



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

**INSTALACIÓN DE ALUMBRADO
PÚBLICO MEDIANTE ENERGÍA
SOLAR FOTOVOLTAICA**

TRABAJO FINAL DEL

Grado en Ingeniería Eléctrica

REALIZADO POR

Diego Tévar Arcos

TUTORIZADO POR

Miguel García Martínez

FECHA: Valencia, mayo 2020

RESUMEN

En el presente trabajo de final de grado se diseña una instalación de alumbrado público alimentada mediante energía solar fotovoltaica aislada de la red, así como su dimensionado. La instalación se ubicará en la localidad de Motilla del Palancar (Cuenca); con ella se proporciona el alumbrado de carreteras, avenidas y calles. El alumbrado se alimenta mediante el uso de baterías, cargadas con energía solar fotovoltaica, que aseguran tres días de abastecimiento ante situaciones meteorológicas adversas. Con el uso de energía solar fotovoltaica se pretende conseguir un ahorro en la factura eléctrica; de este modo, la energía no se compra a la red. La instalación del alumbrado está constituida por luminarias con tecnología LED, de tal manera que garantizan un ahorro energético, una menor contaminación lumínica, así como una mayor duración de la vida útil de las lámparas. Estas luminarias LED sustituyen a las lámparas de vapor de sodio de alta presión instaladas en la localidad. Con este tipo de instalaciones se consigue reducir el impacto ambiental, debido a que la energía producida por los paneles fotovoltaicos es más limpia que la de otro tipo de fuentes más contaminantes (carbón, ciclo combinado, nuclear).

Palabras clave:

Energías renovables, fotovoltaica, autoconsumo, alumbrado.

ABSTRACT

This final degree paper is intended to outline the design of a public lighting system powered by grid-independent photovoltaic solar energy as well as its dimensioning. The electrical installation will be located in the town of Motilla del Palancar, in Cuenca, and it will be responsible for providing public street lighting. The illumination is supplied by the use of batteries, which are charged with photovoltaic solar energy, ensuring three days of energy supply, even when adverse weather conditions. The use of photovoltaic solar energy is aimed at achieving energy savings in electricity bills, so energy is not purchased from the power grid. The lighting installation is made up of LED luminaires, so that they may guarantee energy savings, less light pollution, as well as a longer lifespan of the lamps. These LED luminaires replace high-pressure sodium vapour lamps installed in town. With this type of installations, it is possible to reduce the environmental impact, because the energy produced by the photovoltaic panels is cleaner than any other more polluting sources (coal, combined cycle, or nuclear).

Keywords:

Renewable energy, photovoltaic, self-consumption, lighting.

AGRADECIMIENTOS

Con estas palabras quiero agradecer mi trabajo final de grado.

A mi tutor, Miguel García por su ayuda en la realización de este proyecto, también por su constancia e implicación con un aprendizaje claro y motivador.

En especial a mis padres y a mi hermana, por su afecto y apoyo incondicional en estos años de estudiante, confiando en cada uno de los pasos que he decidido dar, estando siempre ahí.

A mis abuelos, tres de ellos brillando con fuerza. Su educación y sus valores me han ayudado a formarme como persona, aprendiendo con cada uno de los consejos que me han ido brindando.

A mis amigos de siempre y a los nuevos amigos que me llevo para siempre, en una etapa de la vida que será difícil de olvidar.

Gracias.

ÍNDICE

RESUMEN	3
AGRADECIMIENTOS.....	4
ÍNDICE.....	5
MEMORIA.....	8
1. INTRODUCCIÓN.....	9
2. OBJETIVOS.....	10
3. JUSTIFICACIÓN.....	11
3.1 ACADÉMICA.....	11
3.2 AMBIENTAL, TÉCNICO Y ECONÓMICA.....	11
3.3 LEGAL.....	11
4. EMPLAZAMIENTO.....	12
4.1 CLIMATOLOGÍA DEL EMPLAZAMIENTO.....	14
5. DESCRIPCIÓN INSTALACIÓN DE ALUMBRADO	16
5.1 TIPOS DE LUMINARIAS	17
5.1.1 VAPOR DE SODIO DE ALTA PRESIÓN	17
5.1.2 LED.....	18
5.2 DISPOSICIÓN DE LUMINARIAS.....	20
5.3 CONTAMINACIÓN LUMÍNICA	20
6. ESTUDIO LUMINOTÉCNICO	21
6.1 REAL DECRETO 1890/2008.....	22
6.1.1 CLASIFICACIÓN DE LAS VÍAS.....	22
6.1.2 NIVELES DE ILUMINACION EN LOS VIALES	25
6.2 PROGRAMA DIALUX 4.12	27
6.3 TIPO A; CARRETERAS.....	34
6.3.1 LUMINARIAS.....	34
6.3.2 ESTUDIO DE LA VÍA.....	35
6.4 TIPO B; AVENIDAS	41
6.4.1 LUMINARIAS.....	41
6.4.2 ESTUDIO DE LA VÍA.....	42
6.5 TIPO C; CALLES.....	48
6.5.1 LUMINARIAS	48
6.5.2 ESTUDIO DE LA VÍA.....	49

7.	EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LA INSTALACIÓN DE ALUMBRADO.....	54
7.1	CLASIFICACIÓN DE ALUMBRADO	55
8.	POTENCIA INSTALADA.....	59
8.1	TIPO A; CARRETERAS	59
8.2	TIPO B; AVENIDAS	60
8.3	TIPO C; CALLES.....	61
8.4	POTENCIA TOTAL INSTALADA	62
9.	CONSUMOS DE LA INSTALACIÓN DE ALUMBRADO	63
10.	IRRADIACIÓN SOLAR	74
10.1	COEFICIENTE MÁS DESFAVORABLE.....	83
11.	INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.....	86
11.1	PANELES FOTOVOLTAICOS	86
11.1.1	PANEL FOTOVOLTAICO SELECCIONADO	87
11.1.2	CÁLCULO DEL NÚMERO DE PANELES FOTOVOLTAICOS.....	89
11.2	REGULADORES.....	91
11.2.1	REGULADOR SELECCIONADO	92
11.2.2	CÁLCULO DEL NÚMERO DE REGULADORES	94
11.3	BATERÍAS	95
11.3.1	BATERÍA SELECCIONADA	96
11.3.2	CÁLCULO DEL NÚMERO DE BATERÍAS.....	97
11.4	INVERSORES	100
11.4.1	INVERSOR SELECCIONADO	100
11.4.2	CÁLCULO DEL NÚMERO DE INVERSORES.....	102
11.5	GENERADOR ELÉCTRICO DIÉSEL.....	103
11.6	ESPACIO OCUPADO Y DISEÑO DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.....	104
11.7	CÁLCULO DE LAS SECCIONES DE LOS CABLES	108
11.8	PROTECCIONES Y PUESTA A TIERRA.....	111
	PRESUPUESTO Y ESTUDIO ECONÓMICO	115
12.	PRESUPUESTO	116
13.	ESTUDIO ECONÓMICO	118
	PLANOS.....	121

PLIEGO DE CONDICIONES.....	128
14. PLIEGO DE CONDICIONES.....	129
14.1 OBJETO	129
14.2 GENERALIDADES.....	129
14.3 COMPONENTES Y MATERIALES.....	130
14.3.1 GENERADORES FOTOVOLTAICOS.....	130
14.3.2 ESTRUCTURA DE SOPORTE.....	131
14.3.3 ACUMULADORES DE PLOMO – ÁCIDO.....	131
14.3.4 REGULADORES DE CARGA.....	132
14.3.5 INVERSORES	133
14.4 RECEPCIÓN Y PRUEBAS	134
14.5 REQUERIMIENTOS TÉCNICOS DEL CONTRATO DE MANTENIMIENTO	135
14.6 GARANTÍAS.....	135
15. BIBLIOGRAFÍA.....	137
ANEXOS	138
ANEXO I TIPOS DE LUMINARIAS	139
ANEXO II DIALUX.....	169
ANEXO III IRRADIACIÓN SOLAR	204
ANEXO IV HOJAS DE CARACTERÍSTICAS.....	210

MEMORIA

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el consumo energético de la población se ha incrementado notablemente. Aunque se vayan desarrollando nuevos dispositivos más eficientes energéticamente, el crecimiento económico y social del país –así como los avances tecnológicos que se van produciendo– necesita energía eléctrica como fuente motora. El consumo global se irá incrementando en los próximos años; para conseguir que la energía que se genere no expulse niveles altos de CO₂ a la atmósfera, se deberán buscar nuevas formas de producirla de manera más respetuosa con el medio ambiente. Actualmente, la energía más extendida en España proviene de fuentes no renovables, entre las que se pueden destacar nuclear, carbón, ciclo combinado y cogeneración.

Es posible que la obtención de energía proveniente de las fuentes limpias supere la de las no renovables, pero esto solo ocurre en un par de meses al año; por ello se debe incrementar el uso de energías renovables de tal forma que se puedan reducir las emisiones de CO₂ a la atmósfera. Además, su aprovechamiento es inagotable, de manera que contribuye a reducir el impacto ambiental frente al cambio climático.

La energía solar fotovoltaica permite la generación de energía eléctrica a partir de la radiación solar y de materiales semiconductores. Para la transformación de la energía solar en energía eléctrica debemos usar células fotovoltaicas; principalmente suelen ser de silicio, y se conectan en serie en el panel fotovoltaico; estos paneles se pueden enlazar en paralelo para que la corriente de salida pueda ser la deseada. La corriente producida por los paneles se obtendrá en forma de corriente continua; por lo tanto, se necesitan inversores en nuestra instalación que conviertan esa corriente continua a corriente alterna.

Las instalaciones fotovoltaicas que podemos encontrar en la actualidad son las siguientes:

- *Aislada:*

Es aquella instalación que produce energía eléctrica para su consumo propio, sin necesidad de estar conectado a la red eléctrica, este tipo de instalaciones está compuesto por, unos paneles fotovoltaicos, serán los que produzcan la energía del circuito; regulador de carga, controla la cantidad de energía que pasa entre las placas fotovoltaicas y las baterías; inversor, se encarga de la conversión de energía en corriente continua, proporcionada por los paneles, a corriente alterna utilizada por los receptores; baterías, son el sistema de almacenamiento de la energía producida en la instalación.

- *Autoconsumo:*

Es una instalación capaz de producir energía eléctrica ajena a la que suministra la red, y consumir la energía localmente producida o consumir parte de esa energía y el excedente inyectarlo a la red.

- *Conexión a red:*

Son instalaciones en las que toda la energía que se produce se inyecta a la red eléctrica, este tipo de instalaciones son muy comunes en las centrales fotovoltaicas de producción eléctricas.

2. OBJETIVOS

El presente trabajo de final de grado tiene como objetivo diseñar una instalación de alumbrado público alimentado mediante energía solar fotovoltaica, dicha instalación generadora será aislada. La localidad donde se realiza el proyecto es Motilla del Palancar (Cuenca), con la implantación de esta instalación, se mejora la eficiencia luminosa de la localidad además de la reducción del consumo de la red.

Para el diseño de la instalación de alumbrado se ha tenido en cuenta el alumbrado en los diferentes tipos de calles y carreteras que nos podemos encontrar en la localidad, agrupándolas en tres grupos; para cada uno de esos grupos se ha calculado una situación lumínica, con ello se ha obtenido el tipo de lámpara, las cuales se adaptarán a cada grupo para asegurar los valores mínimos de iluminancia y máximos de deslumbramiento exigidos por el Real Decreto 1890/2008; el modelo de luminarias elegido para cada una de las zonas es *PHILIPS Luma*.

Conocido el tipo de luminaria se calcula la eficiencia energética de la instalación, así como la potencia que consume dicha instalación, de esta manera se obtienen el dimensionamiento de la instalación fotovoltaica.

En la parte fotovoltaica se utilizan placas del fabricante TrinaSolar con ellas se obtiene una mejor garantía de potencia lineal y ayudan a una mejor producción de energía.

En la selección de baterías se han elegido baterías OPzS 3000 se asocian baterías hasta conseguir 3 días de autonomía. Se eligen los 3 días de autonomía porque son suficientes para el emplazamiento en el que estará ubicado la instalación, ya que las condiciones meteorológicas de dicho lugar nos aseguraran el suministro de energía. En caso de ser insuficiente se ha propuesto un generador eléctrico diésel, que aseguran más capacidad de suministro, frente a inclemencias meteorológicas o averías.

Los inversores elegidos son de la marca Victron Energy y se usan 15 inversores. Se ha dejado un pequeño margen de tal manera que se garantice la conexión de algún aparato más en caso de que fuera necesario.

La instalación fotovoltaica se amortiza en 7 años y la instalación total del proyecto en 20 años.

3. JUSTIFICACIÓN

3.1 ACADÉMICA

Mediante la realización de este Trabajo Final de Grado, trato de exponer los conceptos adquiridos en el grado. Con el fin de demostrar cada una de las capacidades que se han logrado adquirir a lo largo de estos cuatro años. Algunas de las capacidades para realizar dicho proyecto son; instalaciones de baja tensión, energías renovables e iluminación... Este proyecto puede llegar a ser una solución importante para localidades que estén buscando un alumbrado público eficiente.

3.2 AMBIENTAL, TÉCNICO Y ECONÓMICA

Con este trabajo se consigue, reducir el consumo de la instalación de alumbrado público utilizando tecnología led en las luminarias. La energía que consumen dichas lámparas se obtiene mediante energía solar fotovoltaica, de manera que toda la energía que se utiliza en la instalación de alumbrado vial proviene de fuentes renovables. Con el uso de la energía solar la localidad tiene un ahorro energético y económico para el alumbrado de carreteras, avenidas y calles, además de consumir energía limpia que respeta el medio ambiente.

En el apartado técnico se reutiliza el cableado y los apoyos de todas las luminarias y solamente se cambia la cabeza de la luminaria para incorporar la tecnología LED. El cableado se puede reutilizar, puesto que la potencia consumida por las nuevas luminarias LED, es menor que la de las antiguas lámparas de vapor de sodio. Las pérdidas de energía en la instalación serán mínimas, ya que la instalación está a las afueras del pueblo, de tal manera que la energía se distribuye desde ese punto a todas las lámparas.

Con esta instalación, en el ámbito económico, se consigue un ahorro en la factura del alumbrado vial. Además, se ha elegido una instalación solar aislada, puesto que este tipo de instalaciones han bajado mucho el precio de los componentes debido al avance de la tecnología solar. La instalación se amortiza a lo largo de los años y tendremos escaso mantenimiento.

3.3 LEGAL

La legislación que deberemos seguir para nuestra instalación de alumbrado vial y fotovoltaica es la siguiente:

- Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior, RD 1890/2008.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, Real Decreto 842/2002.
- Código Técnico de la Edificación (CTE).
- Directivas Europeas de seguridad y compatibilidad electromagnética.

4. EMPLAZAMIENTO

La instalación de alumbrado público del proyecto se instala en la localidad de Motilla del Palancar, se encuentra en la provincia de Cuenca. En la siguiente *ilustración 1* se observa la vista satélite de la población.



Ilustración 1. Mapa satélite de la localidad. Fuente: maps arcgis.

La instalación lumínica dispone de luminarias LED que sustituyen a las lámparas de vapor de sodio, con ello se consigue un mayor ahorro de consumo. El alumbrado de la población se divide en tres tipos de calles, para cada una de las zonas se ha utilizado una luminaria específica que se adapta al Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior, RD 1890/2008; los tres tipos para la realización el estudio luminotécnico son los siguientes:

- Tipo A: Carretera Nacional (N-III), y Carreteras Comarcales (CM-3114, CM-2202), se especifica el alumbrado de las carreteras que atraviesan la localidad.
- Tipo B: Avenidas, se especifica el alumbrado de las grandes avenidas que dispone la localidad, este tipo de calle son más anchas y transitadas, Avenida del Riato y Ronda Sur.
- Tipo C: Calles, en este caso se engloba el resto de las calles de la población.

La instalación solar, los inversores, reguladores y las baterías se ubican a las afueras del pueblo, en la parte central, de esta manera se consigue aprovechar la distribución actual, debido a que el transformador de distribución del alumbrado público se encuentra en esa parte del pueblo, con ello la distribución de las placas fotovoltaicas y las casetas que alojen los inversores reguladores y baterías, se ubican en dicho terreno, tal y como se indica en la siguiente *ilustración 2*. Con la cercanía de la instalación al transformador de distribución del alumbrado, se consigue reducir las posibles pérdidas que se pudieran producir hasta llegar a ese punto.



Ilustración 2. Ubicación planta fotovoltaica. Fuente: maps arcgis.



Ilustración 2.1 Ubicación planta fotovoltaica. Fuente: maps arcgis.

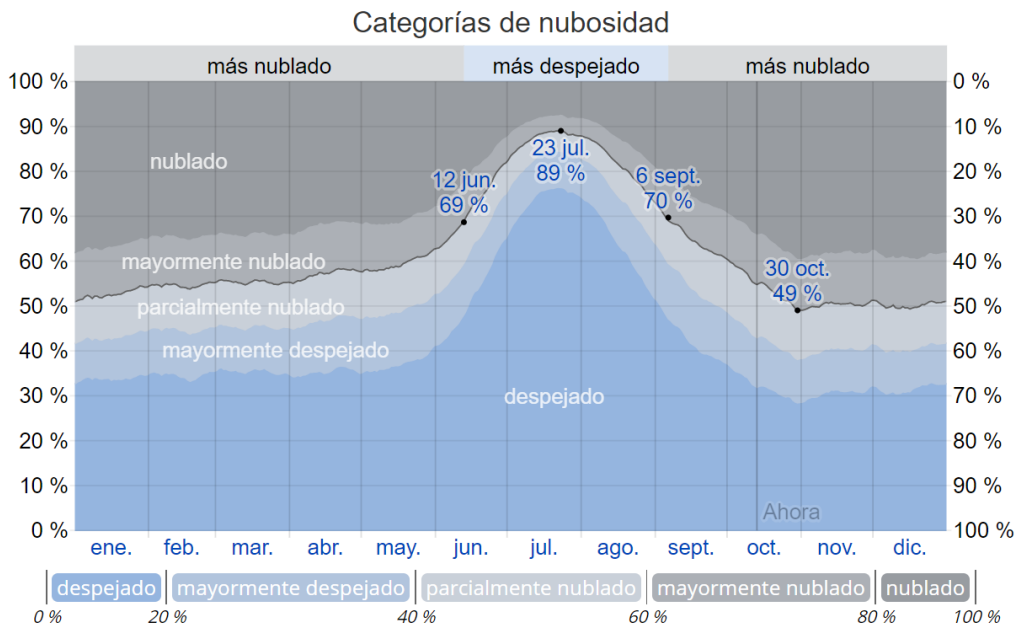
Ambas ilustraciones están expuestas en el *plano 5*.

4.1 CLIMATOLOGÍA DEL EMPLAZAMIENTO

En este apartado analizamos la climatología que nos encontramos en la localidad a lo largo del año, las situaciones adversas que podremos encontrarnos y como afectarían a nuestra instalación, así como las propuestas para los posibles daños.

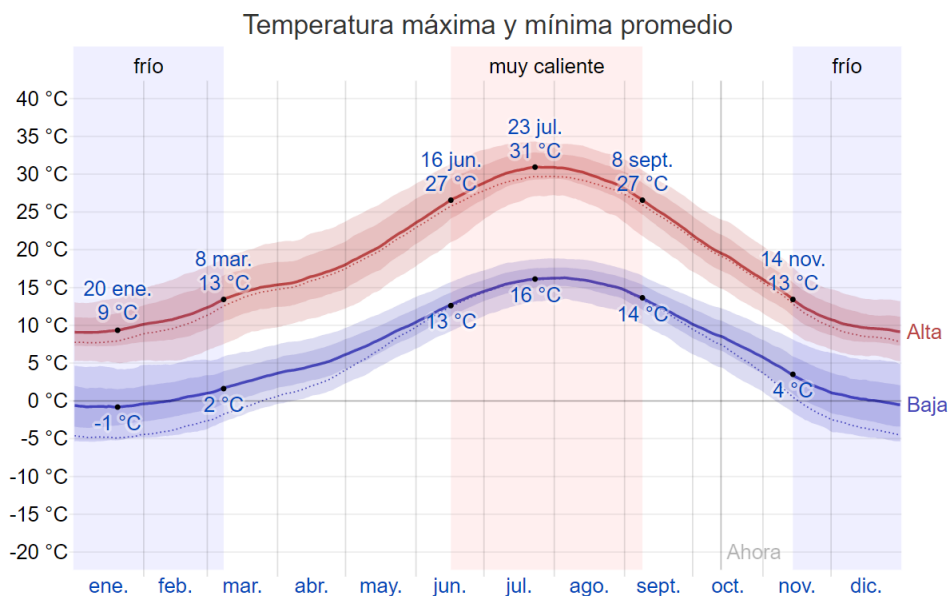
Analizando los datos de nubosidad de todo el año, observamos que la época del año en la mayor nubosidad hay es en invierno. Por lo tanto, estos meses serán los más desfavorables y los que menos energía se llega a producir.

En la siguiente gráfica podremos observar los datos de nubosidad anual de la localidad.



Gráfica 1. Nubosidad anual de la localidad. Fuente: Weather Spark.

Otro factor que nos hemos centrado es la temperatura. Para la producción óptima de energía fotovoltaica las temperaturas no deben de ser muy cálidas. En la población donde se ubica el proyecto, encontramos los meses más cálidos en verano, registrando las temperaturas máximas en el mes de julio. Por otro lado, la producción de energía en los meses de julio y agosto será más elevada debido a que tendremos mayores horas de sol. Mientras que la producción será más eficiente y óptima en los meses de primavera, debido a que las temperaturas serán más estables y tendremos más horas de sol que en los meses de invierno. De tal manera, los paneles solares en dichos meses serán más eficientes, según el fabricante del panel que se ha elegido para el proyecto, TrinaSolar. La temperatura idónea para la producir energía eléctrica en el panel es 20 °C, según las especificaciones que nos indican las fichas técnicas que se expondrán en los anexos.

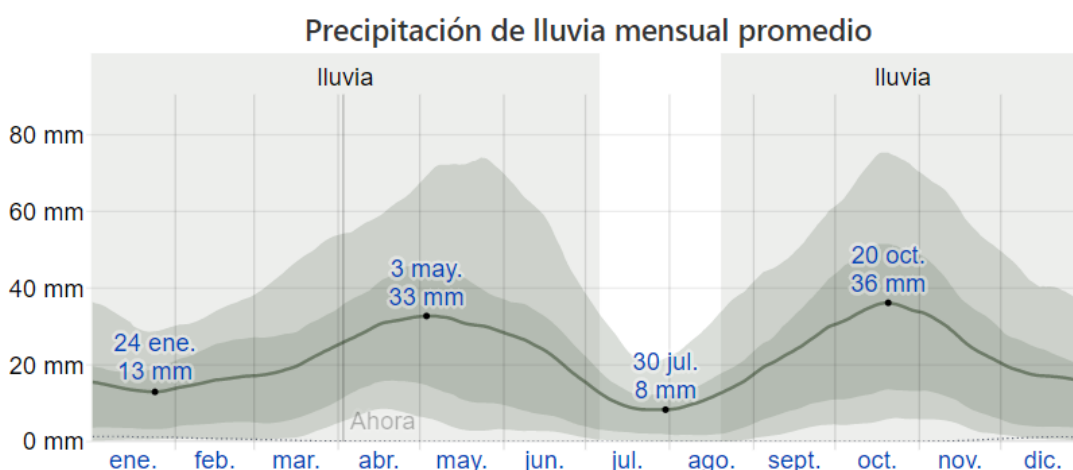


Gráfica 2. Temperatura promedio anual de la localidad. Fuente: Weather Spark.

En la *gráfica 2* podremos observar dos líneas, una roja que nos indica un promedio de las temperaturas más altas que se registran en cada mes del año, y una línea azul que nos indica el promedio de las temperaturas más bajas en cada mes. Ambas líneas tendrán unos percentiles mayores y menores representados sobre las líneas principales.

Las situaciones adversas que nos podremos encontrar serán, las lluvias torrenciales que puedan provocar inundaciones en algunas partes de la localidad. Ante esto, protegemos nuestra instalación con un dique de contención, en las partes más vulnerables de la instalación fotovoltaica, además de una canalización pluvial.

En la siguiente *gráfica 3* se puede observar un análisis de la precipitación anual en la localidad.



Gráfica 3. Precipitación promedio anual de la localidad. Fuente: Weather Spark.

En la gráfica anterior se observa la media de precipitación en cada mes del año con unos percentiles que indican los máximos y mínimos que se pueden llegar a dar.

5. DESCRIPCIÓN INSTALACIÓN DE ALUMBRADO

En este apartado se introducen conceptos relacionados con la iluminación. Se describe el tipo de lámparas que se dispone en la localidad, así como las nuevas luminarias que se instalan; también se define las disposiciones de luminarias que nos encontramos en los viales.

La **luz** es el fenómeno electromagnético por el que el ojo humano es capaz de percibir radiaciones sensibles comprendidas en una longitud de onda de 400 nm a 700 nm.

Las **lámparas** o **luminarias** son convertidores de energía que transforman la energía eléctrica en luz. Los parámetros que definen a una luminaria son los siguientes:

- **Flujo luminoso (ϕ):** es la cantidad de energía en forma de radiación luminosa emitida por una luminaria en una unidad de tiempo. Su unidad es el lumen (lm).
- **Eficiencia luminosa (ϵ):** es la relación entre la potencia o flujo luminoso y la potencia eléctrica consumida por la lámpara. Se mide en (lm/W).
- **Intensidad luminosa (I):** cantidad de flujo luminoso emitido en una dirección con un ángulo sólido determinado. Su unidad es la candela (cd).
- **Iluminancia (E):** es la relación entre el flujo luminoso y la superficie sobre la que incide. Se mide en lúmenes por metro cuadrado (lux). Para el cálculo se puede recurrir a la ley del coseno calculando la componente vertical y horizontal.
- **Luminancia (L):** es la intensidad luminosa emitida en una determinada dirección por una superficie emisora. Su unidad es candela por metro cuadrado (cd/m²).
- **Uniformidad (U):** es la característica que mantiene la iluminación e intensidad constante. La **Uniformidad general (U₀)**, utilizada en este proyecto, es la relación entre luminancia mínima y media. Existen también la uniformidad media, uniformidad extrema y uniformidad longitudinal.
- **Deslumbramiento:** es una turbación de la vista por una luz excesiva o repentina, producido por farolas o reflejos en la calzada. En referencia a este deslumbramiento tenemos el **Incremento de umbral (TI)** con el que se puede evaluar la pérdida de visión, se mide en tanto por ciento.
- **Índice de reproducción cromática (IRC):** es la capacidad de una fuente luminosa de reproducir los colores de varios objetos en comparación de una luz ideal o natural. Se mide de 0 a 100 considerando al Sol el valor más óptimo (100).
- **Temperatura del color:** se define como la comparación de color que emite un cuerpo negro al calentarlo a una temperatura determinada con el color de una fuente de luz dentro del espectro luminoso. Se expresa en kelvin (K).
- **Vida útil:** es el tiempo considerado en horas, el cual al excederse es recomendable cambiar la luminaria, evitando así una reducción de los niveles de iluminación.

5.1 TIPOS DE LUMINARIAS

La instalación lumínica actual de la población se compone de lámparas de vapor de sodio de alta presión. Este tipo de luminaria tiene unas características y tecnología diferente a las luminarias LED que se plantean en el presente proyecto, para la sustitución en todas las vías de la localidad. El cambio de luminarias supondrá mejoras en la eficiencia de la instalación lumínica, variaciones en la temperatura de color emitida por cada lámpara, tiempo de encendido, así como la renovación de la vida útil y el mantenimiento de estas. En la siguiente *ilustración 3* se puede observar la temperatura de color que podrán tener las luminarias, este parámetro está reflejado en las hojas de características de las luminarias.

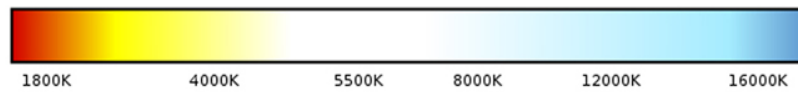


Ilustración 3. Temperatura de color de luminarias. Fuente: bloglamparas.

En los siguientes puntos se explica los dos tipos de luminarias que se encuentran en la instalación.

5.1.1 VAPOR DE SODIO DE ALTA PRESIÓN

El funcionamiento de esta luminaria consiste en el choque de los átomos del gas del tubo de descarga con los electrones libres, esto hace que los electrones pasen a orbitas de energía que producirán radiación lumínica descomponiéndose en su órbita natural, de esta manera se obtiene la luz. Esta luminaria contiene más cantidad de sodio que las lámparas de vapor de sodio de baja presión. Su composición consta de varias partes; un tubo de descarga cerámico, con una base de óxido de aluminio sinterizado y pequeñas sumas de óxido de magnesio, dos electrodos de una aleación de tungsteno y titanio para una emisión óptima de los electrones, y una ampolla de vidrio exterior rellena de un gas inerte para minimizar las pérdidas de calor.

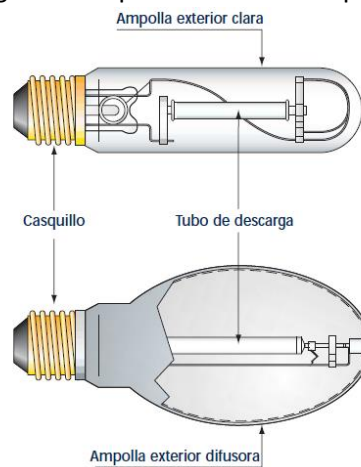


Ilustración 3.1. Partes de la lámpara de vapor de sodio a alta presión. Fuente: Manual de iluminación INDAL.

Para favorecer el encendido y su funcionamiento estas lámparas van equipadas con periféricos auxiliares, una inductancia o balasto para estabilizar la corriente, un arrancador para suministrar el pico de voltaje a la luminaria en el encendido y un condensador acoplado en paralelo para mejorar el factor de potencia.

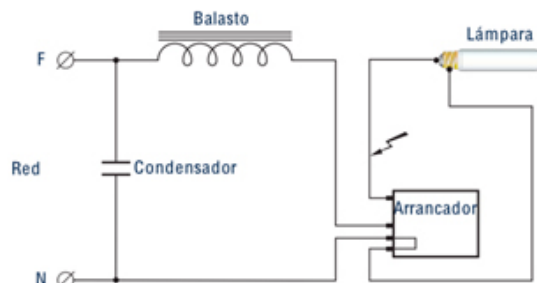


Ilustración 3.1. Periféricos de la lámpara de vapor de sodio a alta presión. Fuente: Efimarket.

Este tipo de lámpara tiene un rendimiento de 120 lm/W aproximadamente. De la energía que consume el 41 % es transformada en luz visible, el 3 % en luz infrarroja y el 56 % en pérdidas por calor. Tiene una temperatura de color de 2000 K y la vida útil de esta es de 12000 horas.

En la siguiente ilustración podemos observar el espectro generado por dicha luminaria.

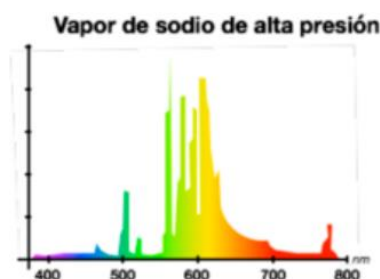


Ilustración 3.2. Espectro lámpara de vapor de sodio a alta presión. Fuente: Tiloom.

5.1.2 LED

Este tipo de lámpara denominada Diodo Emisor de Luz en inglés, Light Emitting Diodes (LED), es un elemento electrónico semiconductor por el cual el paso de la corriente se realiza unidireccionalmente, por tanto, la corriente solo pasa en un sentido, cuando el diodo LED está montado en la posición correcta la corriente pasa por él y se ilumina. El funcionamiento de este consiste en el paso de los electrones libres a través del diodo hasta los huecos de la capa P, provocando que los electrones liberen energía en forma de fotones. El espectro electromagnético producido por dichos fotones es visible al ojo humano. La temperatura de color del LED se modifica con diferentes composiciones químicas de los materiales semiconductores integrados en el LED.

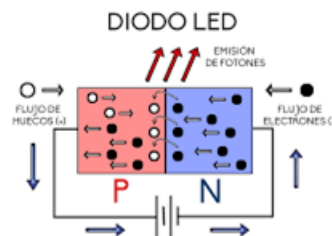


Ilustración 3.3.
Funcionamiento LED.
Fuente: Tecnicasei

Las partes que encontramos en el LED son las siguientes:

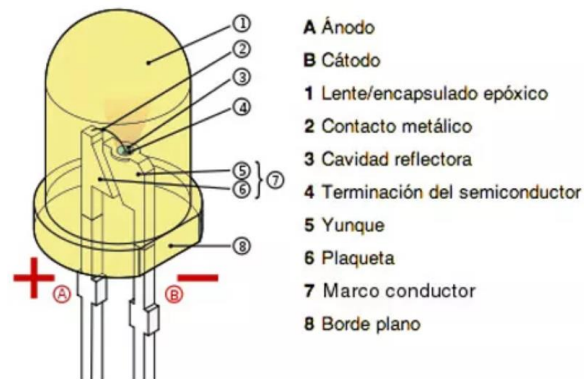


Ilustración 3.4. Partes Diodo LED. Fuente: Robotedu.

Las partes constituyentes de una lámpara LED de alta potencia para el alumbrado vial son:

- Chip: están formados por los LEDs que componen la luminaria.
- Disipador de calor: es imprescindible para mantener un funcionamiento adecuado de la luminaria.
- Controlador: es el sistema electrónico que gestiona el funcionamiento de la luminaria.
- Componentes ópticos: se refiere a las lentes utilizadas para conseguir ángulos de difusión de 120° así como una mejora de la iluminación vial

Las lámparas destinadas al alumbrado público tienen un rendimiento de entre 100 lm/W y 154 lm/W, una temperatura de color entre 2700 K y 5000 K, y una vida útil entre 50000 y 100000 horas.

En la siguiente ilustración podemos observar el espectro generado por dicha luminaria.

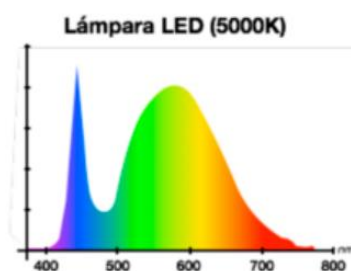


Ilustración 3.5. Espectro lámpara LED. Fuente: Tiloom.

Se ha elegido la sustitución de luminarias de vapor de sodio de alta presión a luminarias con tecnología LED, debido a todas las mejoras que supondrá a corto y largo plazo para la instalación de alumbrado de la localidad.

5.2 DISPOSICIÓN DE LUMINARIAS

Para conseguir una iluminación homogénea en toda la vía que se quiere iluminar es importante conseguir una uniformidad en la intensidad del alumbrado, de tal forma que la iluminación lumínica que disponga cada tipo de calle, sea la necesaria para visualizar cualquier tipo de obstáculo. Encontramos cuatro tipos de disposición de luminarias.

- Unilateral: esta disposición de luminarias está formada por luminarias a un lado de la calzada, ofreciendo una peor uniformidad del alumbrado. Para este tipo de vías se recomienda una altura de la luminaria menor a la anchura de la vía.
- Tresbolillo: la disposición de este tipo se realiza bilateralmente desplazando una luminaria de uno de los lados, de tal manera que las luminarias quedan alternadas, con esta disposición se consiguen mejores resultados de uniformidad. La relación anchura y altura está entre 1 y 1,5.
- Pareada: las luminarias en esta disposición se encuentran a ambos lados de la vía frente a frente, se utiliza este tipo de disposición para vías donde la anchura sea mayor de 1,5 veces la altura de la lámpara.
- Suspendidas: este tipo de disposición consiste en suspender la luminaria en el centro de la vía anclando las retenciones del tensor en las fachadas de los edificios o viviendas de ambos lados de la calle

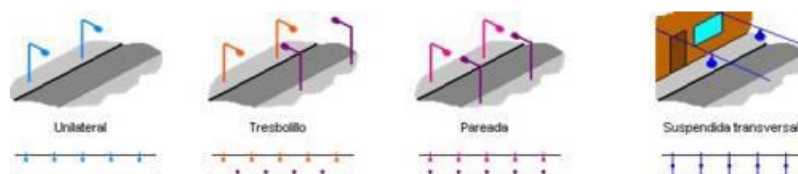


Ilustración 3.6. Disposición de luminarias. Fuente: UPC.

Para la realización del estudio luminotécnico la localidad dispone de disposiciones de luminarias unilateral, tresbolillo y pareada, con ello dicho estudio se realiza para los tres tipos de disposiciones.

5.3 CONTAMINACIÓN LUMÍNICA

Con las luminarias LED elegidas, disminuimos la contaminación lumínica que se produce en la localidad, debido a que la iluminancia está mejor orientada y la luz se dispersa menos provocando una menor reflexión en los laterales de la cabeza de la luminaria.

6. ESTUDIO LUMINOTÉCNICO

Para poder realizar el dimensionamiento de la instalación fotovoltaica y saber los consumos que tendremos en cada mes del año, se debe realizar un estudio previo de la cantidad de luminarias a utilizar. Para ello, se han dividido las calles de la población en tres tipos de calles. En cada tipo se utiliza una luminaria acorde a las características de esta y siguiendo el Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior, Real Decreto 1890/2008.

Los tres tipos de calles son los siguientes:

- Tipo A: Carreteras, se especifica el alumbrado de las carreteras que atraviesan la localidad.
- Tipo B: Avenidas, se especifica el alumbrado de las grandes avenidas que dispone la localidad, este tipo de calle son más anchas y transitadas.
- Tipo C: Calles, en este caso se engloba el resto de las calles de la población.

A continuación, se muestra el mapa donde se indican cada uno de los tipos que se han mencionado. Cada tipo de calle se representa de un color, carreteras líneas rojas, avenidas líneas azules y calles líneas verdes.

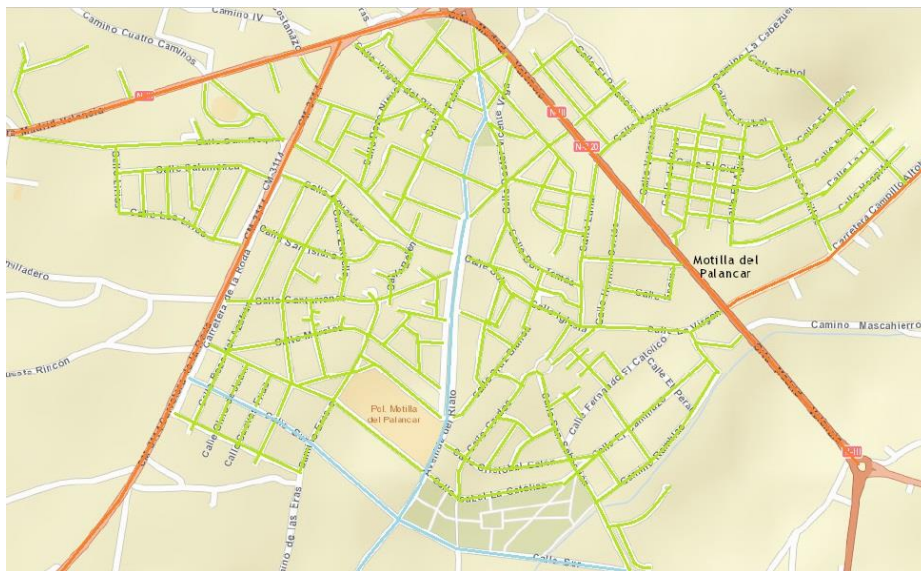


Figura 1. Mapa de la localidad. Fuente: maps arcgis.

6.1 REAL DECRETO 1890/2008

El Real Decreto 1890/2008 contiene el Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior, analizaremos la clasificación energética de las instalaciones comprobando los niveles de iluminación con las tablas que nos proporciona la Instrucción Técnica Complementaria EA-02 Niveles de Iluminación.

El nivel de iluminación es el conjunto de requisitos luminotécnicos expuestos en la instrucción EA-02 que nuestra instalación lumínica debe cumplir en una vía determinada.

6.1.1 CLASIFICACIÓN DE LAS VÍAS

En este apartado se analizan la clasificación de cada vía, dicha clasificación se determina analizando la velocidad, para ello se utiliza la siguiente tabla:

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	$v \leq 5$

Tabla 1. Clasificación de las vías. Fuente: IT EA-02.

En los tipos de vías que se han analizado y que se muestran a continuación, se analiza la clasificación de cada parte de la vía, de tal manera que el análisis para nuestras vías es el siguiente:

TIPO 1, CARRETERAS	CLASIFICACIÓN
Calzada	B
Vía de escape	D
Camino peatonal	E

Tabla 2. Clasificación de la vía tipo 1.

TIPO 2, AVENIDAS	CLASIFICACIÓN
Calzada	B
Carril de estacionamiento	D
Camino peatonal	E

Tabla 3. Clasificación de la vía tipo 2.

TIPO 3, CALLES	CLASIFICACIÓN
Calzada	D
Camino peatonal	E

Tabla 4. Clasificación de la vía tipo 3.

Para cada clasificación existe una clase de alumbrado, la cual se elige analizando otros criterios, como el tipo de vía o la intensidad media de tráfico diario (IMD).

En las siguientes tablas se exponen las diferentes clases de alumbrado para cada clasificación.

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

^(*) Para todas las situaciones de proyecto B1 y B2, cuando las zonas próximas sean claras (fondos claros), todas las vías de tráfico verán incrementadas sus exigencias a las de la clase de alumbrado inmediata superior.

Tabla 5. Clases de alumbrado para vías de clasificación B. Fuente: IT EA-02.

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

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

Tabla 6. Clases de alumbrado para vías de clasificación C y D. Fuente: IT EA-02.

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

^(*) 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.

Tabla 7. Clases de alumbrado para vías de clasificación E. Fuente: IT EA-02.

En las siguientes tablas se exponen las diferentes clasificaciones para cada tipo de vía.

TIPO 1, CARRETERAS	CLASIFICACIÓN
Calzada	B1, ME5
Vía de escape	D3, CE5
Camino peatonal	E1, CE5

Tabla 8. Clasificación de la vía tipo 1.

TIPO 2, AVENIDAS	CLASIFICACIÓN
Calzada	B1, ME4b
Carril de estacionamiento	D1, CE4
Camino peatonal	E1, S4

Tabla 9. Clasificación de la vía tipo 2.

TIPO 3, CALLES	CLASIFICACIÓN
Calzada	D3, S3
Camino peatonal	E1, S3

Tabla 10. Clasificación de la vía tipo 3.

Las clases de alumbrado expuestas en las tablas anteriores se han obtenido siguiendo el formulario facilitado por el programa DialUX. Todos estos datos se analizan más detalladamente en los estudios de la vía que se realizan en los siguientes apartados.

6.1.2 NIVELES DE ILUMINACION EN LOS VIALES

En las siguientes tablas se presentan los requisitos mínimos o máximos fotométricos que se aplican a las vías correspondientes a las clases de alumbrado.

Clase de Alumbrado	Luminancia de la superficie de la calzada en condiciones secas			Deslumbramiento Perturbador	Iluminación de alrededores
	Luminancia ⁽⁴⁾ Media L_m (cd/m ²) ⁽¹⁾	Uniformidad Global U_o [mínima]	Uniformidad Longitudinal U_{\square} [mínima]	Incremento Umbral TI (%) ⁽²⁾ [máximo]	Relación Entorno SR ⁽³⁾ [mínima]
ME1	2,00	0,40	0,70	10	0,50
ME2	1,50	0,40	0,70	10	0,50
ME3a	1,00	0,40	0,70	15	0,50
ME3b	1,00	0,40	0,60	15	0,50
ME3c	1,00	0,40	0,50	15	0,50
ME4a	0,75	0,40	0,60	15	0,50
ME4b	0,75	0,40	0,50	15	0,50
ME5	0,50	0,35	0,40	15	0,50
ME6	0,30	0,35	0,40	15	Sin requisitos

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

⁽²⁾ Cuando se utilicen fuentes de luz de baja luminancia (lámparas fluorescentes y de vapor de sodio a baja presión), puede permitirse un aumento de 5% del incremento umbral (TI).

⁽³⁾ La relación entorno SR debe aplicarse en aquellas vías de tráfico rodado donde no existan otras áreas contiguas a la calzada que tengan sus propios requisitos. La anchura de las bandas adyacentes para la relación entorno SR será igual como mínimo a la de un carril de tráfico, recomendándose a ser posible 5 m de anchura.

⁽⁴⁾ Los valores de luminancia dados pueden convertirse en valores de iluminancia, multiplicando los primeros por el coeficiente R (según C.I.E.) del pavimento utilizado, tomando un valor de 15 cuando éste no se conozca.

Tabla 11. Series ME de clase de alumbrado para viales tipos A y B. Fuente: IT EA-02.

Clase de Alumbrado ⁽¹⁾	Iluminancia horizontal en el área de la calzada	
	Iluminancia Media E_m (lux) ⁽¹⁾	Iluminancia mínima E_{min} (lux) ⁽¹⁾
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.

Tabla 12. Series S de clase de alumbrado para viales tipos C, D y E. Fuente: IT 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.

Tabla 13. Series CE de clase de alumbrado para viales tipos D y E. Fuente: IT EA-02.

Todos estos valores son los que tomamos de referencia a la hora de analizar los resultados obtenidos de los cálculos realizados con el programa DiaLUX. Los cuales, se exponen en el estudio luminotécnico de cada tipo de vía. En dicho estudio se han tenido en cuenta estos valores mínimos o máximos si analizamos el deslumbramiento, y para cada tipo de vía se ha elegido la luminaria que mejor cumplía los requisitos, adaptando la iluminación de las vías a un menor consumo energético. La elección de las luminarias en cada tipo de vía se expondrá detalladamente en los siguientes puntos.

6.2 PROGRAMA DIALUX 4.12

Para la realización de cada uno de los estudios se utiliza el programa DIALux 4.12, con él se recrean los efectos luminosos reales de los tres tipos de vías en 3D, con el diseño de cada vía el programa es capaz de calcular y mostrar los efectos de la luz en el plano, analizando los valores obtenidos y comparándolos con el Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior, Real Decreto 1890/2008, de manera que muestra si el diseño calculado cumple la normativa o no.

Para realizar nuestro proyecto al abrir el programa debemos elegir escena exterior, la interfaz que tendremos será la siguiente:

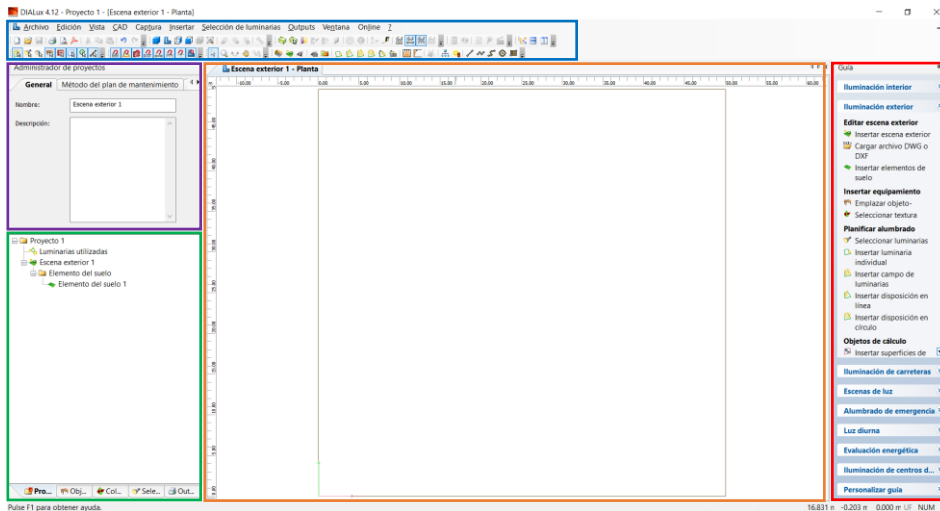


Figura 2. Interfaz DIALux 4.12. Fuente: DIALux.

En esta interfaz encontramos un área de trabajo donde se realiza el proyecto (marcación naranja); en la parte superior tendremos los controles y la selección de luminarias (marcación azul); en el lateral izquierdo tendremos las ventanas de administrador de proyectos (marcación morada) y el árbol de proyecto (marcación verde), con cada uno de los elementos que se vayan agregando así como el resultado de los cálculos que realice el programa; en la ventana de la derecha encontramos una guía que nos ayuda a seguir un orden a la hora de realizar el proyecto (marcación roja). A continuación, se explica el procedimiento de cómo realizar un diseño luminotécnico en dicho programa.

Lo primero que debemos hacer es insertar una calle estándar, eligiendo la opción de la marcación "1", Figura 2.1 en el programa.

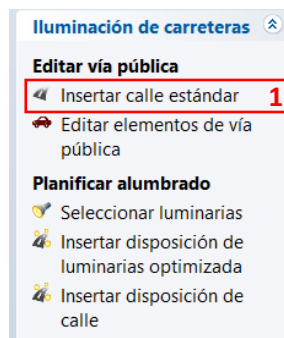


Figura 2.1. Insertar calzada. Fuente: DIALux.

En la parte izquierda del programa, le damos un nombre a la nueva vía y seleccionamos un plan de mantenimiento de 0,57; esta opción es para instalaciones exteriores con un ciclo de mantenimiento de 3 años, (Marcación "2", Figura 2.2). Añadimos elementos de la vía que vamos a diseñar en la ventana de organización, (Marcación "3", Figura 2.2).

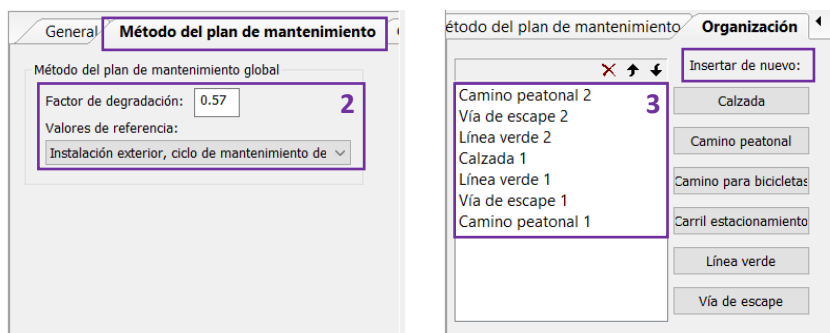


Figura 2.2. Administrador de proyectos. Fuente: DIALux.

Seleccionamos cada una de las partes de la vía y cambiamos en administrador de proyectos el nombre y la anchura de estas, el número de carriles solo es necesario ponerlo en la calzada.

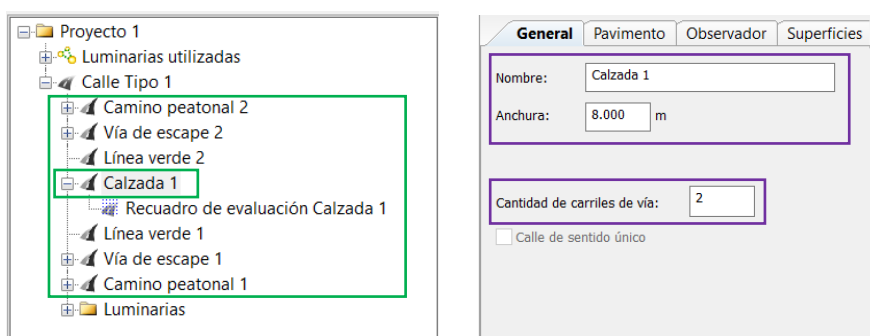


Figura 2.3. Cambio de características de las vías. Fuente: DIALux.

Una vez tenemos todos los elementos organizados tenemos la siguiente disposición de la vía, representada en la (Marcación "4", Figura 2.4), con ello añadimos las luminarias que utilizaremos en este proyecto en el siguiente punto. Las vistas del área de trabajo se pueden modificar en las opciones de la (Marcación "5", Figura 2.4), ellas podemos seleccionar el icono de vista 3D, planta, lateral o frontal.

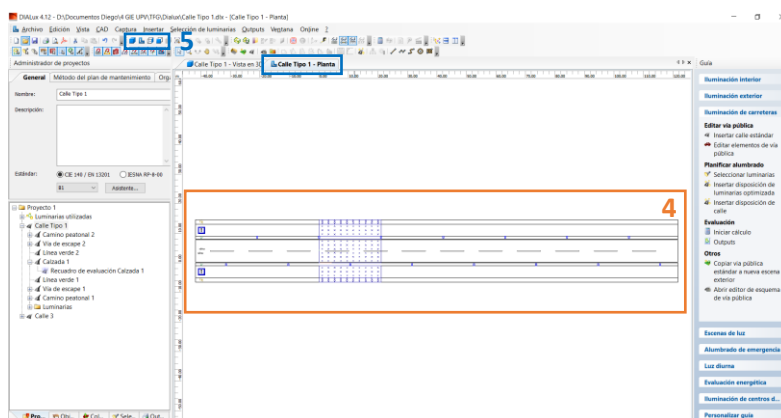


Figura 2.4. Vista planta de la vía. Fuente: DIALux.

Para abrir el catálogo de luminarias pulsaremos “Selección de luminarias”, “catálogos DIALux” y elegiremos el catálogo de “Philips” (Marcación “6”, Figura 2.5).

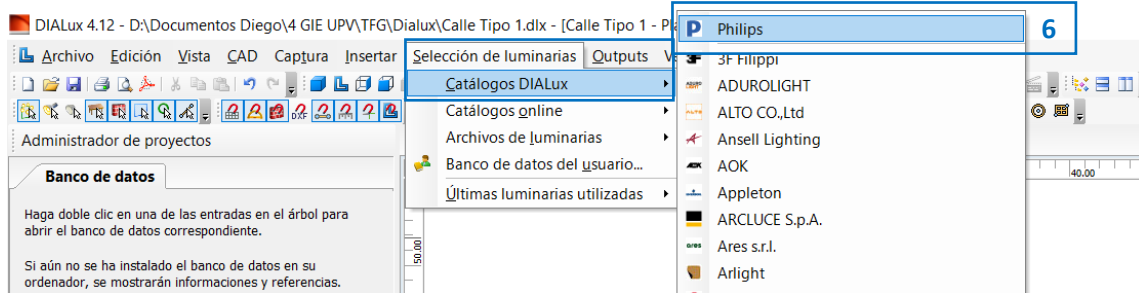


Figura 2.5. Selección de luminarias. Fuente: DIALux.

Dentro del catálogo elegimos “Iluminación exterior”, “Alumbrado público y residencial” y elegimos la familia de luminarias que queremos proyectar, en nuestro caso se ha elegido la familia LUMA. Para la elección final de las luminarias se ha ido probando diferentes modelos dentro de esa familia y se ha utilizado el que mejor se ha adaptado a nuestra vía, cumpliendo los criterios de la normativa del Real Decreto 1890/2008, así como la elección de lámparas lo más eficiente posibles. El catálogo tiene la siguiente vista, Figura 2.6.

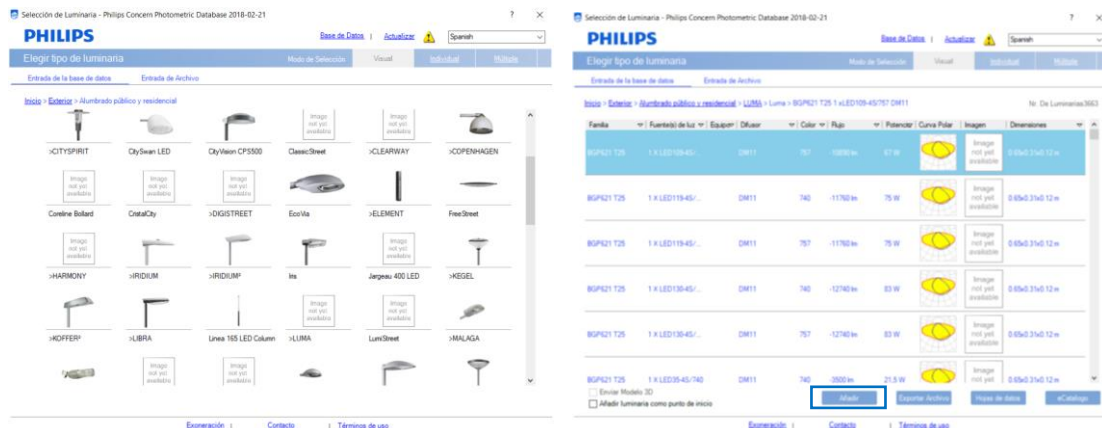


Figura 2.6. Selección de luminarias. Fuente: PHILIPS.

Para insertar la disposición de luminarias seleccionaremos la casilla “Insertar disposición de luminarias optimizada” (Marcación “7”, Figura 2.7)

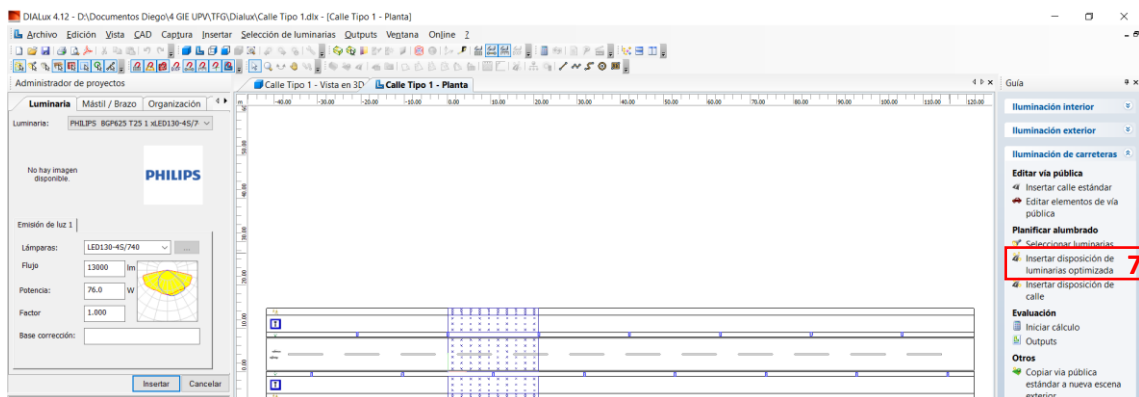


Figura 2.7. Insertar luminarias. Fuente: DIALux.

Al seleccionar esta opción se abre el asistente de disposición de luminarias (*Figura 2.8*), en él, se irán rellenando los campos de separación de mástiles altura y disposición de luminarias en la calzada, todas estas características se analizan más adelante en la disposición de cada tipo de calle, en una de las ventanas del asistente también se añadirá la luminaria seleccionada anteriormente en el catálogo de PHILIPS, para crear la disposición.

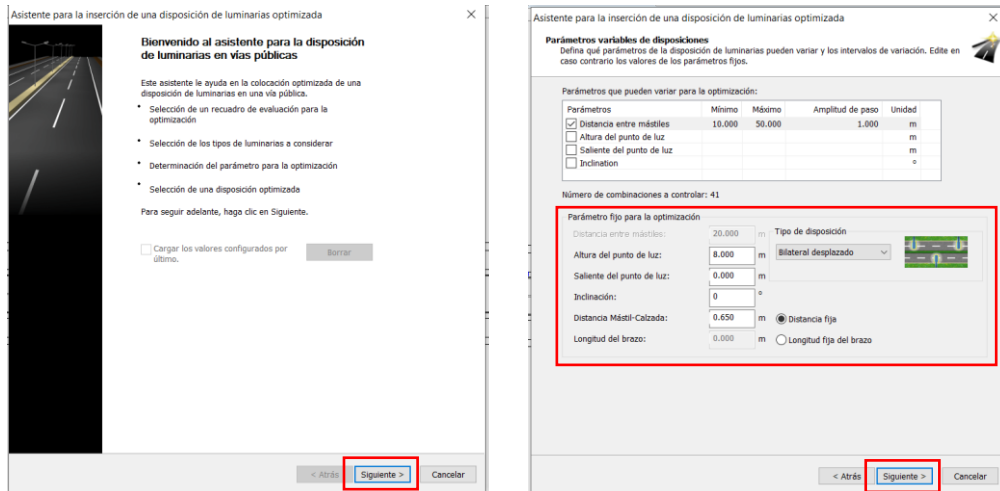


Figura 2.8. Asistente de inserción de luminarias. Fuente: DIALux.

Realizado esto ya tendremos la disposición de luminarias en nuestra calzada en las *Figura 2.9* y *Figura 2.10* podemos observar la planta y el visionado 3D de la vía con las luminarias.

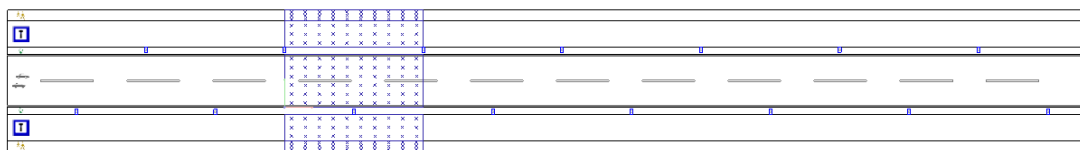


Figura 2.9. Disposición de luminarias. Fuente: DIALux.

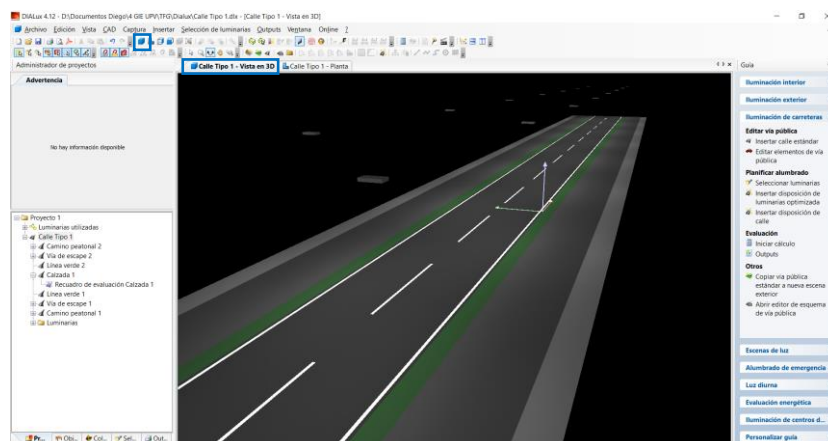


Figura 2.10. Disposición de luminarias 3D. Fuente: DIALux.

En la *Figura 2.10*, observamos la iluminación de la vía con las lámparas colocadas bilateral desplazado en 3D. DIALux únicamente muestra la cabeza de la luminaria ubicada a las medidas que se le hayan indicado al programa, con todo ello el proyectista tiene la opción de elegir el mástil que mejor le concierte, en nuestro caso el montaje de la luminaria en el mástil se realizará en los mástiles ya existentes, ya sean de farolas de suelo o de fachada dependiendo del tipo de calle. El montaje de las nuevas lámparas se detalla en los anexos de cada luminaria instalada.

Para hacer más realistas las recreaciones de cada tipo de vía se añadirán elementos de este tipo de calles, ya sean casas, edificios, vehículos o señalización vial. Para ello se ha creado una escena exterior y se ha insertado elementos suelos para poder posicionar todos los objetos que se sitúan en el diseño (Marcación “7”, *Figura 2.11*).

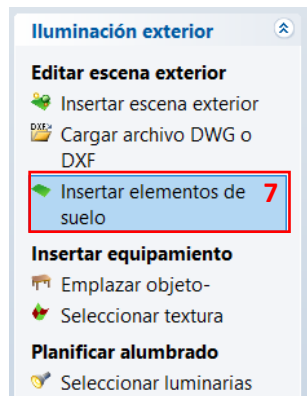


Figura 2.11. Inserción de elemento suelo. Fuente: DIALux.

Seleccionando la pestaña de objetos (Marcación “8”, *Figura 2.12*), se podrán todos los objetos que se exponen en el siguiente listado. Como es una escena exterior todos los elementos que se han elegido corresponden a ese grupo de objetos.

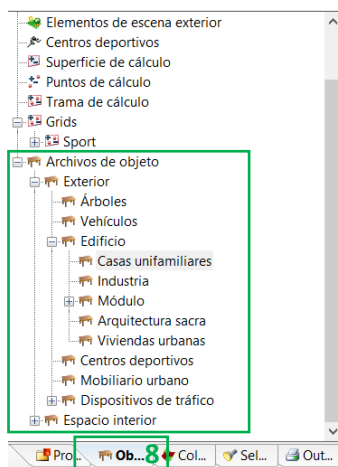


Figura 2.12. Listado de objetos. Fuente: DIALux.

