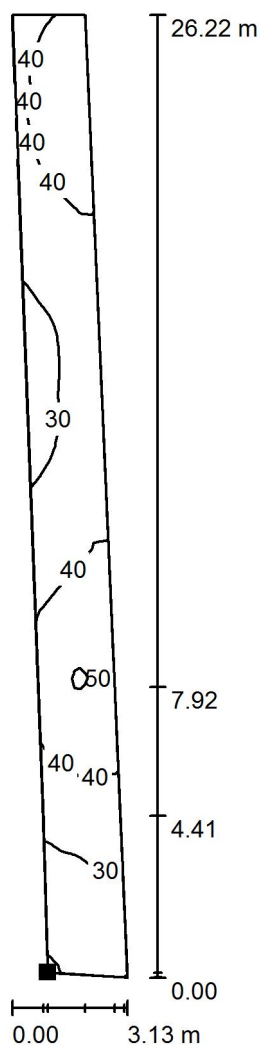
$E_{max}$  [lx]  
69

$E_{min} / E_m$   
0.567

$E_{min} / E_{max}$   
0.379

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## AVENIDA JOSE ANTONIO / ACERA LADO LUM 7 / Superficie 1 / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 206

Situación de la superficie en la  
escena exterior:  
Punto marcado:  
(474.184 m, 167.452 m, 0.000 m)



Trama: 128 x 16 Puntos

$E_m$  [lx]  
37

$E_{min}$  [lx]  
19

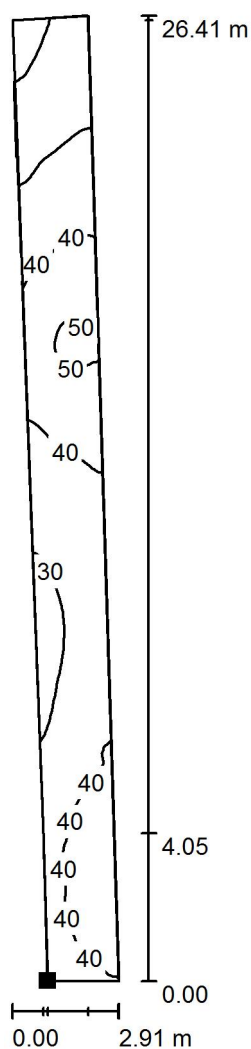
$E_{max}$  [lx]  
51

$E_{min} / E_m$   
0.520

$E_{min} / E_{max}$   
0.373

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## AVENIDA JOSE ANTONIO / ACERA LADO LUM 8 / Superficie 1 / Isolíneas (E)



Situación de la superficie en la  
escena exterior:  
Punto marcado:  
(475.284 m, 136.055 m, 0.000 m)



Valores en Lux, Escala 1 : 207

Trama: 128 x 16 Puntos

$E_m$  [lx]  
37

$E_{min}$  [lx]  
17

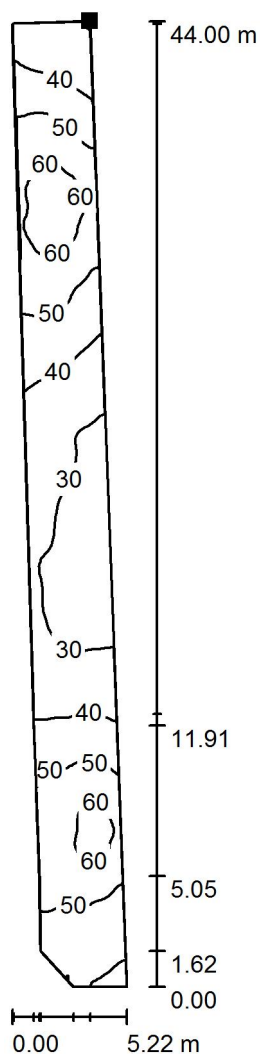
$E_{max}$  [lx]  
52

$E_{min} / E_m$   
0.474

$E_{min} / E_{max}$   
0.334

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## AVENIDA JOSE ANTONIO / ACERA LADO LUM 9 / Superficie 1 / Isolíneas (E)



Situación de la superficie en la  
escena exterior:  
Punto marcado:  
(485.551 m, 193.328 m, 0.000 m)



Valores en Lux, Escala 1 : 345

Trama: 128 x 32 Puntos

$E_m$  [lx]  
43

$E_{min}$  [lx]  
24

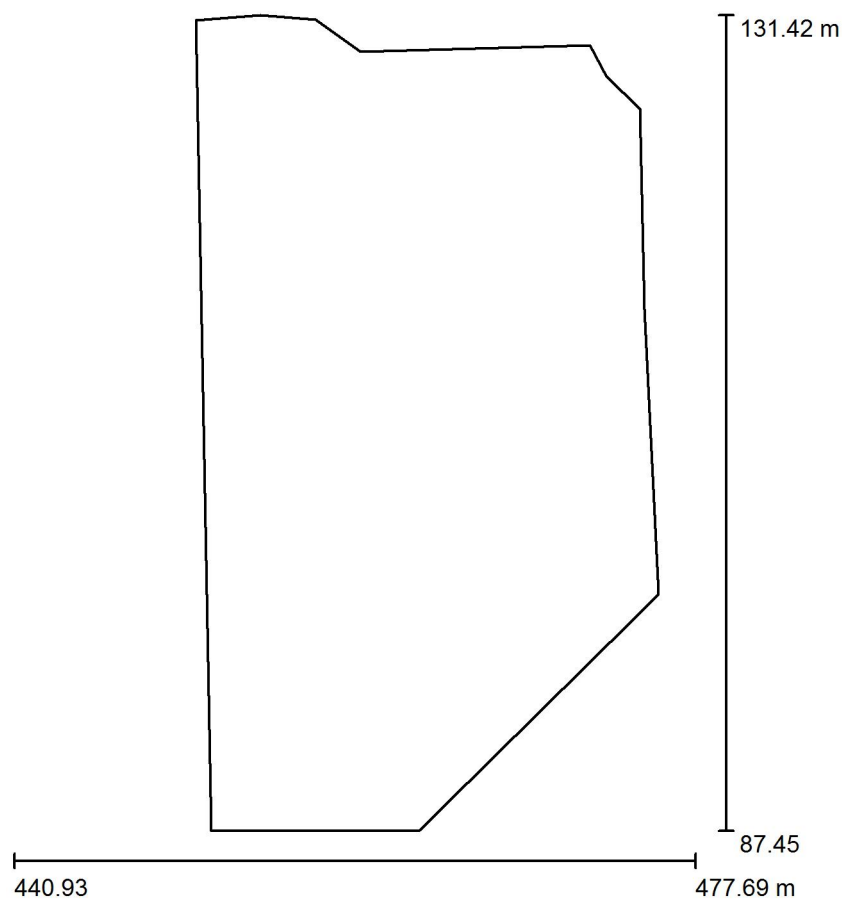
$E_{max}$  [lx]  
68

$E_{min} / E_m$   
0.561

$E_{min} / E_{max}$   
0.353

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## PLAZA AUREILHAN / Datos de planificación



Factor mantenimiento: 0.80, ULR (Upward Light Ratio): 3.5%

Escala 1:408

### Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	F (Luminaria) [lm]	F (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	PHILIPS CDS461 1xSON-PP150W EB T LO (1.000)	5600	16000	164.0
2	4	PHILIPS SGP352 1xSON-TPP150W EB FX1 P1H1V (1.000)	13825	17500	164.0
Total:			77700	134000	1312.0

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

---

**PLAZA AUREILHAN / Lista de luminarias**

---

4 Pieza PHILIPS CDS461 1xSON-PP150W EB T LO  
N° de artículo:  
Flujo luminoso (Luminaria): 5600 lm  
Flujo luminoso (Lámparas): 16000 lm  
Potencia de las luminarias: 164.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 89  
Código CIE Flux: 22 56 83 89 35  
Lámpara: 1 x SON-PP150W (Factor de corrección 1.000).

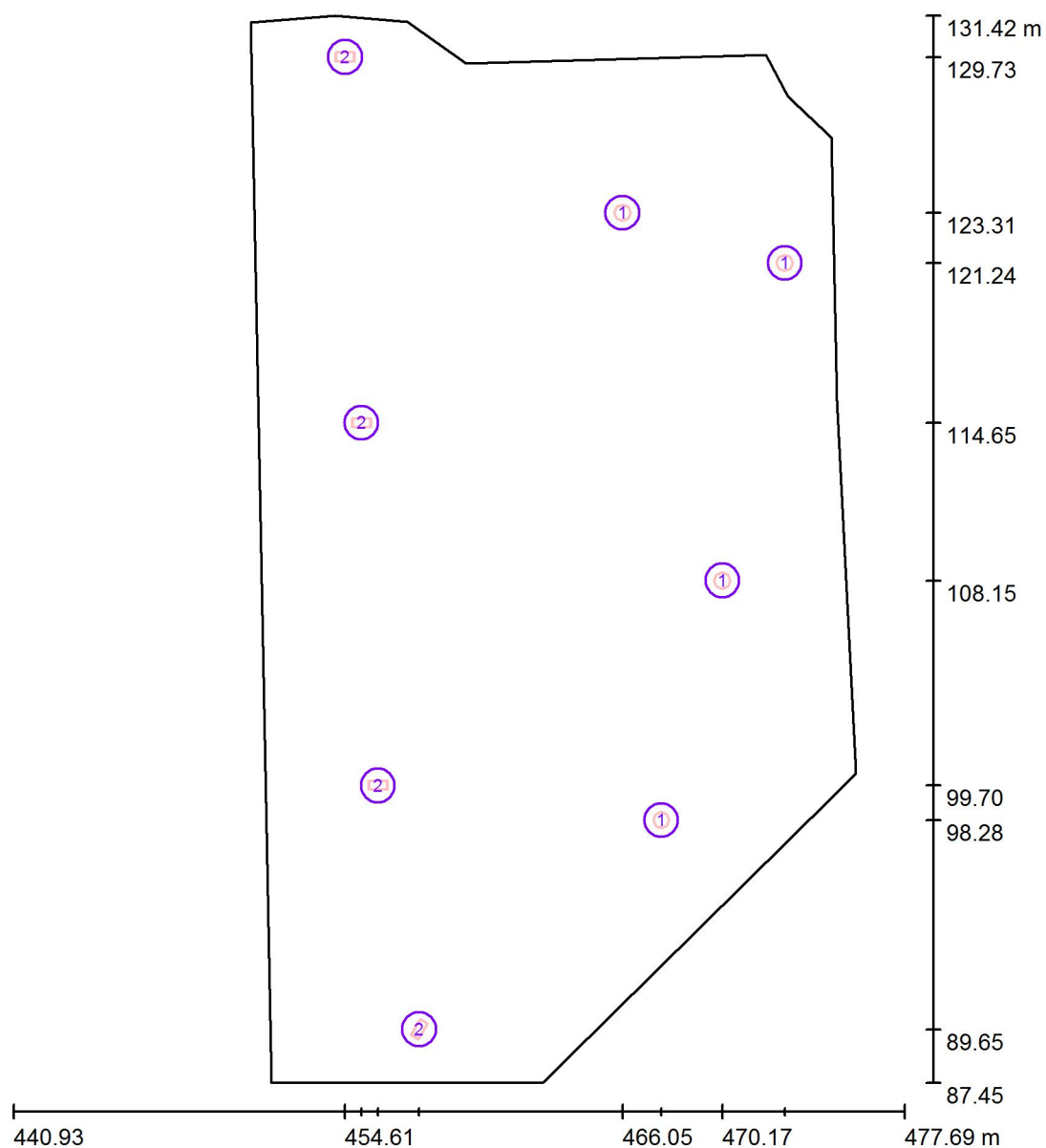


4 Pieza PHILIPS SGP352 1xSON-TPP150W EB FX1  
P1H1V  
N° de artículo:  
Flujo luminoso (Luminaria): 13825 lm  
Flujo luminoso (Lámparas): 17500 lm  
Potencia de las luminarias: 164.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 34 71 96 100 79  
Lámpara: 1 x SON-TPP150W (Factor de corrección 1.000).



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## PLAZA AUREILHAN / Luminarias (ubicación)



Escala 1 : 298

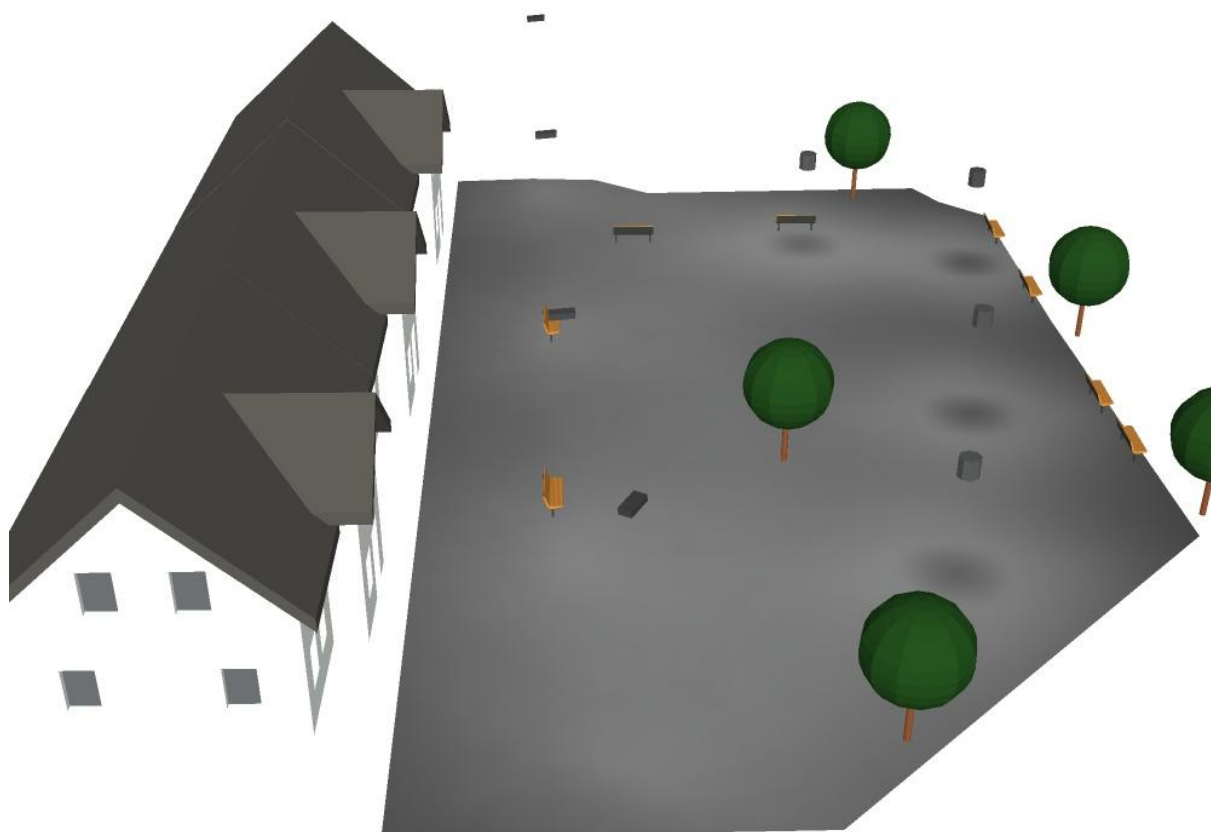
### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación
1	4	PHILIPS CDS461 1xSON-PP150W EB T LO
2	4	PHILIPS SGP352 1xSON-TPP150W EB FX1 P1H1V



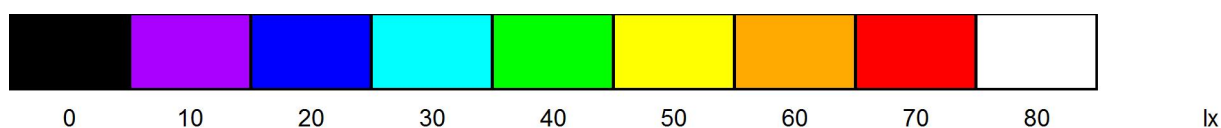
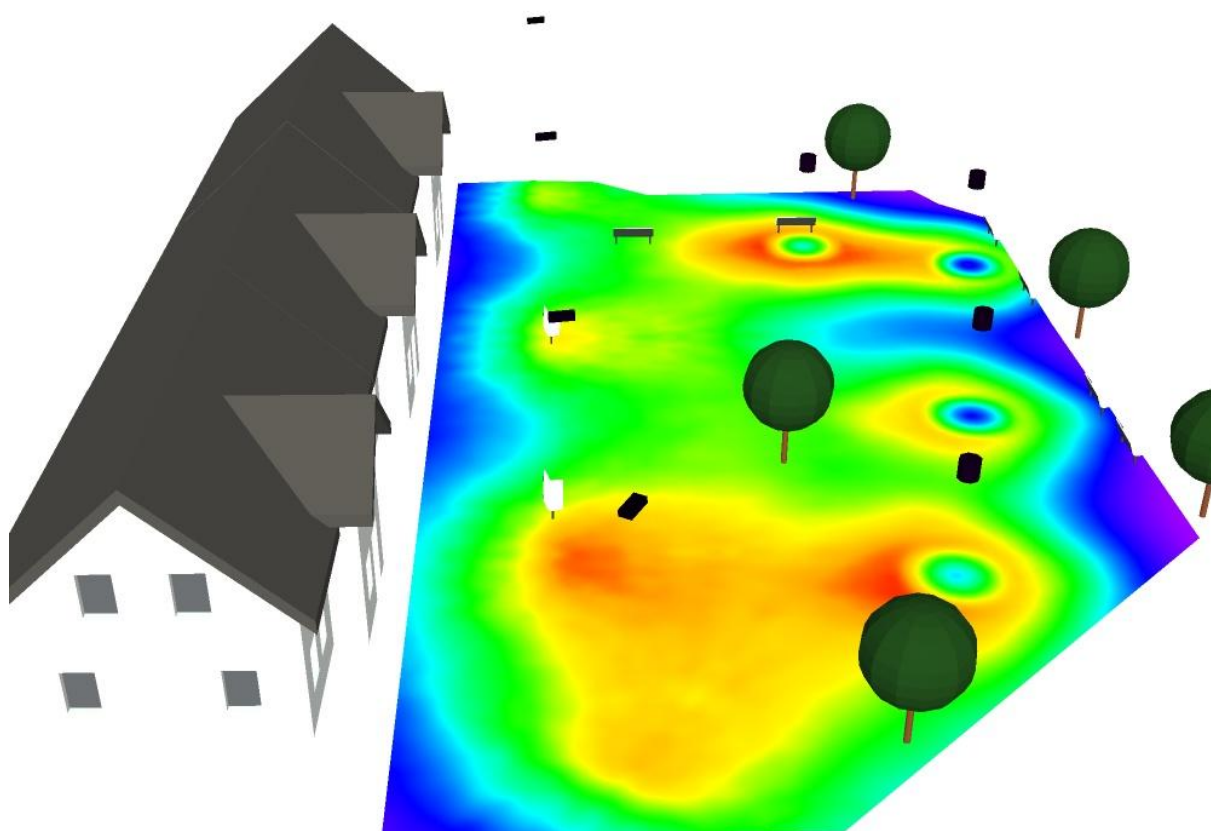
Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## PLAZA AUREILHAN / Rendering (procesado) en 3D



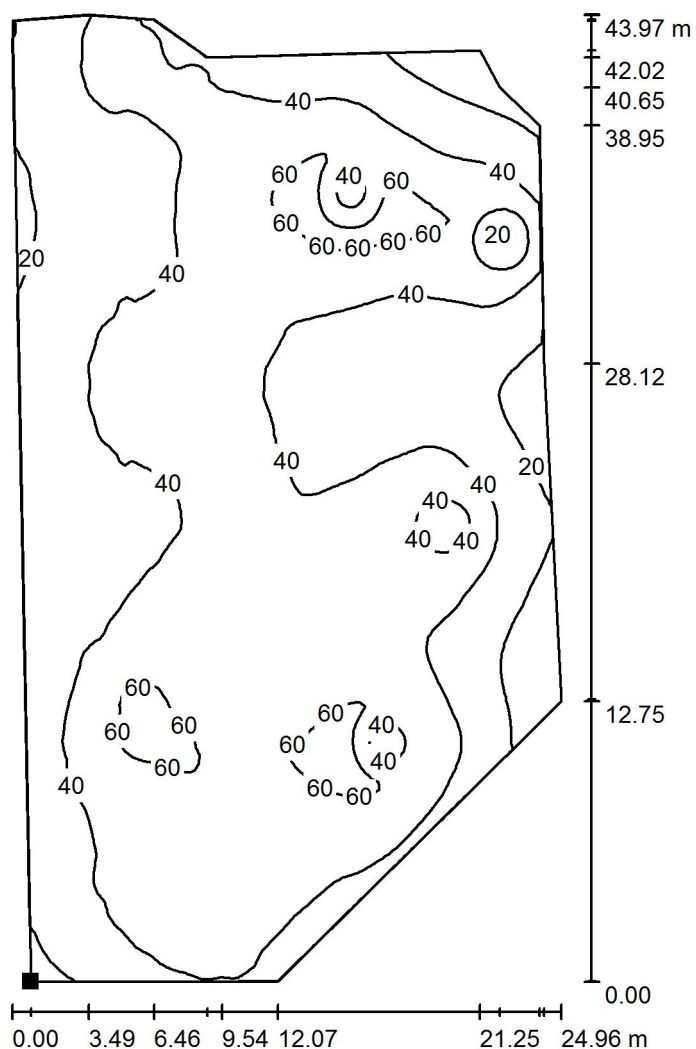
Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## PLAZA AUREILHAN / Rendering (procesado) de colores falsos



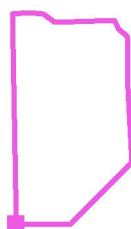
Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

# PLAZA AUREILHAN / Elemento del suelo 1 / Superficie 1 / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 344

Situación de la superficie en la  
escena exterior:  
Punto marcado:  
(451.571 m, 87.453 m, 0.000 m)



Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
40

$E_{min}$  [lx]  
11

$E_{max}$  [lx]  
67

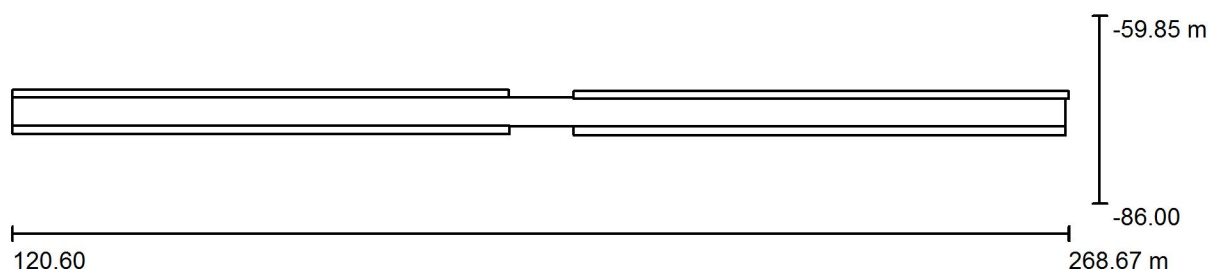
$E_{min} / E_m$   
0.261

$E_{min} / E_{max}$   
0.158

CALLES SITUACIÓN PROYECTADA

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## CALLE VALVANERA / Datos de planificación



Factor mantenimiento: 0.90, ULR (Upward Light Ratio): 1.5%

Escala 1:1059

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	F (Luminaria) [lm]	F (Lámparas) [lm]	P [W]
1	8	Simon Lighting NAT M ISTANIUM 24LED GTF RE_WDL_39W 530mA IA3 (1.000)	4000	4000	39.0
Total:			32000	32000	312.0

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

---

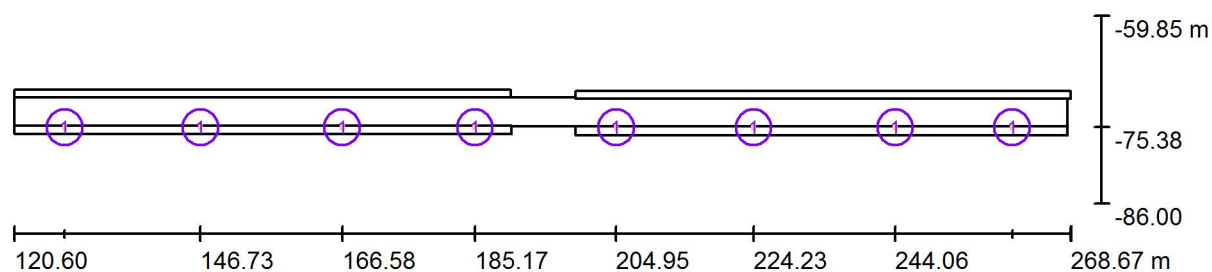
**CALLE VALVANERA / Lista de luminarias**

---

8 Pieza	Simon Lighting NAT M ISTANIUM 24LED GTF RE_ WDL _39W 530mA IA3 N° de artículo: Flujo luminoso (Luminaria): 4000 lm Flujo luminoso (Lámparas): 4000 lm Potencia de las luminarias: 39.0 W Clasificación luminarias según CIE: 99 Código CIE Flux: 35 72 96 99 100 Lámpara: 1 x IW4831S (Factor de corrección 1.000).	Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.
---------	--	---

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

### CALLE VALVANERA / Luminarias (ubicación)



Escala 1 : 1059

### Lista de piezas - Luminarias

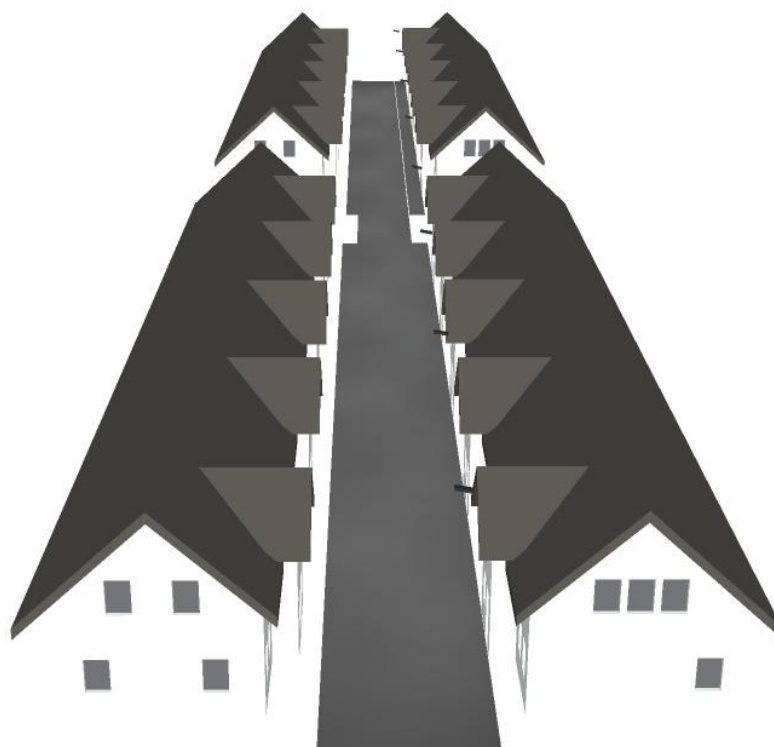
N°	Pieza	Designación
1	8	Simon Lighting NAT M ISTANIUM 24LED GTF RE_ WDL _39W 530mA IA3

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

---

**CALLE VALVANERA / Rendering (procesado) en 3D**

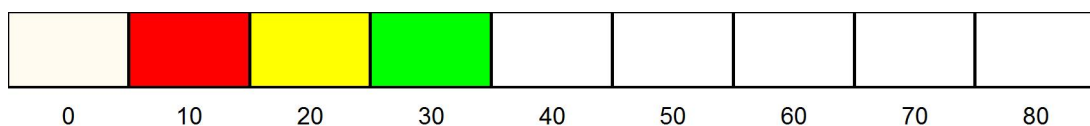
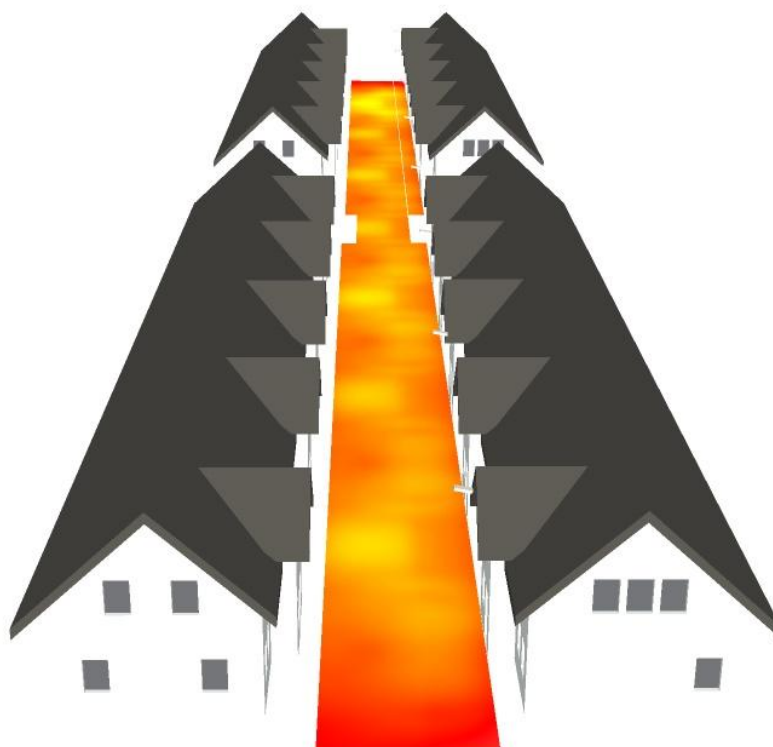
---





Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

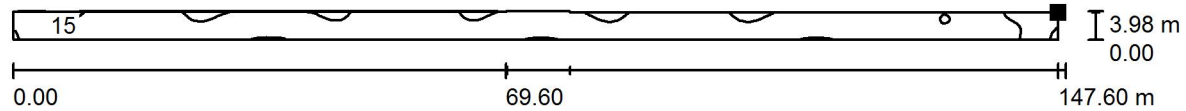
## CALLE VALVANERA / Rendering (procesado) de colores falsos



lx

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

### CALLE VALVANERA / CALZADA / Superficie 1 / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 1056

Situación de la superficie en la  
escena exterior:

Punto marcado:

(268.197 m, -71.443 m, 0.000 m)



Trama: 128 x 64 Puntos

$E_m$  [lx]  
16

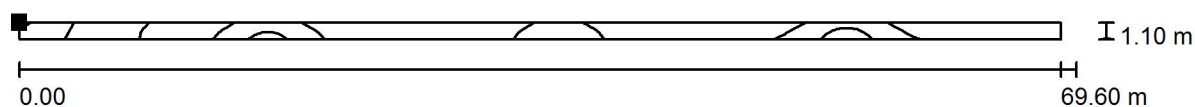
$E_{min}$  [lx]  
9.34

$E_{max}$  [lx]  
20

$E_{min} / E_m$   
0.575

$E_{min} / E_{max}$   
0.462

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**CALLE VALVANERA / ACERA LADO CONTRARIO / Superficie 1 / Isolíneas (E)**

Valores en Lux, Escala 1 : 498

Situación de la superficie en la  
escena exterior:

Punto marcado:

(120.600 m, -70.172 m, 0.000 m)



Trama: 8 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
15

$E_{min}$  [lx]  
9.90

$E_{max}$  [lx]  
19

$E_{min} / E_m$   
0.653

$E_{min} / E_{max}$   
0.527

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

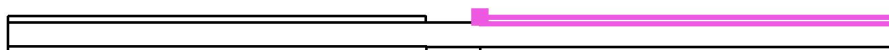
**CALLE VALVANERA / ACERA LADO CONTRARIO 2 / Superficie 1 / Isolíneas (E)**

Valores en Lux, Escala 1 : 497

Situación de la superficie en la  
escena exterior:

Punto marcado:

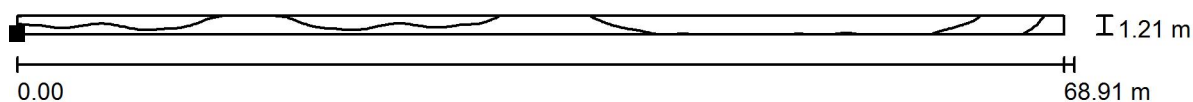
(199.233 m, -70.347 m, 0.000 m)



Trama: 8 x 128 Puntos

$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
16	9.79	20	0.626	0.489

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

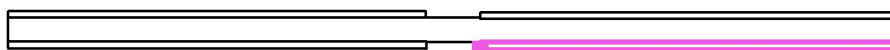
**CALLE VALVANERA / ACERA LADO LUM. 2 / Superficie 1 / Isolíneas (E)**

Valores en Lux, Escala 1 : 493

Situación de la superficie en la  
escena exterior:

Punto marcado:

(199.283 m, -76.511 m, 0.000 m)



Trama: 128 x 16 Puntos

$E_m$  [lx]  
15

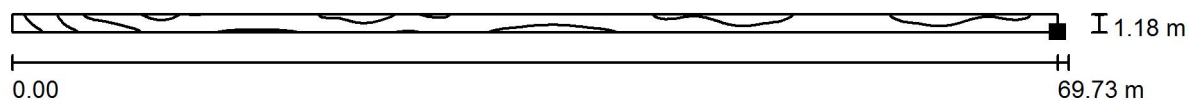
$E_{min}$  [lx]  
8.09

$E_{max}$  [lx]  
19

$E_{min} / E_m$   
0.539

$E_{min} / E_{max}$   
0.433

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**CALLE VALVANERA / ACERA LADO LUM. / Superficie 1 / Isolíneas (E)**

Valores en Lux, Escala 1 : 499

Situación de la superficie en la  
escena exterior:

Punto marcado:

(190.334 m, -76.387 m, 0.000 m)



Trama: 16 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
15

$E_{min}$  [lx]  
8.52

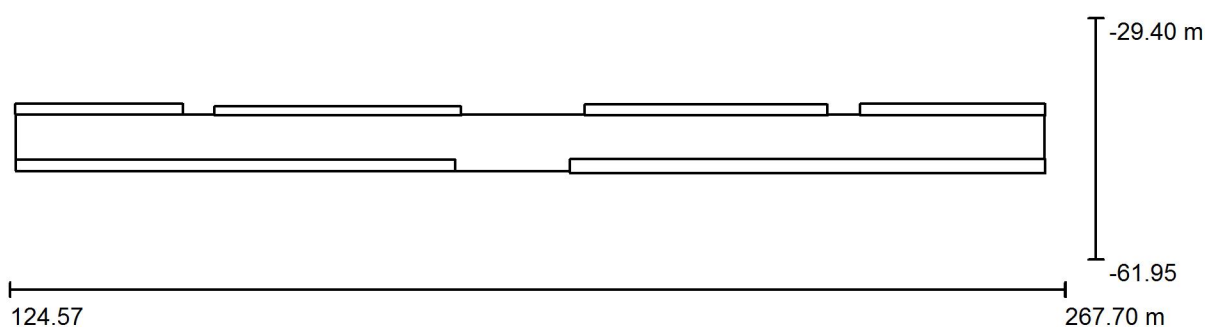
$E_{max}$  [lx]  
17

$E_{min} / E_m$   
0.575

$E_{min} / E_{max}$   
0.496

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## CALLE LA LIBERTAD / Datos de planificación



Factor mantenimiento: 1.00, ULR (Upward Light Ratio): 2.0%

Escala 1:1024

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	F (Luminaria) [lm]	F (Lámparas) [lm]	P [W]
1	10	Simon Lighting NAT M ISTANIUM 24LED GTF RE_WDL_39W 530mA IA3 (1.000)	4000	4000	39.0
Total:			40000	40000	390.0

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

---

**CALLE LA LIBERTAD / Lista de luminarias**

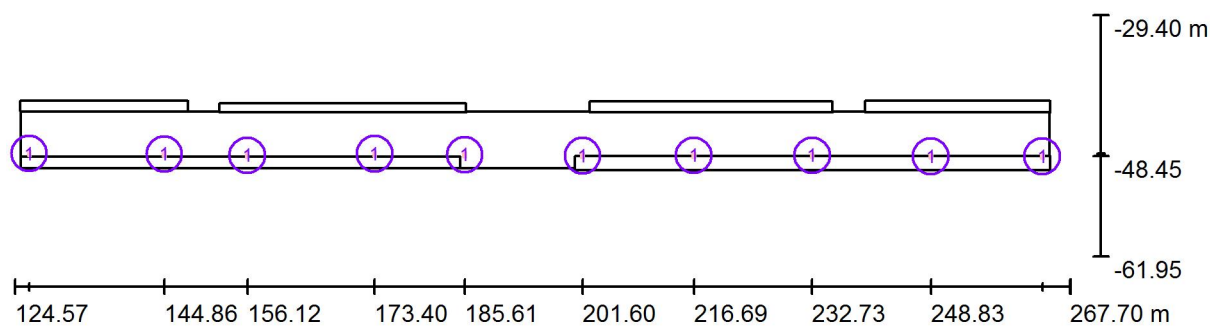
---

10 Pieza	Simon Lighting NAT M ISTANIUM 24LED GTF RE_ WDL _39W 530mA IA3 N° de artículo: Flujo luminoso (Luminaria): 4000 lm Flujo luminoso (Lámparas): 4000 lm Potencia de las luminarias: 39.0 W Clasificación luminarias según CIE: 99 Código CIE Flux: 35 72 96 99 100 Lámpara: 1 x IW4831S (Factor de corrección 1.000).	Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.
----------	--	---



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## CALLE LA LIBERTAD / Luminarias (ubicación)



Escala 1 : 1024

### Lista de piezas - Luminarias

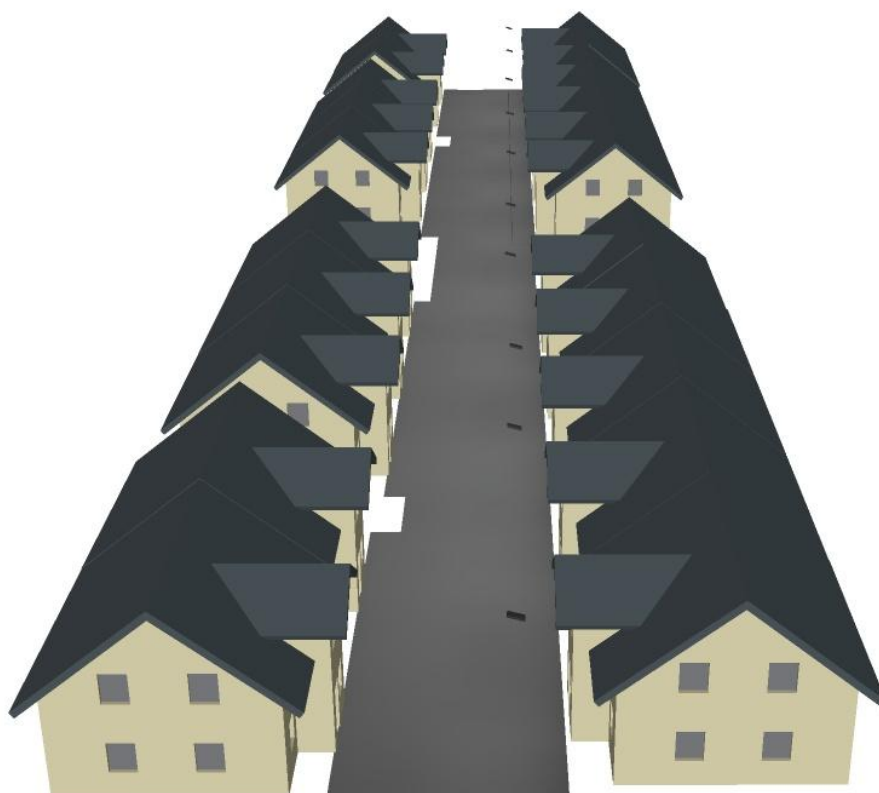
N°	Pieza	Designación
1	10	Simon Lighting NAT M ISTANIUM 24LED GTF RE_ WDL _39W 530mA IA3

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

---

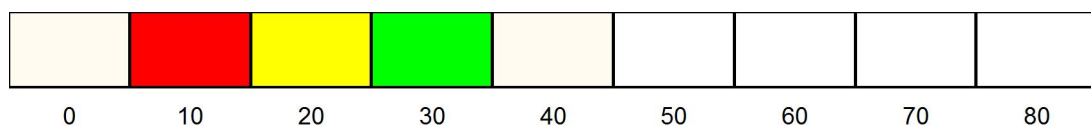
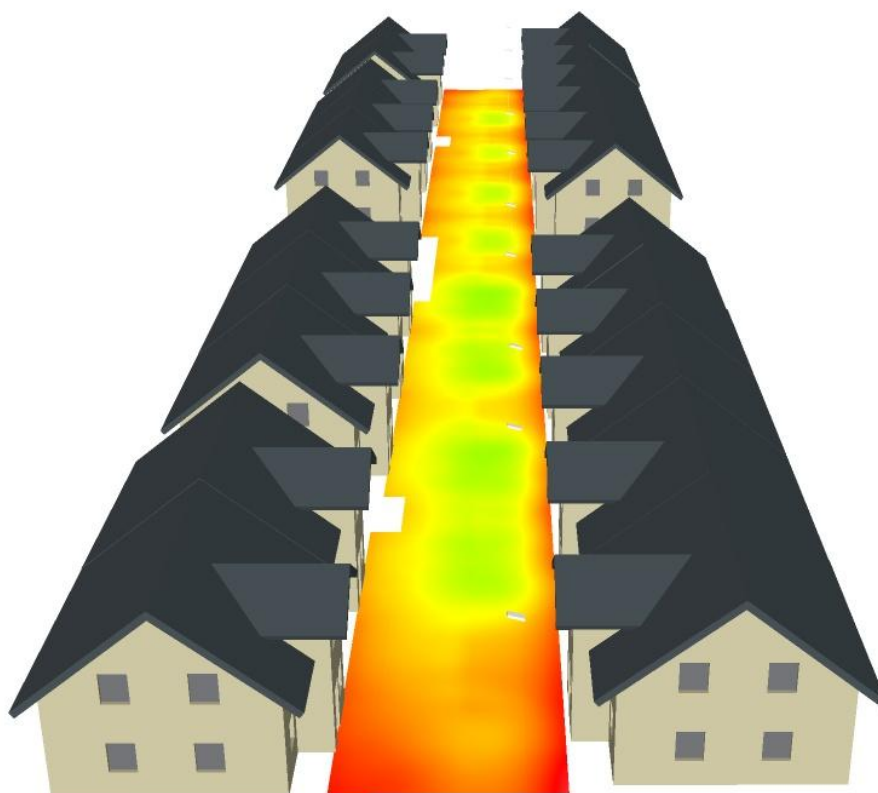
**CALLE LA LIBERTAD / Rendering (procesado) en 3D**

---



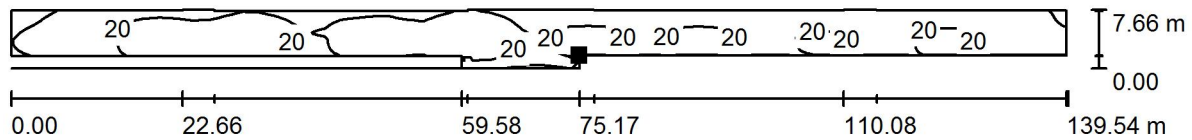
Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## CALLE LA LIBERTAD / Rendering (procesado) de colores falsos



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

### CALLE LA LIBERTAD / Calzada / Superficie 1 / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 998

Situación de la superficie en la  
escena exterior:

Punto marcado:

(200.587 m, -48.425 m, 0.000 m)



Trama: 64 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
20

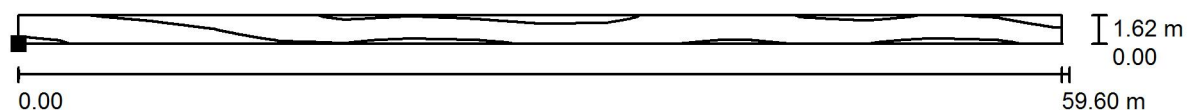
$E_{min}$  [lx]  
12

$E_{max}$  [lx]  
24

$E_{min} / E_m$   
0.630

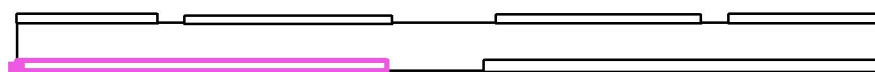
$E_{min} / E_{max}$   
0.519

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**CALLE LA LIBERTAD / Acera lado luminaria 1 / Superficie 1 / Isolíneas (E)**

Valores en Lux, Escala 1 : 427

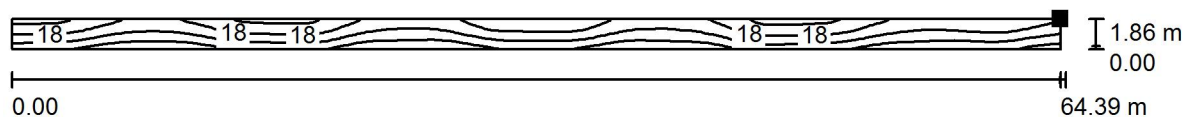
Situación de la superficie en la  
escena exterior:  
Punto marcado:  
(125.400 m, -50.100 m, 0.000 m)



Trama: 16 x 128 Puntos

$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
17	9.61	21	0.573	0.447

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

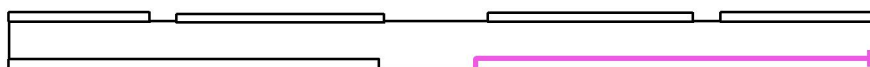
**CALLE LA LIBERTAD / Acera lado luminaria 2 / Superficie 1 / Isolíneas (E)**

Valores en Lux, Escala 1 : 461

Situación de la superficie en la  
escena exterior:

Punto marcado:

(264.977 m, -48.425 m, 0.000 m)



Trama: 128 x 16 Puntos

$E_m$  [lx]  
16

$E_{min}$  [lx]  
11

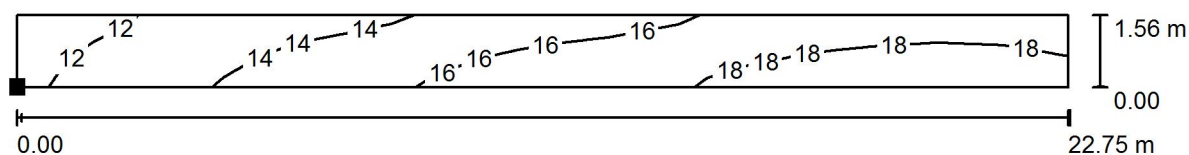
$E_{max}$  [lx]  
21

$E_{min} / E_m$   
0.676

$E_{min} / E_{max}$   
0.534

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## CALLE LA LIBERTAD / Acera lado contrario luminaria 1 / Superficie 1 / Isolíneas (E)

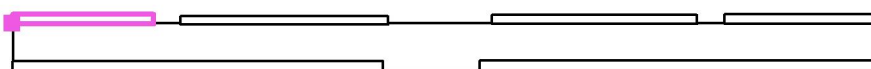


Valores en Lux, Escala 1 : 163

Situación de la superficie en la  
escena exterior:

Punto marcado:

(125.333 m, -42.463 m, 0.000 m)



Trama: 16 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
16

$E_{min}$  [lx]  
11

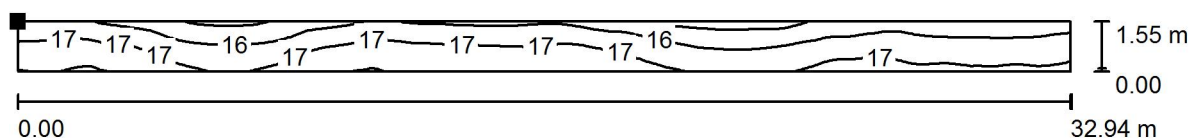
$E_{max}$  [lx]  
19

$E_{min} / E_m$   
0.710

$E_{min} / E_{max}$   
0.582

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## CALLE LA LIBERTAD / Acera lado contrario luminaria 3 / Superficie 1 / Isolíneas (E)

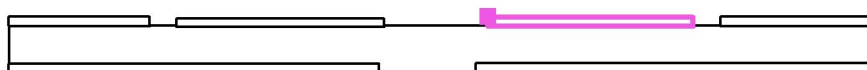


Valores en Lux, Escala 1 : 236

Situación de la superficie en la  
escena exterior:

Punto marcado:

(202.563 m, -40.993 m, 0.000 m)