Al seleccionar una categoría de objeto se nos abre un desplegable de imágenes con los diferentes objetos que podemos añadir a nuestra superficie suelo, (Marcación “9”, *Figura 2.13*); cada imagen se puede seleccionar y añadir arrastrando el objeto a nuestra área de trabajo, es recomendable que la vista que tengamos en el momento de añadir los objetos sea la planta, con dicha vista, el visionado 3D y la vista lateral se han ido posicionando todos los objetos, incluyendo en cada diseño de las diferentes vías, objetos comunes con la realidad, en cada una de estas. Para los edificios diseñados con estructuras modulares hay que tener muy en cuenta la altura de dichos objetos para no superponerlos.

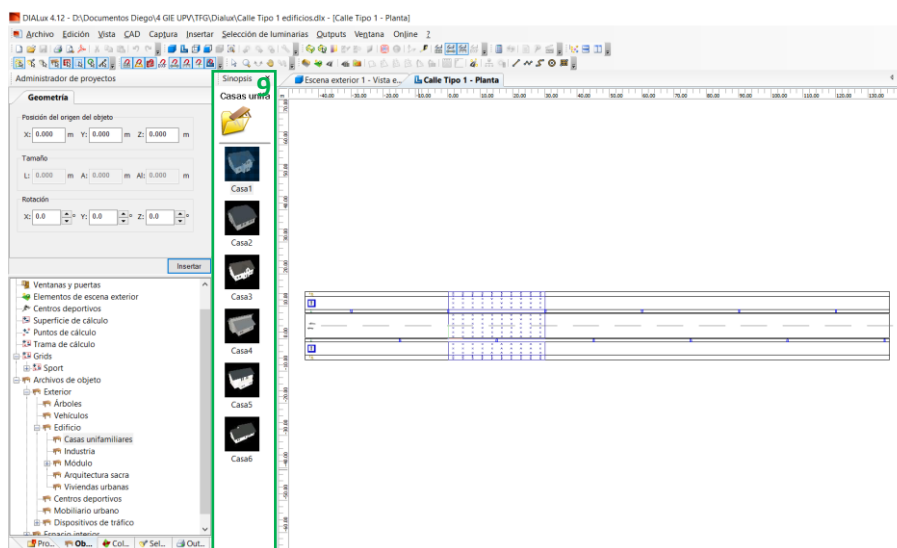


Figura 2.13. Sinopsis de objetos. Fuente: DIALux.

Con todos los objetos ubicados, se realizan agrupaciones de objetos (Marcación “10”, Figura 2.14); para realizarlas deberemos de seleccionar los objetos que queremos agrupar de la lista y una vez seleccionados y clicaremos el botón derecho del ratón y elegimos “unificar”. En la siguiente imagen, se observa seleccionada y de color rojo todo el conjunto de viviendas expuesta en el área de trabajo, dicha agrupación se denomina “casas”.

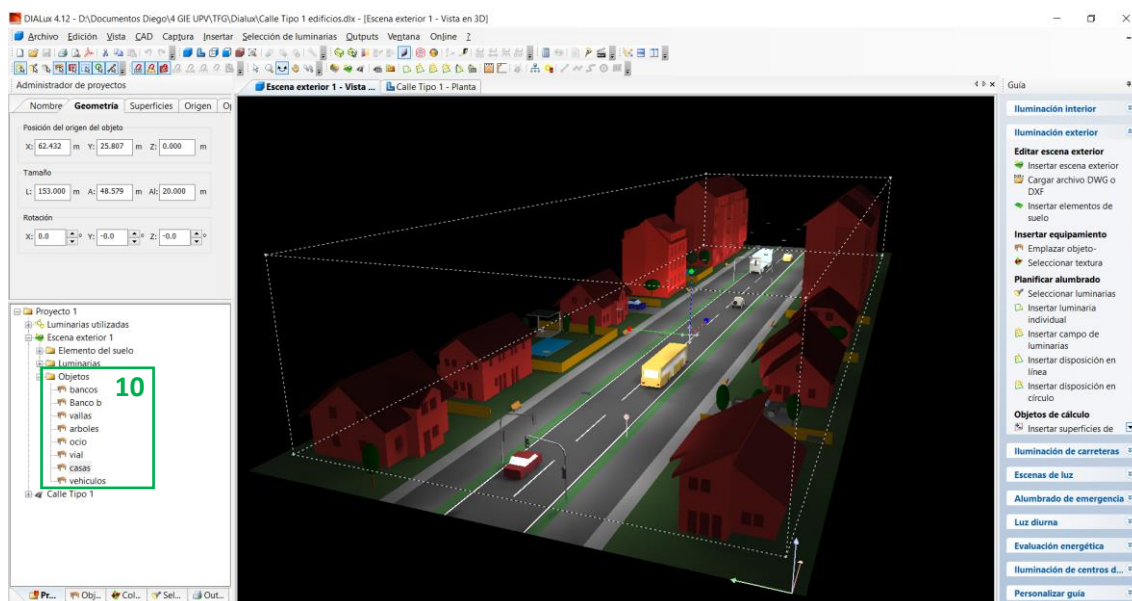


Figura 2.14. Unificación de objetos. Fuente: DIALux.

Con todo lo realizado anteriormente en la *Figura 3* se puede observar el resultado final del diseño en 3D de nuestro modelo de vía, simulando el encendido de las luminarias, mostrando un visionado digital de las vías iluminadas con la ausencia de luz natural.

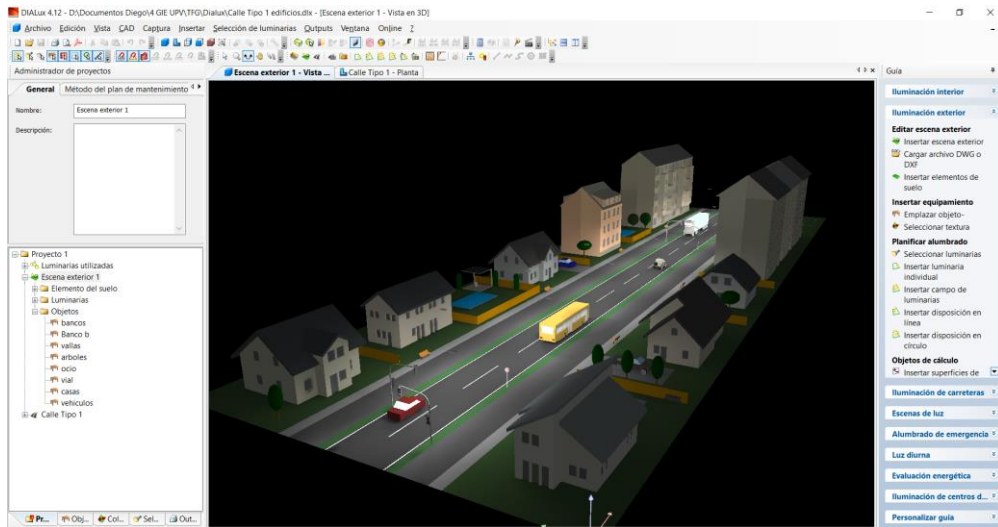


Figura 3. Escena 3D DIALux 4.12. Fuente: DIALux.

En el programa también se puede ver la distribución luminosa de cada lámpara, con las llamadas alas de mariposa, (Marcación “11”, *Figura 2.4*); para seleccionar esta opción nos deberemos de clicar en “Vista” y “Distribución luminosa en 3D” (Marcación “12”, *Figura 2.4*).

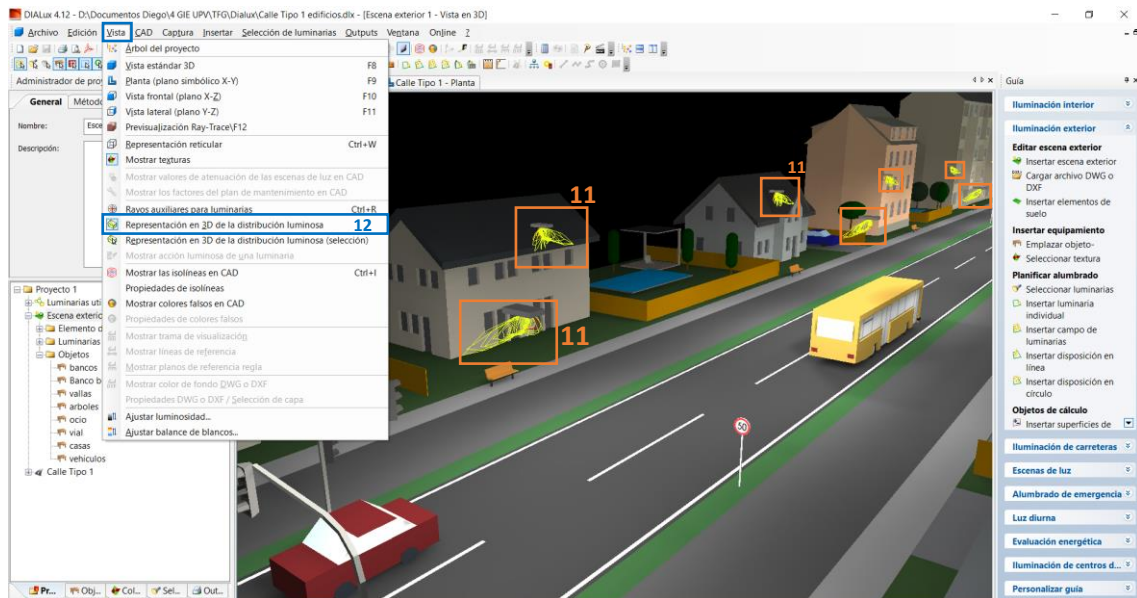


Figura 4. distribución luminosa en 3D. Fuente: DIALux.

Para los tres tipos de vía que se analizan en el presente proyecto, se ha creado un diseño de DIALux diferente, de tal forma que se han realizado tres diseños luminotécnicos con dicho programa, adaptando cada diseño a las especificaciones y condiciones de cada vía que se analiza, obteniendo así una resolución de datos más exacta y objetiva con la realidad.

A continuación, se exponen los tres tipos de vías que se han diseñado con dicho programa.

6.3 TIPO A; CARRETERAS

En el estudio de este tipo de vía, se ha reproducido en el programa DIALux 4.12 el modelo de carreteras que atraviesan la localidad, en los que podemos encontrar la vía principal, una vía auxiliar y una acera para peatones a cada lado, también se analizan la disposición de las luminarias.

6.3.1 LUMINARIAS

Las luminarias están a una altura de 8,5 metros y una separación entre ellas de 15 metros, la organización que se utiliza en este tipo de calle es bilateral desplazado, con ello se asegura los requerimientos mínimos fotométricos.

El tipo de luminaria que se ha usado ha sido:

PHILIPS BGP625 80xLED130-4S/740 DM11

Esta luminaria utiliza tecnología LED y pertenece la familia Philips LUMA, tiene un flujo luminoso entre 11830 lm y 13000 lm, una eficiencia de 154 lm/W, una temperatura de color de 4000 K, un índice de reproducción cromática (IRC) mayor o igual a 70, y consume una potencia de 76 W; en la siguiente ilustración podemos observar la luminaria utilizada para este tipo de calle.



Ilustración 3. Luminaria Philips LUMA tipo A. Fuente: PHILIPS.

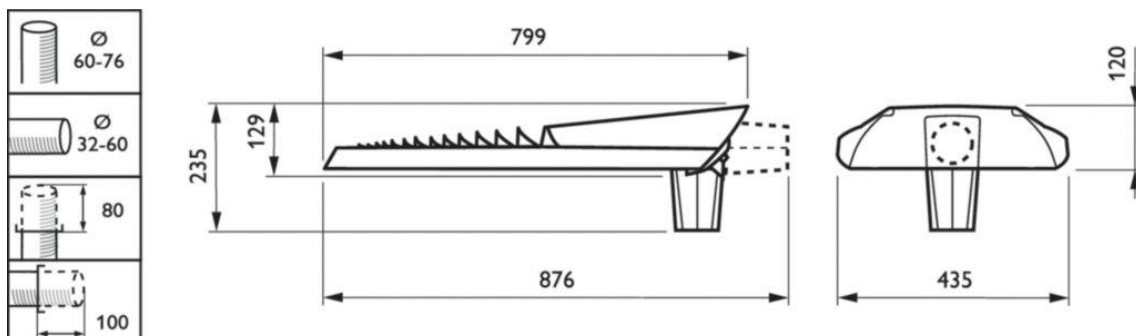


Figura 5. Dimensiones luminaria Philips LUMA. Fuente: PHILIPS.

En la Figura 5 podemos observar las dimensiones que tiene nuestra lámpara en mm, así como los diámetros de la cabeza, la cual se adaptaran a la instalación actual. Su índice de protección frente a la lluvia y al polvo es IP 66.

El montaje de la luminaria se realiza en los mástiles de las lámparas ya existentes, y únicamente se cambia la cabeza, de esta forma se abaratan costes y tiempos de montaje. El ensamblaje de la nueva luminaria se detalla en el Anexo I de la presente luminaria.

La distribución de flujo luminoso está representada por tres curvas con diferentes ángulos que nos indican el flujo luminoso en paralelo (línea roja) y perpendicular (línea verde y azul) a la vía.

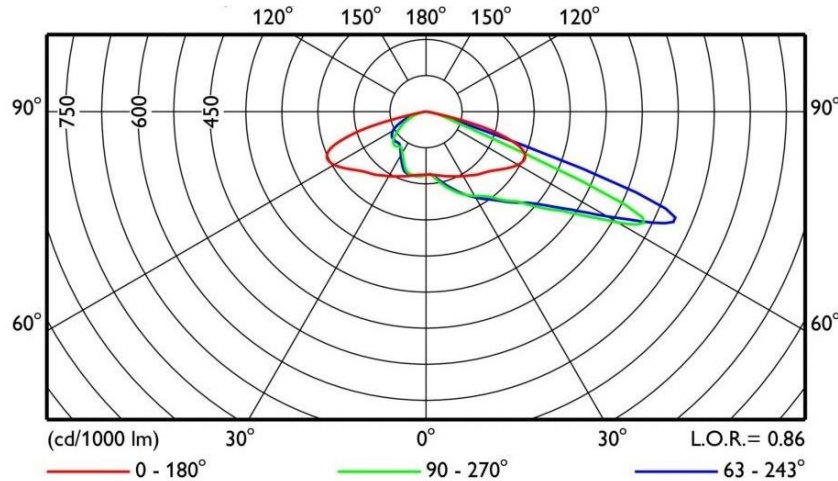


Figura 6. Diagrama del flujo luminoso de la lámpara. Fuente: PHILIPS.

Todos los datos técnicos de la luminaria que se utilizan en carreteras se incluyen en el Anexo I, también se incluye el montaje de la lámpara, según las indicaciones del fabricante.

6.3.2 ESTUDIO DE LA VÍA

A continuación, se muestra la distribución de la calle, indicando cada parte con números y la posición de las farolas con rectángulos rojos; cada una de las partes se define explicando el tipo de vía, la clase de iluminación necesaria siguiendo la guía EA-02 del Real Decreto 1890/2008 y los resultados luminotécnicos obtenidos. Las luminarias tienen disposición bilateral desplazado.

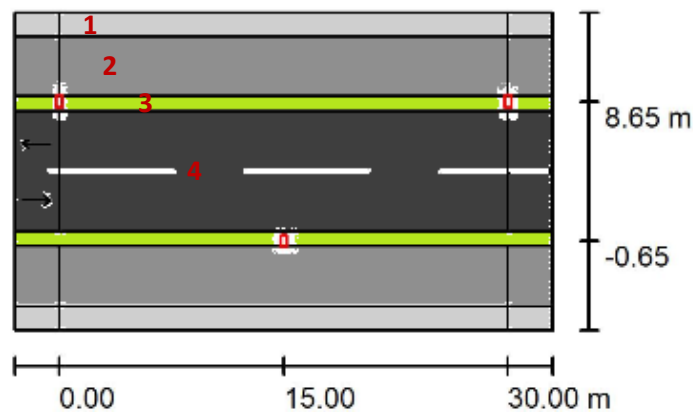


Figura 7. Carretera. Fuente: DIALux.

1. *Camino peatonal*: por este tipo de vía pasaran peatones, tiene una anchura de 1,6 metros y se encuentra a ambos lados de la vía. La clase de iluminación seleccionada es la CE5, debido a que el flujo de peatones es normal, por ello la guía EA-02 del Real Decreto 1890/2008 nos exige un mínimo de Iluminancia Media (E_m) de 7,5 lux, y Uniformidad Global (U_o) de 0,4. Los valores obtenidos con el programa DIALux de nuestra instalación cumplen dichos requerimientos fotométricos.

E_m [lx]	U_o	E_m [lx]	U_o
7.79	0.54	7.79	0.54
≥ 7.50	≥ 0.40	≥ 7.50	≥ 0.40
✓	✓	✓	✓
<i>Camino peatonal 1</i>		<i>Camino peatonal 2</i>	

2. *Vía de escape*: este tipo de vía de 4 metros de anchura a ambos lados está diseñada para mejorar la entrada y salida de vehículos a sus garajes, así como a las calles perpendiculares de la vía, de esta manera se consigue que el tráfico de la calzada sea más fluido. Estas vías de escape no se encontrarán en todos los tramos de carreteras que atraviesan la localidad, pero se ha tenido en cuenta para obtener la posición más desfavorable y así llegar a los requerimientos fotométricos mínimos exigidos por el RD 1890/2008. En nuestro caso la clase de iluminación elegida es la CE5, debido a que es una vía de baja velocidad con una densidad de tráfico baja, por ello la guía EA-02 del Real Decreto 1890/2008 nos exige un mínimo de Iluminancia Media (E_m) de 7,5 lux, y Uniformidad Global (U_o) de 0,4. Los valores obtenidos con el programa DIALux de nuestra instalación cumplen dichos requerimientos fotométricos.

E_m [lx]	U_o	E_m [lx]	U_o
14.59	0.46	14.59	0.46
≥ 7.50	≥ 0.40	≥ 7.50	≥ 0.40
✓	✓	✓	✓
<i>Vía de escape 1</i>		<i>Vía de escape 2</i>	

3. *Vía verde*: este tipo de vía se usa para la separación de la vía de escape y la calzada, está formada por unos adoquines con una pequeña zona verde encima; en ella se alojan las farolas que iluminan la vía.
4. *Calzada*: es una vía de velocidad moderada y tiene 8 metros de anchura. La clase de iluminación elegida es ME5, debido a que el tipo de carretera según el RD 1890/2008 es B1, es decir, es una carretera con cruces e intersecciones, la intensidad media de tráfico diario (IMD) es inferior a 7000, por lo que la guía EA-02 del Real Decreto 1890/2008 nos exige un mínimo de Luminancia Media (L_m) de 0,5 cd/m^2 , Uniformidad Global (U_o) de 0,35; Uniformidad Longitudinal (UI) de 0,4; un Deslumbramiento Perturbador (Incremento Umbral, TI) inferior al 15 % y una Relación Entorno (SR) superior a 0,5. Los valores obtenidos con el programa DIALux de nuestra instalación cumplen dichos requerimientos fotométricos.

L_m [cd/m^2]	U_o	UI	TI [%]	SR
1.77	0.90	0.90	9	0.68
≥ 0.50	≥ 0.35	≥ 0.40	≤ 15	≥ 0.50
✓	✓	✓	✓	✓

En las siguientes imágenes podemos observar las isóneas de los niveles de iluminación obtenidos en Lux, así como la escala de grises de la calzada.

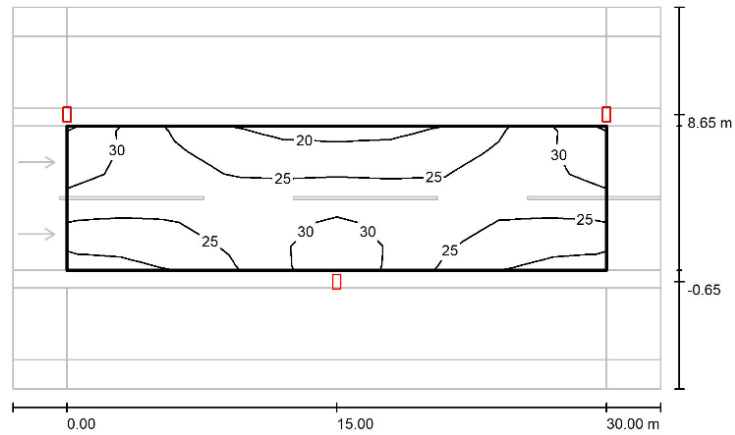


Figura 8. Evaluación isóneas. Fuente: DIALux.

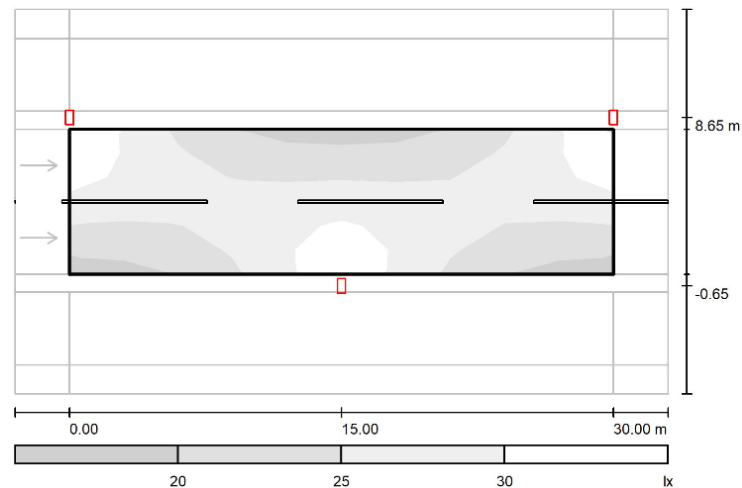


Figura 9. Evaluación escala de grises. Fuente: DIALux.

La posición de las luminarias en ambas imágenes es la misma que la mostrada en la figura 7. Todos los valores recogidos se han calculado con el programa DIALux 4.12.

Los valores de Iluminancia media (E_m); Iluminancia mínima (E_{min}); Iluminancia máxima (E_{max}); así como las relaciones entre ellos, obtenidos de la calzada han sido los siguientes:

Trama: 10 x 6 Puntos

E_m [lx]
26

E_{min} [lx]
20

E_{max} [lx]
32

E_{min} / E_m
0.757

E_{min} / E_{max}
0.605

En el Anexo II se especifican cada uno de los valores obtenidos con el programa DIALux 4.12 justificando los requerimientos fotométricos especificados por el RD 1890/2008.

Con el programa DIALux 4.12 se ha realizado el siguiente diseño 2D y 3D para este tipo de calle, en él se han puesto el tipo de casas más común, la distribución de la carretera y los elementos comunes que tenemos en la carretera como señalización, semáforos y vehículos.

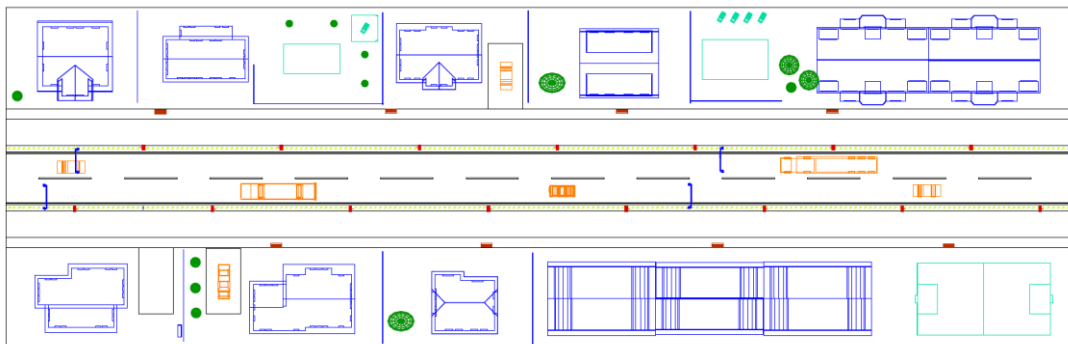


Figura 10. Plano planta carretera.

El plano anterior muestra una vista de la planta de la carretera, donde los cuadrados pequeños rojos son la posición de las farolas en la vía, bilateral desplazado.

En la siguiente imagen se muestra el modelo 3D de la carretera, se puede observar como queda iluminada la vía.



Figura 11. Vista 3D carretera. Fuente: DIALux.

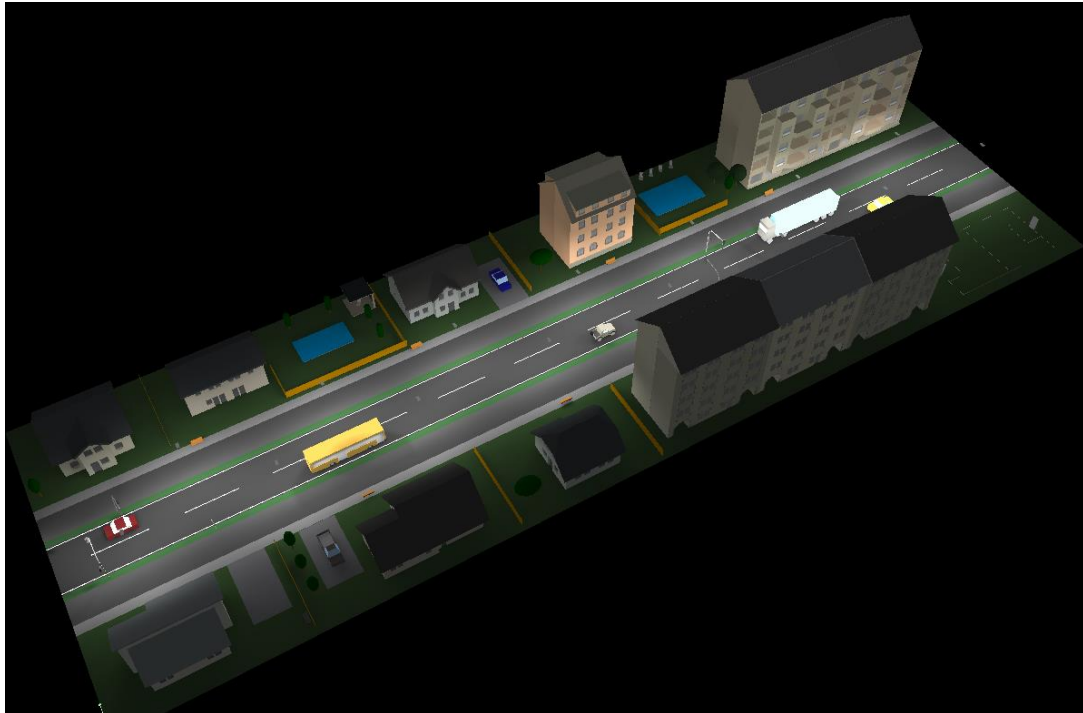


Figura 12. Vista 3D carretera. Fuente: DIALux.

Con las siguientes *Figura 13* y *Figura 14* se muestra el modelo 3D de la carretera con la representación de la distribución luminosa, se puede observar las llamadas comúnmente alas de mariposa debido a que la forma de las ondas que se dibujan en cada luminaria tiene dicha forma y representan la dirección de la luz sobre el plano.

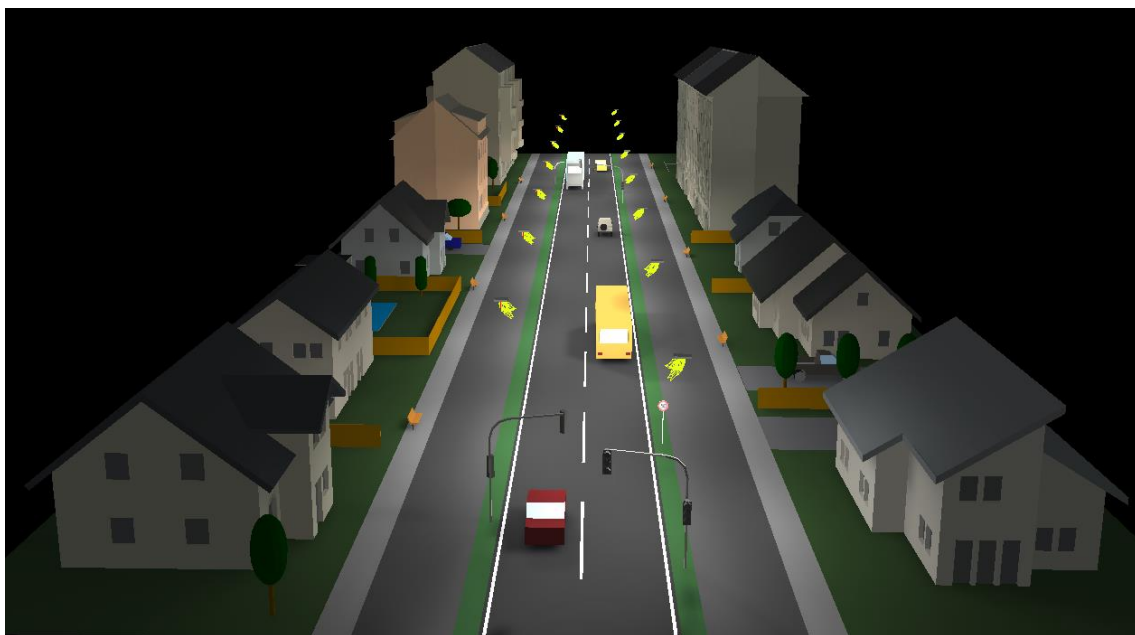


Figura 13. Vista 3D carretera con distribución luminosa. Fuente: DIALux.



Figura 14. Vista 3D carretera con distribución luminosa. Fuente: DIALux.

En el apartado de planos se representa la planta de este tipo de vía.

6.4 TIPO B; AVENIDAS

En el estudio de este tipo de vía, se ha reproducido en el programa DIALux 4.12 el modelo de avenidas que atraviesan la localidad, en los que podemos encontrar la vía principal o calzada, un carril de estacionamiento y una acera para peatones a cada lado, también se analizan la disposición de las luminarias.

6.4.1 LUMINARIAS

Las luminarias están a una altura de 8 metros y una separación entre ellas de 19 metros, la organización que se utiliza en este tipo de calle es bilateral frente a frente, con ello se asegura los requerimientos mínimos fotométricos.

El tipo de luminaria que se ha usado ha sido:

PHILIPS BGP621 T25 1 xLED40-4S/740 DM11

Esta luminaria utiliza tecnología LED y pertenece la familia Philips LUMA, tiene un flujo luminoso entre 3640 lm y 4000 lm, una eficiencia luminosa de 148 lm/W, una temperatura de color de 4000 K, un índice de reproducción cromática (IRC) mayor o igual a 70, y consume una potencia de 24,5 W. En la siguiente ilustración podemos observar la luminaria utilizada para este tipo de calle.



Ilustración 4. Luminaria Philips LUMA tipo B. Fuente: PHILIPS.

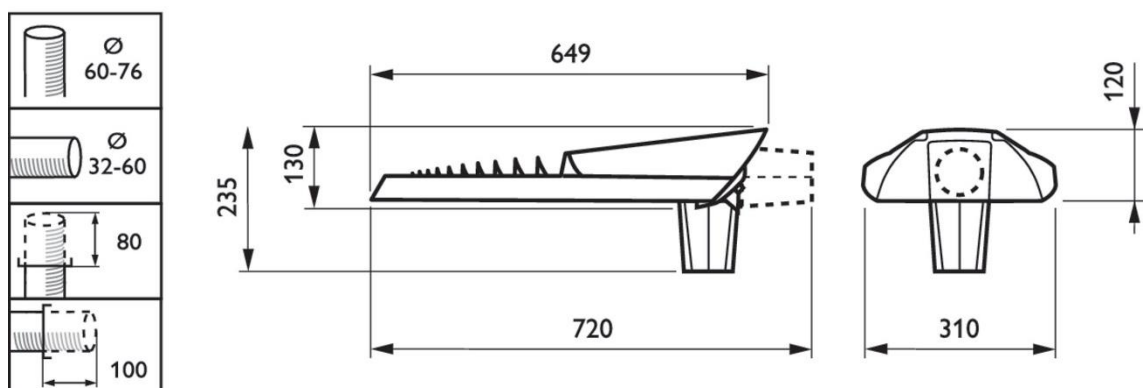


Figura 15. Dimensiones luminaria Philips LUMA. Fuente: PHILIPS.

En la *Figura 15* podemos observar las dimensiones que tiene nuestra lámpara en mm, así como los diámetros de la cabeza, la cual se adaptaran a la instalación actual. Su índice de protección frente a la lluvia y al polvo es IP 66.

El montaje de la luminaria se realiza en los mástiles de las lámparas ya existentes, y únicamente se cambia la cabeza, de esta forma se abaratan costes y tiempos de montaje. El ensamblaje de la nueva luminaria se detalla en el Anexo I de la presente luminaria.

La distribución de flujo luminoso para esta luminaria está representada por tres curvas con diferentes ángulos que nos indican el flujo luminoso en paralelo (línea roja) y perpendicular (línea verde y azul) a la vía.

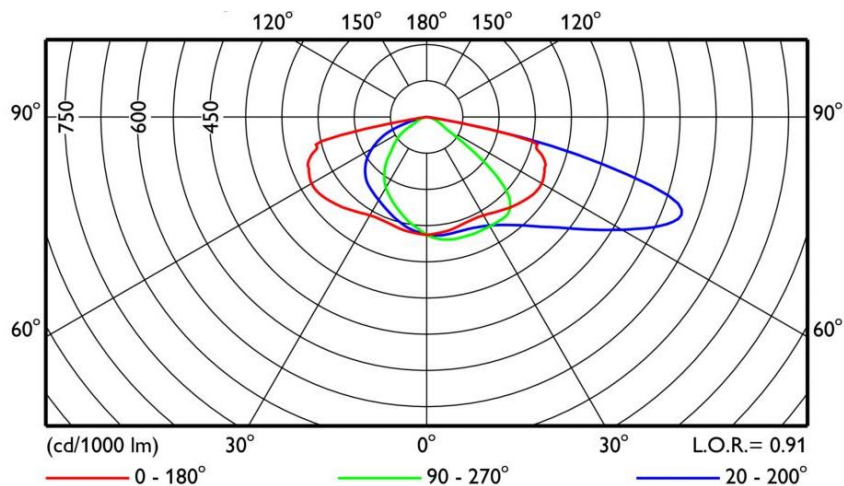


Figura 16. Diagrama del flujo luminoso de la lámpara. Fuente: PHILIPS.

Todos los datos técnicos de la luminaria que se utilizan en avenidas se incluyen en el Anexo I, también se incluye el montaje de la lámpara, según las indicaciones del fabricante. Estas hojas de características son para el modelo PHILIPS BGP621 T25 1 xLED35-4S/740 DM11, dicho modelo es de la misma familia que el utilizado en nuestra instalación, y es por ello que el fabricante lo utiliza para relacionar ambos modelos, ya que el montaje es el mismo y únicamente cambia la potencia e intensidad lumínica que se adapta al modelo que se compra al fabricante.

6.4.2 ESTUDIO DE LA VÍA

A continuación, se muestra la distribución de la calle, indicando cada parte con números, la posición de las farolas está representada con rectángulos rojos. Las luminarias tienen una disposición bilateral frente a frente.

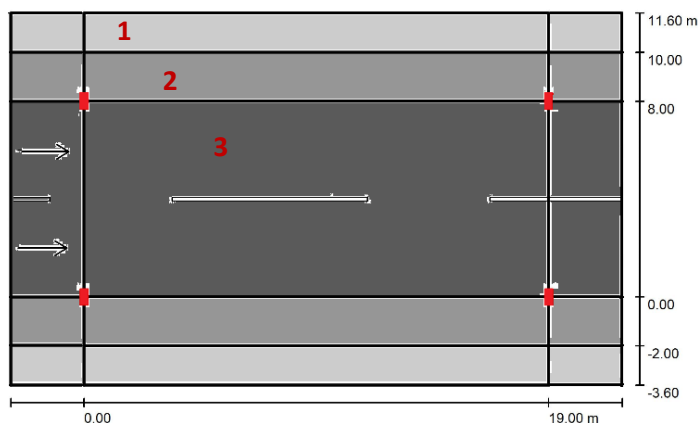


Figura 17. Avenida. Fuente: DIALux.

1. *Camino peatonal*: por este tipo de vía pasaran peatones, tiene una anchura de 1,6 metros y se encuentra a ambos lados de la vía. La clase de iluminación seleccionada es la S4, debido a que el flujo de peatones es normal, por ello la guía EA-02 del Real Decreto 1890/2008 nos exige un mínimo de Iluminancia Media (E_m) de 5 lux, e Iluminancia mínima (E_{min}) de 1 lux. Los valores obtenidos con el programa DIALux de nuestra instalación cumplen dichos requerimientos fotométricos.

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{min} (semicil.) [lx]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{min} (semicil.) [lx]
6.89	4.87	1.57	6.89	4.87	1.57
≥ 5.00	≥ 1.00	≥ 1.00	≥ 5.00	≥ 1.00	≥ 1.00
✓	✓	✓		✓	✓
<i>Camino peatonal 1</i>			<i>Camino peatonal 2</i>		

2. *Carril de estacionamiento*: tenemos 2 metros de anchura a ambos lados, con este carril se mejora la disponibilidad de aparcamiento en las avenidas principales de la localidad. En nuestro caso la clase de iluminación elegida es la CE4, debido a que es un carril de estacionamiento o aparcamiento, por ello la guía EA-02 del Real Decreto 1890/2008 nos exige un mínimo de Iluminancia Media (E_m) de 10 lux, y Uniformidad Global (U_o) de 0,4. Los valores obtenidos con el programa DIALux de nuestra instalación cumplen dichos requerimientos fotométricos.

E_m [lx]	U_o	E_m [lx]	U_o
10.18	0.72	10.18	0.72
≥ 10.00	≥ 0.40	≥ 10.00	≥ 0.40
✓	✓	✓	✓
<i>Carril de estacionamiento 1</i>		<i>Carril de estacionamiento 2</i>	

3. *Calzada*: es una vía de velocidad moderada y tiene 8 metros de anchura. La clase de iluminación elegida es ME4b, debido a que el tipo de carril según el RD 1890/2008 es B1, es decir, es una vía distribuidora local con acceso a zonas residenciales, la intensidad media de tráfico diario (IMD) es inferior a 7000, por lo que la guía EA-02 del Real Decreto 1890/2008 nos exige un mínimo de Luminancia Media (L_m) de 0,75 cd/m², Uniformidad Global (U_o) de 0,4; Uniformidad Longitudinal (UI) de 0,5; un Deslumbramiento Perturbador (Incremento Umbral, TI) inferior al 15 % y una Relación Entorno (SR) superior a 0,5. Los valores obtenidos con el programa DIALux de nuestra instalación cumplen dichos requerimientos fotométricos.

L_m [cd/m ²]	U_o	UI	TI [%]	SR
0.95	0.89	0.90	7	0.60
≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.50	≤ 15	≥ 0.50
✓	✓	✓	✓	✓

En las siguientes imágenes podemos observar las isólinas de los niveles de iluminación obtenidos en Lux, así como la escala de grises de la calzada para las avenidas.

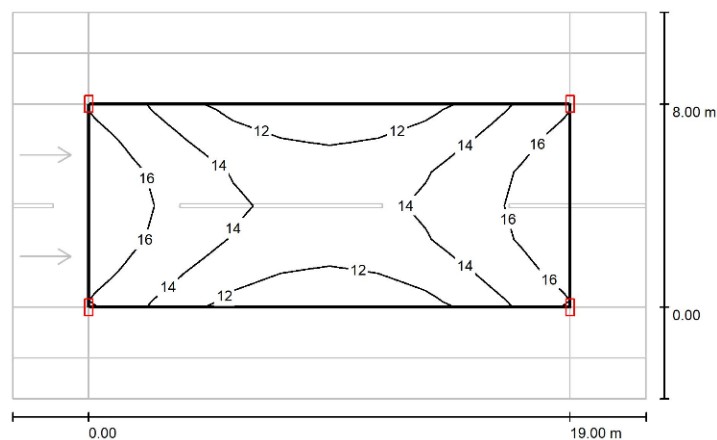


Figura 18. Evaluación isólinas. Fuente: DIALux.

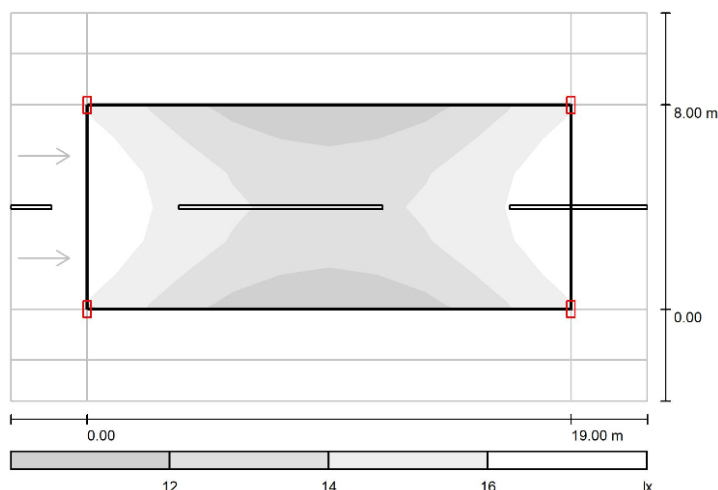


Figura 19. Evaluación escala de grises. Fuente: DIALux.

La posición de las luminarias en ambas imágenes es la misma que la mostrada en la figura 17. Todos los valores recogidos se han calculado con el programa DIALux 4.12.

Los valores de Iluminancia media (E_m); Iluminancia mínima (E_{min}); Iluminancia máxima (E_{max}); así como las relaciones entre ellos, obtenidos de la calzada han sido los siguientes:

Trama: 10 x 6 Puntos

E_m [lx]
14

E_{min} [lx]
11

E_{max} [lx]
17

E_{min} / E_m
0.781

E_{min} / E_{max}
0.646

En el Anexo II se especifican cada uno de los valores obtenidos con el programa DIALux 4.12 justificando los requerimientos fotométricos especificados por el RD 1890/2008.

Con el programa DIALux 4.12 se ha realizado el siguiente diseño para este tipo de calle, en él se han puesto el tipo de viviendas más comunes, edificios y viviendas unifamiliares, a la distribución de la avenida se han añadido parques y un edificio histórico.

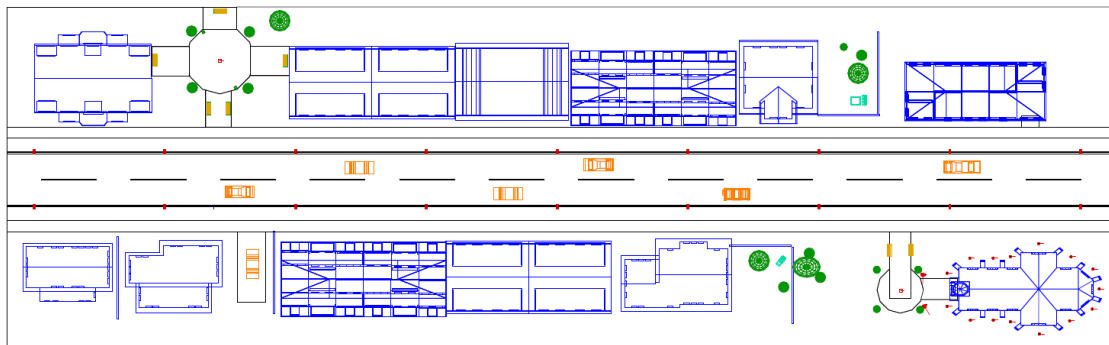


Figura 20. Plano planta avenida.

El plano anterior muestra una vista de la planta de la avenida, donde los cuadrados pequeños rojos son la posición de las farolas en la vía, bilateral frente a frente.

En la siguiente imagen se muestra el modelo 3D de la avenida, se puede observar como queda iluminada la vía.



Figura 21. Vista 3D avenida. Fuente: DIALux.



Figura 22. Vista 3D avenida. Fuente: DIALux.

Con las siguientes *Figura 23* y *Figura 24* se muestra el modelo 3D de la carretera con la representación de la distribución luminosa. En estas representaciones Se puede observar las llamadas comúnmente, alas de mariposa debido a que la forma de las ondas que se dibujan en cada luminaria tiene dicha forma y representan la dirección de la luz sobre el plano.



Figura 23. Vista 3D avenida con distribución luminosa. Fuente: DIALux.



Figura 24. Vista 3D avenida con distribución luminosa. Fuente: DIALux.

En el apartado de planos se representa la planta de este tipo de vía.

6.5 TIPO C; CALLES

En el estudio de este tipo de vía, se ha reproducido en el programa DIALux 4.12 el modelo de calles que atraviesan la localidad. En ellos encontramos la vía principal o calzada y una acera para peatones a cada lado, también se analizan la disposición de las luminarias.

6.5.1 LUMINARIAS

Las luminarias están a una altura de 7 metros y una separación entre ellas de 21 metros, la organización que se utiliza en este tipo de calle es unilateral arriba, con ello se asegura los requerimientos mínimos fotométricos.

El tipo de luminaria que se ha usado ha sido:

PHILIPS BGP621 T25 1 xLED50-4S/740 DM11

Esta luminaria utiliza tecnología LED y pertenece la familia Philips LUMA, tiene un flujo luminoso entre 4550 lm y 5000 lm, una eficiencia de 152 lm/W, una temperatura de color de 4000 K, un índice de reproducción cromática (IRC) mayor o igual a 70, y consume una potencia de 30,5 W; en la siguiente ilustración podemos observar la luminaria utilizada para este tipo de calle.



Ilustración 5. Luminaria Philips LUMA tipo C. Fuente: PHILIPS.

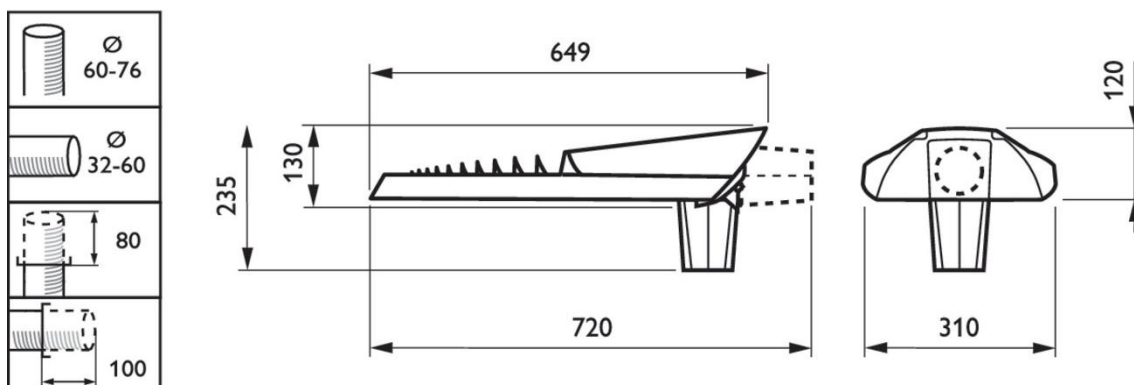


Figura 25. Dimensiones luminaria Philips LUMA. Fuente: PHILIPS.

En la Figura 25 podemos observar las dimensiones que tiene nuestra lámpara en mm, así como los diámetros de la cabeza, la cual se adaptaran a la instalación actual. Su índice de protección frente a la lluvia y al polvo es IP 66.

En este tipo de calles, la luminaria se instala sobre las fachadas de los edificios o viviendas y en los casos que se precisan se instalan sobre postes. El montaje de esta luminaria se realiza en los postes ya existentes, reduciendo costes y tiempos de montaje, la descripción de dicho montaje se especifica en el Anexo I de la presente luminaria.

La distribución de flujo luminoso está representada por tres curvas con diferentes ángulos que nos indican el flujo luminoso en paralelo (línea roja) y perpendicular (línea verde y azul) a la vía.

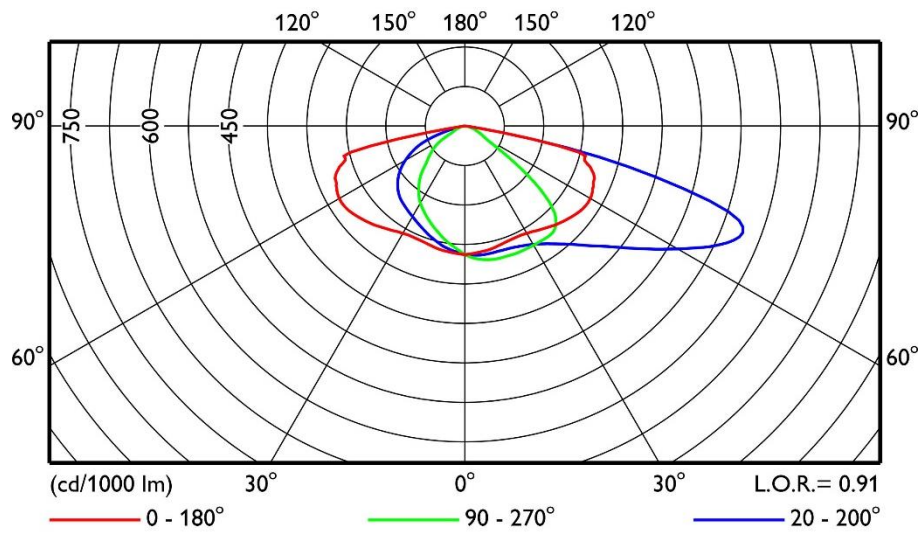


Figura 26. Diagrama del flujo luminoso de la lámpara. Fuente: PHILIPS.

Todos los datos técnicos de la luminaria que se utilizan en avenidas se incluyen en el Anexo I, también se incluye una parte en la que se indica el montaje de la lámpara, según las indicaciones del fabricante, estas hojas de características son para el modelo PHILIPS BGP621 T25 1 xLED55-4S/740 DM11 dicho modelo es de la misma familia que el utilizado en nuestra instalación, y es por ello que el fabricante lo utiliza para relacionar ambos modelos, ya que el montaje es el mismo y únicamente cambia la potencia e intensidad lumínica que se adapta al modelo que se compra al fabricante.

6.5.2 ESTUDIO DE LA VÍA

A continuación, se muestra la distribución de la calle, indicando cada parte con números, la posición de las farolas está representada con rectángulos rojos. La disposición de las luminarias es unilateral arriba.

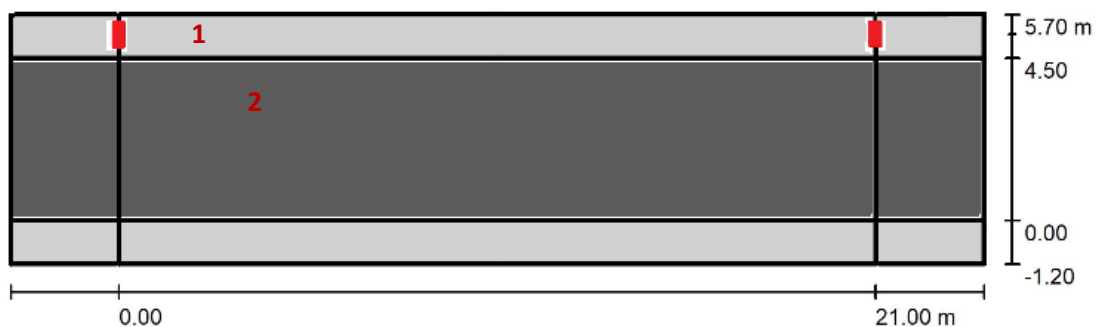


Figura 27. Calle. Fuente: DIALux.

1. *Camino peatonal*: por este tipo de vía pasaran peatones, tiene una anchura de 1,2 metros y se encuentra a ambos lados de la vía. La clase de iluminación seleccionada es la S3, debido a que el flujo de peatones es normal – medio alto, por ello la guía EA-02 del Real Decreto 1890/2008 nos exige un mínimo de Iluminancia Media (E_m) de 7,5 lux, e Iluminancia mínima (E_{min}) de 1,5 lux. Los valores obtenidos con el programa DIALux de nuestra instalación cumplen dichos requerimientos fotométricos.

E_m [lx] 9.72 ≥ 7.50 ✓	E_{min} [lx] 5.46 ≥ 1.50 ✓	E_m [lx] 7.76 ≥ 7.50 ✓	E_{min} [lx] 6.68 ≥ 1.50 ✓
<i>Camino peatonal 1</i>		<i>Camino peatonal 2</i>	

2. *Calzada*: es una vía de velocidad moderada y tiene 4,5 metros de anchura. La clase de iluminación elegida es S3, debido a que el tipo de carril según el RD 1890/2008 es una calle residencial suburbana con aceras para peatones a lo largo de la calzada. El flujo de tráfico y peatones es normal por lo que la guía EA-02 del Real Decreto 1890/2008 nos exige un mínimo de Iluminancia Media (E_m) de 7,5 lux, e Iluminancia mínima (E_{min}) de 1,5 lux. Los valores obtenidos con el programa DIALux de nuestra instalación cumplen dichos requerimientos fotométricos.

E_m [lx] 9.97 ≥ 7.50 ✓	E_{min} [lx] 7.02 ≥ 1.50 ✓
-----------------------------------	---------------------------------------

En las siguientes imágenes podemos observar las isólinas de los niveles de iluminación obtenidos en Lux, así como la escala de grises de la calzada para las avenidas.

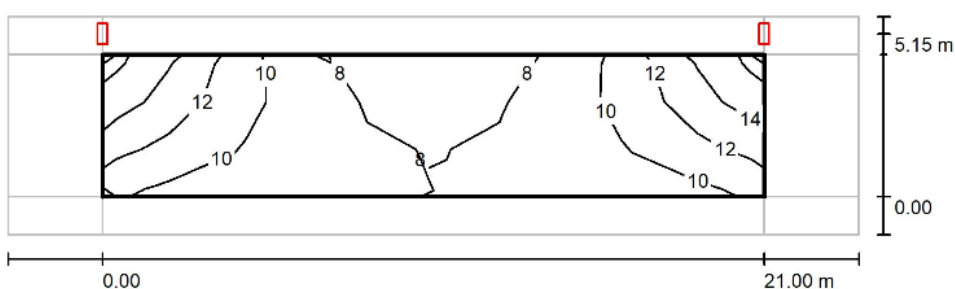


Figura 28. Evaluación isólinas. Fuente: DIALux.

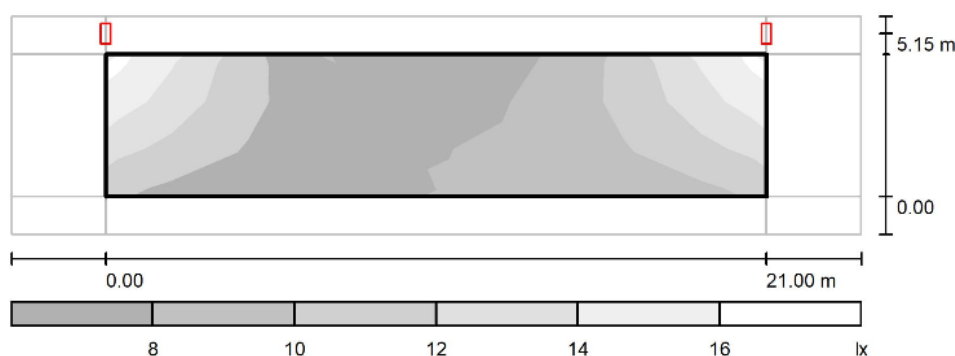


Figura 29. Evaluación escala de grises. Fuente: DIALux.

La posición de las luminarias en ambas imágenes es la misma que la mostrada en la *figura 27*, todos los valores recogidos se han calculado con el programa DIALux 4.12.

Los valores de Iluminancia media (E_m); Iluminancia mínima (E_{min}); Iluminancia máxima (E_{max}); así como las relaciones entre ellos, obtenidos de la calzada han sido los siguientes:

Trama: 10 x 3 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
9.97	7.02	15	0.704	0.461

En el Anexo II se especifican cada uno de los valores obtenidos con el programa DIALux 4.12 justificando los requerimientos fotométricos especificados por el RD 1890/2008.

Con el programa DIALux 4.12 se ha realizado el siguiente diseño para este tipo de calle, en él se han puesto el tipo de viviendas más comunes, edificios y viviendas unifamiliares.

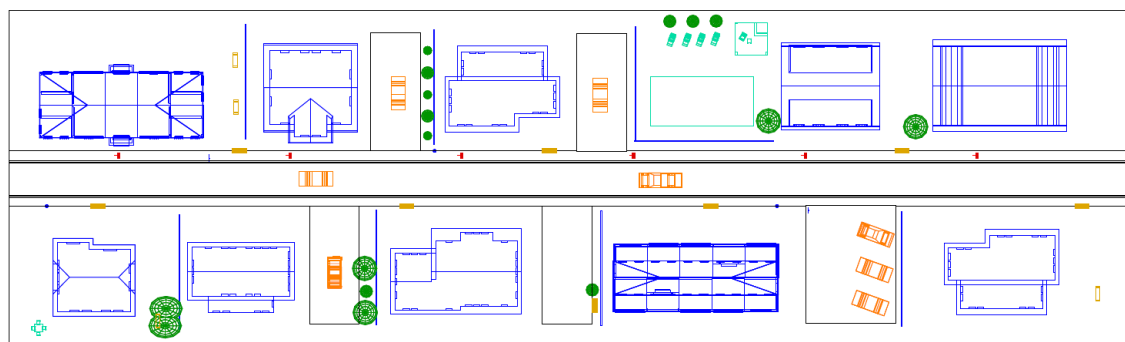


Figura 30. Plano planta calle.

El plano anterior muestra una vista de la planta de la calle, donde los cuadrados pequeños rojos son la posición de las farolas en la vía, unilateral arriba.

En las siguientes imágenes se muestra el modelo 3D de la calle, se puede observar como queda iluminada la vía.



Figura 31. Vista 3D calle. Fuente: DIALux.

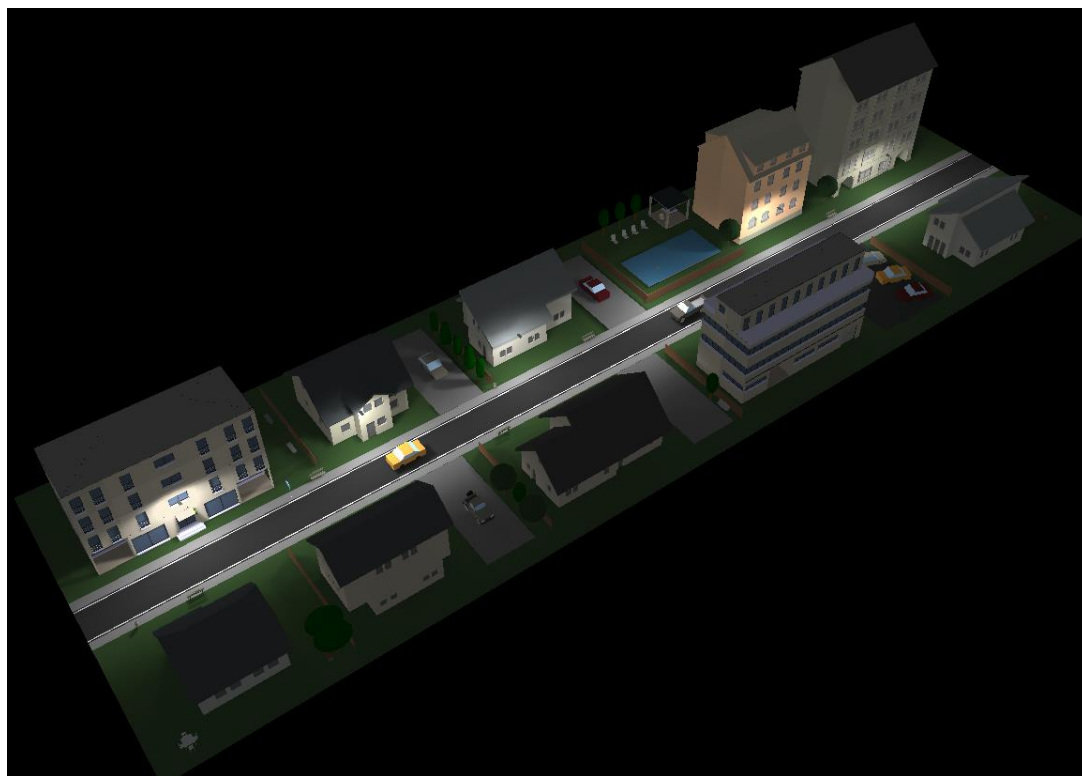


Figura 32. Vista 3D calle. Fuente: DIALux.

Con las siguientes *Figura 33* y *Figura 34* se muestra el modelo 3D de la carretera con la representación de la distribución luminosa, se puede observar las llamadas comúnmente alas de mariposa debido a que la forma de las ondas que se dibujan en cada luminaria tiene dicha forma y representan la dirección de la luz sobre el plano.



Figura 33. Vista 3D calle con distribución luminosa. Fuente: DIALux.



Figura 34. Vista 3D calle con distribución luminosa. Fuente: DIALux.

En el apartado de planos se representa la planta de este tipo de vía.

7. EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LA INSTALACIÓN DE ALUMBRADO

Para cada tipo de calle se analiza la eficiencia energética. Los valores que se utilizan para este cálculo son los obtenidos con el programa DiaLUX, con todo ello se compara los resultados de eficiencia energética de nuestra instalación con los valores de la Instrucción Técnica Complementaria EA - 01 de Eficiencia Energética del Real Decreto 1890/2008.

Podemos definir eficiencia energética como, la optimización de los recursos que se utilizan para cubrir una necesidad o prestar un servicio, cumpliendo las condiciones óptimas de confort con un menor consumo de energía.

Como indica la Instrucción Técnica Complementaria EA – 01, para una instalación de alumbrado exterior la eficiencia energética se calcula dividiendo el producto de la superficie iluminada por la iluminancia media en servicio de la instalación entre la potencia activa total instalada.

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

Siendo:

ε ; Eficiencia energética de la instalación de alumbrado exterior, $\left(\frac{m^2 \cdot lux}{W} \right)$.

P ; Potencia activa total instalada (lámparas y equipos auxiliares), (W) .

S ; Superficie iluminada, (m^2) .

E_m ; Iluminación media en servicio de la instalación, considerando el mantenimiento, (lux) .

En la siguiente tabla se exponen los valores necesarios para el cálculo de eficiencia energética, así como el valor de iluminancia mínima de los tres tipos de calles, todos estos valores se han obtenido de los cálculos realizados con el programa DIALux. El cálculo de eficiencia energética se realiza sustituyendo los valores de la tabla en la fórmula citada anteriormente.

Tipo de vía	Iluminancia mínima (lux)	Iluminancia media (lux)	Superficie (m ²)	Potencia (W)	Eficiencia Energética (m ² ·lux) /W
Carreteras	20	26	318	76	108,79
Avenidas	11	14	288,8	24,5	165,03
Calles	7,02	9,97	144,9	30,5	47,37

Tabla 14. Eficiencia energética.

Para nuestra instalación de alumbrado vial se han de cumplir los siguientes requisitos mínimos de la IT EA-01 del RD 1890/2008, expuestos en la siguiente *tabla 15* para una instalación de alumbrado vial funcional.

Iluminancia media en servicio $E_m(\text{lux})$	EFICIENCIA ENERGÉTICA MÍNIMA $\left(\frac{\text{m}^2 \cdot \text{lux}}{\text{W}}\right)$
≥ 30	22
25	20
20	17,5
15	15
10	12
$\leq 7,5$	9,5

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

Tabla 15. Requisitos mínimos de Eficiencia energética. Fuente: IT EA-01.

Tipo de vía	Iluminancia media (lux)	Eficiencia Energética ($\text{m}^2 \cdot \text{lux}$) /W
Carreteras	26	108,79
Avenidas	14	165,03
Calles	9,97	47,37

Tabla 16. Resultados Eficiencia energética.

En la *tabla 16* observamos que los valores que hemos obtenido, dichos valores cumplen considerablemente los requisitos mínimos que se especifican en la IT EA-01 del RD 1890/2008.

7.1 CLASIFICACIÓN DE ALUMBRADO

Las instalaciones de alumbrado exterior se clasifican según el índice de eficiencia energética, para hallar dicho índice debemos dividir el valor de eficiencia energética que hemos calculado anteriormente entre la eficiencia energética de referencia.

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

Siendo:

I_{ε} ; Índice de eficiencia energética

ε ; Eficiencia energética de la instalación de alumbrado exterior, $\left(\frac{\text{m}^2 \cdot \text{lux}}{\text{W}}\right)$.

ε_R ; Eficiencia energética de referencia de la instalación de alumbrado exterior, $\left(\frac{\text{m}^2 \cdot \text{lux}}{\text{W}}\right)$.

El valor de la eficiencia energética de referencia se obtiene interpolando los valores de iluminancia media de cada tipo de vía, relacionándolos con los valores de eficiencia energética de la siguiente tabla:

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

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

Tabla 17. Valores de eficiencia energética de referencia. Fuente: IT EA-01

De los valores mostrados en la tabla usaremos la parte de alumbrado vial funcional, debido a que es la que se corresponde con los tres tipos de calle que estamos analizando en este proyecto.

El cálculo de la interpolación para cada una de las vías queda de la siguiente manera:

$$\epsilon_{R1} \rightarrow \frac{30 - 25}{32 - 29} = \frac{30 - 26}{32 - \epsilon_{R1}} \rightarrow \epsilon_{R1} = 29,6 \left(\frac{m^2 \cdot lux}{W}\right)$$

$$\epsilon_{R2} \rightarrow \frac{20 - 15}{26 - 23} = \frac{20 - 14}{26 - \epsilon_{R2}} \rightarrow \epsilon_{R2} = 22,4 \left(\frac{m^2 \cdot lux}{W}\right)$$

$$\epsilon_{R3} \rightarrow \frac{10 - 7,5}{18 - 14} = \frac{10 - 9,97}{18 - \epsilon_{R3}} \rightarrow \epsilon_{R3} = 17,95 \left(\frac{m^2 \cdot lux}{W}\right)$$

Una vez realizado este cálculo se ha obtenido el valor de la eficiencia energética de referencia para cada una de las vías (ϵ_{R1} , ϵ_{R2} , ϵ_{R3}). Con estos valores y los de la Eficiencia energética (ϵ), hallamos el índice de eficiencia energética (I_ϵ) aplicando la fórmula mencionada anteriormente. Los resultados se obtienen son los siguientes:

Tipo de vía	Eficiencia energética ($m^2 \cdot lux$) /W	Eficiencia energética de referencia ($m^2 \cdot lux$) /W	Índice de eficiencia energética I_ϵ
Carreteras	108,79	29,6	3,68
Avenidas	165,03	22,4	7,37
Calles	47,37	17,95	2,64

Tabla 18. Resultados índices de eficiencia energética (I_ϵ).

La interpretación de la clasificación energética se realiza mediante una letra que se asigna dependiendo de la eficiencia y el consumo. De tal manera, que está formada por una escala de siete letras que van desde la letra A (instalación más eficiente y con un menor consumo de energía), hasta la letra G (instalaciones menos eficientes y con un mayor consumo de energía). Para saber en qué letra nos encontramos se calcula el valor del índice de consumo energético (ICE) haciendo el inverso del índice de eficiencia energética:

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

Calculando con dicha fórmula obtendremos los siguientes resultados:

Tipo de vía	Índice de eficiencia energética I_{ϵ}	Índice de consumo energético ICE
Carreteras	3,68	0,27
Avenidas	7,37	0,14
Calles	2,64	0,38

Tabla 19. Resultados índices de consumo energético (ICE).

Obtenidos los valores del índice de eficiencia energética y el índice de consumo energético se comparan los valores con la *tabla 20* de clasificación energética de una instalación de alumbrado y se obtiene la letra de la clasificación energética que pertenece nuestra instalación.

Calificación Energética	Índice de consumo energético	Índice de Eficiencia Energética
A	ICE < 0,91	$I_{\epsilon} > 1,1$
B	$0,91 \leq ICE < 1,09$	$1,1 \geq I_{\epsilon} > 0,92$
C	$1,09 \leq ICE < 1,35$	$0,92 \geq I_{\epsilon} > 0,74$
D	$1,35 \leq ICE < 1,79$	$0,74 \geq I_{\epsilon} > 0,56$
E	$1,79 \leq ICE < 2,63$	$0,56 \geq I_{\epsilon} > 0,38$
F	$2,63 \leq ICE < 5,00$	$0,38 \geq I_{\epsilon} > 0,20$
G	ICE $\geq 5,00$	$I_{\epsilon} \leq 0,20$

Tabla 20. Clasificación energética de una instalación de alumbrado. Fuente: IT EA-01

Una vez analizada la *tabla 20* observamos que los tres tipos de vías que hemos calculado se encuentran en la clasificación energética más eficiente la letra A, en la siguiente *tabla 21* se muestra un resumen de los datos obtenidos para cada vía y su la clasificación.

Tipo de vía	Clasificación energética	Índice de consumo energético	Índice de eficiencia energética
IT EA-01	A	ICE < 0,91	$I_E > 1,1$
Carreteras	A	0,27	3,68
Avenidas	A	0,14	7,37
Calles	A	0,38	2,64

Tabla 21. Clasificación energética de cada vía.

Según la IT EA-01 del RD 1890/2008 para cada tipo de vía se adjunta una calificación energética de la instalación de alumbrado, tal y como se muestra la siguiente figura 35, en ella se indican los datos de la vía y del proyecto, así como los consumos, emisiones, la índice eficiencia energética, la iluminancia media y la uniformidad.

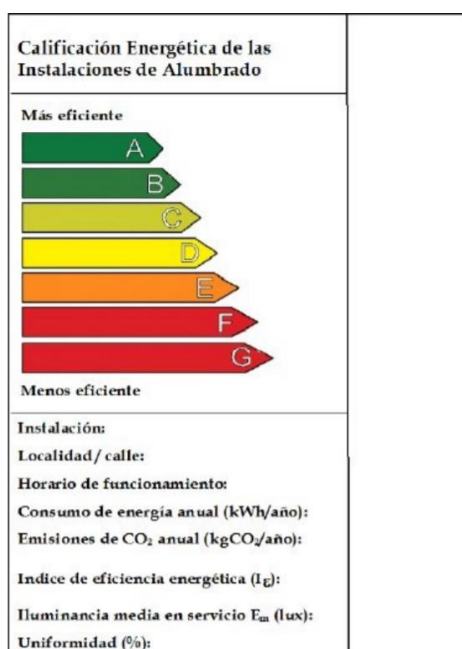


Figura 35. Clasificación energética de la instalación de alumbrado. Fuente: IT EA-01.

En nuestro estudio luminotécnico, hemos obtenido para los tres tipos de calles que se han analizado la clasificación energética más eficiente de la gráfica (A), proporcionada por la IT EA-01 del RD 1890/2008, es por ello que nuestra instalación lumínica mejora la eficiencia de la instalación actual, que está compuesta por lámparas de vapor de sodio, gracias a la tecnología LED propuesta en este proyecto para todas las lámparas de la población, se consigue un mayor ahorro energético y una menor contaminación lumínica nocturna, consiguiendo con ambas partes un mayor respeto al medio ambiente.

8. POTENCIA INSTALADA

En este apartado, con las luminarias elegidas para los tres tipos de calles, se analiza la potencia instalada en cada tipo de vía, así como el conjunto de ellas.

Las luminarias que se utilizan en la instalación disponen de la tecnología LED, proporcionando una luz más nítida con un menor consumo, una mayor vida útil de la luminaria, un menor mantenimiento y un descenso de la contaminación lumínica nocturna. Esta tecnología sustituye a las lámparas de vapor de sodio.

8.1 TIPO A; CARRETERAS

Para este tipo de vía la separación de las luminarias es de 15 metros, siendo el posicionamiento bilateral desplazado. Se ha utilizado la luminaria PHILIPS BGP625 80xLED130-4S/740 DM11, de 76 W con un flujo luminoso entre 11830 lm y 13000 lm, con el que cumpliremos el mínimo requerido por el RD 1890/2008. El resto de las características técnicas de la luminaria utilizada están reflejadas en el Anexo I.

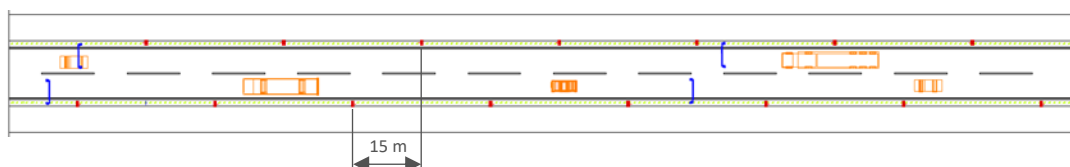


Figura 36. Plano de posición de luminarias en carretera.

La longitud de vía con este tipo de luminaria es de 3573 metros. Con el valor de dicha longitud de la vía y la distancia entre cada luminaria obtenemos el número de luminarias utilizadas.

$$N^{\circ} \text{ de luminarias} = \frac{\text{Distancia total de la vía (m)}}{\text{Distancia entre luminarias (m)}}$$

$$N^{\circ} \text{ de luminarias} = \frac{3573}{15} = 238,2 \sim 239 \text{ luminarias}$$

Conocido el número de luminarias calculamos la potencia de la instalación en este tipo de vía.

$$\text{Potencia total vía 1 (W)} = N^{\circ} \text{ de luminarias} \cdot P. \text{ luminaria (W)}$$

$$\text{Potencia total vía 1} = 239 \cdot 76 = 18164 \text{ W}$$

Calculamos la potencia de cada vía colocando la luminaria que hemos hallado anteriormente con el programa DIALux adaptando cada calle a sus necesidades luminotécnicas.

8.2 TIPO B; AVENIDAS

Para este tipo de vía la separación de las luminarias es de 19 metros, siendo el posicionamiento bilateral frente a frente. En este caso se ha utilizado la luminaria PHILIPS BGP621 T25 1xLED40-4S/740 DM11, de 24,5 W con un flujo luminoso entre 3640 lm y 4000 lm, con el que cumpliremos el mínimo requerido por el RD 1890/2008. El resto características técnicas de dicha luminaria están reflejadas en el Anexo I.

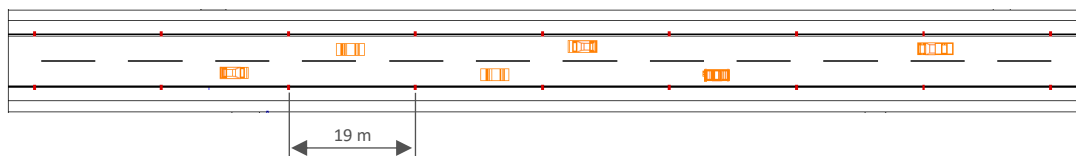


Figura 37. Plano de posición de luminarias en avenida.

La longitud de vía con este tipo de luminaria es de 1930 metros. Con el valor de dicha longitud de la vía y la distancia entre cada luminaria obtenemos el número de luminarias utilizadas, además para este tipo de vía se tiene en cuenta que en cada separación de luminarias encontramos dos lámparas.

$$N^{\circ} \text{ de luminarias} = \frac{\text{Distancia total de la vía (m)}}{\text{Distancia entre luminarias (m)}} \cdot 2$$

$$N^{\circ} \text{ de luminarias} = \frac{1930}{19} \cdot 2 = 203,15 \sim 204 \text{ luminarias}$$

Conocido el número de luminarias calculamos la potencia de la instalación en este tipo de vía.

$$\text{Potencia total vía 2 (W)} = N^{\circ} \text{ de luminarias} \cdot P. \text{ luminaria (W)}$$

$$\text{Potencia total vía 2} = 204 \cdot 24,5 = 4998 \text{ W}$$

La potencia de cada luminaria se ha obtenido con los cálculos realizados con el programa DIALux adaptando cada calle a sus necesidades luminotécnicas, multiplicando esa potencia por el número de luminarias se obtiene la potencia de la instalación en las avenidas.

8.3 TIPO C; CALLES

Para este tipo de calle la separación de las luminarias es de 21 metros, siendo el posicionamiento bilateral frente a frente. En este caso se ha utilizado la luminaria PHILIPS BGP621 T25 1 xLED50-4S/740 DM11, de 30,5 W con un flujo luminoso entre 4550 lm y 5000 lm, con el que cumpliremos el mínimo requerido por el RD 1890/2008. El resto características técnicas de dicha luminaria están reflejadas en el Anexo I.



Figura 38. Plano de posición de luminarias en calles.

La longitud de vía con este tipo de luminaria es de 22512 metros. Con el valor de dicha longitud de la vía y la distancia entre cada luminaria obtenemos el número de luminarias utilizadas, además para este tipo de vía se tiene en cuenta que en cada separación de luminarias encontramos dos lámparas.

$$N^{\circ} \text{ de luminarias} = \frac{\text{Distancia total de la vía (m)}}{\text{Distancia entre luminarias (m)}}$$

$$N^{\circ} \text{ de luminarias} = \frac{22512}{21} = 1072 \text{ luminarias}$$

Conocido el número de luminarias calculamos la potencia de la instalación en este tipo de vía.

$$\text{Potencia total vía 3 (W)} = N^{\circ} \text{ de luminarias} \cdot P. \text{ luminaria (W)}$$

$$\text{Potencia total vía 3} = 1072 \cdot 30,5 = 32696 \text{ W}$$

Al igual que en las vías analizadas anteriormente la potencia de cada luminaria se ha obtenido con los cálculos realizados con el programa DIALux adaptando cada calle a sus necesidades luminotécnicas, multiplicando esa potencia por el número de luminarias se obtiene la potencia de la instalación en las calles convencionales.

8.4 POTENCIA TOTAL INSTALADA

En este punto analizamos la potencia total de la instalación de alumbrado de toda la localidad para ello sumamos las potencias de los tres tipos de vías que se han analizado.

TIPO DE VÍA	POTENCIA INSTALADA
Tipo 1; Carreteras	18164 W
Tipo 2; Avenidas	4998 W
Tipo 3; Calles	32696 W

Tabla 22. Potencia instalada en cada vía.

$$\text{Potencia total instalada (W)} = P. \text{ tipo1} + P. \text{ tipo2} + P. \text{ tipo3}$$

$$\text{Potencia total instalada} = 18164 + 4998 + 32696$$

$$\text{Potencia total instalada} = 55858 \text{ W}$$

POTENCIA TOTAL INSTALADA	55858 W
-----------------------------	---------

Con la potencia instalada en cada tipo de calle y la potencia total calculamos los consumos diarios y mensuales.

Con estas luminarias LED se reduce considerablemente la potencia y el consumo de la instalación lumínica de la localidad, lo que permite reutilizar todo el cableado anterior y cambiar únicamente las cabezas de cada farola, reduciendo costes y tiempos de ejecución haciendo la instalación y puesta en marcha más rápida y sostenible, ya que no se desechará tanto material obsoleto. Las lámparas de vapor de sodio que se desmonten deberán ser correctamente recicladas o cedidas a poblaciones que sigan utilizando dichas lámparas consiguiendo alargar la vida útil de estas.

9. CONSUMOS DE LA INSTALACIÓN DE ALUMBRADO

Para el cálculo de los consumos se debe de tener en cuenta la potencia instalada y el tiempo de alumbrado de las vías. Para ello tenemos en cuenta la salida y la puesta del sol, ya que, en los meses de verano, el tiempo de alumbrado es menor que los meses de invierno, y esto hace que la situación sea más desfavorable y con un mayor consumo de energía. Para el análisis de los consumos en Wh y kWh, se calculan los consumos diarios y mensuales de cada tipo de calle, teniendo en cuenta que la instalación fotovoltaica está diseñada a 48 V se aseguran unas menores pérdidas. Por otro lado, el rendimiento del inversor es de 0,94 es decir un 94 %, para los cálculos de los consumos en Ah/día y Ah/mes, se ha utilizado un rendimiento de 0,9 debido a que con el paso del tiempo y el desgaste del equipo el rendimiento bajará.

A continuación, se muestran los cálculos realizados para el mes de **enero**:

- *Consumo diario (Wh/día); (kWh/día):*

El consumo diario se calcula multiplicando la potencia instalada de cada vía, así como la potencia instalada total por las horas de funcionamiento de las luminarias.

$$\text{Consumo diario} \left(\frac{Wh}{\text{día}} \right) = \text{Potencia instalada (W)} \cdot \text{Horas de uso diario}$$

$$\text{Consumo diario vía 1} = 18164 \cdot 13,5 = 245214 \left(\frac{Wh}{\text{día}} \right)$$

$$\text{Consumo diario vía 2} = 4998 \cdot 13,5 = 67473 \left(\frac{Wh}{\text{día}} \right)$$

$$\text{Consumo diario vía 3} = 32696 \cdot 13,5 = 441396 \left(\frac{Wh}{\text{día}} \right)$$

La suma de los consumos de cada vía nos dará el consumo total.

$$\text{Consumo diario total} = 245214 + 67473 + 441396 = 754083 \left(\frac{Wh}{\text{día}} \right)$$

Si dividimos el valor de consumo diario entre 1000, obtenemos: $\left(\frac{kWh}{\text{día}} \right)$.

$$\text{Consumo diario vía 1} = 245214 : 1000 = 245,214 \left(\frac{kWh}{\text{día}} \right)$$

$$\text{Consumo diario vía 2} = 67473 : 1000 = 67,473 \left(\frac{kWh}{\text{día}} \right)$$

$$\text{Consumo diario vía 3} = 441396 : 1000 = 441,396 \left(\frac{kWh}{\text{día}} \right)$$

$$\text{Consumo diario total} = 245,214 + 67,473 + 441,396 = 754,083 \left(\frac{kWh}{\text{día}} \right)$$

- *Consumo mensual (Wh/mes); (kWh/mes):*

El consumo diario que hemos obtenido, lo multiplicaremos por el número de días del mes que estemos calculando y obtendremos el consumo mensual, haremos esto para los 3 tipos de vía.

$$\text{Consumo mensual} \left(\frac{\text{Wh}}{\text{mes}} \right) = \text{Consumo diario} \left(\frac{\text{Wh}}{\text{día}} \right) \cdot N^{\circ} \text{ de días del mes}$$

$$\text{Consumo mensual vía 1} = 245214 \cdot 31 = 7601634 \left(\frac{\text{Wh}}{\text{mes}} \right)$$

$$\text{Consumo mensual vía 2} = 67473 \cdot 31 = 2091663 \left(\frac{\text{Wh}}{\text{mes}} \right)$$

$$\text{Consumo mensual vía 3} = 441396 \cdot 31 = 13683276 \left(\frac{\text{Wh}}{\text{mes}} \right)$$

La suma de los consumos de cada vía nos dará el consumo total.

$$\text{Consumo mensual total} = 7601634 + 2091663 + 13683276 = 23376573 \left(\frac{\text{Wh}}{\text{mes}} \right)$$

Si dividimos el valor de consumo mensual entre 1000, obtenemos: $\left(\frac{\text{kWh}}{\text{mes}} \right)$.

$$\text{Consumo mensual vía 1} = 7601634 : 1000 = 7601,634 \left(\frac{\text{kWh}}{\text{mes}} \right)$$

$$\text{Consumo mensual vía 2} = 2091663 : 1000 = 2091,663 \left(\frac{\text{kWh}}{\text{mes}} \right)$$

$$\text{Consumo mensual vía 3} = 13683276 : 1000 = 13683,276 \left(\frac{\text{kWh}}{\text{mes}} \right)$$

$$\text{Consumo mensual total} = 7601,634 + 2091,663 + 13683,276 = 23376,573 \left(\frac{\text{kWh}}{\text{mes}} \right)$$

En la siguiente tabla se expone un resumen de todos los resultados obtenidos de los cálculos anteriores:

ENERO							
RECEPTORES	POTENCIA TOTAL (W)	HORAS DE USO DIARIO	DIAS DE USO	CONSUMO DIARIO (Wh/día)	CONSUMO DIARIO (kWh/día)	CONSUMO MENSUAL (Wh/mes)	CONSUMO MENSUAL (kWh/mes)
Luminarias tipo 1	18164	13,5	31	245214	245,214	7601634	7601,634
Luminarias tipo 2	4998	13,5	31	67473	67,473	2091663	2091,663
Luminarias tipo 3	32696	13,5	31	441396	441,396	13683276	13683,276
TOTAL	55858	-	-	754083	754,083	23376573	23376,573

Tabla 23. Resultados consumos enero.

- *Consumo mensual total (Ah/mes):*

Una vez obtenido el consumo mensual total, calculamos el consumo total en Ah/mes y Ah/día, para ello usaremos la siguiente fórmula:

$$\text{Consumo mensual total} \left(\frac{\text{Ah}}{\text{mes}} \right) = \frac{\text{Consumo mensual total} \left(\frac{\text{Wh}}{\text{mes}} \right)}{\text{Tensión instalación} \cdot \text{Rendimiento inversor}}$$

Como se ha mencionado antes la tensión de la instalación es de 48 V y el rendimiento del inversor 0,9.

$$\text{Consumo mensual total} = \frac{23376573}{48 \cdot 0,9} = 541124,375 \left(\frac{\text{Ah}}{\text{mes}} \right)$$

- *Consumo diario total (Ah/día):*

Para calcular los valores de consumo diario, debemos dividir el consumo mensual total (Ah/mes) entre el número de días del mes que estemos analizando.

$$\text{Consumo diario total} \left(\frac{\text{Ah}}{\text{día}} \right) = \frac{\text{Consumo mensual total} \left(\frac{\text{Ah}}{\text{mes}} \right)}{\text{N}^{\circ} \text{ de días del mes}}$$

$$\text{Consumo diario total} = \frac{541124,375}{31} = 17455,625 \left(\frac{\text{Ah}}{\text{día}} \right)$$

En la siguiente tabla se expone los valores obtenidos de los cálculos de consumos mensual y diario realizados anteriormente.

ENERO	
CONSUMO MENSUAL (Ah/mes)	CONSUMO DIARIO (Ah/día)
541124,375	17455,625

Tabla 24. Resultados consumos enero.

A continuación, se muestran las tablas de cálculos realizadas para cada mes del año, en los que se puede observar cómo varían los consumos debido a que cada mes tiene horas y días de consumo diferente, todos estos cálculos se han realizado de la forma que hemos expuesto anteriormente, resolviéndolos con una tabla Excel, variado los valores del número de horas de uso diario y los días de uso.

- *Febrero:*

FEBRERO							
RECEPTORES	POTENCIA TOTAL (W)	HORAS DE USO DIARIO	DIAS DE USO	CONSUMO DIARIO (Wh/día)	CONSUMO DIARIO (kWh/día)	CONSUMO MENSUAL (Wh/mes)	CONSUMO MENSUAL (kWh/mes)
Luminarias tipo 1	18164	13	28	236132	236,132	6611696	6611,696
Luminarias tipo 2	4998	13	28	64974	64,974	1819272	1819,272
Luminarias tipo 3	32696	13	28	425048	425,048	11901344	11901,344
TOTAL	55858	-	-	726154	726,154	20332312	20332,312

Tabla 25. Resultados consumos febrero.

FEBRERO	
CONSUMO MENSUAL (Ah/mes)	CONSUMO DIARIO (Ah/día)
470655,370	16809,120

Tabla 26. Resultados consumos febrero.

- *Marzo:*

MARZO							
RECEPTORES	POTENCIA TOTAL (W)	HORAS DE USO DIARIO	DIAS DE USO	CONSUMO DIARIO (Wh/día)	CONSUMO DIARIO (kWh/día)	CONSUMO MENSUAL (Wh/mes)	CONSUMO MENSUAL (kWh/mes)
Luminarias tipo 1	18164	12	31	217968	217,968	6757008	6757,008
Luminarias tipo 2	4998	12	31	59976	59,976	1859256	1859,256
Luminarias tipo 3	32696	12	31	392352	392,352	12162912	12162,912
TOTAL	55858	-	-	670296	670,296	20779176	20779,176

Tabla 27. Resultados consumos marzo.

MARZO	
CONSUMO MENSUAL (Ah/mes)	CONSUMO DIARIO (Ah/día)
480999,444	15516,111

Tabla 28. Resultados consumos marzo.

- *Abril:*

ABRIL							
RECEPTORES	POTENCIA TOTAL (W)	HORAS DE USO DIARIO	DIAS DE USO	CONSUMO DIARIO (Wh/día)	CONSUMO DIARIO (kWh/día)	CONSUMO MENSUAL (Wh/mes)	CONSUMO MENSUAL (kWh/mes)
Luminarias tipo 1	18164	11	30	199804	199,804	5994120	5994,12
Luminarias tipo 2	4998	11	30	54978	54,978	1649340	1649,34
Luminarias tipo 3	32696	11	30	359656	359,656	10789680	10789,68
TOTAL	55858	-	-	614438	614,438	18433140	18433,14

Tabla 29. Resultados consumos abril.

ABRIL	
CONSUMO MENSUAL (Ah/mes)	CONSUMO DIARIO (Ah/día)
426693,056	14223,102

Tabla 30. Resultados consumos abril.

- *Mayo:*

MAYO							
RECEPTORES	POTENCIA TOTAL (W)	HORAS DE USO DIARIO	DIAS DE USO	CONSUMO DIARIO (Wh/día)	CONSUMO DIARIO (kWh/día)	CONSUMO MENSUAL (Wh/mes)	CONSUMO MENSUAL (kWh/mes)
Luminarias tipo 1	18164	10	31	181640	181,64	5630840	5630,84
Luminarias tipo 2	4998	10	31	49980	49,98	1549380	1549,38
Luminarias tipo 3	32696	10	31	326960	326,96	10135760	10135,76
TOTAL	55858	-	-	558580	558,58	17315980	17315,98

Tabla 31. Resultados consumos mayo.

MAYO	
CONSUMO MENSUAL (Ah/mes)	CONSUMO DIARIO (Ah/día)
400832,870	12930,093

Tabla 32. Resultados consumos mayo.

- Junio:

JUNIO							
RECEPTORES	POTENCIA TOTAL (W)	HORAS DE USO DIARIO	DIAS DE USO	CONSUMO DIARIO (Wh/día)	CONSUMO DIARIO (kWh/día)	CONSUMO MENSUAL (Wh/mes)	CONSUMO MENSUAL (kWh/mes)
Luminarias tipo 1	18164	9	30	163476	163,476	4904280	4904,28
Luminarias tipo 2	4998	9	30	44982	44,982	1349460	1349,46
Luminarias tipo 3	32696	9	30	294264	294,264	8827920	8827,92
TOTAL	55858	-	-	502722	502,722	15081660	15081,66

Tabla 33. Resultados consumos junio.

JUNIO	
CONSUMO MENSUAL (Ah/mes)	CONSUMO DIARIO (Ah/día)
349112,500	11637,083

Tabla 34. Resultados consumos junio.

- Julio:

JULIO							
RECEPTORES	POTENCIA TOTAL (W)	HORAS DE USO DIARIO	DIAS DE USO	CONSUMO DIARIO (Wh/día)	CONSUMO DIARIO (kWh/día)	CONSUMO MENSUAL (Wh/mes)	CONSUMO MENSUAL (kWh/mes)
Luminarias tipo 1	18164	9	31	163476	163,476	5067756	5067,756
Luminarias tipo 2	4998	9	31	44982	44,982	1394442	1394,442
Luminarias tipo 3	32696	9	31	294264	294,264	9122184	9122,184
TOTAL	55858	-	-	502722	502,722	15584382	15584,382

Tabla 35. Resultados consumos julio.

JULIO	
CONSUMO MENSUAL (Ah/mes)	CONSUMO DIARIO (Ah/día)
360749,583	11637,083

Tabla 36. Resultados consumos julio.

- *Agosto:*

AGOSTO							
RECEPTORES	POTENCIA TOTAL (W)	HORAS DE USO DIARIO	DIAS DE USO	CONSUMO DIARIO (Wh/día)	CONSUMO DIARIO (kWh/día)	CONSUMO MENSUAL (Wh/mes)	CONSUMO MENSUAL (kWh/mes)
Luminarias tipo 1	18164	9	31	163476	163,476	5067756	5067,756
Luminarias tipo 2	4998	9	31	44982	44,982	1394442	1394,442
Luminarias tipo 3	32696	9	31	294264	294,264	9122184	9122,184
TOTAL	55858	-	-	502722	502,722	15584382	15584,382

Tabla 37. Resultados consumos agosto.

AGOSTO	
CONSUMO MENSUAL (Ah/mes)	CONSUMO DIARIO (Ah/día)
360749,583	11637,083

Tabla 38. Resultados consumos agosto.

- *Septiembre:*

SEPTIEMBRE							
RECEPTORES	POTENCIA TOTAL (W)	HORAS DE USO DIARIO	DIAS DE USO	CONSUMO DIARIO (Wh/día)	CONSUMO DIARIO (kWh/día)	CONSUMO MENSUAL (Wh/mes)	CONSUMO MENSUAL (kWh/mes)
Luminarias tipo 1	18164	10	30	181640	181,64	5449200	5449,2
Luminarias tipo 2	4998	10	30	49980	49,98	1499400	1499,4
Luminarias tipo 3	32696	10	30	326960	326,96	9808800	9808,8
TOTAL	55858	-	-	558580	558,58	16757400	16757,4

Tabla 39. Resultados consumos septiembre.

SEPTIEMBRE	
CONSUMO MENSUAL (Ah/mes)	CONSUMO DIARIO (Ah/día)
387902,778	12930,093

Tabla 40. Resultados consumos septiembre.

- *Octubre:*

OCTUBRE							
RECEPTORES	POTENCIA TOTAL (W)	HORAS DE USO DIARIO	DIAS DE USO	CONSUMO DIARIO (Wh/día)	CONSUMO DIARIO (kWh/día)	CONSUMO MENSUAL (Wh/mes)	CONSUMO MENSUAL (kWh/mes)
Luminarias tipo 1	18164	12	31	217968	217,968	6757008	6757,008
Luminarias tipo 2	4998	12	31	59976	59,976	1859256	1859,256
Luminarias tipo 3	32696	12	31	392352	392,352	12162912	12162,912
TOTAL	55858	-	-	670296	670,296	20779176	20779,176

Tabla 41. Resultados consumos octubre.

OCTUBRE	
CONSUMO MENSUAL (Ah/mes)	CONSUMO DIARIO (Ah/día)
480999,444	15516,111

Tabla 42. Resultados consumos octubre.

- *Noviembre:*

NOVIEMBRE							
RECEPTORES	POTENCIA TOTAL (W)	HORAS DE USO DIARIO	DIAS DE USO	CONSUMO DIARIO (Wh/día)	CONSUMO DIARIO (kWh/día)	CONSUMO MENSUAL (Wh/mes)	CONSUMO MENSUAL (kWh/mes)
Luminarias tipo 1	18164	13	30	236132	236,132	7083960	7083,96
Luminarias tipo 2	4998	13	30	64974	64,974	1949220	1949,22
Luminarias tipo 3	32696	13	30	425048	425,048	12751440	12751,44
TOTAL	55858	-	-	726154	726,154	21784620	21784,62

Tabla 43. Resultados consumos noviembre.

NOVIEMBRE	
CONSUMO MENSUAL (Ah/mes)	CONSUMO DIARIO (Ah/día)
504273,611	16809,120

Tabla 44. Resultados consumos noviembre.

- *Diciembre:*

DICIEMBRE							
RECEPTORES	POTENCIA TOTAL (W)	HORAS DE USO DIARIO	DIAS DE USO	CONSUMO DIARIO (Wh/día)	CONSUMO DIARIO (kWh/día)	CONSUMO MENSUAL (Wh/mes)	CONSUMO MENSUAL (kWh/mes)
Luminarias tipo 1	18164	13,5	31	245214	245,214	7601634	7601,634
Luminarias tipo 2	4998	13,5	31	67473	67,473	2091663	2091,663
Luminarias tipo 3	32696	13,5	31	441396	441,396	13683276	13683,276
TOTAL	55858	-	-	754083	754,083	23376573	23376,573

Tabla 45. Resultados consumos diciembre.

DICIEMBRE	
CONSUMO MENSUAL (Ah/mes)	CONSUMO DIARIO (Ah/día)
541124,375	17455,625

Tabla 46. Resultados consumos diciembre.

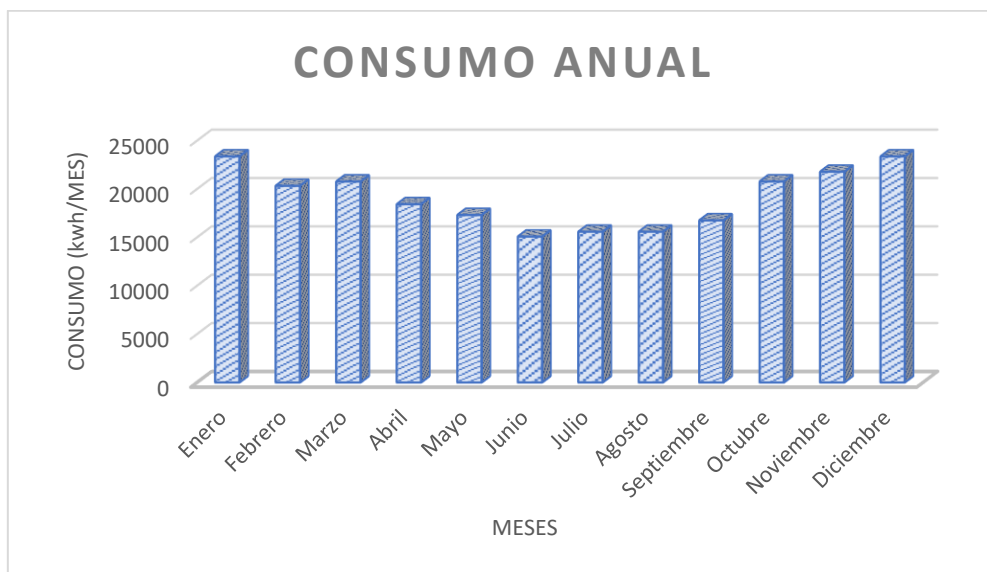
Todos los cálculos que se han realizado para obtener todos resultados expuestos en las tablas anteriores de cada mes se han realizado variando el número de horas de uso diario. Para hallar ese valor se han tenido en cuenta las horas de luz natural de cada mes, así como el número de días que tiene cada mes.

En la siguiente *tabla 47*, se indica un resumen de los consumos en kWh de todos los meses, se observa que los meses de enero y diciembre son los meses con mayor consumo energético, debido a que las horas de uso diario son mayores.

CONSUMO ANUAL	
MESES	CONSUMOS (kWh/mes)
Enero	23376,573
Febrero	20332,312
Marzo	20779,176
Abril	18433,140
Mayo	17315,980
Junio	15081,660
Julio	15584,382
Agosto	15584,382
Septiembre	16757,400
Octubre	20779,176
Noviembre	21784,620
Diciembre	23376,573

Tabla 47. Resultados consumos mensuales en kWh.

En la siguiente gráfica se observa la variación de los consumos en kWh a lo largo de todo el año, en ella se puede ver como los meses de verano son los que menos consumo energético tenemos.



Gráfica 4. Consumo anual en kWh/mes.

En la siguiente *tabla 48* podemos observar los consumos de cada mes del año en Ah/mes y Ah/día. Con estos valores se podrá calcular el coeficiente que relacione los valores de consumo y radiación solar, pudiéndose dimensionar la instalación fotovoltaica.

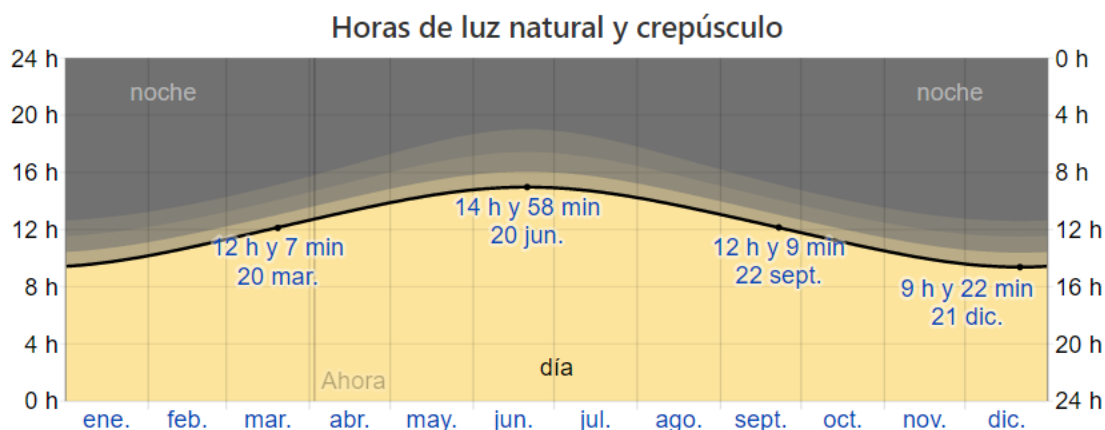
CONSUMO ANUAL		
MESES	CONSUMO MENSUAL (Ah/mes)	CONSUMO DIARIO (Ah/día)
Enero	541124,375	17455,625
Febrero	470655,370	16809,120
Marzo	480999,444	15516,111
Abril	426693,056	14223,101
Mayo	400832,870	12930,092
Junio	349112,500	11637,083
Julio	360749,583	11637,083
Agosto	360749,583	11637,083
Septiembre	387902,778	12930,092
Octubre	480999,444	15516,111
Noviembre	504273,611	16809,120
Diciembre	541124,375	17455,625

Tabla 48. Resultados consumos mensuales en Ah.

Al igual que en alguna de las tablas anteriores, se ha remarcado de color amarillo las casillas con los valores más altos de la tabla, tanto en la columna de consumo mensual, como en la de consumo diario, estos valores serán los que se utilicen para hallar el número de placas, junto con los valores de radiación solar.

Para justificar los valores de consumos obtenidos, en la siguiente *gráfica 5* se muestra las horas de luz natural a lo largo del año. En los meses de invierno tendremos menos horas de luz natural, por ello, el consumo energético de nuestra instalación lumínica será más elevado, ya que se debe de iluminar durante un mayor número de horas.

En los cálculos de consumos mensuales y diarios realizados en el apartado anterior se han analizado para cada mes del año, las horas sin luz natural que tiene la localidad donde se ubica el proyecto, acercándonos a los valores más reales posible con ayuda de la siguiente grafica.



Gráfica 5. Horas de luz natural anual. Fuente: Weather Spark.

En la gráfica podremos observar el crepúsculo, que es la claridad de la luz al salir y ponerse el sol, se representa con líneas atenuadas en color amarillo. Para los cálculos realizados anteriormente se ha utilizado la línea negra.

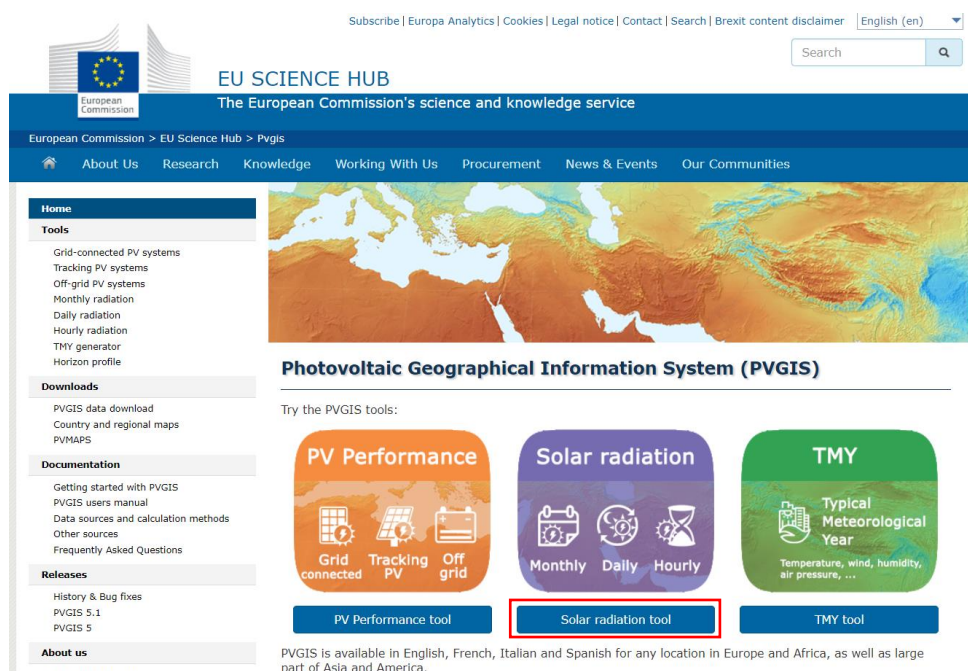
La luz natural que obtenemos a lo largo del día es aprovechada para producir energía eléctrica por medio de placas fotovoltaicas, para dimensionar en número de paneles solares que se utilizan en la instalación, en el siguiente punto se realiza un análisis de la irradiación que obtenemos en la localidad.

10. IRRADIACIÓN SOLAR

La irradiación solar es la magnitud con la que se puede medir la radiación solar por unidad de superficie durante un rango de tiempo específico. Toda la radiación que genera el Sol no llega a la superficie terrestre si no que dependemos de varios factores, entre ellos, la climatología del lugar que queremos medir, así como la época del año o las horas del día. La unidad de medida que utilizaremos para esta medición es el watio-hora por metro cuadrado, además se tiene en cuenta el tiempo de la medición.

En este apartado exponemos los valores de irradiación que obtiene la localidad para la que se realiza el presente proyecto, dichos valores se adquieren del Sistema de Información Geográfica Fotovoltaica en inglés, Photovoltaic Geographical Information System que hace referencia a las siglas PVGIS, en la página web facilitada por la Comisión Europea.

Para conseguir los valores de irradiancia donde se ubica la instalación fotovoltaica, debemos buscar en un buscador web “PVGIS”, seleccionar la entrada referente a “European Commission”, dentro de esta página web estamos en el departamento “EU Science Hub” y “PVGIS”, seleccionamos la herramienta “Solar radiation” tal y como se indica en la siguiente figura.



The screenshot shows the EU Science Hub website. At the top, there is a navigation bar with links for 'Subscribe', 'Europa Analytics', 'Cookies', 'Legal notice', 'Contact', 'Search', and 'Brexit content disclaimer'. A search bar is located on the right. Below the navigation bar, the main content area features a large world map. Underneath the map, the title 'Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS)' is displayed. Below the title, there are three tool options: 'PV Performance', 'Solar radiation', and 'TMY'. The 'Solar radiation' tool is highlighted with a red box. Below the tools, there is a note: 'PVGIS is available in English, French, Italian and Spanish for any location in Europe and Africa, as well as large part of Asia and America.'

Figura 39. Web EU Science Hub - PVGIS.

La página web nos ofrece tres opciones; la primera “PV Performance” en ella se puede elegir proyectos de plantas fotovoltaicas conectadas a red, fotovoltaica con seguidores o instalaciones autónomas. La segunda opción nos proporciona los datos de irradiación de la posición que le indiquemos, mensuales, diarios u horarios, y por último nos proporcionan una opción para ver las condiciones meteorológicas de la ubicación elegida, en periodos de 10 años. Para la obtención de los valores de irradiancia, elegimos la segunda opción, ya que los valores que utilizamos para el dimensionamiento de la instalación fotovoltaica son mensuales.

Una vez estemos en esta opción se abre la siguiente ventana, donde debemos elegir la posición de nuestra instalación fotovoltaica y configurar los valores seleccionados en la marcación.

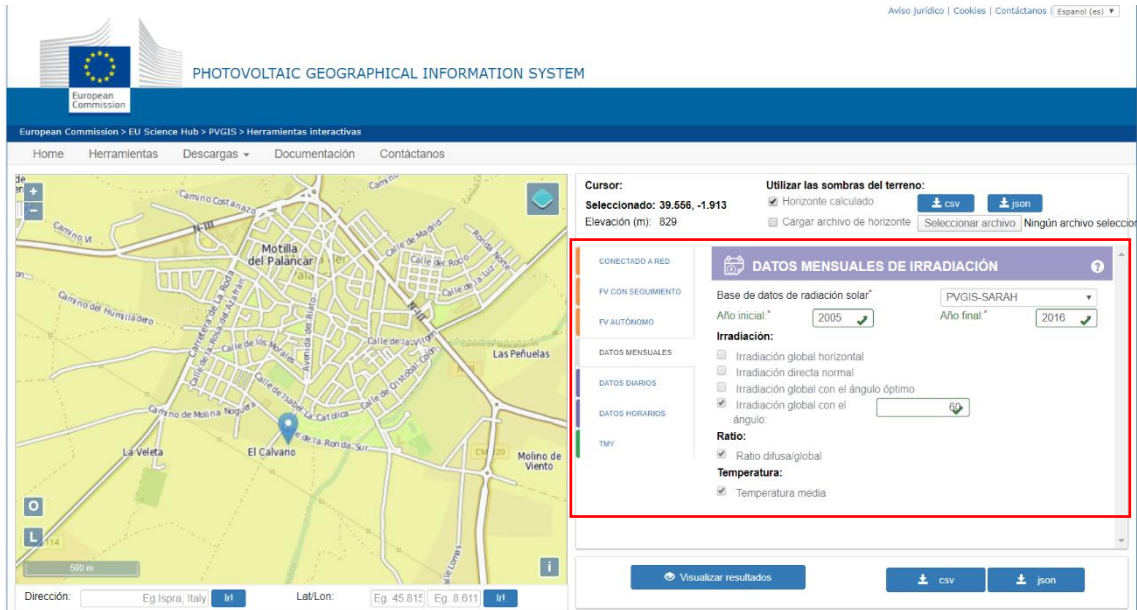


Figura 40. Aplicación web PVGIS.

- Para la base de datos de la radiación solar se elige una de las siguientes cuatro opciones que nos proporciona la aplicación web.
 - PVGIS-SARAH (0.05° x 0.05°) Esta base de datos está basada en el algoritmo desarrollado por CMSAF para Europa, África, Asia y partes de América del Sur.
 - PVGIS-CMSAF (0.025° x 0.025°) Esta base de datos ya estaba disponible en PVGIS 4, y era la base de datos principal para Europa, África y partes de América del Sur. La incertidumbre de los datos es mayor que la de SARAH.
 - PVGIS-ERA5 (0.25° x 0.25°) Último producto global de reanálisis generado por el Centro Europeo de Previsiones Meteorológicas a Medio Plazo (ECMWF).
 - PVGIS-COSMO (0.055° x 0.055°) Producto regional de reanálisis COSMO-REA6 para Europa desarrollado por el HERZ-DWD.

Las bases de datos PVGIS-CMSAF y PVGIS-COSMO serán eliminadas de PVGIS a lo largo del año 2020.

De las opciones anteriores se ha optado por utilizar, PVGIS-SARAH debido a que es la base de datos más actualizada y la que más exactitud nos puede dar, PVGIS también informa de que las bases de datos basadas en reanálisis tienen mayor incertidumbre que las que utilizan imágenes de satélite, y solo recomiendan su utilización cuando no existan datos de satélite.

- Se rellenan los valores de inicio y final de la recogida de datos, en este caso dado que a la hora de analizar todos los datos se han observado años con mayores variaciones en la misma escala de tiempo, se ha optado por hacer una media de todos los años con los valores que nos proporciona PVGIS, de tal manera que se analizan todos los valores desde 2005 hasta 2016.

- La inclinación de la medición que se ha elegido es un ángulo de 60° ya que es un ángulo más favorable para los meses de invierno que es la época con menor irradiación y mayor consumo por el horario de consumo que tenemos en esos meses, más adelante se analizan también otros ángulos para obtener una comparativa.
- Se selecciona la ratio difusa/global que es el valor mensual de la ratio entre la radiación solar difusa y la radiación solar global sobre un plano horizontal. Es decir, la porción de toda la radiación solar que proviene de las nubes y de la bóveda celeste. En general, valores altos de esta ratio se corresponden con climas con niveles altos de cobertura nubosa.
- Por último, se selecciona la casilla de temperatura media con ella podremos obtener los valores de temperatura desde el 2005 al 2016 y poder analizar mejor la climatología de la localidad.

Los valores de la ratio difusa/global y de temperatura media son expuestos en el “ANEXO III Irradiación solar” de manera informativa complementando el análisis de climatología que se ha realizado en el apartado anterior *4.1 Climatología del emplazamiento*.

Con todas estas opciones configuradas podremos visualizar los resultados y descargarlos en PDF o CSV para realizar el análisis de la irradiación solar.

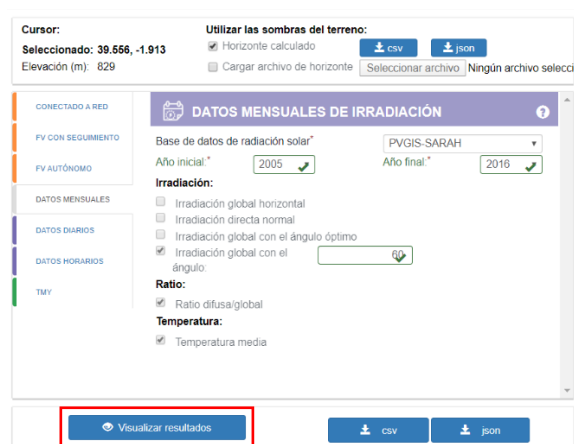


Figura 41. Configuración PVGIS.

En la siguiente figura 42 se observa la disposición de los resultados de irradiación, la web genera una gráfica con los valores mensuales desde el 2005 hasta finales de 2016.

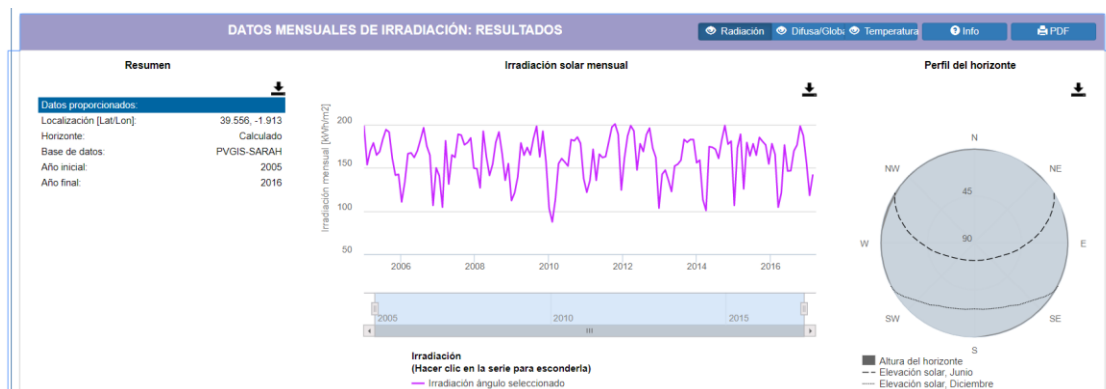


Figura 42. Resultados irradiancia PVGIS.

En la disposición de resultados también se observa un resumen de la posición de la medición indicando las coordenadas de latitud y longitud (39.556, -1.913) la base de datos utilizada (PVGIS-SARAH) y el año de inicio y fin de la medición (2005 – 2016). Además, se proporciona un perfil de horizonte donde se indica la elevación solar de junio y diciembre.

- *Ángulo de 60°:*

A continuación, se exponen los resultados obtenidos de irradiancia para un ángulo de 60° se realiza el análisis para todos los meses del año desde el inicio de 2005 hasta el final de 2016, de esta forma se obtienen todos los valores disponibles de la base de PVGIS-SARAH.

IRRADIACIÓN H (60) (kWh/m ² /mes)	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Enero	197,96	110,46	140,75	148,75	120,94	87,35	135,11	186,69	147,14	113,05	188,62	104,35
Febrero	153,45	133,34	104,39	126,68	139,43	113,71	171,22	198,51	135,63	100,6	125,5	120,98
Marzo	169,71	166,18	181,05	192,11	178,53	154,74	135,36	192,47	122,44	174,25	179,08	176,15
Abril	178,56	167,1	131,08	162,63	164,44	160,52	165,63	147,34	151,97	173,57	163,64	146,14
Mayo	164,62	161,86	164,67	141,05	173,32	156,5	161,65	177,61	154,01	171,2	177,59	146,51
Junio	168,64	169,48	162,01	154,03	164,81	151,92	162,83	168,66	158,66	160,75	164,45	169,36
Julio	182,97	182,41	188,6	179,44	183,71	182,37	179,81	188,23	182,58	181,92	184,96	176,22
Agosto	193,96	196,14	187,55	191,22	197,86	181,04	196,97	195,73	179,38	198,69	180,33	197,98
Septiembre	191,15	174,94	176,45	166,65	162,51	185,37	200,46	172,64	182,54	177,19	176,28	187,09
Octubre	161,09	164,51	179	135,43	192,13	178,06	188,68	161,77	182,44	180,66	154,26	155,84
Noviembre	141,34	106,4	184,3	154,69	156,72	137,47	124,17	103,3	155,7	106,45	177,73	118,03
Diciembre	142,28	149,78	149,5	112,02	102,83	121,59	161,28	142,36	158,69	172,85	165,26	141,45

Tabla 49. Irradiación mensual H (60).

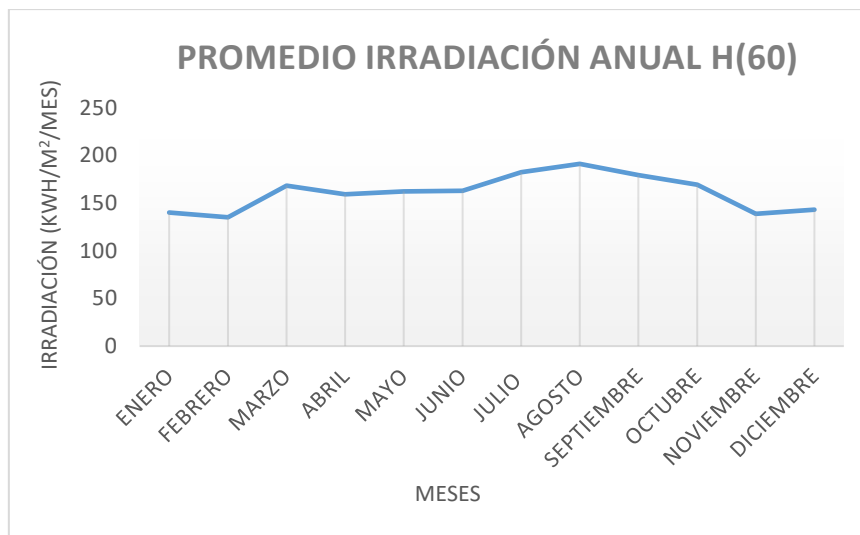
En la tabla anterior se pueden observar las variaciones de irradiancia en algunos meses a lo largo de los doce años expuestos, por ello para la realización del dimensionamiento de la instalación fotovoltaica se ha optado por realizar un promedio de cada mes con todos los años.

PROMEDIO IRRADIACIÓN H (60)	
MESES	(kWh/m ² /mes)
Enero	140,10
Febrero	135,29
Marzo	168,51
Abril	159,39
Mayo	162,55
Junio	162,97
Julio	182,77
Agosto	191,40
Septiembre	179,44
Octubre	169,49
Noviembre	138,86
Diciembre	143,32

Tabla 50. Promedio irradiancia mensual H (60).

Realizando dicho promedio se obtienen los valores de la *tabla 50* con ellos se calcula el coeficiente más desfavorable (C_{md}) que veremos en el siguiente punto.

A continuación, se muestra la *gráfica 6* de los valores promedio de irradiación con un ángulo de 60°, en dicho gráfico se puede observar la obtención de una irradiación más uniforme a lo largo de todo el año que eligiendo ángulos más cerrados.



Gráfica 6. Promedio irradiación anual H (60).

Para comparar los ángulos que podrían utilizarse para la instalación fotovoltaica se analizan tres ángulos más, de manera que se pueda obtener una comparación de los valores recogidos por la base de datos PVGIS-SARAH. Por ello en la aplicación web de PVGIS se ha cambiado el ángulo a valores de 50°, 63° y 65° tal y como aparece en la siguiente marcación de la *figura 43*, dándole después a visualizar resultados, con ello se obtiene una comparativa de las curvas de irradiación anual de cada ángulo.



Figura 43. Variación del ángulo de la aplicación web de PVGIS.

Para cada uno de estos ángulos se expone una tabla con los valores mensuales de irradiación desde el inicio de 2005 hasta el final de 2016, se realiza también un promedio de los valores mensuales y una gráfica anual.

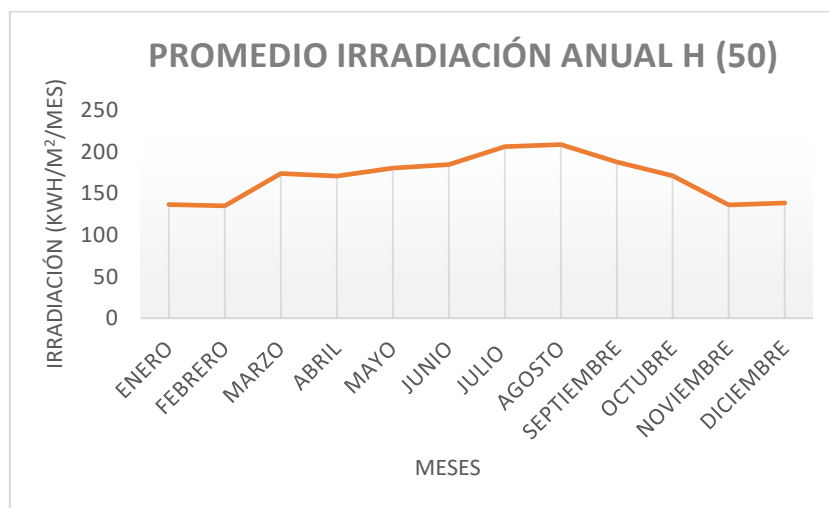
- Ángulo de 50°:

IRRADIACIÓN H (50) (kWh/m ² /mes)	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Enero	191,98	108,19	136,89	145,14	118,14	86,61	131,95	181,26	143,4	111,24	182,99	102,25
Febrero	152,61	132,86	105,08	126,84	139,39	114,13	170,15	197,31	135,28	101,39	125,79	121,08
Marzo	175,18	171,61	186,4	197,83	184,14	160,15	140,47	198,41	126,81	179,77	184,49	181,74
Abril	191,95	179,34	140,9	174,61	176,41	172,08	177,31	158,01	163,1	186,5	175,38	156,72
Mayo	182,97	179,1	182,72	155,41	192,71	174,23	179,09	197,69	170,5	189,44	197,98	162,53
Junio	191,65	192,17	183,4	174,64	186,61	171,65	184,69	191,69	179,64	182,27	186,71	192,29
Julio	206,45	205,91	213,66	202,54	207,8	205,78	202,69	212,95	205,96	205,15	208,91	199,04
Agosto	211,43	214,34	204,18	208,64	215,77	197,3	214,88	213,83	195,84	217,01	196,25	216,14
Septiembre	199,98	183,06	184,78	174,54	170,54	193,97	209,52	181,28	191,22	185,81	184,41	195,84
Octubre	162,9	166,32	180,51	137,49	193,47	179,56	190,31	163,69	183,98	181,93	156,02	157,61
Noviembre	138,6	105,19	180,18	151,72	153,77	135,32	122,24	102,2	152,66	105,49	173,6	116,53
Diciembre	137,49	144,76	144,75	108,89	100,2	118,34	155,67	137,87	153,27	166,53	159,79	137,01

Tabla 51. Irradiación mensual H (50).

PROMEDIO IRRADIACIÓN H (50)	
MESES	(kWh/m ² /mes)
Enero	136,67
Febrero	135,16
Marzo	173,92
Abril	171,03
Mayo	180,36
Junio	184,78
Julio	206,40
Agosto	208,80
Septiembre	187,91
Octubre	171,15
Noviembre	136,46
Diciembre	138,71

Tabla 52. Promedio irradiación mensual H (50).



Gráfica 7. Promedio irradiación anual H (50).

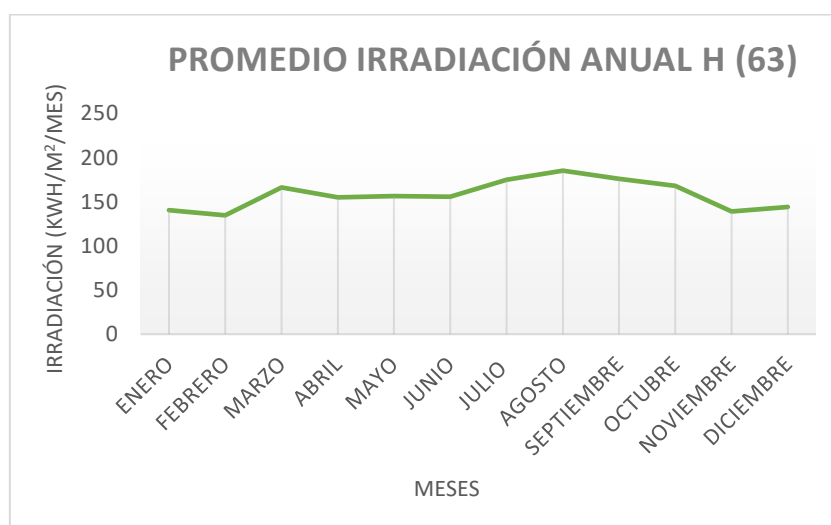
- *Ángulo de 63°:*

IRRADIACIÓN H (63) (kWh/m ² /mes)	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Enero	198,67	110,59	140,9	149,04	121,16	87,16	135,37	187,3	147,48	113,03	189,29	104,44
Febrero	152,91	132,8	103,69	126	138,73	113,04	170,64	197,8	135,06	99,89	124,8	120,35
Marzo	167,24	163,74	178,54	189,42	175,94	152,38	133,21	189,7	120,59	171,74	176,55	173,62
Abril	173,68	162,64	127,58	158,27	160,08	156,3	161,34	143,49	147,93	168,85	159,36	142,31
Mayo	158,36	155,97	158,51	136,16	166,7	150,49	155,7	170,75	148,39	164,95	170,63	141,07
Junio	160,93	161,88	154,86	147,16	157,52	145,32	155,53	160,96	151,66	153,56	157,01	161,69
Julio	175,04	174,46	180,14	171,64	175,58	174,46	172,09	179,89	174,68	174,07	176,87	168,52
Agosto	187,75	189,7	181,65	185,05	191,49	175,27	190,6	189,31	173,57	192,19	174,68	191,53
Septiembre	187,53	171,64	173,06	163,47	159,32	181,86	196,7	169,19	179,02	173,73	172,97	183,52
Octubre	159,75	163,14	177,62	134,15	190,72	176,69	187,2	160,37	181,04	179,36	152,97	154,52
Noviembre	141,42	106,25	184,53	154,77	156,79	137,41	124,13	103,13	155,8	106,22	178,02	117,89
Diciembre	142,96	150,49	150,13	112,38	103,1	121,94	162,1	142,95	159,46	173,8	166,01	142,03

Tabla 53. Irradiación mensual H (63).

PROMEDIO IRRADIACIÓN H (63)	
MESES	(kWh/m ² /mes)
Enero	140,37
Febrero	134,64
Marzo	166,06
Abril	155,15
Mayo	156,47
Junio	155,67
Julio	174,79
Agosto	185,23
Septiembre	176,00
Octubre	168,13
Noviembre	138,86
Diciembre	143,95

Tabla 54. Promedio irradiación mensual H (63).



Gráfica 8. Promedio irradiación anual H (63).