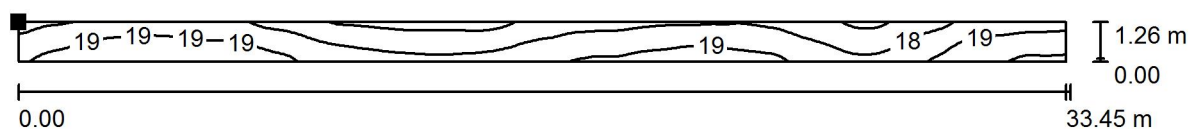
Trama: 16 x 128 Puntos

$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
17	15	18	0.884	0.810



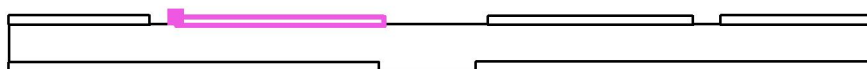
Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## CALLE LA LIBERTAD / Acera lado contrario luminaria 2 / Superficie 1 / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 240

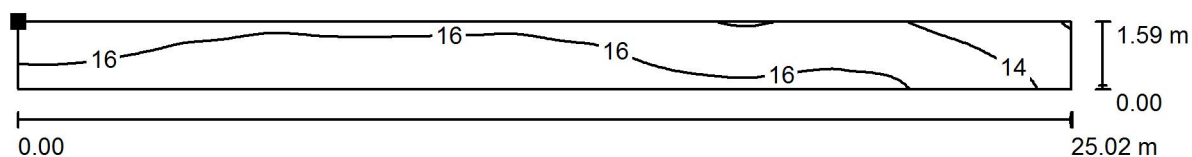
Situación de la superficie en la  
escena exterior:  
Punto marcado:  
(152.345 m, -41.296 m, 0.000 m)



Trama: 16 x 128 Puntos

$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
18	17	20	0.903	0.826

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

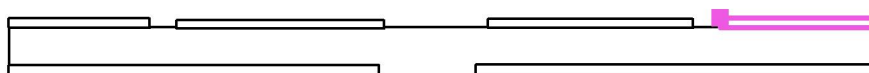
**CALLE LA LIBERTAD / Acera lado contrario luminaria 4 / Superficie 1 / Isolíneas (E)**

Valores en Lux, Escala 1 : 179

Situación de la superficie en la  
escena exterior:

Punto marcado:

(239.958 m, -40.947 m, 0.000 m)



Trama: 16 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
16

$E_{min}$  [lx]  
12

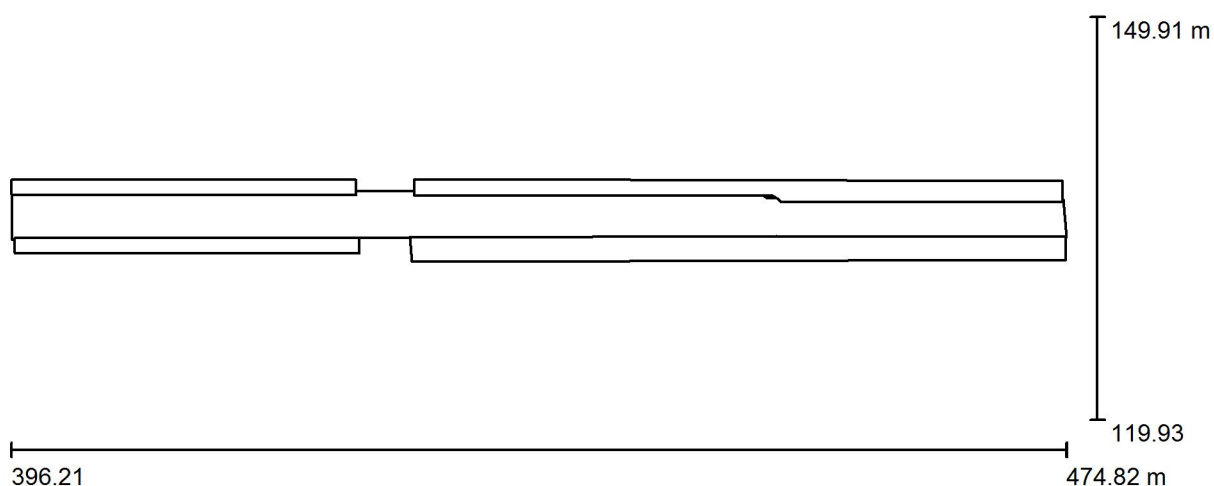
$E_{max}$  [lx]  
18

$E_{min} / E_m$   
0.756

$E_{min} / E_{max}$   
0.670

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## CALLE 9 DE JUNIO / Datos de planificación



Factor mantenimiento: 0.80, ULR (Upward Light Ratio): 1.5%

Escala 1:563

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	F (Luminaria) [lm]	F (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	Simon Lighting NAT M ISTANIUM 36LED GTF RE_NDL_58W 530mA IA3 (1.000)	6900	6900	58.0
Total:			27600	Total: 27600	232.0

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

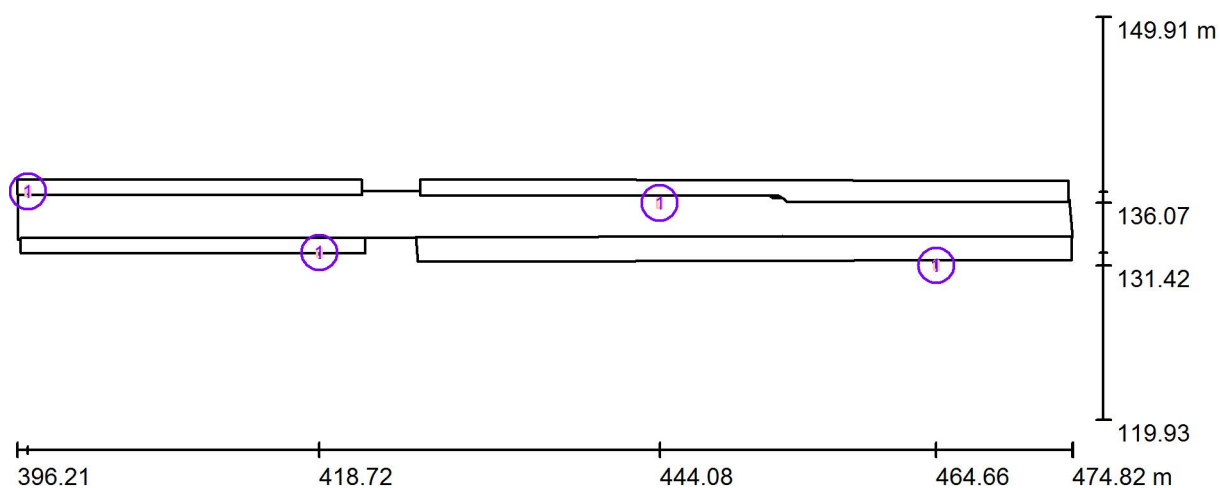
---

**CALLE 9 DE JUNIO / Lista de luminarias**

---

4 Pieza	Simon Lighting NAT M ISTANIUM 36LED GTF RE_ NDL _58W 530mA IA3 N° de artículo: Flujo luminoso (Luminaria): 6900 lm Flujo luminoso (Lámparas): 6900 lm Potencia de las luminarias: 58.0 W Clasificación luminarias según CIE: 99 Código CIE Flux: 35 72 96 99 100 Lámpara: 1 x IW4831S (Factor de corrección 1.000).	Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.
---------	--	---

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**CALLE 9 DE JUNIO / Luminarias (ubicación)**

Escala 1 : 563

**Lista de piezas - Luminarias**

N°	Pieza	Designación
1	4	Simon Lighting NAT M ISTANIUM 36LED GTF RE_ NDL _58W 530mA IA3

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

---

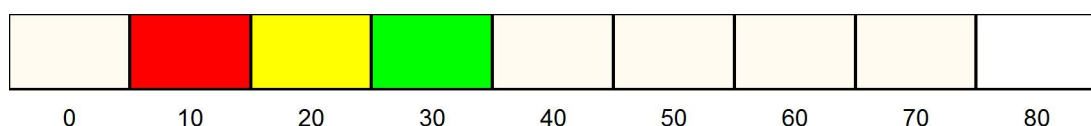
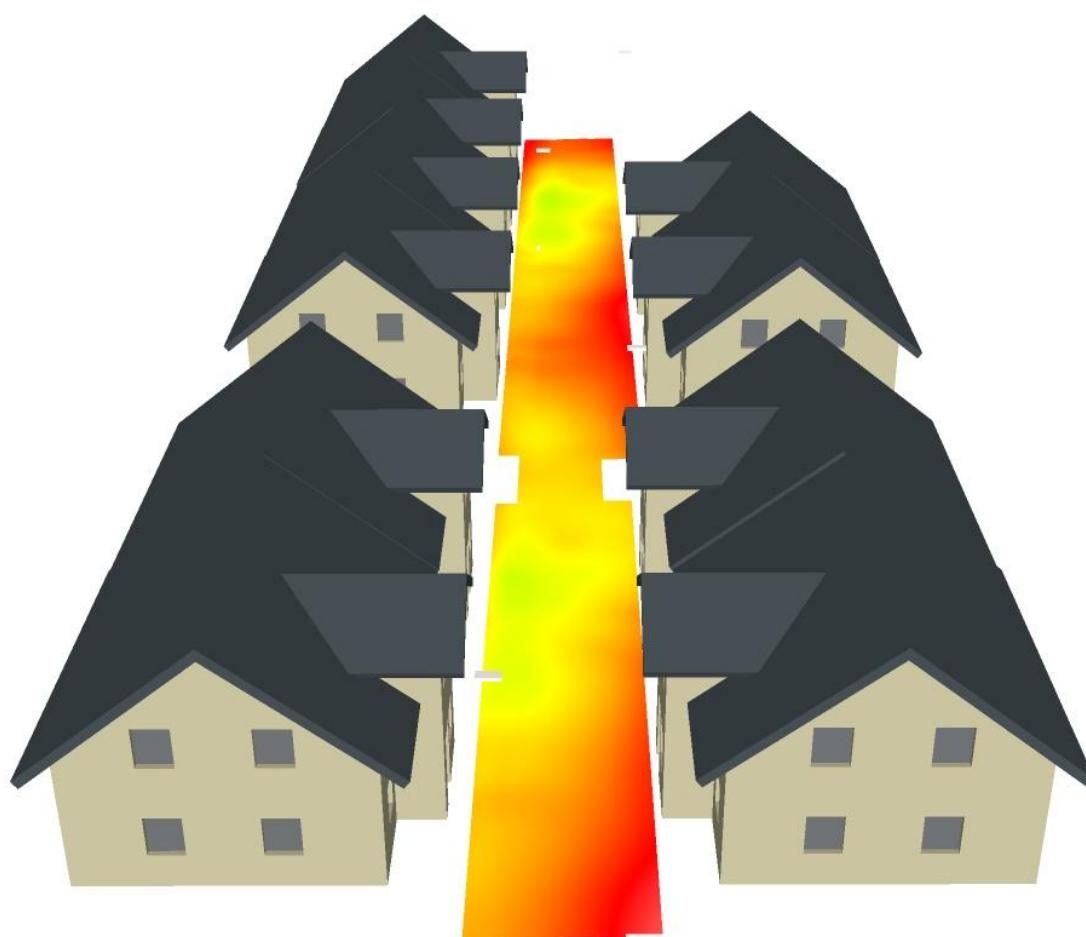
**CALLE 9 DE JUNIO / Rendering (procesado) en 3D**

---

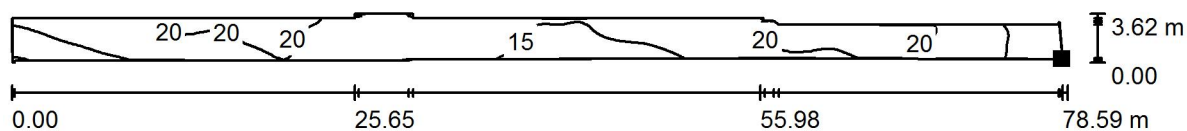


Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## CALLE 9 DE JUNIO / Rendering (procesado) de colores falsos



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**CALLE 9 DE JUNIO / CALZADA / Superficie 1 / Isolíneas (E)**

Valores en Lux, Escala 1 : 562

Situación de la superficie en la  
escena exterior:

Punto marcado:

(474.759 m, 133.569 m, 0.000 m)



Trama: 128 x 64 Puntos

$E_m$  [lx]  
18

$E_{min}$  [lx]  
9.54

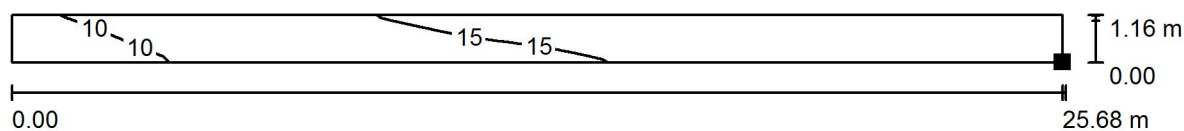
$E_{max}$  [lx]  
22

$E_{min} / E_m$   
0.541

$E_{min} / E_{max}$   
0.425



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

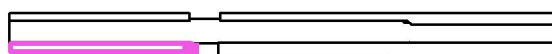
**CALLE 9 DE JUNIO / ACERA LADO CONTRARIO LUM 1 / Superficie 1 / Isolíneas (E)**

Valores en Lux, Escala 1 : 184

Situación de la superficie en la  
escena exterior:

Punto marcado:

(422.145 m, 132.306 m, 0.000 m)



Trama: 128 x 16 Puntos

$E_m$  [lx]  
15

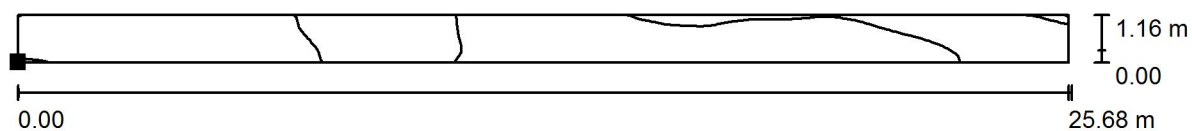
$E_{min}$  [lx]  
7.38

$E_{max}$  [lx]  
20

$E_{min} / E_m$   
0.487

$E_{min} / E_{max}$   
0.370

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

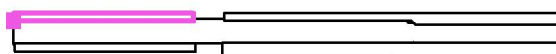
**CALLE 9 DE JUNIO / ACERA LADO LUM 1 / Superficie 1 / Isolíneas (E)**

Valores en Lux, Escala 1 : 184

Situación de la superficie en la  
escena exterior:

Punto marcado:

(396.209 m, 136.642 m, 0.000 m)



Trama: 128 x 16 Puntos

$E_m$  [lx]  
19

$E_{min}$  [lx]  
16

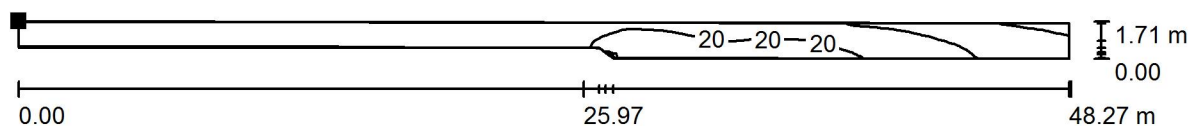
$E_{max}$  [lx]  
22

$E_{min} / E_m$   
0.825

$E_{min} / E_{max}$   
0.730

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## CALLE 9 DE JUNIO / ACERA LADO LUM 2 / Superficie 1 / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 346

Situación de la superficie en la  
escena exterior:

Punto marcado:

(426.249 m, 137.838 m, 0.000 m)



Trama: 128 x 16 Puntos

$E_m$  [lx]  
17

$E_{min}$  [lx]  
8.51

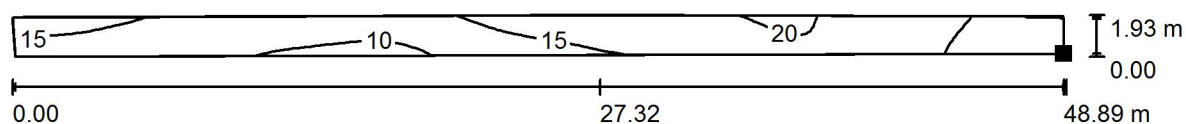
$E_{max}$  [lx]  
22

$E_{min} / E_m$   
0.486

$E_{min} / E_{max}$   
0.381

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## CALLE 9 DE JUNIO / ACERA LADO CONTRARIO LUM 2 / Superficie 1 / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 350

Situación de la superficie en la  
escena exterior:

Punto marcado:

(474.776 m, 131.841 m, 0.000 m)

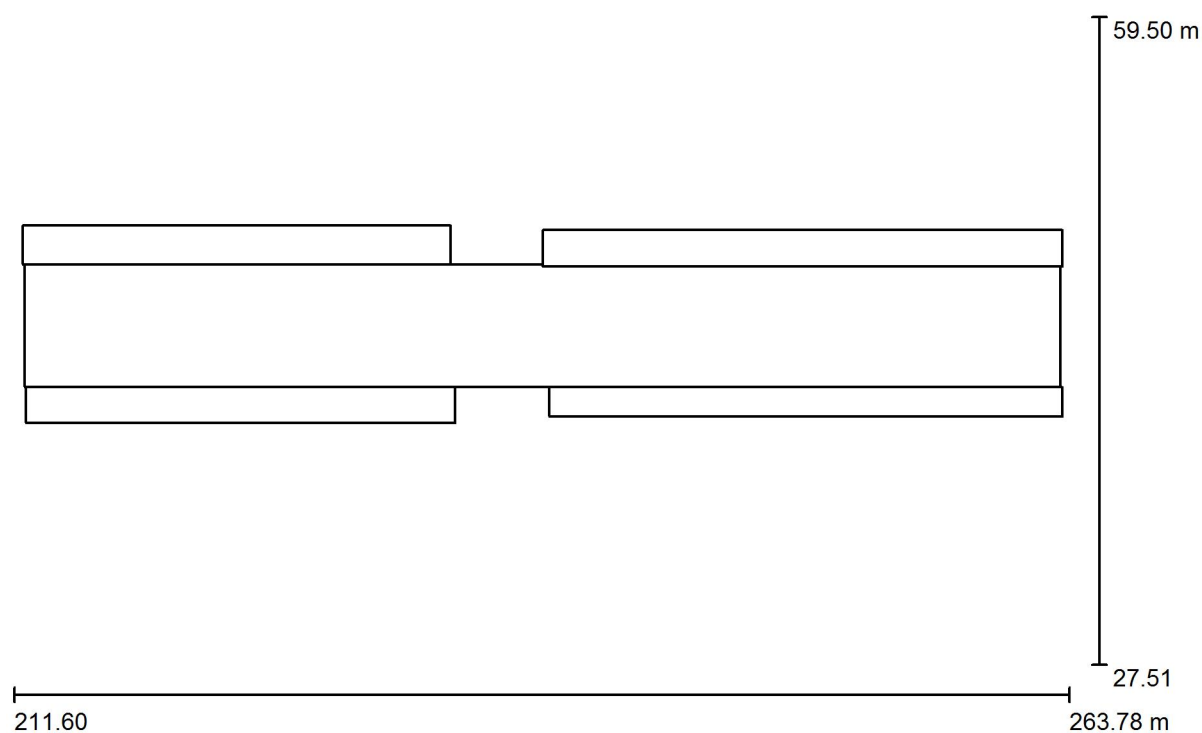


Trama: 128 x 16 Puntos

$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
15	8.58	21	0.580	0.417

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## CALLE FRATERNIDAD / Datos de planificación



Factor mantenimiento: 0.90, ULR (Upward Light Ratio): 0.5%

Escala 1:374

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	F (Luminaria) [lm]	F (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	Simon Lighting NAT M ISTANIUM 36LED GTF RJ_WDL_58W 530mA IA3 (1.000)	5900	5900	58.0
Total:			23600	Total: 23600	232.0

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

---

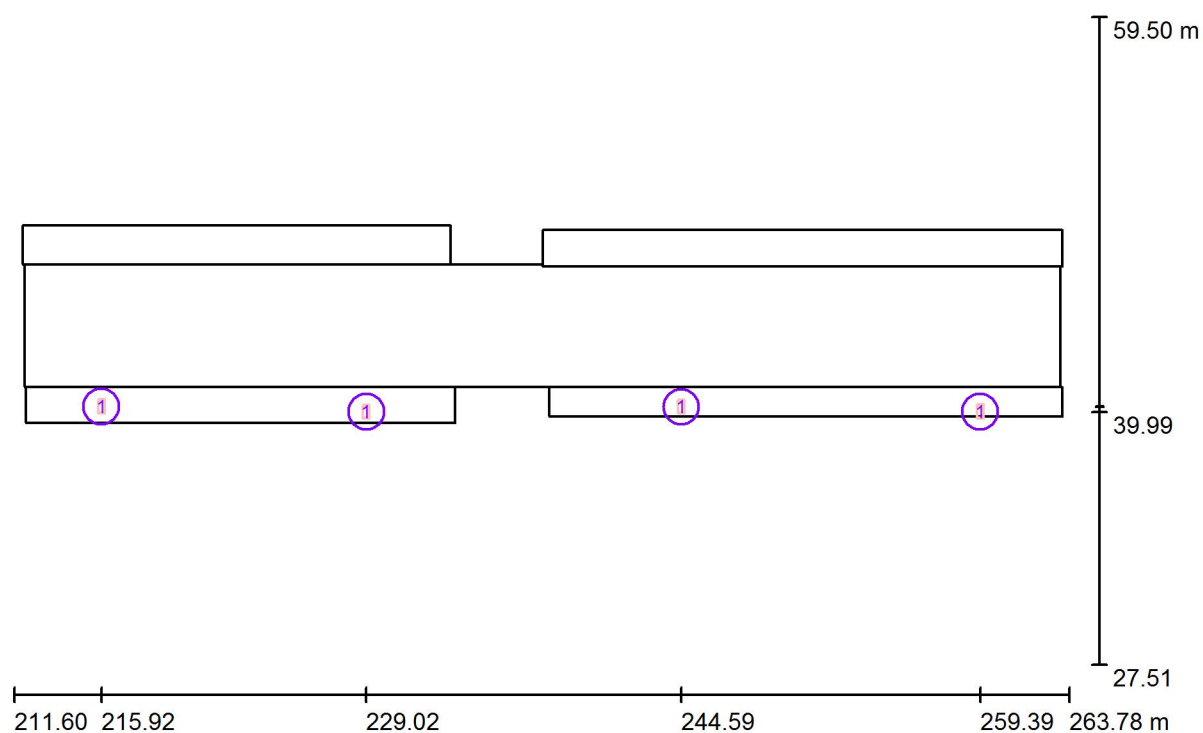
## CALLE FRATERNIDAD / Lista de luminarias

---

4 Pieza	Simon Lighting NAT M ISTANIUM 36LED GTF RJ_ WDL _58W 530mA IA3 N° de artículo: Flujo luminoso (Luminaria): 5900 lm Flujo luminoso (Lámparas): 5900 lm Potencia de las luminarias: 58.0 W Clasificación luminarias según CIE: 100 Código CIE Flux: 36 70 95 100 100 Lámpara: 1 x MG141015 (Factor de corrección 1.000).	Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.
---------	---	---

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## CALLE FRATERNIDAD / Luminarias (ubicación)



Escala 1 : 374

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación
1	4	Simon Lighting NAT M ISTANIUM 36LED GTF RJ_ WDL _58W 530mA IA3

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

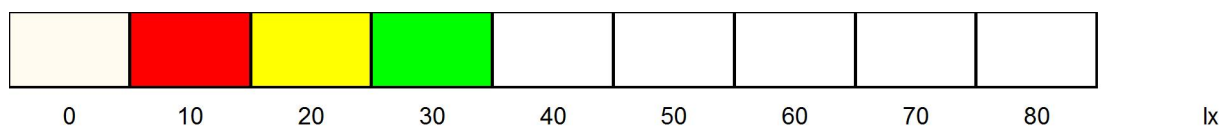
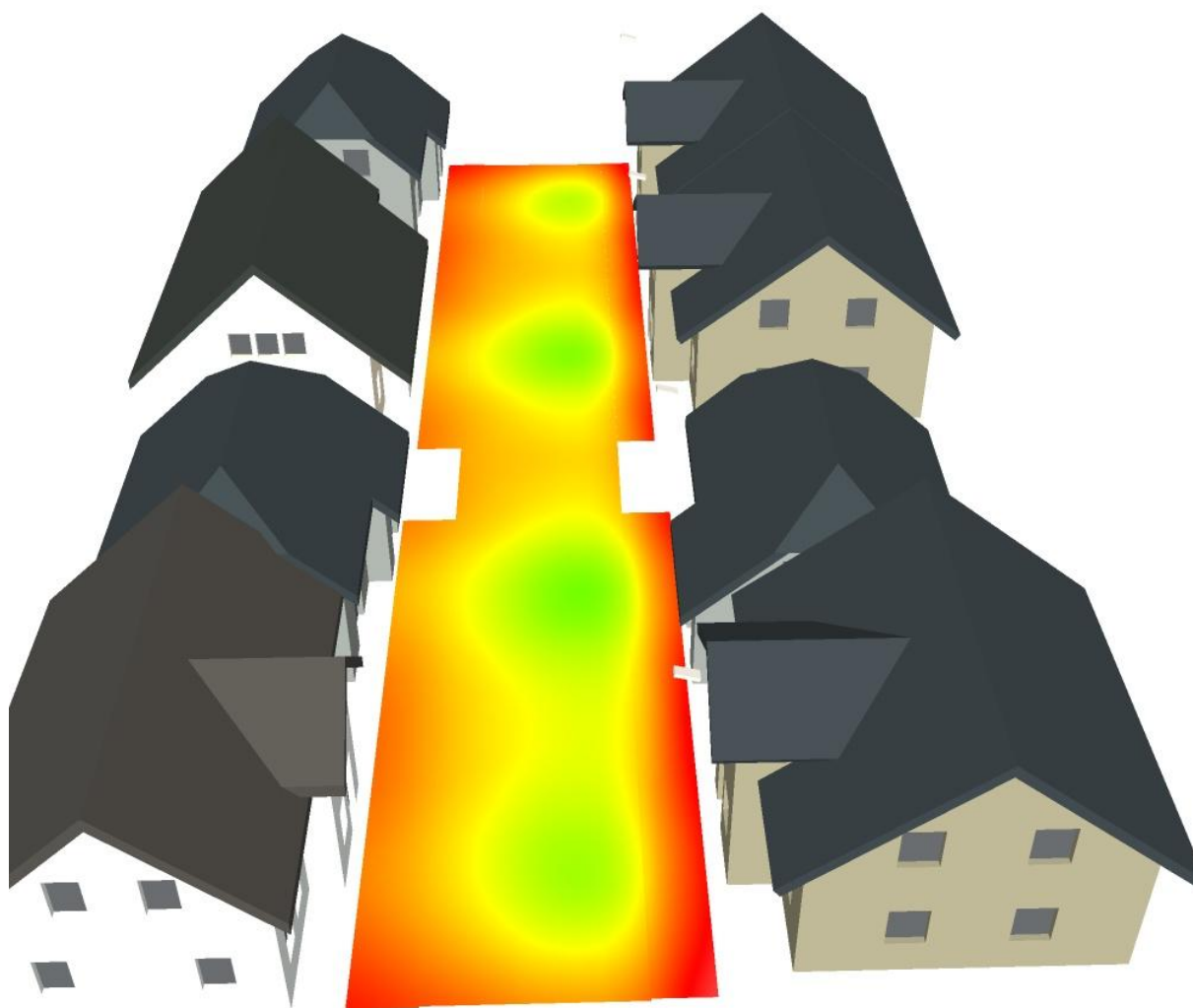
## CALLE FRATERNIDAD / Rendering (procesado) en 3D





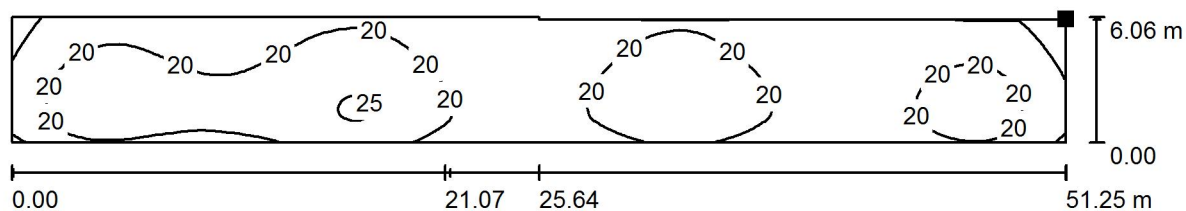
Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## CALLE FRATERNIDAD / Rendering (procesado) de colores falsos



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

### CALLE FRATERNIDAD / Calzada / Superficie 1 / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 367

Situación de la superficie en la  
escena exterior:

Punto marcado:  
(263.363 m, 47.172 m, 0.000 m)



Trama: 128 x 64 Puntos

$E_m$  [lx]  
20

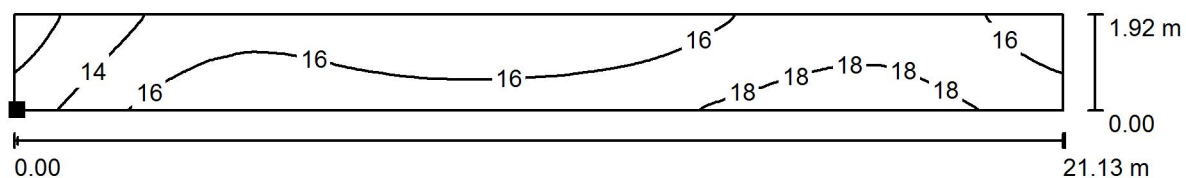
$E_{min}$  [lx]  
12

$E_{max}$  [lx]  
25

$E_{min} / E_m$   
0.628

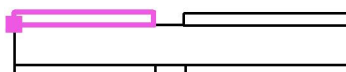
$E_{min} / E_{max}$   
0.488

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**CALLE FRATERNIDAD / Acera lado contrario 1 / Superficie 1 / Isolíneas (E)**

Valores en Lux, Escala 1 : 152

Situación de la superficie en la  
escena exterior:  
Punto marcado:  
(212.113 m, 47.280 m, 0.000 m)

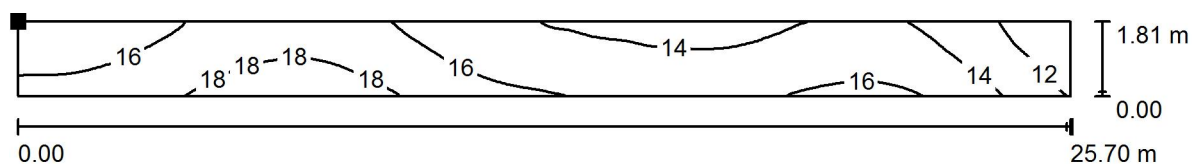


Trama: 32 x 128 Puntos

 $E_m$  [lx]  
16 $E_{min}$  [lx]  
11 $E_{max}$  [lx]  
19 $E_{min} / E_m$   
0.687 $E_{min} / E_{max}$   
0.574

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

### CALLE FRATERNIDAD / Acera lado contrario 2 / Superficie 1 / Isolíneas (E)

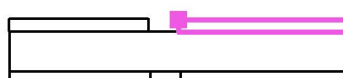


Valores en Lux, Escala 1 : 184

Situación de la superficie en la  
escena exterior:

Punto marcado:

(237.752 m, 48.983 m, 0.000 m)



Trama: 32 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
15

$E_{min}$  [lx]  
10

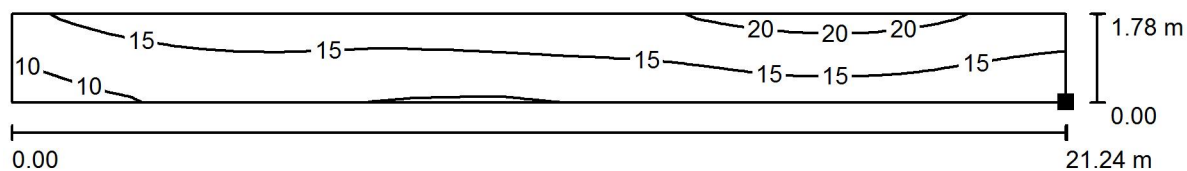
$E_{max}$  [lx]  
19

$E_{min} / E_m$   
0.668

$E_{min} / E_{max}$   
0.535

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## CALLE FRATERNIDAD / Acera lado luminaria 1 / Superficie 1 / Isolíneas (E)

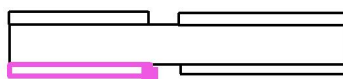


Valores en Lux, Escala 1 : 152

Situación de la superficie en la  
escena exterior:

Punto marcado:

(233.421 m, 39.447 m, 0.000 m)



Trama: 128 x 32 Puntos

$E_m$  [lx]  
15

$E_{min}$  [lx]  
7.83

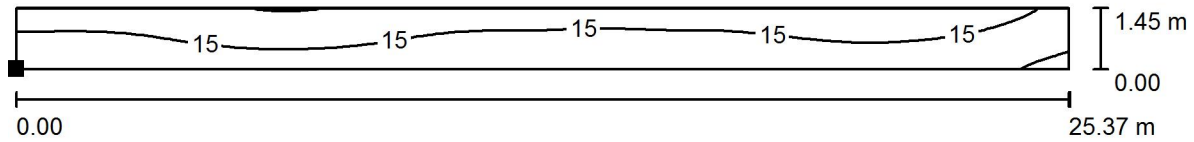
$E_{max}$  [lx]  
22

$E_{min} / E_m$   
0.529

$E_{min} / E_{max}$   
0.355

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

### CALLE FRATERNIDAD / Acera lado luminaria 2 / Superficie 1 / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 182

Situación de la superficie en la  
escena exterior:

Punto marcado:  
(238.071 m, 39.760 m, 0.000 m)



Trama: 128 x 16 Puntos

$E_m$  [lx]  
15

$E_{min}$  [lx]  
8.78

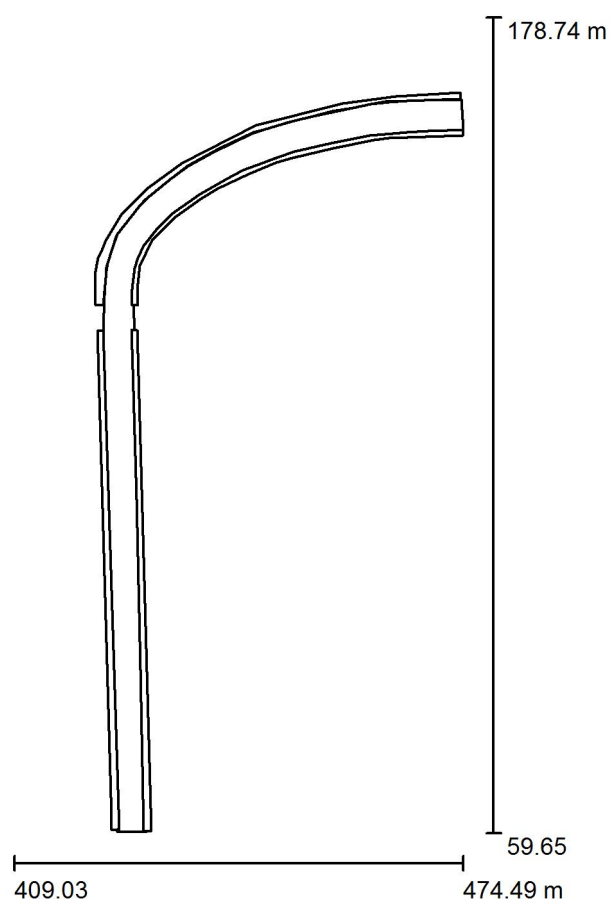
$E_{max}$  [lx]  
20

$E_{min} / E_m$   
0.600

$E_{min} / E_{max}$   
0.433

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## CALLE CORDOVIN / Datos de planificación



Factor mantenimiento: 0.80, ULR (Upward Light Ratio): 1.5%

Escala 1:1104

### Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	F (Luminaria) [lm]	F (Lámparas) [lm]	P [W]
1	7	Simon Lighting NAT M ISTANIUM 36LED GTF RE_WDL_58W 530mA IA3 (1.000)	5900	5900	58.0
Total:			41300	41300	406.0

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

---

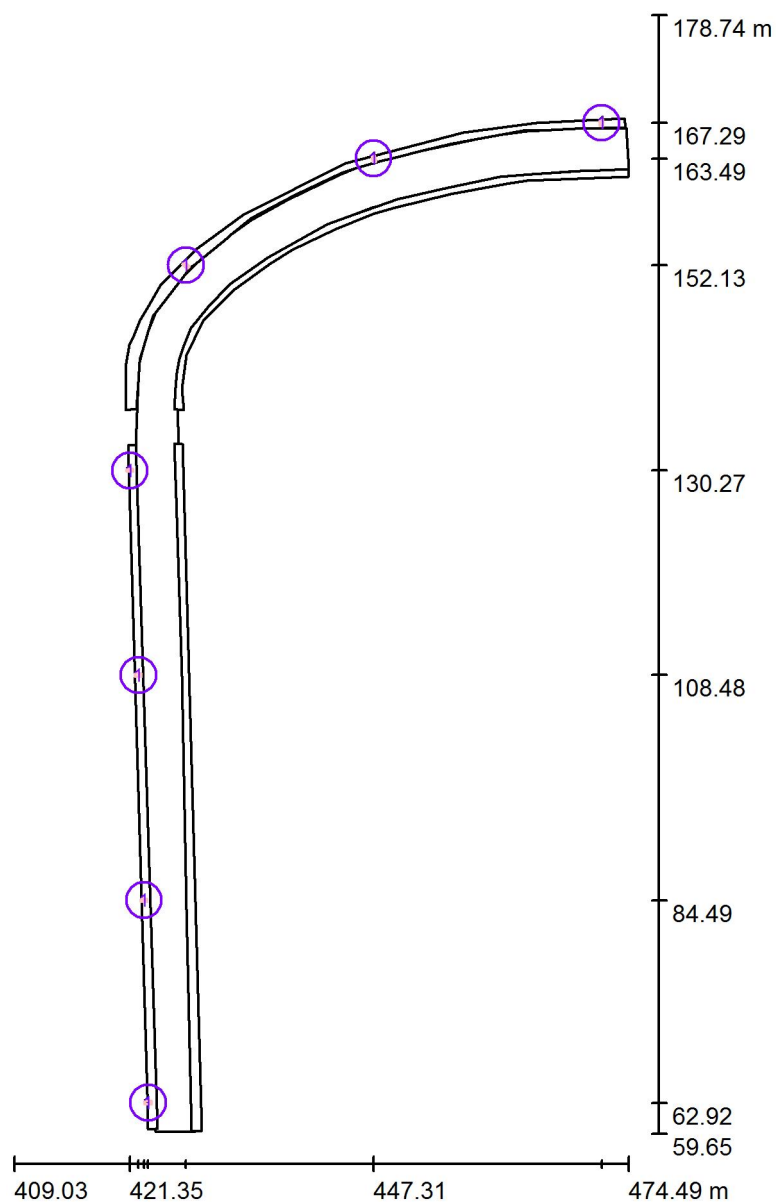
**CALLE CORDOVIN / Lista de luminarias**

---

7 Pieza	Simon Lighting NAT M ISTANIUM 36LED GTF RE_ WDL _58W 530mA IA3 N° de artículo: Flujo luminoso (Luminaria): 5900 lm Flujo luminoso (Lámparas): 5900 lm Potencia de las luminarias: 58.0 W Clasificación luminarias según CIE: 99 Código CIE Flux: 35 72 96 99 100 Lámpara: 1 x IW4831S (Factor de corrección 1.000).	Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.
---------	--	---



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**CALLE CORDOVIN / Luminarias (ubicación)**

Escala 1 : 806

**Lista de piezas - Luminarias**

N°	Pieza	Designación
1	7	Simon Lighting NAT M ISTANIUM 36LED GTF RE_ WDL _58W 530mA IA3

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

---

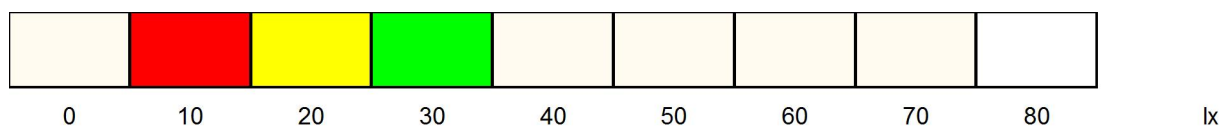
**CALLE CORDOVIN / Rendering (procesado) en 3D**

---



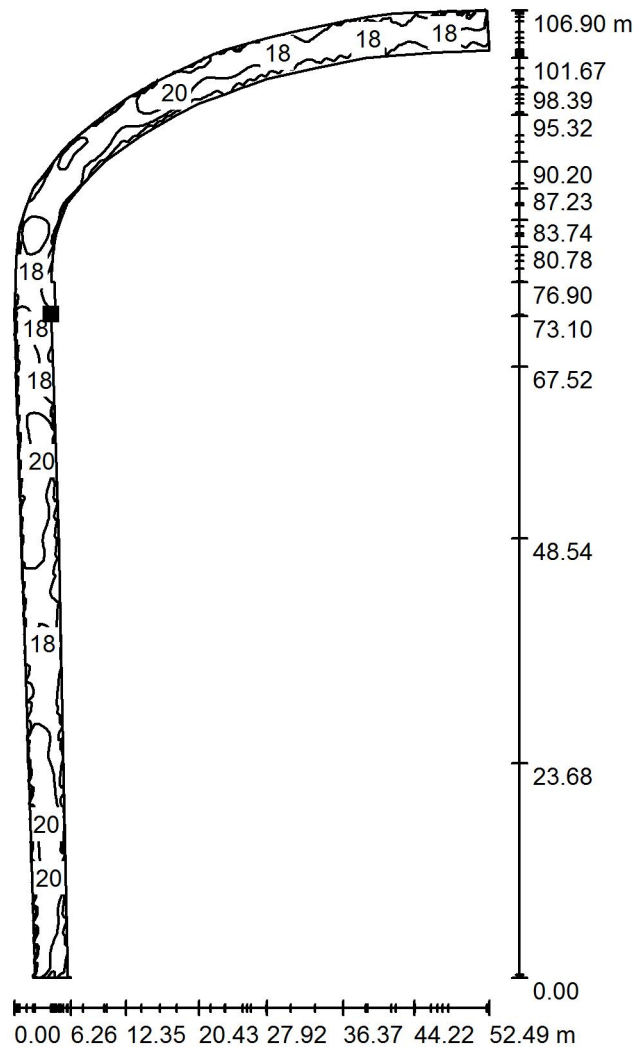
Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## CALLE CORDOVIN / Rendering (procesado) de colores falsos



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## CALLE CORDOVIN / CALZADA / Superficie 1 / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 836

Situación de la superficie en la  
escena exterior:  
Punto marcado:  
(426.088 m, 133.123 m, 0.000 m)



Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
18

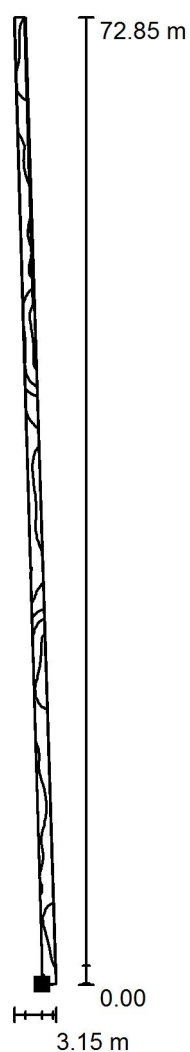
$E_{min}$  [lx]  
14

$E_{max}$  [lx]  
21

$E_{min} / E_m$   
0.790

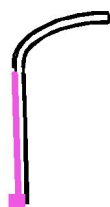
$E_{min} / E_{max}$   
0.673

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**CALLE CORDOVIN / ACERA LADO LUM 1 / Superficie 1 / Isolíneas (E)**

Situación de la superficie en la  
escena exterior:  
Punto marcado:  
(423.257 m, 60.111 m, 0.000 m)

Valores en Lux, Escala 1 : 571



Trama: 128 x 8 Puntos

$E_m$  [lx]  
18

$E_{min}$  [lx]  
15

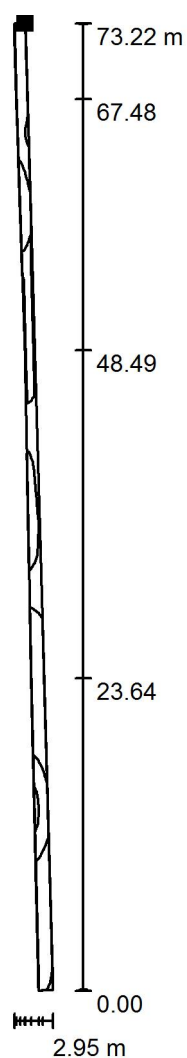
$E_{max}$  [lx]  
20

$E_{min} / E_m$   
0.835

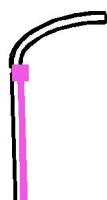
$E_{min} / E_{max}$   
0.751

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## CALLE CORDOVIN / ACERA LADO CONTRARIO LUM 1 / Superficie 1 / Isolíneas (E)



Situación de la superficie en la  
escena exterior:  
Punto marcado:  
(426.940 m, 133.098 m, 0.000 m)



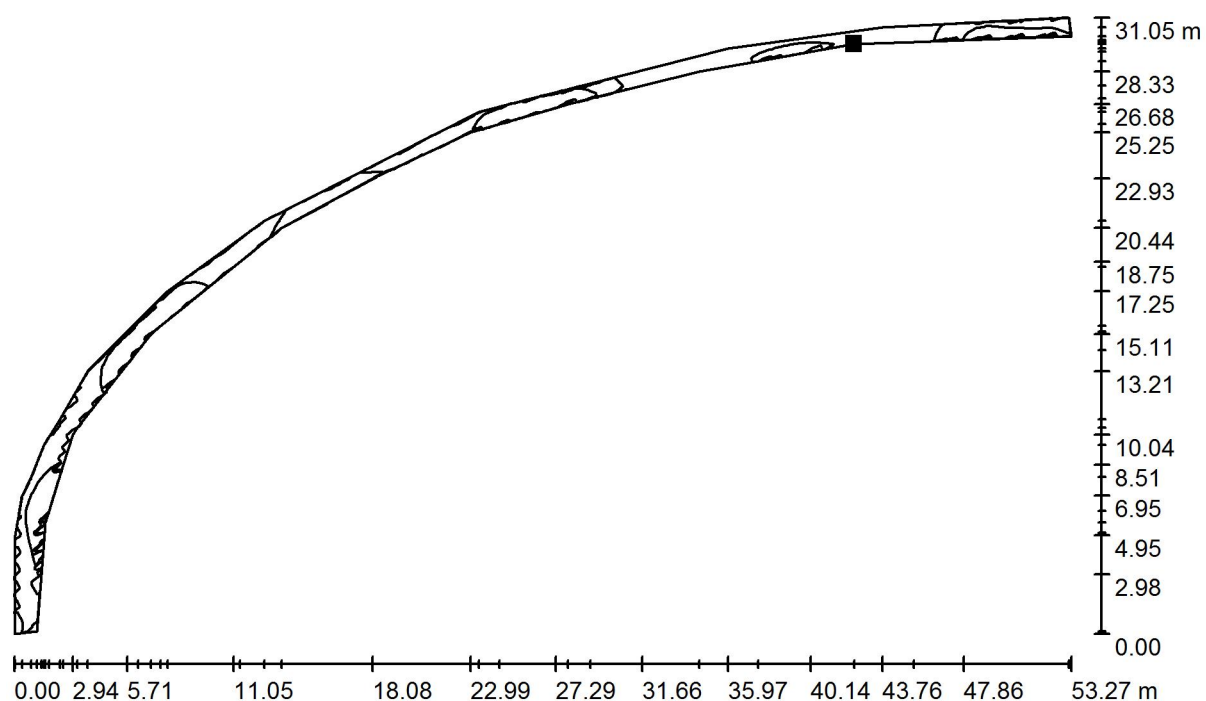
Valores en Lux, Escala 1 : 574

Trama: 128 x 8 Puntos

$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
17	15	21	0.854	0.710

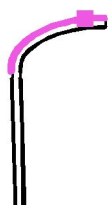
Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## CALLE CORDOVIN / ACERA LADO LUM 2 / Superficie 1 / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 381

Situación de la superficie en la  
escena exterior:  
Punto marcado:  
(463.200 m, 166.439 m, 0.000 m)



Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
17

$E_{min}$  [lx]  
14

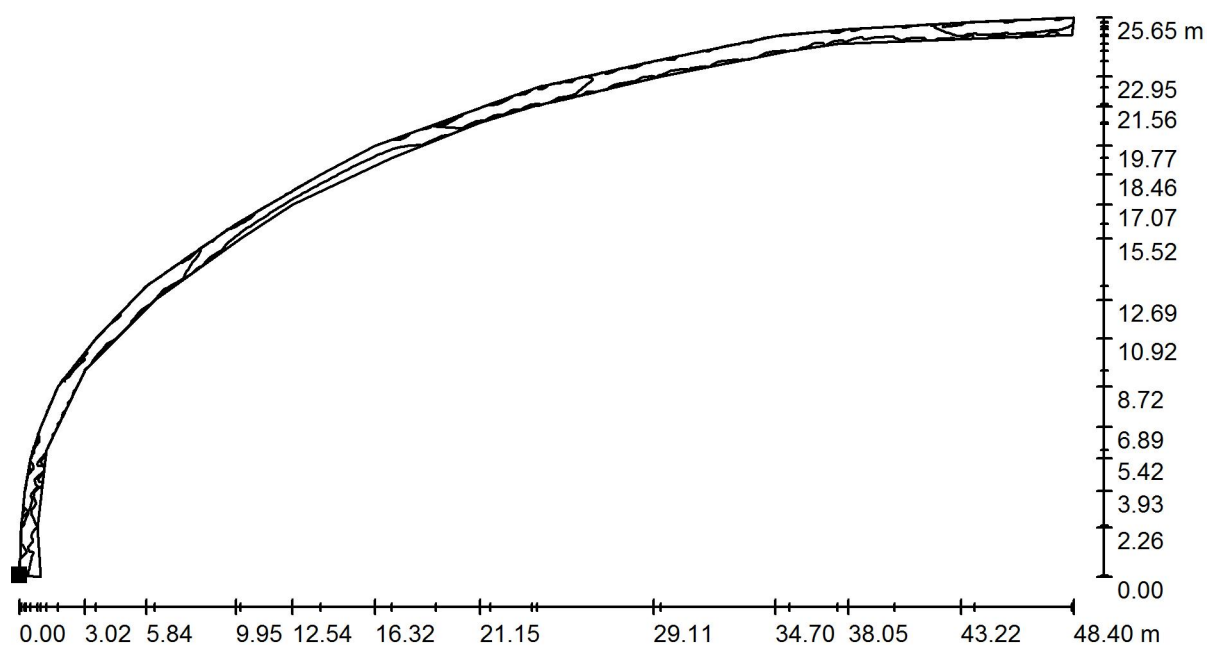
$E_{max}$  [lx]  
20

$E_{min} / E_m$   
0.820

$E_{min} / E_{max}$   
0.716

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## CALLE CORDOVIN / ACERA LADO CONTRARIO LUM 2 / Superficie 1 / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 347

Situación de la superficie en la  
escena exterior:  
Punto marcado:  
(426.094 m, 136.779 m, 0.000 m)



Trama: 128 x 64 Puntos

$E_m$  [lx]  
16

$E_{min}$  [lx]  
13

$E_{max}$  [lx]  
18

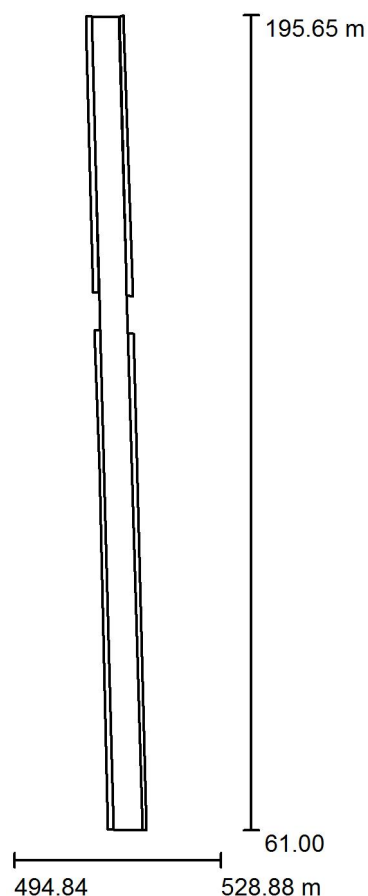
$E_{min} / E_m$   
0.818

$E_{min} / E_{max}$   
0.703



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## CALLE RASILLO / Datos de planificación



Factor mantenimiento: 0.80, ULR (Upward Light Ratio): 1.5%

Escala 1:1249

### Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	F (Luminaria) [lm]	F (Lámparas) [lm]	P [W]
1	7	Simon Lighting NAT M ISTANIUM 36LED GTF RE_WDL_58W 530mA IA3 (1.000)	5900	5900	58.0
Total:			41300	41300	406.0

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

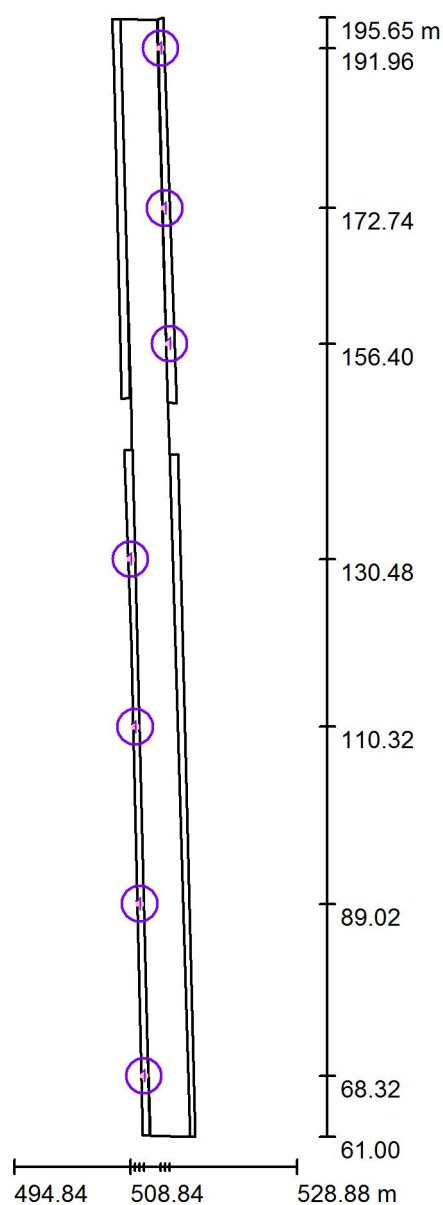
---

## CALLE RASILLO / Lista de luminarias

---

7 Pieza	Simon Lighting NAT M ISTANIUM 36LED GTF RE_ WDL _58W 530mA IA3 N° de artículo: Flujo luminoso (Luminaria): 5900 lm Flujo luminoso (Lámparas): 5900 lm Potencia de las luminarias: 58.0 W Clasificación luminarias según CIE: 99 Código CIE Flux: 35 72 96 99 100 Lámpara: 1 x IW4831S (Factor de corrección 1.000).	Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.
---------	--	---

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**CALLE RASILLO / Luminarias (ubicación)**

Escala 1 : 911

**Lista de piezas - Luminarias**

N°	Pieza	Designación
1	7	Simon Lighting NAT M ISTANIUM 36LED GTF RE_ WDL _58W 530mA IA3

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

---

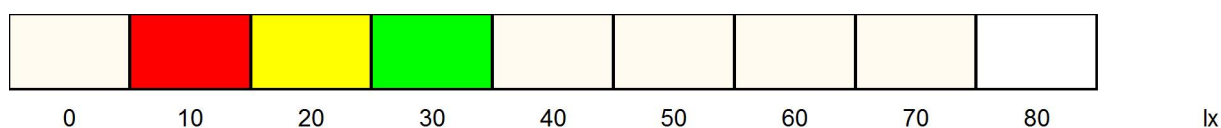
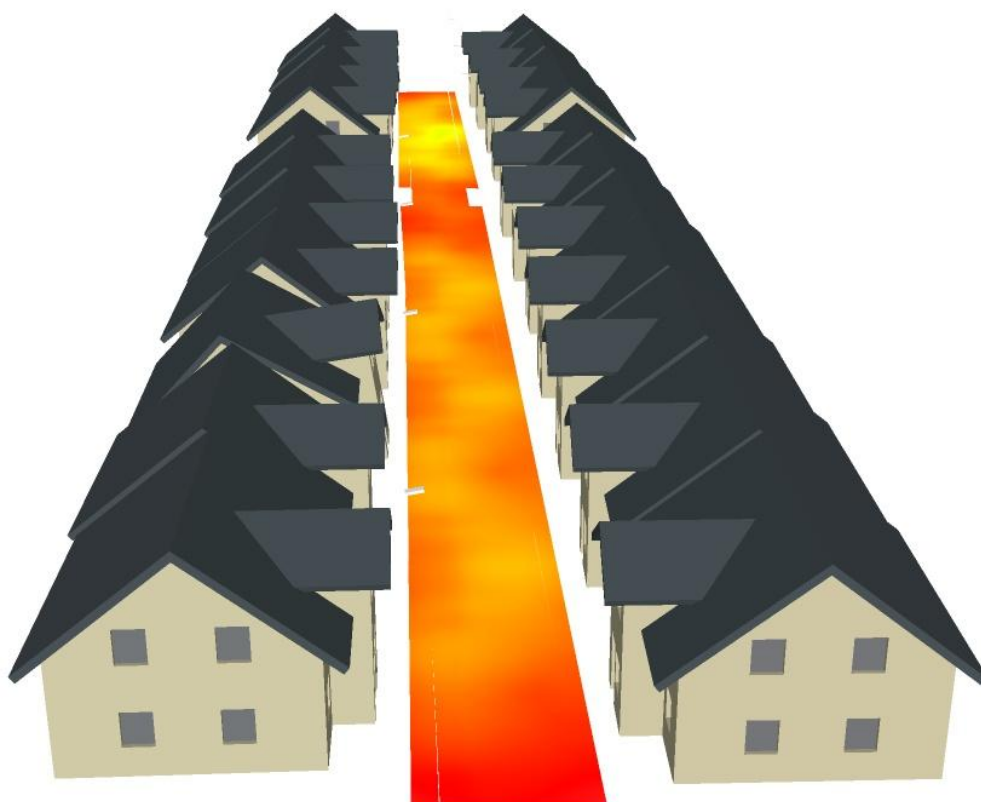
**CALLE RASILLO / Rendering (procesado) en 3D**

---



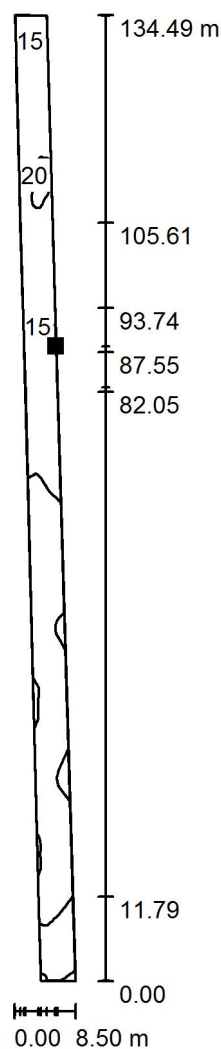
Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## CALLE RASILLO / Rendering (procesado) de colores falsos



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## CALLE RASILLO / CALZADA / Superficie 1 / Isolíneas (E)



Situación de la superficie en la  
escena exterior:  
Punto marcado:  
(513.325 m, 149.377 m, 0.000 m)

Valores en Lux, Escala 1 : 1052

Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
16

$E_{min}$  [lx]  
9.51

$E_{max}$  [lx]  
21

$E_{min} / E_m$   
0.596

$E_{min} / E_{max}$   
0.458

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**CALLE RASILLO / LADO CONTRARIO LUM 1 / Superficie 1 / Isolíneas (E)**

Situación de la superficie en la  
escena exterior:  
Punto marcado:  
(508.778 m, 149.913 m, 0.000 m)

Valores en Lux, Escala 1 : 358



Trama: 128 x 16 Puntos

$E_m$  [lx]  
17

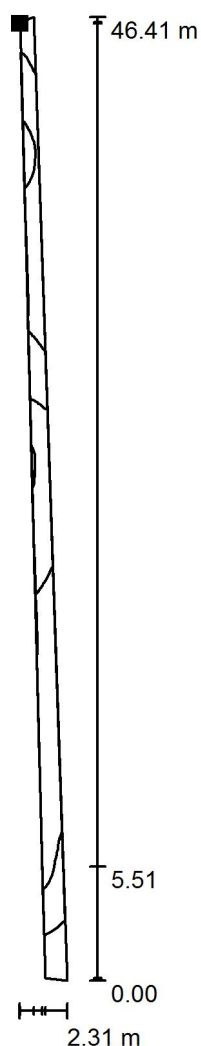
$E_{min}$  [lx]  
12

$E_{max}$  [lx]  
19

$E_{min} / E_m$   
0.704

$E_{min} / E_{max}$   
0.613

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**CALLE RASILLO / LADO LUM 1 / Superficie 1 / Isolíneas (E)**

Situación de la superficie en la  
escena exterior:  
Punto marcado:  
(512.122 m, 195.348 m, 0.000 m)

Valores en Lux, Escala 1 : 364



Trama: 128 x 16 Puntos

$E_m$  [lx]  
16

$E_{min}$  [lx]  
12

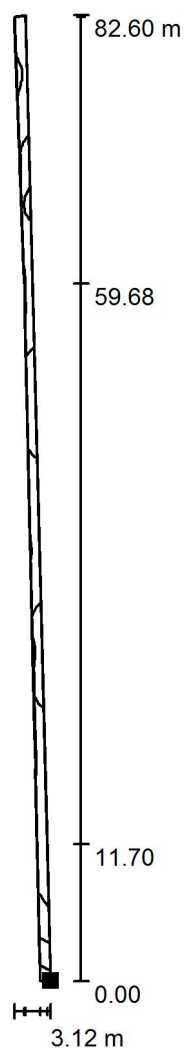
$E_{max}$  [lx]  
20

$E_{min} / E_m$   
0.755

$E_{min} / E_{max}$   
0.616



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**CALLE RASILLO / LADO LUM 2 / Superficie 1 / Isolíneas (E)**

Situación de la superficie en la  
escena exterior:  
Punto marcado:  
(511.185 m, 61.102 m, 0.000 m)

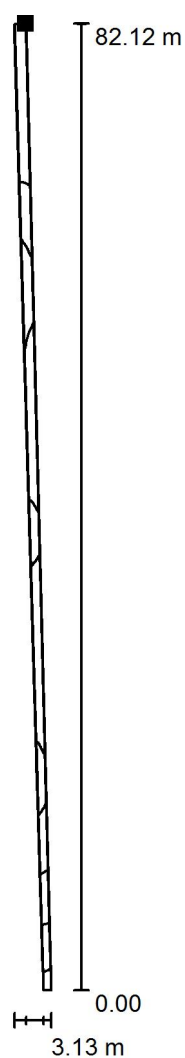


Valores en Lux, Escala 1 : 648

Trama: 128 x 8 Puntos

$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
15	9.41	17	0.643	0.547

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**CALLE RASILLO / LADO CONTRARIO LUM 2 / Superficie 1 / Isolíneas (E)**

Situación de la superficie en la  
escena exterior:  
Punto marcado:  
(514.508 m, 143.116 m, 0.000 m)



Valores en Lux, Escala 1 : 643

Trama: 128 x 16 Puntos

$E_m$  [lx]  
15

$E_{min}$  [lx]  
9.18

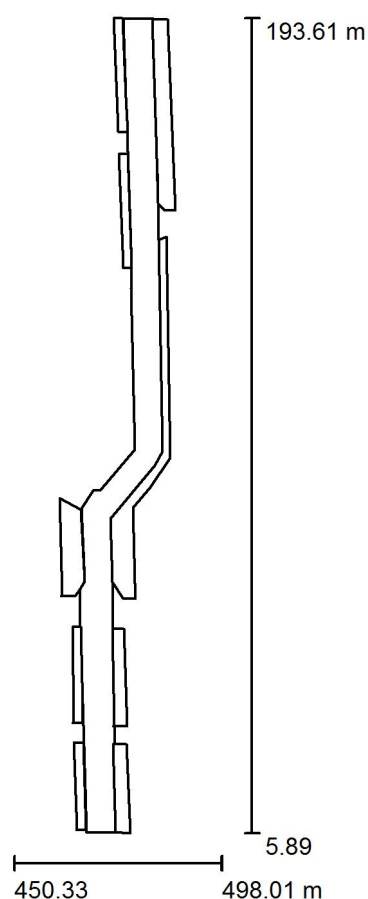
$E_{max}$  [lx]  
17

$E_{min} / E_m$   
0.625

$E_{min} / E_{max}$   
0.528

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## AVENIDA JOSE ANTONIO / Datos de planificación



Factor mantenimiento: 0.80, ULR (Upward Light Ratio): 1.5%

Escala 1:1741

### Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	F (Luminaria) [lm]	F (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	Simon Lighting NAT M ISTANIUM 12LED GTF RE_WDL_27W 700mA IA3 (1.000)	2600	2600	27.0
2	8	Simon Lighting NAT M ISTANIUM 24LED GTF RE_NDL_39W 530mA IA3 (1.000)	4600	4600	39.0
3	8	Simon Lighting NAT M ISTANIUM 24LED GTF RE_WDL_39W 530mA IA3 (1.000)	4000	4000	39.0
4	2	Simon Lighting NAT M ISTANIUM 36LED GTF RE_NDL_58W 530mA IA3 (1.000)	6900	6900	58.0
5	1	Simon Lighting NAT M ISTANIUM 36LED GTF RE_WDL_58W 530mA IA3 (1.000)	5900	5900	58.0
Total:			93700	93700	852.0

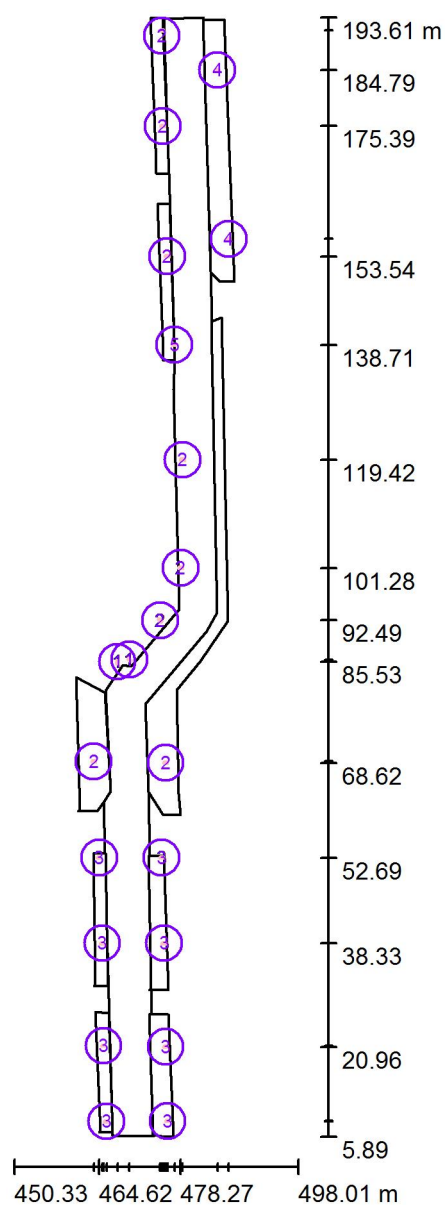
Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## AVENIDA JOSE ANTONIO / Lista de luminarias

2 Pieza	<p>Simon Lighting NAT M ISTANIUM 12LED GTF RE_WDL_27W 700mA IA3 N° de artículo: Flujo luminoso (Luminaria): 2600 lm Flujo luminoso (Lámparas): 2600 lm Potencia de las luminarias: 27.0 W Clasificación luminarias según CIE: 99 Código CIE Flux: 35 72 96 99 100 Lámpara: 1 x IW4831S (Factor de corrección 1.000).</p>	<p>Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.</p>
8 Pieza	<p>Simon Lighting NAT M ISTANIUM 24LED GTF RE_NDL_39W 530mA IA3 N° de artículo: Flujo luminoso (Luminaria): 4600 lm Flujo luminoso (Lámparas): 4600 lm Potencia de las luminarias: 39.0 W Clasificación luminarias según CIE: 99 Código CIE Flux: 35 72 96 99 100 Lámpara: 1 x IW4831S (Factor de corrección 1.000).</p>	<p>Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.</p>
8 Pieza	<p>Simon Lighting NAT M ISTANIUM 24LED GTF RE_WDL_39W 530mA IA3 N° de artículo: Flujo luminoso (Luminaria): 4000 lm Flujo luminoso (Lámparas): 4000 lm Potencia de las luminarias: 39.0 W Clasificación luminarias según CIE: 99 Código CIE Flux: 35 72 96 99 100 Lámpara: 1 x IW4831S (Factor de corrección 1.000).</p>	<p>Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.</p>
2 Pieza	<p>Simon Lighting NAT M ISTANIUM 36LED GTF RE_NDL_58W 530mA IA3 N° de artículo: Flujo luminoso (Luminaria): 6900 lm Flujo luminoso (Lámparas): 6900 lm Potencia de las luminarias: 58.0 W Clasificación luminarias según CIE: 99 Código CIE Flux: 35 72 96 99 100 Lámpara: 1 x IW4831S (Factor de corrección 1.000).</p>	<p>Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.</p>
1 Pieza	<p>Simon Lighting NAT M ISTANIUM 36LED GTF RE_WDL_58W 530mA IA3 N° de artículo: Flujo luminoso (Luminaria): 5900 lm Flujo luminoso (Lámparas): 5900 lm Potencia de las luminarias: 58.0 W Clasificación luminarias según CIE: 99 Código CIE Flux: 35 72 96 99 100 Lámpara: 1 x IW4831S (Factor de corrección 1.000).</p>	<p>Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.</p>

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## AVENIDA JOSE ANTONIO / Luminarias (ubicación)



Escala 1 : 1270

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación
1	2	Simon Lighting NAT M ISTANIUM 12LED GTF RE_ WDL _27W 700mA IA3
2	8	Simon Lighting NAT M ISTANIUM 24LED GTF RE_ NDL _39W 530mA IA3
3	8	Simon Lighting NAT M ISTANIUM 24LED GTF RE_ WDL _39W 530mA IA3
4	2	Simon Lighting NAT M ISTANIUM 36LED GTF RE_ NDL _58W 530mA IA3

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

---

**AVENIDA JOSE ANTONIO / Luminarias (ubicación)**

---

**Lista de piezas - Luminarias**

N°	Pieza	Designación
5	1	Simon Lighting NAT M ISTANIUM 36LED GTF RE_ WDL _58W 530mA IA3

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

---

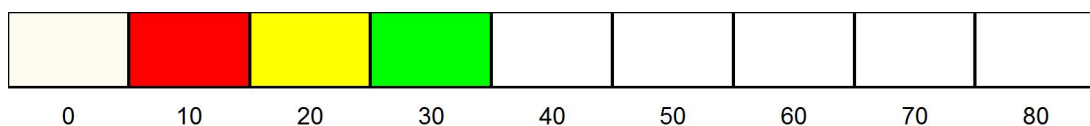
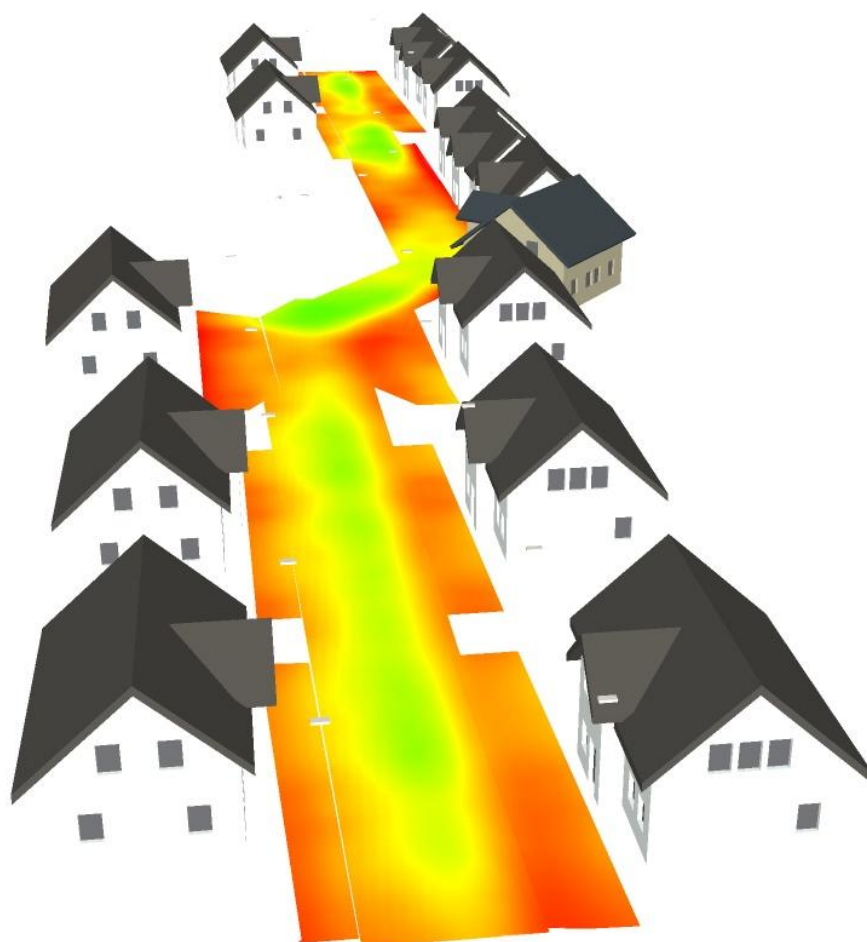
**AVENIDA JOSE ANTONIO / Rendering (procesado) en 3D**

---



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

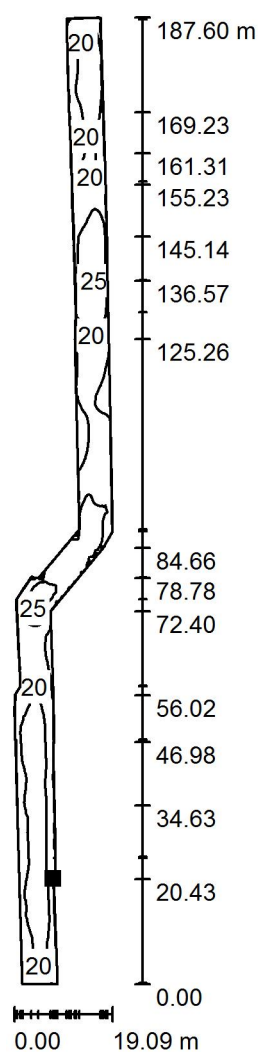
## AVENIDA JOSE ANTONIO / Rendering (procesado) de colores falsos





Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## AVENIDA JOSE ANTONIO / CALZADA / Superficie 1 / Isolíneas (E)



Situación de la superficie en la  
escena exterior:  
Punto marcado:  
(472.926 m, 26.430 m, 0.000 m)



Valores en Lux, Escala 1 : 1469

Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
20

$E_{min}$  [lx]  
12

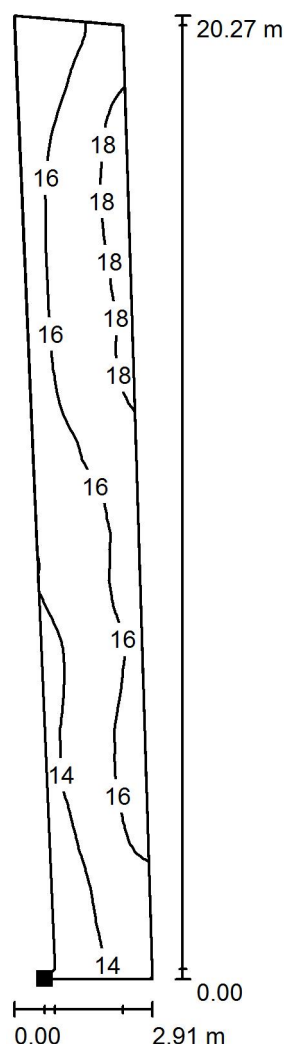
$E_{max}$  [lx]  
26

$E_{min} / E_m$   
0.627

$E_{min} / E_{max}$   
0.469

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## AVENIDA JOSE ANTONIO / ACERA LADO LUM 1 / Superficie 1 / Isolíneas (E)



Situación de la superficie en la  
escena exterior:  
Punto marcado:  
(464.581 m, 6.597 m, 0.000 m)



Valores en Lux, Escala 1 : 159

Trama: 128 x 16 Puntos

$E_m$  [lx]  
16

$E_{min}$  [lx]  
12

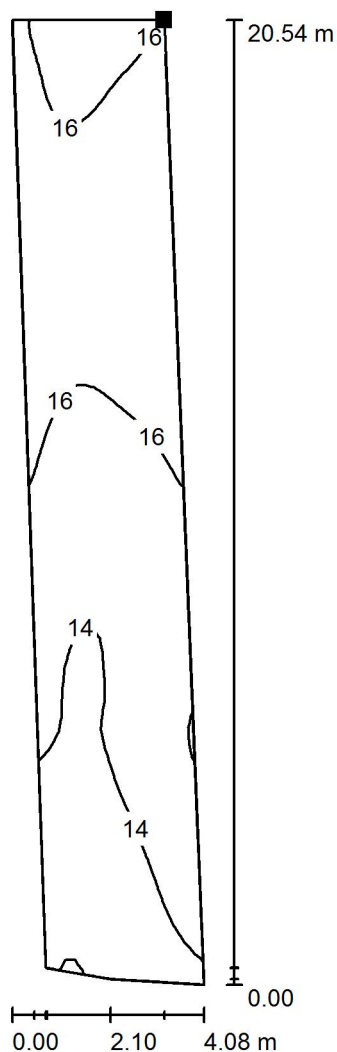
$E_{max}$  [lx]  
19

$E_{min} / E_m$   
0.780

$E_{min} / E_{max}$   
0.660

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## AVENIDA JOSE ANTONIO / ACERA LADO LUM 2 / Superficie 1 / Isolíneas (E)



Situación de la superficie en la  
escena exterior:  
Punto marcado:  
(476.159 m, 26.430 m, 0.000 m)



Valores en Lux, Escala 1 : 161

Trama: 64 x 16 Puntos

$E_m$  [lx]  
15

$E_{min}$  [lx]  
12

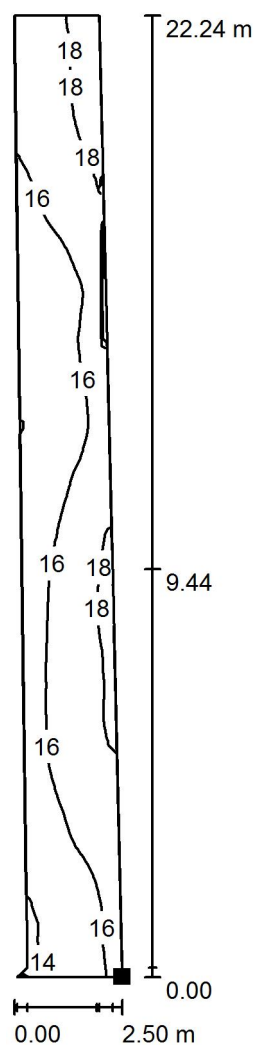
$E_{max}$  [lx]  
18

$E_{min} / E_m$   
0.789

$E_{min} / E_{max}$   
0.680

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## AVENIDA JOSE ANTONIO / ACERA LADO LUM 3 / Superficie 1 / Isolíneas (E)



Situación de la superficie en la  
escena exterior:  
Punto marcado:  
(466.132 m, 31.192 m, 0.000 m)



Valores en Lux, Escala 1 : 175

Trama: 128 x 16 Puntos

$E_m$  [lx]  
16

$E_{min}$  [lx]  
14

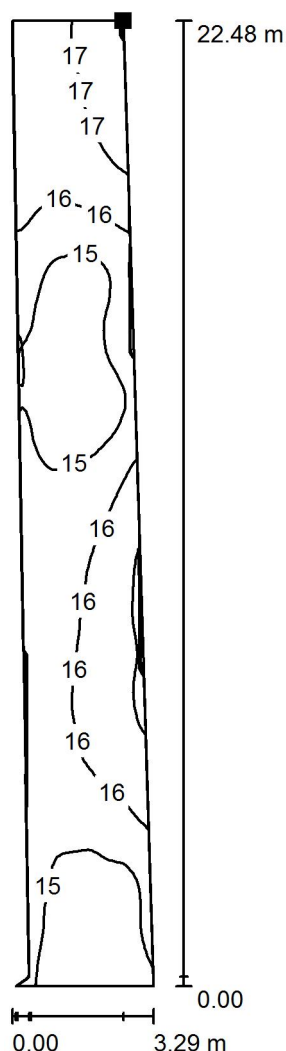
$E_{max}$  [lx]  
19

$E_{min} / E_m$   
0.837

$E_{min} / E_{max}$   
0.720

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## AVENIDA JOSE ANTONIO / ACERA LADO LUM 4 / Superficie 1 / Isolíneas (E)



Situación de la superficie en la  
escena exterior:  
Punto marcado:  
(475.486 m, 52.982 m, 0.000 m)



Valores en Lux, Escala 1 : 176

Trama: 128 x 32 Puntos

$E_m$  [lx]  
16

$E_{min}$  [lx]  
14

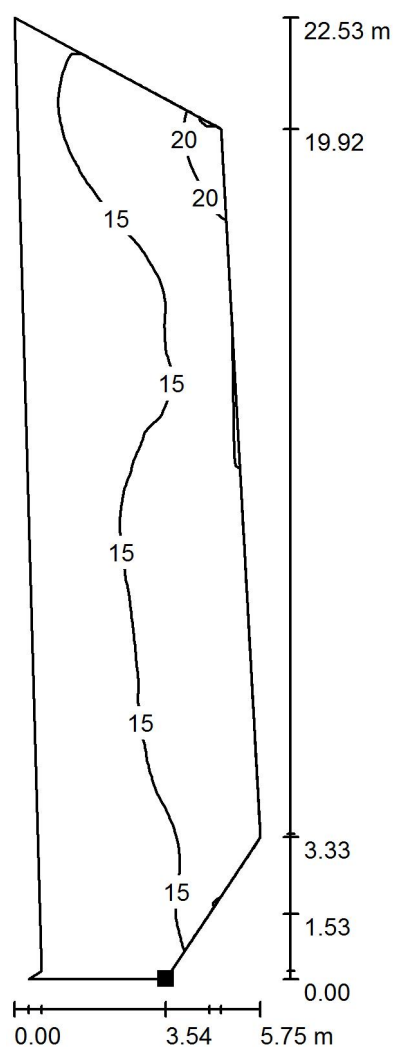
$E_{max}$  [lx]  
18

$E_{min} / E_m$   
0.887

$E_{min} / E_{max}$   
0.782

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## AVENIDA JOSE ANTONIO / ACERA LADO LUM 5 / Superficie 1 / Isolíneas (E)



Situación de la superficie en la  
escena exterior:  
Punto marcado:  
(464.278 m, 60.490 m, 0.000 m)



Valores en Lux, Escala 1 : 177

Trama: 128 x 32 Puntos

$E_m$  [lx]  
15

$E_{min}$  [lx]  
10

$E_{max}$  [lx]  
21

$E_{min} / E_m$   
0.712

$E_{min} / E_{max}$   
0.487

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## AVENIDA JOSE ANTONIO / ACERA LADO LUM 6 / Superficie 1 / Isolíneas (E)



Situación de la superficie en la  
escena exterior:  
Punto marcado:  
(485.168 m, 143.291 m, 0.000 m)



Valores en Lux, Escala 1 : 653

Trama: 128 x 64 Puntos

$E_m$  [lx]  
15

$E_{min}$  [lx]  
7.75

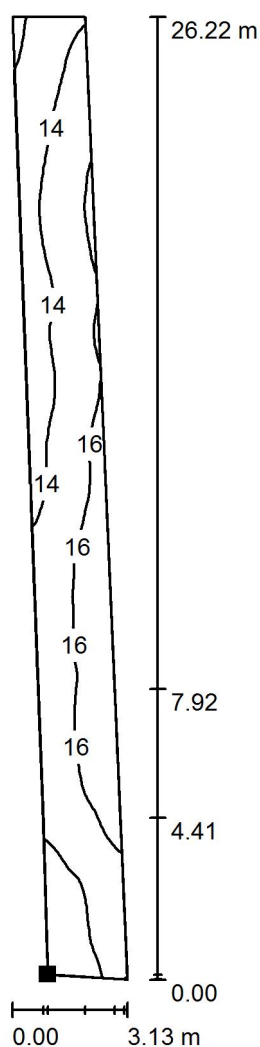
$E_{max}$  [lx]  
22

$E_{min} / E_m$   
0.532

$E_{min} / E_{max}$   
0.351

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## AVENIDA JOSE ANTONIO / ACERA LADO LUM 7 / Superficie 1 / Isolíneas (E)



Situación de la superficie en la  
escena exterior:  
Punto marcado:  
(474.184 m, 167.452 m, 0.000 m)



Valores en Lux, Escala 1 : 206

Trama: 128 x 16 Puntos

$E_m$  [lx]  
15

$E_{min}$  [lx]  
12

$E_{max}$  [lx]  
18

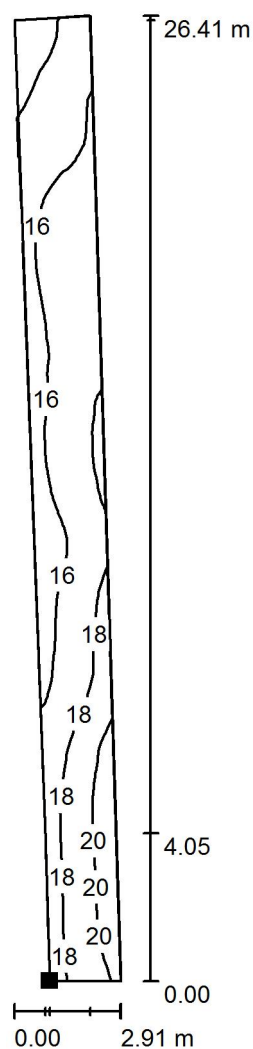
$E_{min} / E_m$   
0.775

$E_{min} / E_{max}$   
0.653



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## AVENIDA JOSE ANTONIO / ACERA LADO LUM 8 / Superficie 1 / Isolíneas (E)



Situación de la superficie en la  
escena exterior:  
Punto marcado:  
(475.284 m, 136.055 m, 0.000 m)



Valores en Lux, Escala 1 : 207

Trama: 128 x 16 Puntos

$E_m$  [lx]  
17

$E_{min}$  [lx]  
13

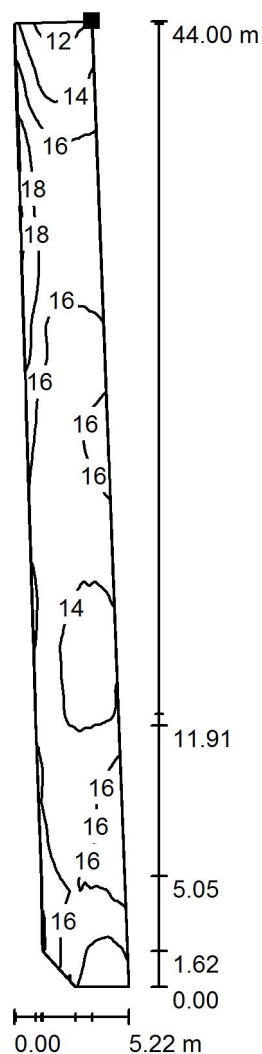
$E_{max}$  [lx]  
21

$E_{min} / E_m$   
0.739

$E_{min} / E_{max}$   
0.593

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## AVENIDA JOSE ANTONIO / ACERA LADO LUM 9 / Superficie 1 / Isolíneas (E)



Situación de la superficie en la  
escena exterior:  
Punto marcado:  
(485.551 m, 193.328 m, 0.000 m)



Valores en Lux, Escala 1 : 345

Trama: 128 x 32 Puntos

$E_m$  [lx]  
15

$E_{min}$  [lx]  
11

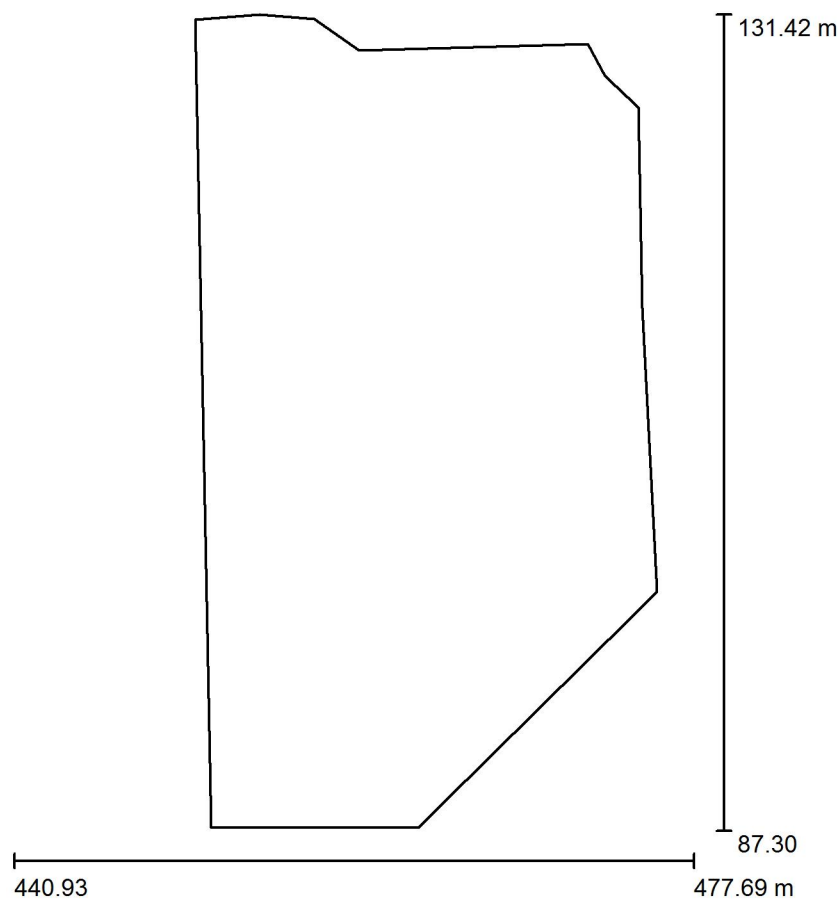
$E_{max}$  [lx]  
20

$E_{min} / E_m$   
0.724

$E_{min} / E_{max}$   
0.555

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## PLAZA AUREILHAN / Datos de planificación



Factor mantenimiento: 0.80, ULR (Upward Light Ratio): 1.5%

Escala 1:409

### Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	F (Luminaria) [lm]	F (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	Simon Lighting ATK M ISTANIUM 12LED ATB SA WDL 13W 350mA IA4 (1.000)	1600	1600	13.0
2	3	Simon Lighting NAT M ISTANIUM 12LED GTF RE_NDL_27W 700mA IA3 (1.000)	3000	3000	27.0
3	1	Simon Lighting NAT M ISTANIUM 12LED GTF RE_WDL_27W 700mA IA3 (1.000)	2600	2600	27.0
Total:			18000	18000	160.0

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

---

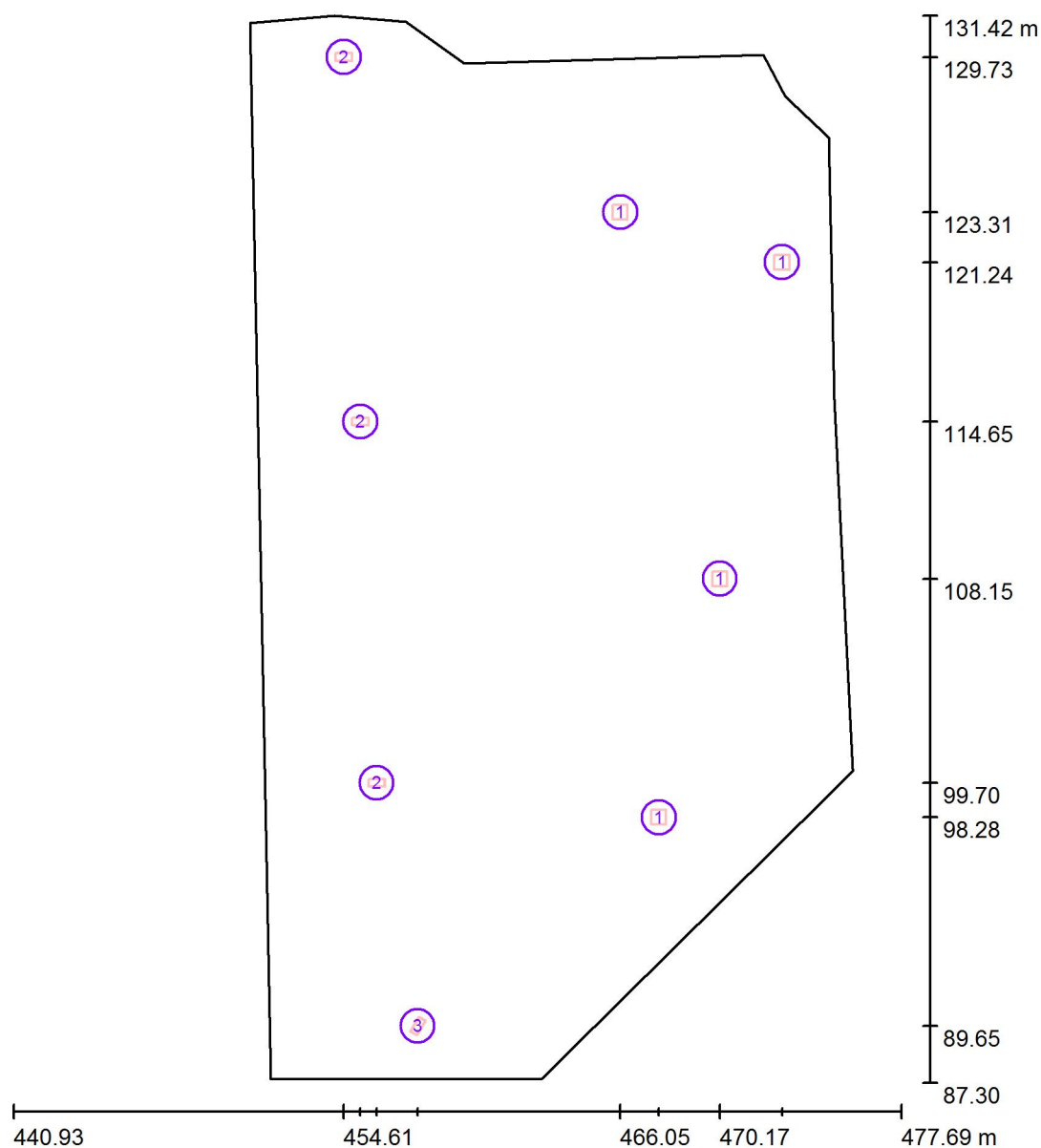
**PLAZA AUREILHAN / Lista de luminarias**

---

4 Pieza	Simon Lighting ATK M ISTANIUM 12LED ATB SA WDL 13W 350mA IA4 N° de artículo: Flujo luminoso (Luminaria): 1600 lm Flujo luminoso (Lámparas): 1600 lm Potencia de las luminarias: 13.0 W Clasificación luminarias según CIE: 99 Código CIE Flux: 24 61 96 99 100 Lámpara: 1 x IW5580 (Factor de corrección 1.000).	Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.
3 Pieza	Simon Lighting NAT M ISTANIUM 12LED GTF RE_NDL_27W 700mA IA3 N° de artículo: Flujo luminoso (Luminaria): 3000 lm Flujo luminoso (Lámparas): 3000 lm Potencia de las luminarias: 27.0 W Clasificación luminarias según CIE: 99 Código CIE Flux: 35 72 96 99 100 Lámpara: 1 x IW4831S (Factor de corrección 1.000).	Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.
1 Pieza	Simon Lighting NAT M ISTANIUM 12LED GTF RE_WDL_27W 700mA IA3 N° de artículo: Flujo luminoso (Luminaria): 2600 lm Flujo luminoso (Lámparas): 2600 lm Potencia de las luminarias: 27.0 W Clasificación luminarias según CIE: 99 Código CIE Flux: 35 72 96 99 100 Lámpara: 1 x IW4831S (Factor de corrección 1.000).	Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## PLAZA AUREILHAN / Luminarias (ubicación)