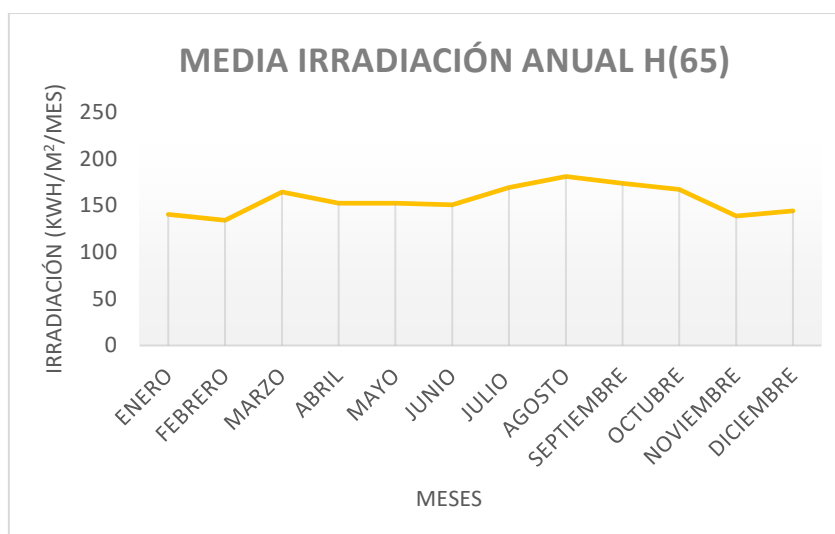
- *Ángulo de 65°:*

IRRADIACIÓN H (65) (kWh/m ² /mes)	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Enero	198,86	110,53	140,96	149,04	121,15	86,93	135,35	187,44	147,51	112,88	189,46	104,36
Febrero	152,34	132,27	103,1	125,38	138,08	112,46	170,02	197,05	134,5	99,31	124,17	119,78
Marzo	165,38	161,91	176,65	187,39	173,99	150,63	131,63	187,61	119,21	169,85	174,64	171,71
Abril	170,22	159,48	125,11	155,17	156,98	153,3	158,29	140,76	145,07	165,51	156,32	139,6
Mayo	154,01	151,87	154,23	132,76	162,09	146,32	151,56	165,97	144,48	160,6	165,78	137,3
Junio	155,61	156,62	149,92	142,41	152,48	140,76	150,49	155,64	146,82	148,59	151,86	156,39
Julio	169,54	168,96	174,29	166,24	169,95	168,98	166,73	174,1	169,2	168,62	171,26	163,19
Agosto	183,38	185,16	177,49	180,71	187,01	171,22	186,12	184,8	169,49	187,62	170,7	186,99
Septiembre	184,88	169,23	170,59	161,15	156,99	179,28	193,94	166,67	176,45	171,21	170,55	180,91
Octubre	158,66	162,01	176,47	133,12	189,53	175,54	185,97	159,22	179,87	178,25	151,91	153,45
Noviembre	141,29	106	184,43	154,62	156,61	137,19	123,94	102,89	155,65	105,94	177,96	117,64
Diciembre	143,21	150,75	150,35	112,48	103,14	122,01	162,42	143,16	159,76	174,2	166,29	142,23

Tabla 55. Irradiación mensual H (65).

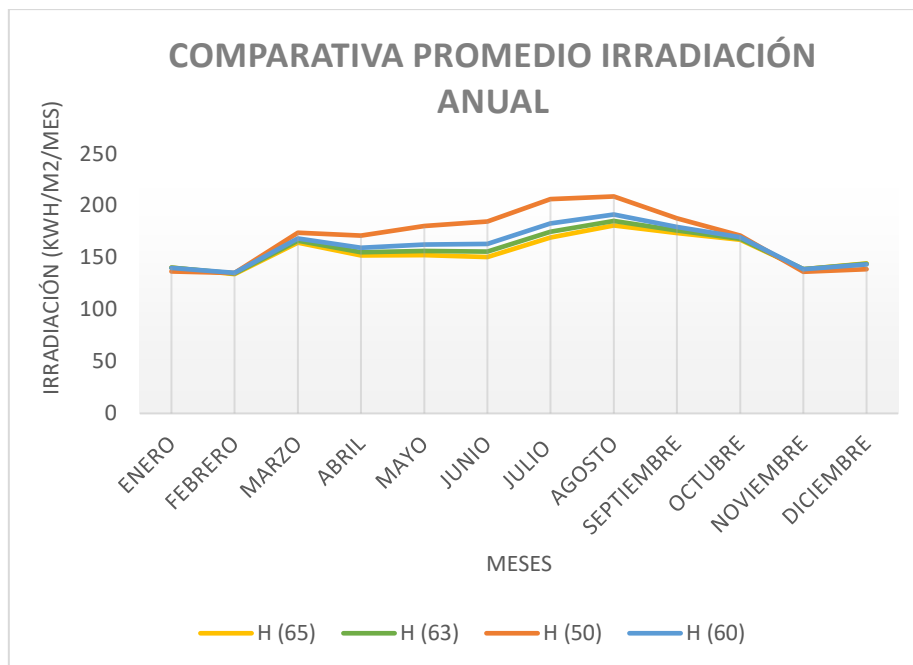
MEDIA IRRADIACIÓN H (65)	
MESES	(kWh/m ² /mes)
Enero	140,37
Febrero	134,04
Marzo	164,22
Abril	152,15
Mayo	152,25
Junio	150,63
Julio	169,26
Agosto	180,89
Septiembre	173,49
Octubre	167,00
Noviembre	138,68
Diciembre	144,17

Tabla 56. Promedio irradiación mensual H (65).



Gráfica 9. Promedio irradiación anual H (65).

Con los ángulos analizados se puede hacer una comparativa de todas las curvas del promedio de la irradiación anual, para ello se ha realizado una gráfica en la que se posicionan las cuatro curvas en la misma escala de tiempo obteniendo el siguiente resultado:



Gráfica 10. Comparativa promedio irradiación anual.

En la *gráfica 10* se puede observar la variación de cada una de las curvas; analizándose más detalladamente se puede observar como la curva H (60) que representa a la curva de 60°, tiene mayor irradiación en los meses de invierno, en estos meses el consumo de nuestra instalación de alumbrado es más elevado, por ello se ha elegido este ángulo para la posición de las placas sobre el plano horizontal, además dicho ángulo, está muy estandarizado en las instalaciones fotovoltaicas y los soportes y estructuras para las placas tendrán un coste más reducido.

En el resto de los ángulos que se han analizado se puede ver como en el ángulo de 50° (H (50)), obtenemos una mayor irradiación en los meses de verano, pero una menor irradiación en los meses de invierno. Este ángulo no está tan estandarizado en los soportes y estructuras de placas que se ofrecen en el mercado y pueden resultar más caros en el montaje; por ello no se ha utilizado dicho ángulo.

Para los ángulos de 63° y 65° (H (63) y H (65) respectivamente) encontramos valores de irradiación similares a los del ángulo de 60°, en estos valores se observa una menor irradiación en los meses de verano y una irradiación muy similar en los meses de invierno. Ambos ángulos no son ángulos estandarizados y supondrían un coste más elevado a la hora de adquirir soportes y estructuras, por ello no se ha utilizado estos ángulos en el montaje de las estructuras de la instalación fotovoltaica. En el “ANEXO III Irradiación solar” se muestran todos los datos de PVGIS.

En el siguiente punto se realiza el cálculo del coeficiente más desfavorable, se realizan los cálculos para los cuatro ángulos analizados para observar todos los coeficientes que obtenemos y poder comparar y corroborar la elección del ángulo de 60°.

10.1 COEFICIENTE MÁS DESFAVORABLE

El coeficiente más desfavorable (C_{md}), es el cociente entre el consumo y la irradiación solar relacionando las necesidades energéticas de la instalación con la irradiación solar disponible. Se tiene un valor más alto cuando hay mayores necesidades energéticas a cubrir y la irradiación solar disponible es menor. El mes que tenga el valor más alto de dicho coeficiente, es el mes más desfavorable, con este valor calcularemos, en el siguiente apartado, el dimensionamiento de la instalación fotovoltaica.

El cálculo del coeficiente más desfavorable se ha realizado para los cuatro ángulos analizados anteriormente, con ello se comprueban los meses más desfavorables para las diferentes inclinaciones, así como el coeficiente más desfavorable de cada ángulo.

- *Ángulo de 60°:*

Para realizar el cálculo de este ángulo debemos de dividir el consumo mensual entre la irradiancia solar en el mes que estemos analizando.

$$C_{md}(\text{mes}) = \frac{\text{Consumo mensual} \left(\frac{\text{Ah}}{\text{mes}} \right)}{\text{Irradiación } H(60) \left(\frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{mes}} \right)}$$

$$C_{md}(\text{enero}) = \frac{541124,38}{140,1} = 3862,48$$

Para cada uno de los meses del año se realiza el cálculo anterior indicando el valor de irradiancia y de consumo de cada mes, resolviéndolo obtendremos la siguiente *tabla 57*.

MESES	IRRADIACIÓN H (60) (kWh/m ² /mes)	CONSUMO MENSUAL (Ah/mes)	COEFICIENTE C_{md}
Enero	140,10	541124,38	3862,48
Febrero	135,29	470655,37	3478,95
Marzo	168,51	480999,44	2854,50
Abril	159,39	426693,06	2677,12
Mayo	162,55	400832,87	2465,92
Junio	162,97	349112,50	2142,23
Julio	182,77	360749,58	1973,81
Agosto	191,40	360749,58	1884,75
Septiembre	179,44	387902,78	2161,75
Octubre	169,49	480999,44	2837,94
Noviembre	138,86	504273,61	3631,57
Diciembre	143,32	541124,38	3775,53

Tabla 57. Coeficiente más desfavorable H (60).

En la tabla anterior podemos observar el valor más alto del coeficiente C_{md} ha sido en el mes de enero, por lo tanto, para un ángulo de 60° es el mes más desfavorable. Este valor es el utilizado para el dimensionamiento de la instalación fotovoltaica.

En las siguientes tablas se expone el cálculo anterior para los tres ángulos restantes.

- *Ángulo de 50 °:*

MESES	IRRADIACIÓN H (50) (kWh/m ² /mes)	CONSUMO MENSUAL (Ah/mes)	COEFICIENTE C _{md}
Enero	136,67	541124,38	3959,35
Febrero	135,16	470655,37	3482,23
Marzo	173,92	480999,44	2765,69
Abril	171,03	426693,06	2494,90
Mayo	180,36	400832,87	2222,35
Junio	184,78	349112,50	1889,30
Julio	206,40	360749,58	1747,79
Agosto	208,80	360749,58	1727,72
Septiembre	187,91	387902,78	2064,27
Octubre	171,15	480999,44	2810,41
Noviembre	136,46	504273,61	3695,44
Diciembre	138,71	541124,38	3901,00

Tabla 58. Coeficiente más desfavorable H (50).

- *Ángulo de 63 °:*

MESES	IRRADIACIÓN H (63) (kWh/m ² /mes)	CONSUMO MENSUAL (Ah/mes)	COEFICIENTE C _{md}
Enero	140,37	541124,38	3855,01
Febrero	134,64	470655,37	3495,59
Marzo	166,06	480999,44	2896,61
Abril	155,15	426693,06	2750,15
Mayo	156,47	400832,87	2561,67
Junio	155,67	349112,50	2242,60
Julio	174,79	360749,58	2063,94
Agosto	185,23	360749,58	1947,55
Septiembre	176,00	387902,78	2203,98
Octubre	168,13	480999,44	2860,92
Noviembre	138,86	504273,61	3631,44
Diciembre	143,95	541124,38	3759,22

Tabla 59. Coeficiente más desfavorable H (63).

- *Ángulo de 65°:*

MESES	IRRADIACIÓN H (65) (kWh/m ² /mes)	CONSUMO MENSUAL (Ah/mes)	COEFICIENTE C _{md}
Enero	140,37	541124,38	3854,92
Febrero	134,04	470655,37	3511,35
Marzo	164,22	480999,44	2929,05
Abril	152,15	426693,06	2804,41
Mayo	152,25	400832,87	2632,77
Junio	150,63	349112,50	2317,64
Julio	169,26	360749,58	2131,40
Agosto	180,89	360749,58	1994,29
Septiembre	173,49	387902,78	2235,91
Octubre	167,00	480999,44	2880,24
Noviembre	138,68	504273,61	3636,24
Diciembre	144,17	541124,38	3753,46

Tabla 60. Coeficiente más desfavorable H (65).

Realizados los cálculos para los cuatro ángulos tenemos los coeficientes más desfavorables, como se ha mencionado antes es el mayor valor de todos los meses del año, en todas las tablas anteriores estos coeficientes se han remarcado de color naranja. Para los cuatro ángulos se han obtenido los coeficientes más desfavorables en el mes de enero, un mes en el que tenemos un mayor consumo de energía y una menor irradiación solar.

COEFICIENTES C _{md}	H (60)	H (50)	H (63)	H (65)
Enero	3862,48	3959,35	3855,01	3854,92

Tabla 61. Resultados Coeficientes más desfavorables.

En la *tabla 61* observamos un resumen de los mayores coeficientes de cada año para cada ángulo, coincidiendo con lo mencionado anteriormente, se ha optado por el ángulo de 60° por ser la mejor opción para nuestro proyecto, reduciendo costes y tiempo de montaje debido a que, dicho ángulo está más estandarizado a la hora de adquirir soportes y estructuras para la instalación fotovoltaica.

Otra de las opciones que se ha pensado ha sido la de doble inclinación, este método supondría mover todas las estructuras dos veces al año para posicionar las placas a 15° en verano y a 60° en invierno, de tal manera que se aprovecharía más la irradiación solar, el inconveniente es que este método supondría un mayor coste de mantenimiento y del modelo de soporte y estructura a comprar, ya que debería de ser un soporte ajustable, todos estos costes superarían el beneficio que previsiblemente se podría llegar a tener, por eso se ha descartado esta opción.

11. INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

Una instalación fotovoltaica es capaz de transformar la energía solar en electricidad, para ello se necesitan paneles formados por semiconductores llamados células fotovoltaicas en dichas células, la energía de los fotones se transmite a los electrones de los átomos de silicio, estos reciben la energía que los excita, con el movimiento que se genera se produce la electricidad.

11.1 PANELES FOTOVOLTAICOS

Un panel fotovoltaico está formado por un conjunto de células fotovoltaicas conectadas entre sí encapsuladas entre una cubierta posterior y un vidrio protector que protegerá al panel de las inclemencias meteorológicas que se puedan producir. El panel o placa fotovoltaica también dispone de un marco que permite su anclaje y sujeción.

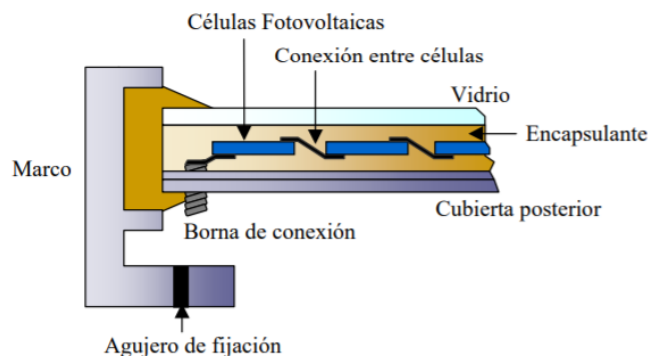


Figura 44. Sección transversal panel fotovoltaico. Fuente: eoi.

Existen tres tipos de placas dependiendo del tipo de célula que se esté utilizando:

- *Paneles monocristalinos*: se fabrican con bloques de silicio, a estas células se le recortan las esquinas consiguiendo una mejor eficiencia. Tienen una eficiencia más alta en condiciones de poca luz.
- *Paneles policristalinos*: se fabrican fundiendo silicio y vertiéndolo en moldes cuadrados. Tiene un precio más reducido que el modelo anterior porque el proceso de fabricación es más simple la eficiencia de estos paneles es mayor en condiciones de temperaturas elevadas. La degradación por la luz es menor a lo largo de los años, por tanto, se pierde menos eficacia.
- *Paneles de capa fina*: se fabrican situando varias capas de material fotovoltaico base. Se pueden encontrar silicio amorfo, cobre, galio, indio y selenio, su fabricación es bastante sencilla, con ello el precio se reduce.

En la siguiente *Figura 45* podemos ver una comparativa de los 3 tipos de placas que nos podemos encontrar en el mercado las más utilizadas son las policristalina y monocristalina debido a sus características y eficiencia frente a los paneles de capa fina.

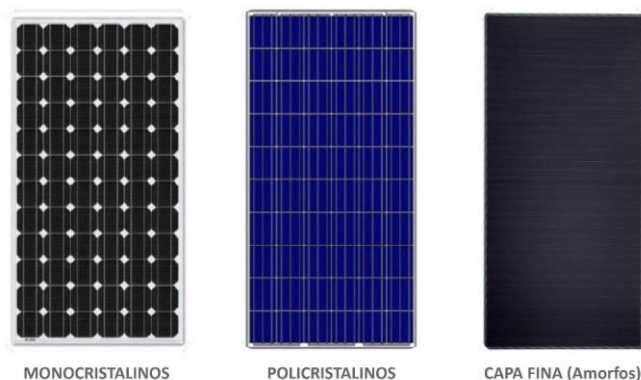


Figura 45. Tipos de paneles fotovoltaicos. Fuente: tritec.

11.1.1 PANEL FOTOVOLTAICO SELECCIONADO

Para la elección del panel o módulo fotovoltaico, debemos de elegir un panel que se adapte a las necesidades de la instalación fotovoltaica donde se quiere instalar, es decir hay que tener en cuenta el dimensionamiento de la instalación para instalar un módulo del tipo adecuado, en el rango de potencia más rentable y específico. Para el dimensionamiento de la instalación solar que se va a realizar en el presente proyecto se ha elegido la siguiente placa del fabricante TrinaSolar:

TrinaSolar TALLMAX module TSM – 330 PD14

Las características de la placa elegida están expuestas en la siguiente tabla:

ESPECIFICACIONES PANEL FOTOVOLTAICO	
Modelo	TSM-330 PD14
Potencia máxima ($P_{m\acute{a}x}$)	330 W
Tolerancia de la potencia nominal	0/+5 W
Tensión a potencia máxima (V_{MP})	37,4 V
Corriente a potencia máxima (I_{MPP})	8,83 A
Tensión en circuito abierto (V_{DC})	45,8 V
Corriente de cortocircuito (I_{sc})	9,28 A
Eficiencia del módulo	17 %
Células solares	72, policristalino
Dimensiones	1960 x 992 x 40 mm
Peso	22,5 kg
Caja conexión	IP 68
Conectores	28 MC4/UTX/TS4

Tabla 62. Especificaciones panel fotovoltaico. Fuente TrinaSolar.

En la siguiente imagen se puede observar las características físicas del panel, así como la ubicación de las conexiones y anclajes.

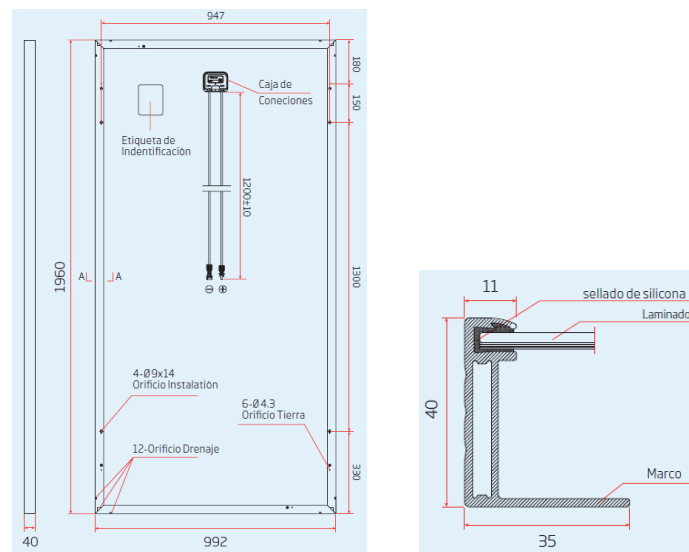
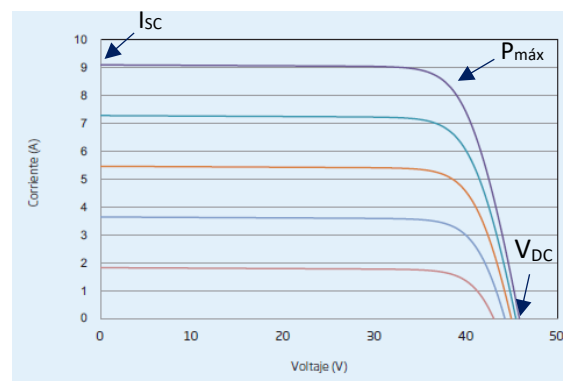


Figura 46. Vista trasera y anclaje del panel fotovoltaico. Fuente: TrinaSolar.

En la siguiente gráfica se incluye la curva de corriente y tensión del módulo fotovoltaico en la que se puede observar la corriente de cortocircuito la potencia máxima y la tensión en circuito abierto bajo unas condiciones medioambientales específicas.



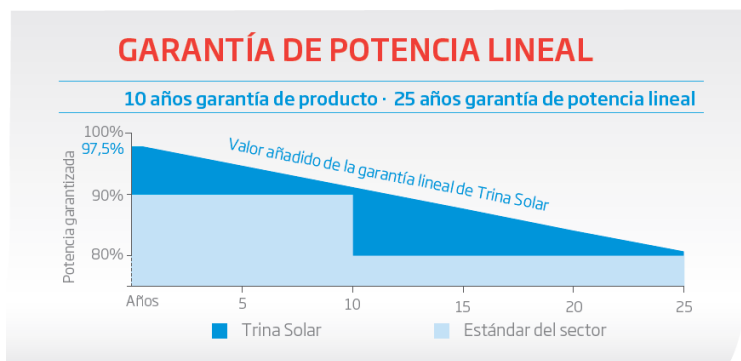
Gráfica 11. Curva característica I-V. Fuente TrinaSolar.

Corriente de cortocircuito (I_{sc}): es la corriente máxima que produce el módulo fotovoltaico en unas condiciones específicas de iluminación y temperatura con un voltaje con valor de 0 V.

Tensión en circuito abierto (V_{DC}): es la máxima tensión del módulo fotovoltaico en unas condiciones de iluminación y temperatura determinadas con una intensidad igual a 0 A.

Potencia máxima ($P_{máx}$): es la potencia más alta que produce el dispositivo en unas condiciones de iluminación y temperatura determinadas, proporcionales al par máximo de tensión e intensidad.

TrinaSolar es uno de los mayores fabricantes de paneles solares, ofreciendo altos rendimientos, así como garantía de producto y de potencia lineal superiores a la competencia. La siguiente *gráfica 12* de potencia lineal que se muestra, es la reducción de pérdida de potencia lineal que el fabricante nos garantiza, la pérdida anual es del 0,8 %.



Gráfica 12. Curva de potencia lineal. Fuente: TrinaSolar.

En el “ANEXO IV Hojas de características” se incluyen las especificaciones completas del panel fotovoltaico.

11.1.2 CÁLCULO DEL NÚMERO DE PANELES FOTOVOLTAICOS

En este apartado se realiza el cálculo del número de módulos fotovoltaicos que dispondrá nuestra instalación solar. El panel elegido tiene una potencia máxima de 330 W, una intensidad de pico de 8,84 A y una tensión de 24 V, la instalación que se ha diseñado es de 48 V debemos de poner dos placas en serie para alcanzar dicho voltaje, la instalación a 48 V permite reducir las pérdidas de energía.

Para el cálculo del número de placas en paralelo debemos de utilizar el coeficiente más desfavorable C_{md} , calculado en el punto 10.1 para un ángulo de inclinación de 60°, este dato se ha obtenido en el mes de enero y tiene un valor de 3862,48. Para el cálculo las placas en paralelo debemos sobredimensionar un 20 % nuestra instalación, de esta manera se amortizan las posibles pérdidas que vaya a tener el panel a lo largo de los años, ese valor de sobredimensionamiento se añade multiplicando 1,2 el coeficiente más desfavorable, el resultado de esa multiplicación entre la intensidad pico de la placa que en este caso es 8,83 A nos dará el número de módulos en paralelo.

$$N^{\circ} \text{ paneles en paralelo} = \frac{C_{md} \cdot 1,2}{I_{pico}(A)}$$

$$N^{\circ} \text{ paneles en paralelo} = \frac{3862,48 \cdot 1,2}{8,83} = 524,91 \approx 525 \text{ paneles}$$

Realizando la operación el resultado ha sido de 524,91, redondeamos a 525 paneles para no tener un número inferior al necesario de paneles en paralelo.

Multiplicamos el número de paneles en paralelo por el número de paneles en serie obteniendo el número total de placas de la instalación.

$$N^{\circ} \text{ paneles totales} = N^{\circ} \text{ paneles en paralelo} \cdot N^{\circ} \text{ paneles en serie}$$

$$N^{\circ} \text{ paneles totales} = 525 \cdot 2 = 1050 \text{ paneles}$$

Nº PANELES EN PARALELO	525
Nº PANELES EN SERIE	2
Nº PANELES TOTALES	1050

Tabla 63. Resumen número de paneles fotovoltaicos.

Una vez que tenemos el número total de paneles de la instalación sacamos la potencia pico de nuestra instalación, para ello multiplicaremos el número de paneles por la potencia de cada placa.

$$P_{pico}(W) = N^{\circ} \text{ paneles totales} \cdot \text{Potencia de cada panel (W)}$$

$$P_{pico} = 1050 \cdot 330 = 346500 \text{ W}$$

POTENCIA PICO	346500 W	346,50 kW
---------------	----------	-----------

Tabla 64. Potencia pico instalación fotovoltaica.

Con el número total de placas ya tendríamos una parte de la instalación fotovoltaica dimensionada, con ello podríamos calcular el número de reguladores que necesita dicha instalación.

11.2 REGULADORES

Un regulador de carga solar es un dispositivo que se sitúa entre los paneles fotovoltaicos y las baterías y controla el flujo de energía que se transmite entre ambos periféricos. Este equipo controla las medidas de corriente y tensión que se inyecta a la batería. El regulador varía el flujo de energía dependiendo del estado de la batería, existen tres tipos de estados:

- *Bulk*: este estado se produce cuando la batería está descargada, en ese momento toda la corriente que se produce en el campo fotovoltaico se inyecta a las baterías.
- *Absorción*: cuando la batería está prácticamente llena se va reduciendo el valor de la corriente que se inyecta y la tensión se mantiene sobre los 14 V, es la llamada tensión de absorción.
- *Flotación*: la tensión se reduce a 13,5 V que es la llamada tensión de flotación, la corriente se reduce hasta que la batería está cargada por completo, en ese momento toda la energía que viene de las placas ya no entra a las baterías y el regulador la pierde por efecto Joule. De esta manera se evitan sobrecargas en la batería.

El regulador utiliza un diodo para que la energía de las baterías no se invierta en los paneles fotovoltaicos. La carga de las baterías es controlada constantemente por este dispositivo para asegurar un llenado óptimo de las baterías y así alargar su vida útil.

Existen dos tipos de reguladores:

- PWM: dispone de un diodo en su interior, por ello la tensión de los módulos fotovoltaicos es la misma que la de las baterías, los valores de tensión y corriente son iguales a ambos lados del regulador. El regulador introduce la corriente más lentamente cuando la batería está próxima a llenarse.
- MPPT: también llamados maximizadores, es un convertidor de tensión CC – CC, con ello el regulador permite trabajar a tensiones diferentes en los paneles fotovoltaicos y las baterías. Adapta la tensión de funcionamiento a la generadora máxima potencia en el campo fotovoltaico. Con este tipo de reguladores se consigue hasta un 30 % más de rendimiento gestión de la producción solar.

11.2.1 REGULADOR SELECCIONADO

El regulador elegido para nuestra instalación fotovoltaica es de la marca Victron Energy, el modelo es el siguiente:

Victron Energy BlueSolar MPPT 150/100

Este cargador solar incorpora tecnología rápidas y competitivas para convertir la energía de un conjunto de módulos fotovoltaicos en energía que carga de forma óptima un banco de baterías. Algunas de dichas tecnologías son las siguientes: permite la programación de parámetros de carga e incorpora soporte a través de la aplicación VictronConnect para configurar y gestionar el dispositivo proporcionando información de tensión y corriente de la batería, tensión y corriente de la instalación fotovoltaica, así como los datos históricos. El regulador permite la conexión entre varios reguladores proporcionando una información conjunta en la aplicación.

Las características que podemos encontrar en dicho regulador son las expuestas en la siguiente tabla.

ESPECIFICACIONES REGULADOR	
Modelo	MPPT 150/100
Tensión de la batería	12 V / 24 V o 48 V
Corriente de carga nominal	100 A
Potencia FV nominal, 48 V	5800 W
Corriente de cortocircuito máxima	70 A
Tensión máxima del circuito abierto FV	150 V
Eficiencia máxima	98%
Tensión de carga de "absorción"	14,4/28,8/43,2/57,6 V
Tensión de carga de "flotación"	13,8/27,6/41,4/55,2 V
Protección polaridad inversa batería	Fusible
Temperatura de trabajo	- 30 a + 60 °C
Dimensiones	246 x 295 x 103 mm
Peso	4,5 kg

Tabla 65. Especificaciones del regulador. Fuente: Victron Energy.

Con este regulador obtendremos un seguimiento ultrarrápido del punto de máxima potencia, especialmente con cielos nubosos, cuando la intensidad varía constantemente. El tipo de regulador MPPT, mejora la recogida de energía hasta un 30 %.

Proporciona una detención avanzada del punto de máxima potencia en caso de nubosidad parcial. Se pueden llegar a dar dos o más puntos de máxima potencia (MPP) en la curva de tensión de carga. La tecnología BlueSolar permite maximizar la recogida de energía seleccionando el MPP óptimo.

La eficiencia máxima del regulador sin ventilador excede el 98 %.

Dispone de un algoritmo de carga programable.

Tiene una amplia protección electrónica; protección de sobretensión, protección de cortocircuito y una protección de polaridad inversa en los paneles fotovoltaicos.

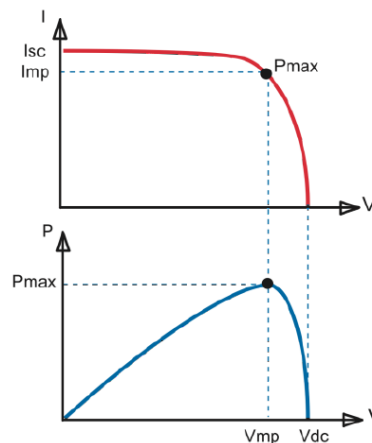
En su interior contiene un sensor de temperatura interna.

En las siguientes imágenes se muestra el regulador elegido para la instalación.



Figura 46. Regulador MPPT 150/100 utilizado. Fuente: Victron Energy.

Con las siguientes gráficas, proporcionadas por el fabricante, se puede ver el seguimiento del punto de potencia máxima.



Gráfica 13. Curva de potencia lineal. Fuente: Victron Energy.

La curva superior representa a la corriente y la tensión de salida de un módulo fotovoltaico; el punto P_{max} es el punto de potencia máxima. La curva inferior representa la potencia y tensión de salida; el punto V_{mp} es la tensión a máxima potencia y V_{dc} es la tensión en circuito abierto.

En el “ANEXO IV Hojas de características” se incluyen las especificaciones completas del regulador.

11.2.2 CÁLCULO DEL NÚMERO DE REGULADORES

El cálculo del número de reguladores se ha elegido un regulador con una corriente nominal de 100 A, con este valor y la intensidad pico de las placas se calcula el número de placas por regulador.

$$N^{\circ} \text{ placas por regulador} = \frac{I \text{ regulador (A)}}{I_{\text{pico}} \text{ (A)}}$$

$$N^{\circ} \text{ placas por regulador} = \frac{100}{8,83} = 11,33 \approx 11$$

El número de placas obtenidas por regulador ha sido de 11,33, redondeamos ese valor a 11 para no exceder la intensidad máxima que le llega al regulador. Dicha intensidad máxima se calcula multiplicando el número de placas por regulador por la intensidad pico de cada placa, resolviendo esta operación obtendremos el siguiente resultado:

$$\text{Intensidad máxima (A)} = N^{\circ} \text{ placas por regulador} \cdot I_{\text{pico}} \text{ (A)}$$

$$\text{Intensidad máxima} = 11 \cdot 8,83 = 97,13 \text{ A}$$

Por último, el cálculo del número de reguladores se realiza dividiendo el número de placas por el número total de placas por el número de placas por regulador.

$$N^{\circ} \text{ total de reguladores} = \frac{N^{\circ} \text{ total de placas}}{N^{\circ} \text{ placas por regulador}}$$

$$N^{\circ} \text{ total de reguladores} = \frac{1050}{11} = 95,45 \approx 96$$

Redondeamos el valor del número total de reguladores a 96 para hacer un mejor dimensionamiento de la instalación.

Nº DE REGULADORES	96
-------------------	----

Tabla 66. Número total de reguladores.

11.3 BATERÍAS

Para el diseño de una instalación fotovoltaica aislada es necesario colocar acumuladores de carga o baterías, capaces de absorber la energía que producen los paneles solares y luego cederla en el momento que se le precise, garantizando el suministro energético. Existen varios tipos de baterías.

- *Monoblock*: se utilizan en instalaciones pequeñas con menores consumos y ocasionales. Tienen un precio más reducido.
- *Baterías AGM*: estas baterías no son las más adecuadas para un consumo diario, debido a que tienen un ciclo de vida inferior a otros tipos de acumuladores y la vida útil es más reducida. No requieren mantenimiento.
- *Baterías estacionarias*: es una buena opción para instalaciones con consumos diarios y periodos de uso largos. Se componen de vasos de 2 V conectados en serie para conseguir la tensión que tenga la instalación fotovoltaica, existen vasos de hasta 16 V. Tienen una vida útil más larga que otros tipos de batería y el mantenimiento requerido es mínimo.
- *Baterías de litio*: el tiempo de carga es más rápido, ocupan un menor espacio y tienen un buen ciclo de descarga. Este tipo de acumuladores no necesita mantenimiento y su precio es más elevado.

Algunos de los factores a tener en cuenta son:

La **tensión nominal** de la batería depende del estado de carga de la batería, el valor puede variar entre $\pm 8 - 10 \%$.

La **capacidad** de la batería muestra la cantidad de energía que se puede almacenar en su interior. Este valor se formula en Ah. El valor de capacidad depende del tiempo de descarga de la batería, influyendo de forma negativa las descargas rápidas, así como por parte de la temperatura, influyen las temperaturas bajas. Para favorecer la elección de una batería los fabricantes disponen de una tabla indicando las capacidades de la batería dependiendo del tiempo de descarga, por ejemplo, si el fabricante indica C_{72} , 72 significa que la descarga se realiza a lo largo de 72 horas.

La **profundidad de descarga** es la cantidad de energía que se puede extraer de la batería. Se expresa en porcentaje y los valores adecuados oscilan entre 50 % y 70 %, con ello se indica la máxima profundidad de descarga sin perjudicar la batería. Si el valor de profundidad de descarga es bajo se necesitan un mayor número de baterías para compensar la capacidad que se puede extraer del conjunto de acumuladores.

La **vida útil** es la cantidad de ciclos de carga y descarga que una batería es capaz de efectuar. Esta vida útil depende de las condiciones de uso y de la profundidad de descarga que se llegue a extraer de la batería en un determinado tiempo.

11.3.1 BATERÍA SELECCIONADA

En el diseño de la instalación fotovoltaica se ha elegido un acumulador de energía de la gama Classic OPzS Solar, según el fabricante este tipo de baterías tienen una gran resistencia, larga vida útil y una alta seguridad de funcionamiento, su uso resulta ideal para instalaciones eléctricas solares. La batería elegida ha sido la siguiente:

GNB Classic OPzS Solar 4600

Tienen las siguientes características:

- Diseño optimizado con una mayor capacidad de ciclo y una larga vida útil.
- Aleación especial y amplia reserva de electrolito.
- Bajo mantenimiento.
- Completamente reciclables.

La batería elegida tiene los siguientes datos técnicos:

ESPECIFICACIONES BATERÍA	
Modelo	OPzS Solar 4600
Tensión nominal	2 V
Capacidad nominal 25 °C	4300 Ah
Resistencia interna	0,11 mOhm
Corriente de cortocircuito	18600 A
Terminal	F-M8
Nº de polos	4
Dimensiones	215 x 580 x 812 mm
Peso	217 kg

Tabla 67. Especificaciones batería. Fuente GNB.

En la siguiente *tabla 68* podemos observar las capacidades de la batería que hemos elegido, de todas esas capacidades el acumulador elegido es C_{72} por que la instalación se diseña para que las baterías aguanten tres días de autonomía (72 horas), dicho acumulador tiene una capacidad energética de 4300 Ah.

CAPACIDAD BATERÍA	C_{10} 1,8 V _{pc}	C_{24} 1,8 V _{pc}	C_{48} 1,8 V _{pc}	C_{72} 1,8 V _{pc}	C_{100} 1,85 V _{pc}	C_{120} 1,85 V _{pc}	C_{240} 1,85 V _{pc}
OPzS Solar 4600	3451 Ah	3765 Ah	4100 Ah	4300 Ah	4500 Ah	4600 Ah	4850 Ah

Tabla 68. Capacidades de la batería. Fuente GNB.

En el “ANEXO IV Hojas de características” se incluyen las especificaciones completas de la batería.

En el siguiente punto se analizan la cantidad de baterías que necesita la instalación de alumbrado para su funcionamiento.



Figura 47. Batería. Fuente GNB.

11.3.2 CÁLCULO DEL NÚMERO DE BATERÍAS

En este apartado se calcula el número de baterías, para ello se han elegido el número de días de descarga que queremos que aguante la instalación, en nuestro caso se han elegido tres días porque las condiciones climáticas de la localidad son favorables en la producción de energía fotovoltaica de esta manera, se eligen tres días para reducir los costes. Con dichos días se tendría autonomía para el consumo de la instalación de alumbrado durante tres días sin necesidad de que se produzca energía con los paneles fotovoltaicos. La probabilidad de que esto ocurra es baja porque los paneles elegidos, tienen un muy buen rendimiento en la producción de energía los días nublados. Pese a ello se instala un grupo electrógeno capaz de proporcionar dicha energía en caso de que hubiera algún fallo o los días de capacidad de las baterías fueran insuficientes.

La profundidad de descarga de los acumuladores según el fabricante para el modelo elegido es del 70 % es decir un 0,7 con una temperatura de 25 °C.

Para el cálculo se ha buscado el consumo más desfavorable de la tabla de consumo de cada mes en Ah/día, el valor más alto de la siguiente *tabla 69* es el que utilizamos.

CONSUMO ANUAL	
MESES	CONSUMO DIARIO (Ah/día)
Enero	17455,63
Febrero	16809,12
Marzo	15516,11
Abril	14223,10
Mayo	12930,09
Junio	11637,08
Julio	11637,08
Agosto	11637,08
Septiembre	12930,09
Octubre	15516,11
Noviembre	16809,12
Diciembre	17455,63

Tabla 69. Resultados consumos mensuales en Ah.

En la tabla se observa como el valor más desfavorable se produce en los meses de enero y diciembre con 17455,63 Ah/día en ambos meses este valor es el que utilizaremos para realizar el siguiente cálculo de capacidad de las baterías. Donde n son las horas de descarga prevista, N_{da} es el número de días de autonomía y P_d es la profundidad de descarga.

$$C_n(Ah) = N_{da} \cdot \left(\frac{\text{consumo diario (Ah/día)}}{P_d} \right)$$

Donde n :

$$n = \text{horas en 1 día} \cdot N_{da}$$

$$n = 24 \cdot 3 = 72 \text{ horas}$$

Resolviendo la ecuación con los datos que tenemos obtendríamos la siguiente capacidad para tres días:

$$C_{72} = 3 \cdot \left(\frac{17455,63}{0,7} \right)$$

$$C_{72} = 74809,82 \text{ Ah}$$

Una vez tenemos la capacidad C_{72} , calculamos el número de baterías en paralelo con el valor de capacidad proporcionado por el fabricante, en la *tabla 68* expuesta anteriormente dicho valor ha sido de 4300 Ah.

Número de líneas de baterías en paralelo:

$$N_{lp} = \frac{C_{72} \text{ (Ah)}}{C_{bat} \text{ (Ah)}}$$

$$N_{lp} = \frac{74809,82}{4300} = 17,39 \approx 18 \text{ líneas en paralelo}$$

La capacidad real de las baterías que tendremos en la instalación se calcula multiplicando el número de baterías en paralelo por la capacidad de la batería. En el cálculo anterior el número de baterías ha sido de 17,39 pero se ha redondeado a 18 baterías para obtener así un dimensionamiento más equilibrado.

$$C_{real \text{ bat}} \text{ (Ah)} = C_{bat} \text{ (Ah)} \cdot N_{lp}$$

$$C_{real \text{ bat}} = 4300 \cdot 18 = 77400 \text{ Ah}$$

Calculamos el número de días reales con los valores de la capacidad de la batería elegida, el consumo diario más desfavorable y la profundidad de descarga.

$$N_{da \text{ real}} = \frac{C_{real \text{ bat}} \text{ (Ah)} \cdot P_d}{\text{consumo diario (Ah/día)}}$$

$$N_{da \text{ real}} = \frac{77400 \cdot 0,7}{17455,63} = 3,1 \approx 3 \text{ días}$$

En el cálculo del número de días, el resultado ha sido 3,1 días, resultando por encima del valor fijado de 3 días, de esta manera nos aseguramos de que la instalación queda alimentada por las baterías durante 3 días en el caso de que se produjera algún problema de suministro a través de los paneles, o problema técnico que se produzca y precise el paro de la instalación fotovoltaica.

Las baterías elegidas son de 2 V por lo que debemos de instalar 24 baterías en serie para llegar a 48 V de la tensión que va a recibir el inversor, con esta tensión de funcionamiento se minimizan las pérdidas en la instalación y se consigue una mejor eficiencia.

Para hallar el número total de baterías se multiplican el número de baterías en serie por el número de líneas de baterías en paralelo.

$$N^{\circ} \text{ Total de baterías} = N_{\text{serie}} \cdot N_{lp}$$

$$N^{\circ} \text{ Total de baterías} = 24 \cdot 18 = 432 \text{ baterías}$$

Nº DE BATERÍAS	432
----------------	-----

Tabla 70. Número total de baterías.

11.4 INVERSORES

La energía generada por los paneles y almacenada en las baterías es cedida al inversor, el cual, es el elemento que se encarga de transformar la corriente continua, en corriente alterna. El voltaje generado, es de 230 V permitiendo la conexión de receptores con dicho valor de tensión. La entrada del inversor tiene un voltaje de 48 V ya que la disposición de paneles elegida genera ese voltaje.

La eficiencia del inversor es un factor importante porque nos indica las pérdidas de energía que se provocan en la transformación.

Los inversores se pueden clasificar según el tipo de onda:

- *Onda cuadrada*: son inversores de baja potencia que se emplean en casos con bajas cargas resistivas o inductivas.
- *Onda modificada o quasi-senoidal*: se emplean en conexión de viviendas rurales con poca potencia.
- *Onda senoidal*: la señal de este tipo de inversores es muy parecida a la red eléctrica, es por lo que se puede conectar cualquier tipo de aparato.

La potencia que se consume en la instalación debe estar garantizada con la potencia producida por los inversores. Con ello se debe elegir un inversor o grupo de inversores que sean capaces de llegar a la potencia de consumo instalada.

Para elegir el inversor adecuado a nuestra instalación, se debe asegurar que, ante cualquier condición meteorológica, se garantice que el rango de tensión de salida del panel fotovoltaico se encuentre dentro del rango de tensiones aceptables a la entrada de este.

11.4.1 INVERSOR SELECCIONADO

El inversor elegido para nuestra instalación es de la marca Victron Energy, el modelo es el siguiente:

Victron Energy Inversor Phoenix 48 / 5000

Este inversor está diseñado para uso profesional, la señal que produce es sinusoidal con una eficiencia optimizada. Utiliza una tecnología híbrida de alta frecuencia obteniendo una mayor calidad de producto en unas dimensiones más reducidas.

Tiene una alta potencia de arranque gracias a la tecnología SinusMax utilizada.

Permite la configuración de los inversores para un funcionamiento trifásico.

Esta familia de inversores permite la conexión con un ordenador a través de un puerto RS – 232, realizando esta conexión se pueden cambiar los parámetros del inversor, incluyendo la tensión y frecuencia de salida, ajustes de sobretensiones o subtensiones y la programación del relé. Todas estas configuraciones se pueden modificar a través de una aplicación de ordenador proporcionada por el fabricante. También se dispone de una aplicación web para un seguimiento y control informático del propio inversor.



Figura 48. Inversor 48 / 5000 utilizado. Fuente: Victron Energy.

En la imagen anterior se muestra el inversor que se utiliza en la instalación fotovoltaica. A continuación, se especifican algunas de las características del inversor.

ESPECIFICACIONES INVERSOR	
Modelo	Phoenix
Rango tensión de entrada	38 - 66 V
Tensión de salida	230 V \pm 2 %
Frecuencia de salida	60 Hz \pm 1 %
Potencia de salida 25 °C	5000 VA
Potencia de salida 25 °C	4000 W
Potencia de salida 40 °C	3700 W
Potencia de salida 65 °C	3000 W
Potencia pico	10000 W
Eficiencia máx. 48 V	94 / 95 %
Consumo en vacío 48 V	30 / 35 W
Protección	a - g
Dimensiones	444 x 328 x 240 mm
Peso	30 kg

Tabla 71. Especificaciones del inversor. Fuente: Victron Energy.

Todos los inversores que se instalen están dentro de edificios prefabricados de hormigón asegurando todas las condiciones de seguridad necesarias puesta a tierra de puertas y rejillas, así como, una ventilación óptima para conseguir una mejor potencia de salida.

En el “ANEXO IV Hojas de características” se incluyen las especificaciones completas del inversor.

11.4.2 CÁLCULO DEL NÚMERO DE INVERSORES

En este apartado calculamos el número de inversores necesarios. Para ello, debemos de analizar la potencia de la instalación de luminarias que se ha diseñado. En la siguiente tabla se muestra las unidades de luminarias y su potencia individual y en conjunto de cada tipo de calle, es un resumen de los datos calculados en el punto “8. Potencia instalada”.

POTENCIA INSTALADA			
RECEPTORES	UNIDADES	POTENCIA (W)	POTENCIA TOTAL (W)
Luminarias carreteras	239	76	18164
Luminarias avenidas	204	24,5	4998
Luminarias calles	1072	30,5	32696
TOTAL	-	-	55858

Tabla 72. Potencia instalada.

En la *tabla 72* se muestra la potencia total de todas las luminarias de la localidad. La potencia de dichas luminarias es la misma en todos los meses del año. Para el cálculo se ha redondeado la potencia a 60000 W de tal forma que las posibles pérdidas y variaciones que se puedan producir en el inversor queden corregidas. El inversor que se ha elegido proporciona una potencia de 4000 W, según la tabla de especificaciones descrita anteriormente para una temperatura de 25 °C, con ello se ha dividido la potencia total instalada entre la potencia de cada inversor resultando el número de inversores.

$$N^{\circ} \text{ de inversores} = \frac{\text{Potencia total instalación (W)}}{\text{Potencia inversor (W)}}$$

$$N^{\circ} \text{ de inversores} = \frac{60000}{4000} = 15 \text{ inversores}$$

Nº DE INVERSORES	15
------------------	----

Tabla 73. Número total de inversores.

Hay que tener muy en cuenta la refrigeración de los inversores para que la temperatura de trabajo se mantenga lo más cercana posible a 25 °C. De esta manera, las pérdidas son menores. A su vez, los inversores se ubican en edificios prefabricados con ventilación forzada, formada con ventiladores que introducen el aire del exterior y refrigeran el interior, el trabajo de estos inversores se da por las noches facilitando la entrada de aire más fresco.

11.5 GENERADOR ELÉCTRICO DIÉSEL

Un generador eléctrico diésel es un dispositivo capaz de generar electricidad a partir de la combustión del diésel. Se ha elegido un generador diésel en lugar de otro tipo de combustible, porque las temperaturas de trabajo son menores, tienen una mayor eficiencia y se garantiza una mayor potencia. Este tipo de generadores precisan un mantenimiento más regular, que implica una lubricación del equipo, limpieza, así como una puesta en marcha y revisión de componentes cada cierto tiempo. Todo este mantenimiento debe ser realizado por un técnico especializado, siguiendo las indicaciones del proveedor.

Para complementar la instalación generadora de energía se instala un generador diésel capaz de suministrar energía eléctrica en situaciones donde las baterías no puedan dar el servicio. Esto se lleva a cabo cuando la carga de la batería no es suficiente. Con los tres días máximos de autonomía descritos en el diseño de la instalación; otro de los factores que puede afectar es cualquier fallo eléctrico en las baterías o en los paneles fotovoltaicos que imposibiliten la utilización de alguno de estos elementos durante el tiempo que dure la reparación. La potencia del generador elegido es de 60 kW al igual que la potencia instalada en el conjunto de luminarias de toda la localidad.

Las especificaciones técnicas del generador eléctrico diésel seleccionado son las siguientes:

ESPECIFICACIONES GENERADOR ELÉCTRICO DIÉSEL	
Marca	Haut
Modelo	TD530GE
Tensión nominal	230 / 400 V CA
Corriente nominal	108 A
Potencia eléctrica generador	60 kW
Velocidad	1500 /1800 rpm
Frecuencia	50 / 60 Hz
Marca del motor diésel	Volvo Penta
Potencia del motor diésel	76 kW
Eficiencia Generador diésel	80%
Certificados	CE / ISO9001 / ISO14001
Dimensiones	2100 x 720 x 1380 mm
Peso	1030 kg

Tabla 74. Especificaciones generador eléctrico diésel. Fuente Haut.

La imagen del generador utilizado es la siguiente, donde se ve el conjunto del aparato.

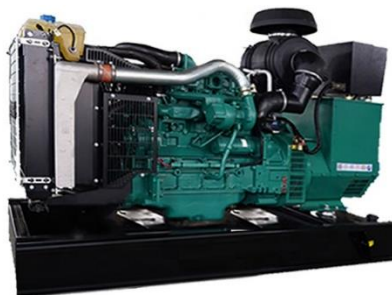


Figura 49. Generador eléctrico diésel. Fuente: Haut.

11.6 ESPACIO OCUPADO Y DISEÑO DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

En este apartado hablamos de la ocupación que tienen los paneles fotovoltaicos y a su vez, del diseño y los elementos de la instalación fotovoltaica. Posicionando la instalación a las afueras de la localidad, al sur del casco urbano. Los paneles tienen una inclinación de 65° inclinación elegida para el dimensionamiento de la instalación. Los paneles fotovoltaicos tienen una inclinación fija todo el año.

Las dimensiones del panel fotovoltaico son 1,96 m de altura; 0,992 m de anchura y 4 cm de grosor.

En La siguiente *figura 50* se muestran las medidas del módulo expresadas en mm; también se muestran las características físicas del mismo; caja de conexiones, perforaciones de instalación, perforaciones de tierra, perforaciones de drenaje y la etiqueta de identificación.

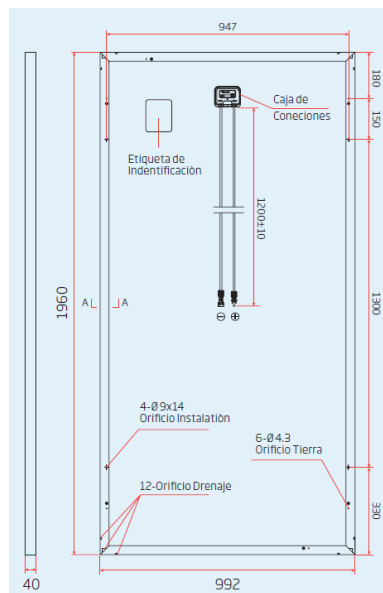


Figura 50. Dimensiones panel fotovoltaico. Fuente: TrinaSolar.

Con las medidas del módulo fotovoltaico realizamos el cálculo del espacio ocupado por el conjunto de los paneles. Primero calculamos la altura h y la distancia l , en la siguiente *figura 51* podemos ver donde se ubican dichas medidas.

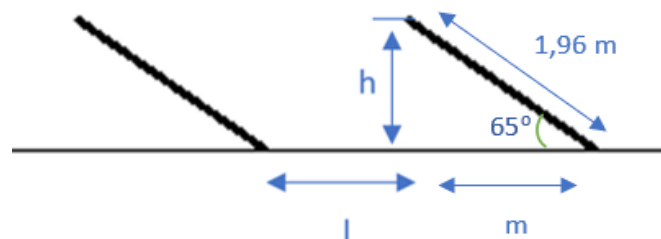


Figura 51. Medidas panel fotovoltaico.

La latitud que tendremos en la localidad donde se ubica el este proyecto, es de 39° aproximadamente con ello la constante k es 2,475 este valor se ha cogido de los apuntes de fotovoltaicas en referencia el apartado “cálculo del espacio ocupado por las placas”. Con todo ello el cálculo de las medidas “ h ”, “ m ” y “ l ” ubicadas en el dibujo es el siguiente:

El valor de h es:

$$h = 1,96 \cdot \text{sen } 65 = 1,776 \text{ metros}$$

La longitud m tiene un valor de:

$$m = 1,96 \cdot \text{cos } 65 = 0,828 \text{ metros}$$

La longitud l tiene un valor de:

$$l = 1,776 \cdot 2,475 = 4,396 \text{ m}$$

Una vez tenemos estos valores, podemos saber el espacio ocupado por las placas, para ello, calculamos el ancho y el largo de nuestra instalación y con ello sacamos la superficie.

$$\text{Ancho (m)} = (\text{longitud } m \text{ (m)} \cdot 2) + \text{longitud } l \text{ (m)}$$

$$\text{Ancho} = (0,828 \cdot 10) + (4,396 \cdot 10) = 52,24 \text{ m}$$

Para el largo de la instalación se dejan 2 pasillos de 5 metros entre las filas de placas, consiguiendo una mayor movilidad en la instalación para el mantenimiento de dichas placas.

$$\text{Largo (m)} = \text{longitud anchura panel (m)} \cdot n^\circ \text{ de paneles} \\ + (\text{longitud de pasillos (m)} \cdot n^\circ \text{ de pasillos})$$

$$\text{Largo} = 0,992 \cdot 105 + (5 \cdot 2) = 114,16 \text{ m}$$

Multiplicando ambas distancias obtendremos el valor de la superficie que ocupa la instalación en el terreno.

$$\text{Superficie de la instalación (m}^2\text{)} = \text{Ancho} \cdot \text{Largo} = 52,24 \cdot 114,16 = 5963,72 \text{ m}^2$$

La instalación se ha diseñado para que tenga 105 paneles en cada fila, y 10 filas. La superficie que nos ha dado es el valor del espacio ocupado por los paneles fotovoltaicos. A este espacio hay que añadir la distancia de los caminos laterales de la instalación, para facilitar el mantenimiento, y los edificios prefabricados de hormigón que contendrán algunos de los reguladores, inversores y baterías.

En la siguiente figura 52 se puede la ubicación de la planta fotovoltaica en la localidad.



Figura 52. Ubicación planta fotovoltaica. Fuente: maps arcgis.

Soportes de paneles fotovoltaicos

Los paneles fotovoltaicos están instalados sobre soportes de suelo. Estas estructuras son de aluminio con tornillería y anclaje de acero inoxidable. Las bases donde se apoyan están rellenas de hormigón. En la siguiente imagen podemos ver un modelo de la estructura elegida.



Figura 52.1 Edificio prefabricado. Fuente: Brsolar.

Edificios prefabricados:

Todos los elementos de la instalación irán en edificios prefabricados de hormigón en la imagen anterior se pueden observar siete de los edificios que conformaran la instalación seis de ellos para elementos de la instalación fotovoltaica y uno para la distribución y protección. La ventilación de estos edificios será forzada, con ventiladores que extraigan el calor interior de la caseta y rejillas que introduzcan el aire exterior filtrado.

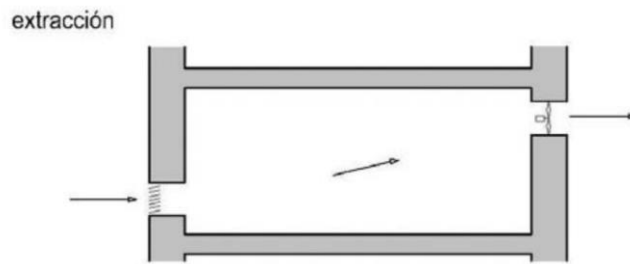


Figura 52.2 extracción de aire en edificio prefabricado. Fuente: UPM.

A continuación, se muestra una imagen del modelo de edificios prefabricados elegido, para la ventilación se encarga el edificio con las aperturas diseñadas en los planos.



Figura 52.3 Edificio prefabricado. Fuente: Gilva.

En la siguiente imagen se muestra la planta de los edificios prefabricados con los elementos, en el apartado de los planos se describe cada elemento, en la imagen también se observa el posicionamiento de las rejillas de ventilación y los ventiladores. El edificio de los elementos está posicionado en seis partes de la instalación para un mejor reparto de los dispositivos.

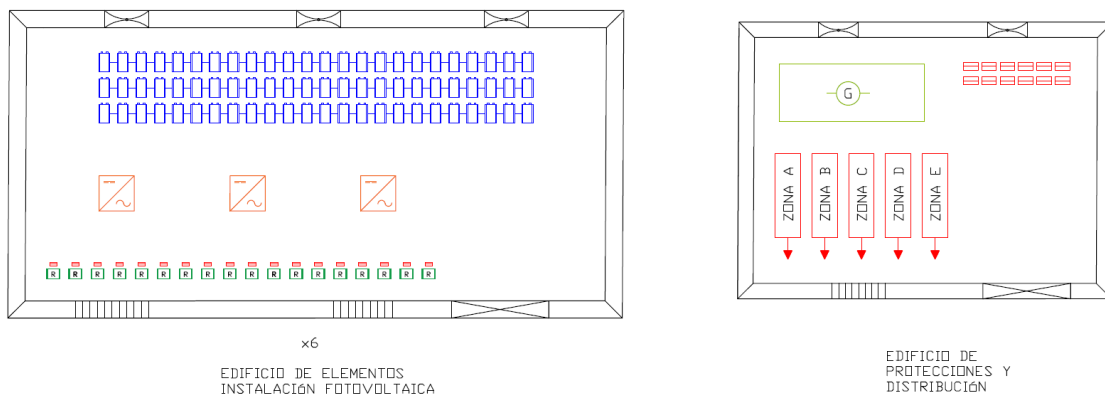


Figura 52.4 Planta edificio prefabricado

11.7 CÁLCULO DE LAS SECCIONES DE LOS CABLES

En este punto, calculamos la sección de cable y las protecciones que tiene cada tramo de la instalación. Con el cableado de la instalación se permite transmitir la energía eléctrica de un punto a otro. Eligiendo una sección y unas protecciones correctas del cableado, se consigue una instalación eléctrica segura y con garantías de un correcto funcionamiento. La instalación fotovoltaica diseñada está conectada de la siguiente manera:

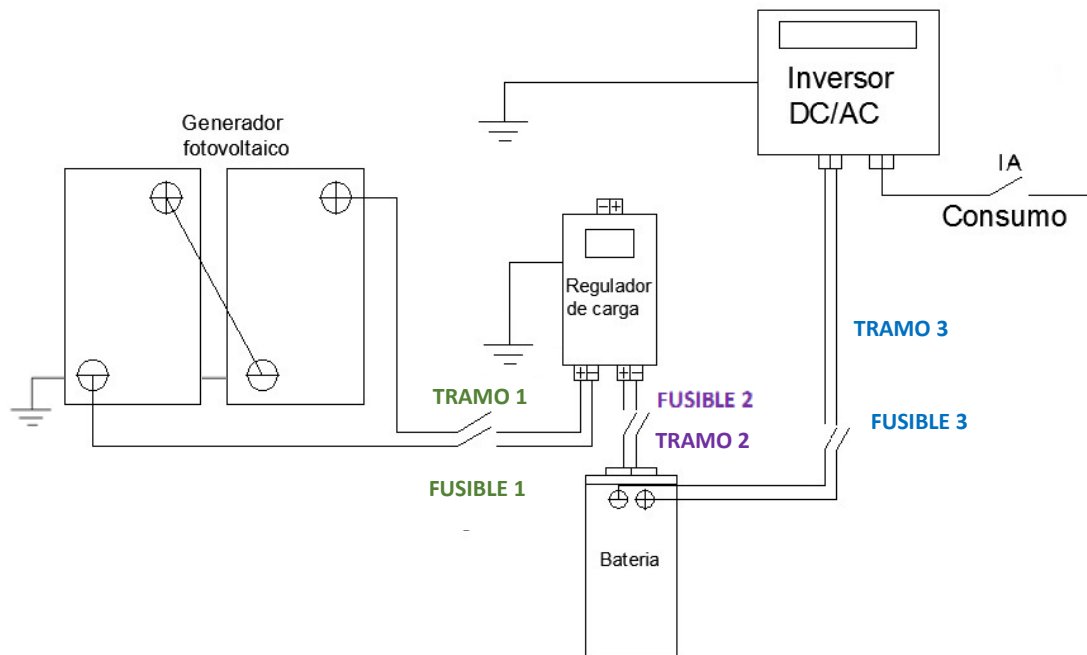


Figura 53. Esquema instalación fotovoltaica. Fuente: Solarweb.

En el esquema anterior se puede observar cada uno de los elementos que componen la instalación los paneles fotovoltaicos conectados entre sí en serie, además de la conexión entre los marcos de los módulos para realizar la conexión a tierra. La conexión entre estos paneles y el regulador se realiza mediante el tramo 1, y está protegida por el fusible 1. El regulador de carga también se conecta con la batería a través del tramo 2, con el fusible 2 de protección. Por último, las baterías se conectan con el inversor con el tramo 3, la protección del fusible 3 irá incorporada en el inversor tal y como indica el fabricante, a la salida de cada inversor se le incorpora un interruptor automático. A continuación, se realizan los cálculos de la sección del cable y las protecciones para cada tramo.

Para el cálculo de las secciones de los cables se tiene en cuenta el valor de la resistividad del conductor la longitud, la tensión nominal y la caída de tensión máxima admisible.

Para cada tramo se ha utilizado la siguiente expresión:

$$S \text{ (mm}^2\text{)} = \frac{2 \cdot \rho \cdot L \cdot I}{c \cdot dt \cdot U}$$

Donde:

- S (mm²) es la sección del conductor.
- ρ (Ω·mm²/m) es la resistividad del conductor.
- L (m) es la longitud del cable.
- I (A) es la intensidad de la línea.
- U (V) es la tensión nominal de la línea.
- Cdt (V) es la caída de tensión.

Para cada tramo de la instalación se aplica dicha fórmula cambiando los parámetros de la fórmula.

- *Tramo 1.* Se calcula la sección entre los paneles y los reguladores. Para este tramo se ha tenido en cuenta una caída de tensión del 1,5 %. Se usa una canalización de bandejas en la parte trasera de los paneles. El conductor es de cobre con aislante de XLPE, por el tipo de conductor sabremos la resistividad. La intensidad de los cables es la intensidad máxima de los paneles, valor especificado por el fabricante en las hojas de características. Se calcula la sección para una distancia máxima de 12 metros porque cada regulador es capaz de conectar 11 placas y el ancho de cada placa es de 1 metro. La tensión de la instalación generada por las placas fotovoltaicas es de 48 V. Con todo ello obtenemos la siguiente sección.

$$S = \frac{2 \cdot 0,01758 \cdot 12 \cdot 8,83}{0,015 \cdot 48}$$

$$S = 5,17 \text{ mm}^2 \approx 6 \text{ mm}^2$$

La sección obtenida por el cálculo ha sido de 5,17 mm² esta sección la elevamos a 6 mm² para obtener una sección reglamentaria.

- *Tramo 2.* Para este tramo se quiere conectar el regulador y las baterías. La caída de tensión es del 15 % con un conductor de cobre con aislante XLPE, y una canalización enterrada. La intensidad utilizada es la máxima proporcionada por el regulador según las especificaciones del fabricante.

$$S = \frac{2 \cdot 0,01897 \cdot 19 \cdot 70}{0,015 \cdot 48}$$

$$S = 70,08 \text{ mm}^2 \approx 70 \text{ mm}^2$$

La sección utilizada para la conexión del regulador con las baterías es de 70 mm² en todas las distancias superior a las calculada se incrementará el valor de la sección del cable.

- *Tramo 3.* Para conectar las baterías con el inversor se utiliza una caída de tensión del 15 % con un conductor de cobre y aislamiento XLPE, se emplea una canalización en bandeja. La intensidad se calcula con los valores de tensión potencia y el factor de potencia del inversor.

$$S = \frac{2 \cdot 0,01946 \cdot 15 \cdot 145}{0,015 \cdot 48}$$

$$S = 117,57 \text{ mm}^2 \approx 120 \text{ mm}^2$$

Para esta sección de cable se ha utilizado un conductor de 120 mm².

11.8 PROTECCIONES Y PUESTA A TIERRA

Protecciones:

Un fusible es un dispositivo formado por un filamento o lámina de metal, capaz de proteger una instalación eléctrica frente a sobre cargas o cortocircuitos, en esos casos el dispositivo funde dicho filamento y protege la instalación. La elección de protecciones ya sean fusibles o interruptores automáticos se realiza para cada tramo descrito en la *figura 53*. A continuación, se muestran los cálculos propuestos para cada tramo.

- *Tramo 1.* Se calcula el valor del *fusible 1* entre paneles y reguladores. Se utilizan fusibles cilíndricos gPV, son fusibles destinados para instalaciones fotovoltaicas, con un alto poder de corte en poco tiempo. Para el cálculo de dicho fusible de debe aplicar la siguiente expresión.

$$I_B \leq I_N \leq I_Z$$

Donde:

I_B ; Es la corriente de cortocircuito (A).

I_N ; Es la corriente del fusible (A).

I_Z ; es la es la corriente máxima del conductor (A).

Con los datos de los paneles fotovoltaicos y del conductor elegido obtenemos la intensidad del fusible.

$$9,28 A \leq I_N \leq 31 A$$

$$I_N = 16 A$$

$$9,28 A \leq 16A \leq 31 A \rightarrow \text{CUMPLE}$$

El fusible elegido es de 16 A porque cumple los requisitos expuestos en la expresión anterior y es un valor normalizado.

- *Tramo 2.* Se calcula el valor del *fusible 2* entre el regulador y la batería consiguiendo proteger dicho tramo frente a sobretensiones. Para ello utilizamos la corriente nominal del regulador, la corriente de funcionamiento efectivo y la corriente máxima del conductor.

$$I_B \leq I_N \leq I_Z$$

$$70 A \leq I_N \leq 136 A$$

$$I_N = 100 A$$

$$70 A \leq 100 A \leq 136 A \rightarrow \text{CUMPLE}$$

Otra expresión que se debe cumplir es la siguiente:

$$I_F \leq 1,45 \cdot I_Z$$

Donde I_F es la corriente que garantiza el funcionamiento efectivo, en este caso nos fijaremos en la tabla I_F .

I_n (A)	Tiempo convencional (h)	I_f Corriente convencional de fusión
$I_n \leq 4$	1	$2,1 I_n$
$4 < I_n \leq 16$	1	$1,9 I_n$
$16 < I_n \leq 63$	1	$1,6 I_n$
$63 < I_n \leq 160$	2	$1,6 I_n$
$160 < I_n \leq 400$	3	$1,6 I_n$
$400 < I_n$	4	$1,6 I_n$

Tabla 75. Tabla I_F . Fuente: Upv.

Como el valor de la corriente del fusible es 80 A, el factor por el que hay que multiplicar I_n es 1,6.

$$I_F \leq 1,45 \cdot I_Z$$

$$1,6 \cdot 100 A \leq 1,45 \cdot 136 A$$

$$160 A \leq 197,2 A \Rightarrow \text{CUMPLE}$$

El fusible elegido es de 100 A porque cumple los requisitos expuestos en las expresiones anteriores y es un valor normalizado.

- *Tramo 3.* El *fusible 3* está internamente en el inversor tal y como indica el fabricante.

Las protecciones a la salida del conjunto de 3 inversores se realizan mediante un interruptor diferencial y un magnetotérmico. Para elegir el dispositivo adecuado se debe de resolver la siguiente expresión:

$$I (A) = \frac{P (W)}{U (V) \cdot \cos \varphi}$$

$$I = \frac{4000 \cdot 3}{230 \cdot 1} = 52,17 A$$

El interruptor diferencial y el magnetotérmico elegidos para proteger la instalación frente a cortocircuitos es de 63 A y 4 polos.

Puesta a tierra:

Con la instalación de la puesta a tierra se protege al usuario de las corrientes de fuga y las corrientes de defecto a tierra que puedan producirse en la instalación. La puesta a tierra está compuesta por la unión eléctrica directa sin fusibles ni protección, de una parte del circuito eléctrico o una parte conductora no perteneciente a este mediante una toma de tierra compuesta por un conjunto de picas o electrodos, enterrados en el suelo. Los paneles fotovoltaicos, reguladores, así como los inversores se conectan a la puesta a tierra. Tal y como indica el reglamento electrotécnico de baja tensión, se deben de calvar una o varias picas para que la tensión de contacto no supere los 24 V. En la siguiente imagen se puede observar la conexión a tierra de los paneles fotovoltaicos, todos los marcos metálicos de los módulos irán conectados entre sí, dicha conexión se conecta a la estructura, y a las picas.

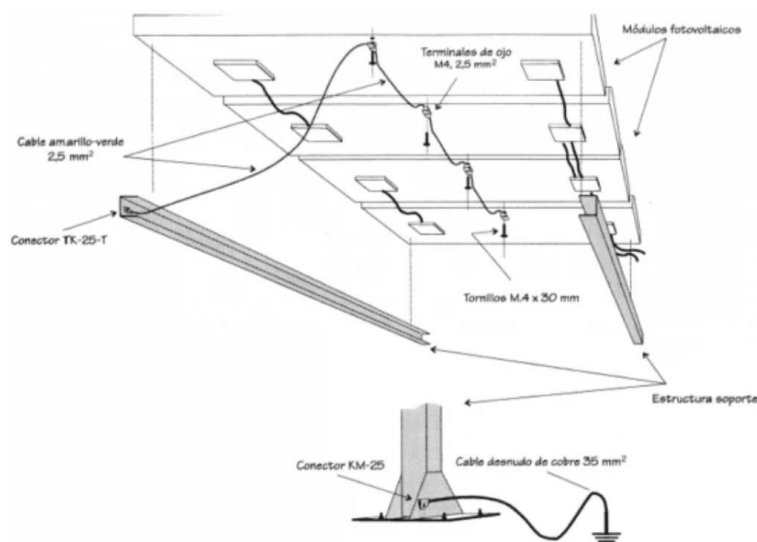


Figura 54. Esquema de puesta a tierra en los paneles fotovoltaicos. Fuente: sfe-solar.

Todas las tomas de tierra instaladas deben de cumplir la ITC-BT-18. A continuación, se exponen los caculos realizados para las puestas a tierras de los paneles fotovoltaicos, para electrodos en vertical o conductor enterrado horizontalmente.

- *Resistencia pica vertical*; la pica que se instala tiene una profundidad de 2 metros, y una resistividad del terreno de 75 Ohm · m, ya que es un terreno cultivable y fértil.

$$R_v(\Omega) = \frac{\rho (\Omega \cdot m)}{L (m)}$$

$$R_v = \frac{75}{2} = 37,5 \Omega$$

La resistencia de la pica vertical es de 37,5 Ω.

- *Resistencia conductor enterrado horizontalmente*; las picas con conductor enterrado horizontalmente tienen una longitud del conductor de 40 metros y una resistividad del terreno de 75 Ohm · m.

$$R_h(\Omega) = \frac{2 \cdot \rho (\Omega \cdot m)}{l (m)}$$

$$R_h = \frac{2 \cdot 75}{40} = 3,75 \Omega$$

- *Resistencia de las picas*; se haya dividiendo el valor de la resistencia de la pica vertical entre el número de picas, en este caso se han elegido 6.

$$R_p(\Omega) = \frac{R_v (\Omega)}{N^{\circ} Picas}$$

$$R_p = \frac{37,5}{6} = 6,25 \Omega$$

- *Resistencia puesta a tierra*; este valor nos indica la puesta a tierra en el caso que se utilice cable y pica, se calcula con los valores de la resistencia de la pica y la resistencia del conductor horizontal.

$$R_{pt}(\Omega) = \frac{R_p (\Omega) \cdot R_h (\Omega)}{R_p (\Omega) + R_h (\Omega)}$$

$$R_{pt} = \frac{6,25 \cdot 3,75}{6,25 + 3,75} = 2,34 \Omega$$

- *Resistencia máxima de puesta a tierra*; este valor se halla con la tensión de contacto fijada de 24 V y la intensidad máxima de cortocircuito de los paneles 9,28 A.

$$R_a(\Omega) = \frac{V_{m\acute{a}x} (V)}{I_{cc} (A)}$$

$$R_a(\Omega) = \frac{24}{9,28} = 2,58 \Omega$$

Con todo ello se calcula la resistencia puesta a tierra de los paneles fotovoltaicos, para los inversores se utiliza la puesta a tierra instalada en las casetas de hormigón prefabricadas.

PRESUPUESTO Y ESTUDIO ECONÓMICO

12. PRESUPUESTO

En este apartado analizamos el coste total de la instalación para ello se ha dividido el presupuesto en dos partes; una de ellas para la instalación lumínica, incluyendo el precio de luminarias, costes de instalación y pequeño material, otra de las partes sería para la instalación fotovoltaica, en ella se incluyen los precios de todos los elementos que componen dicha instalación, el coste de las estructuras, casetas de hormigón, montaje y pequeño material.

PRESUPUESTO INSTALACIÓN LUMÍNICA			
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (€)	IMPORTE TOTAL (€)
<i>A. Luminarias</i>			
PHILIPS BGP625 80xLED130-4S/740 DM11	239	405,00	96.795,00
PHILIPS BGP621 T25 1 xLED40-4S/740 DM11	204	290,00	59.160,00
PHILIPS BGP621 T25 1 xLED50-4S/740 DM11	1.072	290,00	310.880,00
TOTAL A. LUMINARIAS			466.835,00 €
<i>B. Montaje</i>			
Mano de obra e instalación de luminarias	1.515	10 %	46.683,50
Material de montaje	1	0,6 %	2.801,01
TOTAL B. MONTAJE			49.484,51 €
TOTAL (I) - INSTALACIÓN LUMÍNICA (A + B)			516.319,51 €

PRESUPUESTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA			
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (€)	IMPORTE TOTAL (€)
<i>A. Dispositivos</i>			
TrinaSolar TALLMAX module TSM – 330 PD14	1.050	89,58	94.059,00
Victron Energy BlueSolar MPPT 150/100	96	560,70	53.827,20
GNB Classic OPzS Solar 4600	432	662,80	286.329,60
Victron Energy Inversor Phoenix 48 / 5000	15	1326,00	19.890,00
Haut TD530GE	1	9432,00	9.432,00
TOTAL A. DISPOSITIVOS			463.537,80 €

B. Montaje

Estructuras paneles fotovoltaicos	1.050	30,30	31.815,00
Edificios prefabricados de hormigón	7	926,00	6.482,00
Pequeño material de la instalación	1	5 %	23.176,89
Mano de obra e instalación	1	10 %	46.353,78
TOTAL B. MONTAJE			107.827,67 €

TOTAL (II) - INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA (A + B)			571.365,47 €
--	--	--	---------------------

Analizadas las dos partes del presupuesto, sumamos las cantidades totales y hallamos los gastos generales y beneficio industrial, obteniendo un coste total de ejecución del proyecto.

PRESUPUESTO TOTAL INSTALACIÓN			
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PORCENTAJE	IMPORTE TOTAL (€)
TOTAL (I + II)			1.087.684,98 €
Gastos generales	1	0,9 %	9.789,16
Beneficio industrial	1	2,5 %	27.192,12
TOTAL (SIN IVA) - INSTALACIÓN LUMINICA Y FOTOVOLTAICA			1.124.666,27 €
IVA (21 %)	1	21 %	236.179,92
TOTAL - INSTALACIÓN LUMÍNICA Y FOTOVOLTAICA			1.360.846,19 €

Sumando las cantidades totales obtenemos un coste total del proyecto de UN MILLÓN TRESCIENTOS SESENTA MIL OCHOCIENTOS CUARENTA Y SEIS EUROS CON DIECINUEVE CÉNTIMOS.

13. ESTUDIO ECONÓMICO

En este apartado se analiza el coste total del proyecto y la amortización de este. De esta forma, conseguimos reducir la factura eléctrica del alumbrado vial ya que la instalación fotovoltaica es aislada, y no se precisa la conexión a red. El ahorro se ha determinado analizando el consumo de la instalación de alumbrado todos los meses, con la suma de todos ellos sacamos el valor de consumo anual de la instalación de alumbrado LED de toda la localidad.

CONSUMO ANUAL	
MESES	CONSUMOS (kWh/mes)
Enero	23376,573
Febrero	20332,312
Marzo	20779,176
Abril	18433,140
Mayo	17315,980
Junio	15081,660
Julio	15584,382
Agosto	15584,382
Septiembre	16757,400
Octubre	20779,176
Noviembre	21784,620
Diciembre	23376,573

Tabla 76. Consumos mensuales en kWh.

CONSUMO ANUAL LED (kWh)	229185,374
-------------------------	------------

Tabla 77. Consumo anual luminarias LED en kWh.

El consumo de la *tabla 77* es el consumo de la instalación de alumbrado con luminarias LED, para realizar un balance económico más exacto del ahorro económico respecto a la instalación lumínica de vapor de sodio de alta presión, se multiplica el valor del consumo anual LED por un 2,21 que es el factor del incremento de consumo de las luminarias elegidas para el proyecto, respecto a las lámparas sustituidas de vapor de sodio de alta presión. Con todo ello obtendremos el siguiente consumo.

CONSUMO ANUAL VAPOR DE SODIO AP (kWh)	506499,677
---------------------------------------	------------

Tabla 78. Consumo anual luminarias vapor de sodio AP en kWh.

Para el cálculo del ahorro económico anual acumulado de la factura eléctrica del alumbrado público, se calcula el coste del alumbrado con las luminarias de vapor de sodio de alta presión multiplicando el valor del consumo anual por el precio de 0,14 €/kWh. En la siguiente *tabla 79* se visualiza el ahorro económico acumulado en 40 años, también se ha añadido un coste de mantenimiento anual de 2600 € descontando esa cantidad del ahorro acumulado, obteniendo un ahorro final. Los ejercicios de mantenimiento supondrán la limpieza y medición de los dispositivos de la instalación fotovoltaica.

AÑO	AHORRO ACUMULADO (€)	MANTENIMIENTO (€)	AHORRO FINAL (€)
1	70.909,95	2.600,00	68.309,95
2	141.819,91	5.200,00	136.619,91
3	212.729,86	7.800,00	204.929,86
4	283.639,82	10.400,00	273.239,82
5	354.549,77	13.000,00	341.549,77
6	425.459,73	15.600,00	409.859,73
7	496.369,68	18.200,00	478.169,68
8	567.279,64	20.800,00	546.479,64
9	638.189,59	23.400,00	614.789,59
10	709.099,55	26.000,00	683.099,55
11	780.009,50	28.600,00	751.409,50
12	850.919,46	31.200,00	819.719,46
13	921.829,41	33.800,00	888.029,41
14	992.739,37	36.400,00	956.339,37
15	1.063.649,32	39.000,00	1.024.649,32
16	1.134.559,28	41.600,00	1.092.959,28
17	1.205.469,23	44.200,00	1.161.269,23
18	1.276.379,18	46.800,00	1.229.579,18
19	1.347.289,14	49.400,00	1.297.889,14
20	1.418.199,09	52.000,00	1.366.199,09
21	1.489.109,05	54.600,00	1.434.509,05
22	1.560.019,00	57.200,00	1.502.819,00
23	1.630.928,96	59.800,00	1.571.128,96
24	1.701.838,91	62.400,00	1.639.438,91
25	841.336,60	65.000,00	776.336,60
26	912.246,55	67.600,00	844.646,55
27	983.156,51	70.200,00	912.956,51
28	1.054.066,46	72.800,00	981.266,46
29	1.124.976,42	75.400,00	1.049.576,42
30	1.195.886,37	78.000,00	1.117.886,37
31	1.266.796,33	80.600,00	1.186.196,33
32	1.337.706,28	83.200,00	1.254.506,28
33	1.408.616,24	85.800,00	1.322.816,24
34	1.479.526,19	88.400,00	1.391.126,19
35	1.550.436,15	91.000,00	1.459.436,15
36	1.621.346,10	93.600,00	1.527.746,10
37	1.692.256,05	96.200,00	1.596.056,05
38	1.763.166,01	98.800,00	1.664.366,01
39	1.834.075,96	101.400,00	1.732.675,96
40	1.450.880,12	104.000,00	1.346.880,12

Tabla 79. Ahorro acumulado.

En la *tabla 79* se observan dos periodos de recuperación de la inversión; la **instalación fotovoltaica** con un coste de 571.365,47 €, se recupera en **9 años**.

El coste total de la instalación incluyendo la **instalación fotovoltaica y lumínica** de 1.360.846,19 € se amortiza en **20 años**, pasado ese tiempo se supera la cifra del coste presupuestado y se empiezan a obtener beneficios.

Con los beneficios que se obtienen se pueden cambiar los dispositivos de la instalación que precisen de una renovación. La sustitución de dispositivos en la instalación fotovoltaica se realiza a los 25 años, se cambian los reguladores, inversores y baterías. A los 40 años de vida de la instalación se realiza otra sustitución de elementos que incluirá todos los paneles fotovoltaicos, reguladores, inversores y baterías, con ese cambio se consigue volver a tener el rendimiento de los primeros años de puesta en marcha de la instalación.

A continuación, se analizan los costes de la instalación fotovoltaica y la variación que se observa en cada una de las renovaciones mencionadas. El valor del coste inicial se haya, sumando todos los elementos, así como los costes de montaje e instalación descritos en el presupuesto.

COSTE INICIAL DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA (€)
571.365,47 €

Tabla 80. Coste inicial de la instalación fotovoltaica.

Balance económico a los 25 años: se cambian los elementos de la instalación mencionados, a ese coste se suma al coste inicial, obteniendo un coste de la instalación a los 25 años. La energía consumida se halla multiplicando el valor anual del consumo LED por el número de años del balance económico. Con la división de ambos valores se obtiene el coste del kWh a los 25 años. Se obtiene un coste de 0,16 €/kWh.

BALANCE ECONÓMICO A LOS 25 AÑOS		
COSTE DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA (€)	ENERGÍA CONSUMIDA (kWh)	COSTE (€/kWh)
931.412,27 €	5729634,35	0,16 €

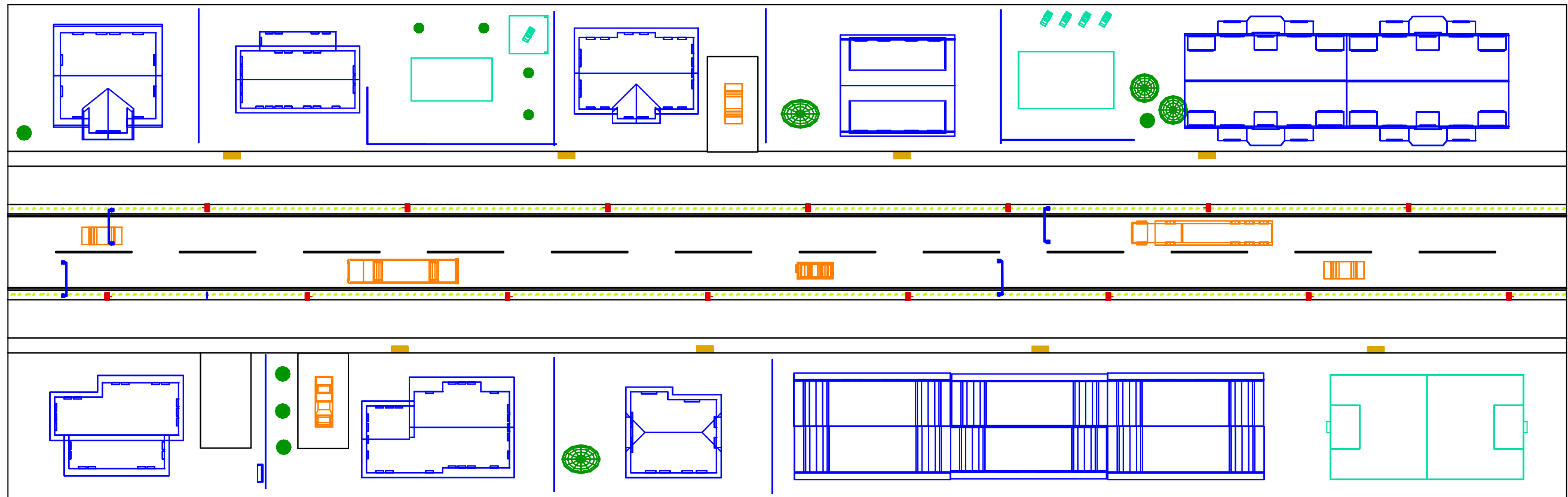
Tabla 81. Balance económico a los 25 años de la instalación fotovoltaica.

Balance económico a los 40 años: se cambian de nuevo los elementos de la instalación, que incluirá todos los paneles fotovoltaicos, reguladores, inversores y baterías. Con todo ello obtenemos un precio de 0,15 €/kWh.



BALANCE ECONÓMICO A LOS 40 AÑOS		
COSTE DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA (€)	ENERGÍA CONSUMIDA (kWh)	COSTE (€/kWh)
1.385.518,07 €	9167414,96	0,15 €

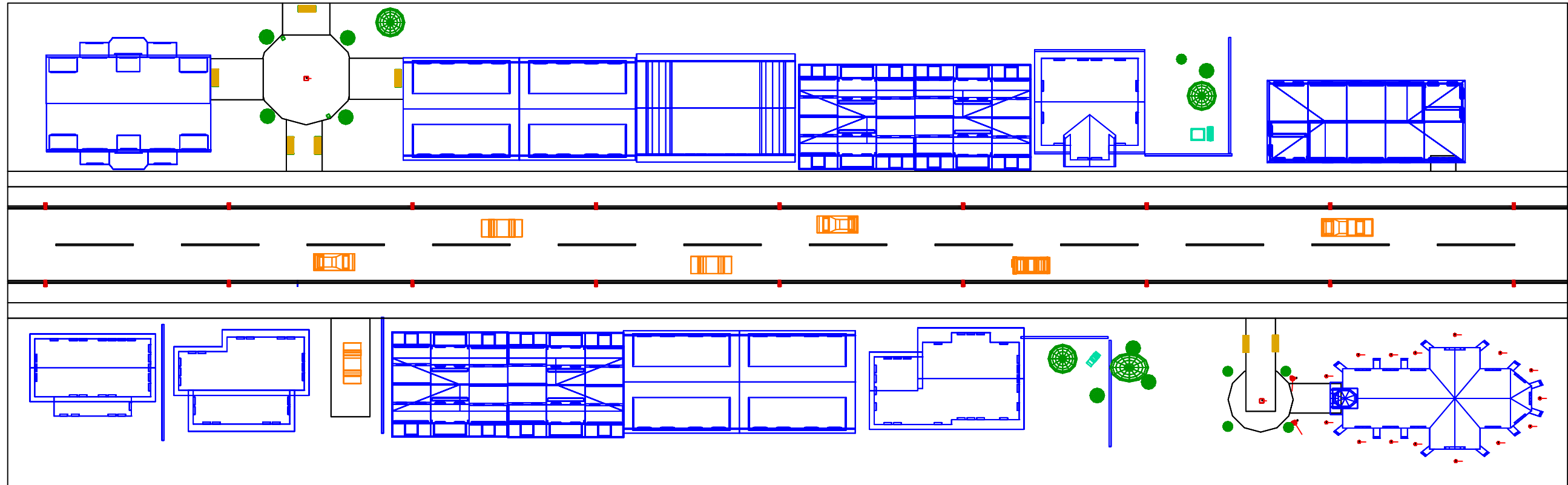
Tabla 82. Balance económico a los 40 años de la instalación fotovoltaica.

PLANOS





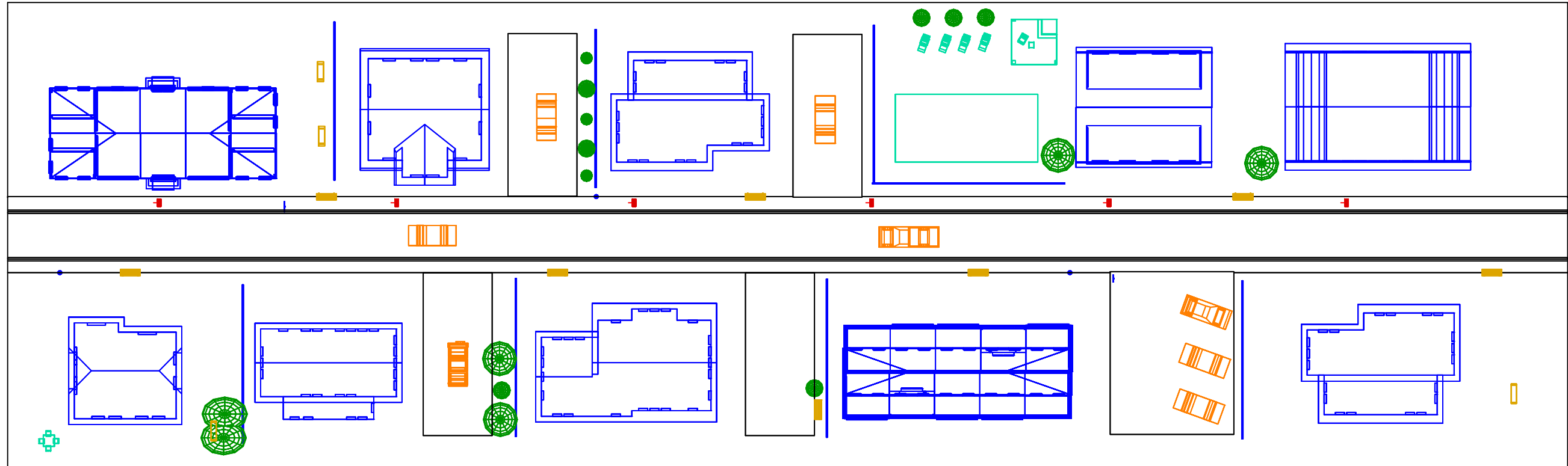
LEYENDA	
■	LUMINARIAS
■	VÍA
■	VIVIENDAS
■	ZONAS VERDES
■	MOBILIARIO URBANO
■	ZONAS DE OCIO
■	VEHICULOS

PROYECTO INSTALACIÓN DE ALUMBRADO PÚBLICO MEDIANTE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA		PLANO Nº 1
AUTOR DIEGO TÉVAR ARCOS		FIRMA 
TUTOR MIGUEL GARCÍA MARTÍNEZ		GRADO INGENIERÍA ELÉCTRICA
UBICACIÓN MOTILLA DEL PALANCAR (CUENCA)		 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
ESCALA H 1:1000 V 1:1000	PLANO PLANTA VÍA TIPO A	
FECHA 09/10/2019		





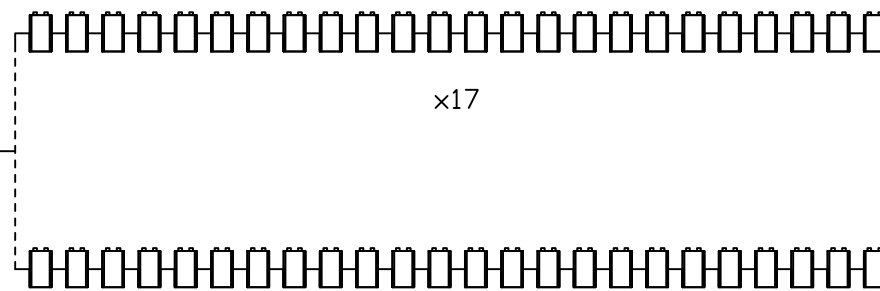
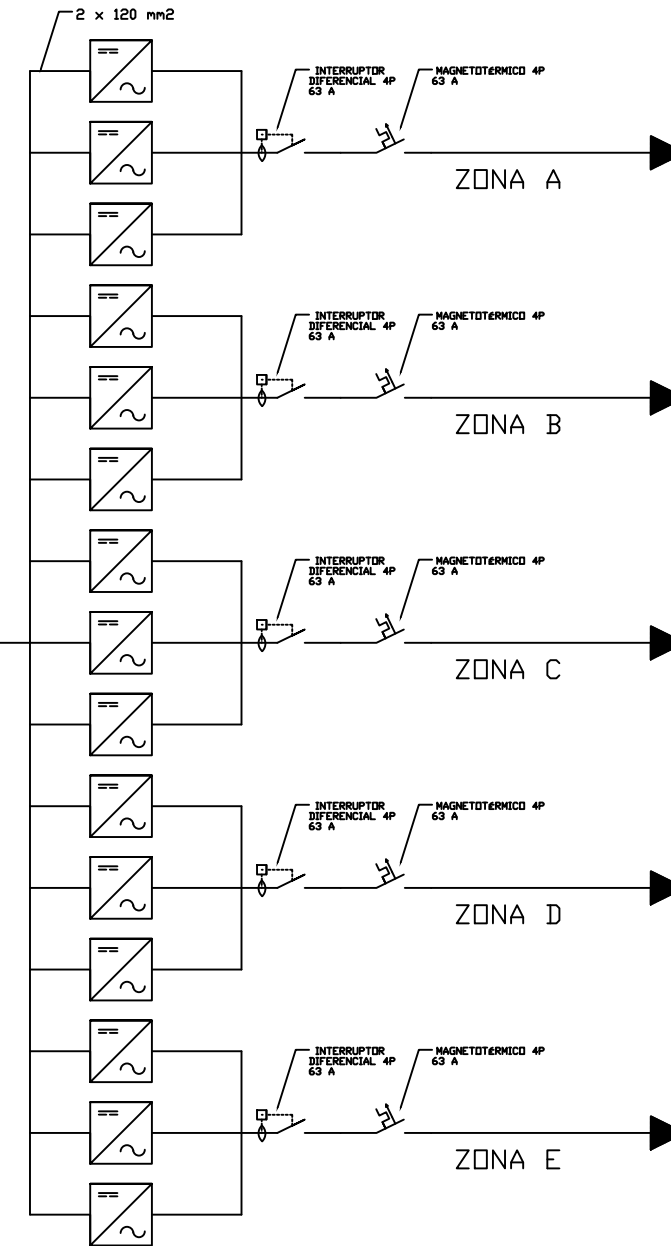
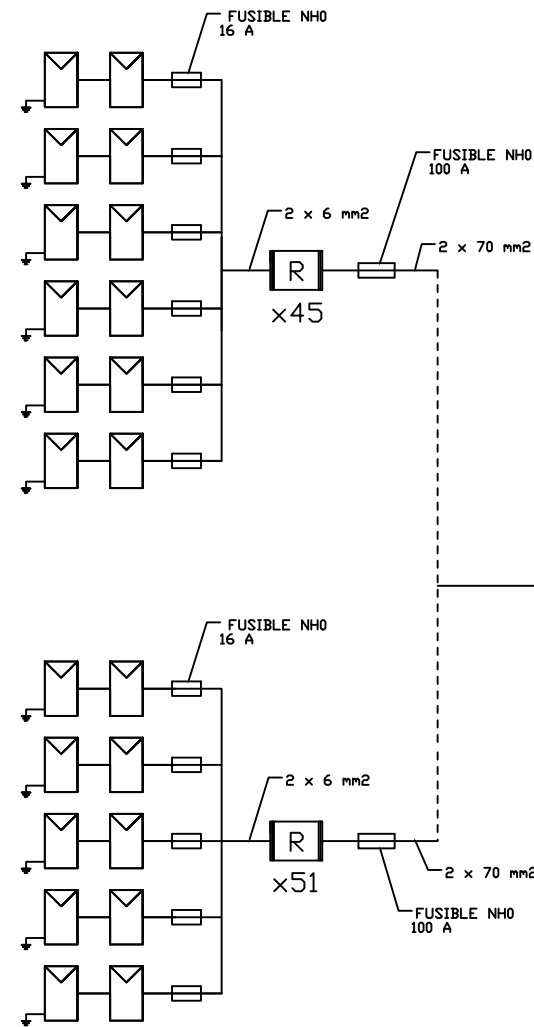
LEYENDA	
■	LUMINARIAS
■	VÍA
■	VIVIENDAS
■	ZONAS VERDES
■	MOBILIARIO URBANO
■	ZONAS DE OCIO
■	VEHICULOS

PROYECTO INSTALACIÓN DE ALUMBRADO PÚBLICO MEDIANTE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA		PLANO Nº 2
AUTOR DIEGO TÉVAR ARCOS		FIRMA 
TUTOR MIGUEL GARCÍA MARTÍNEZ		GRADO INGENIERÍA ELÉCTRICA
UBICACIÓN MOTILLA DEL PALANCAR (CUENCA)		
ESCALA H 1:1000 V 1:1000	PLANO PLANTA VÍA TIPO B	
FECHA 15/10/2019	 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	



LEYENDA	
■	LUMINARIAS
■	VÍA
■	VIVIENDAS
■	ZONAS VERDES
■	MOBILIARIO URBANO
■	ZONAS DE OCIO
■	VEHICULOS



PROYECTO INSTALACIÓN DE ALUMBRADO PÚBLICO MEDIANTE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA		PLANO Nº 3
AUTOR DIEGO TÉVAR ARCOS		FIRMA 
TUTOR MIGUEL GARCÍA MARTÍNEZ		GRADO INGENIERÍA ELÉCTRICA
UBICACIÓN MOTILLA DEL PALANCAR (CUENCA)		 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
ESCALA H 1:1000 V 1:1000	PLANO PLANTA VÍA TIPO C	
FECHA 23/10/2019		

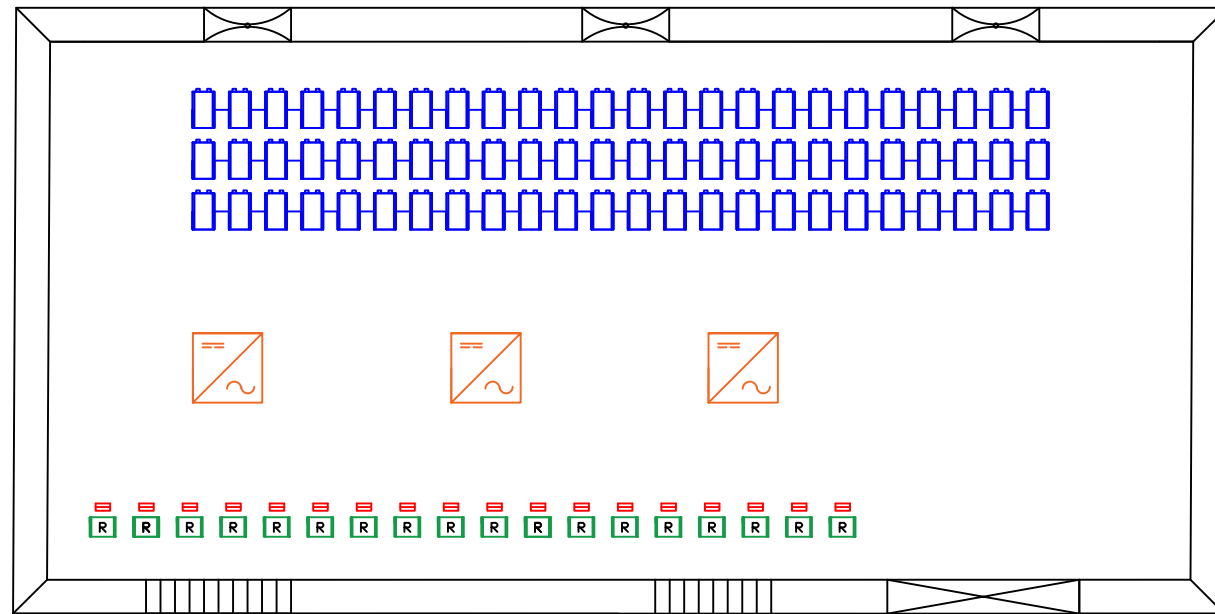


LEYENDA	
	PANEL FOTOVOLTAICO
	REGULADOR DE CARGA
	BATERÍA
	INVERSOR
	DIFERENCIAL Y FUSIBLE

PROYECTO INSTALACIÓN DE ALUMBRADO PÚBLICO MEDIANTE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA		PLANO Nº 4	
AUTOR DIEGO TÉVAR ARCOS		FIRMA 	
TUTOR MIGUEL GARCÍA MARTÍNEZ		GRADO INGENIERÍA ELÉCTRICA	
UBICACIÓN MOTILLA DEL PALANCAR (CUENCA)		 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	
ESCALA H 1:1 V 1:1	PLANO ESQUEMA UNIFILAR		
FECHA 15/03/2020			

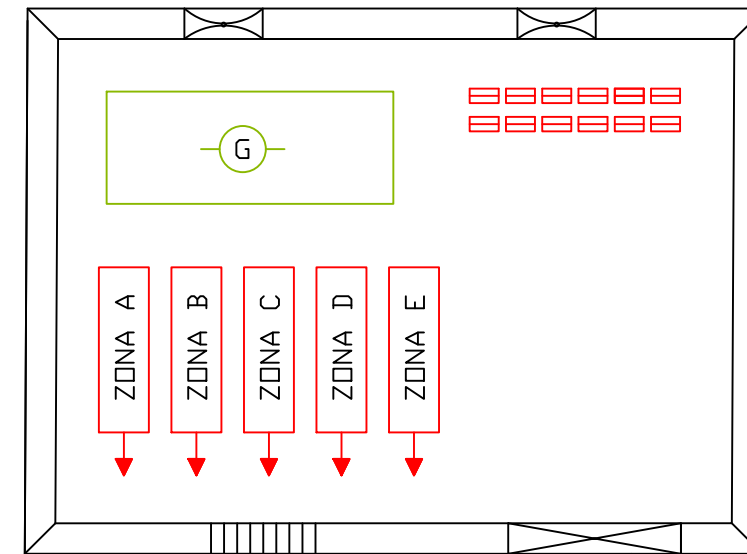


PROYECTO INSTALACIÓN DE ALUMBRADO PÚBLICO MEDIANTE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA		PLANO Nº 5
AUTOR DIEGO TÉVAR ARCOS		FIRMA 
TUTOR MIGUEL GARCÍA MARTÍNEZ		GRADO INGENIERÍA ELÉCTRICA
UBICACIÓN MOTILLA DEL PALANCAR (CUENCA)		 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
ESCALA H 1:1000 V 1:1000	PLANO PLANTA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA	
FECHA 19/03/2020		



x6

EDIFICIO DE ELEMENTOS
INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA



EDIFICIO DE
PROTECCIONES Y
DISTRIBUCIÓN

LEYENDA	
	REGULADOR DE CARGA
	BATERÍA
	INVERSOR
	PROTECCIONES
	GENERADOR DIÉSEL

PROYECTO INSTALACIÓN DE ALUMBRADO PÚBLICO MEDIANTE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA		PLANO Nº 6
AUTOR DIEGO TÉVAR ARCOS		FIRMA
TUTOR MIGUEL GARCÍA MARTÍNEZ		GRADO INGENIERÍA ELÉCTRICA
UBICACIÓN MOTILLA DEL PALANCAR (CUENCA)		
ESCALA H 1:1000 V 1:1000	PLANO PLANTA CASSETAS DE HORMIGÓN	
FECHA 15/05/2020	UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	

PLIEGO DE CONDICIONES

14. PLIEGO DE CONDICIONES

En este punto se expone una revisión del Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Aisladas de Red, realizado por el Departamento de Energía Solar del IDAE, con la colaboración del Instituto de Energía Solar de la UPM y del Laboratorio de Energía Solar Fotovoltaica del Departamento de Energías Renovables del CIEMAT.

La finalidad de este pliego de condiciones es establecer unas condiciones técnicas que deben de aplicarse en las instalaciones de Energía Solar Fotovoltaica para las convocatorias de ayudas del Plan de Fomento de las Energías Renovables.

14.1 OBJETO

Se establecen unas condiciones técnicas mínimas que deben cumplir las instalaciones fotovoltaicas aisladas de la red. Este pliego de condiciones sirve de guía para instaladores y fabricantes de equipos instaurando unas especificaciones mínimas para asegurar la calidad de la instalación, beneficiando al usuario y al desarrollador.

Se valora la calidad final de la instalación por el servicio de energía eléctrica proporcionado (eficiencia energética, correcto dimensionamiento...) y por su integración con el entorno.

El ámbito de aplicación de este Pliego de Condiciones Técnicas se aplica a todos los sistemas eléctricos y electrónicos que componen la instalación.

Está asociado a las ayudas para la promoción de instalaciones de energía fotovoltaica en el Plan de Energías Renovables.

14.2 GENERALIDADES

La aplicación de este pliego de condiciones se establece para instalaciones fotovoltaicas aisladas de la red destinadas a alumbrado público u otras instalaciones eléctricas específicas.

Se deben seguir las siguientes legislaciones y normativas:

- Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior, RD 1890/2008.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, Real Decreto 842/2002.
- Código Técnico de la Edificación (CTE).
- Directivas Europeas de seguridad y compatibilidad electromagnética.

Las definiciones de cada parte de la instalación se han ido exponiendo a lo largo del presente proyecto.

14.3 COMPONENTES Y MATERIALES

Se deben de cumplir las exigencias de protecciones y seguridad de las personas expuestas en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión RD 845/2002, o la legislación posterior que proceda.

Para equipos y materiales se debe asegurar un grado básico de aislamiento (clase I).

Se incluirán elementos de seguridad que protejan al usuario frente a contactos directos e indirectos con un grado de aislamiento de clase II.

Se deben de incluir protecciones para proteger la instalación frente a sobretensiones, sobrecargas y cortocircuitos.

Los equipos que estén situados en el exterior deberán tener un grado mínimo de protección IP65, los de interior, IP20.

Los equipos electrónicos de la instalación cumplirán directrices de Seguridad Eléctrica y Compatibilidad Electromagnética.

En la memoria realizada se incluirán especificaciones técnicas proporcionadas por el fabricante de todos los elementos de la instalación.

El etiquetado de los elementos y componentes de la instalación estarán escritos en alguna de las lenguas españolas oficiales del lugar donde se sitúa la instalación.

14.3.1 GENERADORES FOTOVOLTAICOS

Los módulos instalados deberán cumplir la normativa UNE-EN 61215 para módulos fotovoltaicos de silicio cristalino, UNE-EN 61646 para módulos de capa delgada, o UNE-EN 62108 para módulos de concentración. La seguridad en módulos fotovoltaicos viene contemplada en la UNE-EN 61730-1 y UNE-EN 61730-2. Todos estos requerimientos deberán de venir certificados en dicho modulo por un laboratorio acreditado.

El panel fotovoltaico deberá de llevar, claramente visible e indeleble, el nombre o logotipo del fabricante, modelo y número de serie, con una fecha de fabricación.

Se deben utilizar módulos que se ajusten a las características técnicas descritas, de forma excepcional, en caso de algún tipo de cambio, se debe realizar una memoria justificando la variación.

Los módulos deberán de tener un grado de protección igual o superior al IP65 protegiendo las células y circuitos del panel, contarán también con diodos de derivación evitando posibles averías.

Los marcos laterales serán de aluminio o acero inoxidable asegurando una mejor fijación del panel con la estructura.

La potencia máxima y corriente de cortocircuito debe estar comprendida entre un $\pm 5 \%$ de los valores nominales de las fichas de características.

Se rechaza cualquier panel fotovoltaico que venga con defectos de fabricación.

Con tensiones superiores a 48 V, la estructura del módulo y los marcos metálicos de este se conectan a una toma tierra.

Se instalarán elementos de desconexión independiente.

En caso de no cumplir alguna de las especificaciones anteriores de deberá de disponer de una aprobación expresa del IDAE justificando pruebas y ensayos a los que se ha sometido el módulo.

14.3.2 ESTRUCTURA DE SOPORTE

Se necesitarán estructuras de soportes necesarias para la sujeción de la instalación fotovoltaica incluyendo los accesorios.

La fijación de los módulos permitirá dilataciones térmicas sin afectar a los módulos.

La estructura debe de soportar sobrecargas de viento y nieve, tal y como se especifica en el Código Técnico de la Edificación (CTE).

La estructura dispondrá de un ángulo específico en caso de ser una instalación fija, que permita a la instalación obtener la irradiación solar descrita en el proyecto.

Los taladros se deben de realizar antes de la instalación de los módulos.

Los tornillos de fijación de los paneles a la estructura, así como, la tornillería de sujeción con el terreno debe ser de acero inoxidable.

Los topes de sujeción de los módulos no producirán ningún tipo de sombra en el panel fotovoltaico.

Para las estructuras de galvanizado en caliente se han de cumplir las Normas UNE 37-501 y UNE 37-508, con un espesor de 80 micras, prolongando así la vida útil.

14.3.3 ACUMULADORES DE PLOMO – ÁCIDO

Se recomiendan acumuladores de plomo-ácido. No se permite el uso de baterías de arranque.

No se excederá la corriente en 25 veces de cortocircuito en CEM de los módulos. En caso de una capacidad mayor se debe de justificar correctamente.

La profundidad máxima en instalaciones de alumbrado público no excederá el 60 %.

Se protegerá a las baterías frente a sobrecargas.

La capacidad inicial de la batería será superior al 90 % de la capacidad nominal. En casos donde se requiera una carga inicial se deben de seguir las recomendaciones del fabricante.

La autodescarga no excederá del 6 %.

La vida útil debe ser superior a 1000 ciclos cuando se descarga el acumulador hasta una profundidad del 50 %.

La instalación del acumulador se situará en un lugar ventilado y con acceso restringido; se adaptarán las medidas de protección necesarias para evitar cortocircuitos con los terminales del acumulador.

El etiquetado de los acumuladores debe de disponer de la información de tensión nominal (V), polaridad de los terminales, capacidad nominal (Ah), fabricante modelo y número de serie.

14.3.4 REGULADORES DE CARGA

Los acumuladores de carga se protegen frente a sobrecargas y sobredescargas esta protección se realiza por el regulador de carga.

Los reguladores de carga que utilicen la tensión del acumulador como referencia deben de cumplir los siguientes requisitos:

- La precisión de las tensiones de corte efectivas respecto a los valores fijos en el regulador será del 1 %.
- La tensión final de carga debe asegurar la correcta carga de la batería
- La tensión final de carga debe corregirse por temperatura a razón de $-4 \text{ mV}/^{\circ}\text{C}$ a $-5 \text{ mV}/^{\circ}\text{C}$ por vaso y estar en el intervalo de $\pm 1 \%$ del valor especificado.
- Se permiten sobrecargas controladas del acumulador para evitar la estratificación del electrolito o para realizar cargas de igualación.

Se permite el uso de otros reguladores con diferentes estrategias de regulación, atendiendo a parámetros del estado de carga de las baterías.

Los reguladores de carga estarán protegidos frente a cortocircuitos.

El regulador debe de resistir a sobrecargas de corriente en la línea del generador un 25 % superior a la corriente de cortocircuito de módulo. La corriente de la línea de consumo debe de ser un 25 % superior a la carga máxima de consumo.

El regulador de carga debe de estar protegido frente a la desconexión accidental que se pueda producir del acumulador.

Las caídas internas de tensión del regulador entre las conexiones del generador y el acumulador serán inferiores al 2 % de la caída de tensión nominal para sistemas mayores a 1 kW.

Las pérdidas de energía diarias causadas por el autoconsumo del regulador deben de ser inferiores al 3 %.

El etiquetado de los reguladores de carga debe de disponer de la información de tensión nominal (V), corriente nominal (A), polaridad de los terminales, fabricante modelo y número de serie.

14.3.5 INVERSORES

Las exigencias técnicas del siguiente parte se aplican tanto a inversores monofásicos como a trifásicos.

Los inversores de conectaran a la salida de consumo del regulador de carga o en bornes del acumulador. Se deberán de disponer de protecciones contra sobrecargas y sobredescargas que podrán estar incorporadas en el propio inversor.

El inversor debe trabajar correctamente dentro del margen de tensión proporcionado por el fabricante.

La tensión nominal de salida del inversor debe de estar entre $\pm 5\%$ y 220 V 230 V con una frecuencia de 50 Hz $\pm 2\%$.

La potencia nominal del inversor debe de ser entregada de forma continuada.

El inversor debe de ser capaz de arrancar todas las cargas sin interferir en otras cargas.

Los inversores estarán protegidos frente a, tensiones de entrada fuera del margen de operación; desconexión del acumulador; sobrecargas que excedan la duración y los límites permitidos y el cortocircuito en la salida de corriente alterna.

El autoconsumo del inversor será menor al 2 % de la potencia nominal a la salida.

Las pérdidas de energía diaria ocasionadas por el autoconsumo del inversor serán inferiores al 5 % del consumo diario de energía.

El rendimiento del inversor a potencia nominal deberá de ser superior al 85 %.

El etiquetado de los inversores debe de disponer de la información de tensión nominal (V), potencia nominal (VA), tensión eficaz nominal V_{RMS} , frecuencia nominal (Hz), polaridad en los terminales, fabricante modelo y número de serie.

14.3.6 CARGAS Y CABLEADO

Se utilizarán lámparas de alta eficiencia preferiblemente.

Para potencias nominales de 500 W se precisa de un contador para medir el consumo de energía.

Respecto al cableado, se cumplirá lo establecido con la legislación vigente

Calculando las secciones del cable y las posibles caídas de tensión que puedan existir.

Los cables con diferente polaridad irán señalados y protegidos.

Los cables exteriores deberán de estar protegidos frente a inclemencias.

14.3.7 PROTECCIONES Y PUESTA A TIERRA

Las instalaciones con tensiones nominales superiores a 48 V dispondrán de una toma a tierra conectada a los soporte y marcos metálicos de los paneles fotovoltaicos, así como a la estructura del generador.

Las protecciones protegerán a usuarios frente a contactos directos e indirectos.

Se utilizarán fusibles para la protección frente a cortocircuitos, sobretensiones y sobrecargas.

14.4 RECEPCIÓN Y PRUEBAS

El instalador entregará al usuario un documento-albarán con los componentes, materiales y manuales de uso y mantenimiento de la instalación. Este documento duplicado se deberá de firmar por ambas partes. Los manuales adjuntos, deben estar en lenguas oficiales españolas del lugar de la instalación facilitando una correcta interpretación.

Se realiza una puesta en marcha del sistema.

Se debe de realizar pruebas en las protecciones comprobando la seguridad y detectando posibles fallos.

Se debe de firmar el Acta de Recepción Provisional únicamente cuando la instalación alcance un mínimo de 240 horas seguidas sin interrupciones causadas por fallos del sistema.

Se deben de entregar toda la documentación citada en este pliego de condiciones.

Retirada de todo el material sobrante.

Limpieza de las zonas donde se han realizado los trabajos.

El suministrador será el responsable de la operación del sistema y el encargado de formar al usuario.

Todos los elementos estarán protegidos frente a defectos de fábrica con una garantía de tres años. Los módulos fotovoltaicos dispondrán de una garantía de ocho años, contando desde la firma del Acta de Recepción Provisional.

Al finalizar la garantía el instalador estará obligado a la reparación de fallos de funcionamiento que se puedan producir si se detecta que los errores son derivados del diseño, montaje, construcción o materiales utilizados.

14.5 REQUERIMIENTOS TÉCNICOS DEL CONTRATO DE MANTENIMIENTO

Se realiza un contrato de mantenimiento de al menos tres años.

Con el mantenimiento se compromete al menos una revisión anual.

La revisión de mantenimiento incluye el mantenimiento de todos los elementos de la instalación.

Se realizarán labores de limpieza para mejorar la producción y la eficiencia de la instalación.

Se deberá de realizar mediciones para comprobar el correcto funcionamiento de la instalación, así como seguimientos periódicos de valores de producción comprobando que no existen problemas.

Se realizarán reaprietes de estructuras para ajustar los posibles aflojados que se hayan podido producir por inclemencias meteorológicas.

Revisión del cableado.

Comprobación del estado de los módulos.

Limpieza y engrasado de baterías, así como revisión del nivel de electrolito.

Comprobación de los indicadores y alarmas de los inversores.

Verificación de tomas a tierra y elementos de protección.

El mantenimiento debe realizarse por un técnico cualificado bajo la responsabilidad de la empresa instaladora.

Todas las operaciones de mantenimiento se registran en un libro de mantenimiento.

14.6 GARANTÍAS

Si la avería producida es por causa de defecto de montaje o fallo de cualquier componente, se debe reparar siempre y cuando la manipulación por parte del usuario haya sido la correcta.

Se debe proporcionar al usuario un certificado de garantía que acredite la entrega de la instalación.

Si existen interrupciones por reparaciones que se estén efectuando en la instalación, se debe aumentar el plazo de la garantía conforme el tiempo de la reparación.

La garantía incluye la reparación de las piezas o reposición de piezas defectuosas, como la mano de obra.

Quedan incluidos de la garantía los gastos, de recogida y devolución de equipos a talleres y tiempos de desplazamiento.

La anulación de la garantía podrá aplicarse en el momento que alguien ajeno al suministrador realice alguna reparación o modificación en la instalación si la autorización pertinente del instalador.

En el momento que el usuario detecte un fallo de funcionamiento, se avisará al suministrador para que se realicen las reparaciones necesarias en el tiempo más reducido, influyendo lo menos posible en la producción de energía eléctrica.

Las reparaciones se realizarán en el lugar de ubicación de la instalación por el instalador, siempre que sea posible.

En la bibliografía se indica el enlace de la página web del Departamento de Energía Solar del IDAE, del cual se ha sacado la información de este pliego de condiciones.

15. BIBLIOGRAFÍA

Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior, RD 1890/2008.

Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, Real Decreto 842/2002. Asesora Técnica Benilde Bueno.

Código Técnico de la Edificación (CTE).

IDAE: 02/04/2019 15:36 // 09/04/2020 09:40

<https://demanda.ree.es/visiona/peninsula/demanda/acumulada/>

https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_5654_FV_Pliego_aisladas_de_red_09_d5e0a327.pdf

REGLAMENTO: 01/04/2019 13:13

https://www.f2i2.net/legislacionseguridadindustrial/Si_Ambito.aspx?id_am=100086

Maps: 10/10/19 18:20

<https://castillalamancha.maps.arcgis.com/home/webmap/viewer.html?useExisting=1>

Clima: 12/10/19 9:30

<https://es.weatherspark.com/y/40292/Clima-promedio-en-Motilla-del-Palancar-Espa%C3%B1a-durante-todo-el-a%C3%B1o>

PVGIS 15/01/20 19:00

<https://ec.europa.eu/jrc/en/pvgis>

TrinaSolar: 12/05/19 20:30

<https://www.trinasolar.com/es/product/utility>

VICTRON ENERGY: 15/05/19 10:45

<https://www.victronenergy.com.es/>

TECHNOSUN: 20/04/20 18:15

<https://b2b.technosun.com/>

PHILIPS LIGHTING: 20/03/15 11:10

<https://www.lighting.philips.es/prof/luminarias-de-externo/alumbrado-publico-y-residencial>

ANEXOS

ANEXO I

TIPOS DE LUMINARIA



Luma

BGP625 80xLED130--4S/740 PSU I DM10 AL G

LUMA 2 - 80 pcs - LED module 13000 lm - 4th generation, screw fixation - 740 neutral white - Power supply unit - Safety class I - Distribution medium 10 - Acrylate micro-lens optic - Gray - Philips standard surge protection level - - - Side-entry for diameter 62 mm

Luma is a high-performance road-lighting luminaire with a clear design identity, offering a perfectly cooled, fit-and-forget solution for all streets and roads. The lumen package, lifetime and energy profile can be tuned to create the desired solution in terms of energy and cost savings. Luma can be programmed to keep the flux of the LEDs at a predefined constant level over the lifetime of the luminaire – by increasing the operating current over time to compensate for the LED lumen depreciation. Luma uses the high-performance LEDGINE-O engine with latest LED performance and a wide range of optics to latest standards. Moreover Luma’s trully flat design prevents upward light to optimize the light distribution for varying road geometries and/or glare restrictions, the tilt angle can easily be adjusted on installation. Luma is also equipped with a dedicate light recipes that preserves a dark night sky.