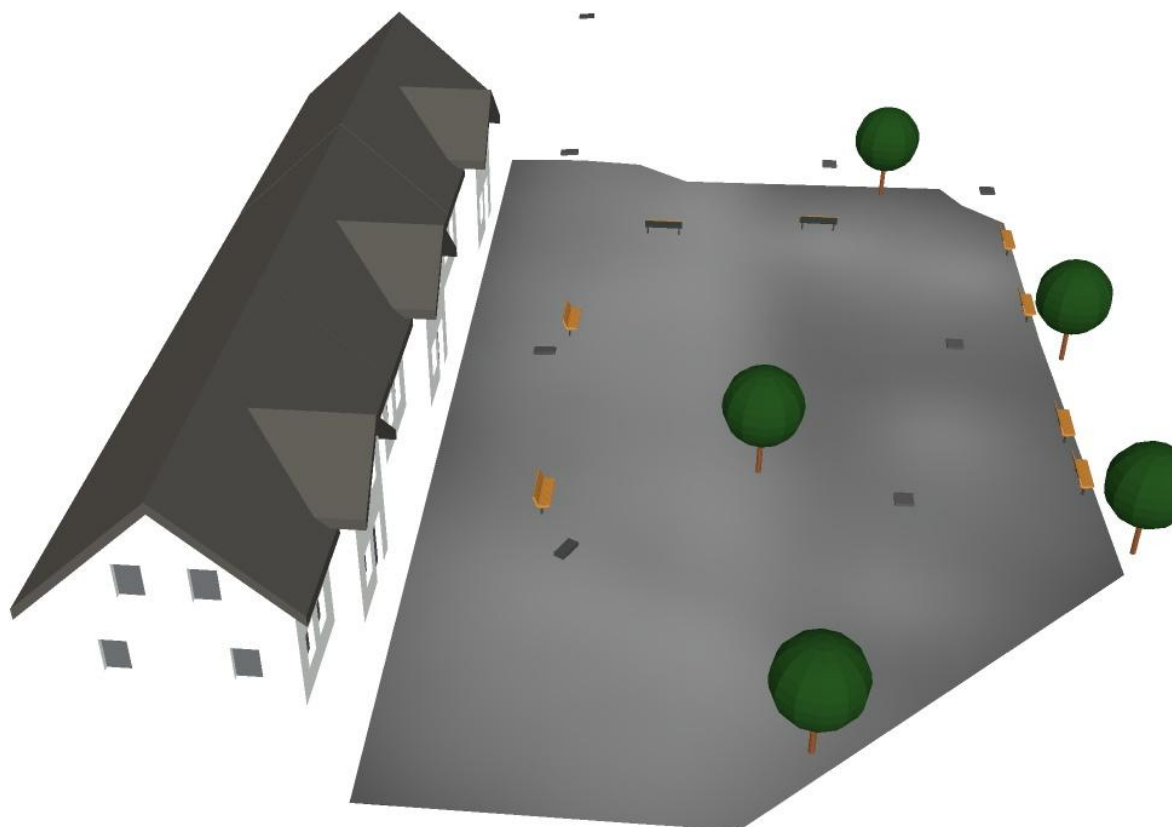
Escala 1 : 299

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación
1	4	Simon Lighting ATK M ISTANIUM 12LED ATB SA WDL 13W 350mA IA4
2	3	Simon Lighting NAT M ISTANIUM 12LED GTF RE_ NDL _27W 700mA IA3
3	1	Simon Lighting NAT M ISTANIUM 12LED GTF RE_ WDL _27W 700mA IA3

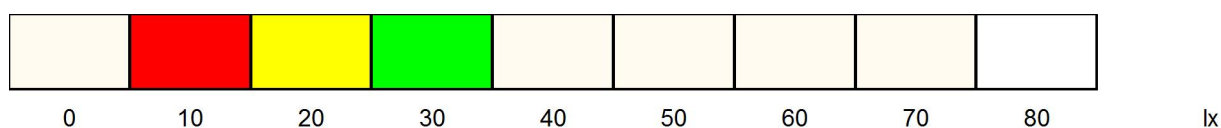
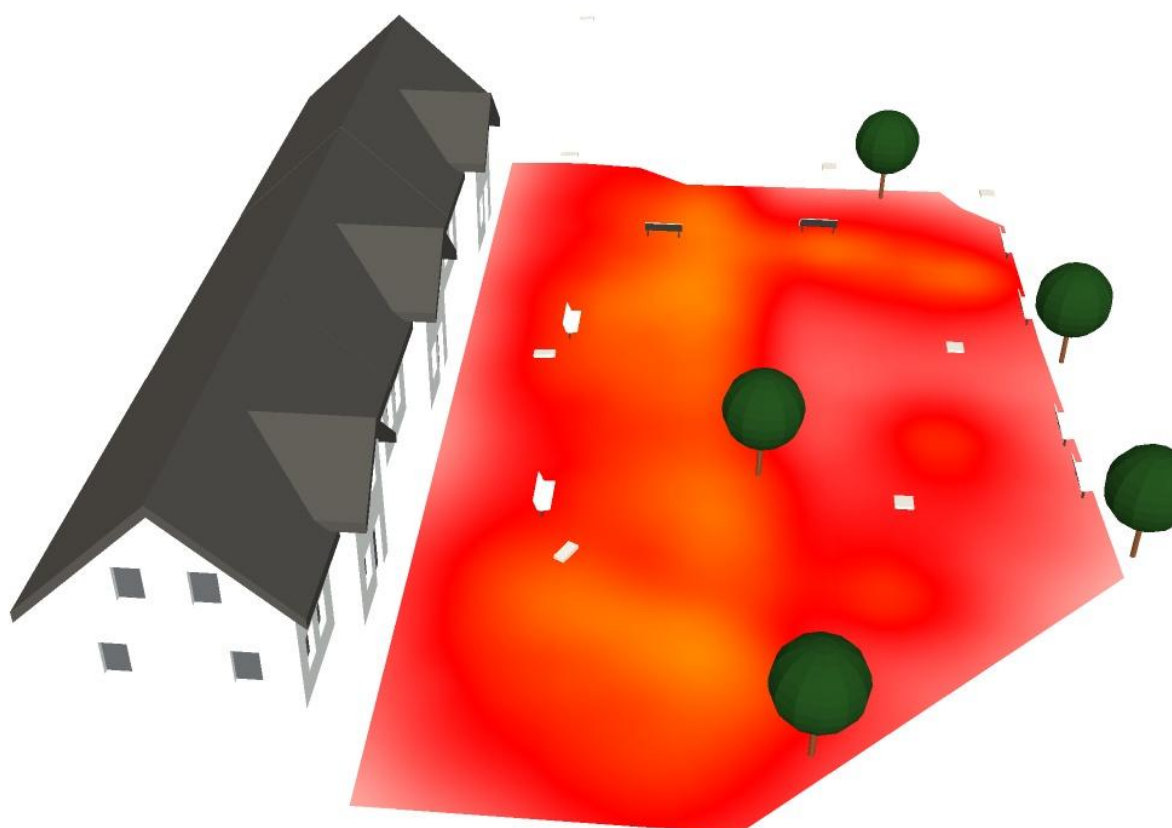
Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## PLAZA AUREILHAN / Rendering (procesado) en 3D



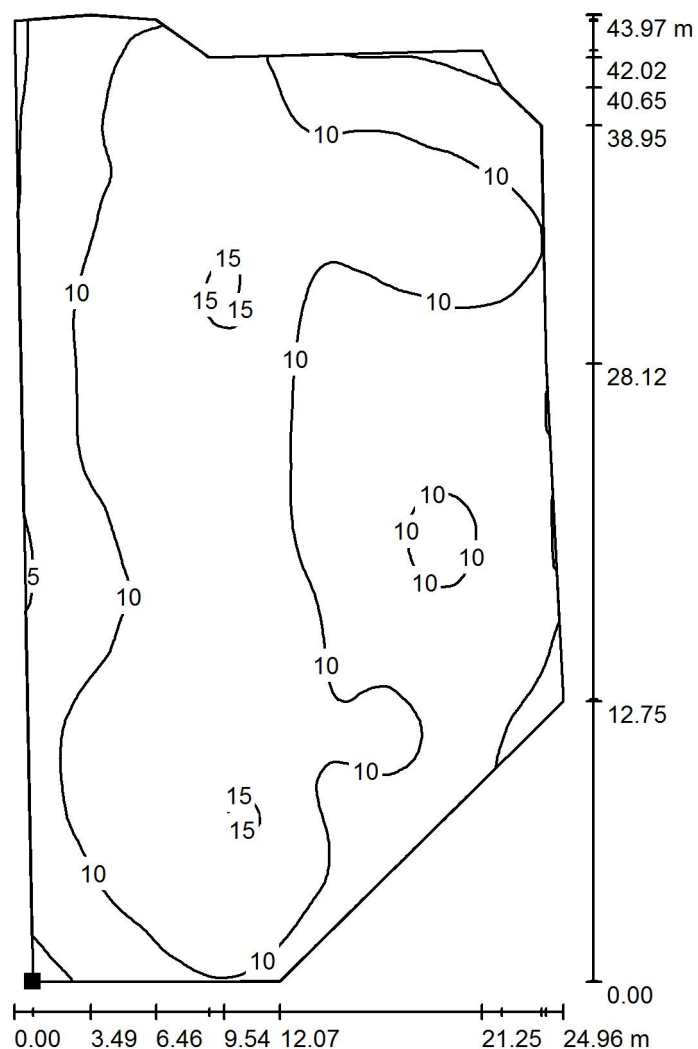
Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## PLAZA AUREILHAN / Rendering (procesado) de colores falsos



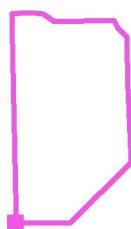
Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

# PLAZA AUREILHAN / Elemento del suelo 1 / Superficie 1 / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 344

Situación de la superficie en la  
escena exterior:  
Punto marcado:  
(451.571 m, 87.453 m, 0.000 m)



Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
10

$E_{min}$  [lx]  
3.31

$E_{max}$  [lx]  
15

$E_{min} / E_m$   
0.327

$E_{min} / E_{max}$   
0.217



MEMORIA II  
MEJORA DE ILUMINACIÓN DEL CAMPO  
DE FÚTBOL DE ALFARO

## Contenido

1. ANTECEDENTES Y OBJETO .....	3
2. TÉRMINOS DE ILUMINACIÓN PARA ENTENDER LA ILUMINACIÓN DE INSTALACIONES DEPORTIVAS (Fuente: Signify).....	3
3. NECESIDADES DE ILUMINACIÓN .....	6
4. ILUMINACIÓN DE UN CAMPO DE FÚTBOL .....	7
5. SISTEMA PERFECTPLAY .....	9
4.1 Descripción del sistema.....	10
4.2 Componentes del sistema .....	10
5.3 Acceso a la interfaz de usuario para las funcionalidades de PerfectPlay .....	12
5.4 Consideraciones del sistema de control.....	13
6. IMÁGENES DEL ESTADO ACTUAL DEL CAMPO DE FÚTBOL .....	14

## **1. ANTECEDENTES Y OBJETO**

En octubre de 2001, el Ayuntamiento de Alfaro dotó al campo de fútbol municipal “La Molineta” de iluminación artificial, colocando sobre cuatro torres metálicas de 30 m de altura una serie de proyectores (8 por cada torre), de halogenuros metálicos, con una potencia unitaria de 2000 w y consiguiendo una iluminación media de 341 luxes. Cada proyector tiene un flujo lumínico de 200.000 lúmenes y una temperatura de color de 5.800 °K. El consumo eléctrico de cada proyector es de 2.600 w (proyector+equipo).

La potencia eléctrica instalada es de  $32 \times 2,6 \text{ Kw} = 83,2 \text{ Kw}$ .

Debido al elevado consumo eléctrico de la instalación existente, a las múltiples averías de los equipos de arranque por causa de las cigüeñas y el deseo de adaptarse a la tecnología led, más eficiente, el Ayuntamiento de Alfaro desea hacer un estudio sobre la sustitución de la instalación de iluminación existente, por una nueva de tecnología led.

Este estudio deberá contemplar dos fases de proyecto:

1ª) Sustitución de los proyectores actuales por otros de tecnología led con el fin de alcanzar un nivel de iluminación homologado para requerimiento de clase III.

2ª) Aumento del número de los proyectores colocados en la primera fase para alcanzar un requerimiento de clase II. En esta fase se incluirá el sistema de control que permita la regulación a distancia de la instalación, incluyendo cambio de niveles, independización de proyectores para entrenamientos etc.

El objeto de este estudio es ofrecer al Ayuntamiento de Alfaro, un estudio en el que se incluyan dichas necesidades, así como un presupuesto valorado.

## **2. TÉRMINOS DE ILUMINACIÓN PARA ENTENDER LA ILUMINACIÓN DE INSTALACIONES DEPORTIVAS (Fuente: Signify)**

### **Iluminancia**

El nivel de iluminación o la cantidad de luz que incide en una superficie es naturalmente un parámetro fundamental. Esto se denomina “iluminancia” y se mide en lux o lúmenes por metro cuadrado. En el caso de deportes recreativos es necesario calcular la iluminancia horizontal. Si hay cobertura de TV entonces se debe tener en cuenta la iluminancia vertical y/o la iluminancia en la dirección de la cámara, pero esto cae fuera del objetivo de esta guía (consulte la Guía GAISF para la iluminación artificial de recintos deportivos en interior y exterior).

## Eficacia lumínica

La cantidad de luz generada por vatio o eficacia luminosa es muy significativa desde el punto de vista económico. Se mide en lúmenes por vatio. En los sistemas de alumbrado por proyección para deportes de Signify, la eficacia lumínica se sitúa entre 80 y 110 lm/W.

## Índice de reproducción cromática

El color real de un objeto a plena luz del día. El color que ofrece una lámpara, expresado como índice Ra, mide hasta qué punto el color de un objeto iluminado por la lámpara se aproxima al color real. Se obtiene una reproducción cromática muy buena con lámparas de halogenuros metálicos (MHN) y de yodo a alta presión (HPI).

## Uniformidad

Las variaciones entre luz y sombra son una molestia tanto para jugadores como para espectadores. Por tanto, la uniformidad de la iluminancia requiere una especial atención, en particular en el plano horizontal. La uniformidad se expresa como una relación: la inferior respecto a la máxima iluminancia o la inferior a la iluminancia media.

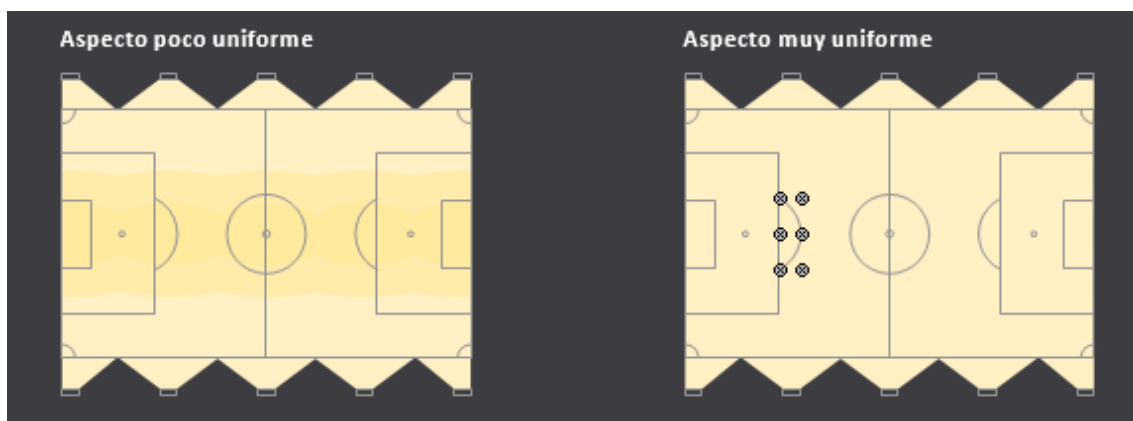


Figura 1. Diferentes aspectos según la uniformidad. Fuente: Signify

## Cuadrícula de medición

Se trata de una subdivisión ficticia del área de juego en rectángulos dispuestos en filas y columnas. El tamaño de la cuadrícula depende del tamaño del área de juego.

## **Temperatura de color**

La luz de las lámparas crea distintas impresiones de color que abarcan desde el frío del mercurio a la calidez del sodio a alta presión. Este es el aspecto de color, expresado como la temperatura de color correlacionada ( $T_k$ ) de la lámpara. Las temperaturas de color abarcan desde un mínimo de 2000 Kelvin (K), para fines recreativos y de entrenamiento, al valor recomendado de 4000 K para competición. La TV en color exige una temperatura de color notablemente superior de 5500 K. La misma temperatura de color se debe aplicar en toda la instalación de iluminación deportiva.

## **Deslumbramiento**

El deslumbramiento es la sensación producida por la luminancia dentro del campo visual que es muy superior a la luminancia a la que están acostumbrados los ojos y, por tanto, provoca incomodidad visual. Para aplicaciones en exteriores se expresa como índice de deslumbramiento (GR) en el intervalo de 0 a 100. Para aplicaciones en interior actualmente no hay ninguna recomendación específica (consulte la guía GAISF para obtener información adicional).

La medida precisa del deslumbramiento es una cuestión controvertida y, aunque hay métodos oficiales para calcular el deslumbramiento en deportes al aire libre, se recomienda adoptar un enfoque de “sentido común” respecto al posicionamiento de las luminarias.

## **Flujo luminoso**

El alumbrado por proyección requiere lámparas que generen grandes cantidades de luz.

La cantidad real de luz se conoce como flujo luminoso y se mide en lúmenes.

## **Luz molesta**

En áreas urbanas el alumbrado artificial debe satisfacer las necesidades de todo el mundo en términos de satisfacción, seguridad y productividad. No obstante, para que jugadores, peatones y residentes puedan dedicarse a lo suyo sin molestar a los demás, el alumbrado por proyección debe estar especialmente diseñado de forma que se garanticen los derechos y las necesidades de todo el mundo. Un buen alumbrado artificial debe evitar la luz descontrolada y la dispersión fuera de los límites del campo deportivo, para que no afecte a la gente que vive en sus proximidades.



Figura 2. Luz molesta. Fuente: Signify.

### 3. NECESIDADES DE ILUMINACIÓN

Las clases de iluminación específicas para la mayoría de los deportes se establecen en las normas UNE. En función de la clase, el nivel podría variar de 75 a 500 lux en el campo. También hay exigencias respecto a la uniformidad de la iluminación, al valor de deslumbramiento máximo y a la capacidad de la fuente de luz de reproducir el color. Además de la necesidad funcional de luz para practicar un deporte, las instalaciones deportivas también son lugares de reunión social donde se generan ingresos, lo que hace de la iluminación un componente importante para crear un entorno agradable.

A continuación, se describen las diferentes clases según el tipo de competición:

#### Clase I

##### Competición de alto nivel

Partidos nacionales e internacionales, que generalmente conllevan un gran aforo con distancias de visión potencialmente largas.

El entrenamiento de alto nivel también se podría incluir en esta clase.

#### Clase II

##### Competición de nivel medio

Partidos regionales o locales, que generalmente conllevan un aforo mediano con distancias de visión medias. El entrenamiento de nivel medio también se podría incluir en esta clase.

### Clase III

#### Competición de bajo nivel

Partidos locales o reducidos, que normalmente no cuentan con espectadores. Los entrenamientos generales y el ocio también entran en esta clase.

## 4. ILUMINACIÓN DE UN CAMPO DE FÚTBOL

Estas instalaciones generalmente serán independientes, en áreas residenciales, con un aforo reducido o sin él. La iluminación de eventos no televisados se debe planificar de modo que la superficie horizontal del campo se pueda iluminar uniformemente con independencia de la disposición de postes elegida.

Los postes deben estar colocados fuera de la dirección normal de visión de los jugadores con respecto a su alineación con ambas líneas de gol y líneas de banda.

Requerimientos de EN12193 (NIDE)				
Fútbol		Clase		
		I	II	III
Iluminancia horizontal	$E_m$ lux	500	200	75
	$U_0 E_{min}/\bar{E}_m$	0.7	0.6	0.5
GR	máx.	50	50	55
Ra	mín.	60	60	20

Figura 3. Requerimientos de un campo de fútbol. Fuente: Signify

A continuación, se muestran en las siguientes figuras las especificaciones para cada tipo de clase II y III, que son las referidas en este proyecto.

## Fútbol Clase II

EN12193:  $E_h \text{ media} \geq 200\text{lux}$ ;  $E_{\min}/E_{\max} \geq 0,6$

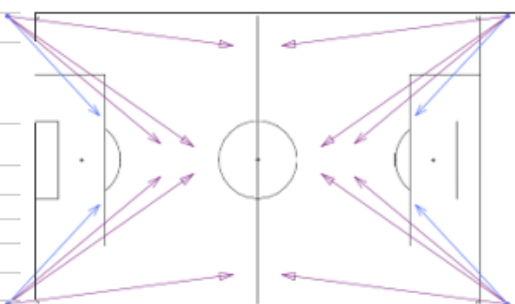


### OptiVision LED gen3



#### Especificaciones OptiVision LED gen3

Columnas	4C h:25m
Proyectores	16 OptiVision LED gen3 BVP527
Modelo Proyector	4 BVP527 OUT T35 50K A35-NMB LED2040/757 4 BVP527 OUT T35 50K A55-NB LED2040/757 8 BVP527 OUT T35 50K S6/5 LED2040/757
Potencia total instalada kW	22,72 kW
Em	200 lux
U <sub>0</sub>	0,76
Ra	> 70
Gr (máx.)	46,6
ULR	3 %
U <sub>0</sub>	0,9
Ref	FU2-E-OV



Orientación de los proyectores

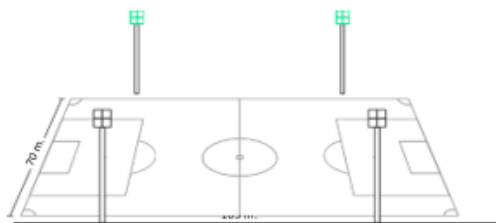
Figura 4. Fútbol clase II. Fuente: Signify.

## Fútbol Clase II

EN12193:  $E_h \text{ media} \geq 200\text{lux}$ ;  $E_{\min}/E_{\max} \geq 0,6$

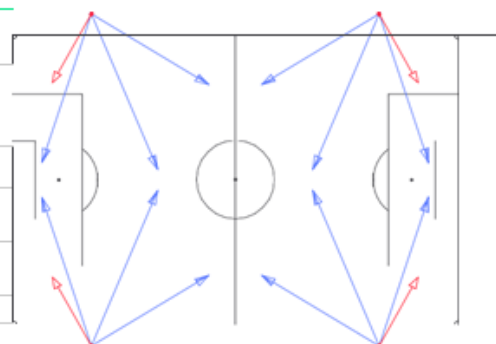


### OptiVision LED gen3



#### Especificaciones OptiVision LED gen3

Columnas	4C h:18m
Proyectores	16 OptiVision LED gen3 BVP527
Modelo Proyector	4 BVP527 OUT T35 50K-A35-MB LED2040/757 12 BVP527 OUT T35 50K S8/5 LED2040/757
Potencia total instalada kW	22,72 kW
Em	206 lux
U <sub>0</sub>	0,62
Ra	> 70
Gr (máx.)	44,5
ULR	5 %
U <sub>0</sub>	0,9
Ref	FU2-L-OV



Orientación de los proyectores

Figura 5. Fútbol clase II. Fuente: Signify.

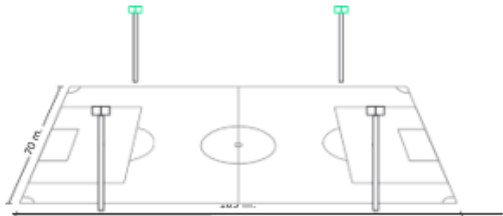


# Fútbol Clase III

EN12193: Eh media ≥ 75lux; Emin/Em≥0,5

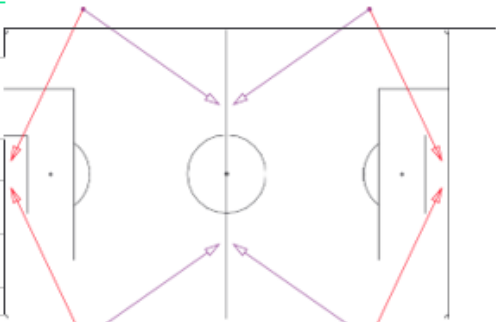


## OptiVision LED gen3



### Especificaciones OptiVision LED gen3

Columnas	4 C h:18m
Proyectores	8 OptiVision LED gen3 BVP527
Modelo Proyector	4 BVP527 OUT T35 50K A35-VWB LED2040/757 4 BVP527 OUT T35 50K A65-WB LED2040/757
Potencia total instalada kW	11,36 kW
Em	77,9 lux
Uo	0,67
Ra	>70
Gr (máx.)	44
ULR	1%
f0	0,9
Ref	FU3-L-OV



Orientación de los proyectores

Figura 4. Fútbol clase III. Fuente: Signify.

## 5. SISTEMA PERFECTPLAY

El sistema PerfectPlay se basa en una tecnología de componentes fiable y probada de control de grupos de luminarias. Se puede manejar desde pulsadores (o llaves), una botonera (Antumbra) o un dispositivo móvil. Se ha diseñado especialmente para mejorar el consumo de energía de los sistemas de iluminación existentes en los clubes deportivos recreativos con sistemas LED regulables sin necesidad de cambiar la instalación eléctrica existente.

## 4.1 Descripción del sistema



Figura 7. Disposición esquemática del sistema PerfectPlay. Fuente: Phillips

## 4.2 Componentes del sistema

### Controlador de segmento (CPU)

El controlador de segmento (CPU) es el principal módulo del sistema y supervisa y controla todos los demás módulos de hardware. La comunicación directa entre los módulos se realiza mediante una interfaz A-bus que también se usa para alimentar los módulos de hardware del sistema.

La CPU sirve como nodo de comunicaciones. Sus especificaciones son las siguientes:

- Controlador principal del sistema
- Alimentación de 1 a 3 fases
- Supervisión de la puerta del cuadro
- Supervisión de la tensión de alimentación
- 2 entradas analógicas y 1 digital
- Puerto TCP/IP RJ45 Ethernet y Modbus
- Puerto RS232
- Interfaz DALI
- USB para actualizar el software
- A-Bus para alimentación y comunicaciones con los demás módulos de hardware

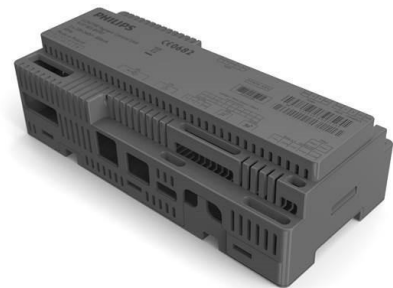


Figura 8. CPU. Fuente: Phillips.

## **Módulo de Batería**

El controlador de segmento (CPU) se alimentará con energía auxiliar mediante el A- bus, en caso de fallo de alimentación. Esto permite que la CPU almacene datos y envíe una alarma de fallo de potencia principal al servidor central antes de que se apague de forma segura.



*Figura 9. Módulo de batería. Fuente: Phillips.*

## **Módulo de protección frente a sobretensiones**

Está diseñado específicamente para la CPU, lo que hace que este módulo resista pulsos de sobretensión de hasta  $\pm 6$  kV y pulsos en ráfaga de hasta  $\pm 4$  KV.



*Figura 10. Módulo de protección frente a sobretensiones. Fuente: Phillips.*

## **Transmisor de datos**

El módulo transmisor es responsable de la regulación por segmentos (grupos de luminarias). El transmisor proporciona la modulación de amplitud de la red eléctrica mediante un transformador. La señal se puede decodificar con la mayoría de los drivers de luminarias de Philips.



*Figura 11. Transmisor de datos. Fuente: Phillips.*

Las principales características del transmisor de datos son las siguientes:

- Modula la tensión de red. Protocolo exclusivo de PHILIPS.
- Protocolo sólido, independiente de la calidad de la red eléctrica.
- Inmune a las perturbaciones en la red.
- Incluye un transformador.

En términos generales, cada segmento (circuito) como parte del cuadro eléctrico usa ambos equipos.

En el caso de que la luminaria llevase un driver no compatible con la citada tecnología, se puede emplear un dispositivo demodulador para decodificar la señal y transformarla en una señal DALI o 1-10V:

### **Botonera Antumbra**

Con la botonera Antumbra la iluminación LED del campo se puede controlar a través de un panel que se puede instalar en la recepción, sala de control o cerca de los vestuarios.



Cada botón selecciona una escena para el campo específico. Con varios campos, se necesitan varios paneles Antumbra.

*Figura 12.  
Botonera.  
Fuente: Phillips.*

### **5.3 Acceso a la interfaz de usuario para las funcionalidades de PerfectPlay**

Se propone también proporcionar una interfaz de usuario para tableta para permitir al cliente acceder de forma remota y activar distintas escenas para cada campo.

Todos los campos son visibles en una pantalla y se pueden manejar por separado.

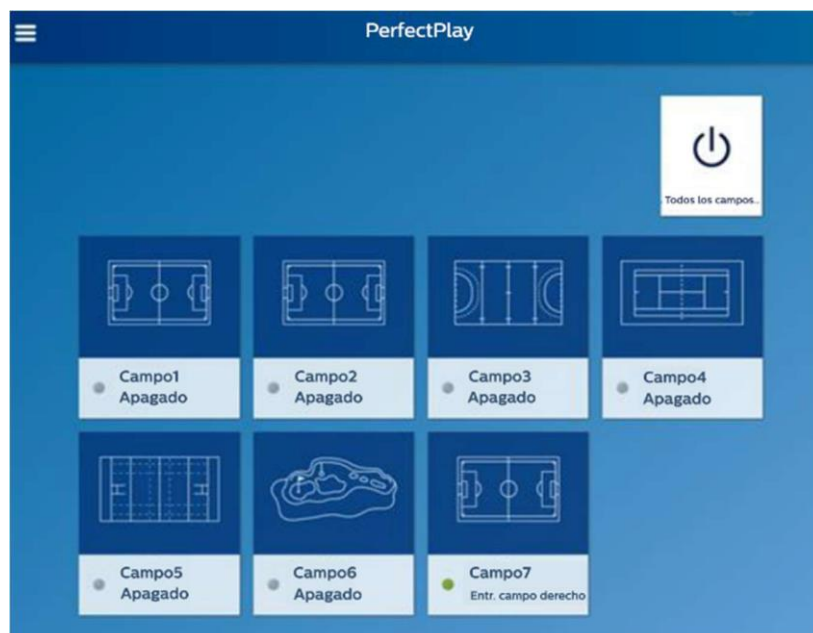




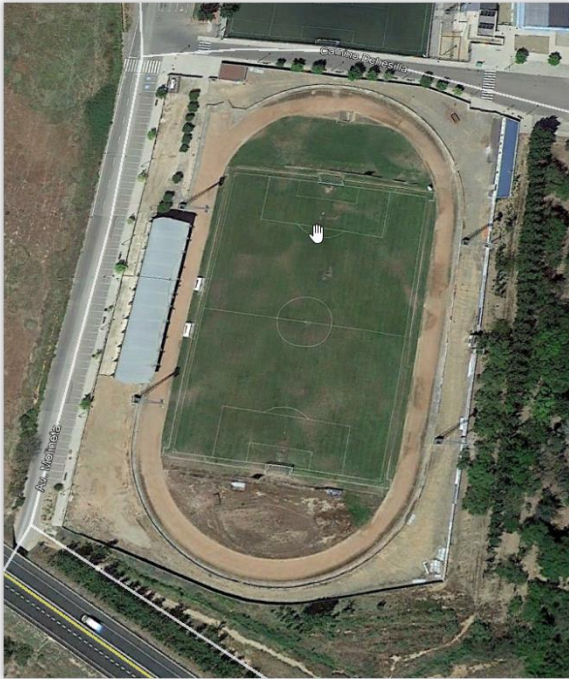
Figura 13. Interfaz de usuario. Fuente: Phillips

#### 5.4 Consideraciones del sistema de control

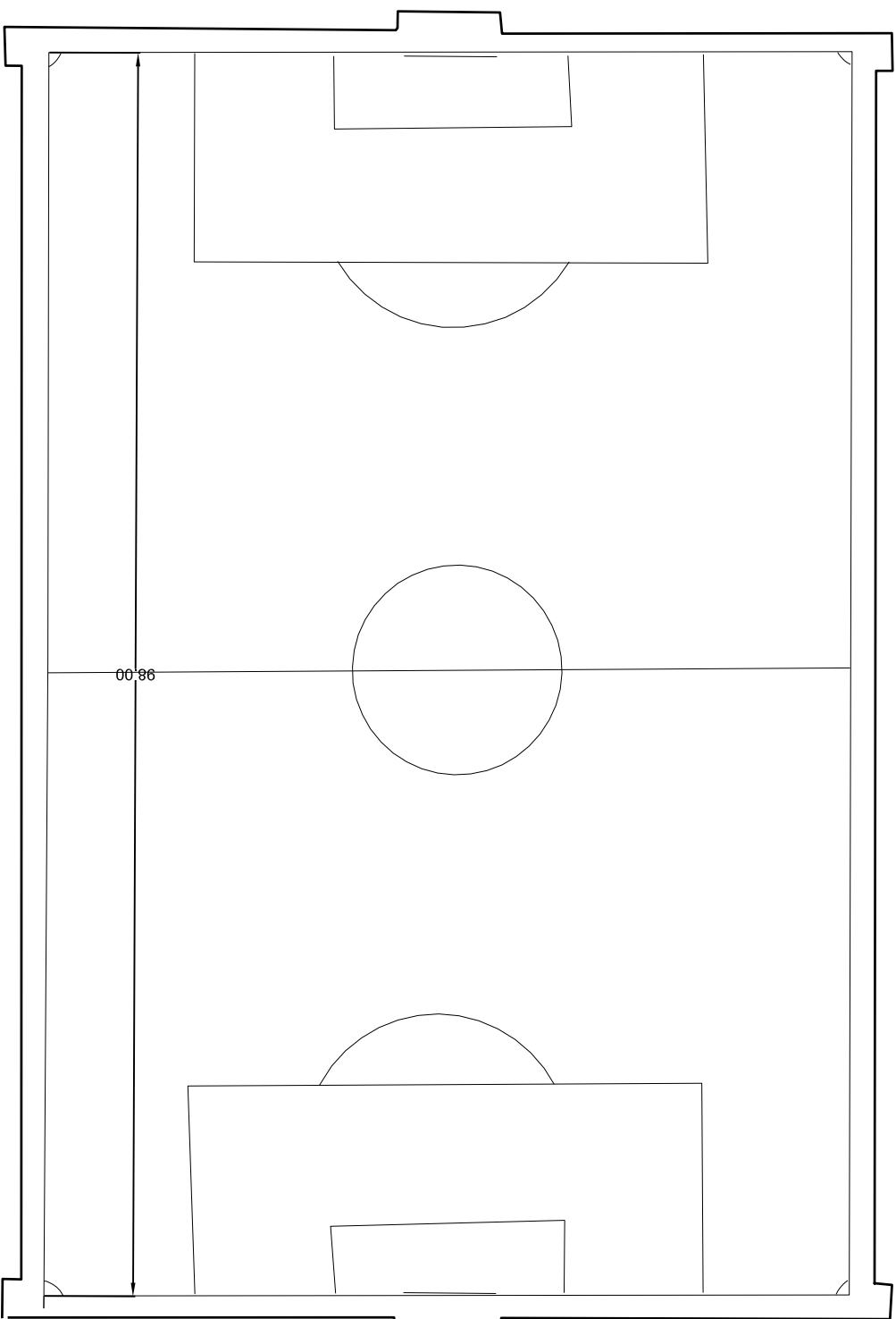
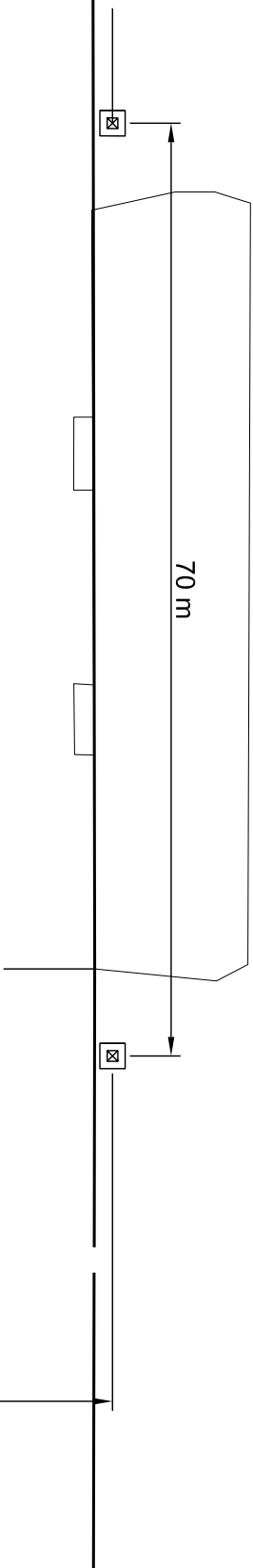
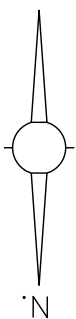
- ✓ Circuitos de alimentación L-N a 230V desde los armarios de control hasta las luminarias.
- ✓ Luminarias con alimentación 230V
- ✓ Control de iluminación para dividir los campos de juego en dos partes. Esto significa que la instalación eléctrica para las luminarias debe estar dividida desde el armario hasta las luminarias en varios segmentos separados.
- ✓ Los cuadros de control para alojar los equipos deben ser definidos por el instalador. Su ubicación y distribución de los mismos no está definida y deberá ser confirmada para verificar el material propuesto.
- ✓ En el caso de utilizar receptores (demoduladores), éstos deberán estar ubicados cerca de las luminarias, max. 10 m de cable DALI sin apantallar, para longitudes mayores de 10mts, se recomienda cable apantallado.
- ✓ Máximo 4 balastos DALI por cada receptor.
- ✓ El panel Antumbra debe montarse en un entorno protegido (interior)
- ✓ Posibilidad de realizar diferentes escenas de control mediante regulación. Se define, Partido 100%,
- ✓ Entrenamiento 50%,
- ✓ Mantenimiento 10% y
- ✓ Entrenamiento en una mitad del campo y mantenimiento en la otra Apagado 0%.
- ✓ No están incluidas las protecciones eléctricas ni los contactores.
- ✓ Armarios eléctricos de control no incluidos.
- ✓ El cableado eléctrico dentro de los armarios y a lo largo de la instalación no está incluido.



## 6. IMÁGENES DEL ESTADO ACTUAL DEL CAMPO DE FÚTBOL



# PLANOS



00'86

96 m

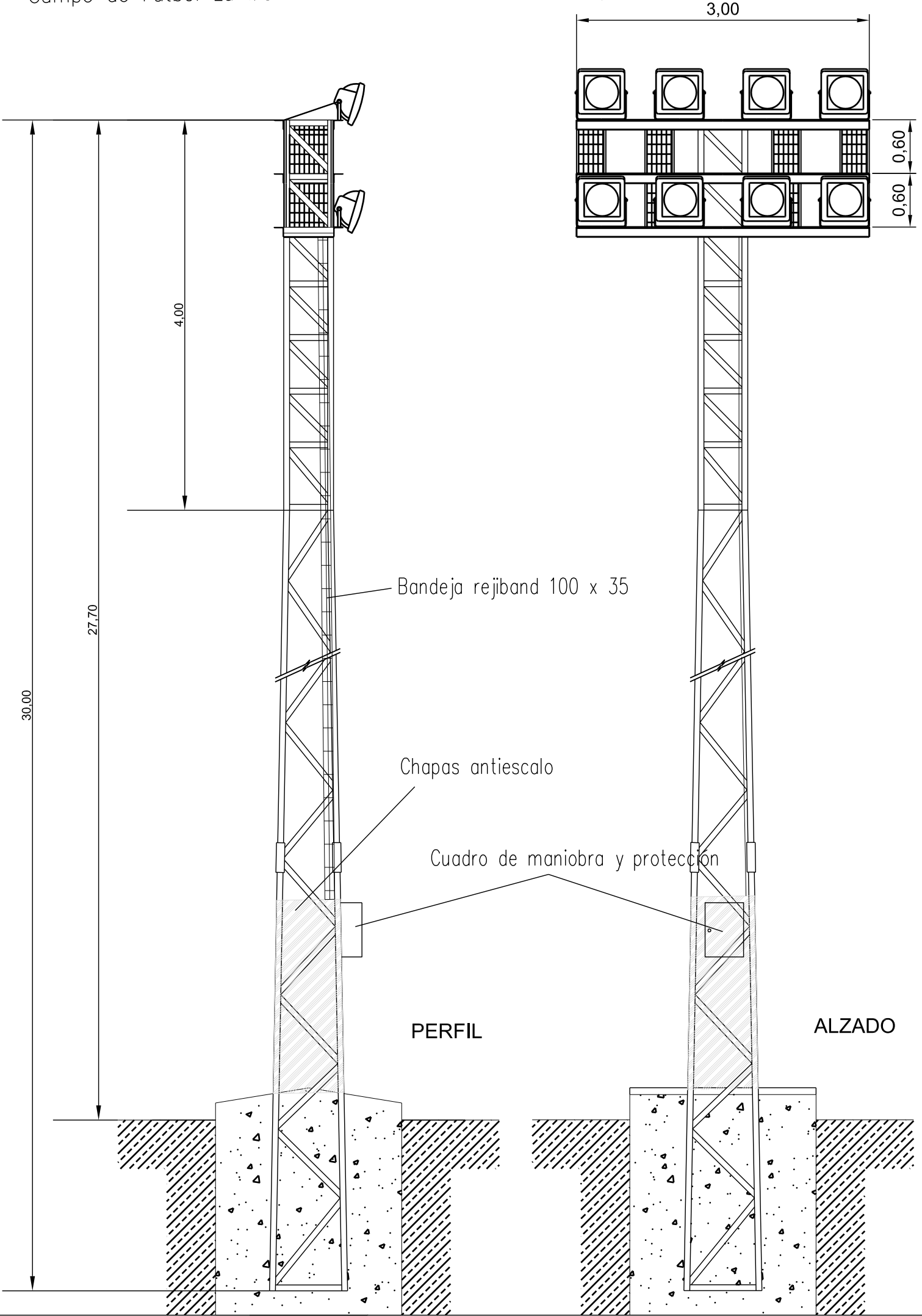
70 m

☒ Torre metálica C-3000 . 30 metros de altura total

Campo de Fútbol La Molineta: ESTADO ACTUAL. Escala s/e







**PRESUPUESTO**

PRESUPUESTO (EUROS)				
CANTIDAD	CÓDIGO EOC	DESCRIPCIÓN	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
<b>CAMPO DE FUTBOL. FASE I. CLASE III. PROYECTORES</b>				
16		Proyector OptiVision Gen3. Versión 3 módulos. Carcasa: Inyección de aluminio a alta presión anti-corrosión. Ópticas y cierre en policarbonato estabilizado UV. Acabado: standar en light gray. IP66, IK08, Protección contra sobretensiones de 10kV. Flujo del sistema: 156.946 lm. Consumo del sistema: 1420W. Eficacia del sistema: 110 lm/W. Vida útil: 50.000 @L70. Temperatura de funcionamiento: -40°C a +45°C. Óptica simetrica rotacional haz ancho. Temperatura de color: 5.700 K. CRI>70. Driver DALI (Regulable) incluido y conectado. Montaje: Lira. Mod. BVP527 OUT T35 50K S8/5 PSD SRG10	3.575,00 €	57.200 €
			<b>TOTAL FASE I</b>	<b>57.200 €</b>
<b>CAMPO DE FUTBOL. FASE II. AMPLIACIÓN A CLASE II. PROYECTORES Y CONTROL</b>				
4		Proyector OptiVision Gen3. Versión 3 módulos. Carcasa: Inyección de aluminio a alta presión anti-corrosión. Ópticas y cierre en	3.575,00 €	14.300 €

		<p>polycarbonato estabilizado UV. Acabado: standar en light gray. IP66, IK08, Protección contra sobretensiones de 10kV. Flujo del sistema: 156.946 lm. Consumo del sistema: 1420W. Eficacia del sistema: 110 lm/W. Vida útil: 50.000 @L70. Temperatura de funcionamiento: -40°C a +45°C. Óptica simetrica rotacional haz ancho. Temperatura de color: 5.700 K. CRI&gt;70. Driver DALI (Regulable) incluido y conectado. Montaje: Lira. Mod. BVP527 OUT T35 50K S8/5 PSD SRG10</p>		
SISTEMA DE CONTROL				
1	913703970707	Dynet Communion Module	98,00 €	98,00 €
1	913703433707	Antumbra panel white/white without labels	280,00 €	280,00 €
1	913700389703	LCN7700 Segment Control Unit	400,00 €	400,00 €
1	913700341303	LFC7530 Amplight Battery	100,00 €	100,00 €
1	913701035303	LFC7590 AmpLight Guard	55,00 €	55,00 €
1	913700341603	LCN7581 Amplight Mini PT Dual antenna	15,00 €	15,00 €
4	913713611780	LFC7710/00 Coded Mains transmitter	251,00 €	1.004,00 €
4	913713611980	LCU7725/00 Coded Mains	280,00 €	1.120,00 €

		transmitter transformer (L-N)		
4	919030002840	Supresor de arco para montaje en carril DIN Diseñado para conectarse entre los contactos de conmutación de contactores de control	35,00 €	140,00 €
20	913713612080	Coded Mains Receiver LN	45,00 €	900,00 €
20	SW913705010002	SERVICIO PERFECTPLAY TABLET POR 10 AÑOS Incluye: - Acceso web a la aplicación PerfectPlay - Gestión de perfiles, usuarios y contraseñas - Disponibilidad automática de nuevas versiones - Parametrización de la aplicación a las particularidades del usuario. - Asesoramiento y recomendaciones en la organización de datos - Contrato de conectividad de la tarjeta SIM	135,00 €	2.700,00 €
1	SRV-2375	Puesta en marcha y formación del sistema PerfectPlay (precio por día). Cualquier necesidad de soporte presencial	1.491,60 €	1.491,60 €

		posterior, y que quede fuera del contrato de servicio, será presupuestada aparte.		
APUNTAMIENTO				
1		APUNTAMIENTO. Se inculye anexo del alcance de estos trabajos	1.900,00 €	1.900,00 €
			<b>TOTAL FASE II</b>	<b>24.503,6 €</b>

ANEXO I.  
CÁLCULOS CAMPO DE FÚTBOL DE  
ALFARO

## **CAMPO DE FUTBOL DE ALFARO**

ALUMBRADO CLASE II: Competición de nivel medio. Partidos de competición regional y local.

Emen  $\geq 200$  lux

Unif. Min/Med  $\geq 0,60$

Deslumbramiento  $<50$

Contacto:

N° de encargo:

Empresa:

N° de cliente:

Fecha: 12.09.2020

Proyecto elaborado por:





Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Índice

### CAMPO DE FUTBOL DE ALFARO

Portada del proyecto	1
Índice	2
Lista de luminarias	3
<b>PHILIPS OptiVision LED BVP527 OUT T35 50K 1xLED2040/757 S8/5</b>	
Hoja de datos de luminarias	4
<b>Escena exterior 1</b>	
Datos de planificación	5
Lista de luminarias	6
Luminarias (lista de coordenadas)	7
Centros deportivos (plano de situación)	8
Luminarias de deporte (lista de coordenadas)	9
Observador GR (sumario de resultados)	11
Rendering (procesado) en 3D	13
Rendering (procesado) de colores falsos	14
<b>Superficies exteriores</b>	
<b>Campo de fútbol 1 trama de cálculo (PA)</b>	
Resumen	15
Gráfico de valores (E, perpendicular)	16
<b>Campo de fútbol 1 trama de cálculo (TA)</b>	
Resumen	17
Gráfico de valores (E, perpendicular)	18
<b>Observador GR</b>	
<b>Portero</b>	
Resumen	19
<b>Jugador 01</b>	
Resumen	20
<b>Jugador 02</b>	
Resumen	21
<b>Jugador 03</b>	
Resumen	22
<b>Jugador 04</b>	
Resumen	23

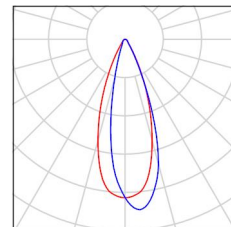


Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## CAMPO DE FUTBOL DE ALFARO / Lista de luminarias

20 Pieza    PHILIPS OptiVision LED BVP527 OUT T35 50K  
1xLED2040/757 S8/5  
N° de artículo:  
Flujo luminoso (Luminaria): 156946 lm  
Flujo luminoso (Lámparas): 203826 lm  
Potencia de las luminarias: 1420.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 89 96 99 100 77  
Lámpara: 1 x LED2040/757 (Factor de corrección  
1.000).

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



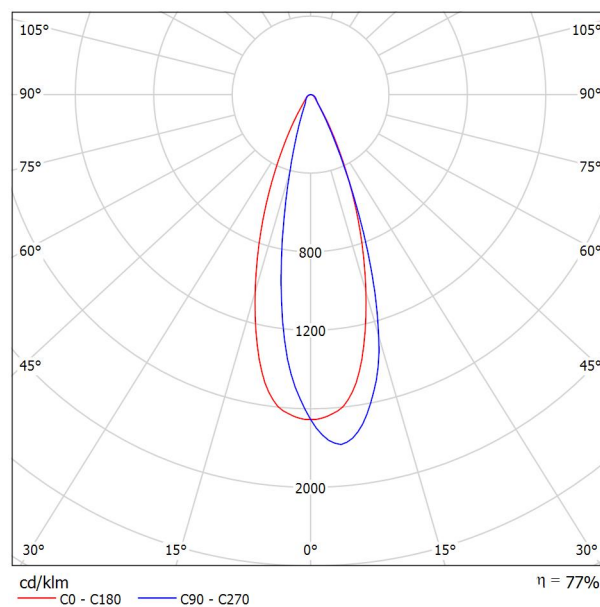


Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## PHILIPS OptiVision LED BVP527 OUT T35 50K 1xLED2040/757 S8/5 / Hoja de datos de luminarias

### Emisión de luz 1:

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



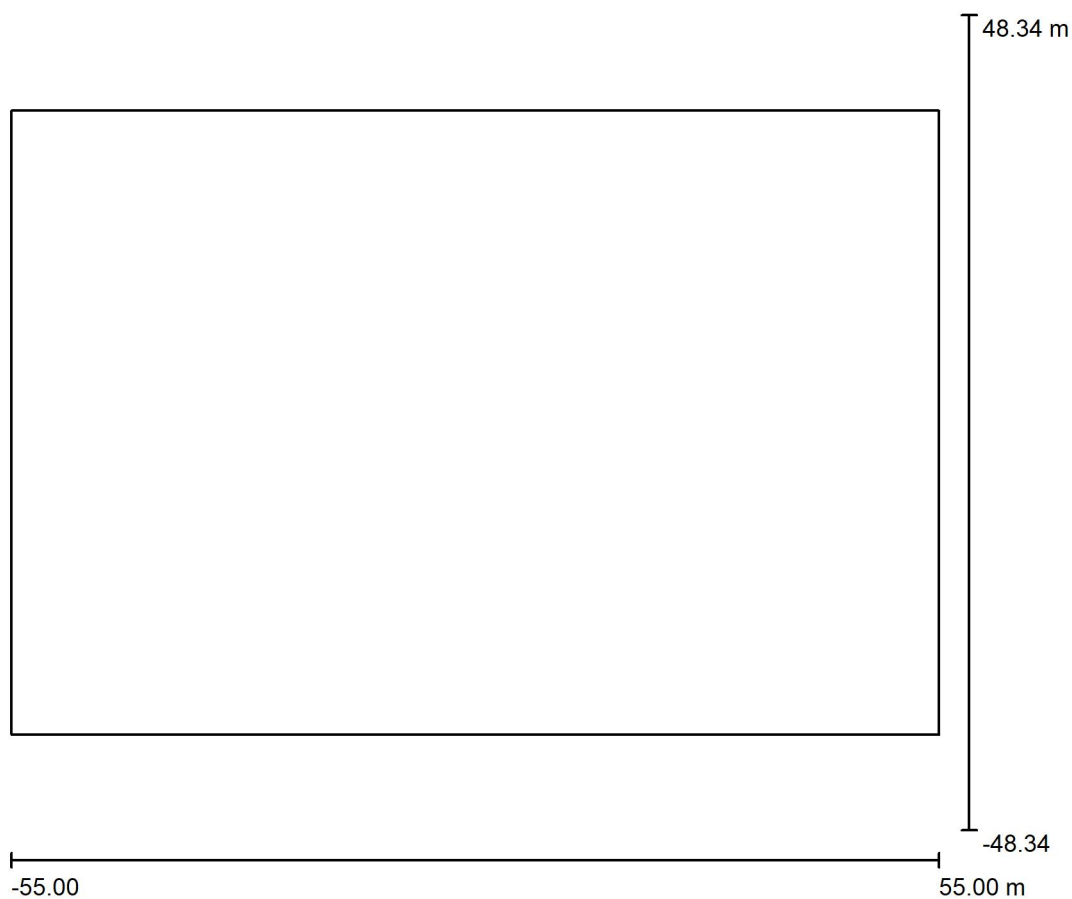
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 89 96 99 100 77

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



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escena exterior 1 / Datos de planificación



Factor mantenimiento: 0.80, ULR (Upward Light Ratio): 4.0%

Escala 1:897

### Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	20	PHILIPS OptiVision LED BVP527 OUT T35 50K 1xLED2040/757 S8/5 (1.000)	156946	203826	1420.0
Total:			3138920	Total: 4076520	28400.0

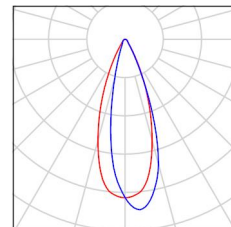


Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escena exterior 1 / Lista de luminarias

20 Pieza    PHILIPS OptiVision LED BVP527 OUT T35 50K  
1xLED2040/757 S8/5  
N° de artículo:  
Flujo luminoso (Luminaria): 156946 lm  
Flujo luminoso (Lámparas): 203826 lm  
Potencia de las luminarias: 1420.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 89 96 99 100 77  
Lámpara: 1 x LED2040/757 (Factor de corrección  
1.000).

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



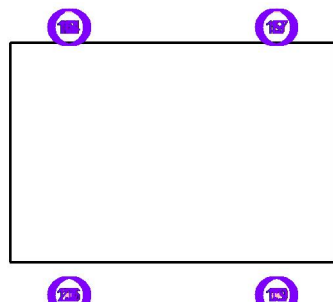


Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escena exterior 1 / Luminarias (lista de coordenadas)

### PHILIPS OptiVision LED BVP527 OUT T35 50K 1xLED2040/757 S8/5

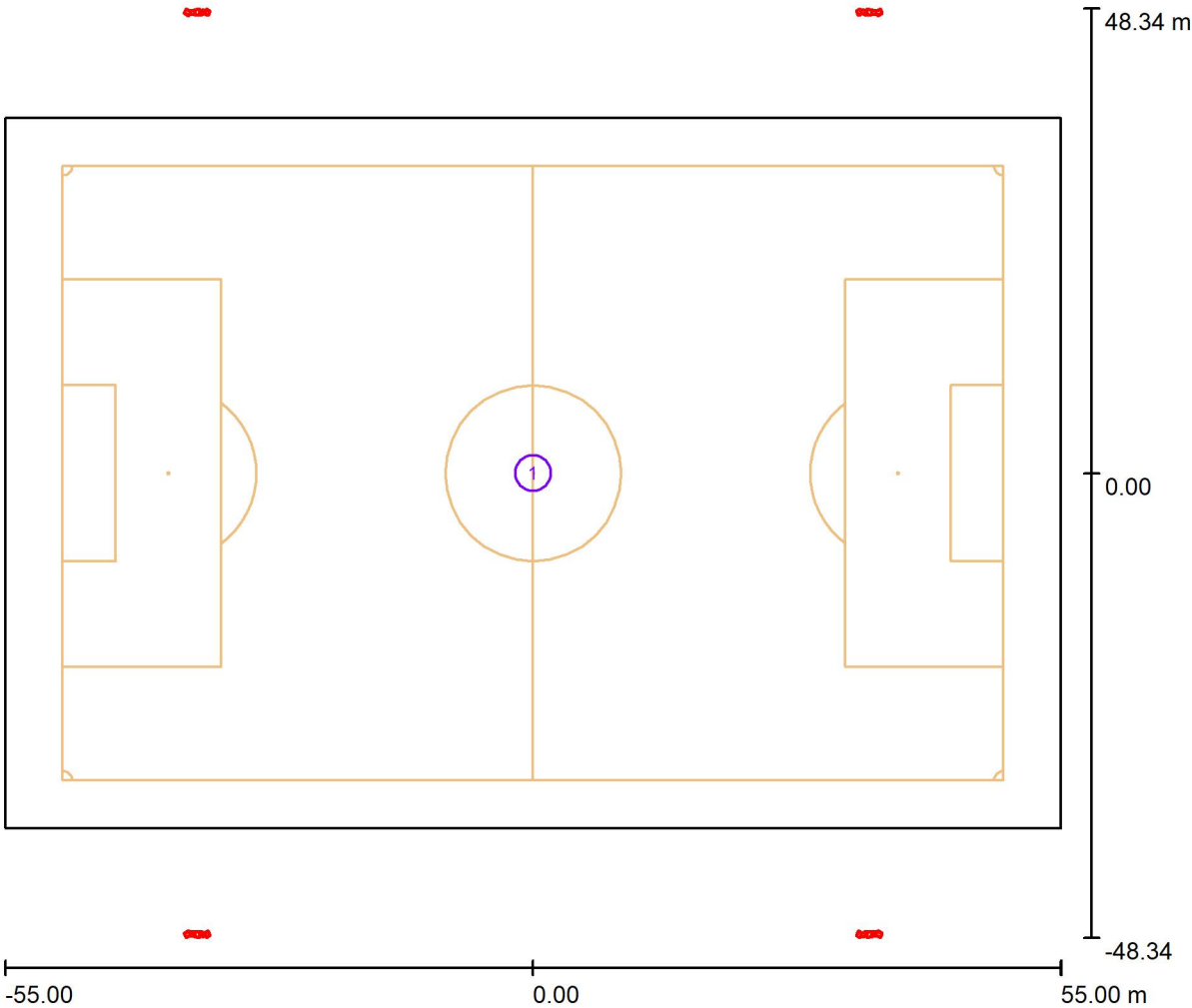
156946 lm, 1420.0 W, 1 x 1 x LED2040/757 (Factor de corrección 1.000).



Nº	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	34.000	48.000	30.000	50.6	0.0	117.0
2	-34.000	48.000	30.000	50.6	0.0	-117.0
3	34.000	-48.000	30.000	50.6	0.0	63.0
4	-34.000	-48.000	30.000	50.6	0.0	-63.0
5	35.000	48.000	30.000	30.7	0.0	166.9
6	-35.000	48.000	30.000	30.7	0.0	-166.9
7	35.000	-48.000	30.000	30.7	0.0	13.1
8	-35.000	-48.000	30.000	30.7	0.0	-13.1
9	36.000	48.000	30.000	45.2	0.0	-152.2
10	-36.000	48.000	30.000	45.2	0.0	152.2
11	36.000	-48.000	30.000	45.2	0.0	-27.8
12	-36.000	-48.000	30.000	45.2	0.0	27.8
13	34.500	48.000	31.000	57.4	0.0	150.9
14	-34.500	48.000	31.000	57.4	0.0	-150.9
15	34.500	-48.000	31.000	57.4	0.0	29.1
16	-34.500	-48.000	31.000	57.4	0.0	-29.1
17	35.500	48.000	31.000	53.0	0.0	176.1
18	-35.500	48.000	31.000	53.0	0.0	-176.1
19	35.500	-48.000	31.000	53.0	0.0	3.9
20	-35.500	-48.000	31.000	53.0	0.0	-3.9

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

Escena exterior 1 / Centros deportivos (plano de situación)



Escala 1 : 787

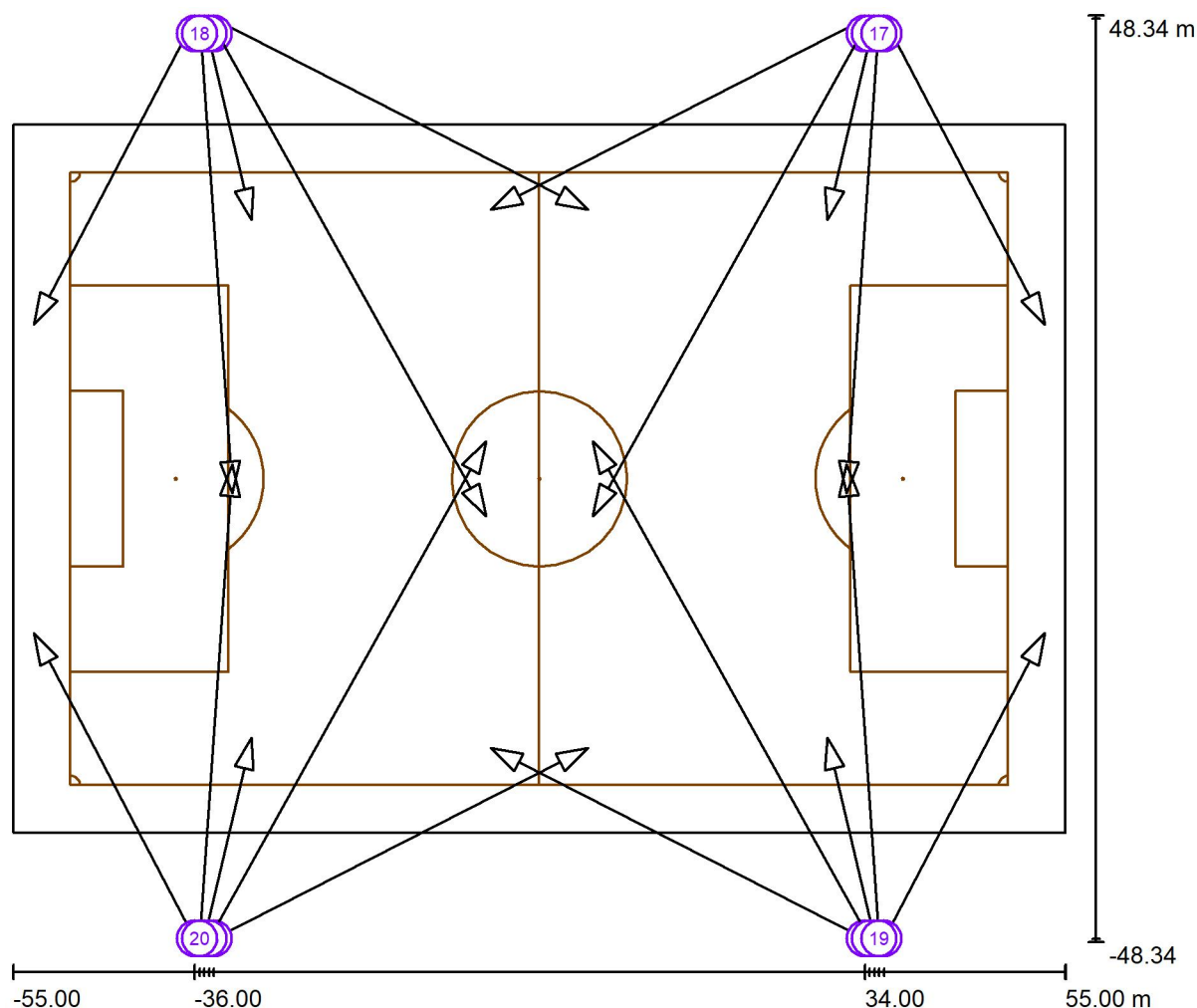
Centros deportivos-lista de unidades

N°	Pieza	Designación
1	1	Campo de fútbol



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escena exterior 1 / Luminarias de deporte (lista de coordenadas)



Escala 1 : 787

### Lista de zonas luminarias deportivas

Luminaria	Índice	Posición [m]			Punto de irradiación [m]			Ángulo de irradiación [°]	Orientación	Mástil
		X	Y	Z	X	Y	Z			
PHILIPS OptiVision LED BVP527 OUT T35 50K 1xLED2040/757 S8/5	1	34.000	48.000	30.000	-5.100	28.100	0.000	34.4	(C 90, G IMax)	/
PHILIPS OptiVision LED BVP527 OUT T35 50K 1xLED2040/757 S8/5	2	-34.000	48.000	30.000	5.100	28.100	0.000	34.4	(C 90, G IMax)	/
PHILIPS OptiVision LED BVP527 OUT T35 50K 1xLED2040/757 S8/5	3	34.000	-48.000	30.000	-5.100	-28.100	0.000	34.4	(C 90, G IMax)	/
PHILIPS OptiVision LED BVP527 OUT T35 50K 1xLED2040/757 S8/5	4	-34.000	-48.000	30.000	5.100	-28.100	0.000	34.4	(C 90, G IMax)	/







Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escena exterior 1 / Luminarias de deporte (lista de coordenadas)

### Lista de zonas luminarias deportivas

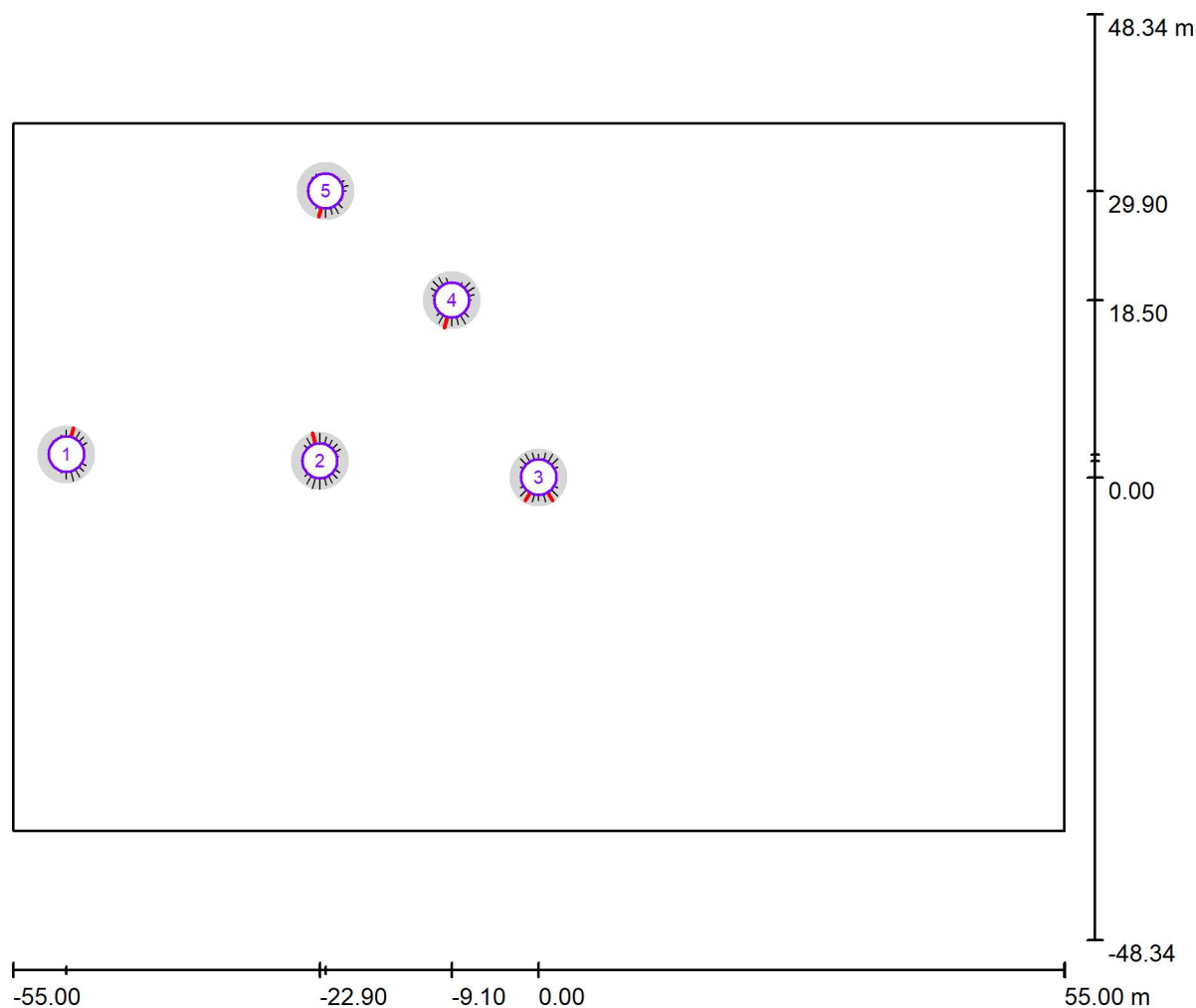
Luminaria	Índice	Posición [m]			Punto de irradiación [m]			Ángulo de irradiación [°]	Orientación	Mástil
		X	Y	Z	X	Y	Z			
PHILIPS OptiVision LED BVP527 OUT T35 50K 1xLED2040/757 S8/5	5	35.000	48.000	30.000	30.100	27.000	0.000	54.3	(C 90, G IMax)	/
PHILIPS OptiVision LED BVP527 OUT T35 50K 1xLED2040/757 S8/5	6	-35.000	48.000	30.000	-30.100	27.000	0.000	54.3	(C 90, G IMax)	/
PHILIPS OptiVision LED BVP527 OUT T35 50K 1xLED2040/757 S8/5	7	35.000	-48.000	30.000	30.100	-27.000	0.000	54.3	(C 90, G IMax)	/
PHILIPS OptiVision LED BVP527 OUT T35 50K 1xLED2040/757 S8/5	8	-35.000	-48.000	30.000	-30.100	-27.000	0.000	54.3	(C 90, G IMax)	/
PHILIPS OptiVision LED BVP527 OUT T35 50K 1xLED2040/757 S8/5	9	36.000	48.000	30.000	52.800	16.100	0.000	39.8	(C 90, G IMax)	/
PHILIPS OptiVision LED BVP527 OUT T35 50K 1xLED2040/757 S8/5	10	-36.000	48.000	30.000	-52.800	16.100	0.000	39.8	(C 90, G IMax)	/
PHILIPS OptiVision LED BVP527 OUT T35 50K 1xLED2040/757 S8/5	11	36.000	-48.000	30.000	52.800	-16.100	0.000	39.8	(C 90, G IMax)	/
PHILIPS OptiVision LED BVP527 OUT T35 50K 1xLED2040/757 S8/5	12	-36.000	-48.000	30.000	-52.800	-16.100	0.000	39.8	(C 90, G IMax)	/
PHILIPS OptiVision LED BVP527 OUT T35 50K 1xLED2040/757 S8/5	13	34.500	48.000	31.000	5.570	-3.900	0.000	27.6	(C 90, G IMax)	/
PHILIPS OptiVision LED BVP527 OUT T35 50K 1xLED2040/757 S8/5	14	-34.500	48.000	31.000	-5.570	-3.900	0.000	27.6	(C 90, G IMax)	/
PHILIPS OptiVision LED BVP527 OUT T35 50K 1xLED2040/757 S8/5	15	34.500	-48.000	31.000	5.570	3.900	0.000	27.6	(C 90, G IMax)	/
PHILIPS OptiVision LED BVP527 OUT T35 50K 1xLED2040/757 S8/5	16	-34.500	-48.000	31.000	-5.570	3.900	0.000	27.6	(C 90, G IMax)	/
PHILIPS OptiVision LED BVP527 OUT T35 50K 1xLED2040/757 S8/5	17	35.500	48.000	31.000	32.100	-1.500	0.000	32.0	(C 90, G IMax)	/
PHILIPS OptiVision LED BVP527 OUT T35 50K 1xLED2040/757 S8/5	18	-35.500	48.000	31.000	-32.100	-1.500	0.000	32.0	(C 90, G IMax)	/
PHILIPS OptiVision LED BVP527 OUT T35 50K 1xLED2040/757 S8/5	19	35.500	-48.000	31.000	32.100	1.500	0.000	32.0	(C 90, G IMax)	/
PHILIPS OptiVision LED BVP527 OUT T35 50K 1xLED2040/757 S8/5	20	-35.500	-48.000	31.000	-32.100	1.500	0.000	32.0	(C 90, G IMax)	/





Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escena exterior 1 / Observador GR (sumario de resultados)



Escala 1 : 787

### Lista de puntos de cálculo GR

N°	Designación	Posición [m]			Área del ángulo visual [°]			Inclination	Max
		X	Y	Z	Inicio	Fin	Amplitud de paso		
1	Portero	-49.400	2.400	1.500	0.0	360.0	15.0	-2.0	32 <sup>2)</sup>
2	Jugador 01	-22.900	1.700	1.500	0.0	360.0	15.0	-2.0	33 <sup>2)</sup>
3	Jugador 02	0.000	0.000	1.500	0.0	360.0	15.0	-2.0	31 <sup>2)</sup>
4	Jugador 03	-9.100	18.500	1.500	0.0	360.0	15.0	-2.0	33 <sup>2)</sup>



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escena exterior 1 / Observador GR (sumario de resultados)

### Lista de puntos de cálculo GR

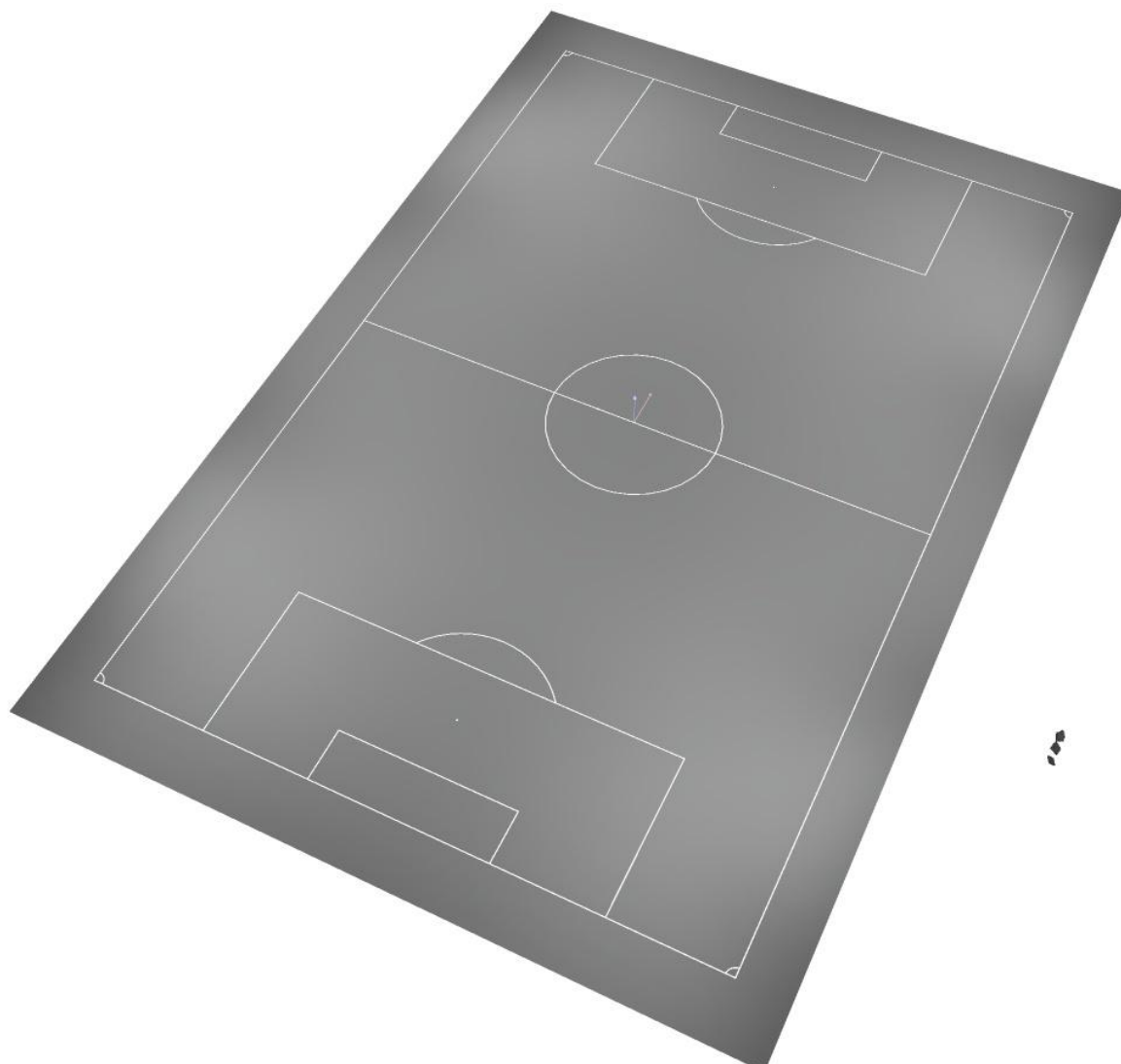
N°	Designación	Posición [m]			Inicio	Área del ángulo visual [°]		Inclination	Max
		X	Y	Z		Fin	Amplitud de paso		
5	Jugador 04	-22.300	29.900	1.500	0.0	360.0	15.0	-2.0	30 <sup>2)</sup>

2) La luminancia difusa equivalente del entorno que ha sido calculada presupone que el entorno presenta una reflexión completamente difusa (conforme a la norma EN 12464-2).



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

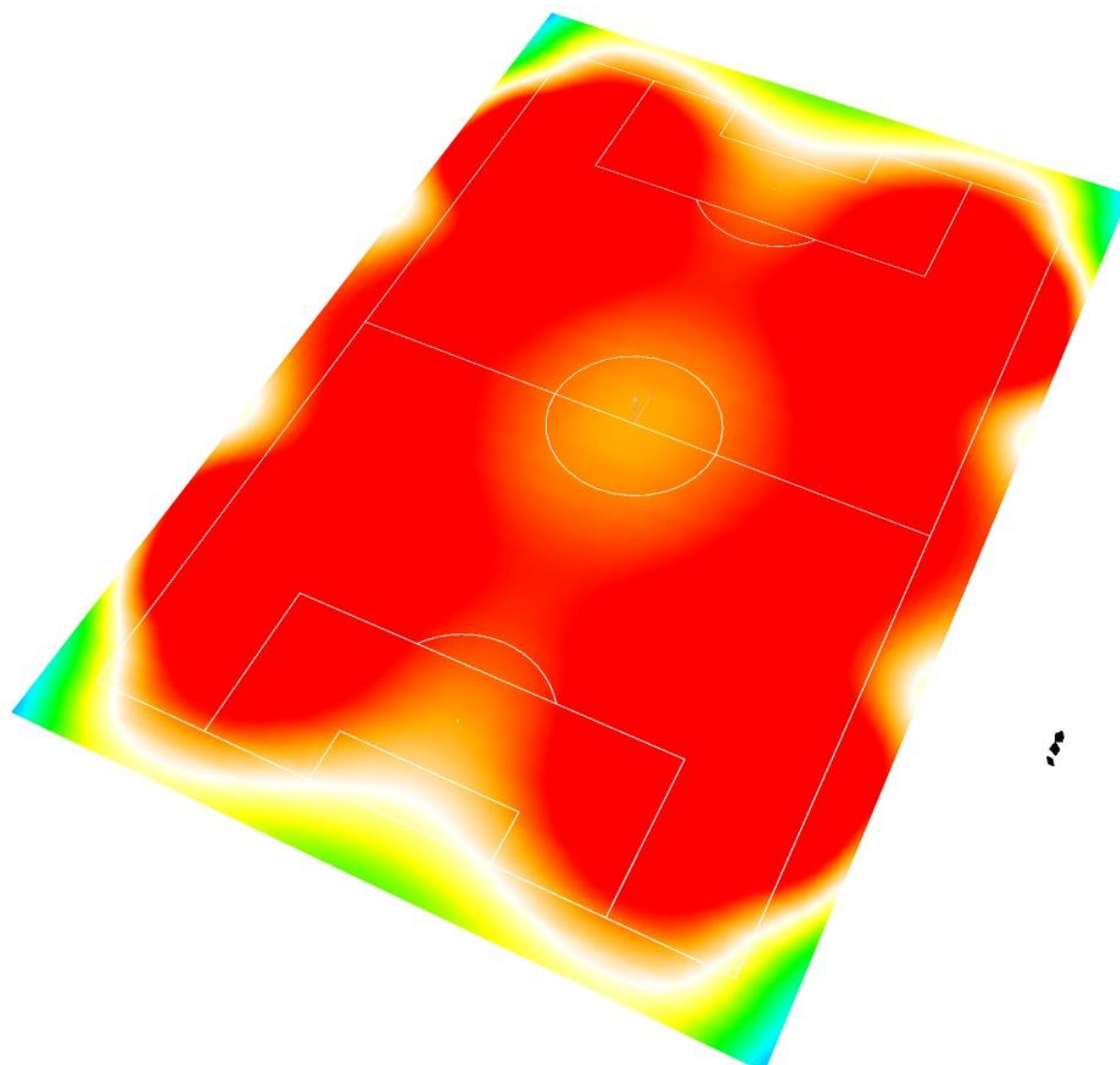
## Escena exterior 1 / Rendering (procesado) en 3D





Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escena exterior 1 / Rendering (procesado) de colores falsos



0

25

50

75

100

125

150

175

200

lx



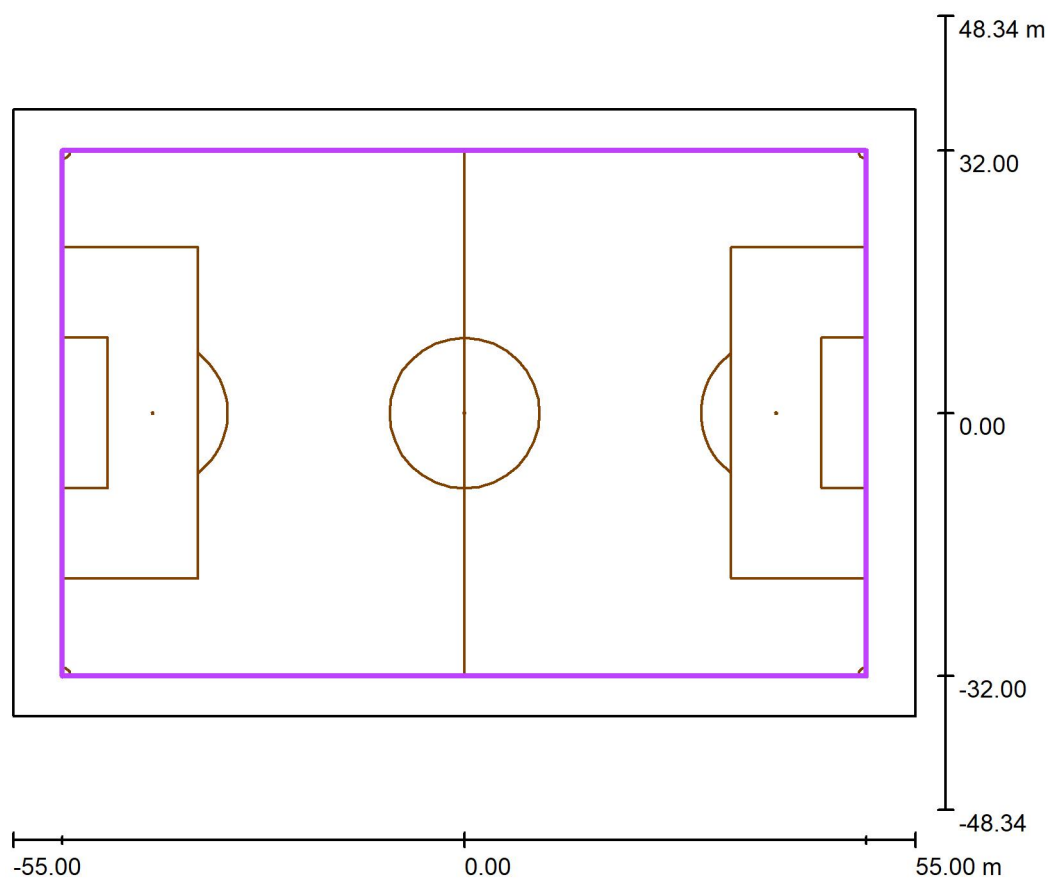






Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escena exterior 1 / Campo de fútbol 1 trama de cálculo (PA) / Resumen



Escala 1 : 922

Posición: (0.000 m, 0.000 m, 0.000 m)  
Tamaño: (98.000 m, 64.000 m)  
Rotación: (0.0°, 0.0°, 0.0°)  
Tipo: Normal, Trama: 19 x 13 Puntos  
Pertenece al siguiente centro deportivo: Campo de fútbol 1

### Sumario de los resultados

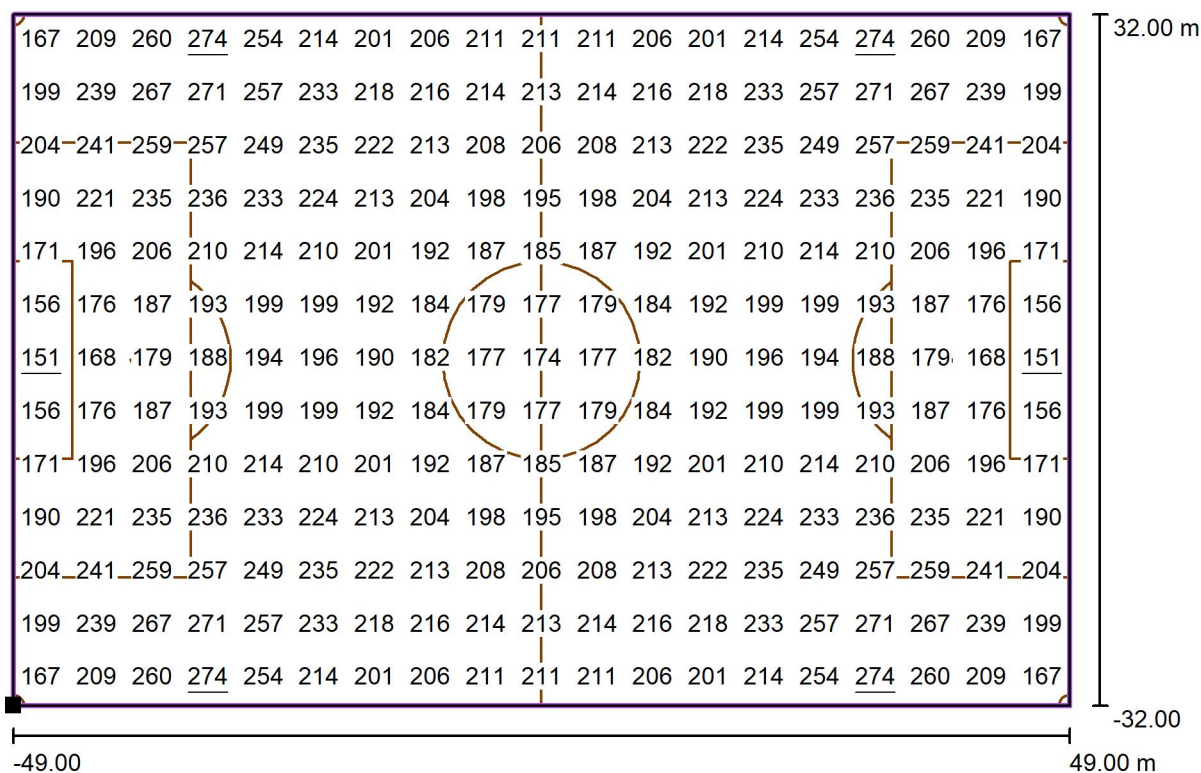
N°	Tipo	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$	$E_{h\ m} / E_m$	H [m]	Cámara
1	perpendicular	211	151	274	0.71	0.55	/	0.000	/

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



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

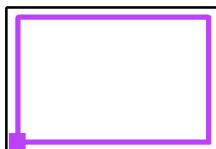
## Escena exterior 1 / Campo de fútbol 1 trama de cálculo (PA) / Gráfico de valores (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 701

Situación de la superficie en la escena exterior:

Punto marcado: (-49.000 m, -32.000 m, 0.000 m)



Trama: 19 x 13 Puntos

$E_m$  [lx]  
211

$E_{min}$  [lx]  
151

$E_{max}$  [lx]  
274

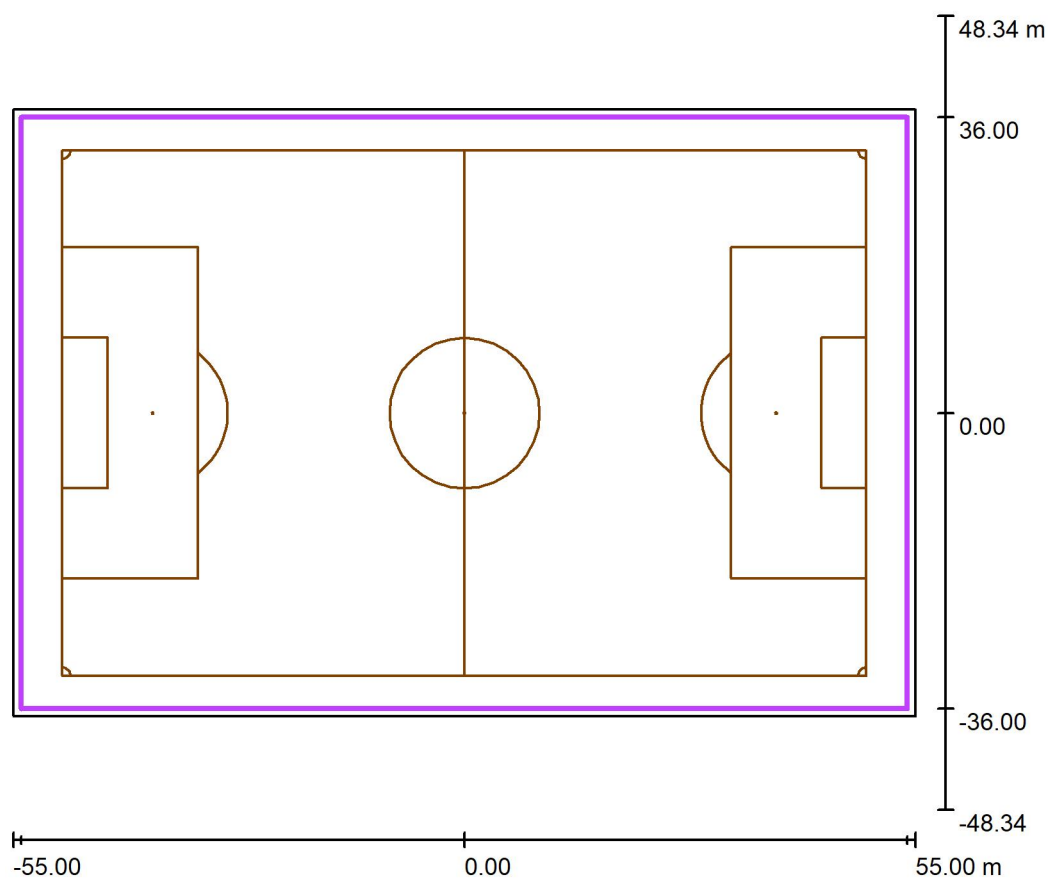
$E_{min} / E_m$   
0.71

$E_{min} / E_{max}$   
0.55



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escena exterior 1 / Campo de fútbol 1 trama de cálculo (TA) / Resumen



Escala 1 : 922

Posición: (0.000 m, 0.000 m, 0.000 m)  
Tamaño: (108.000 m, 72.000 m)  
Rotación: (0.0°, 0.0°, 0.0°)  
Tipo: Normal, Trama: 21 x 13 Puntos  
Pertenece al siguiente centro deportivo: Campo de fútbol 1

### Sumario de los resultados

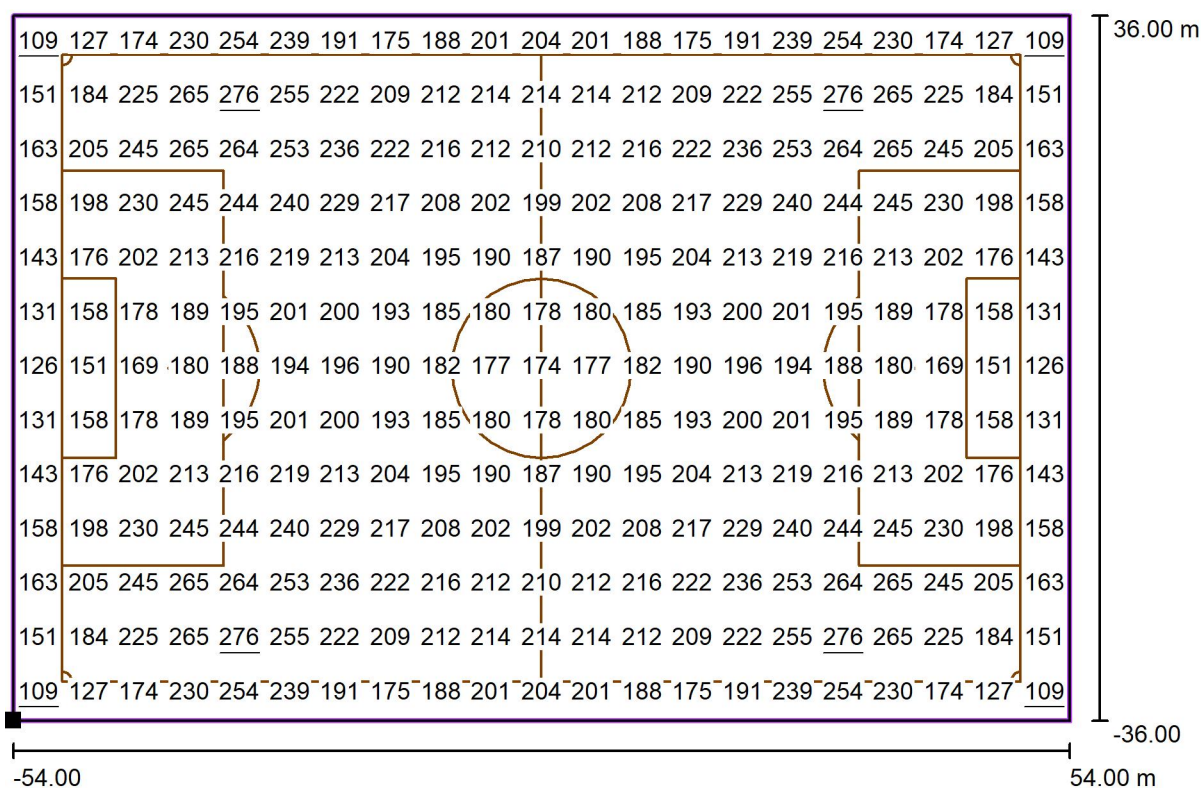
N°	Tipo	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$	$E_{h\ m} / E_m$	H [m]	Cámara
1	perpendicular	203	109	276	0.54	0.39	/	0.000	/

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



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escena exterior 1 / Campo de fútbol 1 trama de cálculo (TA) / Gráfico de valores (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 773

Situación de la superficie en la escena exterior:

Punto marcado: (-54.000 m, -36.000 m, 0.000 m)



Trama: 21 x 13 Puntos

$E_m$  [lx]  
203

$E_{min}$  [lx]  
109

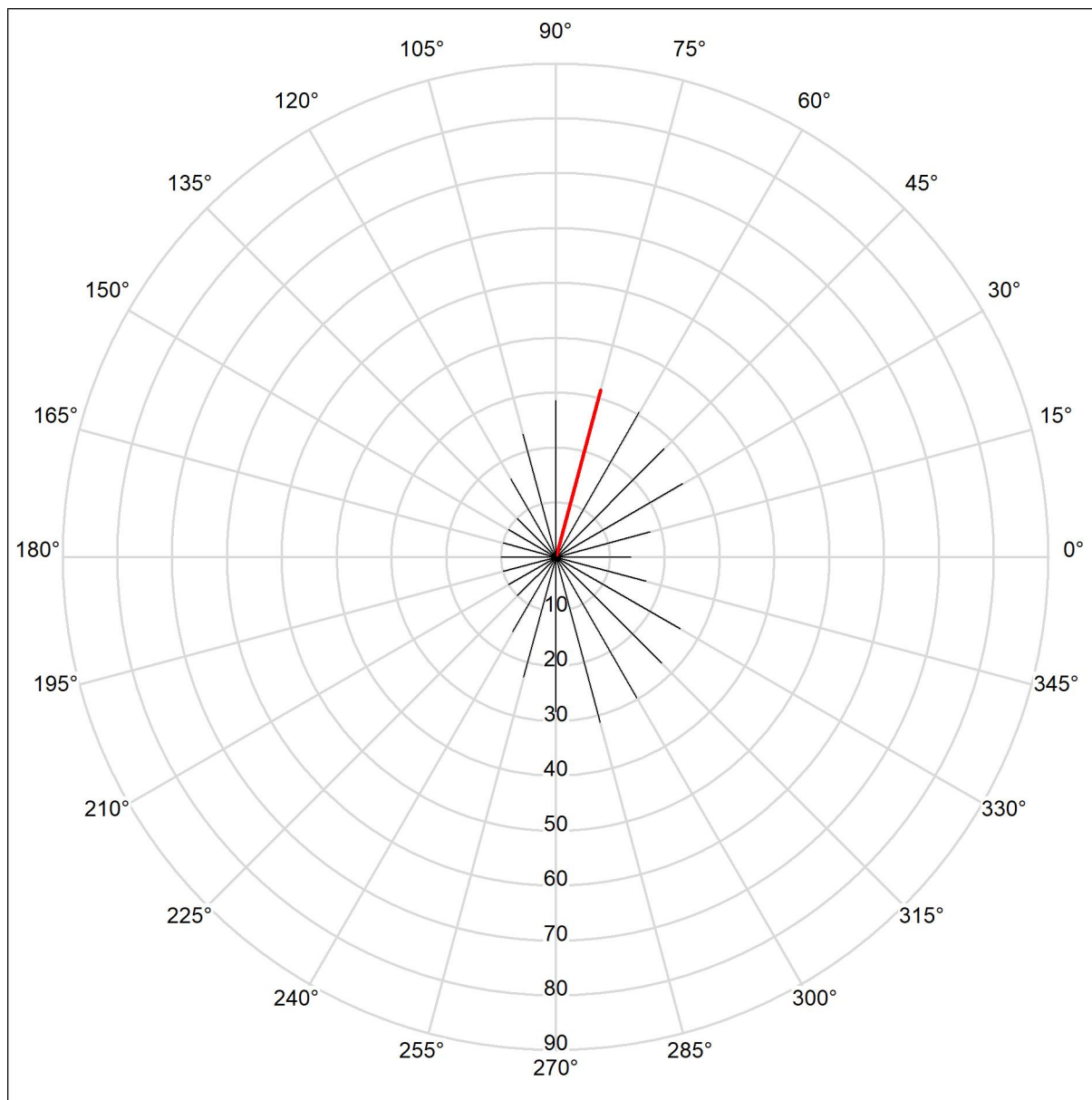
$E_{max}$  [lx]  
276

$E_{min} / E_m$   
0.54

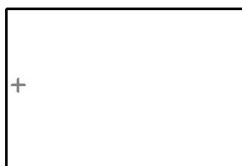
$E_{min} / E_{max}$   
0.39



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Escena exterior 1 / Portero / Resumen**

Situación del observador en la escena exterior:



Posición: (-49.400 m, 2.400 m, 1.500 m)

Área del ángulo visual: 0.0 ° - 360.0 °, Amplitud de paso: 15.0 °, Ángulo de inclinación: -2.0 °

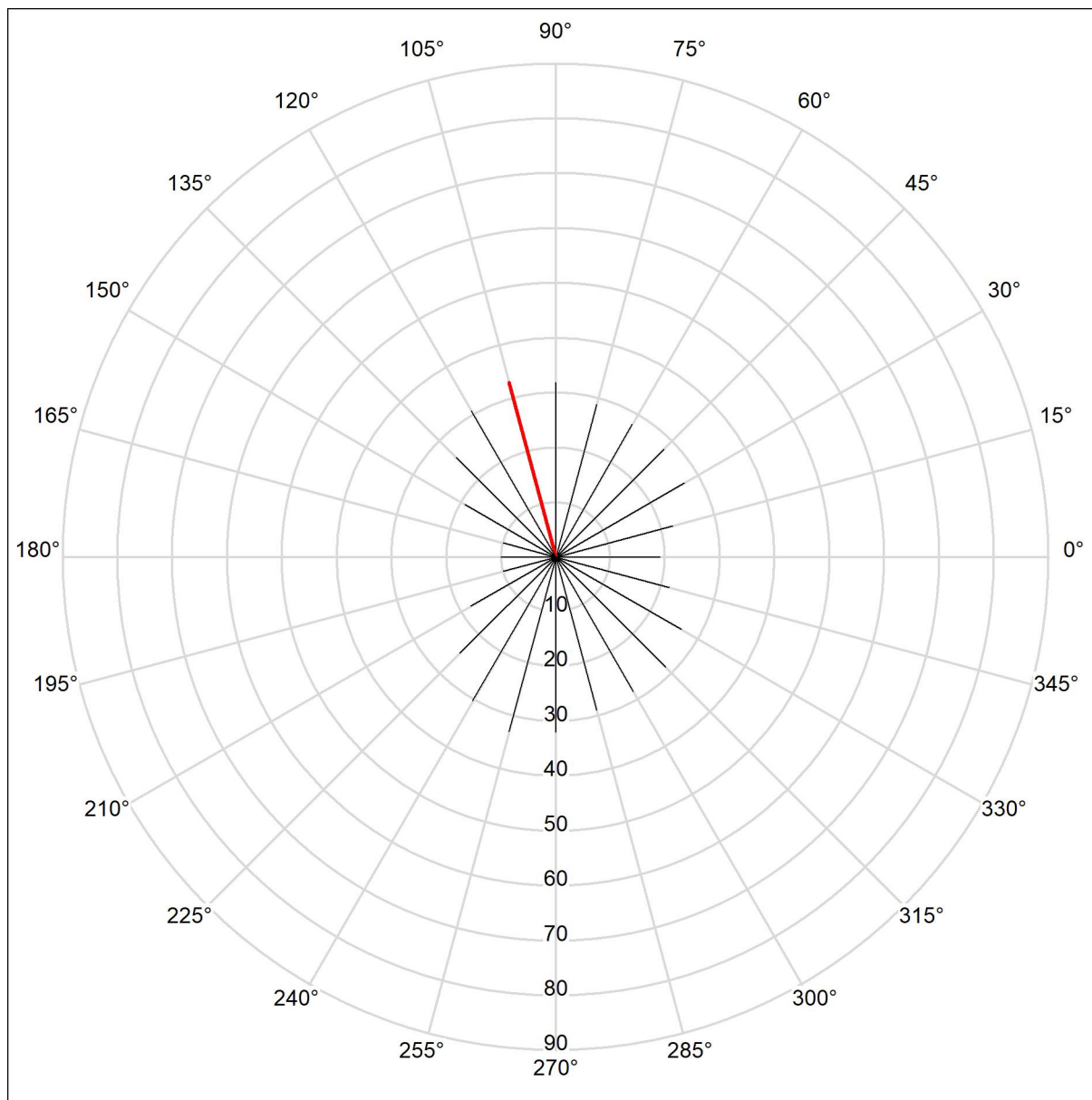
Deslumbramiento: Min: 14, Max: 32

La luminancia difusa equivalente del entorno que ha sido calculada presupone que el entorno presenta una reflexión completamente difusa (conforme a la norma EN 12464-2).





Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Escena exterior 1 / Jugador 01 / Resumen**

Situación del observador en la escena exterior:



Posición: (-22.900 m, 1.700 m, 1.500 m)

Área del ángulo visual: 0.0 ° - 360.0 °, Amplitud de paso: 15.0 °, Ángulo de inclinación: -2.0 °

Deslumbramiento: Min: 18, Max: 33

La luminancia difusa equivalente del entorno que ha sido calculada presupone que el entorno presenta una reflexión completamente difusa (conforme a la norma EN 12464-2).

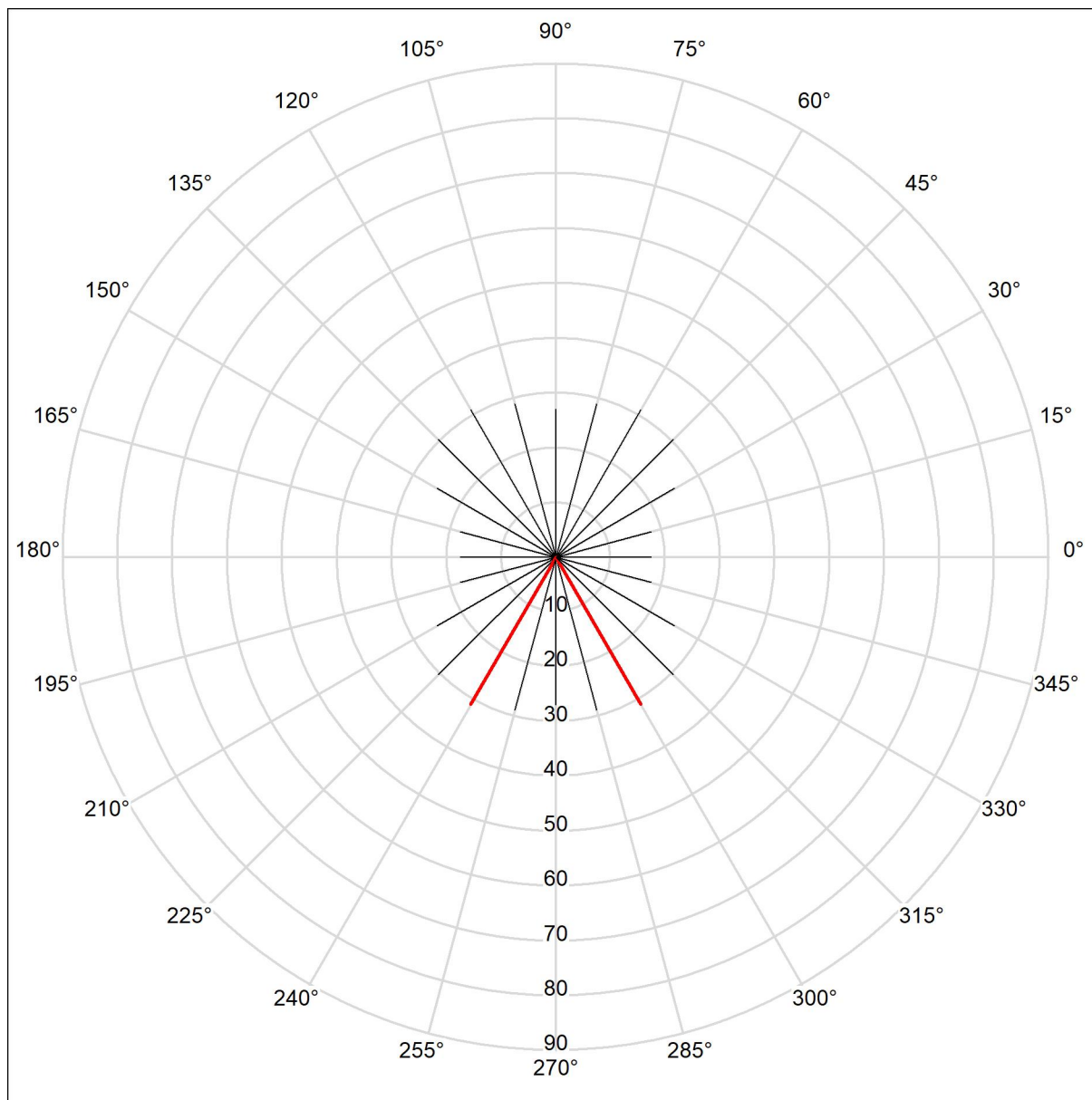








Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Escena exterior 1 / Jugador 02 / Resumen**

Situación del observador en la escena exterior:



Posición: (0.000 m, 0.000 m, 1.500 m)

Área del ángulo visual: 0.0 ° - 360.0 °, Amplitud de paso: 15.0 °, Ángulo de inclinación: -2.0 °

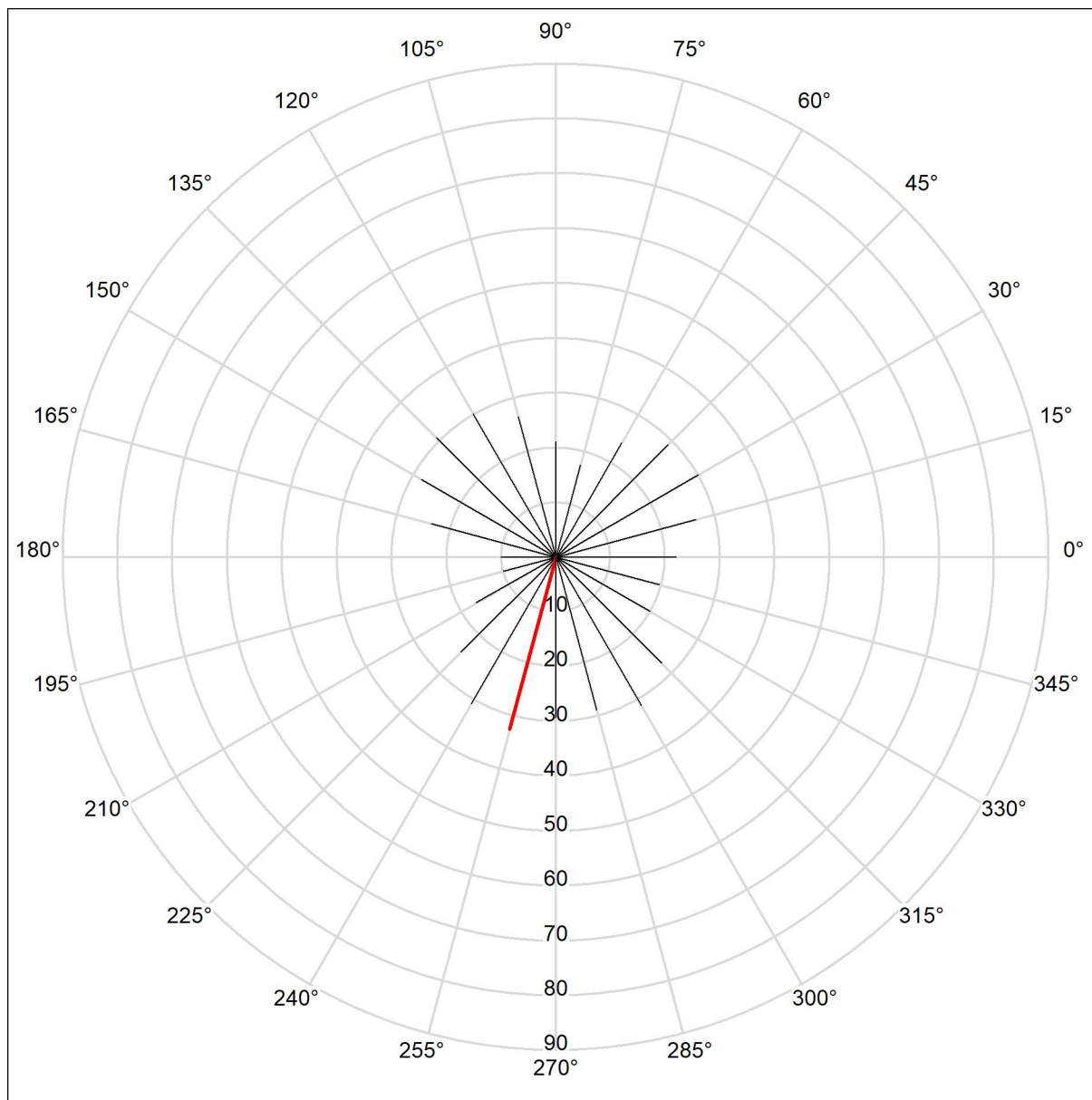
Deslumbramiento: Min: 17, Max: 31

La luminancia difusa equivalente del entorno que ha sido calculada presupone que el entorno presenta una reflexión completamente difusa (conforme a la norma EN 12464-2).





Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Escena exterior 1 / Jugador 03 / Resumen**

Situación del observador en la escena exterior:



Posición: (-9.100 m, 18.500 m, 1.500 m)

Área del ángulo visual: 0.0 ° - 360.0 °, Amplitud de paso: 15.0 °, Ángulo de inclinación: -2.0 °

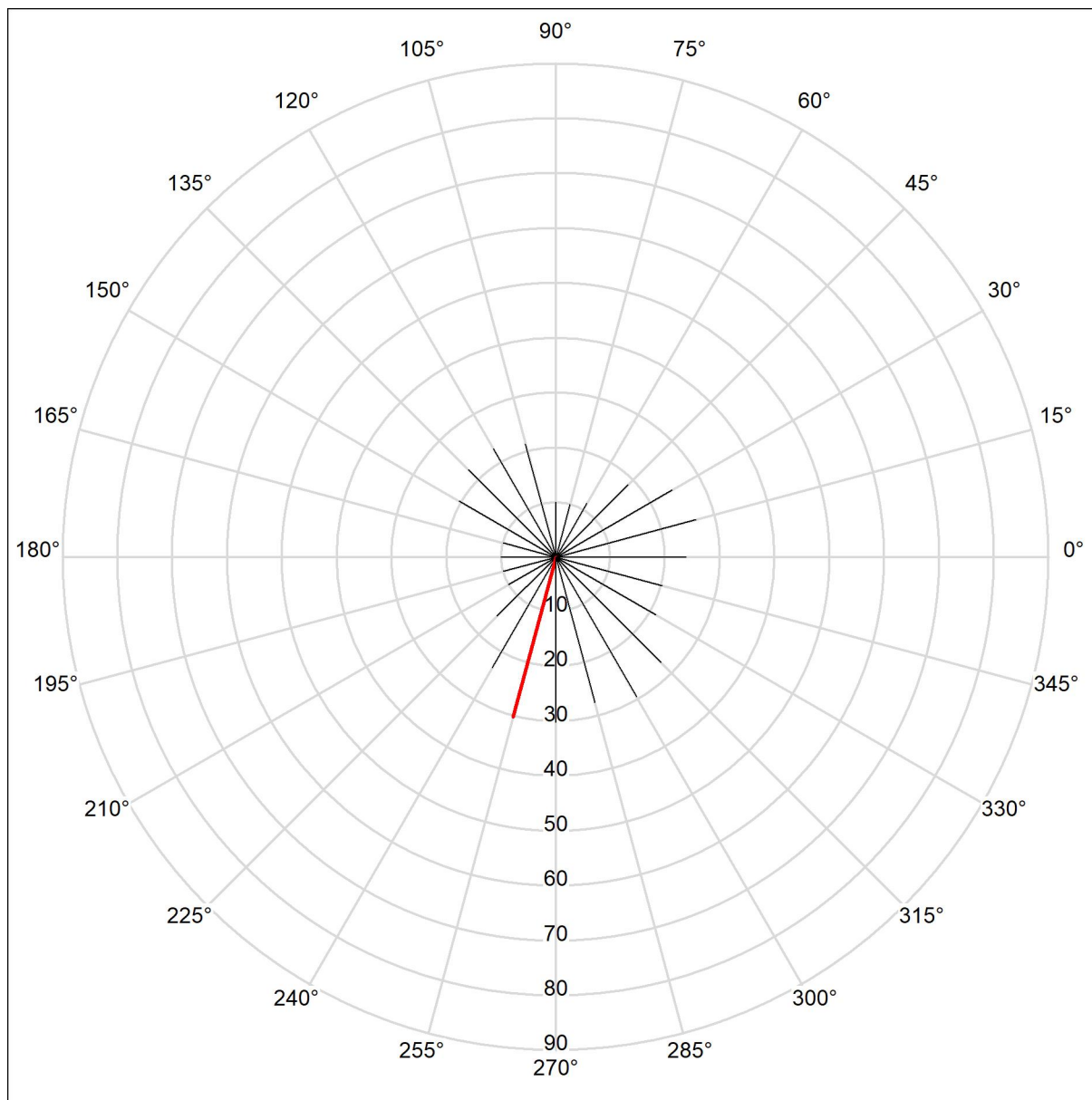
Deslumbramiento: Min: <10, Max: 33

La luminancia difusa equivalente del entorno que ha sido calculada presupone que el entorno presenta una reflexión completamente difusa (conforme a la norma EN 12464-2).

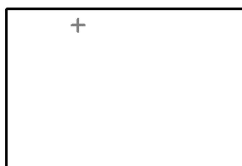




Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Escena exterior 1 / Jugador 04 / Resumen**

Situación del observador en la escena exterior:



Posición: (-22.300 m, 29.900 m, 1.500 m)

Área del ángulo visual: 0.0 ° - 360.0 °, Amplitud de paso: 15.0 °, Ángulo de inclinación: -2.0 °

Deslumbramiento: Min: <10, Max: 30

La luminancia difusa equivalente del entorno que ha sido calculada presupone que el entorno presenta una reflexión completamente difusa (conforme a la norma EN 12464-2).





## **CAMPO DE FUTBOL DE ALFARO**

ALUMBRADO CLASE III: Competición de nivel medio. Partidos de competición regional y local.

Emen  $\geq 75$  lux

Unif. Min/Med  $\geq 0,50$

Deslumbramiento  $<55$

Contacto:

N° de encargo:

Empresa:

N° de cliente:

Fecha: 12.09.2020

Proyecto elaborado por:



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Índice

### CAMPO DE FUTBOL DE ALFARO

Portada del proyecto	1
Índice	2
Lista de luminarias	3
<b>PHILIPS OptiVision LED BVP527 OUT T35 50K 1xLED2040/757 S8/5</b>	
Hoja de datos de luminarias	4
<b>Escena exterior 1</b>	
Datos de planificación	5
Lista de luminarias	6
Luminarias (lista de coordenadas)	7
Centros deportivos (plano de situación)	8
Luminarias de deporte (lista de coordenadas)	9
Observador GR (sumario de resultados)	11
Rendering (procesado) en 3D	13
Rendering (procesado) de colores falsos	14
<b>Superficies exteriores</b>	
<b>Campo de fútbol 1 trama de cálculo (PA)</b>	
Resumen	15
Gráfico de valores (E, perpendicular)	16
<b>Campo de fútbol 1 trama de cálculo (TA)</b>	
Resumen	17
Gráfico de valores (E, perpendicular)	18
<b>Observador GR</b>	
<b>Portero</b>	
Resumen	19
<b>Jugador 01</b>	
Resumen	20
<b>Jugador 02</b>	
Resumen	21
<b>Jugador 03</b>	
Resumen	22
<b>Jugador 04</b>	
Resumen	23



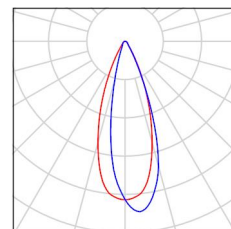


Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## CAMPO DE FUTBOL DE ALFARO / Lista de luminarias

16 Pieza PHILIPS OptiVision LED BVP527 OUT T35 50K  
1xLED2040/757 S8/5  
N° de artículo:  
Flujo luminoso (Luminaria): 156946 lm  
Flujo luminoso (Lámparas): 203826 lm  
Potencia de las luminarias: 1420.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 89 96 99 100 77  
Lámpara: 1 x LED2040/757 (Factor de corrección  
1.000).

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



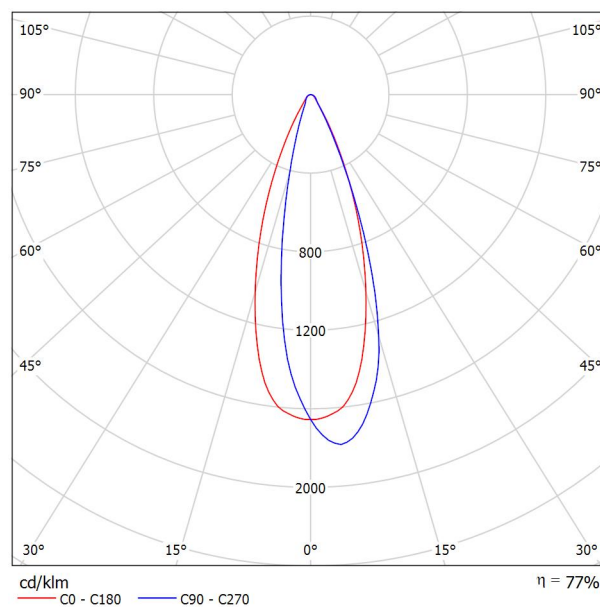


Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## PHILIPS OptiVision LED BVP527 OUT T35 50K 1xLED2040/757 S8/5 / Hoja de datos de luminarias

### Emisión de luz 1:

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



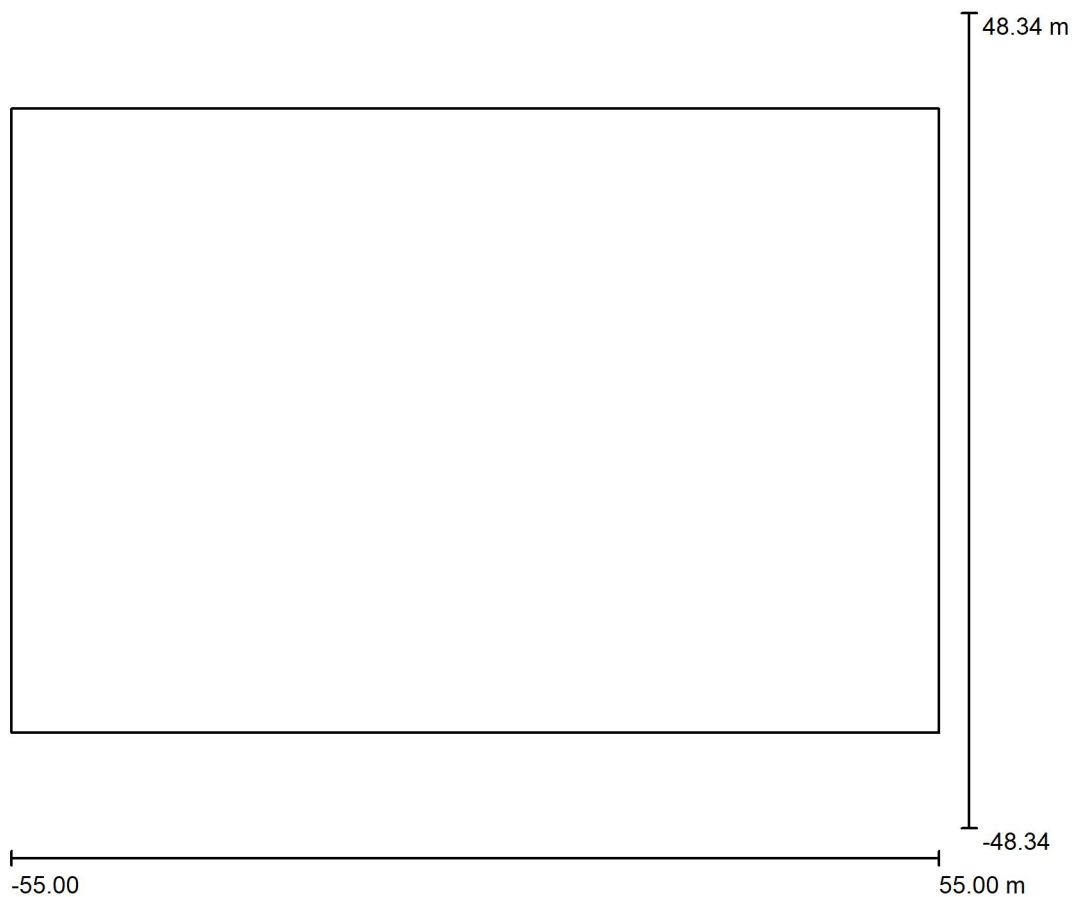
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 89 96 99 100 77

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



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escena exterior 1 / Datos de planificación



Factor mantenimiento: 0.80, ULR (Upward Light Ratio): 4.5%

Escala 1:897

### Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	16	PHILIPS OptiVision LED BVP527 OUT T35 50K 1xLED2040/757 S8/5 (1.000)	156946	203826	1420.0
Total:			2511136	Total: 3261216	22720.0

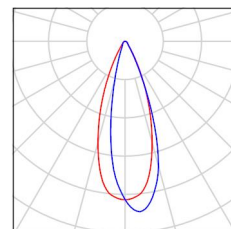


Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escena exterior 1 / Lista de luminarias

16 Pieza PHILIPS OptiVision LED BVP527 OUT T35 50K  
1xLED2040/757 S8/5  
N° de artículo:  
Flujo luminoso (Luminaria): 156946 lm  
Flujo luminoso (Lámparas): 203826 lm  
Potencia de las luminarias: 1420.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 89 96 99 100 77  
Lámpara: 1 x LED2040/757 (Factor de corrección  
1.000).

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



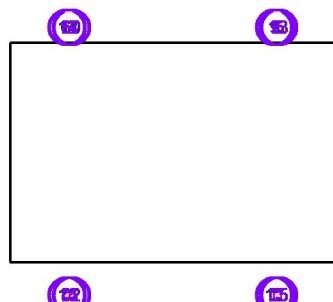


Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escena exterior 1 / Luminarias (lista de coordenadas)

### PHILIPS OptiVision LED BVP527 OUT T35 50K 1xLED2040/757 S8/5

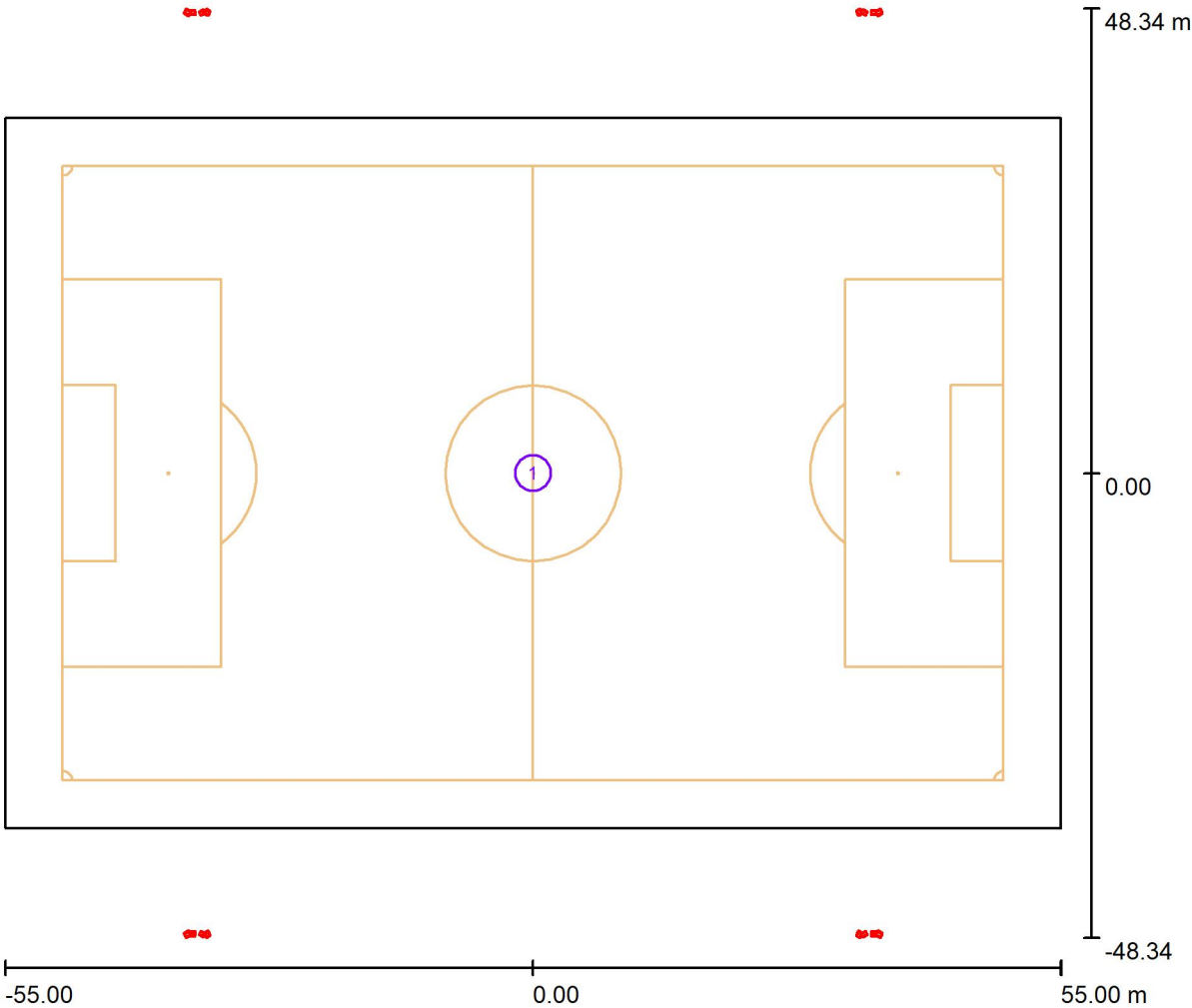
156946 lm, 1420.0 W, 1 x 1 x LED2040/757 (Factor de corrección 1.000).



Nº	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	34.000	48.000	30.000	50.6	0.0	117.0
2	-34.000	48.000	30.000	50.6	0.0	-117.0
3	34.000	-48.000	30.000	50.6	0.0	63.0
4	-34.000	-48.000	30.000	50.6	0.0	-63.0
5	36.000	48.000	30.000	45.2	0.0	-152.2
6	-36.000	48.000	30.000	45.2	0.0	152.2
7	36.000	-48.000	30.000	45.2	0.0	-27.8
8	-36.000	-48.000	30.000	45.2	0.0	27.8
9	34.500	48.000	31.000	57.4	0.0	150.9
10	-34.500	48.000	31.000	57.4	0.0	-150.9
11	34.500	-48.000	31.000	57.4	0.0	29.1
12	-34.500	-48.000	31.000	57.4	0.0	-29.1
13	35.500	48.000	31.000	53.0	0.0	176.1
14	-35.500	48.000	31.000	53.0	0.0	-176.1
15	35.500	-48.000	31.000	53.0	0.0	3.9
16	-35.500	-48.000	31.000	53.0	0.0	-3.9

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

Escena exterior 1 / Centros deportivos (plano de situación)



Escala 1 : 787

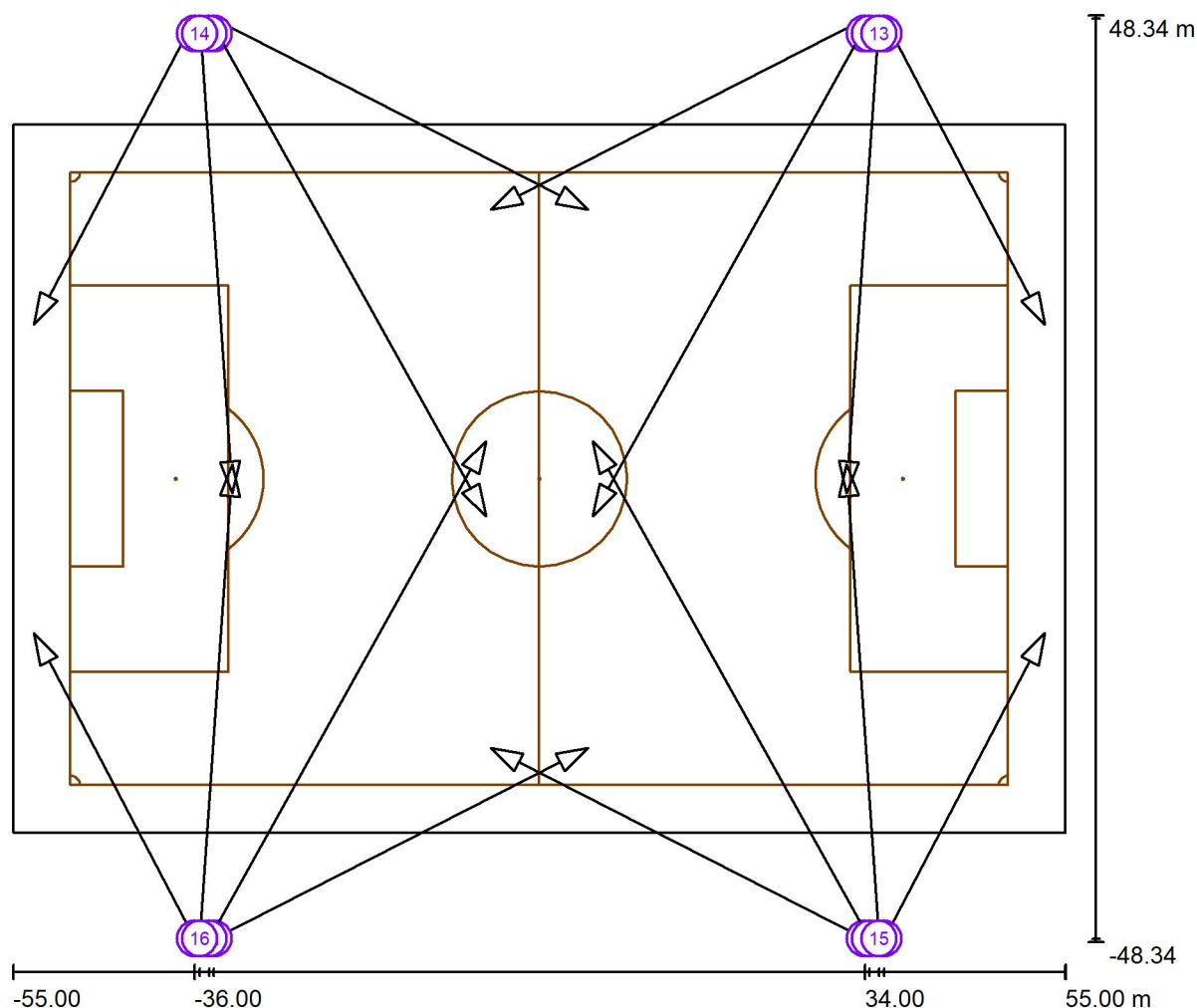
Centros deportivos-lista de unidades

N°	Pieza	Designación
1	1	Campo de fútbol



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escena exterior 1 / Luminarias de deporte (lista de coordenadas)



Escala 1 : 787

### Lista de zonas luminarias deportivas

Luminaria	Índice	Posición [m]			Punto de irradiación [m]			Ángulo de irradiación [°]	Orientación	Mástil
		X	Y	Z	X	Y	Z			
PHILIPS OptiVision LED BVP527 OUT T35 50K 1xLED2040/757 S8/5	1	34.000	48.000	30.000	-5.100	28.100	0.000	34.4	(C 90, G IMax)	/
PHILIPS OptiVision LED BVP527 OUT T35 50K 1xLED2040/757 S8/5	2	-34.000	48.000	30.000	5.100	28.100	0.000	34.4	(C 90, G IMax)	/
PHILIPS OptiVision LED BVP527 OUT T35 50K 1xLED2040/757 S8/5	3	34.000	-48.000	30.000	-5.100	-28.100	0.000	34.4	(C 90, G IMax)	/
PHILIPS OptiVision LED BVP527 OUT T35 50K 1xLED2040/757 S8/5	4	-34.000	-48.000	30.000	5.100	-28.100	0.000	34.4	(C 90, G IMax)	/







Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escena exterior 1 / Luminarias de deporte (lista de coordenadas)

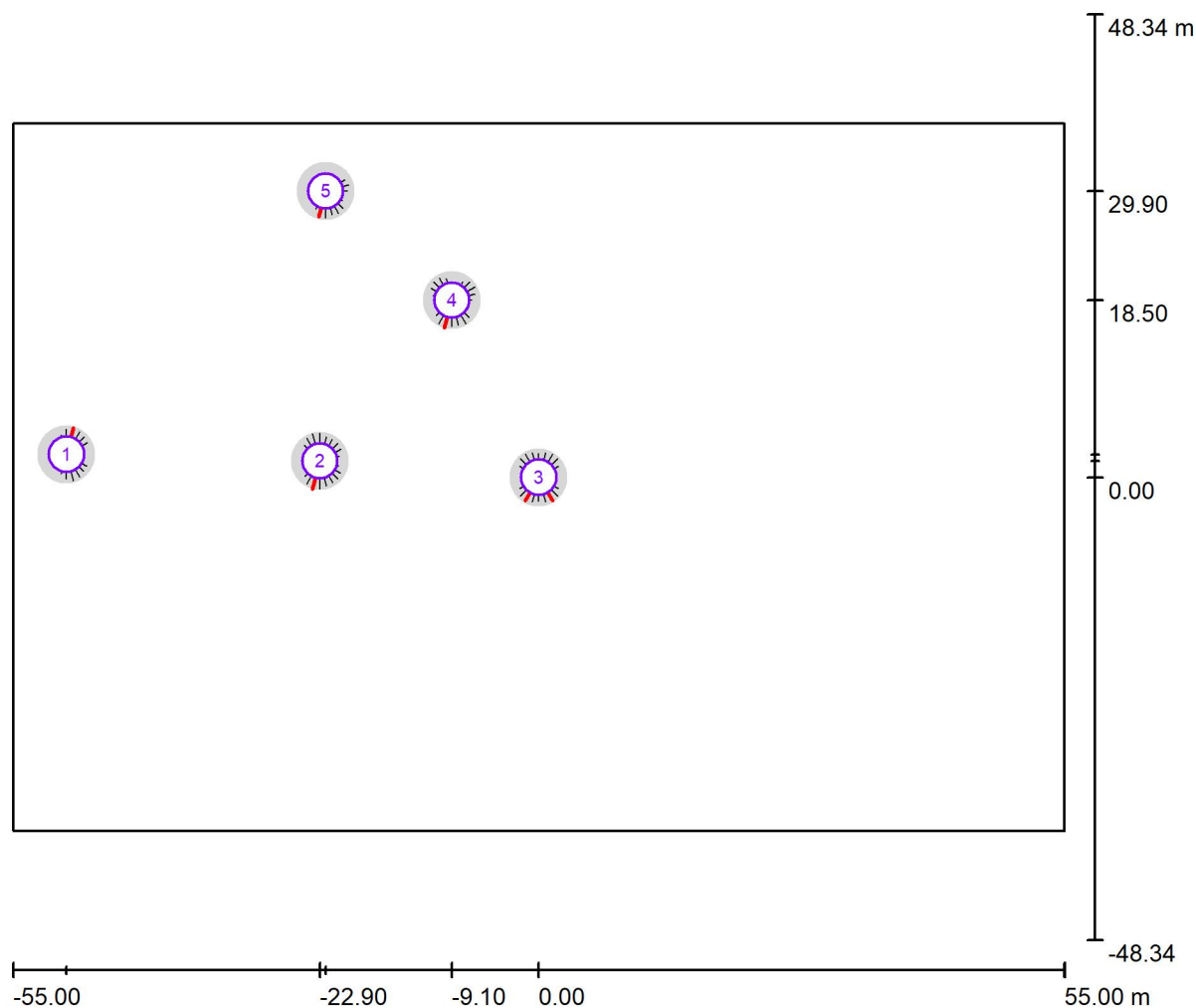
### Lista de zonas luminarias deportivas

Luminaria	Índice	Posición [m]			Punto de irradiación [m]			Ángulo de irradiación [°]	Orientación	Mástil
		X	Y	Z	X	Y	Z			
PHILIPS OptiVision LED BVP527 OUT T35 50K 1xLED2040/757 S8/5	5	36.000	48.000	30.000	52.800	16.100	0.000	39.8	(C 90, G IMax)	/
PHILIPS OptiVision LED BVP527 OUT T35 50K 1xLED2040/757 S8/5	6	-36.000	48.000	30.000	-52.800	16.100	0.000	39.8	(C 90, G IMax)	/
PHILIPS OptiVision LED BVP527 OUT T35 50K 1xLED2040/757 S8/5	7	36.000	-48.000	30.000	52.800	-16.100	0.000	39.8	(C 90, G IMax)	/
PHILIPS OptiVision LED BVP527 OUT T35 50K 1xLED2040/757 S8/5	8	-36.000	-48.000	30.000	-52.800	-16.100	0.000	39.8	(C 90, G IMax)	/
PHILIPS OptiVision LED BVP527 OUT T35 50K 1xLED2040/757 S8/5	9	34.500	48.000	31.000	5.570	-3.900	0.000	27.6	(C 90, G IMax)	/
PHILIPS OptiVision LED BVP527 OUT T35 50K 1xLED2040/757 S8/5	10	-34.500	48.000	31.000	-5.570	-3.900	0.000	27.6	(C 90, G IMax)	/
PHILIPS OptiVision LED BVP527 OUT T35 50K 1xLED2040/757 S8/5	11	34.500	-48.000	31.000	5.570	3.900	0.000	27.6	(C 90, G IMax)	/
PHILIPS OptiVision LED BVP527 OUT T35 50K 1xLED2040/757 S8/5	12	-34.500	-48.000	31.000	-5.570	3.900	0.000	27.6	(C 90, G IMax)	/
PHILIPS OptiVision LED BVP527 OUT T35 50K 1xLED2040/757 S8/5	13	35.500	48.000	31.000	32.100	-1.500	0.000	32.0	(C 90, G IMax)	/
PHILIPS OptiVision LED BVP527 OUT T35 50K 1xLED2040/757 S8/5	14	-35.500	48.000	31.000	-32.100	-1.500	0.000	32.0	(C 90, G IMax)	/
PHILIPS OptiVision LED BVP527 OUT T35 50K 1xLED2040/757 S8/5	15	35.500	-48.000	31.000	32.100	1.500	0.000	32.0	(C 90, G IMax)	/
PHILIPS OptiVision LED BVP527 OUT T35 50K 1xLED2040/757 S8/5	16	-35.500	-48.000	31.000	-32.100	1.500	0.000	32.0	(C 90, G IMax)	/



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escena exterior 1 / Observador GR (sumario de resultados)



Escala 1 : 787

### Lista de puntos de cálculo GR

N°	Designación	Posición [m]			Área del ángulo visual [°]			Inclination	Max
		X	Y	Z	Inicio	Fin	Amplitud de paso		
1	Portero	-49.400	2.400	1.500	0.0	360.0	15.0	-2.0	33 <sup>2)</sup>
2	Jugador 01	-22.900	1.700	1.500	0.0	360.0	15.0	-2.0	35 <sup>2)</sup>
3	Jugador 02	0.000	0.000	1.500	0.0	360.0	15.0	-2.0	33 <sup>2)</sup>
4	Jugador 03	-9.100	18.500	1.500	0.0	360.0	15.0	-2.0	35 <sup>2)</sup>



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escena exterior 1 / Observador GR (sumario de resultados)

### Lista de puntos de cálculo GR

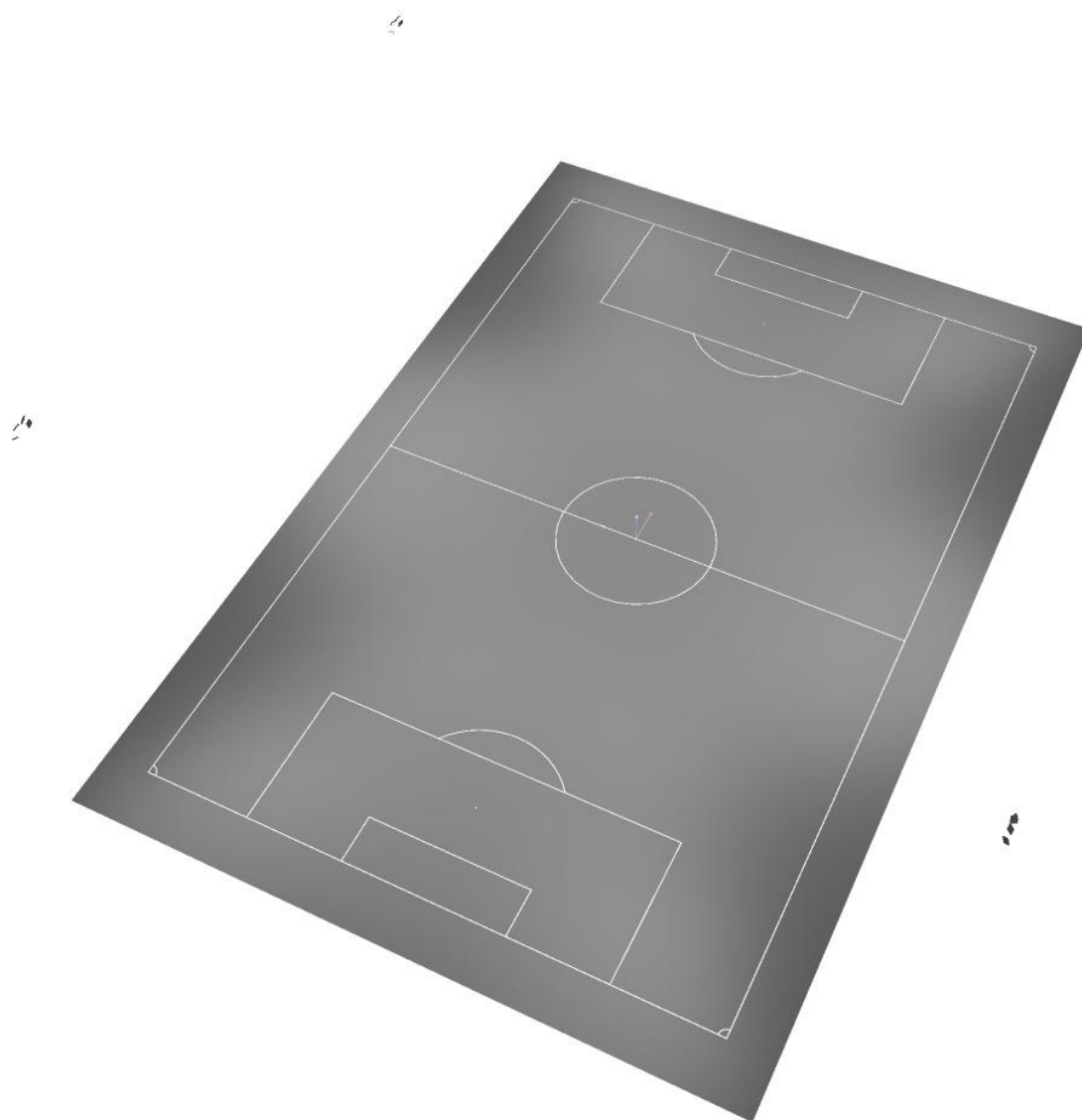
N°	Designación	Posición [m]			Inicio	Área del ángulo visual [°]		Inclination	Max
		X	Y	Z		Fin	Amplitud de paso		
5	Jugador 04	-22.300	29.900	1.500	0.0	360.0	15.0	-2.0	32 <sup>2)</sup>

2) La luminancia difusa equivalente del entorno que ha sido calculada presupone que el entorno presenta una reflexión completamente difusa (conforme a la norma EN 12464-2).