Product data

General Information			
Number of light sources	80 pcs	Driver included	Yes
Lamp family code	LED130 [LED module 13000 lm]	Optical cover/lens type	Acrylate micro-lens optic
Lamp version	4S [4th generation, screw fixation]	Luminaire light beam spread	77° - 11° x 156°
Light source color	740 neutral white	Control interface	Analog
Light source replaceable	Yes	Connection	Connection unit 3-pole
Number of gear units	1 unit	Cable	-
Driver/power unit/transformer	Power supply unit	Protection class IEC	Safety class I
		Flammability mark	-

CE mark	CE mark
ENEC mark	ENEC mark
Warranty period	5 years
Optic type outdoor	Distribution medium 10
Remarks	* At extreme ambient temperatures the luminaire might automatically dim down to protect components
Luminaire fixation bolts	Length 30 mm
Constant light output	No
Number of products on MCB of 16 A type B	8

RoHS mark	RoHS mark
Light source engine type	LED
Serviceability class	Class A, luminaire is equipped with serviceable parts (when applicable): LED board, driver, control units, surge protection device, optics, front cover and mechanical parts
Product family code	BGP625 [LUMA 2]

Light Technical

Upward light output ratio	0
Standard tilt angle posttop	-
Standard tilt angle side entry	0°

Operating and Electrical

Input Voltage	220 to 240 V
Input Frequency	50 to 60 Hz
Inrush current	53 A
Inrush time	0.3 ms
Power Factor (Min)	0.97

Controls and Dimming

Dimmable	No
----------	----

Mechanical and Housing

Housing Material	Aluminum
Reflector material	-
Optic material	Polycarbonate
Optical cover/lens material	Polycarbonate
Fixation material	Aluminum
Mounting device	Side-entry for diameter 62 mm

Optical cover/lens shape	Flat
Optical cover/lens finish	Clear
Fixation angle	Mounting device angle 0°
Overall length	876 mm
Overall width	435 mm
Overall height	130 mm
Overall diameter	62 mm
Effective projected area	0.067 m ²
Color	Gray

Approval and Application

Ingress protection code	IP66 [Dust penetration-protected, jet-proof]
Mech. impact protection code	IK09 [10 J]
Surge Protection (Common/Differential)	Philips standard surge protection level

Initial Performance (IEC Compliant)

Initial luminous flux (system flux)	11700 lm
Luminous flux tolerance	+/-7%
Initial LED luminaire efficacy	154 lm/W
Init. Corr. Color Temperature	4000 K
Init. Color Rendering Index	≥70
Initial chromaticity	(0.382, 0.379) SDCM <5
Initial input power	76 W
Power consumption tolerance	+/-11%

Application Conditions

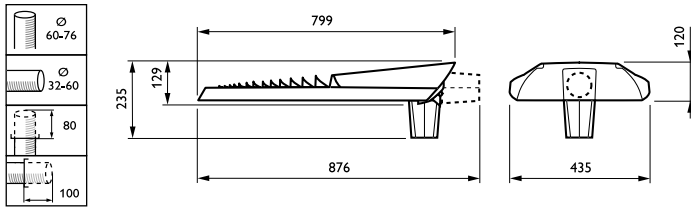
Ambient temperature range	-40 to +50 °C
Maximum dim level	Not applicable

Product Data

Full product code	871869947322800
Order product name	BGP625 80xLED130--4S/740 PSU I DM10 AL G
EAN/UPC - Product	8718699473228
Order code	912300024044
Numerator - Quantity Per Pack	1
Numerator - Packs per outer box	1
Material Nr. (12NC)	912300024044
Net Weight (Piece)	14.700 kg



Dimensional drawing



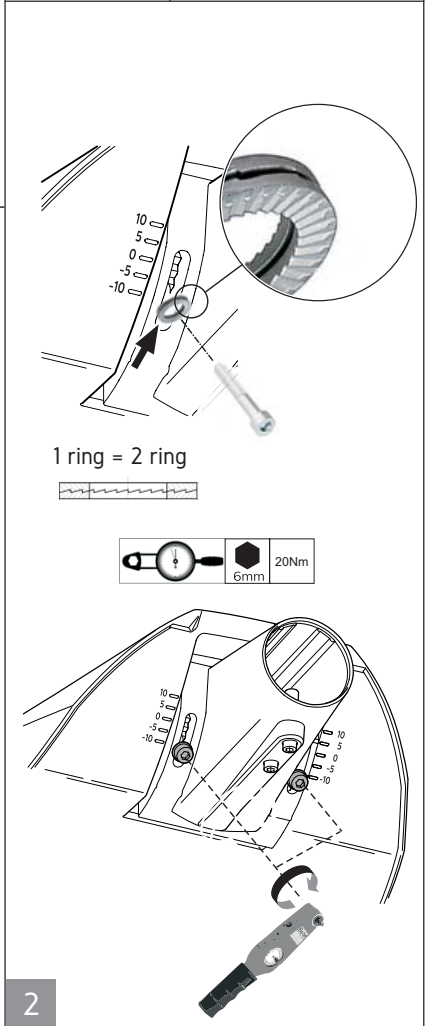
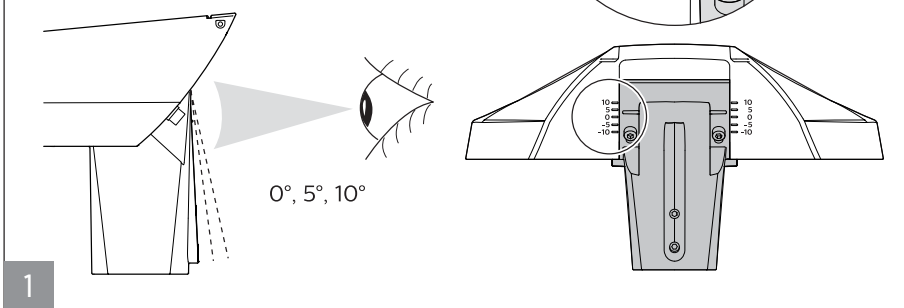
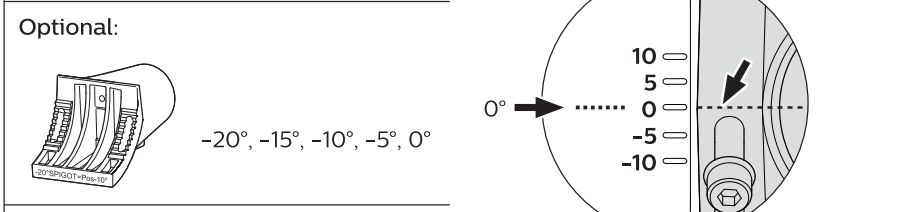
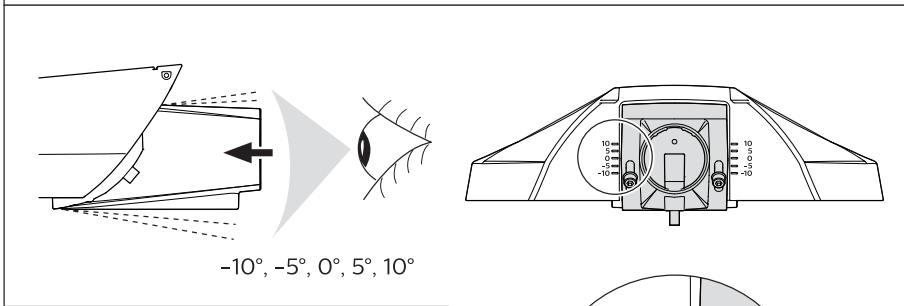
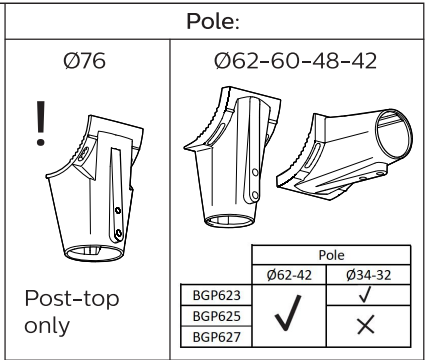
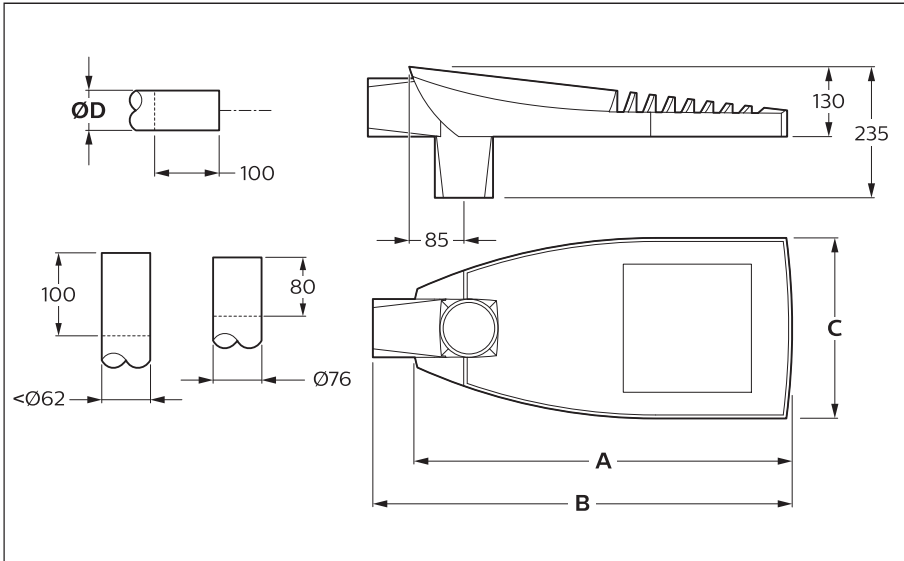
Luma BGP621-627

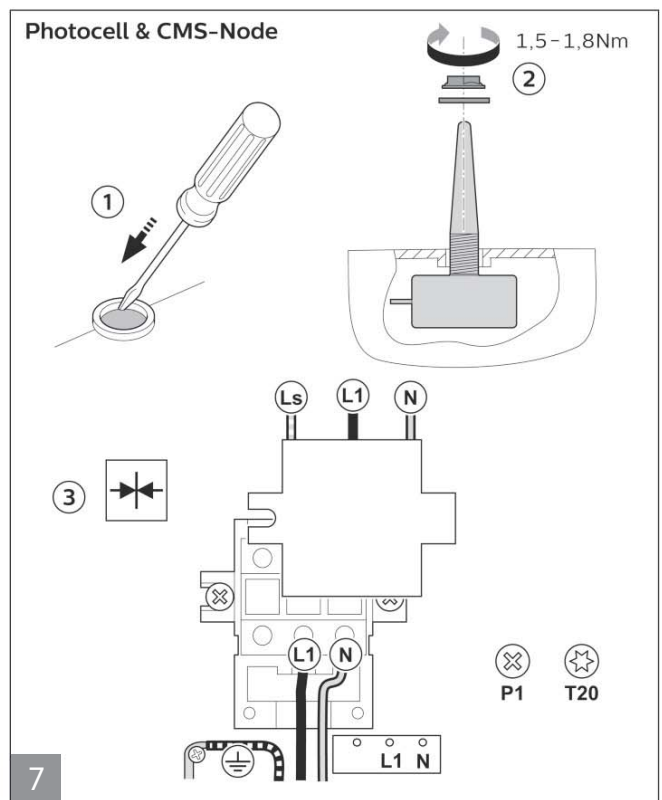
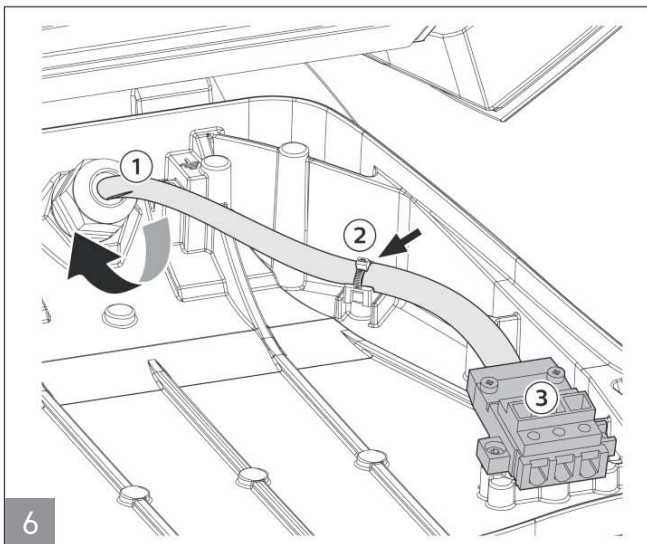
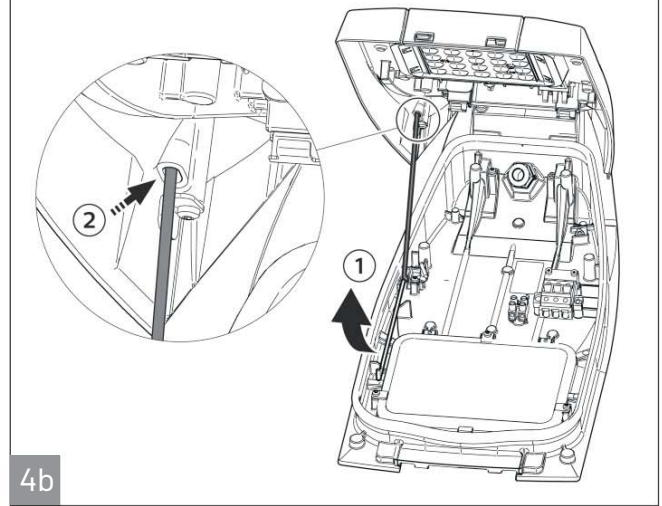
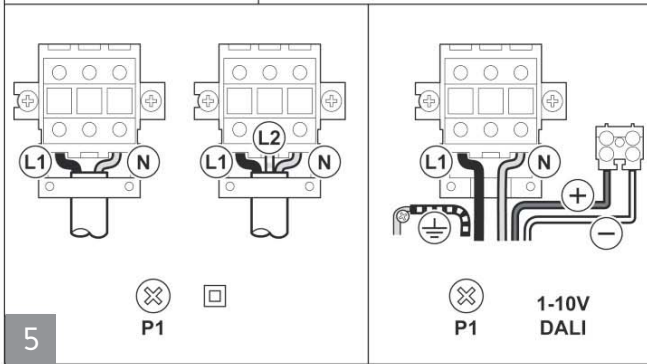
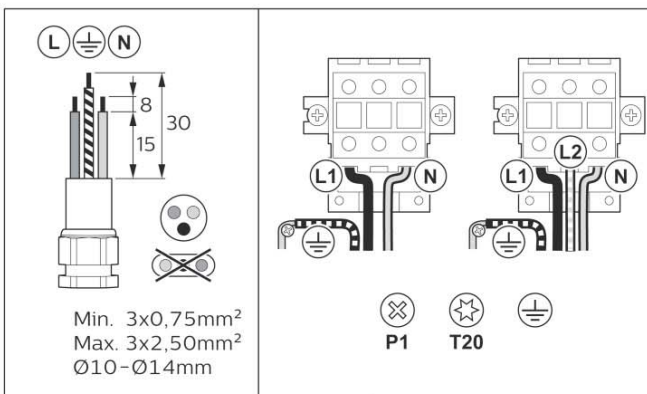
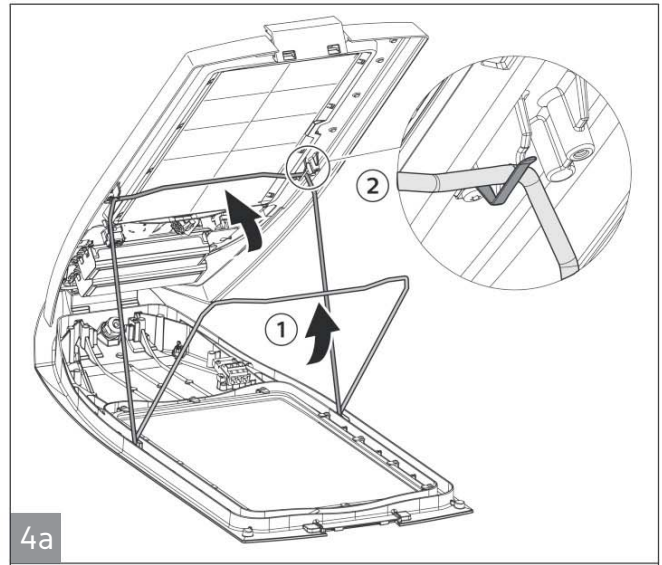
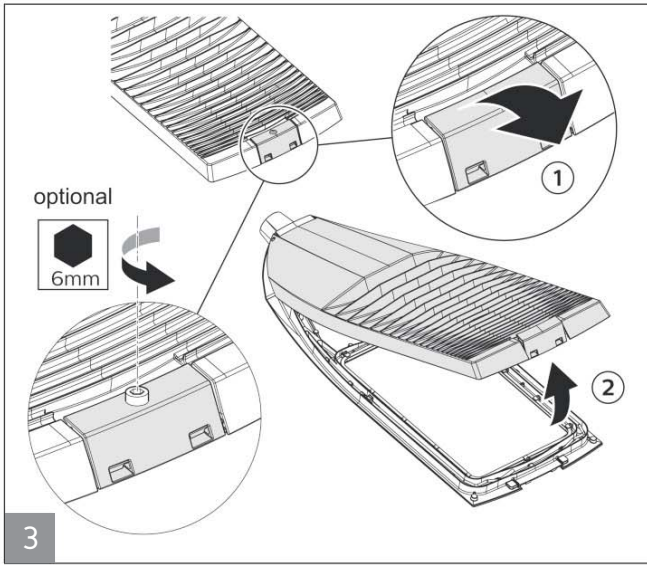


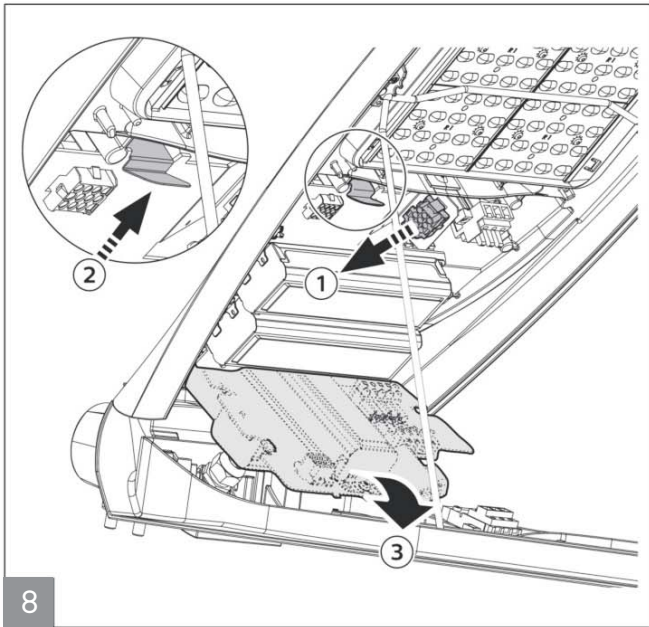
Philips Luma BGP623/BGP625/BGP627



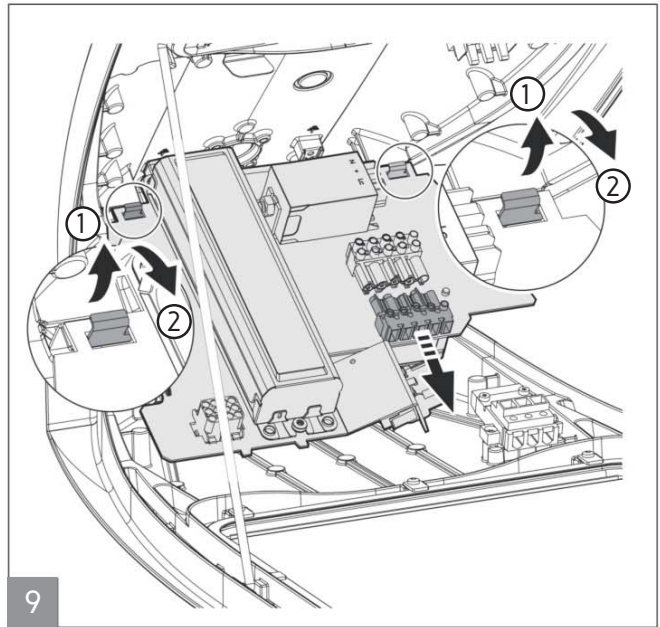
	LEDs	P(W)	P(W)	m ²	Cxs(m ²)	Dimensions in mm					
						A	B	C	D		
Luma 1 (lite) BGP623(622)	20-80	12-172	16-192	0,057	0,057	649	720	435	32-60	8-10m.	max11,0
Luma 2 (lite) BGP625(624)	60-120	34-255	40-278	0,067	0,066	799	876	435	42-60	8-18m.	max15,5
Luma 3(lite) BGP627(626)	100-200	58-420	68-454	0,079	0,066	999	1076	435	42-60	10-18m.	max20,5



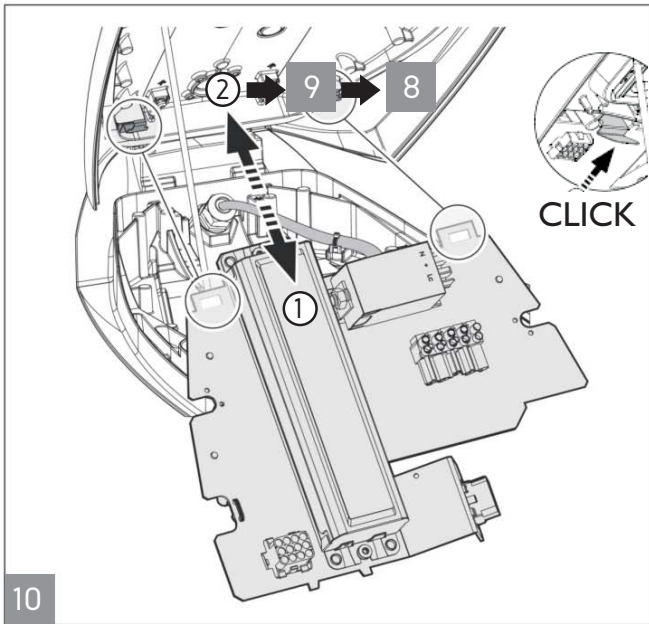




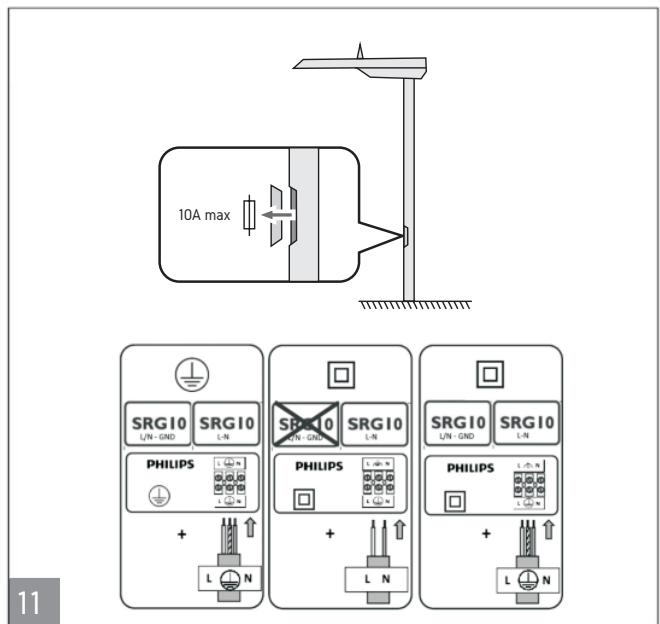
8



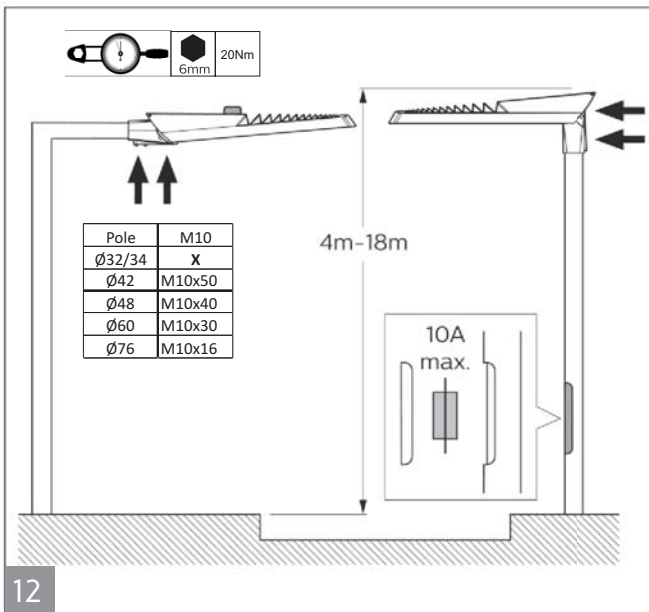
9



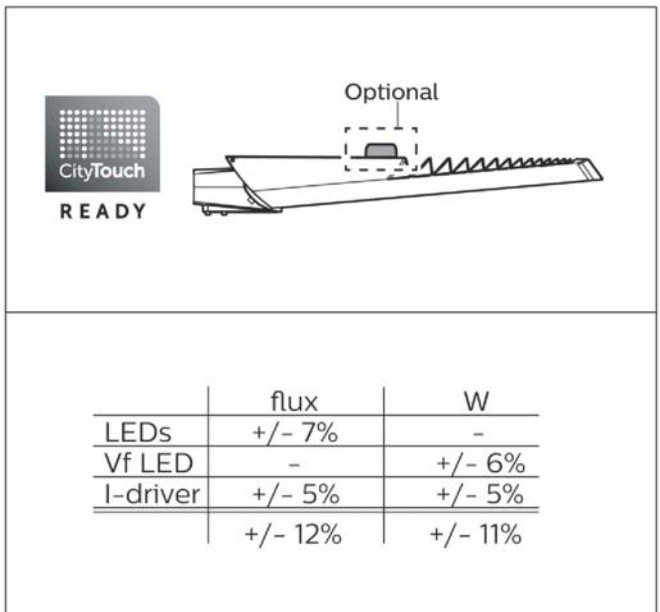
10



11



12



- GB The light source contained in this luminaire shall only be replaced by the manufacturer or his service agent or a similar qualified person.
- SP La fuente de luz contenida en esta luminaria sólo podrá ser sustituido por el fabricante o su agente de servicio o una persona calificada similar.
- PT A fonte de luz contida neste luminária só será substituído pelo fabricante ou o seu agente de serviços ou uma pessoa qualificada similar.
- DE Die in dieser Leuchte enthaltenen Lichtquelle darf nur durch den Hersteller oder seinen Kundendienst oder eine ähnlich qualifizierte Person ersetzt werden.
- FR La source de lumière contenue dans ce luminaire ne doit être remplacé par le fabricant ou son agent de service ou une personne qualifiée.
- IT La sorgente di luce contenuta in questo apparecchio potrà essere sostituita solo dal costruttore, da suo personale addetto all'assistenza tecnica od ugualmente qualificato
- NL De lichtbron in dit armatuur mag alleen worden vervangen door de fabrikant of zijn service agent of een soortgelijk gekwalificeerd persoon.
- DK Lyskilden er indeholdt i dette armatur må kun udskiftes af fabrikanten eller hans serviceværksted eller en tilsvarende kvalificeret person.
- SE Ljuskällan i detta Armaturen får endast bytas av tillverkaren eller dennes serviceombud eller liknande behörig person.
- NO Lyskilden i denne armaturen skal bare skiftes ut av produsenten eller serviceverksted eller en tilsvarende kvalifisert person.
- FI Valonlähde sisältämät valaisimen saa vaihtaa vain valmistaja tai valtuutettu huoltoliike tai muu ammattitaitoinen szakember cserélheti ki.
- HU A lámpatestben található fényforrást csak a gyártó, a gyártóval szerződött cég vagy megfelelő képesítéssel rendelkező szakember cserélheti ki.
- PL Źródła światła zawarte w oprawie powinny być wymieniane wyłącznie przez producenta, przedstawiciela jego serwisu lub wykwalifikowaną osobę.
- RO Sursa de lumină în acest corp de iluminat confinate se înlocuiește numai de către producător sau de agentul său de service sau o persoană similară calificată.
- CZ Světelný zdroj obsažený v tomto svítidle se nahrazují pouze výrobcem nebo jeho servisním zástupcem nebo podobně kvalifikovanou osobou.
- HR Izvor svjetla sadržan u ovom svjetiljke će se zamijeniti samo proizvođač ili njegov servisera ili sličnog stručne osobe.
- GR Η πηγή φωτός που περιέχονται σε αυτό το φωτιστικό θα πρέπει να αντικατασταθεί μόνο από τον κατασκευαστή ή τον αντιπρόσωπο συντήρησης αυτού ή έναν παρόμοιο ειδικευμένο άτομο.
- BG Източникът на светлина се съдържа в този осветително тяло се заменя само от производителя или негов сервизен агент или подобно квалифицирано лице.
- RS Извор светlosti sadržana u ovom svjetiljke biće zameñen samo od strane proizvođača ili ñеговог сервисера или слично квалификоване особе.



© 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.
The Netherlands



Eco passport

Luma

BGP625 80xLED130--4S/740 PSU I DM10 AL G



Energy

- Initial LED luminaire efficacy : 154 lm/W
- Dimmable : No



Substances

- RoHS Compliance : Yes



Recycling

- Light source replaceable : Yes

Our environmental product specifications overview

At Philips, we strive to make the world healthier and more sustainable through innovation. Our sustainability efforts are globally recognised and reflected, e.g. by our continuous leading positions global rankings like the Dow Jones Sustainability Index and the Carbon Disclosure Project. In our eco-design process we focus on Energy, Weight, Recycling, Packaging, Substances and Reliability to view and further improve the environmental performance of our products.

PHILIPS

2018, August 3
data subject to change
Order code : 912300024044



Luma

BGP621 LED35/740 PSU I DM10 GR 62S

LUMA MINI - LED module 3500 lm - 740 neutral white - Power supply unit - Safety class I - Distribution medium 10 - Acrylate micro-lens optic - Gray - Philips standard surge protection level - - - Side-entry for diameter 62 mm

Luma is a high-performance road-lighting luminaire with a clear design identity, offering a perfectly cooled, fit-and-forget solution for all streets and roads. The lumen package, lifetime and energy profile can be tuned to create the desired solution in terms of energy and cost savings. Luma can be programmed to keep the flux of the LEDs at a predefined constant level over the lifetime of the luminaire – by increasing the operating current over time to compensate for the LED lumen depreciation. Luma uses the high-performance LEDGINE-O engine with latest LED performance and a wide range of optics to latest standards. Moreover Luma's trully flat design prevents upward light to optimize the light distribution for varying road geometries and/or glare restrictions, the tilt angle can easily be adjusted on installation. Luma is also equipped with a dedicate light recipes that preserves a dark night sky.

Product data

General Information		Control interface	
Lamp family code	LED35 [LED module 3500 lm]	Control interface	Analog
Light source color	740 neutral white	Connection	Connection unit 3-pole
Light source replaceable	Yes	Cable	-
Number of gear units	1 unit	Protection class IEC	Safety class I
Driver/power unit/transformer	Power supply unit	Flammability mark	-
Driver included	Yes	CE mark	CE mark
Optical cover/lens type	Acrylate micro-lens optic	ENEC mark	ENEC mark
Luminaire light beam spread	77° - 11° x 156°	Warranty period	5 years
		Optic type outdoor	Distribution medium 10

Remarks	* -Per Lighting Europe guidance paper "Evaluating performance of LED based luminaires - January 2018": statistically there is no relevant difference in lumen maintenance between B50 and for example B10. Therefore the median useful life (B50) value also represents the B10 value. * At extreme ambient temperatures the luminaire might automatically dim down to protect components
Constant light output	No
Number of products on MCB of 16 A type B	11
RoHS mark	RoHS mark
Light source engine type	LED
Serviceability class	Class A, luminaire is equipped with serviceable parts (when applicable): LED board, driver, control units, surge protection device, optics, front cover and mechanical parts
Product family code	BGP621 [LUMA MINI]

Light Technical

Upward light output ratio	0
Standard tilt angle posttop	-
Standard tilt angle side entry	0°

Operating and Electrical

Input Voltage	220 to 240 V
Input Frequency	50 to 60 Hz
End CLO power consumption	23 W
Inrush current	46 A
Inrush time	0.25 ms
Power Factor (Min)	0.89

Controls and Dimming

Dimmable	No
----------	----

Mechanical and Housing

Housing Material	Aluminum
Reflector material	-
Optic material	Polycarbonate
Optical cover/lens material	Polycarbonate
Fixation material	Aluminum
Mounting device	Side-entry for diameter 62 mm
Optical cover/lens shape	Flat
Optical cover/lens finish	Clear

Overall length	720 mm
Overall width	310 mm
Overall height	130 mm
Overall diameter	62 mm
Effective projected area	0.055 m ²
Color	Gray

Approval and Application

Ingress protection code	IP66 [Dust penetration-protected, jet-proof]
Mech. impact protection code	IK09 [10 J]
Surge Protection (Common/Differential)	Philips standard surge protection level

Initial Performance (IEC Compliant)

Initial luminous flux (system flux)	3185 lm
Luminous flux tolerance	+/-7%
Initial LED luminaire efficacy	148 lm/W
Init. Corr. Color Temperature	4000 K
Init. Color Rendering Index	≥70
Initial chromaticity	(0.382, 0.379) SDCM <5
Initial input power	21.5 W
Power consumption tolerance	+/-11%

Over Time Performance (IEC Compliant)

Control gear failure rate at median useful life 100000 h	10 %
Lumen maintenance at median useful life* 100000 h	L96

Application Conditions

Ambient temperature range	-40 to +50 °C
Performance ambient temperature Tq	25 °C
Maximum dim level	Not applicable

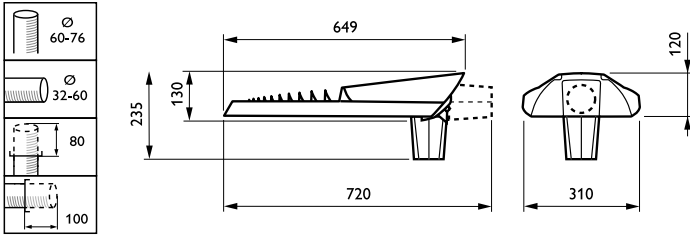
Product Data

Full product code	871869947320400
Order product name	BGP621 LED35/740 PSU I DM10 GR 62S
EAN/UPC - Product	8718699473204
Order code	912300024042
Numerator - Quantity Per Pack	1
Numerator - Packs per outer box	1
Material Nr. (12NC)	912300024042
Net Weight (Piece)	9.025 kg



Luma

Dimensional drawing



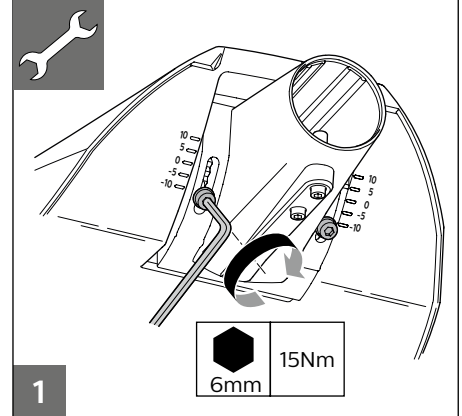
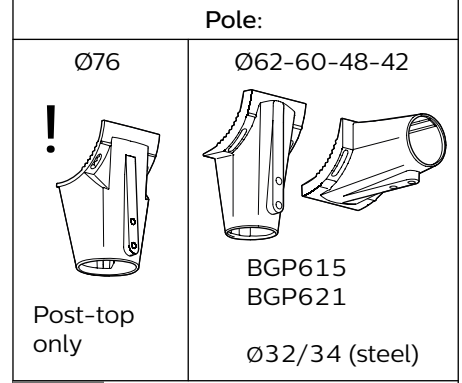
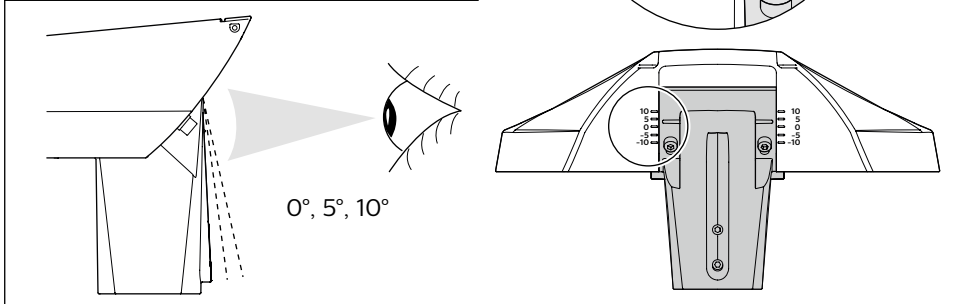
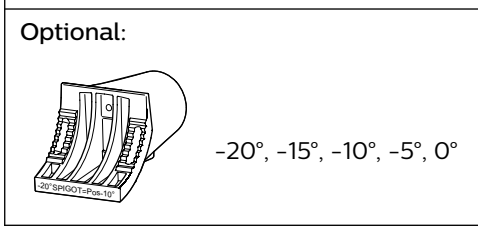
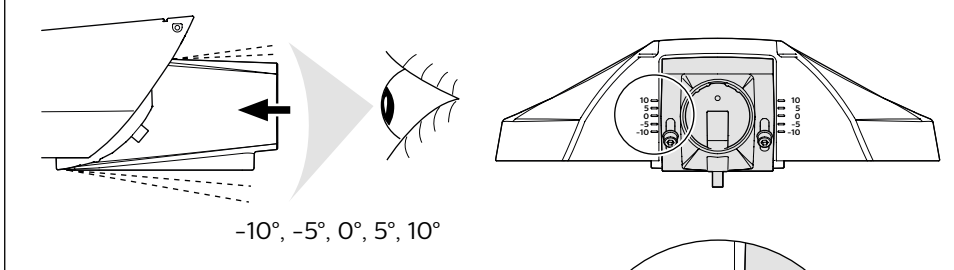
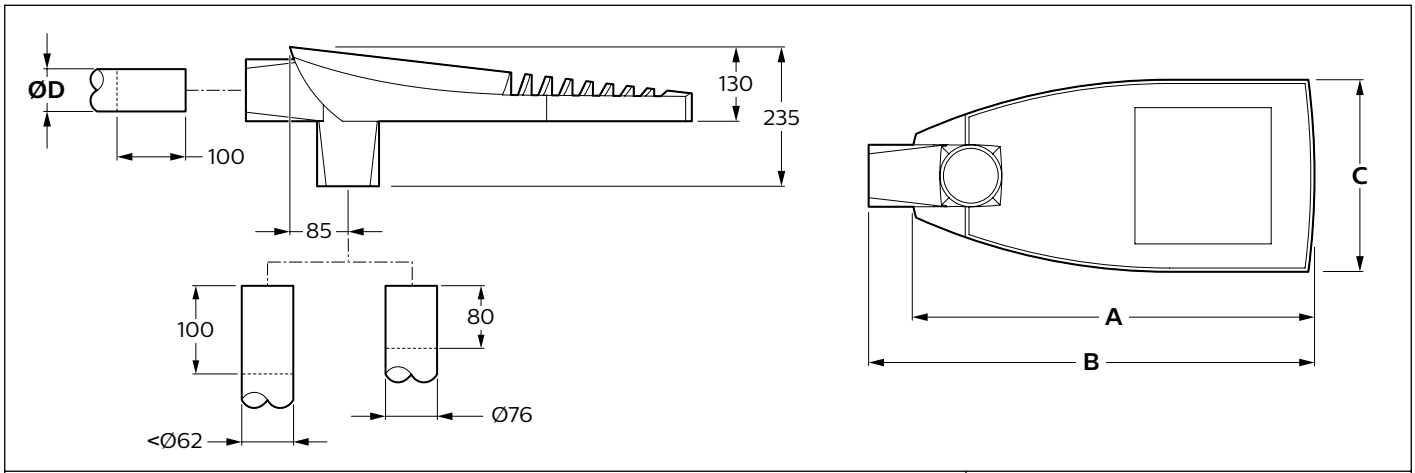
Luma BGP621-627

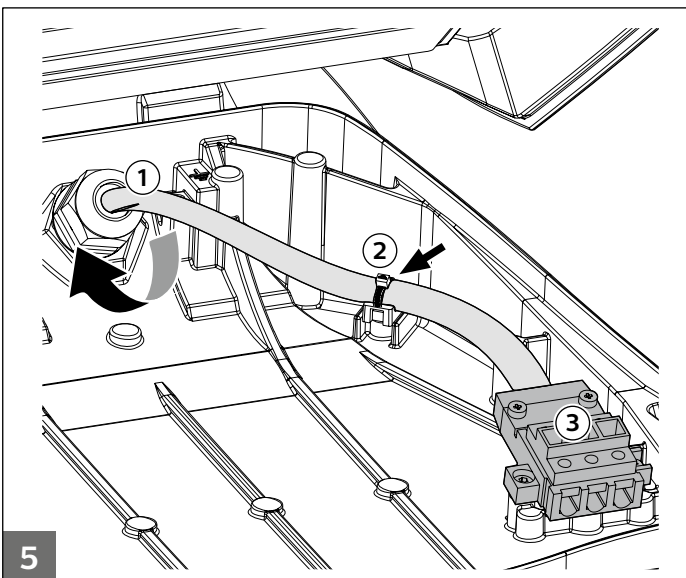
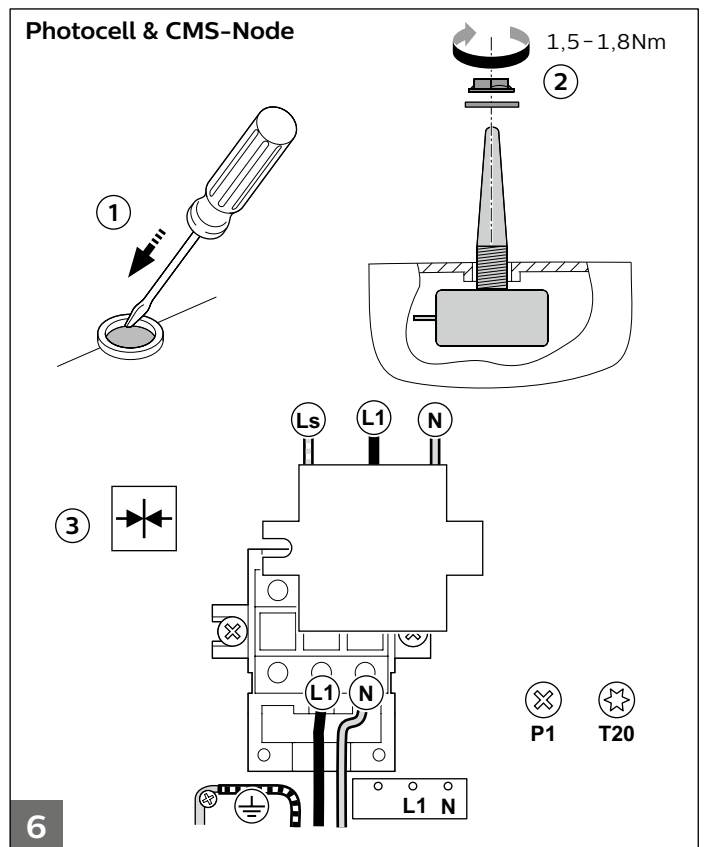
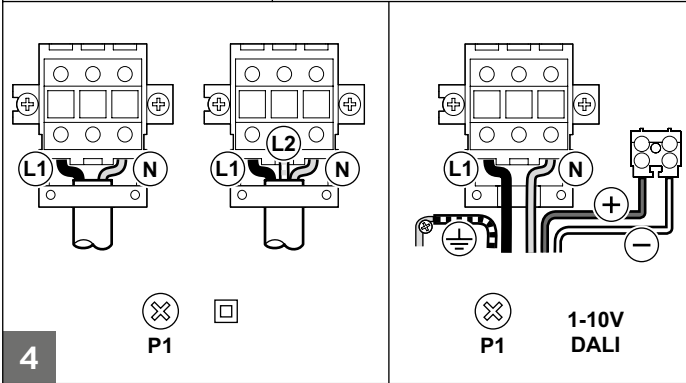
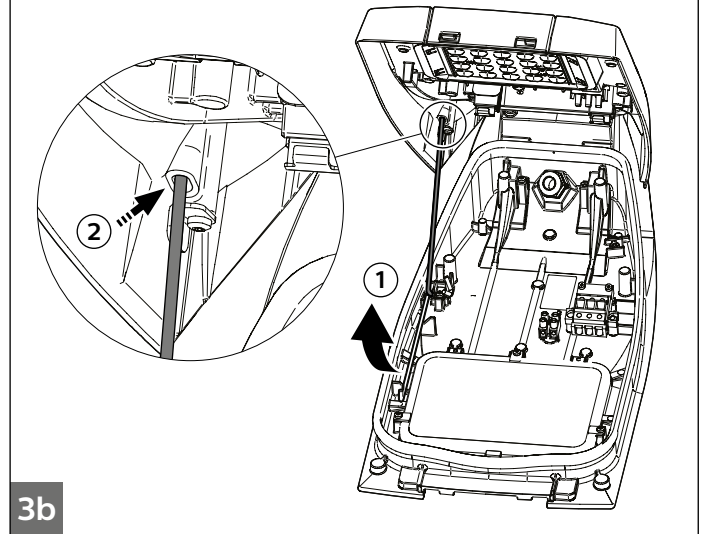
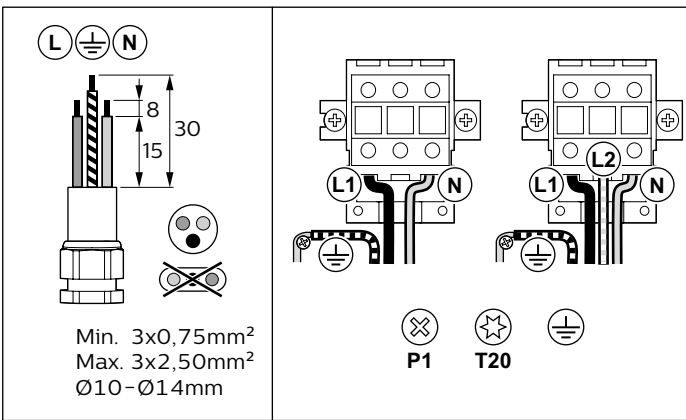
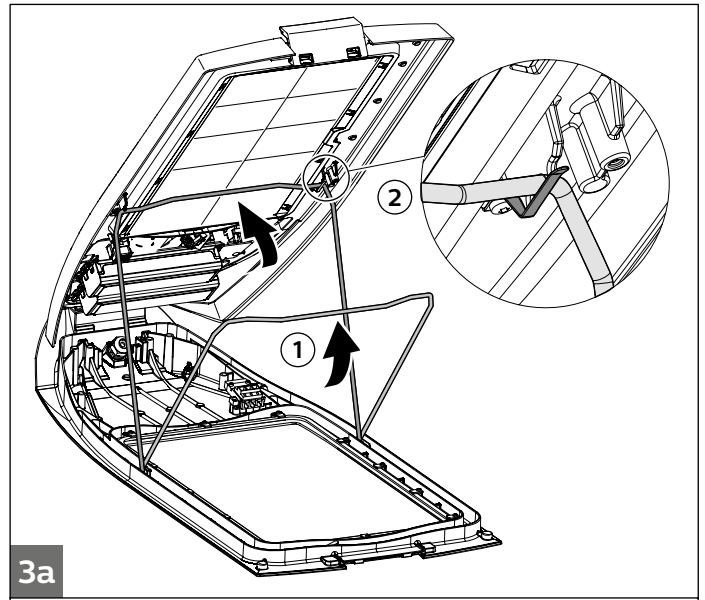
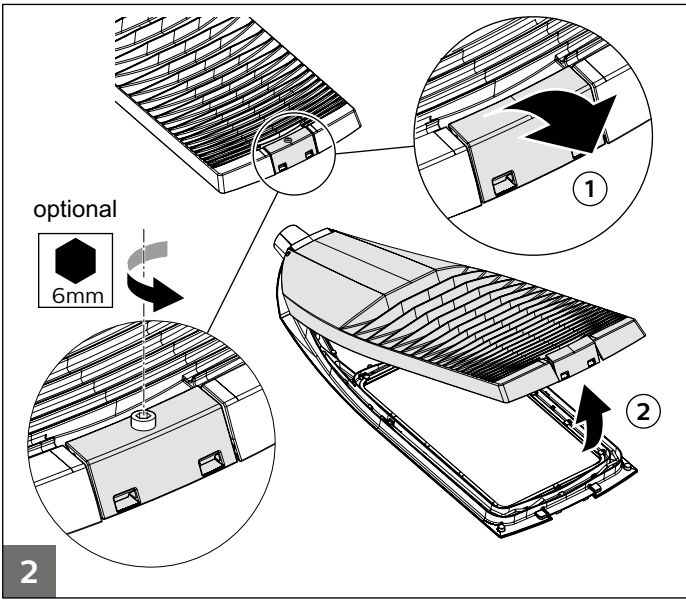


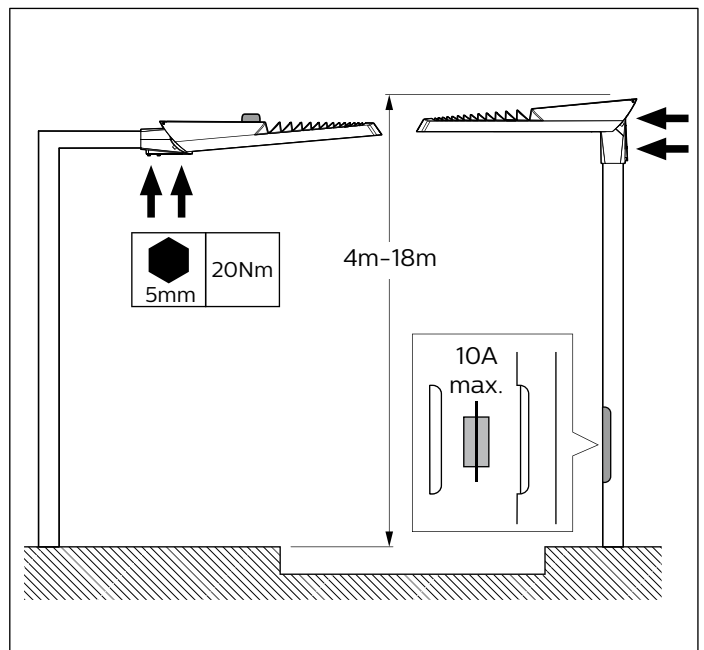
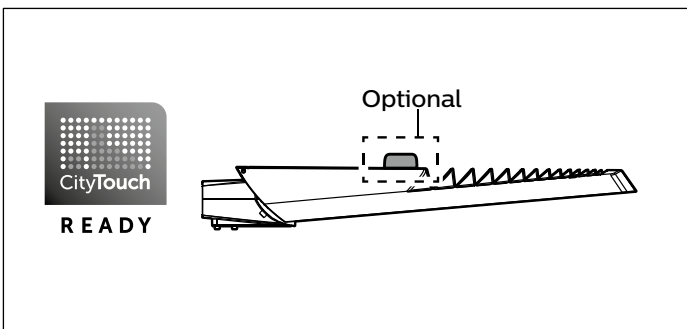
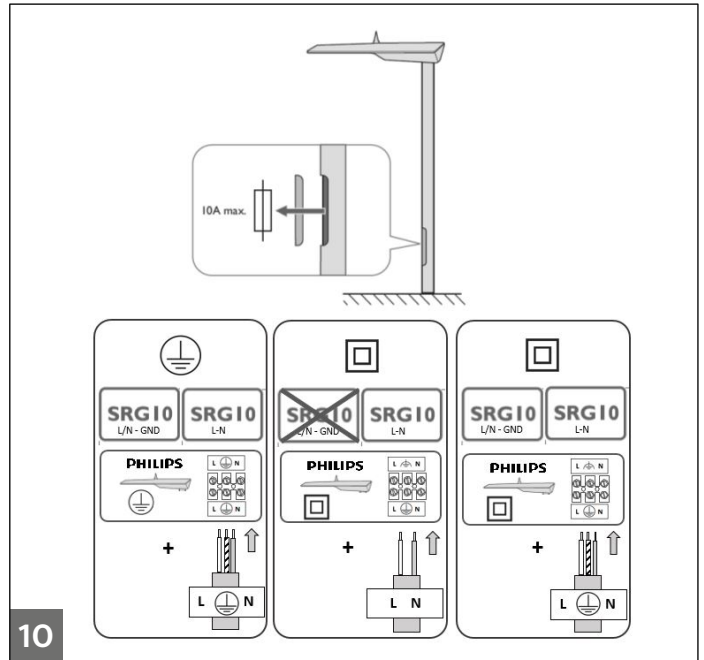
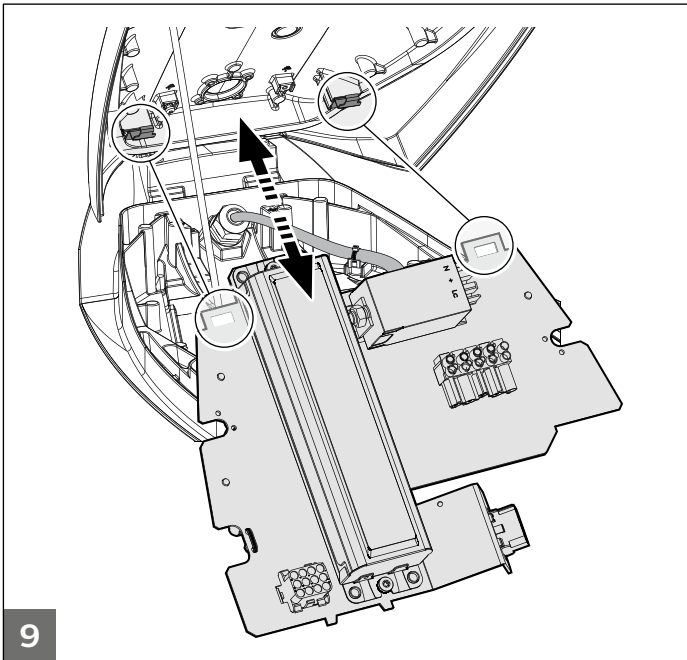
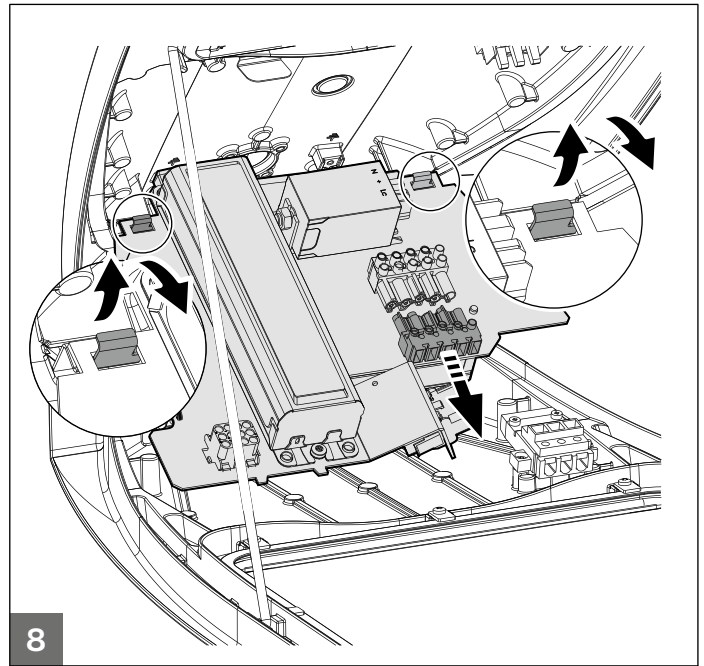
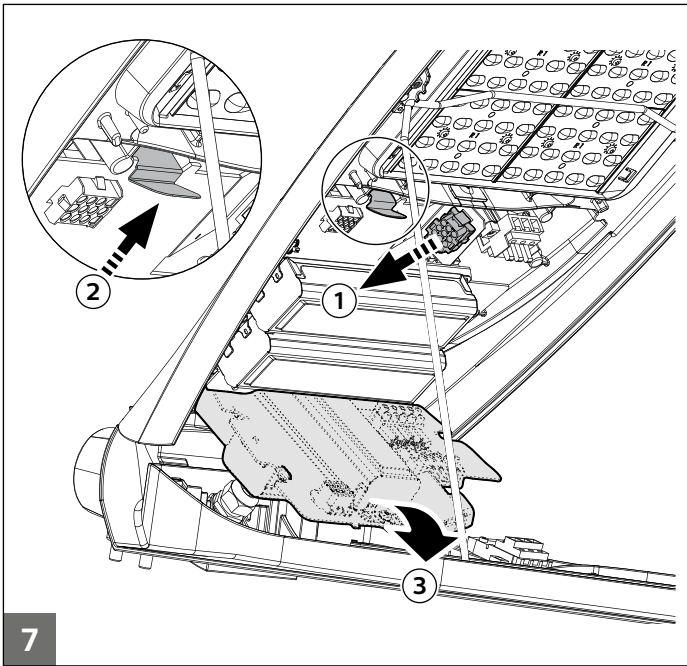
Philips Luma BGP615/BGP621



	LEDs	P(W)	P(W)	m ²	Cxs(m ²)	Dimensions in mm					
						A	B	C	D		kg
Luma Micro BGP615	12-20	7-41	9-46	0,049	0,049	551	622	290	32-60	4-6m.	7.5
Luma Mini(lite) BGP621(620)	12-40	7-85	9-95	0,055	0,055	649	720	310	32-60	4-6m.	9,5







	flux	W
LEDs	+/- 7%	-
Vf LED	-	+/- 6%
I-driver	+/- 5%	+/- 5%
	+/- 12%	+/- 11%



- GB The light source contained in this luminaire shall only be replaced by the manufacturer or his service agent or a similar qualified person.
- SP La fuente de luz contenida en esta luminaria sólo podrá ser sustituido por el fabricante o su agente de servicio o una persona calificada similar.
- PT A fonte de luz contida neste luminária só será substituído pelo fabricante ou o seu agente de serviços ou uma pessoa qualificada similar.
- DE Die in dieser Leuchte enthaltenen Lichtquelle darf nur durch den Hersteller oder seinen Kundendienst oder eine ähnlich qualifizierte Person ersetzt werden.
- FR La source de lumière contenue dans ce luminaire ne doit être remplacé par le fabricant ou son agent de service ou une personne qualifiée.
- IT La sorgente di luce del presente apparecchiatura sarà sostituito solo dal fabbricante o dal suo agente di servizio o una persona qualificata simile.
- NL De lichtbron in dit armatuur mag alleen worden vervangen door de fabrikant of zijn service agent of een soortgelijk gekwalificeerd persoon.
- DK Lyskilden er indeholdt i dette armatur må kun udskiftes af fabrikanten eller hans serviceværksted eller en tilsvarende kvalificeret person.
- SE Ljuskällan i detta Armaturen får endast bytas av tillverkaren eller dennes serviceombud eller liknande behörig person.
- NO Lyskilden i denne armaturen skal bare skiftes ut av produsenten eller serviceverksted eller en tilsvarende kvalifisert person.
- FI Valonlähde sisältämät valaisimen saa vaihtaa vain valmistaja tai valtuutettu huoltoliike tai muu ammattitaitoinen.
- HU A fényforrás található a lámpatest csak helyébe a gyártó vagy a szerviz vagy hasonló szakképzett személy.
- PL Źródło światła zostosowane w oprawie, może być wymienione tylko i wyłącznie przez producenta, serwis lub osobę wykwalifikowaną.
- RO Sursa de lumină în acest corp de iluminat conținute se înlocuiește numai de către producător sau de agentul său de service sau o persoană similară calificată.
- CZ Světelný zdroj obsažený v tomto svítidle se nahrazují pouze výrobcem nebo jeho servisním zástupcem nebo podobně kvalifikovanou osobou.
- HR Izvor svetla sadržan u ovom svjetiljke će se zamijeniti samo proizvođač ili njegov servisera ili sličnog stručne osobe.
- GR Η πηγή φωτός που περιέχονται σε αυτό το φωτιστικό θα πρέπει να αντικατασταθεί μόνο από τον κατασκευαστή ή τον αντιπρόσωπο συντήρησης αυτού ή έναν παρόμοιο ειδικευμένο άτομο.
- BG Източникът на светлина се съдържа в този осветително тяло се заменя само от производителя или негов сервизен агент или подобно квалифицирано лице.
- RS Извор светlosti sadržana u ovom svjetiljke biće zameñen samo od strane proizvođača ili ñеговог сервисера или слично квалификоване особе.



GB Storage, installation, use, operation and maintenance of the products needs to be performed exactly according the instructions in this manual and/or other instructions as may be provided by us to guarantee safe use of the product over its entire lifetime. Failure to adhere to these instructions will invalidate your entitlement to warranty. Bolts with indication of torque strength on the drawing need to be tightened using a calibrated torque wrench. Pre-assembled bolts need to be retightened again to the required torque specification to assure maximum strength over lifetime

SP El almacenamiento, instalación, uso, funcionamiento y mantenimiento de este producto debe realizarse exactamente según las instrucciones de este manual, así como otras instrucciones que le proporcionemos con el fin de garantizar un uso seguro del producto durante toda su vida útil. Si no se cumplen estas instrucciones, la garantía quedará anulada. Los tornillos con indicación de par de apriete en el dibujo, deben apretarse con una llave dinamométrica calibrada. Los tornillos del acoplamiento premontados deben reapretarse de nuevo con la especificación de par de apriete necesaria para garantizar una solidez máxima durante toda la vida útil de la luminaria

PT Para garantir uma utilização segura do produto durante a respetiva vida útil, o armazenamento, a instalação, a utilização, a operação e a manutenção dos produtos tem de ser efetuados exatamente de acordo com as instruções neste manual e/ou com outras instruções que possam ser fornecidas por nós. O incumprimento destas instruções irá invalidar o direito a garantia. Os parafusos com indicação do torque no esquema tem de ser apertados utilizando uma chave dinamométrica calibrada. Os parafusos pré-montados tem de ser novamente apertados de acordo com a especificação de torque necessário para garantir uma resistência máxima durante a vida útil

DE Lagerung, Installation, Verwendung, Betrieb und Wartung der Produkte müssen genau nach den Anweisungen in dieser Anleitung und/oder anderen von uns zur Verfügung gestellten Anweisungen erfolgen, um eine sichere Verwendung des Produkts über seine gesamte Lebensdauer zu gewährleisten. Bei Nichtbeachtung dieser Hinweise erlischt Ihr Anspruch auf Gewährleistung. Schrauben mit Angabe der Drehmomente auf der Zeichnung müssen mit einem kalibrierten Drehmomentschlüssel angezogen werden. Vormontierte Schrauben müssen mit dem angegebenen Drehmoment nachgezogen werden, um eine maximale Festigkeit über die gesamte Lebensdauer zu gewährleisten

FR Le stockage, l'installation, l'utilisation et la maintenance des produits doivent être effectués conformément aux instructions de ce manuel et / ou d'autres instructions que nous fournissons afin de garantir une utilisation sûre du produit pendant toute sa durée de vie. Le non-respect de ces instructions invalidera votre droit à la garantie. Les vis, dont les couples de serrage sont indiqués sur les schémas, doivent être serrés à l'aide d'une clé dynamométrique étalonnée. Les vis, préassemblés, doivent être resserrés à nouveau selon la spécification de couple de serrage requise afin d'assurer leur résistance maximale pendant toute leur durée de vie

IT La conservazione, l'installazione, l'uso, il funzionamento e la manutenzione dei prodotti devono essere eseguiti esattamente in base alle istruzioni contenute nel presente manuale e / o in altra documentazione fornita da noi per garantire la sicurezza del prodotto per l'intera durata del suo utilizzo. La mancata osservanza di queste istruzioni invaliderà la garanzia. I bulloni con indicazione sull'intensità della coppia serraggio sul disegno devono essere serrati utilizzando una chiave dinamometrica calibrata. I bulloni pre-assemblati devono essere riserrati nuovamente secondo le specifiche di coppia richieste per assicurare la massima resistenza per tutta la durata

NL Om een veilig gebruik van dit product gedurende zijn hele levensduur te garanderen, dient het opslaan, installeren, gebruiken, bedienen en onderhouden ervan exact te worden uitgevoerd in overeenstemming met de instructies in deze handleiding en/of andere door ons geleverde instructies. Niet opvolgen van deze instructies maakt uw garantieaanspraken ongeldig. Bouten waarvan in de tekening het aanhaalkoppel is vermeld, dienen te worden vastgezet met behulp van een momentsleutel. Voor-geassembleerde bouten dienen opnieuw te worden aangehaald tot het vereiste koppel om maximale strekte gedurende de hele levensduur te waarborgen

DK Opbevaring, installation, brug, betjening og vedligeholdelse af produkterne ma kun udfores ifølge instruktionerne i denne vejledning og/eller eventuelle ovrigte instruktioner fra Philips Lighting for at garantere sikker brug af produktet i hele dets levetid. Hvis disse instruktioner ikke følges, bortfalder produktgarantien. Bolte/skruer med angivet spa ndingsmoment pa tegningen skal spa ndes med en indstillet momentnogle. Fa rdigsamlede bolte/skruer skal efterspa ndes i henhold til det specificerede moment for at sikre maksimal fastgorelse i hele produktets levetid

SE Förvaring, installation, användning, drift och underhall av produkterna maste utföras enligt instruktionerna i denna handbok och/eller andra instruktioner som kan tillhandahallas av oss för att garantera säker användning. Om instruktioner inte följs frangar man produktgarantin. Skruvar där vridmoment anges pa ritningen maste dras at med en kalibrerad skiftnyckel. Förmonterade skruvar maste dras at igen med angivet vridmoment för att säkerställa högsta styrka under livslängden.

NO Oppbevaring, montering, bruk, drift og vedlikehold av produktene ma utfores noyaktig i samsvar med instruksjonene i denne handboken og/eller andre instruksjoner vi matte gi for a garantere sikker bruk av produktet i hele dets levetid. Hvis instruksjonene ikke følges, bortfaller garantien. Bolter med angivelse av dreiemoment pa tegningen ma strammes med en kalibrert momentnokkel. Ferdigmonterte bolter ma strammes pa nytt til pakrevd dreiemoment for a sikre maksimal styrke i hele produktets levetid

FI Tuotteiden asennuksessa, käytössä ja huollossa on noudatettava tarkoin tässä käyttöoppaassa tai muissa toimittamissamme ohjemateriaaleissa annettuja ohjeita. Tämä varmistaa tuotteen turvallisen toiminnan koko sen käyttöiän ajan. Näiden ohjeiden noudattamatta jättäminen mitätöi kaikki oikeutesi takuukorvauksiin. Pultit, joille on asennusohjeessa ilmoitettu tietty kiristystiukkuus, on kiristettävä kalibroidulla momenttiavaimella. Esiasennetut pultit on kiristettävä ilmoitettuun kiristystiukkuuteen koko käyttöiän mittaisen kestävyiden varmistamiseksi

HU Při uchovávaní, montáži, používání a údržbě produktů je třeba postupovat přesně podle pokynů v této příručce a dalších našich případných pokynů, které zajišťují bezpečné používání produktů po celou dobu jejich životnosti. Když tyto pokyny dodržovat nebudete, přijdete o záruku. Šrouby, které mají na výkresu uveden utahovací moment, je třeba utahovat zkalibrovaným momentovým klíčem. Předem namontované šrouby je třeba dotáhnout požadovaným momentem, aby po dobu životnosti produktu držely na místě

PL Przechowywanie, instalacja, użytkowanie, obsługa i konserwacja produktów musi odbywać się ściśle według wytycznych zawartych w niniejszej instrukcji i / lub w innych instrukcjach, które dołączamy aby zagwarantować bezpieczne użytkowanie produktu przez cały okres eksploatacji. Nieprzestrzeganie tych instrukcji może spowodować utratę prawa do gwarancji. Śruby, przedstawione na rysunku wskazującym siłę momentu dokręcania, muszą być dokręcone za pomocą kalibrowanego klucza dynamometrycznego. Aby zapewnić maksymalną wytrzymałość w całym okresie użytkowania, wstępnie zamontowane śruby należy dokręcić zgodnie z wymaganą specyfikacją momentu dokręcenia



© 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.
The Netherlands



Eco passport

Luma

BGP621 LED35/740 PSU I DM10 GR 62S



Energy

- Initial LED luminaire efficacy : 148 lm/W
- Dimmable : No



Substances

- RoHS Compliance : Yes



Recycling

- Light source replaceable : Yes

Our environmental product specifications overview

At Philips, we strive to make the world healthier and more sustainable through innovation. Our sustainability efforts are globally recognised and reflected, e.g. by our continuous leading positions global rankings like the Dow Jones Sustainability Index and the Carbon Disclosure Project. In our eco-design process we focus on Energy, Weight, Recycling, Packaging, Substances and Reliability to view and further improve the environmental performance of our products.

PHILIPS

2018, August 3
data subject to change
Order code : 912300024042



Luma

BGP621 LED55/740 II DN10 D11 GR 76

LUMA MINI - LED module 5500 lm - 740 neutral white - Power supply unit regulating - Safety class II - Distribution narrow 10 - Acrylate micro-lens optic - Gray - Philips standard surge protection level - - - Spigot for diameter 76 mm

Luma is a high-performance road-lighting luminaire with a clear design identity, offering a perfectly cooled, fit-and-forget solution for all streets and roads. The lumen package, lifetime and energy profile can be tuned to create the desired solution in terms of energy and cost savings. Luma can be programmed to keep the flux of the LEDs at a predefined constant level over the lifetime of the luminaire – by increasing the operating current over time to compensate for the LED lumen depreciation. Luma uses the high-performance LEDGINE-O engine with latest LED performance and a wide range of optics to latest standards. Moreover Luma's trully flat design prevents upward light to optimize the light distribution for varying road geometries and/or glare restrictions, the tilt angle can easily be adjusted on installation. Luma is also equipped with a dedicate light recipes that preserves a dark night sky.