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escena exterior 1 / Rendering (procesado) en 3D



### Escena exterior 1 / Rendering (procesado) de colores falsos

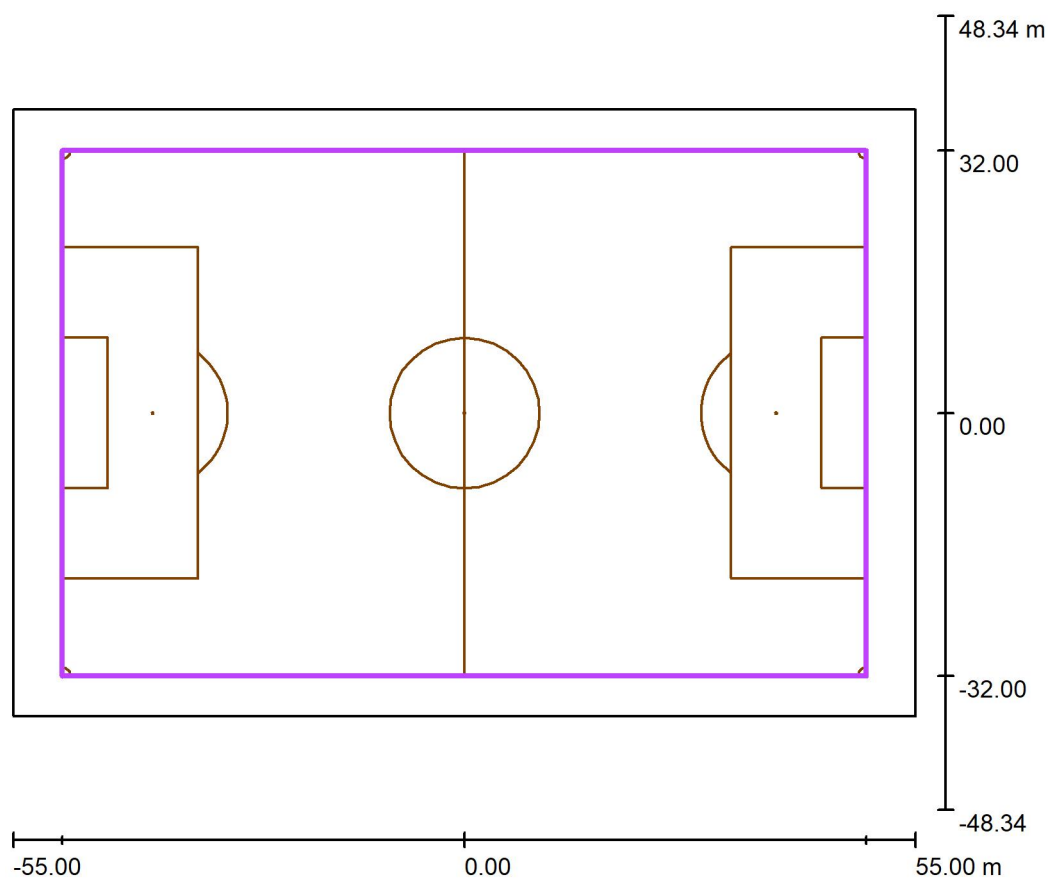






Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escena exterior 1 / Campo de fútbol 1 trama de cálculo (PA) / Resumen



Escala 1 : 922

Posición: (0.000 m, 0.000 m, 0.000 m)  
Tamaño: (98.000 m, 64.000 m)  
Rotación: (0.0°, 0.0°, 0.0°)  
Tipo: Normal, Trama: 19 x 13 Puntos  
Pertenece al siguiente centro deportivo: Campo de fútbol 1

### Sumario de los resultados

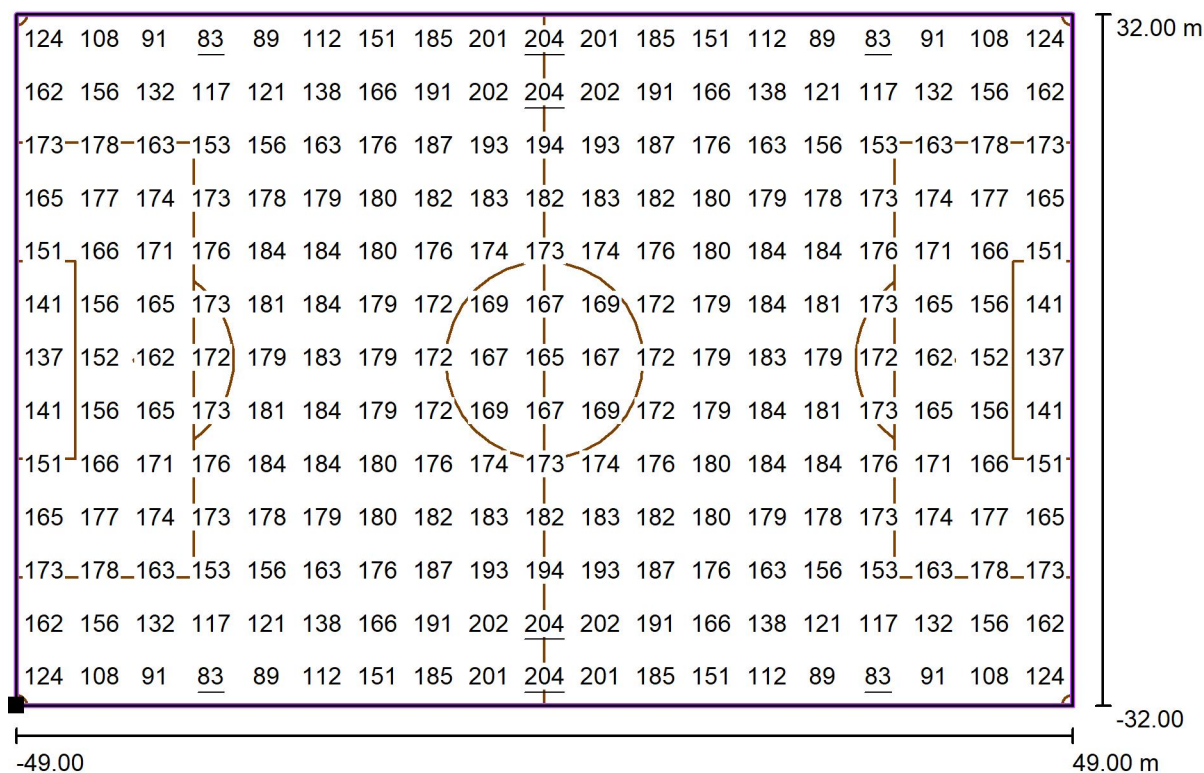
N°	Tipo	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$	$E_{h\ m} / E_m$	H [m]	Cámara
1	perpendicular	164	83	204	0.51	0.41	/	0.000	/

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



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

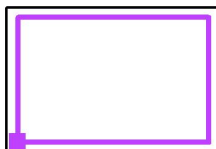
## Escena exterior 1 / Campo de fútbol 1 trama de cálculo (PA) / Gráfico de valores (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 701

Situación de la superficie en la escena exterior:

Punto marcado: (-49.000 m, -32.000 m, 0.000 m)



Trama: 19 x 13 Puntos

$E_m$  [lx]  
164

$E_{min}$  [lx]  
83

$E_{max}$  [lx]  
204

$E_{min} / E_m$   
0.51

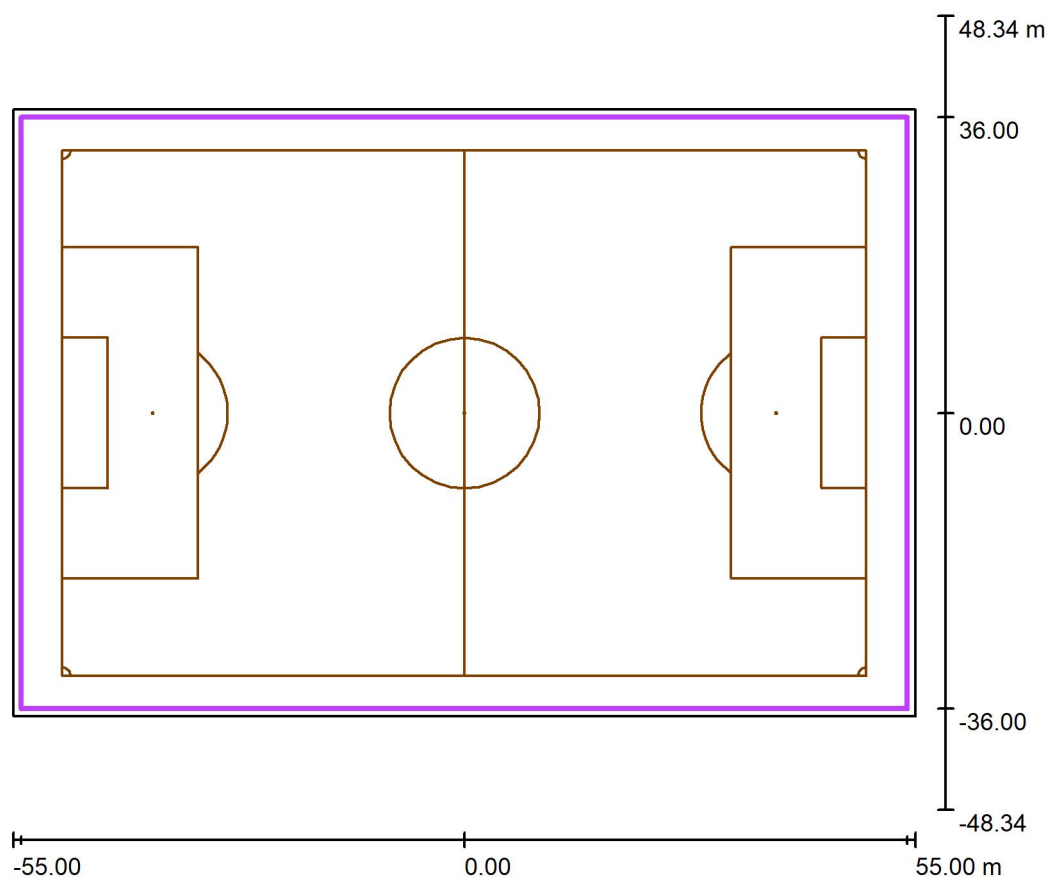
$E_{min} / E_{max}$   
0.41





Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escena exterior 1 / Campo de fútbol 1 trama de cálculo (TA) / Resumen



Escala 1 : 922

Posición: (0.000 m, 0.000 m, 0.000 m)  
Tamaño: (108.000 m, 72.000 m)  
Rotación: (0.0°, 0.0°, 0.0°)  
Tipo: Normal, Trama: 21 x 13 Puntos  
Pertenece al siguiente centro deportivo: Campo de fútbol 1

### Sumario de los resultados

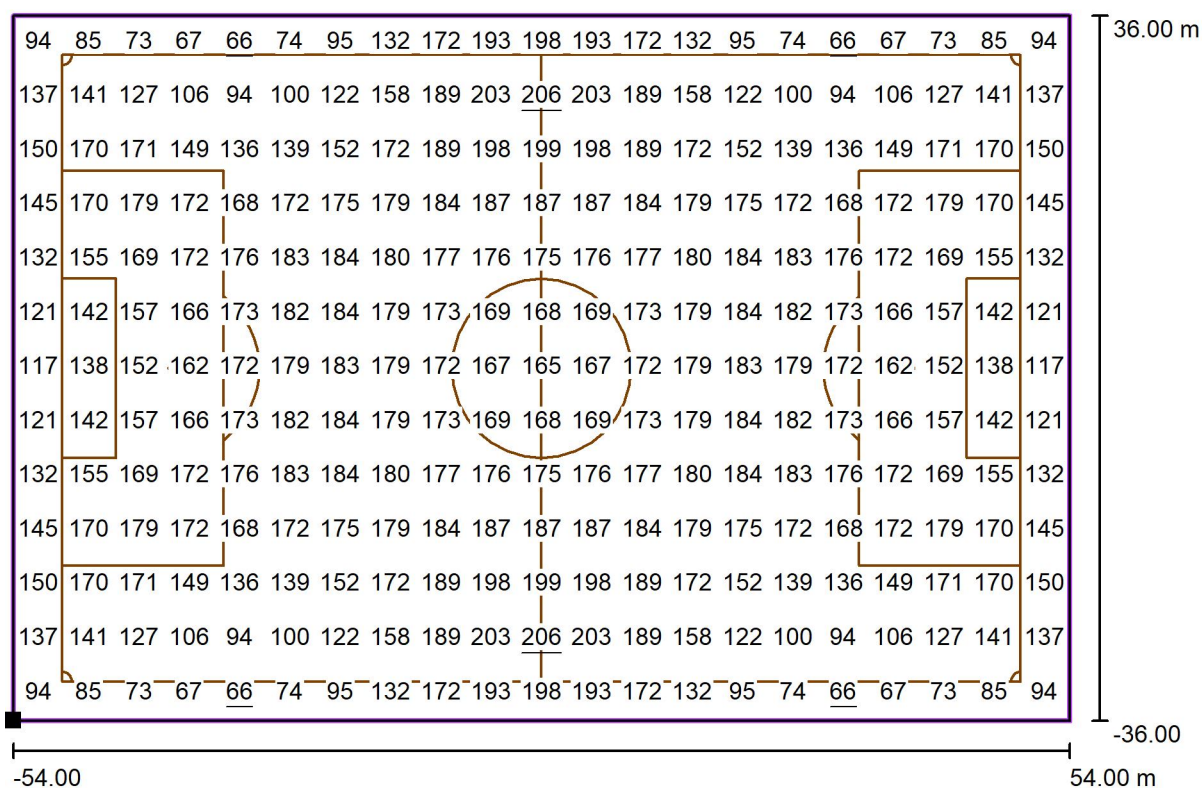
N°	Tipo	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$	$E_{h\ m} / E_m$	H [m]	Cámara
1	perpendicular	155	66	206	0.43	0.32	/	0.000	/

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



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escena exterior 1 / Campo de fútbol 1 trama de cálculo (TA) / Gráfico de valores (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 773

Situación de la superficie en la escena exterior:

Punto marcado: (-54.000 m, -36.000 m, 0.000 m)



Trama: 21 x 13 Puntos

$E_m$  [lx]  
155

$E_{min}$  [lx]  
66

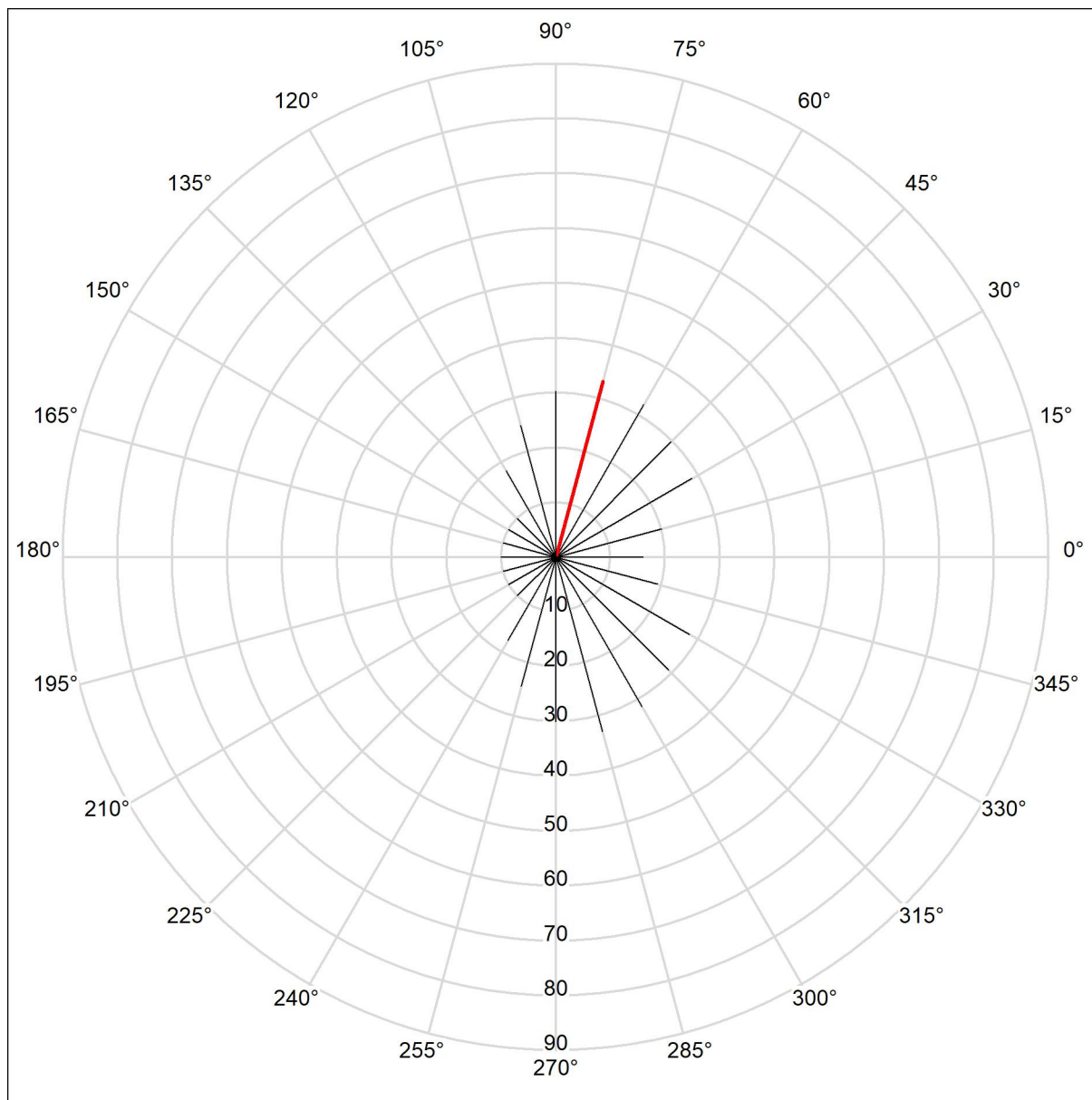
$E_{max}$  [lx]  
206

$E_{min} / E_m$   
0.43

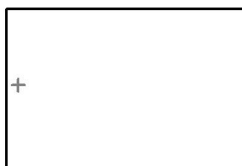
$E_{min} / E_{max}$   
0.32



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Escena exterior 1 / Portero / Resumen**

Situación del observador en la escena exterior:



Posición: (-49.400 m, 2.400 m, 1.500 m)

Área del ángulo visual: 0.0 ° - 360.0 °, Amplitud de paso: 15.0 °, Ángulo de inclinación: -2.0 °

Deslumbramiento: Min: 16, Max: 33

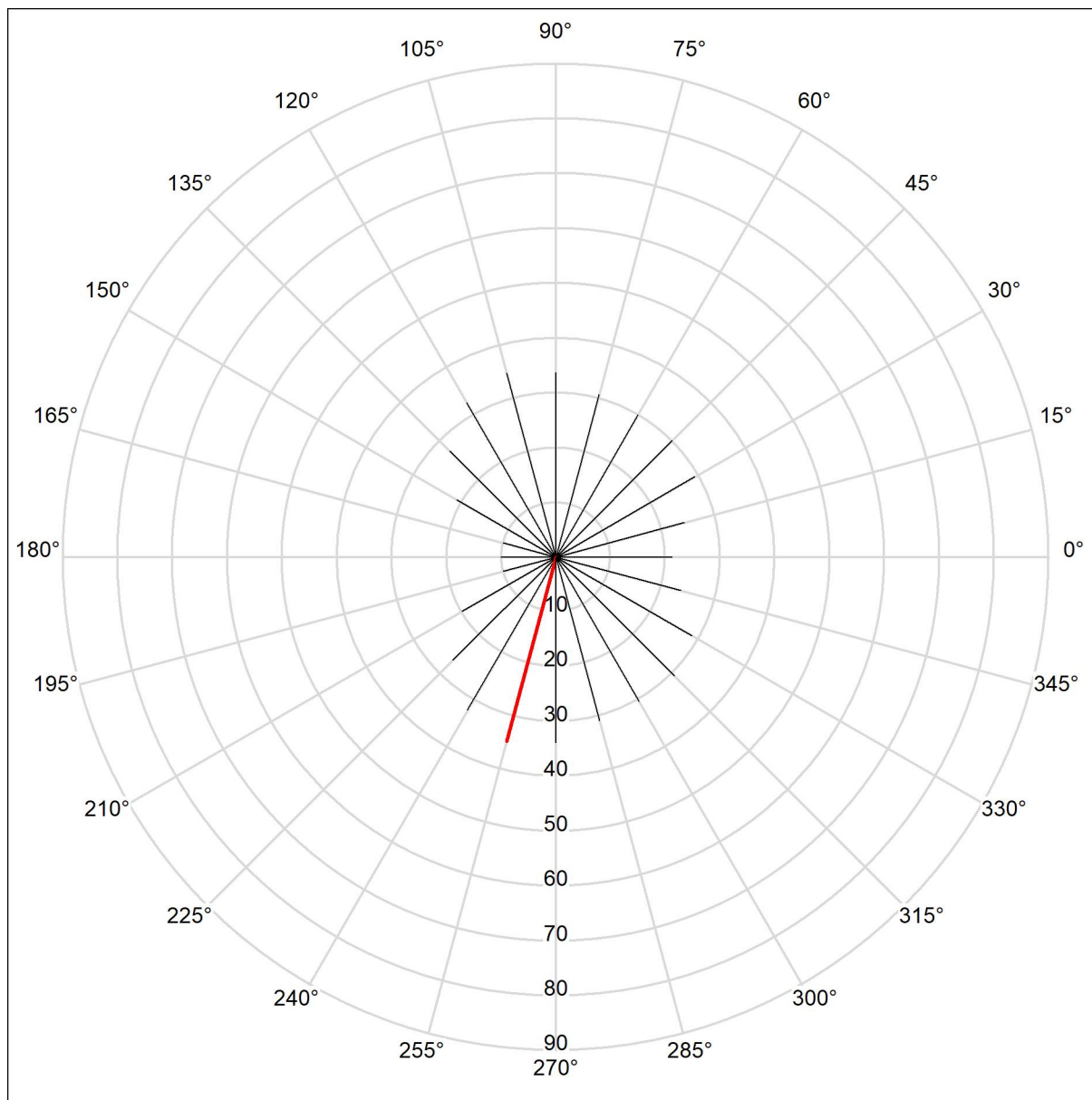
La luminancia difusa equivalente del entorno que ha sido calculada presupone que el entorno presenta una reflexión completamente difusa (conforme a la norma EN 12464-2).







Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Escena exterior 1 / Jugador 01 / Resumen**

Situación del observador en la escena exterior:



Posición: (-22.900 m, 1.700 m, 1.500 m)

Área del ángulo visual: 0.0 ° - 360.0 °, Amplitud de paso: 15.0 °, Ángulo de inclinación: -2.0 °

Deslumbramiento: Min: 20, Max: 35

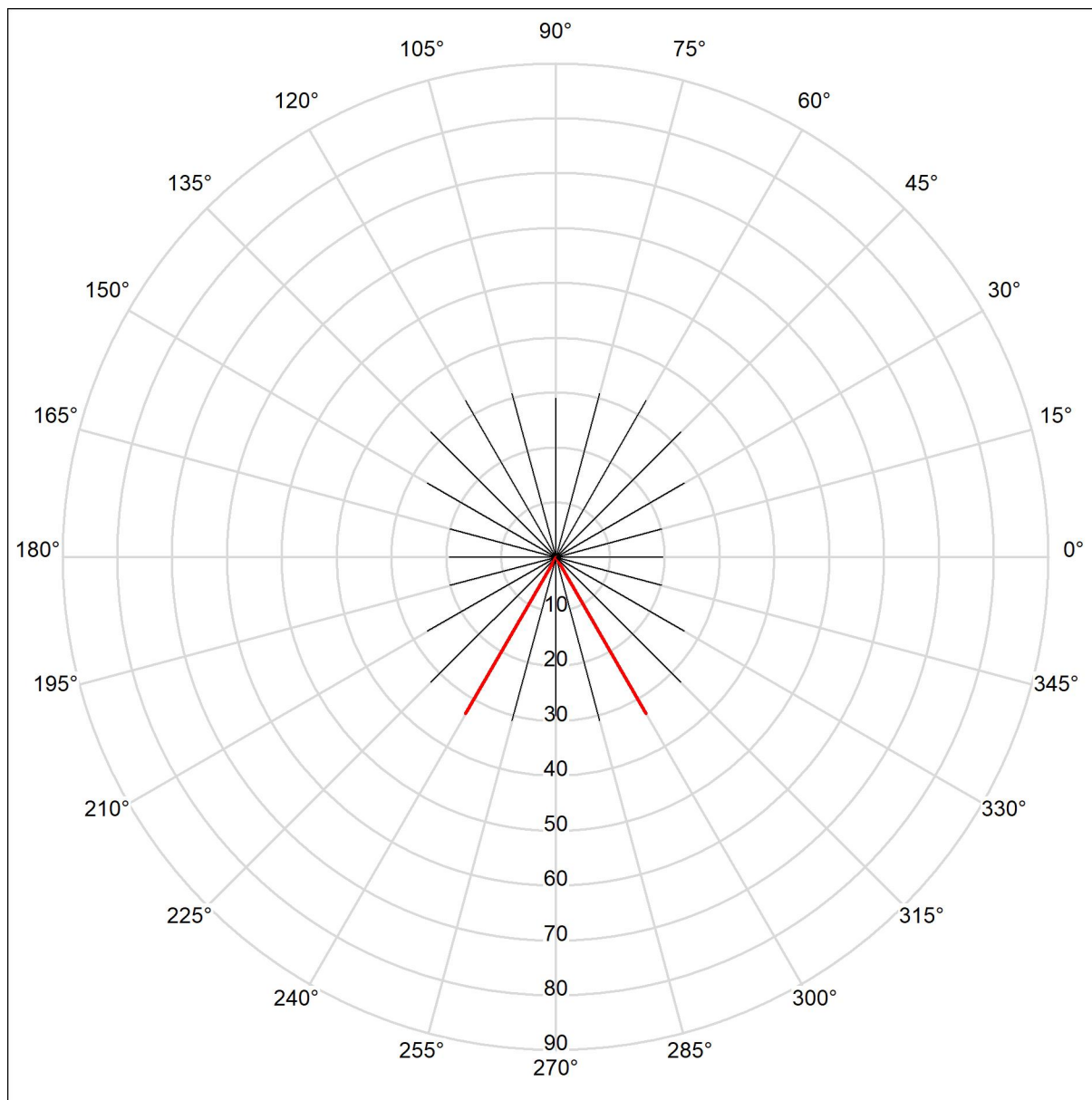
La luminancia difusa equivalente del entorno que ha sido calculada presupone que el entorno presenta una reflexión completamente difusa (conforme a la norma EN 12464-2).







Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Escena exterior 1 / Jugador 02 / Resumen**

Situación del observador en la escena exterior:



Posición: (0.000 m, 0.000 m, 1.500 m)

Área del ángulo visual: 0.0 ° - 360.0 °, Amplitud de paso: 15.0 °, Ángulo de inclinación: -2.0 °

Deslumbramiento: Min: 20, Max: 33

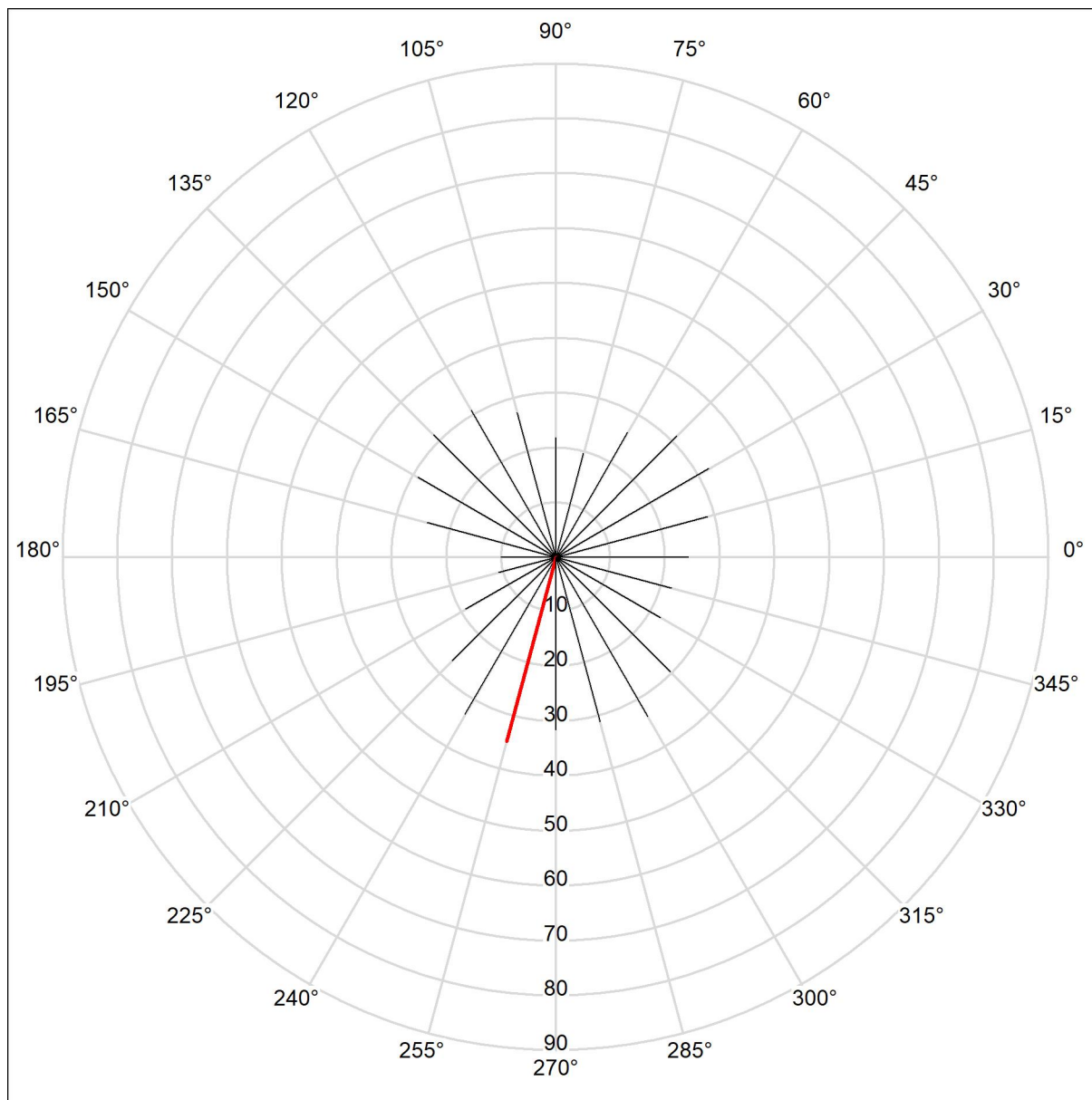
La luminancia difusa equivalente del entorno que ha sido calculada presupone que el entorno presenta una reflexión completamente difusa (conforme a la norma EN 12464-2).







Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Escena exterior 1 / Jugador 03 / Resumen**

Situación del observador en la escena exterior:



Posición: (-9.100 m, 18.500 m, 1.500 m)

Área del ángulo visual: 0.0 ° - 360.0 °, Amplitud de paso: 15.0 °, Ángulo de inclinación: -2.0 °

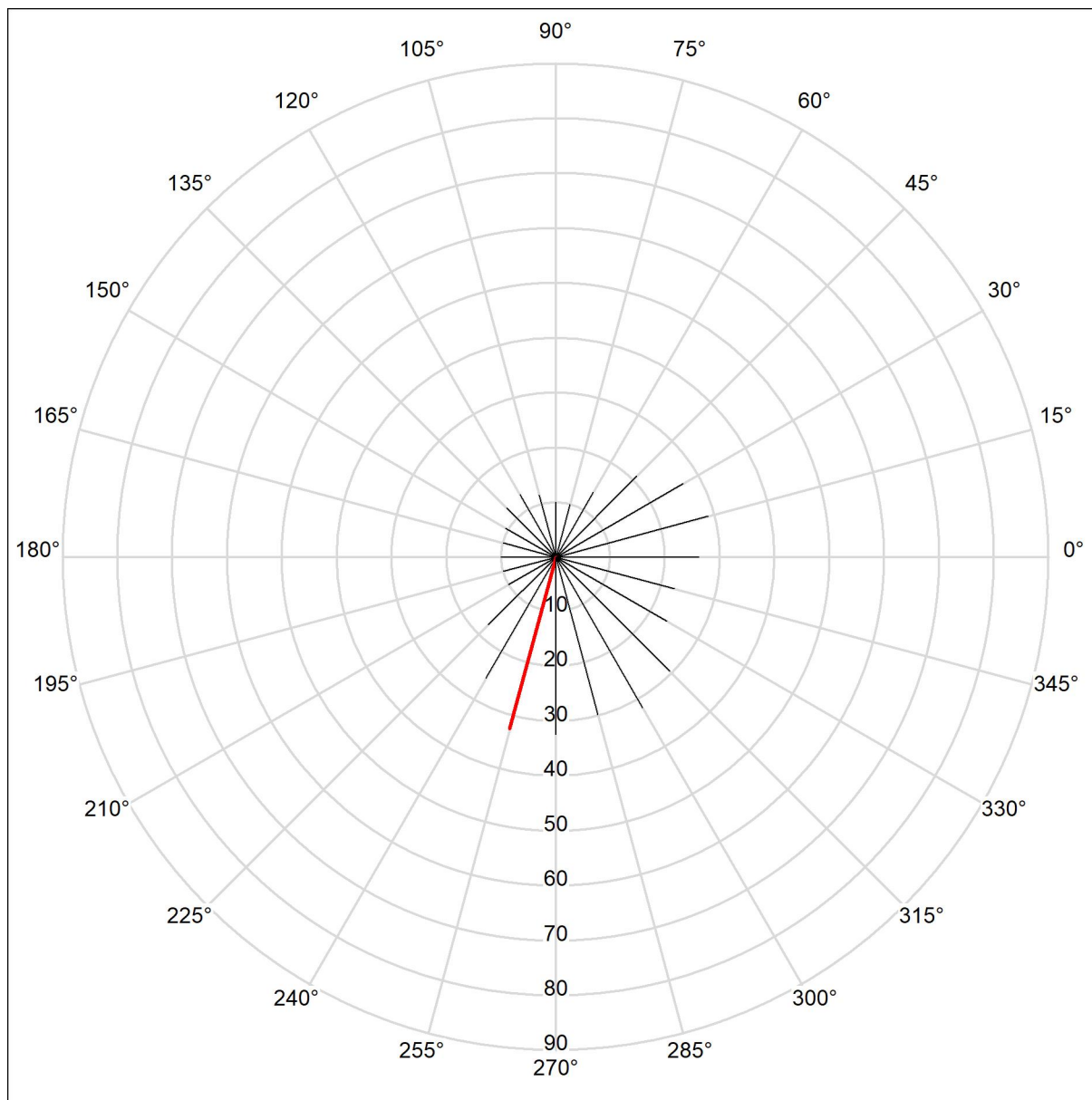
Deslumbramiento: Min: 11, Max: 35

La luminancia difusa equivalente del entorno que ha sido calculada presupone que el entorno presenta una reflexión completamente difusa (conforme a la norma EN 12464-2).

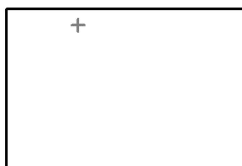




Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Escena exterior 1 / Jugador 04 / Resumen**

Situación del observador en la escena exterior:



Posición: (-22.300 m, 29.900 m, 1.500 m)

Área del ángulo visual: 0.0 ° - 360.0 °, Amplitud de paso: 15.0 °, Ángulo de inclinación: -2.0 °

Deslumbramiento: Min: <10, Max: 32

La luminancia difusa equivalente del entorno que ha sido calculada presupone que el entorno presenta una reflexión completamente difusa (conforme a la norma EN 12464-2).





**ANEXO II.**  
**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE**  
**PHILLIPS**

# PHILIPS

## OptiVision LED gen3 Floodlight

BVP527/BVP517



BVP527 HGB



BVP527 BV



BVP517 HGB



BVP517 BV



1

RG1







Type	LIFE L80*	led color	Flux (lm) +/- 7%	W +/- 10%	outdoor	indoor	outdoor	HGB	BV
			Ta=25°C						
BVP527	100000	757	221000	1578	15° C		-40° C	33	26,5
BVP527	100000	757	212000	1497	20° C		-40° C	33	26,5
BVP527	100000	757	203000	1415	25° C		-40° C	33	26,5
BVP527	100000	757	195000	1332	30° C		-40° C	33	26,5
BVP527	100000	757	186000	1250	35° C		-40° C	33	26,5
BVP527	100000	757	176000	1167	40° C		-40° C	33	26,5
BVP527	100000	757	162000	1043	45° C		-40° C	33	26,5
BVP527	100000	757	162000	1043		35° C	-40° C	33	26,5
BVP527	100000	757	147000	919		45° C	-40° C	33	26,5
BVP527	100000	740	212000	1578	15° C		-40° C	33	26,5
BVP527	100000	740	204000	1497	20° C		-40° C	33	26,5
BVP527	100000	740	196000	1415	25° C		-40° C	33	26,5
BVP527	100000	740	187000	1332	30° C		-40° C	33	26,5
BVP527	100000	740	178000	1250	35° C		-40° C	33	26,5
BVP527	100000	740	169000	1167	40° C		-40° C	33	26,5
BVP527	100000	740	155000	1043	45° C		-40° C	33	26,5
BVP527	100000	740	155000	1043		35° C	-40° C	33	26,5
BVP527	100000	740	140000	919		45° C	-40° C	33	26,5
BVP527	50000	757	221000	1578	15° C		-40° C	33	26,5
BVP527	50000	757	221000	1578	20° C		-40° C	33	26,5
BVP527	50000	757	221000	1578	25° C		-40° C	33	26,5
BVP527	50000	757	212000	1497	30° C		-40° C	33	26,5
BVP527	50000	757	204000	1415	35° C		-40° C	33	26,5
BVP527	50000	757	195000	1332	40° C		-40° C	33	26,5
BVP527	50000	757	186000	1250	45° C		-40° C	33	26,5
BVP527	50000	757	186000	1250		35° C	-40° C	33	26,5
BVP527	50000	757	162000	1043	45° C		-40° C	33	26,5

\*Lumen maintenance at median useful life 50Khrs is L80

SCX	Configuration	0°	15°	30°	40°	50°	65°	90°
	BVP517 HGB	0,18	0,22	0,25	0,27	0,27	0,29	0,33
	BVP517 BV	0,10	0,17	0,21	0,24	0,26	0,30	0,34
	BVP527 BV	0,12	0,20	0,29	0,33	0,33	0,41	0,48
	BVP527 HGB	0,20	0,27	0,30	0,32	0,33	0,41	0,47

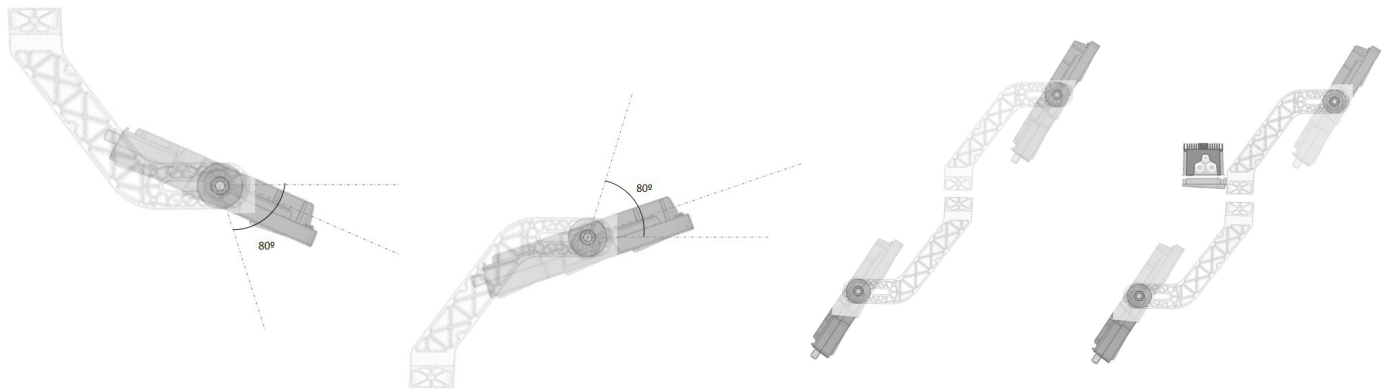
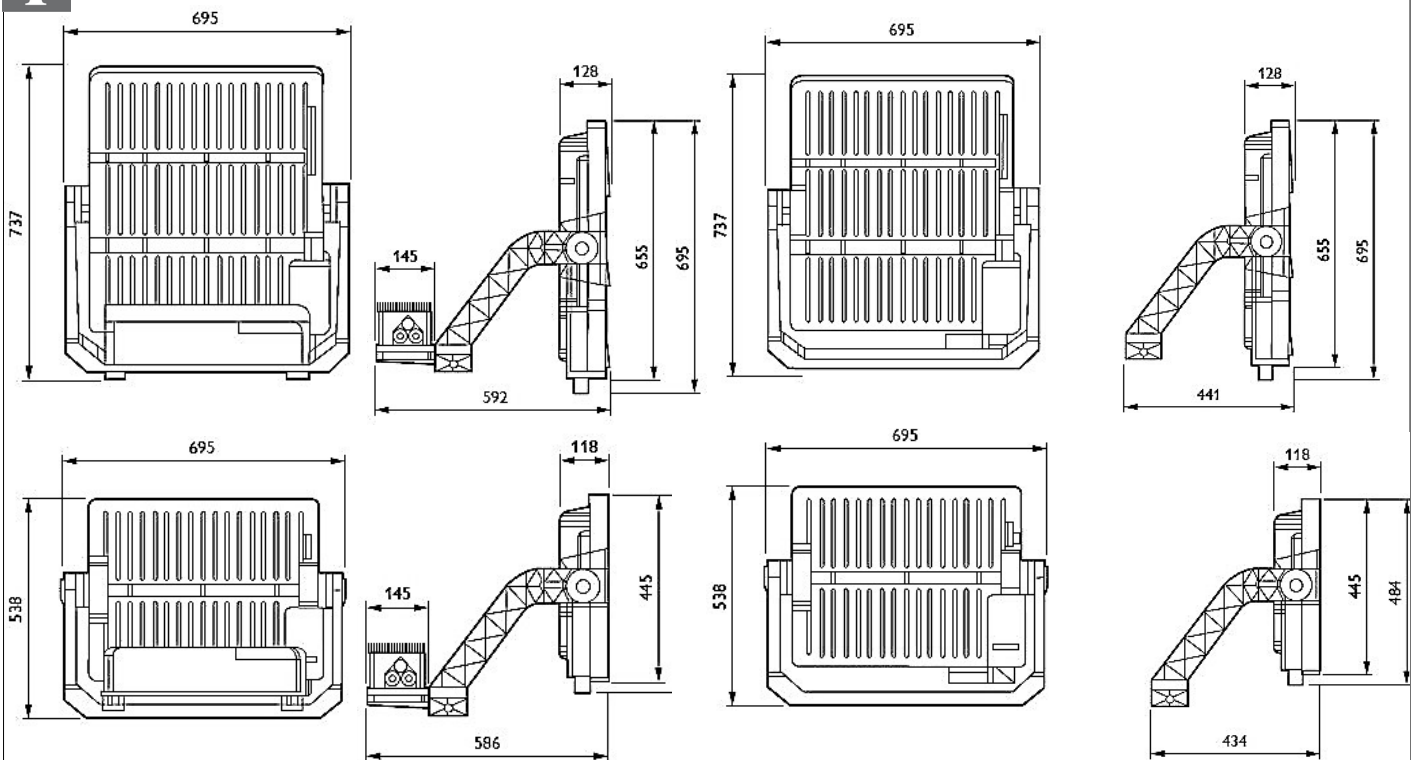
443000020685\_A

© 1/2019 Signify Holding. All rights reserved

Type	LIFE L80*	 led color	Flux (lm) +/- 7%	W +/- 10%				 HGB	 BV
Ta=25°C									
BVP527	50000	740	212000	1578	15° C		-40° C	33	26,5
BVP527	50000	740	212000	1578	20° C		-40° C	33	26,5
BVP527	50000	740	212000	1578	25° C		-40° C	33	26,5
BVP527	50000	740	204000	1497	30° C		-40° C	33	26,5
BVP527	50000	740	196000	1415	35° C		-40° C	33	26,5
BVP527	50000	740	187000	1332	40° C		-40° C	33	26,5
BVP527	50000	740	178000	1250	45° C			33	26,5
BVP527	50000	740	178000	1250		35° C		33	26,5
BVP527	50000	740	155000	1043		45° C		33	26,5
BVP517	100000	757	147000	1052	15° C		-40° C	29	22
BVP517	100000	757	142000	998	20° C		-40° C	29	22
BVP517	100000	757	136000	943	25° C		-40° C	29	22
BVP517	100000	757	130000	888	30° C		-40° C	29	22
BVP517	100000	757	124000	833	35° C		-40° C	29	22
BVP517	100000	757	118000	778	40° C		-40° C	29	22
BVP517	100000	757	108000	695	45° C		-40° C	29	22
BVP517	100000	757	108000	695		35° C	-40° C	29	22
BVP517	100000	757	97000	613		45° C	-40° C	29	22
BVP517	100000	740	141000	1052	15° C		-40° C	29	22
BVP517	100000	740	136000	998	20° C		-40° C	29	22
BVP517	100000	740	131000	943	25° C		-40° C	29	22
BVP517	100000	740	125000	888	30° C		-40° C	29	22
BVP517	100000	740	119000	833	35° C		-40° C	29	22
BVP517	100000	740	113000	778	40° C		-40° C	29	22
BVP517	100000	740	104000	695	45° C		-40° C	29	22
BVP517	100000	740	104000	695		35° C	-40° C	29	22
BVP517	100000	740	94000	613		45° C	-40° C	29	22
BVP517	50000	757	147000	1052	15° C		-40° C	29	22
BVP517	50000	757	147000	1052	20° C		-40° C	29	22
BVP517	50000	757	147000	1052	25° C		-40° C	29	22
BVP517	50000	757	142000	998	30° C		-40° C	29	22
BVP517	50000	757	136000	943	35° C		-40° C	29	22
BVP517	50000	757	130000	888	40° C		-40° C	29	22
BVP517	50000	757	124000	833	45° C		-40° C	29	22
BVP517	50000	757	124000	833		35° C	-40° C	29	22
BVP517	50000	757	108000	695		45° C	-40° C	29	22
BVP517	50000	740	141000	1052	15° C		-40° C	29	22
BVP517	50000	740	141000	1052	20° C		-40° C	29	22
BVP517	50000	740	141000	1052	25° C		-40° C	29	22
BVP517	50000	740	136000	998	30° C		-40° C	29	22
BVP517	50000	740	131000	943	35° C		-40° C	29	22
BVP517	50000	740	125000	888	40° C		-40° C	29	22
BVP517	50000	740	119000	833	45° C		-40° C	29	22
BVP517	50000	740	119000	833		35° C	-40° C	29	22
BVP517	50000	740	104000	695		45° C	-40° C	29	22

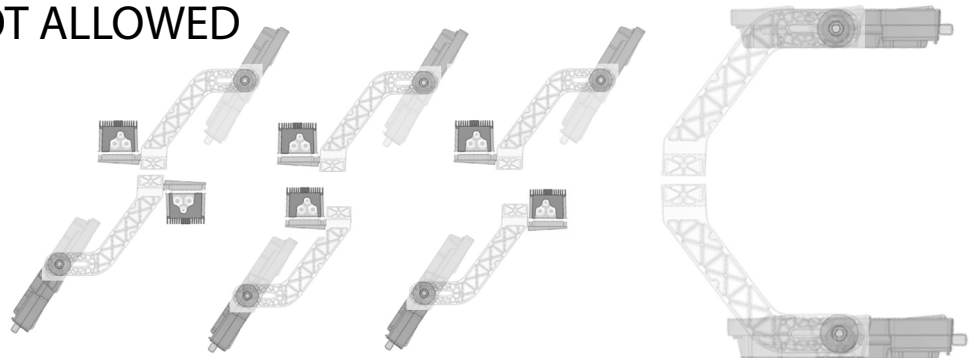
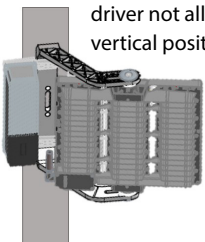
\*Lumen maintenance at median useful life 50Khrs is L80

Any modification on the luminaire will cancel the warranty



## POSITIONS NOT ALLOWED

Luminaire with or without driver not allowed in vertical position

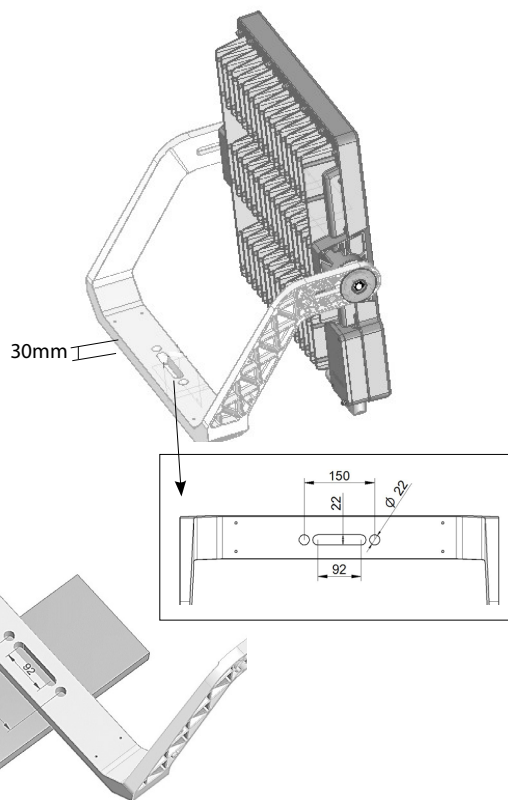


In luminaire version for swimming pool applications (SWP):  
Fixture mounting system (including fasteners) needs to be compliant with EN 13451-1 or MIS 1203  
Mounting system and product shall be a subject of periodical inspection at least every year.  
Any rusted element needs to be replaced.