Product data

General Information	
Lamp family code	LED55 [LED module 5500 lm]
Light source color	740 neutral white
Light source replaceable	Yes
Number of gear units	1 unit
Driver/power unit/transformer	Power supply unit regulating
Driver included	Yes
Optical cover/lens type	Acrylate micro-lens optic
Luminaire light beam spread	11° - 58° x 156°

Control interface	Analog
Connection	Connection unit 3-pole
Cable	-
Protection class IEC	Safety class II
Flammability mark	-
CE mark	CE mark
ENEC mark	ENEC mark
Warranty period	5 years
Optic type outdoor	Distribution narrow 10

Remarks	* -Per Lighting Europe guidance paper "Evaluating performance of LED based luminaires - January 2018": statistically there is no relevant difference in lumen maintenance between B50 and for example B10. Therefore the median useful life (B50) value also represents the B10 value. * At extreme ambient temperatures the luminaire might automatically dim down to protect components
Constant light output	No
Number of products on MCB of 16 A type B	9
RoHS mark	RoHS mark
Light source engine type	LED
Serviceability class	Class A, luminaire is equipped with serviceable parts (when applicable): LED board, driver, control units, surge protection device, optics, front cover and mechanical parts
Product family code	BGP621 [LUMA MINI]

Light Technical

Upward light output ratio	0
Standard tilt angle posttop	-
Standard tilt angle side entry	-

Operating and Electrical

Input Voltage	220 to 240 V
Input Frequency	50 to 60 Hz
Inrush current	80 A
Inrush time	0.15 ms
Power Factor (Min)	0.9

Controls and Dimming

Dimmable	Yes
----------	-----

Mechanical and Housing

Housing Material	Aluminum
Reflector material	-
Optic material	Polycarbonate
Optical cover/lens material	Polycarbonate
Fixation material	Aluminum
Mounting device	Spigot for diameter 76 mm
Optical cover/lens shape	Flat
Optical cover/lens finish	Clear
Overall length	649 mm

Overall width	310 mm
Overall height	235 mm
Overall diameter	76 mm
Effective projected area	0.055 m ²
Color	Gray

Approval and Application

Ingress protection code	IP66 [Dust penetration-protected, jet-proof]
Mech. impact protection code	IK09 [10 J]
Surge Protection (Common/Differential)	Philips standard surge protection level

Initial Performance (IEC Compliant)

Initial luminous flux (system flux)	5096 lm
Luminous flux tolerance	+/-7%
Initial LED luminaire efficacy	152 lm/W
Init. Corr. Color Temperature	4000 K
Init. Color Rendering Index	≥70
Initial chromaticity	(0.382, 0.379) SDCM <5
Initial input power	33.3 W
Power consumption tolerance	+/-11%

Over Time Performance (IEC Compliant)

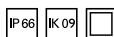
Control gear failure rate at median useful life 100000 h	10 %
Lumen maintenance at median useful life* 100000 h	L95

Application Conditions

Ambient temperature range	-40 to +50 °C
Performance ambient temperature Tq	25 °C
Maximum dim level	25%

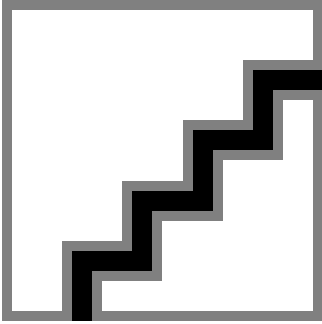
Product Data

Full product code	871869947916900
Order product name	BGP621 LED55/740 II DN10 D11 GR 76
EAN/UPC - Product	8718699479169
Order code	912300024079
Numerator - Quantity Per Pack	1
Numerator - Packs per outer box	1
Material Nr. (12NC)	912300024079
Net Weight (Piece)	9.025 kg



Luma

Dimensional drawing



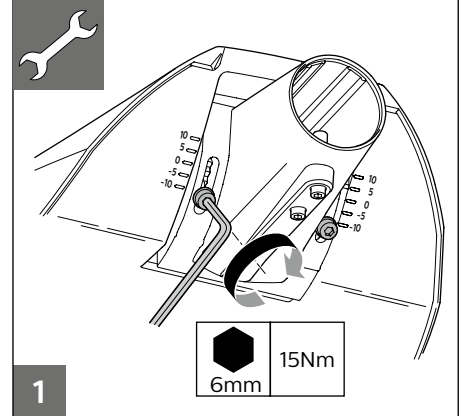
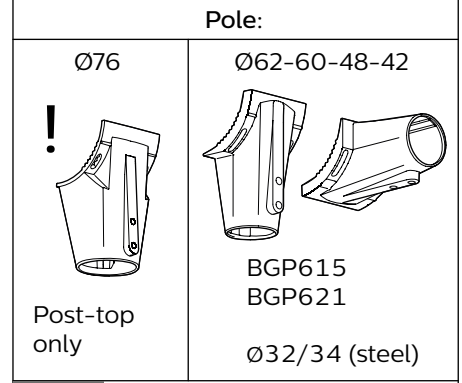
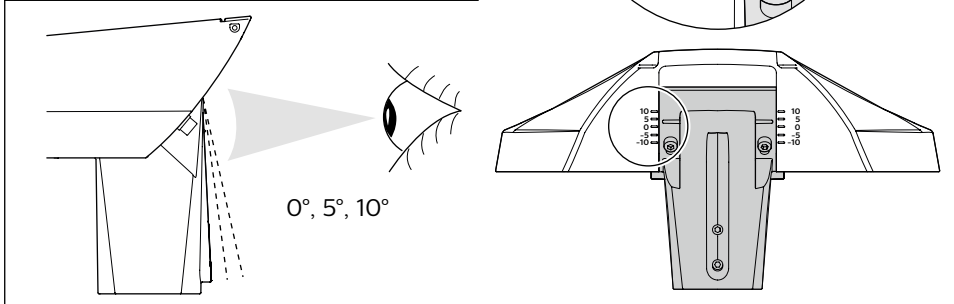
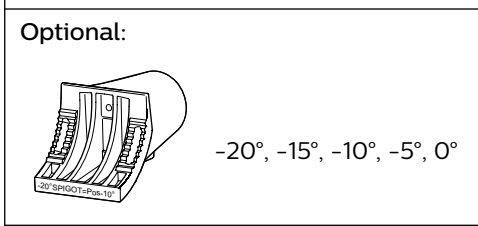
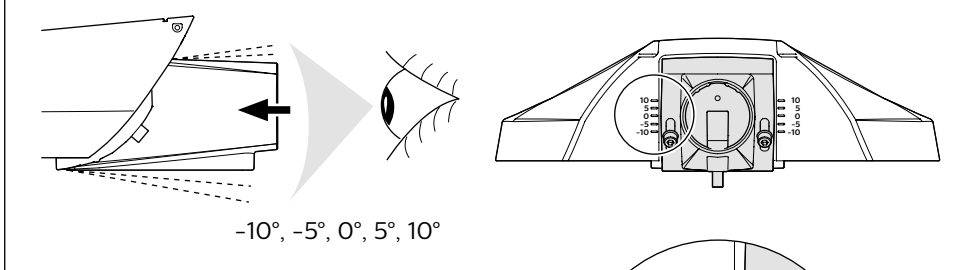
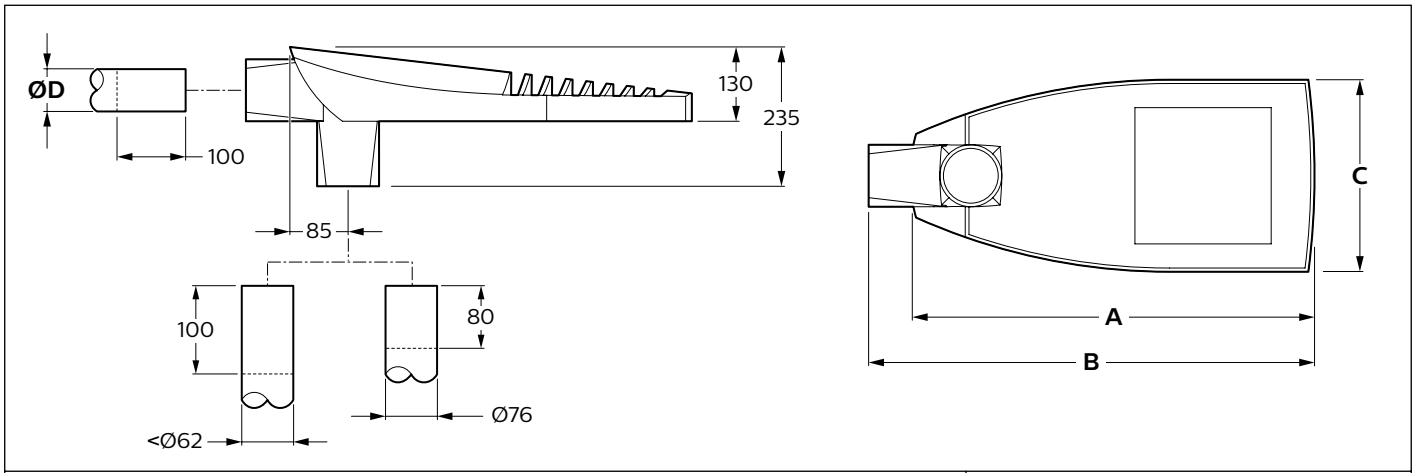
Luma BGP621-627

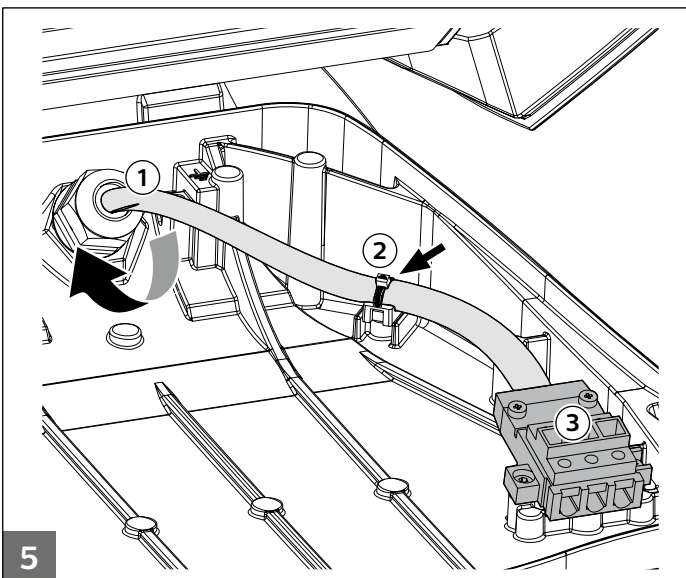
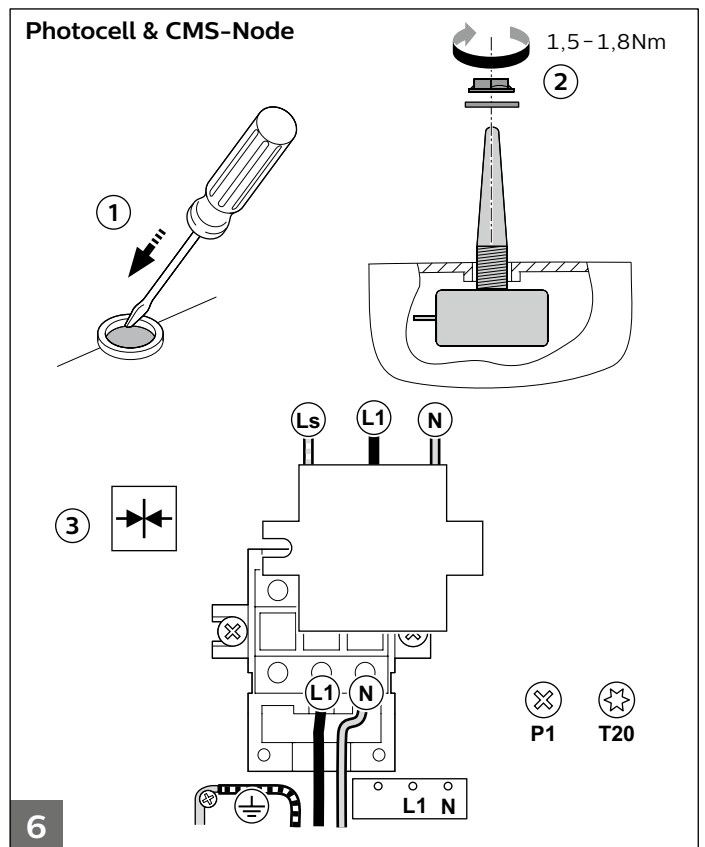
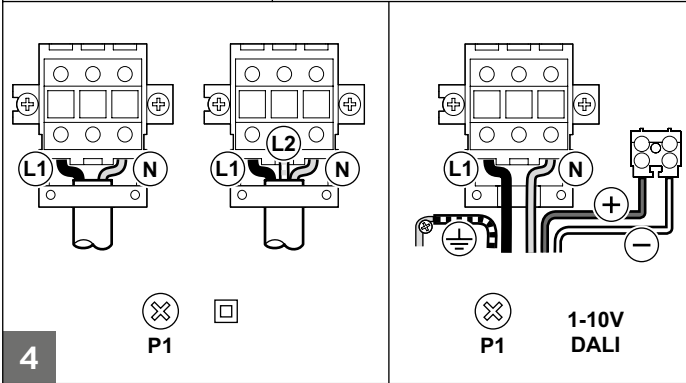
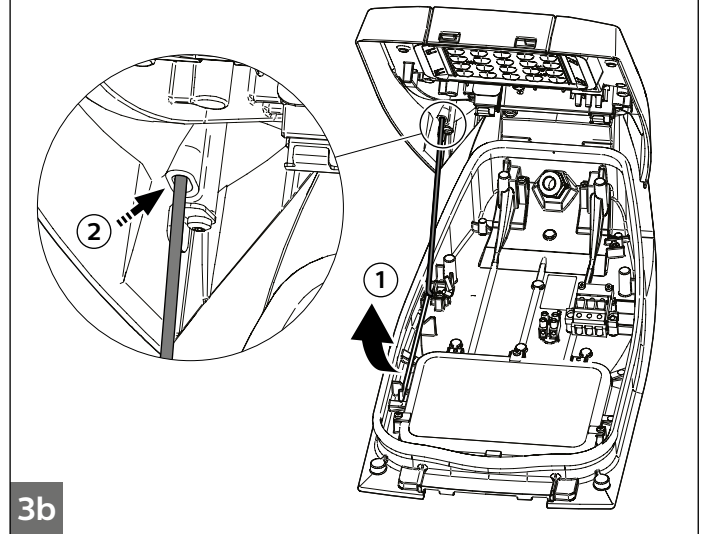
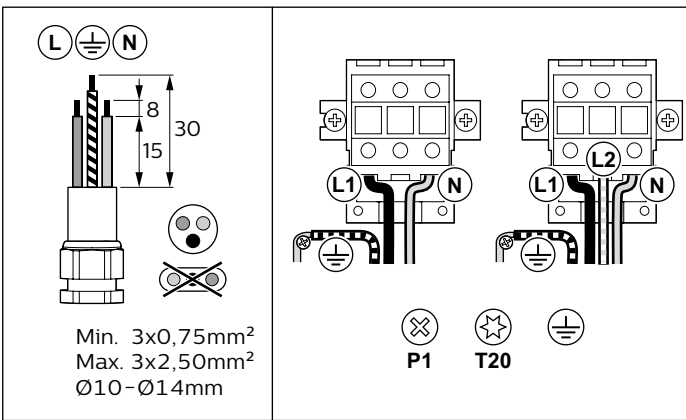
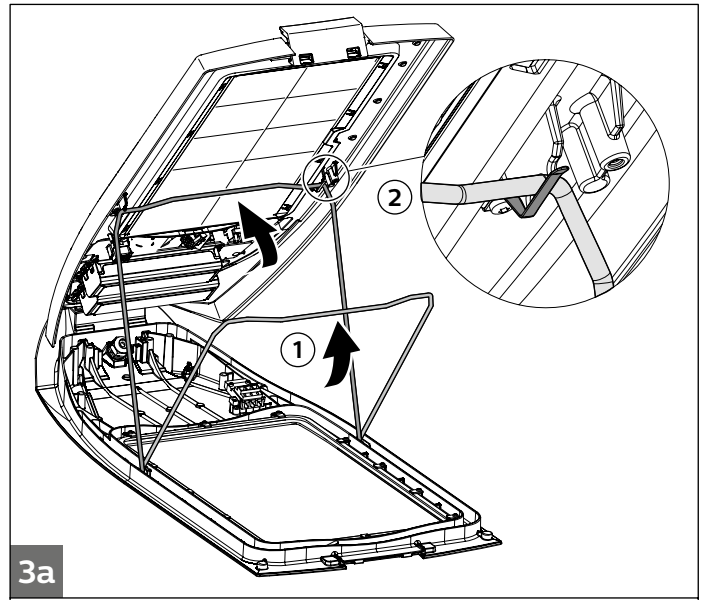
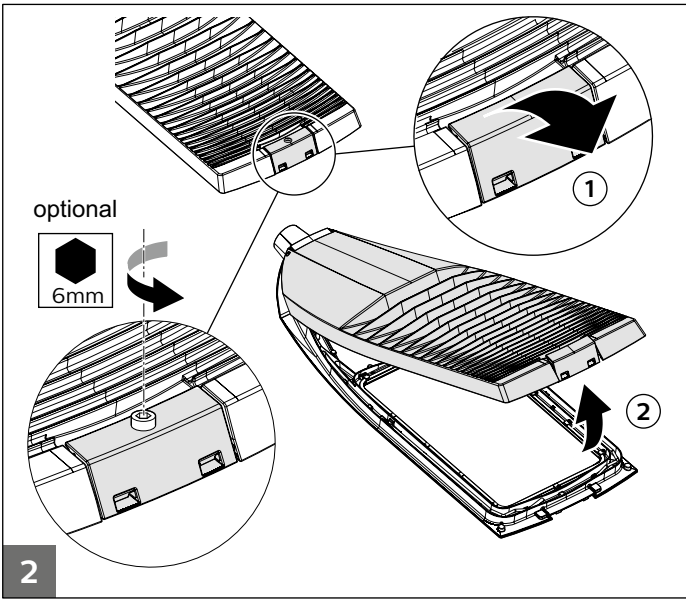


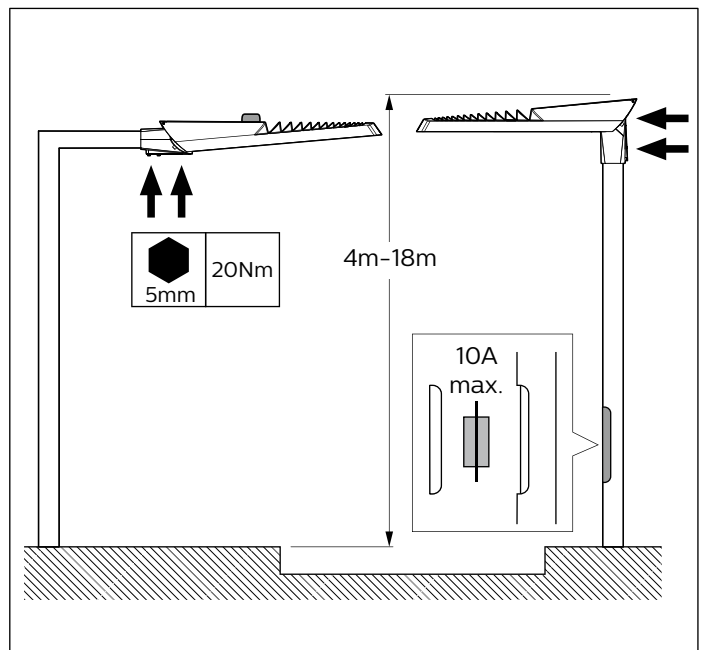
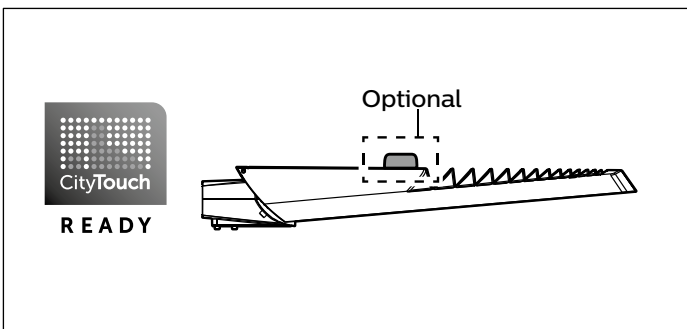
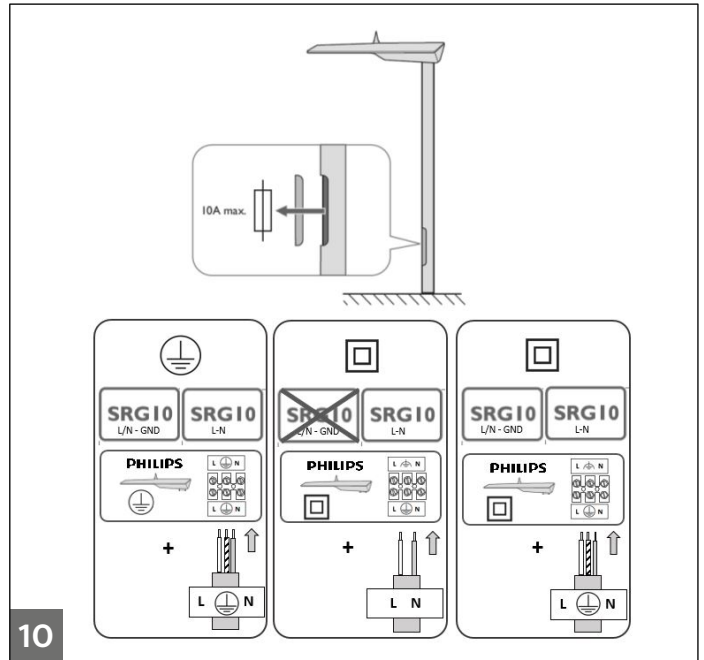
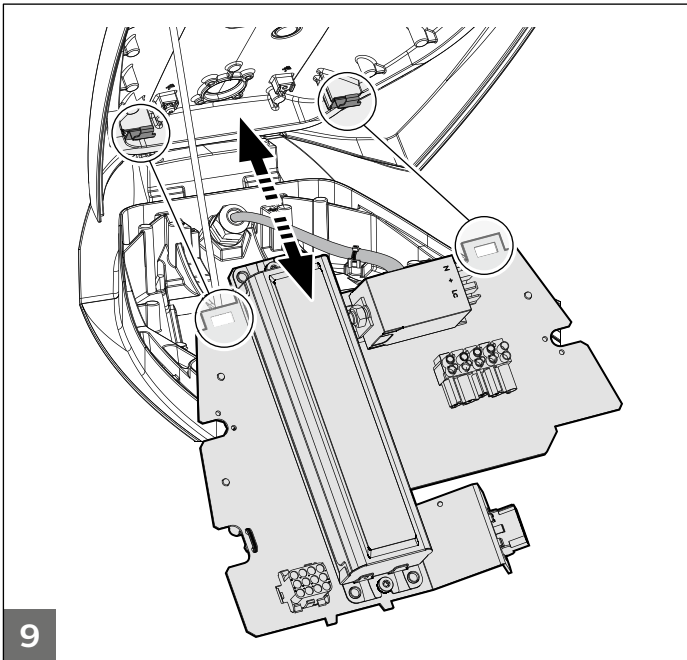
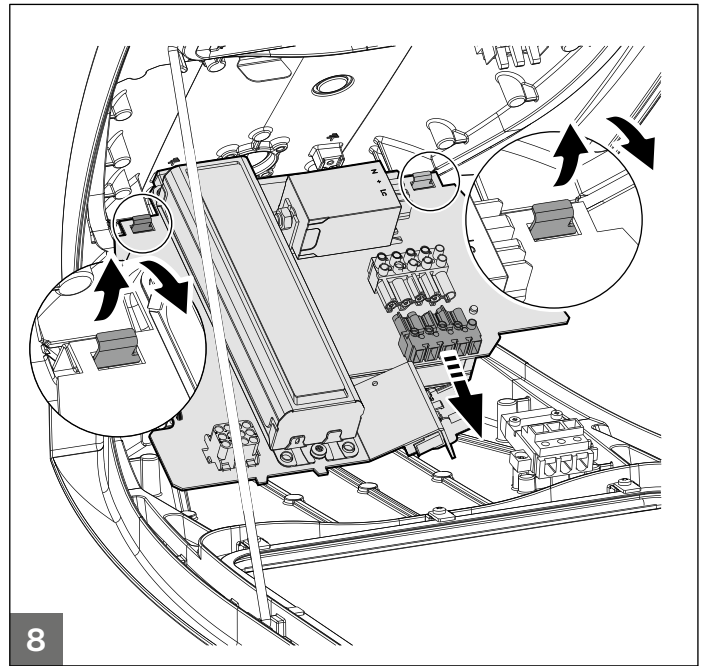
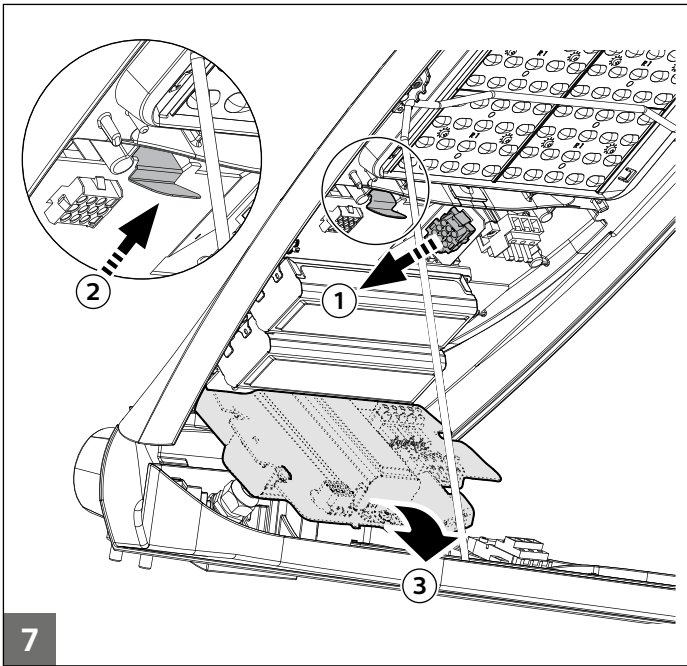
Philips Luma BGP615/BGP621



	LEDs	P(W)	P(W)	m ²	Cxs(m ²)	Dimensions in mm					
						A	B	C	D		kg
Luma Micro BGP615	12-20	7-41	9-46	0,049	0,049	551	622	290	32-60	4-6m.	7.5
Luma Mini(lite) BGP621(620)	12-40	7-85	9-95	0,055	0,055	649	720	310	32-60	4-6m.	9,5







	flux	W
LEDs	+/- 7%	-
Vf LED	-	+/- 6%
I-driver	+/- 5%	+/- 5%
	+/- 12%	+/- 11%



- GB The light source contained in this luminaire shall only be replaced by the manufacturer or his service agent or a similar qualified person.
- SP La fuente de luz contenida en esta luminaria sólo podrá ser sustituido por el fabricante o su agente de servicio o una persona calificada similar.
- PT A fonte de luz contida neste luminária só será substituído pelo fabricante ou o seu agente de serviços ou uma pessoa qualificada similar.
- DE Die in dieser Leuchte enthaltenen Lichtquelle darf nur durch den Hersteller oder seinen Kundendienst oder eine ähnlich qualifizierte Person ersetzt werden.
- FR La source de lumière contenue dans ce luminaire ne doit être remplacé par le fabricant ou son agent de service ou une personne qualifiée.
- IT La sorgente di luce del presente apparecchiatura sarà sostituito solo dal fabbricante o dal suo agente di servizio o una persona qualificata simile.
- NL De lichtbron in dit armatuur mag alleen worden vervangen door de fabrikant of zijn service agent of een soortgelijk gekwalificeerd persoon.
- DK Lyskilden er indeholdt i dette armatur må kun udskiftes af fabrikanten eller hans serviceværksted eller en tilsvarende kvalificeret person.
- SE Ljuskällan i detta Armaturen får endast bytas av tillverkaren eller dennes serviceombud eller liknande behörig person.
- NO Lyskilden i denne armaturen skal bare skiftes ut av produsenten eller serviceverksted eller en tilsvarende kvalifisert person.
- FI Valonlähde sisältämät valaisimen saa vaihtaa vain valmistaja tai valtuutettu huoltoliike tai muu ammattitaitoinen.
- HU A fényforrás található a lámpatest csak helyébe a gyártó vagy a szerviz vagy hasonló szakképzett személy.
- PL Źródło światła zostosowane w oprawie, może być wymienione tylko i wyłącznie przez producenta, serwis lub osobę wykwalifikowaną.
- RO Sursa de lumină în acest corp de iluminat conținute se înlocuiește numai de către producător sau de agentul său de service sau o persoană similară calificată.
- CZ Světelný zdroj obsažený v tomto svítidle se nahrazují pouze výrobcem nebo jeho servisním zástupcem nebo podobně kvalifikovanou osobou.
- HR Izvor svjetla sadržan u ovom svjetiljke će se zamijeniti samo proizvođač ili njegov servisera ili sličnog stručne osobe.
- GR Η πηγή φωτός που περιέχονται σε αυτό το φωτιστικό θα πρέπει να αντικατασταθεί μόνο από τον κατασκευαστή ή τον αντιπρόσωπο συντήρησης αυτού ή έναν παρόμοιο ειδικευμένο άτομο.
- BG Източникът на светлина се съдържа в този осветително тяло се заменя само от производителя или негов сервизен агент или подобно квалифицирано лице.
- RS Извор светlosti sadržana u ovom svjetiljke biće zameñen samo od strane proizvođача или његовог сервисера или слично квалификоване особе.



GB Storage, installation, use, operation and maintenance of the products needs to be performed exactly according the instructions in this manual and/or other instructions as may be provided by us to guarantee safe use of the product over its entire lifetime. Failure to adhere to these instructions will invalidate your entitlement to warranty. Bolts with indication of torque strength on the drawing need to be tightened using a calibrated torque wrench. Pre-assembled bolts need to be retightened again to the required torque specification to assure maximum strength over lifetime

SP El almacenamiento, instalación, uso, funcionamiento y mantenimiento de este producto debe realizarse exactamente según las instrucciones de este manual, así como otras instrucciones que le proporcionemos con el fin de garantizar un uso seguro del producto durante toda su vida útil. Si no se cumplen estas instrucciones, la garantía quedará anulada. Los tornillos con indicación de par de apriete en el dibujo, deben apretarse con una llave dinamométrica calibrada. Los tornillos del acoplamiento premontados deben reapretarse de nuevo con la especificación de par de apriete necesaria para garantizar una solidez máxima durante toda la vida útil de la luminaria

PT Para garantir uma utilização segura do produto durante a respetiva vida útil, o armazenamento, a instalação, a utilização, a operação e a manutenção dos produtos tem de ser efetuados exatamente de acordo com as instruções neste manual e/ou com outras instruções que possam ser fornecidas por nós. O incumprimento destas instruções irá invalidar o direito a garantia. Os parafusos com indicação do torque no esquema tem de ser apertados utilizando uma chave dinamométrica calibrada. Os parafusos pré-montados tem de ser novamente apertados de acordo com a especificação de torque necessário para garantir uma resistência máxima durante a vida útil

DE Lagerung, Installation, Verwendung, Betrieb und Wartung der Produkte müssen genau nach den Anweisungen in dieser Anleitung und/oder anderen von uns zur Verfügung gestellten Anweisungen erfolgen, um eine sichere Verwendung des Produkts über seine gesamte Lebensdauer zu gewährleisten. Bei Nichtbeachtung dieser Hinweise erlischt Ihr Anspruch auf Gewährleistung. Schrauben mit Angabe der Drehmomente auf der Zeichnung müssen mit einem kalibrierten Drehmomentschlüssel angezogen werden. Vormontierte Schrauben müssen mit dem angegebenen Drehmoment nachgezogen werden, um eine maximale Festigkeit über die gesamte Lebensdauer zu gewährleisten

FR Le stockage, l'installation, l'utilisation et la maintenance des produits doivent être effectués conformément aux instructions de ce manuel et / ou d'autres instructions que nous fournissons afin de garantir une utilisation sûre du produit pendant toute sa durée de vie. Le non-respect de ces instructions invalidera votre droit à la garantie. Les vis, dont les couples de serrage sont indiqués sur les schémas, doivent être serrés à l'aide d'une clé dynamométrique étalonnée. Les vis, préassemblés, doivent être resserrés à nouveau selon la spécification de couple de serrage requise afin d'assurer leur résistance maximale pendant toute leur durée de vie

IT La conservazione, l'installazione, l'uso, il funzionamento e la manutenzione dei prodotti devono essere eseguiti esattamente in base alle istruzioni contenute nel presente manuale e / o in altra documentazione fornita da noi per garantire la sicurezza del prodotto per l'intera durata del suo utilizzo. La mancata osservanza di queste istruzioni invaliderà la garanzia. I bulloni con indicazione sull'intensità della coppia serraggio sul disegno devono essere serrati utilizzando una chiave dinamometrica calibrata. I bulloni pre-assemblati devono essere riserrati nuovamente secondo le specifiche di coppia richieste per assicurare la massima resistenza per tutta la durata

NL Om een veilig gebruik van dit product gedurende zijn hele levensduur te garanderen, dient het opslaan, installeren, gebruiken, bedienen en onderhouden ervan exact te worden uitgevoerd in overeenstemming met de instructies in deze handleiding en/of andere door ons geleverde instructies. Niet opvolgen van deze instructies maakt uw garantieaanspraken ongeldig. Bouten waarvan in de tekening het aanhaalkoppel is vermeld, dienen te worden vastgezet met behulp van een momentsleutel. Voor-geassembleerde bouten dienen opnieuw te worden aangehaald tot het vereiste koppel om maximale strekte gedurende de hele levensduur te waarborgen

DK Opbevaring, installation, brug, betjening og vedligeholdelse af produkterne ma kun udfores ifølge instruktionerne i denne vejledning og/eller eventuelle ovrigte instruktioner fra Philips Lighting for at garantere sikker brug af produktet i hele dets levetid. Hvis disse instruktioner ikke følges, bortfalder produktgarantien. Bolte/skruer med angivet spa ndingsmoment pa tegningen skal spa ndes med en indstillet momentnogle. Fa rdigsamlede bolte/skruer skal efterspa ndes i henhold til det specificerede moment for at sikre maksimal fastgorelse i hele produktets levetid

SE Förvaring, installation, användning, drift och underhall av produkterna maste utföras enligt instruktionerna i denna handbok och/eller andra instruktioner som kan tillhandahallas av oss för att garantera säker användning. Om instruktioner inte följs frangar man produktgarantin. Skruvar där vridmoment anges pa ritningen maste dras at med en kalibrerad skiftnyckel. Förmonterade skruvar maste dras at igen med angivet vridmoment för att säkerställa högsta styrka under livslängden.

NO Oppbevaring, montering, bruk, drift og vedlikehold av produktene ma utfores noyaktig i samsvar med instruksjonene i denne handboken og/eller andre instruksjoner vi matte gi for a garantere sikker bruk av produktet i hele dets levetid. Hvis instruksjonene ikke følges, bortfaller garantien. Bolter med angivelse av dreiemoment pa tegningen ma strammes med en kalibrert momentnokkel. Ferdigmonterte bolter ma strammes pa nytt til pakrevd dreiemoment for a sikre maksimal styrke i hele produktets levetid

FI Tuotteiden asennuksessa, käytössä ja huollossa on noudatettava tarkoin tässä käyttöoppaassa tai muissa toimittamissamme ohjemateriaaleissa annettuja ohjeita. Tämä varmistaa tuotteen turvallisen toiminnan koko sen käyttöiän ajan. Näiden ohjeiden noudattamatta jättäminen mitätöi kaikki oikeutesi takuukorvauksiin. Pultit, joille on asennusohjeessa ilmoitettu tietty kiristystiukkuus, on kiristettävä kalibroidulla momenttiavaimella. Esiasennetut pultit on kiristettävä ilmoitettuun kiristystiukkuuteen koko käyttöiän mittaisen kestävyiden varmistamiseksi

HU Při uchovávání, montáži, používání a údržbě produktů je třeba postupovat přesně podle pokynů v této příručce a dalších našich případných pokynů, které zajišťují bezpečné používání produktů po celou dobu jejich životnosti. Když tyto pokyny dodržovat nebudete, přijdete o záruku. Šrouby, které mají na výkresu uveden utahovací moment, je třeba utahovat zkalibrovaným momentovým klíčem. Předem namontované šrouby je třeba dotáhnout požadovaným momentem, aby po dobu životnosti produktu držely na místě

PL Przechowywanie, instalacja, użytkowanie, obsługa i konserwacja produktów musi odbywać się ściśle według wytycznych zawartych w niniejszej instrukcji i / lub w innych instrukcjach, które dołączamy aby zagwarantować bezpieczne użytkowanie produktu przez cały okres eksploatacji. Nieprzestrzeganie tych instrukcji może spowodować utratę prawa do gwarancji. Śruby, przedstawione na rysunku wskazującym siłę momentu dokręcania, muszą być dokręcone za pomocą kalibrowanego klucza dynamometrycznego. Aby zapewnić maksymalną wytrzymałość w całym okresie użytkowania, wstępnie zamontowane śruby należy dokręcić zgodnie z wymaganą specyfikacją momentu dokręcenia



© 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.
The Netherlands



Eco passport

Luma

BGP621 LED55/740 II DN10 D11 GR 76



Energy

- Initial LED luminaire efficacy : 152 lm/W
- Dimmable : Yes



Substances

- RoHS Compliance : Yes



Recycling

- Light source replaceable : Yes

Our environmental product specifications overview

At Philips, we strive to make the world healthier and more sustainable through innovation. Our sustainability efforts are globally recognised and reflected, e.g. by our continuous leading positions global rankings like the Dow Jones Sustainability Index and the Carbon Disclosure Project. In our eco-design process we focus on Energy, Weight, Recycling, Packaging, Substances and Reliability to view and further improve the environmental performance of our products.

PHILIPS

2018, August 3
data subject to change
Order code : 912300024079

ANEXO II

CÁLCULOS DIALUX



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

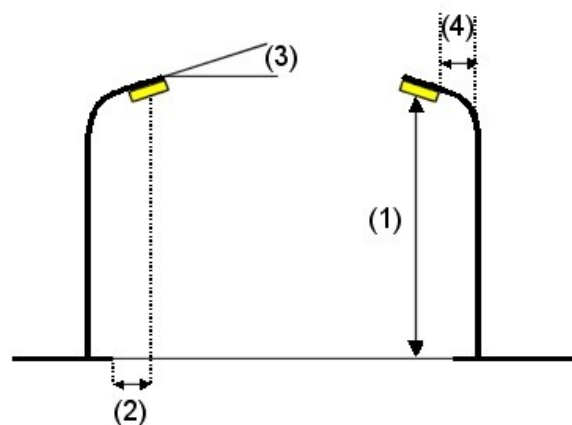
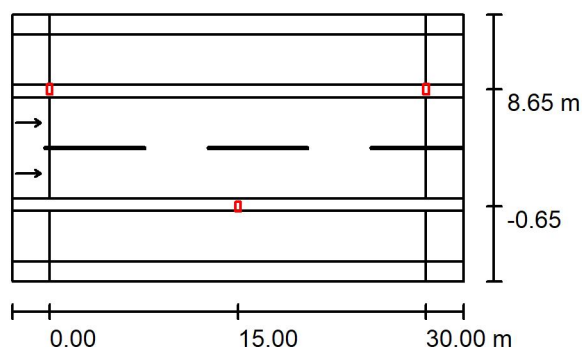
Calle Tipo 1 / Datos de planificación

Perfil de la vía pública

Camino peatonal 2	(Anchura: 1.600 m)
Vía de escape 2	(Anchura: 4.000 m)
Línea verde 2	(Anchura: 1.000 m)
Calzada 1	(Anchura: 8.000 m, Cantidad de carriles de tránsito: 2, Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070)
Línea verde 1	(Anchura: 1.000 m)
Vía de escape 1	(Anchura: 4.000 m)
Camino peatonal 1	(Anchura: 1.600 m)

Factor mantenimiento: 0.57

Disposiciones de las luminarias



Luminaria:	PHILIPS BGP625 T25 1 xLED130-4S/740 DM11
Flujo luminoso (Luminaria):	11830 lm
Flujo luminoso (Lámparas):	13000 lm
Potencia de las luminarias:	76.0 W
Organización:	bilateral desplazado
Distancia entre mástiles:	30.000 m
Altura de montaje (1):	9.000 m
Altura del punto de luz:	8.880 m
Saliente sobre la calzada (2):	-0.650 m
Inclinación del brazo (3):	0.0 °
Longitud del brazo (4):	8.000 m

Valores máximos de la intensidad lumínica	
con 70°:	575 cd/klm
con 80°:	158 cd/klm
con 90°:	0.00 cd/klm

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

Ninguna intensidad lumínica por encima de 90°.
La disposición cumple con la clase de intensidad lumínica G1.

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

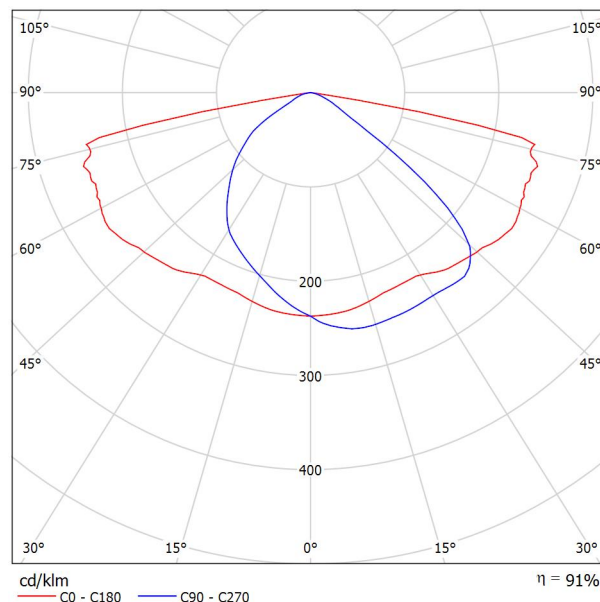


Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

PHILIPS BGP625 T25 1 xLED130-4S/740 DM11 / Hoja de datos de luminarias

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

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 38 73 96 100 91

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

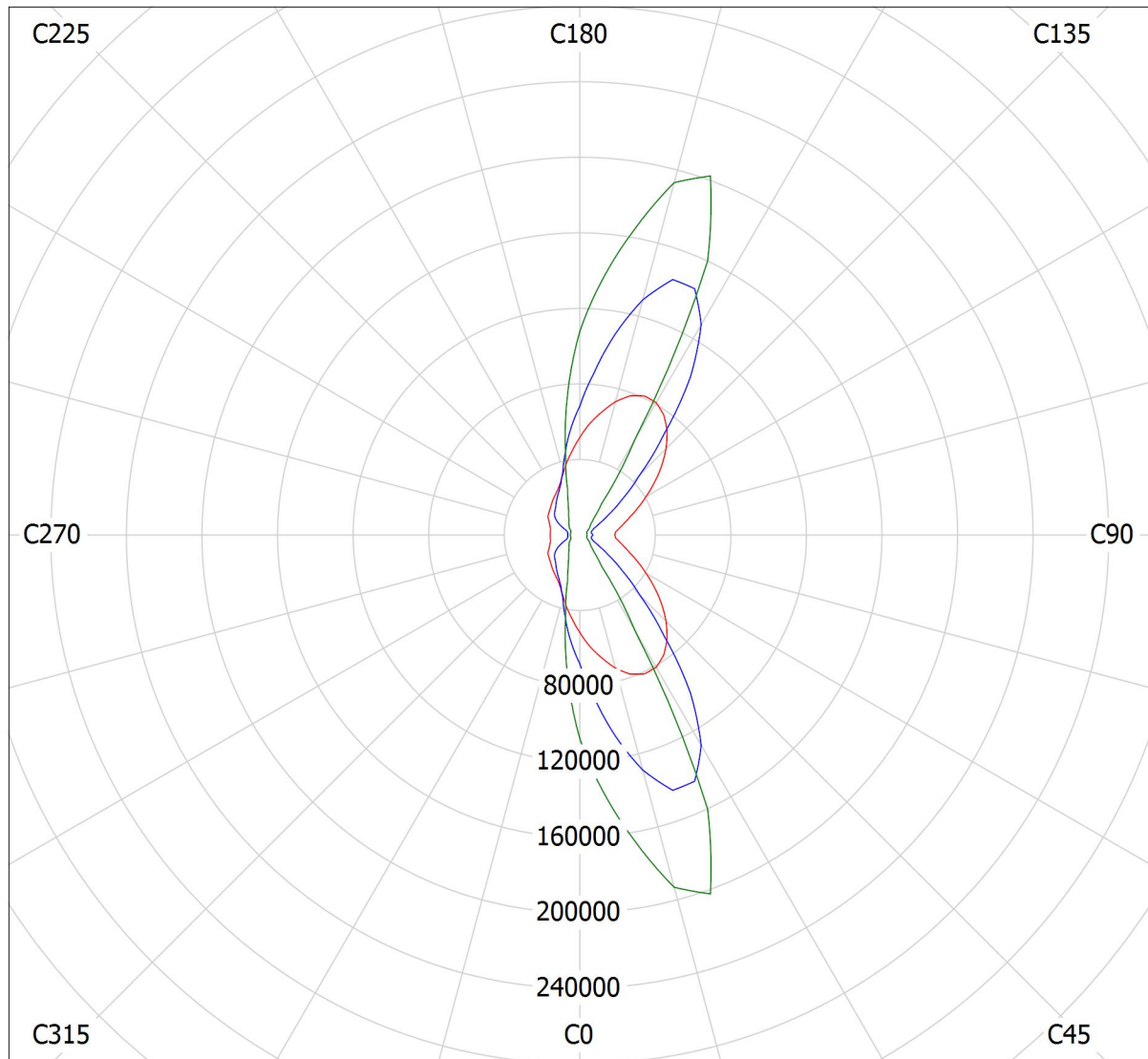
Luma: la visión se hace realidad Luma es una luminaria de alumbrado vial de alto rendimiento con una identidad de diseño clara, que ofrece una solución para cualquier calle y carretera, perfectamente refrigerada, para instalarla y olvidarse de ella. El paquete lumínico, la vida útil y el perfil energético se pueden adaptar para crear la solución deseada en términos de ahorro de costes y energético. Luma se puede programar para mantener el flujo de los LED a un nivel constante predefinido a lo largo de la vida útil de la luminaria, aumentando la corriente de funcionamiento con el tiempo para compensar la depreciación lumínica del LED. Luma utiliza el motor LEDGINE-O de alto rendimiento con el rendimiento LED más reciente y una amplia gama de ópticas que responden a los estándares más avanzados. Es más, el diseño verdaderamente plano de Luma impide la luz ascendente. Para optimizar la distribución de luz en geometrías de carreteras variantes y/o para restringir los deslumbramientos, el ángulo de inclinación se puede ajustar fácilmente durante la instalación.



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

PHILIPS BGP625 T25 1 xLED130-4S/740 DM11 / Diagrama de densidad lumínica

Luminaria: PHILIPS BGP625 T25 1 xLED130-4S/740 DM11
Lámparas: 1 x LED130-4S/740



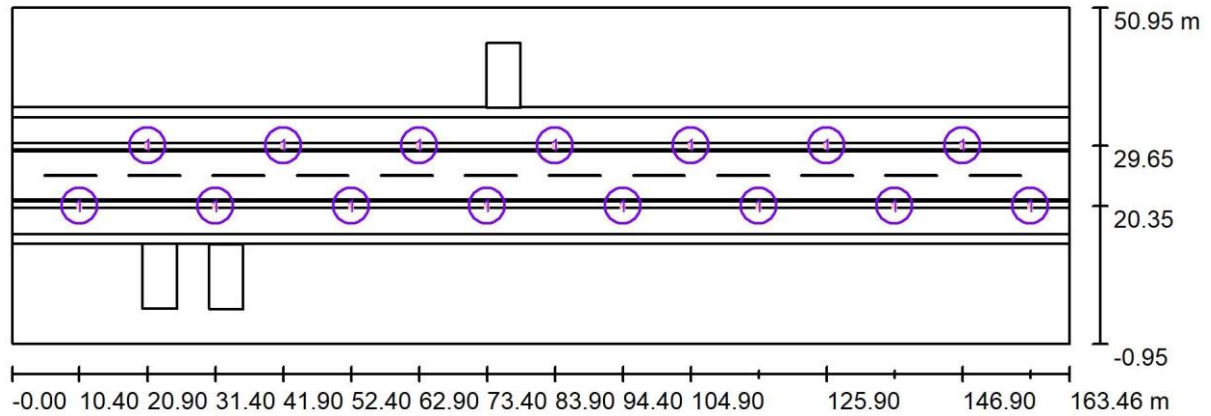
cd/m²

— g = 55.0° — g = 65.0° — g = 75.0°



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Escena exterior 1 / Luminarias (ubicación)



Escala 1 : 1169

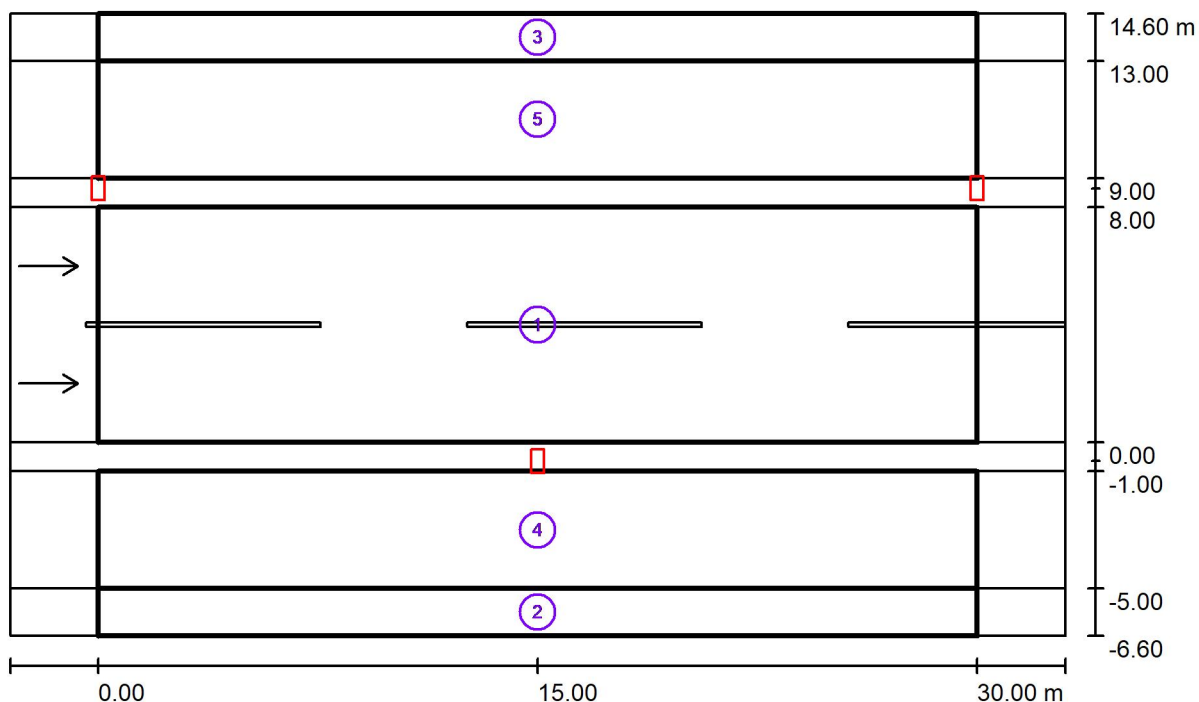
Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación
1	15	PHILIPS BGP625 T25 1 xLED130-4S/740 DM11



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Calle Tipo 1 / Resultados luminotécnicos



Factor mantenimiento: 0.57

Escala 1:258

Lista del recuadro de evaluación

- 1 Recuadro de evaluación Calzada 1
 Longitud: 30.000 m, Anchura: 8.000 m
 Trama: 10 x 6 Puntos
 Elemento de la vía pública respectivo: Calzada 1.
 Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070
 Clase de iluminación seleccionada: ME5

(Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	L_m [cd/m ²]	U0	UI	TI [%]	SR
Valores reales según cálculo:	1.77	0.90	0.90	9	0.68
Valores de consigna según clase:	≥ 0.50	≥ 0.35	≥ 0.40	≤ 15	≥ 0.50
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	✓	✓



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Calle Tipo 1 / Resultados luminotécnicos

Lista del recuadro de evaluación

<p>2 Recuadro de evaluación Camino peatonal 1 Longitud: 30.000 m, Anchura: 1.600 m Trama: 10 x 3 Puntos Elemento de la vía pública respectivo: Camino peatonal 1. Clase de iluminación seleccionada: CE5 (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)</p>	<p>E_m [lx] 7.79 ≥ 7.50 ✓</p>	<p>U0 0.54 ≥ 0.40 ✓</p>
<p>3 Recuadro de evaluación Camino peatonal 2 Longitud: 30.000 m, Anchura: 1.600 m Trama: 10 x 3 Puntos Elemento de la vía pública respectivo: Camino peatonal 2. Clase de iluminación seleccionada: CE5 (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)</p>	<p>E_m [lx] 7.79 ≥ 7.50 ✓</p>	<p>U0 0.54 ≥ 0.40 ✓</p>
<p>4 Recuadro de evaluación Vía de escape 1 Longitud: 30.000 m, Anchura: 4.000 m Trama: 10 x 3 Puntos Elemento de la vía pública respectivo: Vía de escape 1. Clase de iluminación seleccionada: CE5 (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)</p>	<p>E_m [lx] 14.59 ≥ 7.50 ✓</p>	<p>U0 0.46 ≥ 0.40 ✓</p>



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Calle Tipo 1 / Resultados luminotécnicos

Lista del recuadro de evaluación

- 5 Recuadro de evaluación Vía de escape 2

Longitud: 30.000 m, Anchura: 4.000 m

Trama: 10 x 3 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Vía de escape 2.

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

Valores reales según cálculo:

Valores de consigna según clase:

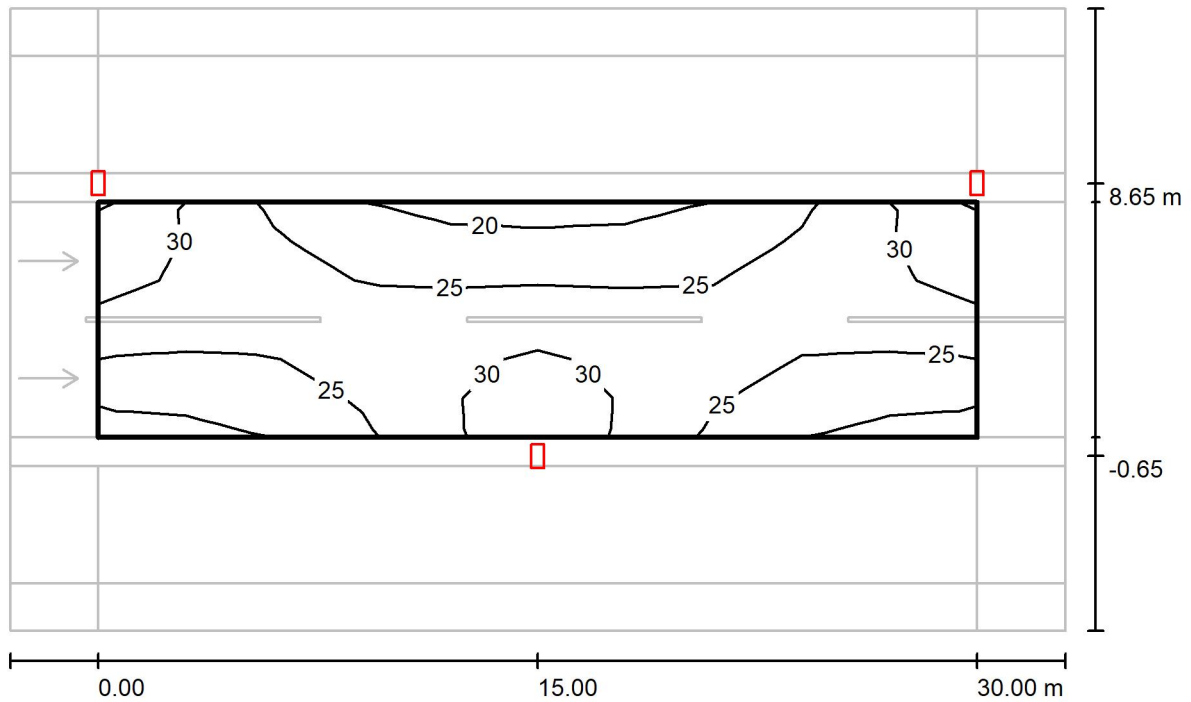
Cumplido/No cumplido:

E_m [lx]	U0
14.59	0.46
≥ 7.50	≥ 0.40
✓	✓



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Calle Tipo 1 / Recuadro de evaluación Calzada 1 / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 258

Trama: 10 x 6 Puntos

E_m [lx]
26

E_{min} [lx]
20

E_{max} [lx]
32

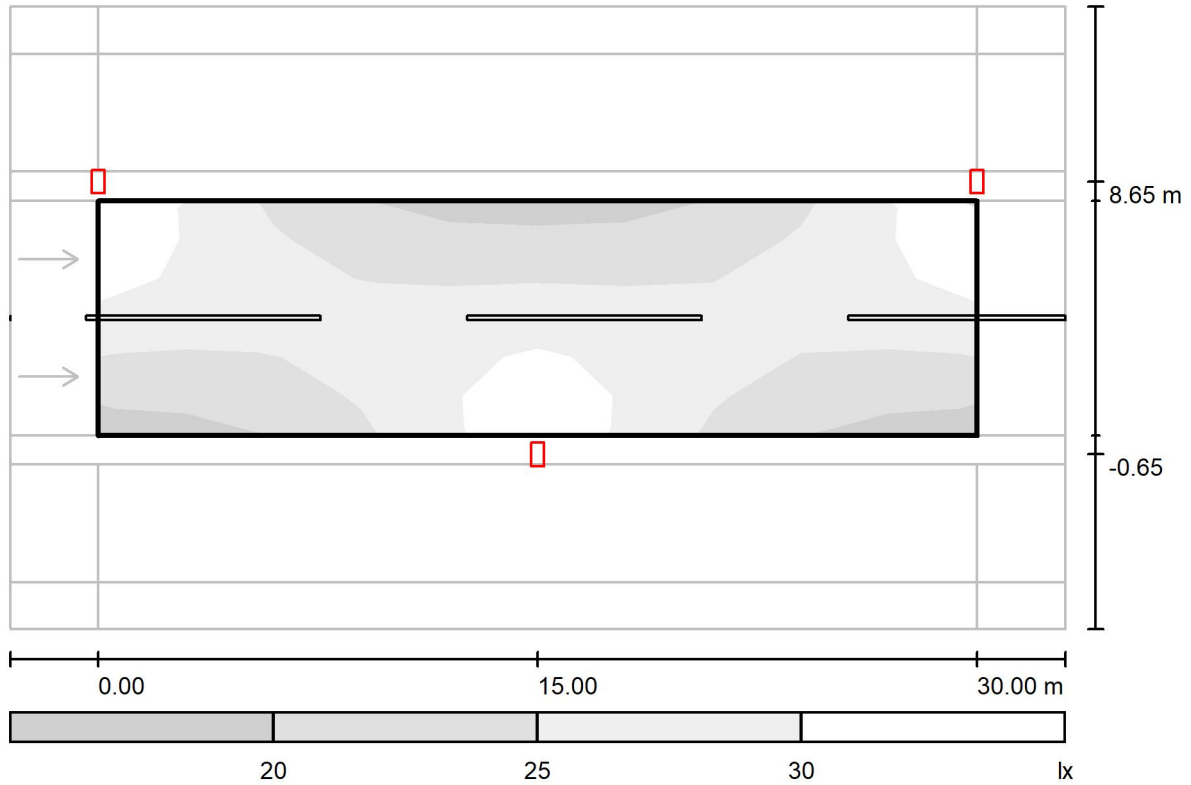
E_{min} / E_m
0.757

E_{min} / E_{max}
0.605



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Calle Tipo 1 / Recuadro de evaluación Calzada 1 / Gama de grises (E)



Escala 1 : 258

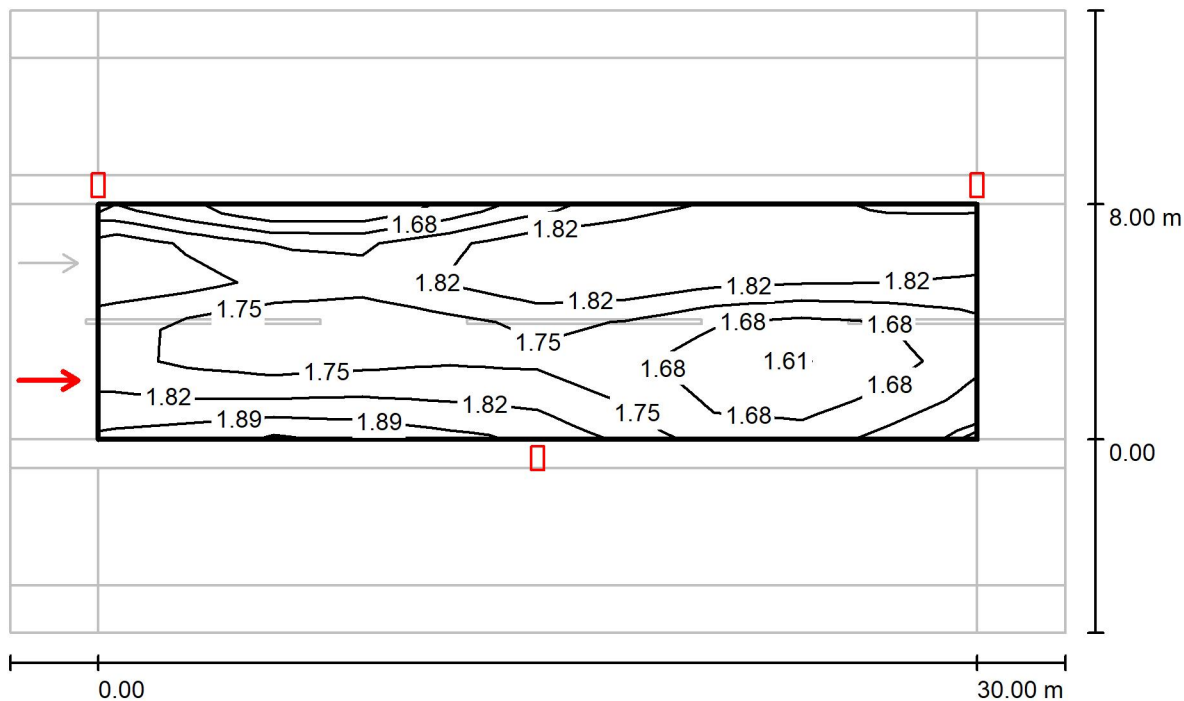
Trama: 10 x 6 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
26	20	32	0.757	0.605



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Calle Tipo 1 / Recuadro de evaluación Calzada 1 / Observador 1 / Isolíneas (L)



Valores en Candela/m², Escala 1 : 258

Trama: 10 x 6 Puntos
Posición del observador: (-60.000 m, 2.000 m, 1.500 m)
Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070

	L_m [cd/m ²]	U0	UI	TI [%]
Valores reales según cálculo:	1.77	0.90	0.90	9
Valores de consigna según clase ME5:	≥ 0.50	≥ 0.35	≥ 0.40	≤ 15
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	✓



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Escena exterior 1 / Rendering (procesado) en 3D





Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

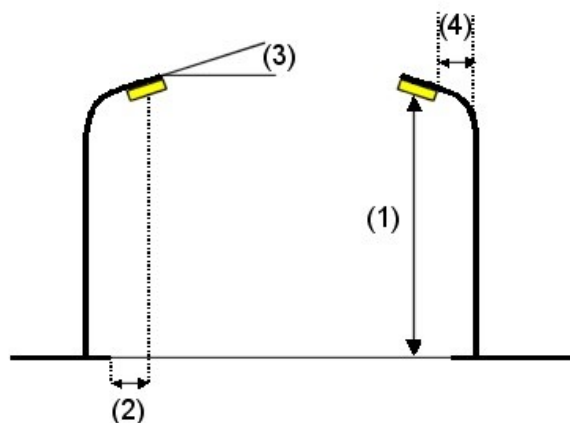
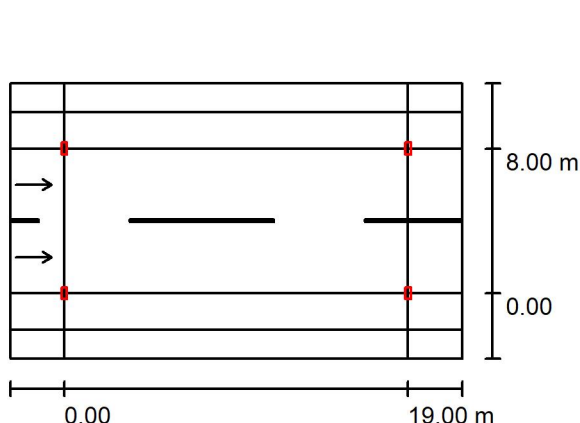
Calle 2 / Datos de planificación

Perfil de la vía pública

Camino peatonal 1	(Anchura: 1.600 m)
Carril de estacionamiento 1	(Anchura: 2.000 m)
Calzada 1	(Anchura: 8.000 m, Cantidad de carriles de tránsito: 2, Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070)
Carril de estacionamiento 2	(Anchura: 2.000 m)
Camino peatonal 2	(Anchura: 1.600 m)

Factor mantenimiento: 0.57

Disposiciones de las luminarias



Luminaria:	PHILIPS BGP621 T25 1 xLED40-4S/740 DM11
Flujo luminoso (Luminaria):	3640 lm
Flujo luminoso (Lámparas):	4000 lm
Potencia de las luminarias:	24.5 W
Organización:	bilateral frente a frente
Distancia entre mástiles:	19.000 m
Altura de montaje (1):	8.200 m
Altura del punto de luz:	8.080 m
Saliente sobre la calzada (2):	0.000 m
Inclinación del brazo (3):	0.0 °
Longitud del brazo (4):	0.650 m

Valores máximos de la intensidad lumínica
 con 70°: 563 cd/klm
 con 80°: 98 cd/klm
 con 90°: 0.00 cd/klm

Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).
 Ninguna intensidad lumínica por encima de 90°.
 La disposición cumple con la clase de intensidad lumínica G3.
 La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.6.