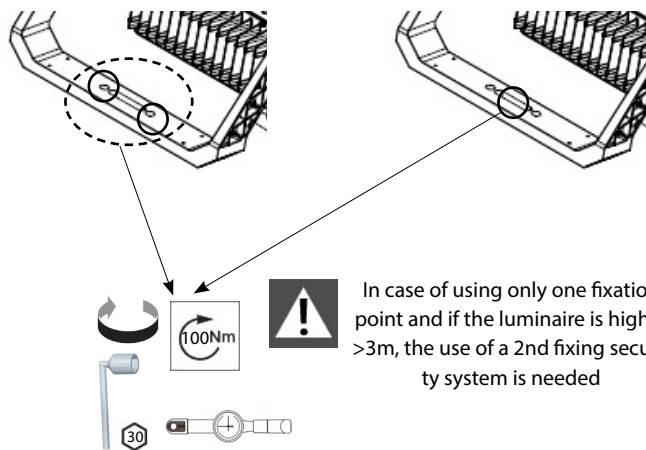
The light source contained in this luminaire shall only be replaced by the manufacturer or his service agent or a similar qualified person.





2XM20 SCREW

1XM20 SCREW

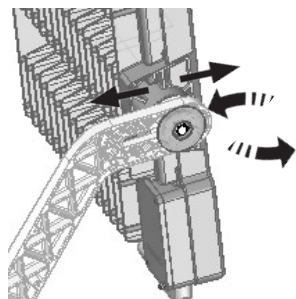


**!** In case of using only one fixation point and if the luminaire is higher >3m, the use of a 2nd fixing security system is needed

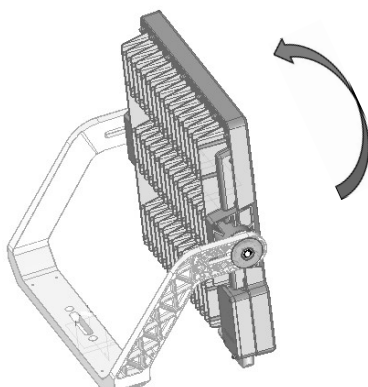
FLAT WASHER AND GROWER WASHER NEEDED ACCORDING TO DIN9021

The fasteners have to resist environment corrosion.  
Stainless steel screws not recommended and protective coating might be applied.

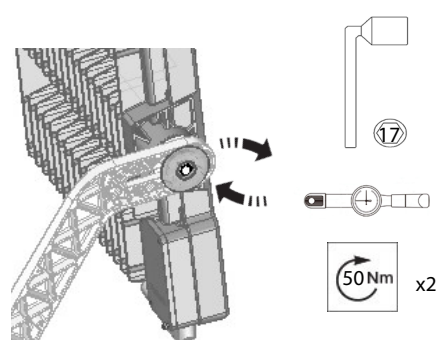
1



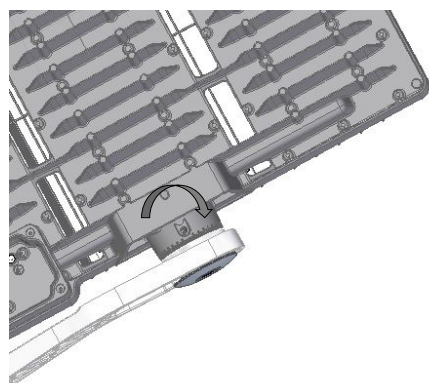
2



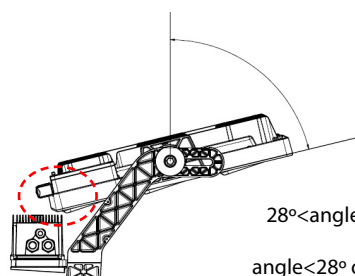
3



4



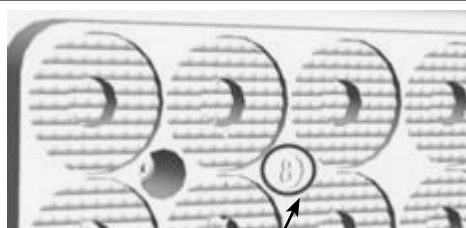
If luminaire placed as shown, rotation angle limited:



28° < angle < 76° **✗**

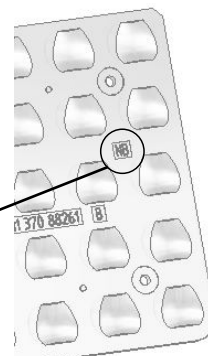
angle < 28° or > 76° **✓**

i



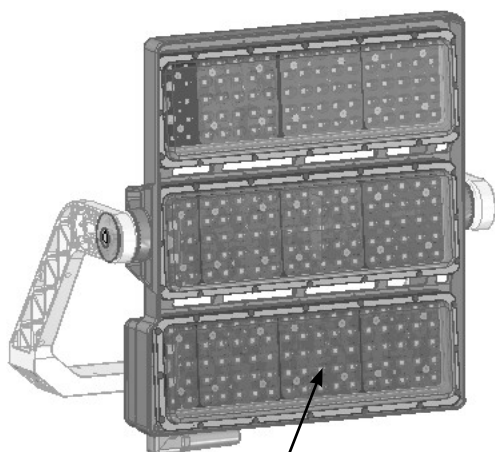
3 / 4 / 6 / 8  
↓  
S4    S8  
↓  
S3    S6

OPTIC TYPE  
NB / MB / WB / VWB / DX50 / DX55 / MB55 / NB55  
↓    ↓    ↓    ↓    ↓    ↓    ↓  
A35-MB    A35-VWB    A65-NB    A55-NB  
A35-NB    A35-WB    A65-WB    A55-MB



## CLEANING

1. Remove physical elements that can block and modify the aircooling (heatsink fins)
2. Cleaning Frequency (depending on installation place and environment)



CLEANING PARTS  
PC

Cleaning Interval (months)	Pollution Category		
	High	Medium	Low
12	0,91	0,92	0,93
18	0,90	0,91	0,92
24	0,88	0,89	0,91
30	0,85	0,88	0,9
36	0,83	0,87	0,9

## CLEANING TECHNIQUES

1. Always test the sample with the cleaner and according to the chosen technique before
2. Do not leave cleaners on plastic parts for a long period
3. Do not apply cleaners in direct sunlight or at elevated temperatures



RECOMMENDED
Mild Soap
Lukewarm Water
Soft/Grid free Cloth
Sponge
Water Cleaning

FORBIDDEN
Abrasive Cleaners
Highly Alkaline Cleaners
Aromatic Solvents
Halogenated Solvents
Brushes
Steel Wood
Squeegess, razorblades



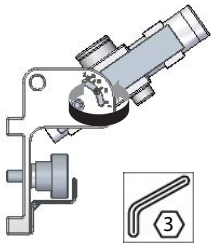
The list is not exhaustive

ACCESORIES

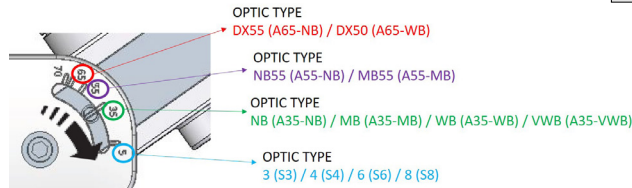
PRECISION AIMING DEVICE

12NC: 912300024403 ZVP417 AIMING DEVICE GEN3

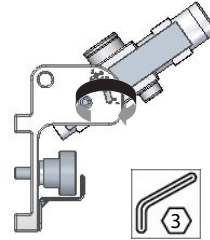
1



2



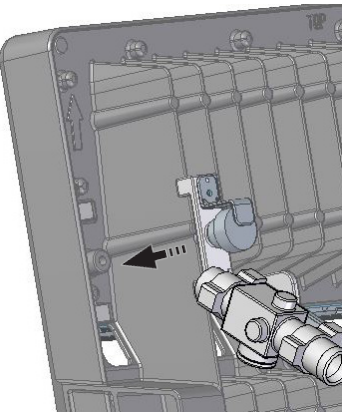
3



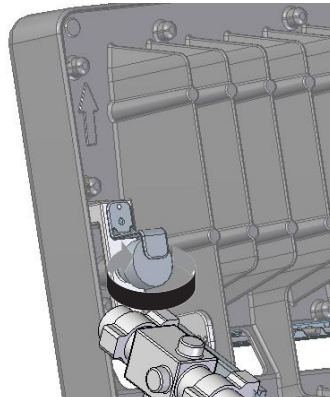
TURN TO CORRECT POSITION

BVP527

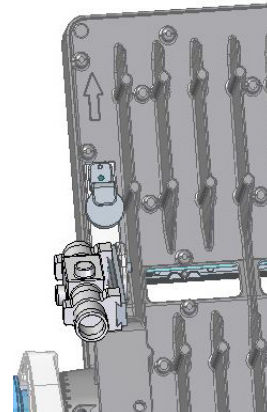
4a



5a

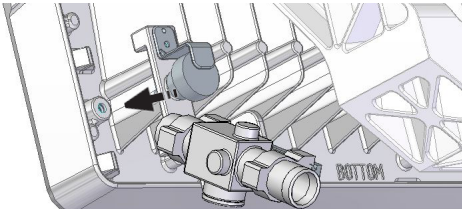


6a

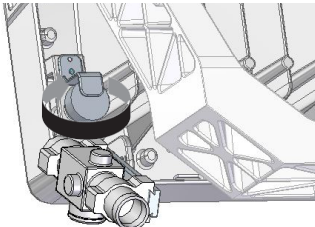


BVP517

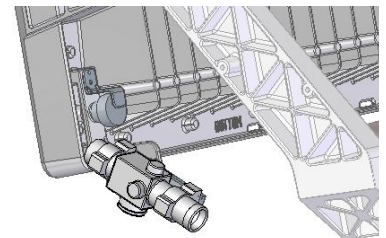
4b



5b



6b

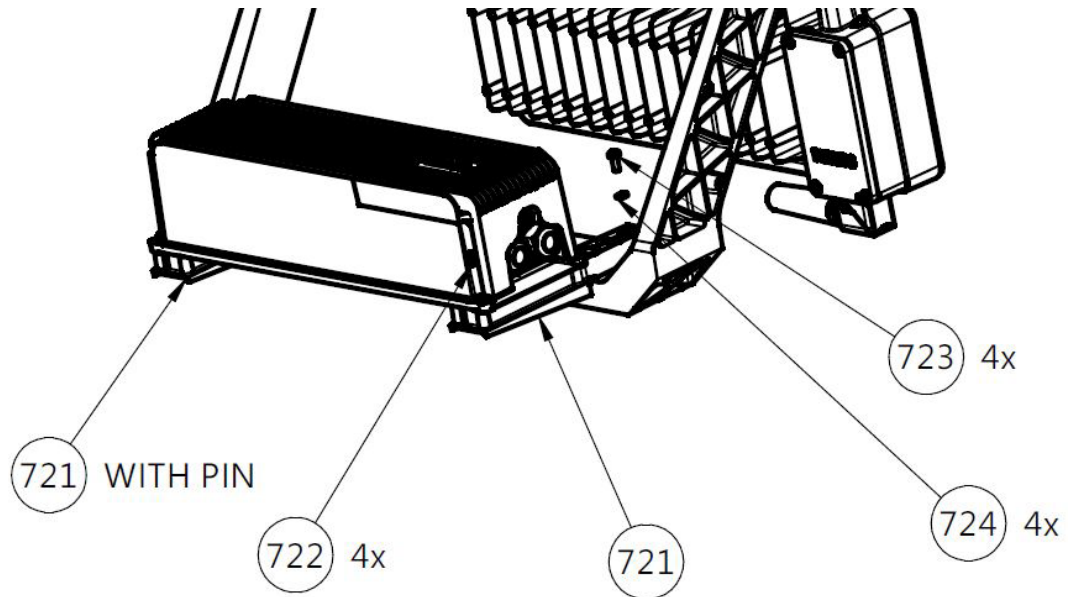




## CHANGE FROM BV TO HGB

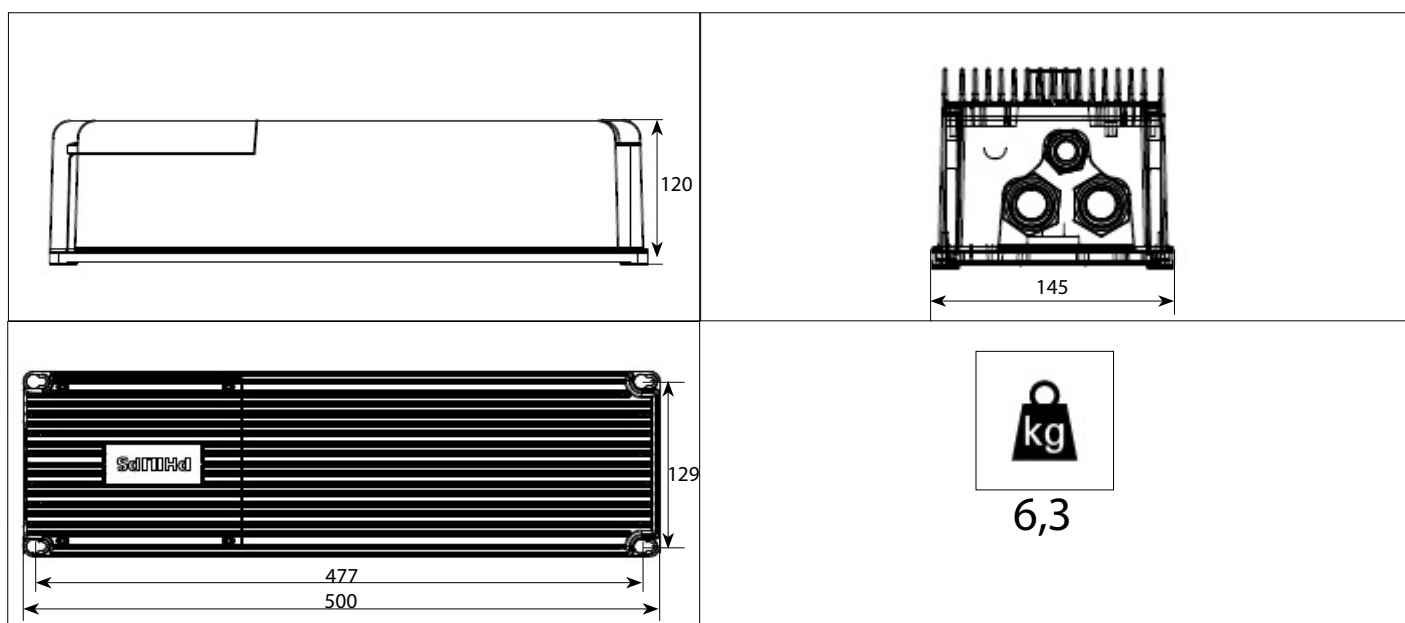
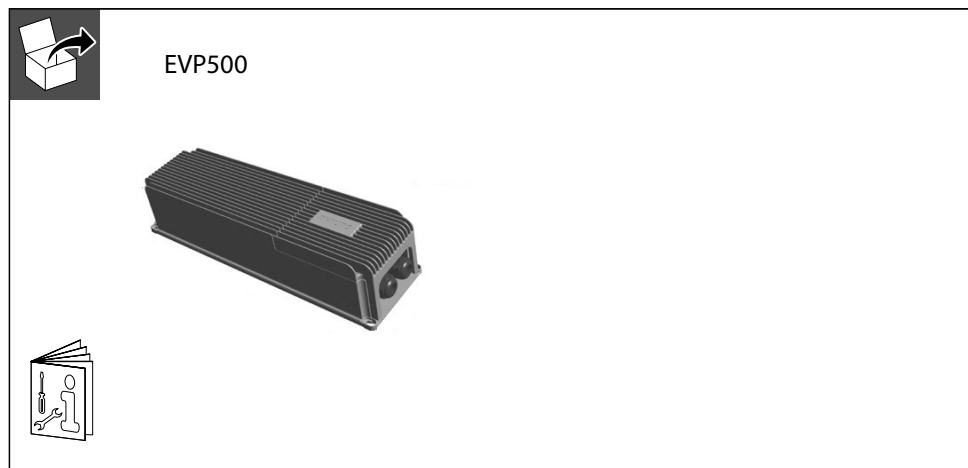
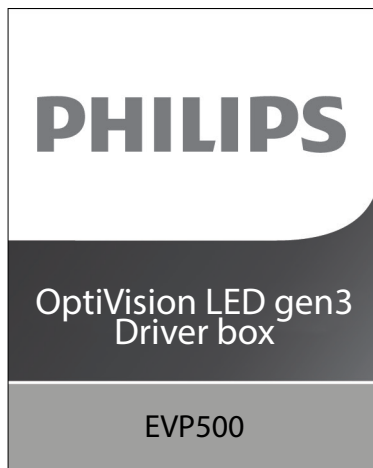
12NC

912300024353 A AVOV G2/3 RAW DRV SUPPORT AND CABLE  
912300024354 A AVOV G2/3 LGR DRV SUPPORT AND CABLE  
912300024355 A AVOV G2/3 DGR DRV SUPPORT AND CABLE



COMPONENT		TORQUE	TOOL
721	DRIVER BRACKET	-	
722	SCREW M5	3.5 Nm	T25
723	SCREW M6	5 Nm	T30

CONNECTIONS IN NEXT SLIDES



### Driver box Features

lin (Mains 230V-240V)	8A
lin (Mains 380V-400V)	4.6A
Inrush (230V-240V)	20 A during 160 µs
Inrush (380V-400V)	30 A during 160 µs
Power Factor	> 0.95 at full power
Surge Protection*	10kV Com. Mode 6kV Dif. Mode
Maximum Heat Disipation**	75W

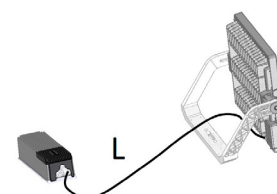
\* A surge protection device should be integrated in the installation before the luminaire

\*\* According to the maximum heat disipation, a thermal study should be done for a cabinet installation



### Distances between driver and luminaire

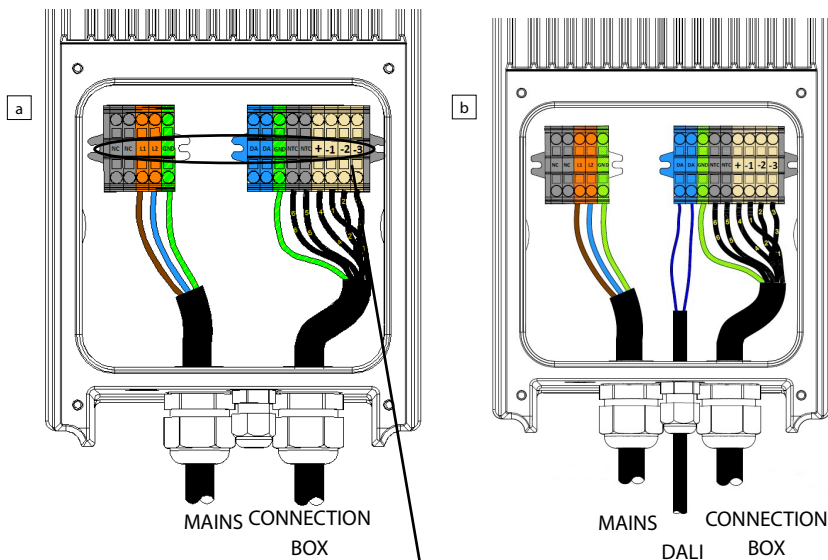
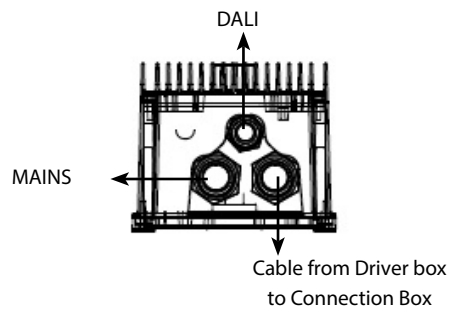
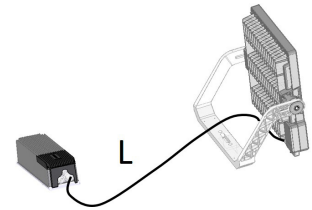
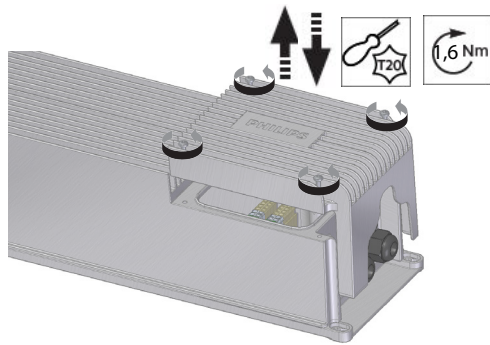
L<50	page 8
50<L<200	page 11





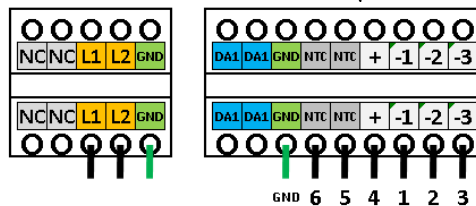


## ELECTRICAL CONNECTION L < 50m



220-240V	380-400V
NC=No connect	NC=No connect
L1=L	L1
L2=N	L2
GND=Ground	GND=Ground

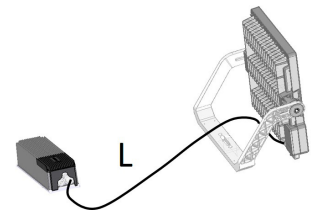
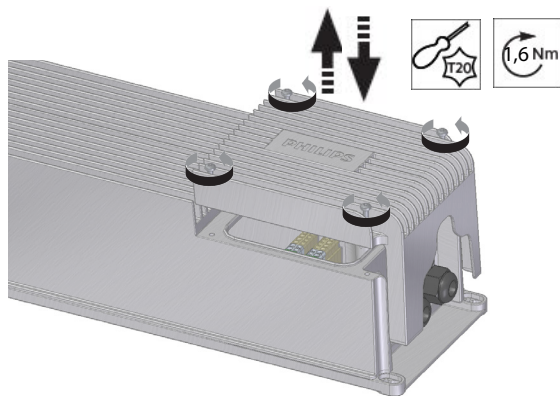
From monophasic to multiphasic (bi/tri) no need to change anything in the driver



		Ø min (mm)	Ø max (mm)	TORQUE	MAX VOLTAGE SUPPORTED	RECOMMENDED CABLE TYPE	CONNECTOR SECTION MAX
DALI Cable	M20	Ø6	Ø12	3 Nm	1000 V	H05VV-F (3182-Y) 2 core x 1.5mm or H05VV-F (3182-Y) 2 core x 2.5mm	2.5 mm <sup>2</sup>
MAINS Cable	M25	Ø13	Ø18	5 Nm	1000 V	H07RN-F 450V/750V	4 mm <sup>2</sup>
Connection Box	M25	Ø13	Ø18	4.5 Nm	1000 V	H07RN-F 450V/750 or A11VV U-600/1000V	2.5 mm <sup>2</sup>

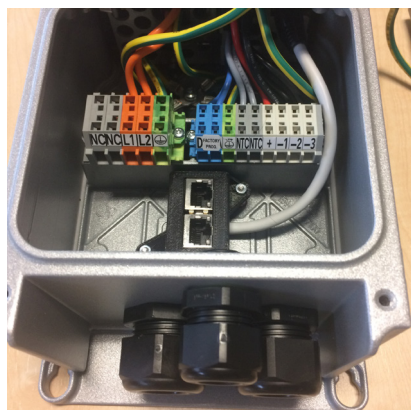


## ELECTRICAL CONNECTION L < 50m (only for special requests)

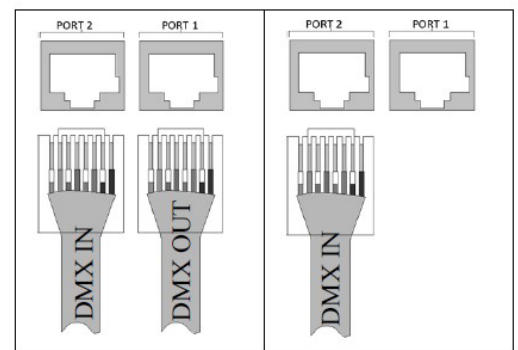
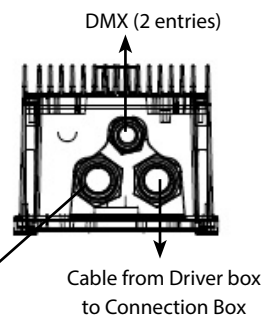


PIN #	COLOR	FUNCTION
1	WHITE/ORANGE	DATA 1+
2	ORANGE	DATA 1-
3	WHITE/GREEN	DATA 2+ (Optional)
6	GREEN	DATA 2- (Optional)
4	BLUE	Not assigned
5	WHITE/BLUE	Not assigned
7	WHITE/BROWN	Signal Common for data 1 (0 V)
8	BROWN	Signal Common for Data 2 (0 V)
9	DRAIN	

Pin numbering and color in accordance with ANSI/TIA/EIA-568 scheme T568B



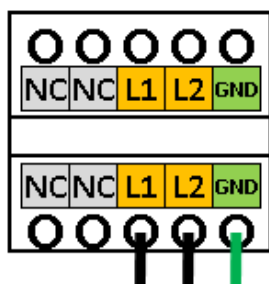
MAINS  
Ø13-18mm



TERMINATOR RJ45 (not supplied by Philips)  
For safety reasons the terminator must have isolated housing



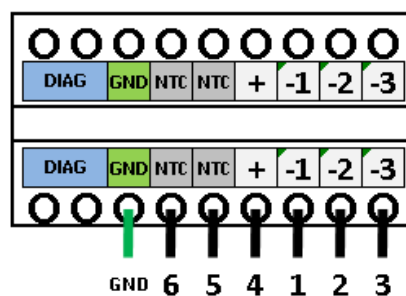
MAINS



DMX



CONNECTION BOX



220-240V	380-400V
NC=No connect	NC=No connect
L1=L	L1
L2=N	L2
GND=Ground	GND=Ground

From monophasic to multiphasic (bi/tri) no need to change anything in the driver

- 1) Remove plugs only when needed
- 2) Slip the DMX cable without RJ45 plug through the cable gland
- 3) Crimp the RJ45 modular plug on the DMX cable inside the driver

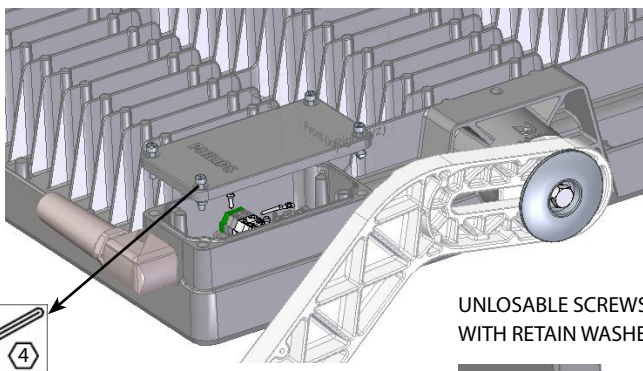


		Ø min (mm)	Ø max (mm)	TORQUE	MAX VOLTAGE SUPPORTED	RECOMMENDED CABLE TYPE	CONNECTOR SECTION MAX
DMX Cable	M20	2 x Ø6mm +/-1mm	NA	4.5 Nm	1000 V	2x ETHERNET shielded cable CAT5	
MAINS Cable	M25	Ø13	Ø18	5 Nm	1000 V	H07RN-F 450V/750V	4 mm <sup>2</sup>
Connection Box	M25	Ø13	Ø18	4.5 Nm	1000 V	H07RN-F 450V/750 or A11VV U-600/1000V	2.5 mm <sup>2</sup>

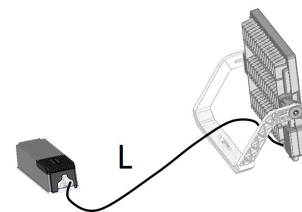
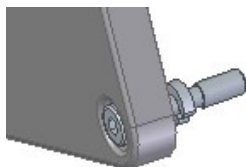


## WIRING CONNECTION BOX L < 50m

1



UNLOSABLE SCREWS  
WITH RETAIN WASHERS



CABLE NOT SUPPLIED BY  
PHILIPS IN VERSION BV

2

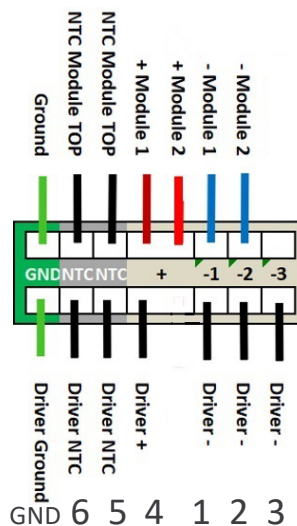


1. Pull the gland outwards
2. Insert the cable
3. Press back to original 90deg position with a click
4. Apply torque

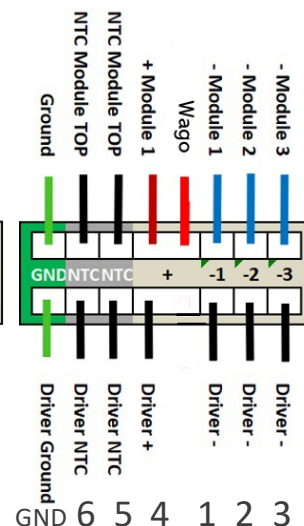


3

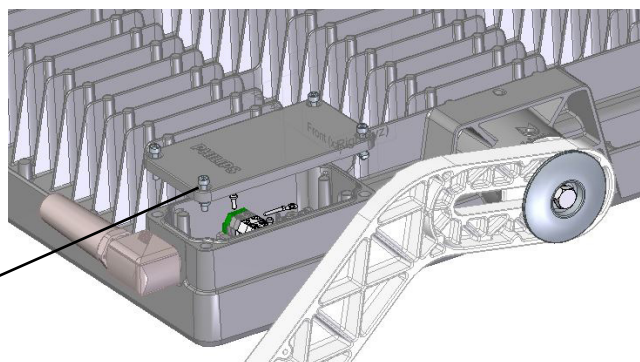
BVP517



BVP527



4

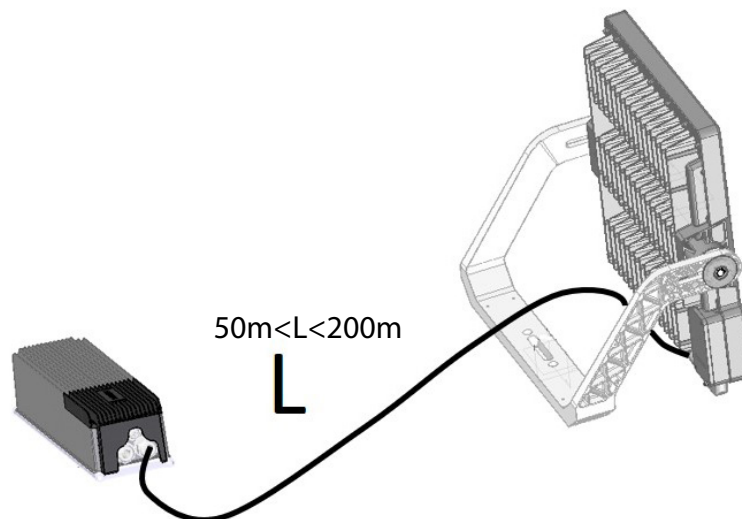


		CABLE DIAMETER RANGE	MAX VOLTAGE SUPPORTED	RECOMMENDED CABLE TYPE
L < 25m	7G1.5	Ø13-Ø18	1000 V	H07RN-F 450V/750 or A11VV U-600/1000V
L < 50m	7G2.5	Ø13-Ø18	1000 V	H07RN-F 450V/750 or A11VV U-600/1000V
50m < L < 200m	8G2.5	Ø13-Ø18	1000 V	H07RN-F 450V/750 or A11VV U-600/1000V





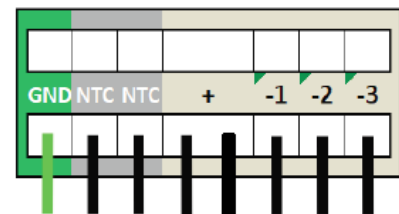
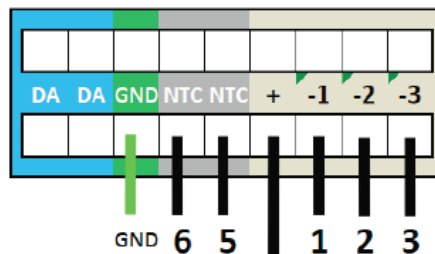
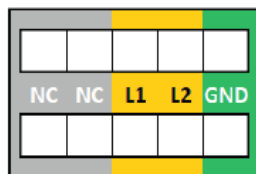
## ELECTRICAL CONNECTION $50\text{m} < L < 200\text{m}$



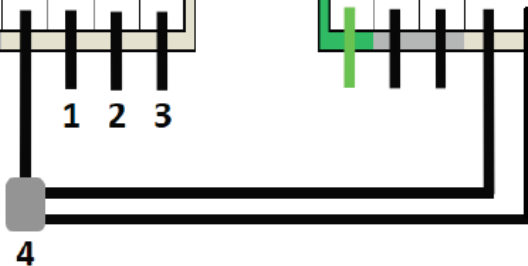
CABLE NOT SUPPLIED BY PHILIPS IN VERSION BV  
8G2,5 mm<sup>2</sup> cable

DRIVER

LUMINAIRE



220-240V	380-400V
NC=No connect	NC=No connect
L1=L	L1
L2=N	L2
GND=Ground	GND=Ground
From monophasic to multiphasic (bi/tri) no need to change anything in the driver	



$50\text{m} < L < 200\text{m}$   
Cable  $8 \times 2,5\text{mm}^2$



3-POLE TERMINAL BLOCK NOT SUPPLIED BY PHILIPS

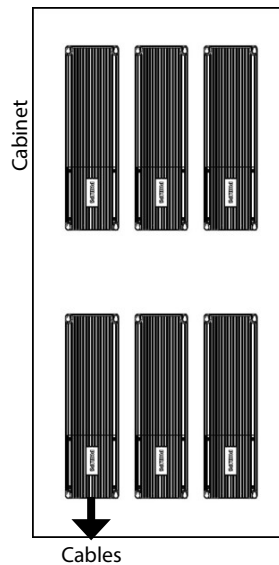




## Installation of drivers boxes on cabinet

### ORIENTATION

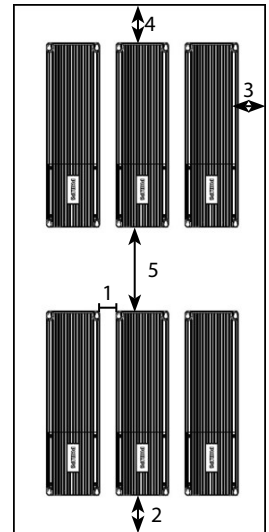
Each driver box in the cabinet has to be in vertical position



### DISTANCES

The distances between driver boxes or wall have to be higher than:

Item	Distance
1*	Min 50mm
2**	Min 80mm
3**	Min 50mm
4**	Min 150mm
5*	Min 200mm



\* not mandatory if there is an active cooling inside the cabinet. The cooling study must be done  
\*\* Recommended distances, but the temperatures inside the cabinet and Tc driver must be checked

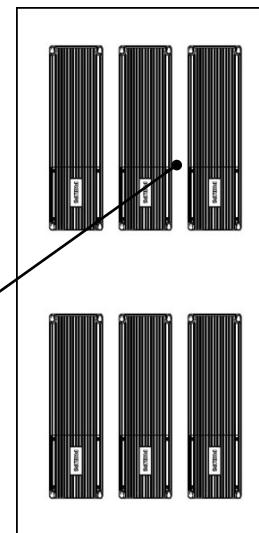
### TEMPERATURES

MAXIMUM Relative Humidity:  
95% -> Storage & Transport  
90% -> Operating (no condensation allowed)

A thermal study must be done in order to respect Tc of the drivers below Tc max  
Tc of the driver must be checked

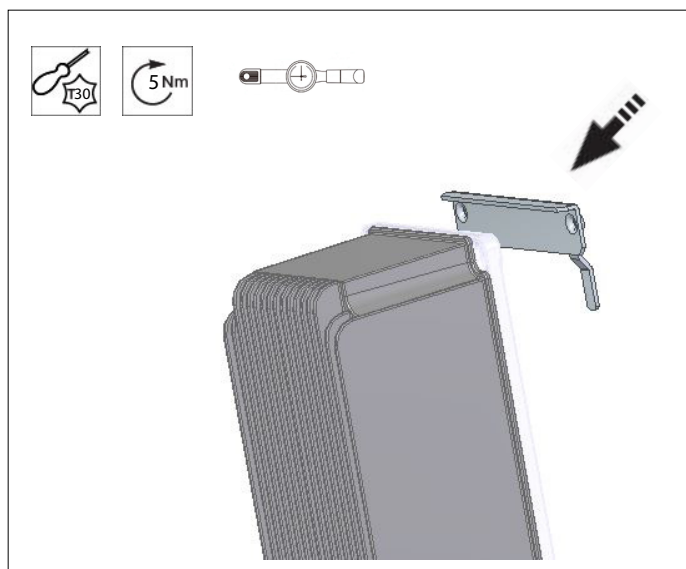
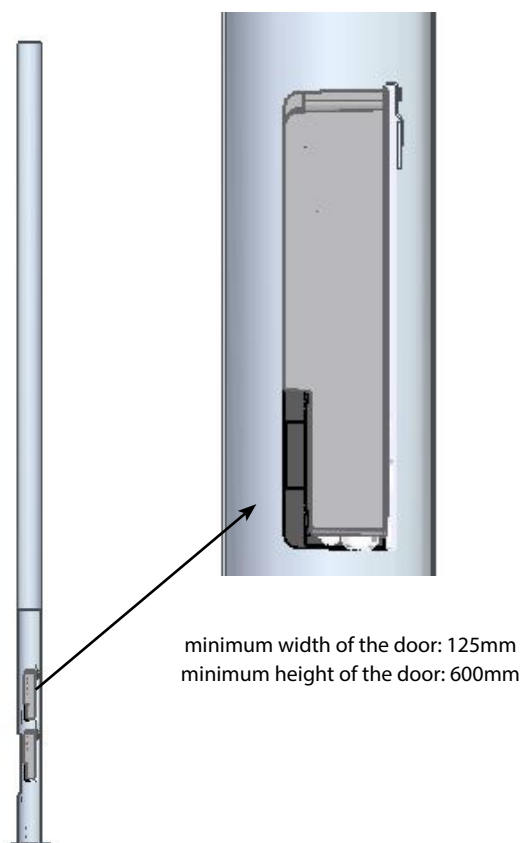
A temperature sensor must be installed inside the cabinet between two driver boxes.  
The temperature measured by the sensor has to be lower than 45°C.  
We recommend a cabinet protected against solar action.

An active cooling can be added in the cabinet to guarantee a maximum temperature of 45°C all along the year





## Installation of driver boxes in the mast



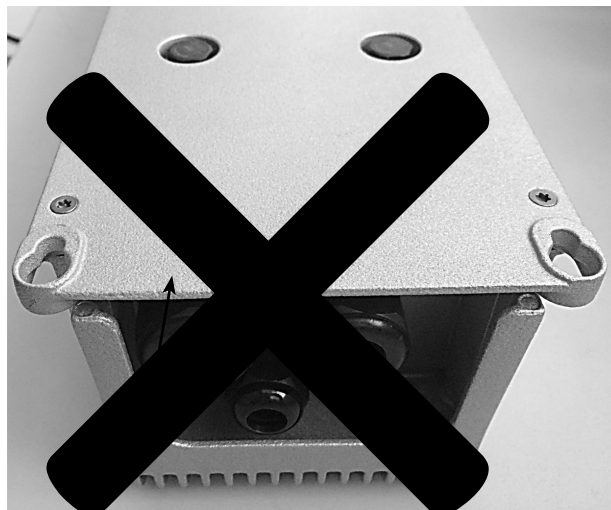
Depending of the driver fixation in the mast, please select the most suitable hook.



Installation of driver boxes on the bracket or in horizontal position



Breathers cannot be exposed directly to water



Maximum number of luminaires to be connected to standard circuit breakers (fuse)

BVP517	Mains voltage	Max Nr luminaires connected
MCB 16A A type	230V-240V	2
MCB 16A B type	230V-240V	2
MCB 32A A type	230V-240V	5
MCB 32A B type	230V-240V	5
MCB 16A A type	380V-400V	5
MCB 16A B type	380V-400V	5

BVP527	Mains voltage	Max Nr luminaires connected
MCB 16A A type	230V-240V	1
MCB 16A B type	230V-240V	1
MCB 32A A type	230V-240V	3
MCB 32A B type	230V-240V	3
MCB 16A A type	380V-400V	3
MCB 16A B type	380V-400V	3



© 2018 Signify Holding.

All rights reserved. This document contains information relating to the product portfolio of Signify which information may be subject to change. No representation or warranty as to the accuracy or completeness of the information included herein is given and any liability for any action in reliance thereon is disclaimed. The information presented in this document is not intended as any commercial offer and does not form part of any quotation or contract. Philips and the Philips Shield Emblem are registered trademarks of Koninklijke Philips N.V.. All other trademarks are owned by Signify Holding or their respective owners.

Signify Holding.

# Philips OptiVision LED gen3 floodlighting system

## OptiVision LED gen3 - data sheet

OptiVision LED gen3 LUMINAIRE & DRIVER BOX						
	<p><b>BVP517 (2 LED Engines) / BVP527 (3 LED Engines)</b></p> <p>BV: Basic Version (<i>separate driver box</i>) / HGB: Housing Gear Box (<i>driver box pre-fitted on the mounting bracket</i>) in a Box EVP500 (DALI version)</p>					
Luminaire types						
Luminaire versions						
Driver box type						
Source light flux (Ta dependent)	<p>Up to 221,000 lm (BVP527; CCT 5700, CRI 70)</p> <p>Up to 212,000 lm (BVP527; CCT 4000, CRI 70)</p> <p>Up to 147,000 lm (BVP517; CCT 5700, CRI 70)</p> <p>Up to 141,000 lm (BVP517; CCT 4000, CRI 70)</p> <p>(tolerances on light flux: +/- 7%)</p>					
System power	<p>Up to 1578 W (BVP527) / Up to 1052 W (BVP517)</p> <p>(tolerances on system power: +/- 10%)</p>					
Luminaire efficacy	Up to 125 lm/W ( <i>depends on floodlight's Ta dependent version, CCT and CRI</i> )					
Correlated Color Temp. (CCT)	Cool White (CW) 5700 K / Natural White (NW) 4000 K ( <i>tolerances on CCT: +/- 400 K</i> )					
Color Rendering Index (CRI)	min: 70					
TLCI per color code	49 (757) / 48 (740)					
SDCM (MacAdam ellipse)	< 5					
Light distributions / optics	4 Rotational Symmetrical beam optics from 2 x 11° to 2 x 19° / 14 Asymmetrical optics Narrow to Extra Wide Beam					
Operating temperature range	-40°C up to +45°C ( <i>depends on floodlight's Ta dependent version</i> )					
Electrical insulation class	Class I					
Degree of Ingress Protection	IP66					
Luminaire dimensions (LxWxH)	737 x 695 x 128 mm (BVP527) / 538 x 695 x 118 mm (BVP517)					
Driver box dimensions (LxWxH)	500 x 145 x 120 mm					
Luminaire weight	BVP517 (BV): 22 kg / BVP517 (HGB): 29 kg / BVP527 (BV): 26,5 kg / BVP527 (HGB): 33 kg ( <i>tolerances on weight: +/- 10%</i> )					
Driver box weight	6,3 kg					
Luminaire windage area (SCx)	<p>BVP517 (BV: 0.10 - 0.34) (HGB: 0.18 - 0.33) / BVP527 (BV: 0.12 - 0.48 ) (HGB: 0.20 - 0.47)</p> <p>Tilt between 0° - 90°</p>					
Material / Finishing	<p>Housing/ Electrical connection box / Mounting bracket: PDC Molded aluminum</p> <p>End caps: PDC Aluminum in GREY color</p> <p>Plastics / Cables: UV protected</p> <p>Standar Raw aluminium color. Optional Dark grey RAL 10714 for Housing, Bracket and Front Face</p> <p>Driver box is always painted in raw aluminum color (<i>other paint colors are not possible</i>)</p>					
Driver box mains input	<p>230-400V/50-60Hz (<i>tolerances on mains supply voltage fluctuations: +/- 10%</i>)</p> <p>( <i>some limitation of light flux versions for BVP527 / BVP517 floodlight if used at 220V</i>)</p>					
Inrush current	20 A during 160 µs at 230 V mains / 30 A during 160 µs at 400 V mains					
Power factor	> 0.95 at full power					
Surge protection	10 kV standard ( <i>driver integral</i> )					
Life-time / Lumen maintenance	L80B50: up to 100000 hours					
Driver box lifetime / Failure rate	50000 hours at operation temperature range / 0.5% per 5000 hours					
Luminaire installation	<p>Outdoor: on mast-head frame/wall/catwalk or Indoor: on roof or ceiling/wall or catwalk</p> <p>U-shaped mounting bracket with foot-print suitable for 3-point fixation by means of M20 bolts</p> <p>Vertical aiming from the horizontal: -90° / +90° (<i>not suitable for uplighting</i>)</p> <p>Standing-up or hanging-down mounting (<i>not for HGB version, Refer Mounting Instrustction sheet for options</i>)</p>					
Driver box installation	<p>Indoor/outdoor open air without need of cabinet or inside electrical cabinet (IP54) or inside electrical room or inside mast (min. entrance door opening 125 x 600 mm)</p> <p>Either pre-fitted on the luminaire (HGB version) or remotely at max 200 m distance to luminaire</p> <p>Fixation on flat surface by means 4 standard screws/bolts thru the key slot holes</p> <p>Universal fixation position (<i>cable glands never upward for outdoor</i>)</p>					
Luminaire electrical connection / Cabling	<p>Luminaires are always supplied with electrical connection box pre-fixed enabling wiring between floodlight and driver box</p> <p>Cable entry via 1xM25 cable gland accepting cable diameter between 13 and 18 mm and wiring with screw-less terminals for wires up to 2.5mm²</p>					
Driver box electrical connection / Cabling	<p>Mains input: Screw-less terminals for wires up to 4mm² / Cable entry via 1xM25 cable gland accepting cable diameter between 13 and 18 mm (<i>no thru-wiring in/out</i>)</p> <p>Output to luminaire: Screw-less terminals for wires up to 2.5mm² / Cable entry via 1xM25 cable gland accepting cable diameter between 13 and 18 mm</p> <p>Cable to luminaire (BV version luminaire): One cable of 7-core (8-core for distance &gt; 50m) at length of customer choice (<i>cables are not supplied by Philips</i>)</p>					
Integral dimming controls	Dynadimmer in three options DDF1, DDF2, DDF3 ( <i>factory preset</i> )					
DALI control interface	Screw-less terminals suitable wires up to 2.5 mm² / Cable entry via 1xM20 cable gland accepting cable diameter between 10 and 14 mm ( <i>no thru-wiring in/out</i> )					
Luminaire accessories	External spill-light control louvre, Precision Aiming Device ( <i>Optional</i> )					
Optional versions	CLO / Integral spill-light control louvre or control plate for asymmetrical beam optics (LO, BL or LT) / Indoor swimming pool protected (SWP) / Marine salt protected (MSP)					
Certification / Listing	CE, ENEC, VDE-Ball proof					
Packaging content	Contains floodlight and driver box either pre-fitted (HGB) or separate (BV). Driver box of BV version contains a suspension kit with its fixing parts					