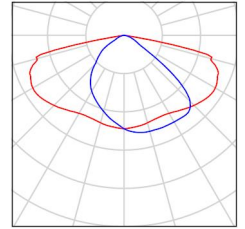


Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Calle 2 / Lista de luminarias

PHILIPS BGP621 T25 1 xLED40-4S/740 DM11
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 3640 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 4000 lm
Potencia de las luminarias: 24.5 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 39 75 97 100 91
Lámpara: 1 x LED40-4S/740 (Factor de corrección 1.000).

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



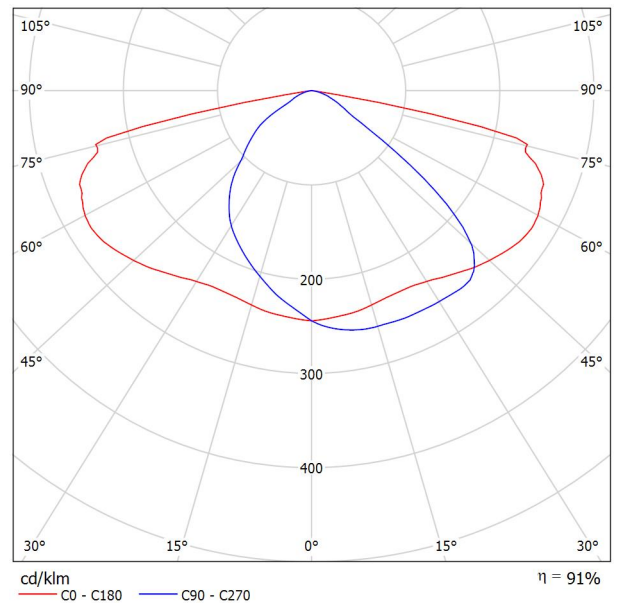


Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

PHILIPS BGP621 T25 1 xLED40-4S/740 DM11 / Hoja de datos de luminarias

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

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 39 75 97 100 91

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

Luma: la visión se hace realidad Luma es una luminaria de alumbrado vial de alto rendimiento con una identidad de diseño clara, que ofrece una solución para cualquier calle y carretera, perfectamente refrigerada, para instalarla y olvidarse de ella. El paquete lumínico, la vida útil y el perfil energético se pueden adaptar para crear la solución deseada en términos de ahorro de costes y energético. Luma se puede programar para mantener el flujo de los LED a un nivel constante predefinido a lo largo de la vida útil de la luminaria, aumentando la corriente de funcionamiento con el tiempo para compensar la depreciación lumínica del LED. Luma utiliza el motor LEDGINE-O de alto rendimiento con el rendimiento LED más reciente y una amplia gama de ópticas que responden a los estándares más avanzados. Es más, el diseño verdaderamente plano de Luma impide la luz ascendente. Para optimizar la distribución de luz en geometrías de carreteras variantes y/o para restringir los deslumbramientos, el ángulo de inclinación se puede ajustar fácilmente durante la instalación.

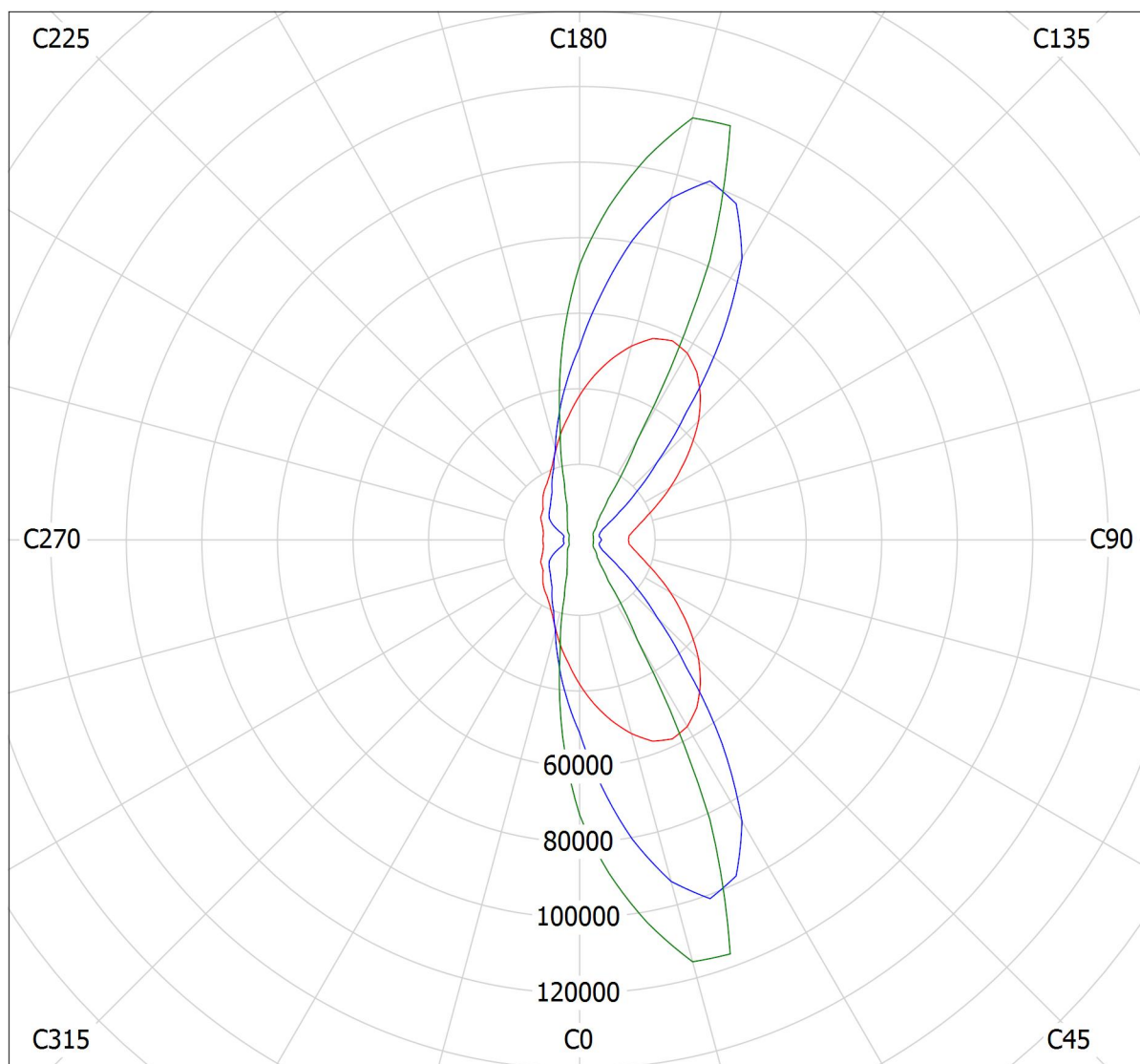


Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

PHILIPS BGP621 T25 1 xLED40-4S/740 DM11 / Diagrama de densidad lumínica

Luminaria: PHILIPS BGP621 T25 1 xLED40-4S/740 DM11

Lámparas: 1 x LED40-4S/740



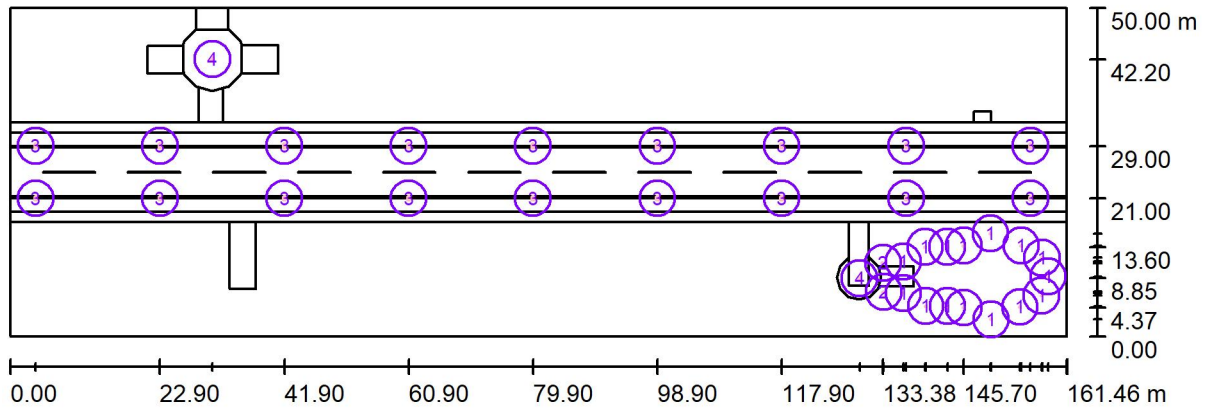
cd/m²

— g = 55.0° — g = 65.0° — g = 75.0°



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Escena exterior 2 / Luminarias (ubicación)



Escala 1 : 1155

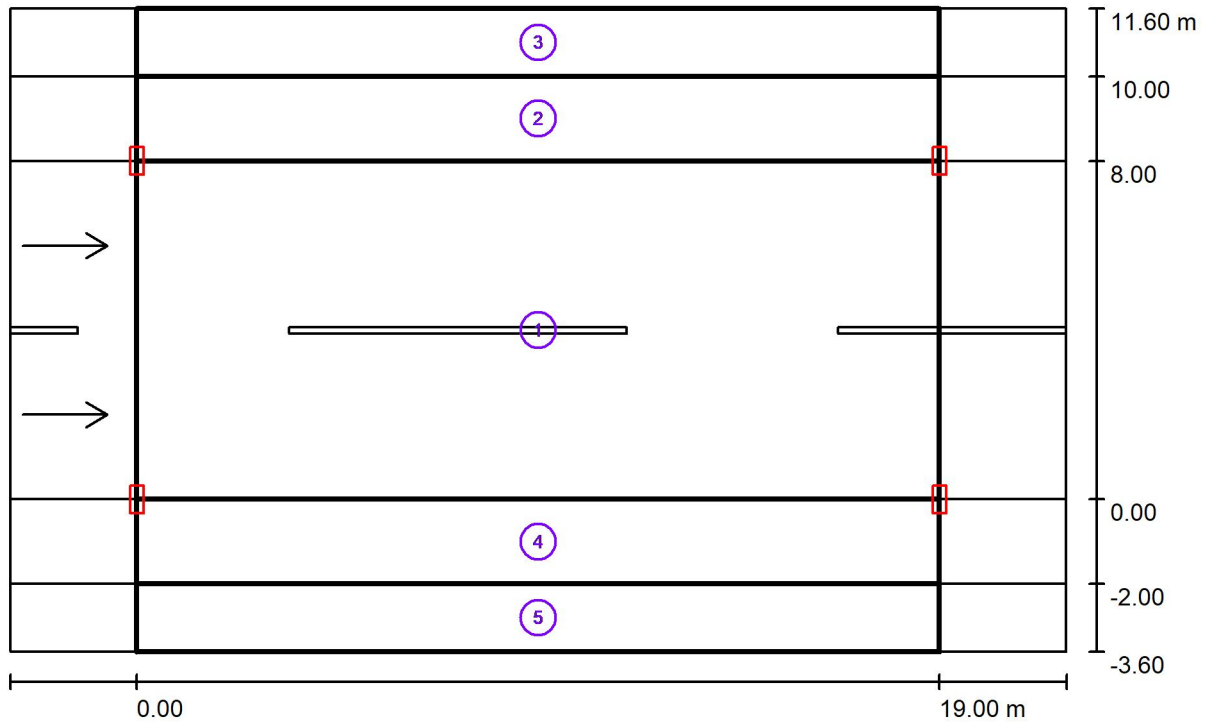
Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación
1	15	PHILIPS BBP621 GF 15xLED-HB/RD WB
2	2	PHILIPS BCP462 1xLED-HB/RGB +ZCP462 BSP A41
3	18	PHILIPS BGP621 T25 1 xLED45-4S/740 DM12
4	2	PHILIPS HPB700 IP66 ACC 1xCDO-TT70W HB_828



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Calle 2 / Resultados luminotécnicos



Factor mantenimiento: 0.57

Escala 1:179

Lista del recuadro de evaluación

- 1 Recuadro de evaluación Calzada 1
Longitud: 19.000 m, Anchura: 8.000 m
Trama: 10 x 6 Puntos
Elemento de la vía pública respectivo: Calzada 1.
Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070
Clase de iluminación seleccionada: ME4b

(Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	L_m [cd/m ²]	U0	UI	TI [%]	SR
Valores reales según cálculo:	0.95	0.89	0.90	7	0.60
Valores de consigna según clase:	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.50	≤ 15	≥ 0.50
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	✓	✓



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Calle 2 / Resultados luminotécnicos

Lista del recuadro de evaluación

2 Recuadro de evaluación Carril de estacionamiento 1

Longitud: 19.000 m, Anchura: 2.000 m

Trama: 10 x 3 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Carril de estacionamiento 1.

Clase de iluminación seleccionada: CE4 (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	E_m [lx]	U0
Valores reales según cálculo:	10.18	0.72
Valores de consigna según clase:	≥ 10.00	≥ 0.40
Cumplido/No cumplido:	✓	✓

3 Recuadro de evaluación Camino peatonal 1

Longitud: 19.000 m, Anchura: 1.600 m

Trama: 10 x 3 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Camino peatonal 1.

Clase de iluminación seleccionada: S4 (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

Clase de iluminación adicional ES: ES7 (No se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{min} (semicil.) [lx]
Valores reales según cálculo:	6.89	4.87	1.57
Valores de consigna según clase:	≥ 5.00	≥ 1.00	≥ 1.00
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓

4 Recuadro de evaluación Carril de estacionamiento 2

Longitud: 19.000 m, Anchura: 2.000 m

Trama: 10 x 3 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Carril de estacionamiento 2.

Clase de iluminación seleccionada: CE4 (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	E_m [lx]	U0
Valores reales según cálculo:	10.18	0.72
Valores de consigna según clase:	≥ 10.00	≥ 0.40
Cumplido/No cumplido:	✓	✓



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Calle 2 / Resultados luminotécnicos

Lista del recuadro de evaluación

5 Recuadro de evaluación Camino peatonal 2

Longitud: 19.000 m, Anchura: 1.600 m

Trama: 10 x 3 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Camino peatonal 2.

Clase de iluminación seleccionada: S4 (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

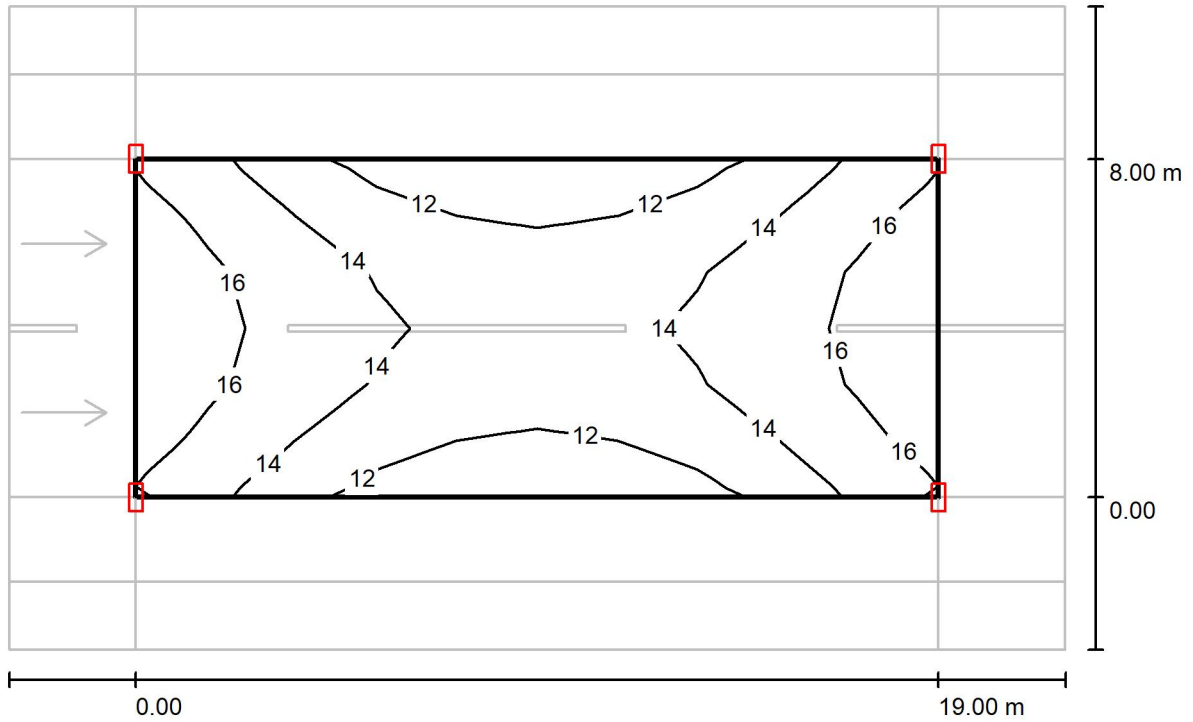
Clase de iluminación adicional ES: ES7 (No se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{min} (semicil.) [lx]
Valores reales según cálculo:	6.89	4.87	1.57
Valores de consigna según clase:	≥ 5.00	≥ 1.00	≥ 1.00
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Calle 2 / Recuadro de evaluación Calzada 1 / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 179

Trama: 10 x 6 Puntos

E_m [lx]
14

E_{min} [lx]
11

E_{max} [lx]
17

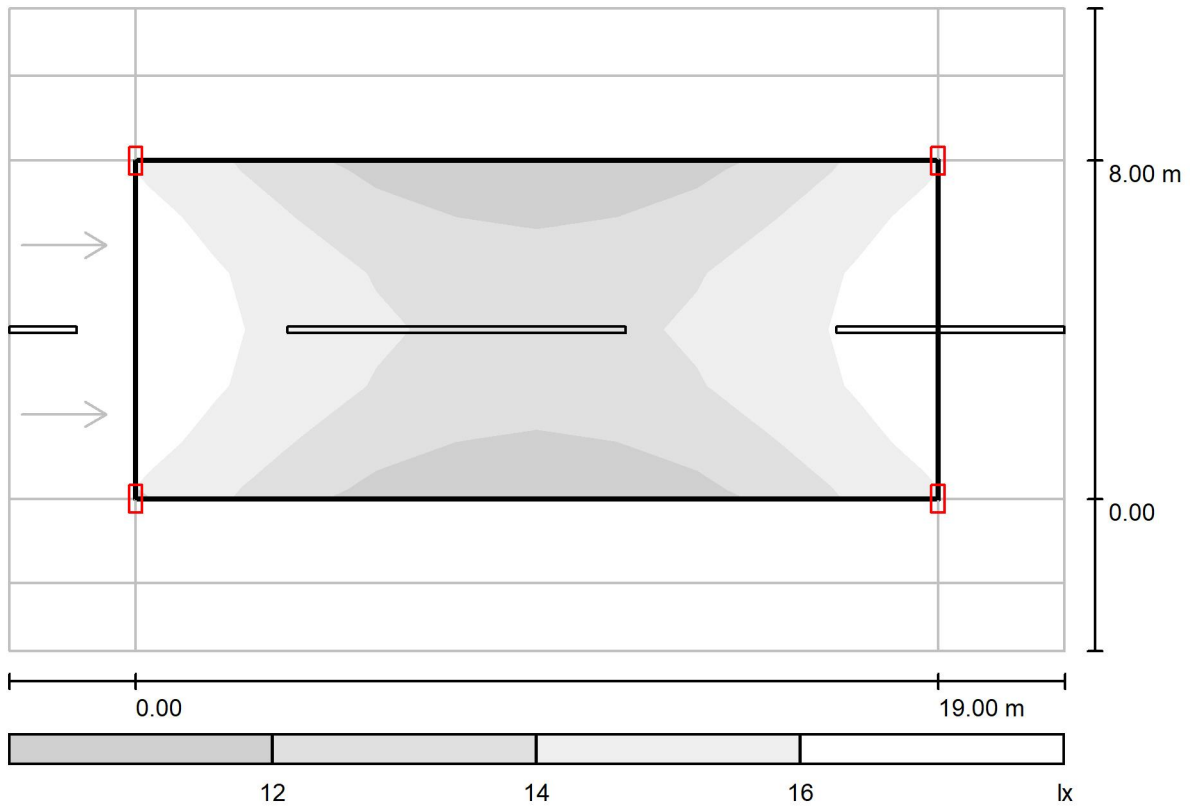
E_{min} / E_m
0.781

E_{min} / E_{max}
0.646



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Calle 2 / Recuadro de evaluación Calzada 1 / Gama de grises (E)



Escala 1 : 179

Trama: 10 x 6 Puntos

E_m [lx]
14

E_{min} [lx]
11

E_{max} [lx]
17

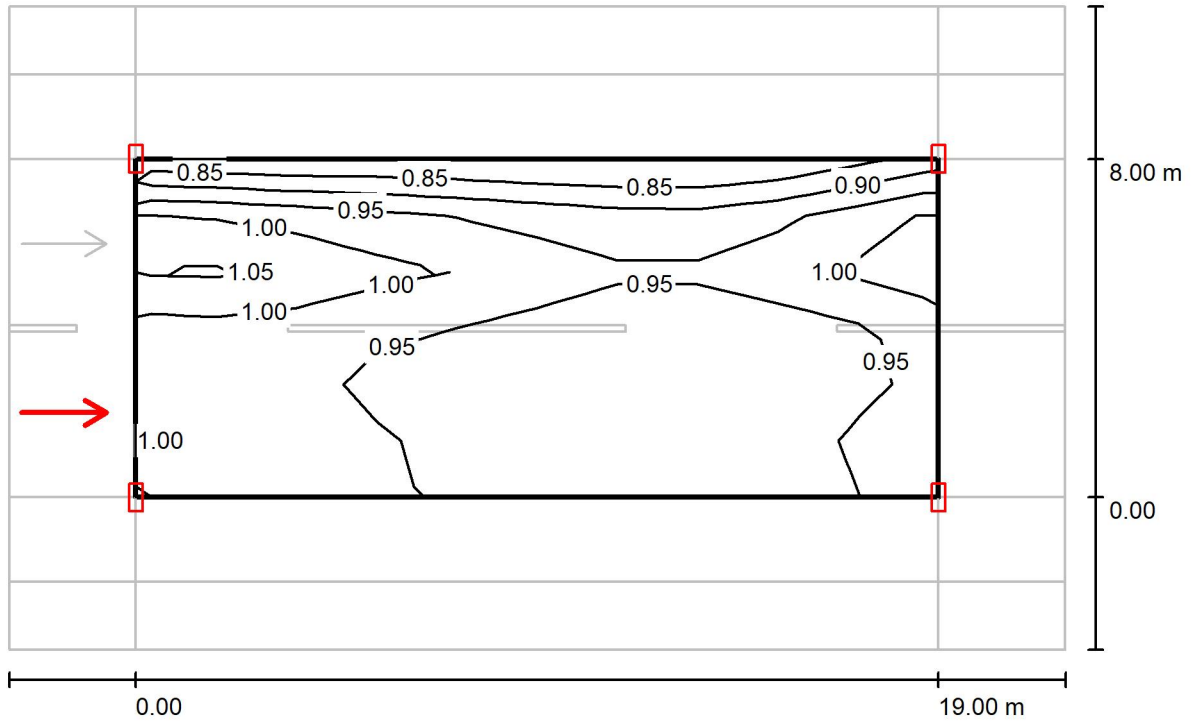
E_{min} / E_m
0.781

E_{min} / E_{max}
0.646



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

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



Valores en Candela/m², Escala 1 : 179

Trama: 10 x 6 Puntos
Posición del observador: (-60.000 m, 2.000 m, 1.500 m)
Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070

	L_m [cd/m ²]	U0	UI	TI [%]
Valores reales según cálculo:	0.95	0.89	0.90	7
Valores de consigna según clase ME4b:	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.50	≤ 15
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	✓



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Escena exterior 2 / Rendering (procesado) en 3D





Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Calle 3 / Datos de planificación

Perfil de la vía pública

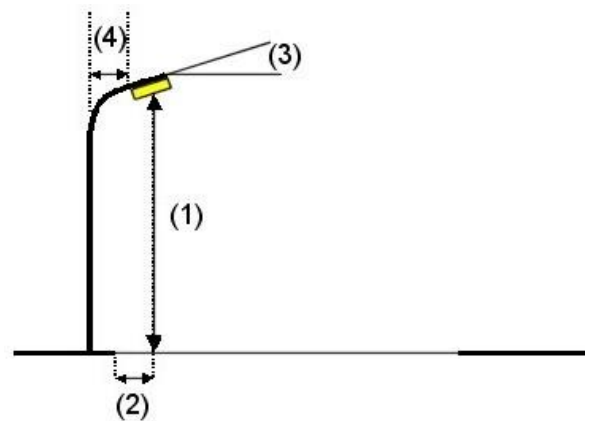
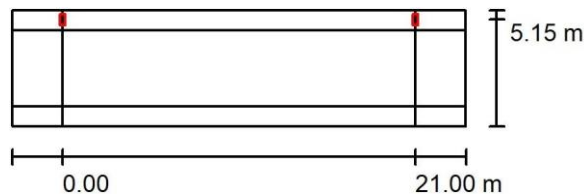
Camino peatonal 1 (Anchura: 1.200 m)

Calzada 1 (Anchura: 4.500 m, Cantidad de carriles de tránsito: 1, Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070)

Camino peatonal 2 (Anchura: 1.200 m)

Factor mantenimiento: 0.57

Disposiciones de las luminarias



Luminaria:	PHILIPS BGP621 T25 1 xLED50-4S/740 DM11
Flujo luminoso (Luminaria):	4550 lm
Flujo luminoso (Lámparas):	5000 lm
Potencia de las luminarias:	30.5 W
Organización:	unilateral arriba
Distancia entre mástiles:	21.000 m
Altura de montaje (1):	7.000 m
Altura del punto de luz:	6.880 m
Saliente sobre la calzada (2):	-0.650 m
Inclinación del brazo (3):	0.0 °
Longitud del brazo (4):	0.000 m

Valores máximos de la intensidad lumínica	
con 70°:	563 cd/klm
con 80°:	98 cd/klm
con 90°:	0.00 cd/klm

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

Ninguna intensidad lumínica por encima de 90°.
La disposición cumple con la clase de intensidad lumínica G3.
La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.6.

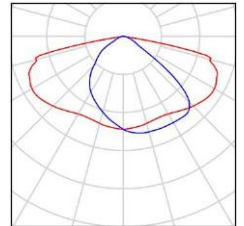


Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Calle 3 / Lista de luminarias

PHILIPS BGP621 T25 1 xLED50-4S/740 DM11
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 4550 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 5000 lm
Potencia de las luminarias: 30.5 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 39 75 97 100 91
Lámpara: 1 x LED50-4S/740 (Factor de corrección 1.000).

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



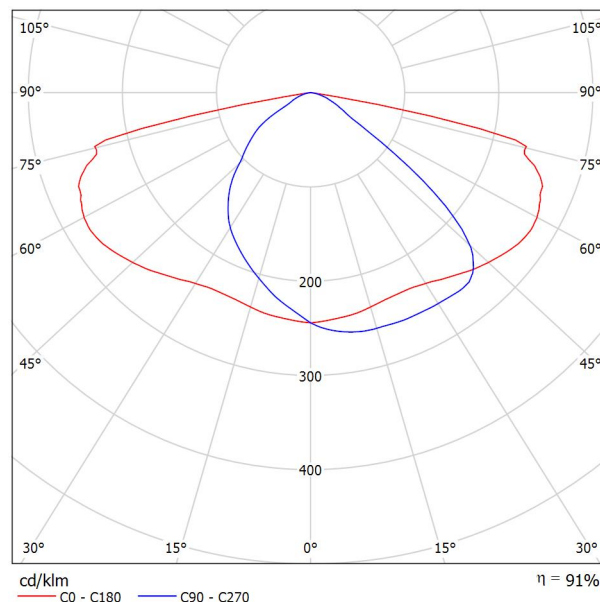


Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

PHILIPS BGP621 T25 1 xLED50-4S/740 DM11 / Hoja de datos de luminarias

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

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 39 75 97 100 91

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

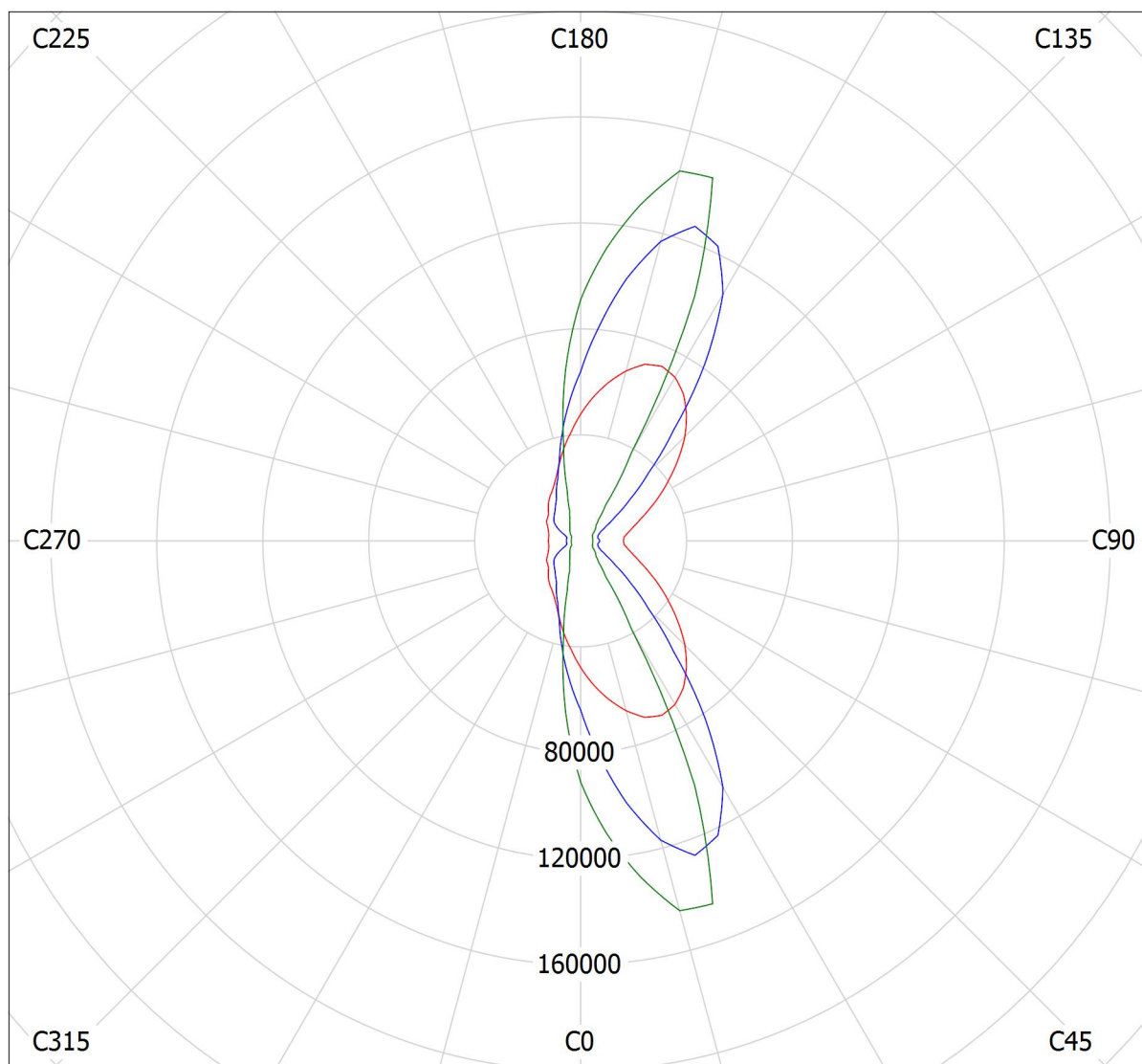
Luma: la visión se hace realidad Luma es una luminaria de alumbrado vial de alto rendimiento con una identidad de diseño clara, que ofrece una solución para cualquier calle y carretera, perfectamente refrigerada, para instalarla y olvidarse de ella. El paquete lumínico, la vida útil y el perfil energético se pueden adaptar para crear la solución deseada en términos de ahorro de costes y energético. Luma se puede programar para mantener el flujo de los LED a un nivel constante predefinido a lo largo de la vida útil de la luminaria, aumentando la corriente de funcionamiento con el tiempo para compensar la depreciación lumínica del LED. Luma utiliza el motor LEDGINE-O de alto rendimiento con el rendimiento LED más reciente y una amplia gama de ópticas que responden a los estándares más avanzados. Es más, el diseño verdaderamente plano de Luma impide la luz ascendente. Para optimizar la distribución de luz en geometrías de carreteras variantes y/o para restringir los deslumbramientos, el ángulo de inclinación se puede ajustar fácilmente durante la instalación.



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

PHILIPS BGP621 T25 1 xLED50-4S/740 DM11 / Diagrama de densidad lumínica

Luminaria: PHILIPS BGP621 T25 1 xLED50-4S/740 DM11
Lámparas: 1 x LED50-4S/740



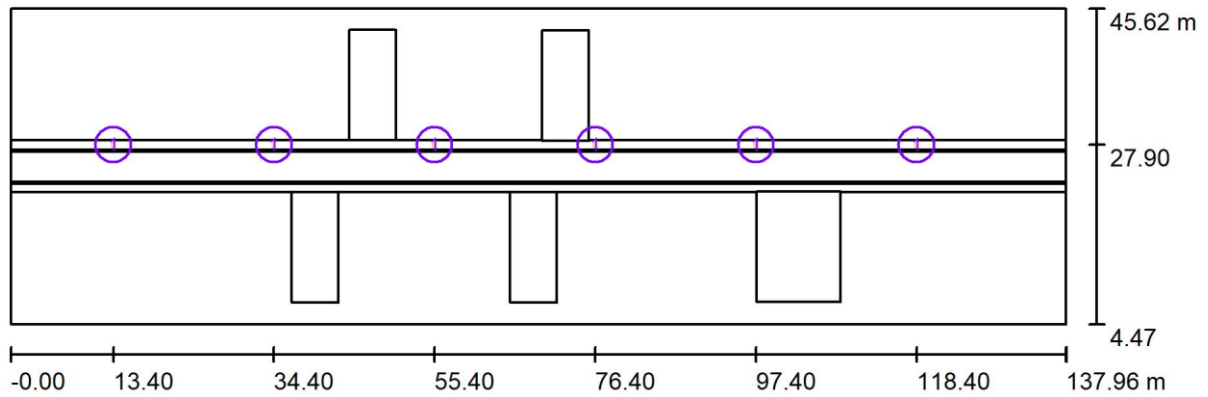
cd/m²

— g = 55.0° — g = 65.0° — g = 75.0°



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Escena exterior 3 / Luminarias (ubicación)



Escala 1 : 987

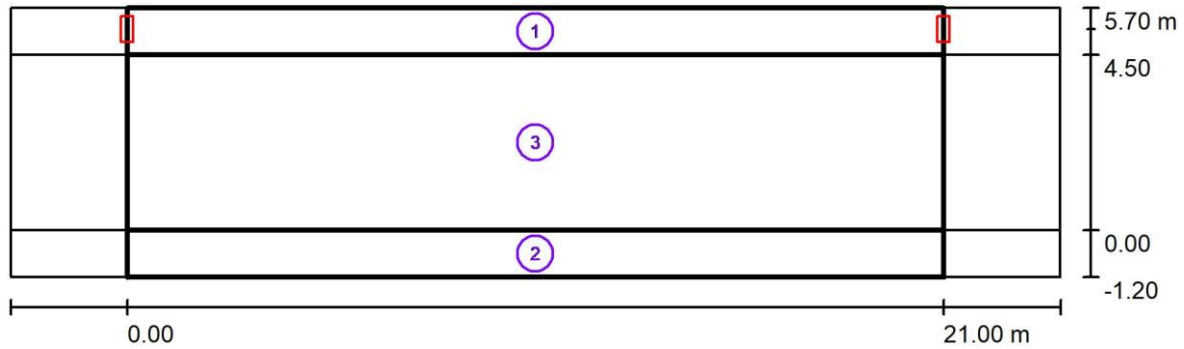
Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación
1	6	PHILIPS BGP621 T25 1 xLED50-4S/740 DM11



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Calle 3 / Resultados luminotécnicos



Factor mantenimiento: 0.57

Escala 1:194

Lista del recuadro de evaluación

- 1 Recuadro de evaluación Camino peatonal 1
 Longitud: 21.000 m, Anchura: 1.200 m
 Trama: 10 x 3 Puntos
 Elemento de la vía pública respectivo: Camino peatonal 1.
 Clase de iluminación seleccionada: S3 (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

Valores reales según cálculo:	E_m [lx]	E_{min} [lx]
Valores de consigna según clase:	9.72	5.46
Cumplido/No cumplido:	≥ 7.50	≥ 1.50
	✓	✓



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Calle 3 / Resultados luminotécnicos

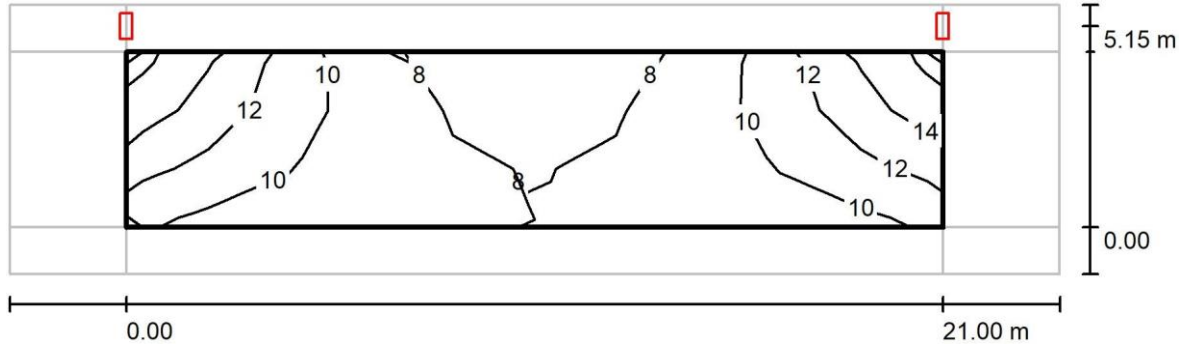
Lista del recuadro de evaluación

2	<p>Recuadro de evaluación Camino peatonal 2 Longitud: 21.000 m, Anchura: 1.200 m Trama: 10 x 3 Puntos Elemento de la vía pública respectivo: Camino peatonal 2. Clase de iluminación seleccionada: S3 (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)</p>		
	Valores reales según cálculo:	E_m [lx]	E_{min} [lx]
	Valores de consigna según clase:	7.76	6.68
	Cumplido/No cumplido:	≥ 7.50	≥ 1.50
		✓	✓
3	<p>Recuadro de evaluación Calzada 1 Longitud: 21.000 m, Anchura: 4.500 m Trama: 10 x 3 Puntos Elemento de la vía pública respectivo: Calzada 1. Clase de iluminación seleccionada: S3 (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)</p>		
	Valores reales según cálculo:	E_m [lx]	E_{min} [lx]
	Valores de consigna según clase:	9.97	7.02
	Cumplido/No cumplido:	≥ 7.50	≥ 1.50
		✓	✓



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Calle 3 / Recuadro de evaluación Calzada 1 / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 194

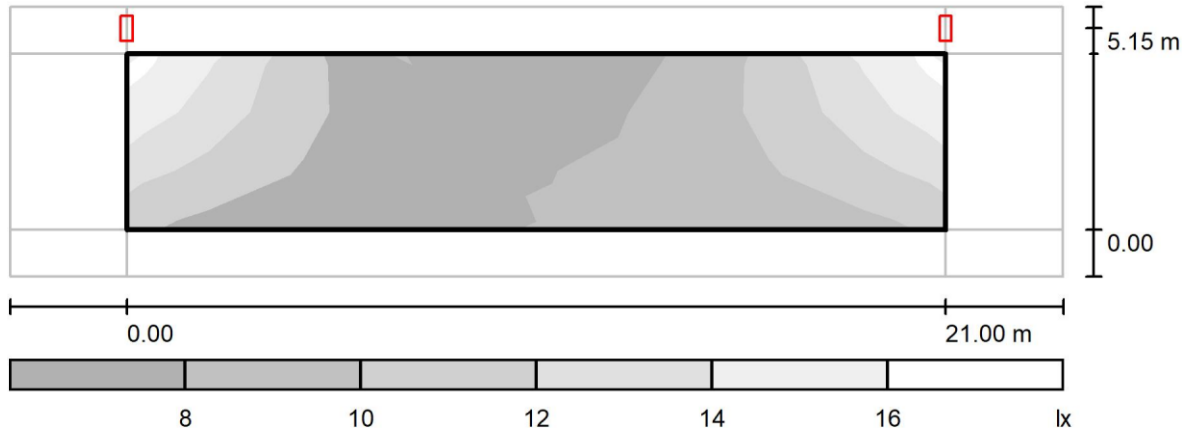
Trama: 10 x 3 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
9.97	7.02	15	0.704	0.461



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Calle 3 / Recuadro de evaluación Calzada 1 / Gama de grises (E)



Escala 1 : 194

Trama: 10 x 3 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
9.97	7.02	15	0.704	0.461



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Escena exterior 3 / Rendering (procesado) en 3D



ANEXO III

IRRADIACIÓN SOLAR

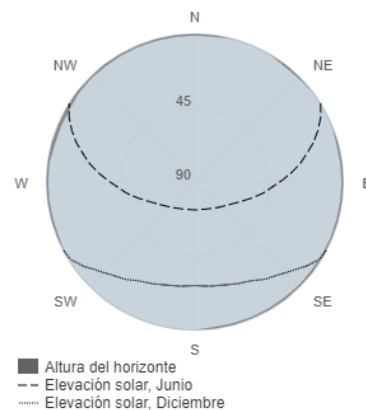
Datos mensuales de irradiación

PVGIS-5 base de datos de irradiación geoespacial

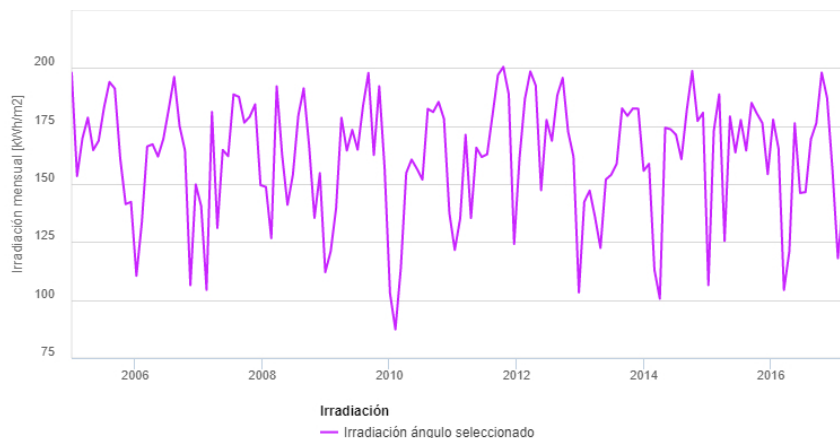
Datos proporcionados

Latitud/Longitud:	39.556, -1.913
Horizonte:	Calculado
Base de datos:	PVGIS-SARAH
Año inicial:	2005
Año final:	2016
Variables incluidas en este informe:	
Irradiación global horizontal:	No
Irradiación directa normal:	No
Irradiación global con el ángulo óptimo:	No
Irradiación global con el ángulo 60°:	Si
Ratio difusa/global:	Si
Temperatura media:	Si

Perfil del horizonte:



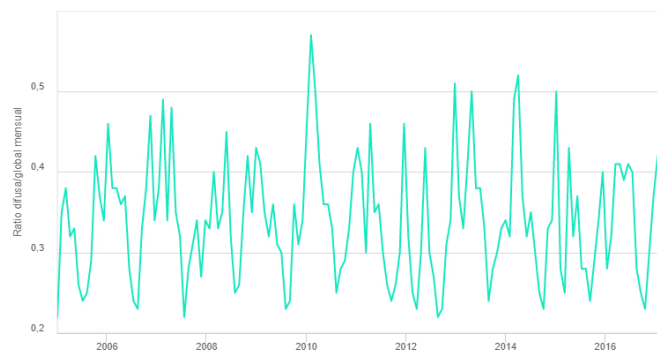
Irradiación solar mensual



Irradiación global con el ángulo seleccionado

Mes	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Enero	197.96	110.46	140.54	148.75	120.94	87.35	135.11	186.69	147.14	113.05	188.62	104.35
Febrero	153.45	133.34	104.39	126.68	139.43	113.71	171.22	198.51	135.63	100.6	125.5	120.98
Marzo	169.71	166.18	181.05	192.11	178.53	154.74	135.36	192.47	122.44	174.25	179.08	176.15
Abril	178.56	167.1	131.08	162.63	164.44	160.52	165.63	147.34	151.97	173.57	163.64	146.14
Mayo	164.62	161.86	164.67	141.05	173.32	156.5	161.65	177.61	154.01	171.2	177.59	146.51
Junio	168.64	169.48	162.01	154.03	164.81	151.92	162.83	168.66	158.66	160.75	164.45	169.36
Julio	182.97	182.41	188.6	179.44	183.71	182.37	179.81	188.23	182.58	181.92	184.96	176.22
Agosto	193.96	196.14	187.55	191.22	197.86	181.04	196.97	195.73	179.38	198.69	180.33	197.98
Septiembre	191.15	174.94	176.45	166.65	162.51	185.37	200.46	172.64	182.54	177.19	176.28	187.09
Octubre	161.09	164.51	179	135.43	192.13	178.06	188.68	161.77	182.44	180.66	154.26	155.84
Noviembre	141.34	106.4	184.3	154.69	156.72	137.47	124.17	103.3	155.7	106.45	177.73	118.03
Diciembre	142.28	149.78	149.5	112.02	102.83	121.59	161.28	142.36	158.69	172.85	165.26	141.45

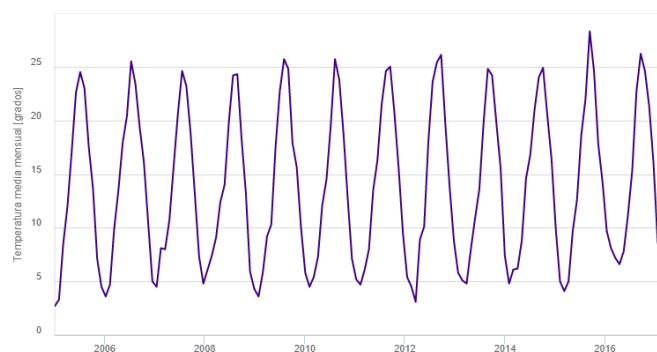
Ratio difusa a global medio mensual



Ratio difusa/global

Month	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Enero	0.22	0.46	0.38	0.33	0.41	0.57	0.4	0.25	0.33	0.49	0.25	0.41
Febrero	0.35	0.38	0.49	0.4	0.35	0.5	0.3	0.23	0.41	0.52	0.43	0.41
Marzo	0.38	0.38	0.34	0.33	0.32	0.41	0.46	0.3	0.5	0.37	0.32	0.39
Abril	0.32	0.36	0.48	0.35	0.36	0.36	0.35	0.43	0.38	0.32	0.37	0.41
Mayo	0.33	0.37	0.35	0.45	0.31	0.36	0.36	0.3	0.38	0.35	0.28	0.4
Junio	0.26	0.28	0.32	0.32	0.3	0.33	0.3	0.27	0.33	0.3	0.28	0.28
Julio	0.24	0.24	0.22	0.25	0.23	0.25	0.26	0.22	0.24	0.25	0.24	0.25
Agosto	0.25	0.23	0.28	0.26	0.24	0.28	0.24	0.23	0.28	0.23	0.29	0.23
Septiembre	0.29	0.33	0.31	0.35	0.36	0.29	0.26	0.31	0.3	0.33	0.34	0.3
Octubre	0.42	0.38	0.34	0.42	0.31	0.33	0.3	0.34	0.33	0.34	0.4	0.37
Noviembre	0.37	0.47	0.27	0.35	0.34	0.4	0.46	0.51	0.34	0.5	0.28	0.42
Diciembre	0.34	0.34	0.34	0.43	0.46	0.43	0.32	0.37	0.32	0.28	0.32	0.38

Temperatura media mensual



Temperatura media mensual

Month	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Enero	2.7	3.6	4.5	6.1	3.6	4.5	4.7	4.5	5.1	6.1	4.1	7.2
Febrero	3.3	4.7	8.1	7.4	5.8	5.4	6.1	3.1	4.8	6.2	5	6.6
Marzo	8.5	9.9	8	9.1	9.2	7.3	8	8.9	8	8.8	9.7	7.8
Abril	12	13.5	10.7	12.4	10.3	12.1	13.5	10.1	10.9	14.6	12.6	11.2
Mayo	17.1	17.9	15.7	14	17.5	14.5	16.3	18.1	13.6	16.8	18.6	15.3
Junio	22.6	20.4	20.6	19.8	22.7	19.5	21.5	23.6	19.8	21	22	22.7
Julio	24.5	25.5	24.6	24.2	25.7	25.7	24.6	25.4	24.8	24	28.3	26.2
Agosto	23	23.4	23.2	24.3	24.8	23.8	25	26.1	24.2	24.9	24.6	24.6
Septiembre	17.6	19.4	18.8	18.3	17.9	18.8	20.7	19.6	19.8	20.5	17.8	21.3
Octubre	13.7	16.1	13.1	13.3	15.6	12.7	15.5	13.8	15.6	16.4	14.3	16.1
Noviembre	7.1	10.5	7.3	5.9	10	7.1	9.5	8.8	7.4	9.9	9.7	8.7
Diciembre	4.5	5	4.8	4.3	5.8	5.2	5.4	5.8	4.8	5	8.1	6.5

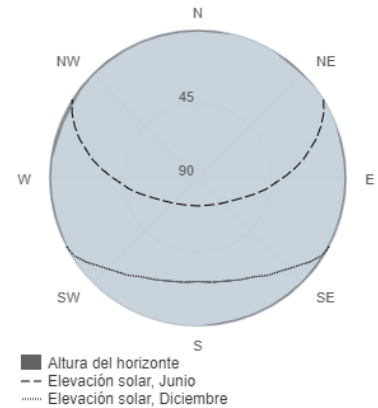
Datos mensuales de irradiación

PVGIS-5 base de datos de irradiación geoespacial

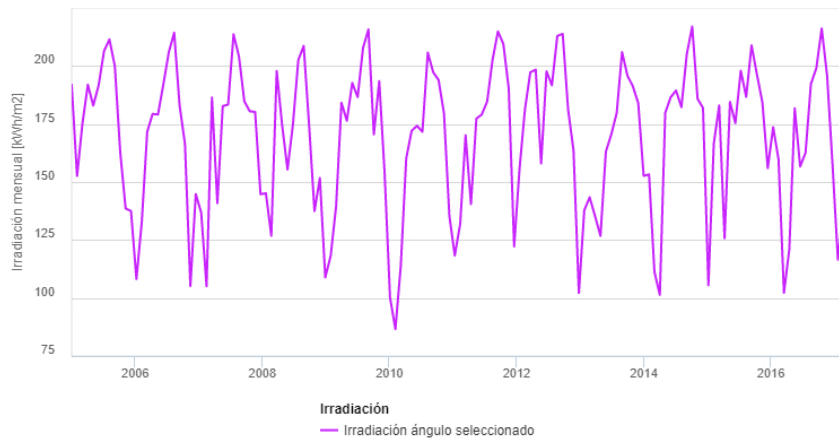
Datos proporcionados

Latitud/Longitud:	39.556, -1.913
Horizonte:	Calculado
Base de datos	PVGIS-SARAH
Año inicial:	2005
Año final:	2016
Variables incluidas en este informe:	
Irradiación global horizontal:	No
Irradiación directa normal:	No
Irradiación global con el ángulo óptimo:	No
Irradiación global con el ángulo 50°:	Si
Ratio difusa/global	No
Temperatura media	No

Perfil del horizonte:



Irradiación solar mensual



Irradiación global con el ángulo seleccionado

Mes	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Enero	191.98	108.19	136.89	145.14	118.14	86.61	131.95	181.26	143.4	111.24	182.99	102.25
Febrero	152.61	132.86	105.08	126.84	139.39	114.13	170.15	197.31	135.28	101.39	125.79	121.08
Marzo	175.18	171.61	186.4	197.83	184.14	160.15	140.47	198.41	126.81	179.77	184.49	181.74
Abril	191.95	179.34	140.9	174.61	176.41	172.08	177.31	158.01	163.1	186.5	175.38	156.72
Mayo	182.97	179.1	182.72	155.41	192.71	174.23	179.09	197.69	170.5	189.44	197.98	162.53
Junio	191.65	192.17	183.4	174.64	186.61	171.65	184.69	191.69	179.64	182.27	186.71	192.29
Julio	206.45	205.91	213.66	202.54	207.8	205.78	202.69	212.95	205.96	205.15	208.91	199.04
Agosto	211.43	214.34	204.18	208.64	215.77	197.3	214.88	213.83	195.84	217.01	196.25	216.14
Septiembre	199.98	183.06	184.78	174.54	170.54	193.97	209.52	181.28	191.22	185.81	184.41	195.84
Octubre	162.9	166.32	180.51	137.49	193.47	179.56	190.31	163.69	183.98	181.93	156.02	157.61
Noviembre	138.6	105.19	180.18	151.72	153.77	135.32	122.24	102.2	152.66	105.49	173.6	116.53
Diciembre	137.49	144.76	144.75	108.89	100.2	118.34	155.67	137.87	153.27	166.53	159.79	137.01

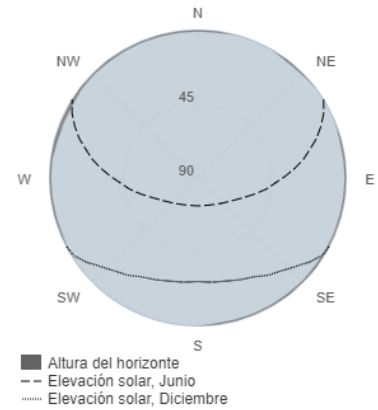
Datos mensuales de irradiación

PVGIS-5 base de datos de irradiación geoespacial

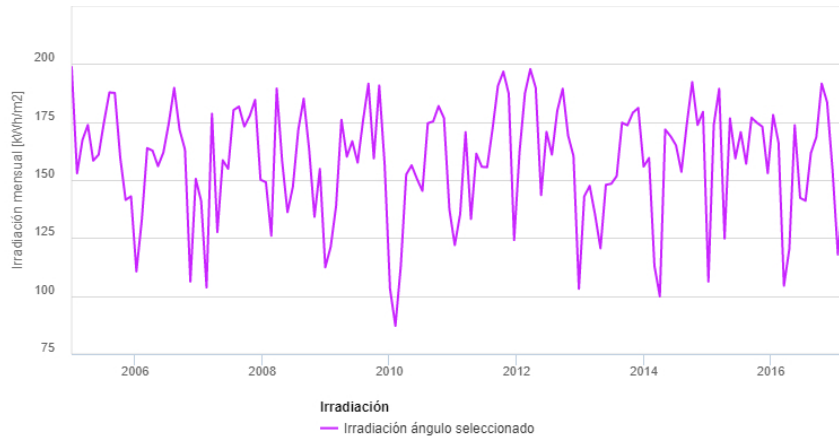
Datos proporcionados

Latitud/Longitud:	39.556, -1.913
Horizonte:	Calculado
Base de datos	PVGIS-SARAH
Año inicial:	2005
Año final:	2016
Variables incluidas en este informe:	
Irradiación global horizontal:	No
Irradiación directa normal:	No
Irradiación global con el ángulo óptimo:	No
Irradiación global con el ángulo 63°:	Si
Ratio difusa/global	No
Temperatura media	No

Perfil del horizonte:



Irradiación solar mensual



Irradiación global con el ángulo seleccionado

Mes	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Enero	198.67	110.59	140.9	149.04	121.16	87.16	135.37	187.3	147.48	113.03	189.29	104.44
Febrero	152.91	132.8	103.69	126	138.73	113.04	170.64	197.8	135.06	99.89	124.8	120.35
Marzo	167.24	163.74	178.54	189.42	175.94	152.38	133.21	189.7	120.59	171.74	176.55	173.62
Abril	173.68	162.64	127.58	158.27	160.08	156.3	161.34	143.49	147.93	168.85	159.36	142.31
Mayo	158.36	155.97	158.51	136.16	166.7	150.49	155.7	170.75	148.39	164.95	170.63	141.07
Junio	160.93	161.88	154.86	147.16	157.52	145.32	155.53	160.96	151.66	153.56	157.01	161.69
Julio	175.04	174.46	180.14	171.64	175.58	174.46	172.09	179.89	174.68	174.07	176.87	168.52
Agosto	187.75	189.7	181.65	185.05	191.49	175.27	190.6	189.31	173.57	192.19	174.68	191.53
Septiembre	187.53	171.64	173.06	163.47	159.32	181.86	196.7	169.19	179.02	173.73	172.97	183.52
Octubre	159.75	163.14	177.62	134.15	190.72	176.69	187.2	160.37	181.04	179.36	152.97	154.52
Noviembre	141.42	106.25	184.53	154.77	156.79	137.41	124.13	103.13	155.8	106.22	178.02	117.89
Diciembre	142.96	150.49	150.13	112.38	103.1	121.94	162.1	142.95	159.46	173.8	166.01	142.03

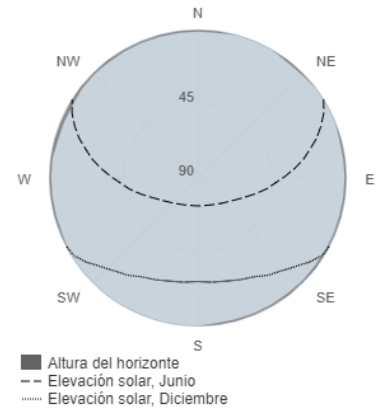
Datos mensuales de irradiación

PVGIS-5 base de datos de irradiación geoespacial

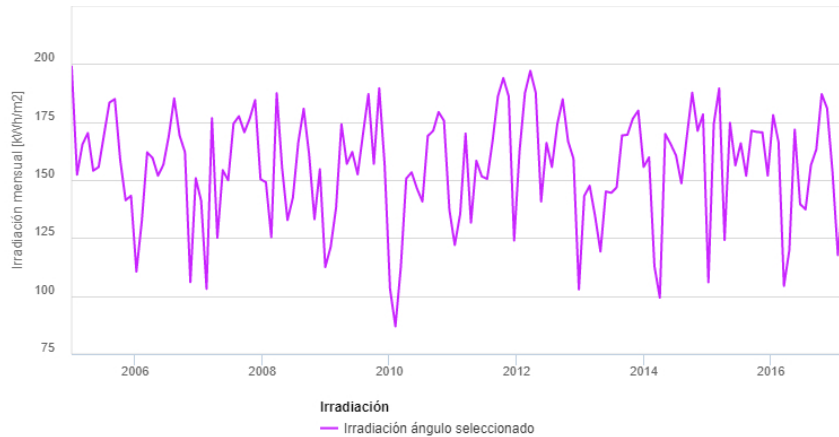
Datos proporcionados

Latitud/Longitud:	39.556, -1.913
Horizonte:	Calculado
Base de datos	PVGIS-SARAH
Año inicial:	2005
Año final:	2016
Variables incluidas en este informe:	
Irradiación global horizontal:	No
Irradiación directa normal:	No
Irradiación global con el ángulo óptimo:	No
Irradiación global con el ángulo 65°:	Si
Ratio difusa/global	No
Temperatura media	No

Perfil del horizonte:



Irradiación solar mensual



Irradiación global con el ángulo seleccionado

Mes	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Enero	198.86	110.53	140.96	149.04	121.15	86.93	135.35	187.44	147.51	112.88	189.46	104.36
Febrero	152.34	132.27	103.1	125.38	138.08	112.46	170.02	197.05	134.5	99.31	124.17	119.78
Marzo	165.38	161.91	176.65	187.39	173.99	150.63	131.63	187.61	119.21	169.85	174.64	171.71
Abril	170.22	159.48	125.11	155.17	156.98	153.3	158.29	140.76	145.07	165.51	156.32	139.6
Mayo	154.01	151.87	154.23	132.76	162.09	146.32	151.56	165.97	144.48	160.6	165.78	137.3
Junio	155.61	156.62	149.92	142.41	152.48	140.76	150.49	155.64	146.82	148.59	151.86	156.39
Julio	169.54	168.96	174.29	166.24	169.95	168.98	166.73	174.1	169.2	168.62	171.26	163.19
Agosto	183.38	185.16	177.49	180.71	187.01	171.22	186.12	184.8	169.49	187.62	170.7	186.99
Septiembre	184.88	169.23	170.59	161.15	156.99	179.28	193.94	166.67	176.45	171.21	170.55	180.91
Octubre	158.66	162.01	176.47	133.12	189.53	175.54	185.97	159.22	179.87	178.25	151.91	153.45
Noviembre	141.29	106	184.43	154.62	156.61	137.19	123.94	102.89	155.65	105.94	177.96	117.64
Diciembre	143.21	150.75	150.35	112.48	103.14	122.01	162.42	143.16	159.76	174.2	166.29	142.23

ANEXO IV

HOJAS DE CARACTERÍSTICAS

PANELES FOTOVOLTAICOS

TALLMAX MODULE

TSM-PD14

72 CÉLULAS
MÓDULO MULTICRISTALINO

320-340W
RANGO DE POTENCIA

17,5%
MÁXIMA EFICIENCIA

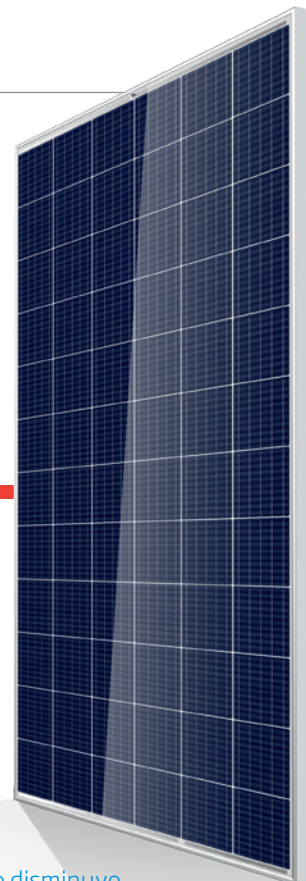
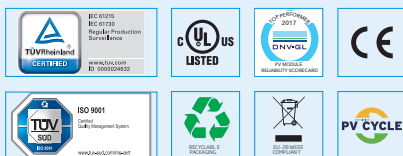
0/+5W
TOLERANCIA POSITIVA
DE POTENCIA

Pays Fundada en 1997, Trina Solar es un proveedor líder de soluciones fotovoltaicas. Creemos que la cooperación con nuestros socios es crítica para alcanzar el éxito. Trina Solar distribuye hoy sus productos a más de 60 países del mundo. Trina Solar es capaz de suministrar un servicio excepcional a cada cliente en cada mercado, y la innovación y fiabilidad de sus productos viene respaldadas por ser Trina Solar una compañía sólida y estable. Estamos comprometidos en construir colaboraciones estratégicas y mutuamente beneficiosas con instaladores, distribuidores y desarrolladores de proyectos de todo el mundo.

Productos detallados y certificados de sistema

IEC61215/IEC61730/UL1703/IEC61701/IEC62716

- ISO 9001: Sistema de gestión de calidad
- ISO 14001: Sistema de gestión medioambiental
- ISO14064: Verificación de gases efecto invernadero
- OHSAS 18001: Sistema de gestión de seguridad y salud ocupacional



Ideal para grandes proyectos

- Mayor superficie con más potencia que disminuye el tiempo de instalación y los costes del BOS
- Optimizado para instalaciones con seguidor



Uno de los módulos con mayor confianza de la industria

- Rendimiento probado en campo
- Solidez financiera de Trina Solar confirmada por bancos e inversores



Altamente fiable gracias a su riguroso control de calidad

- Todos los módulos han de pasar una inspección de electroluminescencia
- Más de 30 tests en fábrica (UV, TC, HF, y muchos más)
- Los tests en fábrica van más allá de los requisitos de certificación
- Resistente a la degradación inducida por potenciales eléctricos
- Certificado UL 1000 V / IEC 1000 V

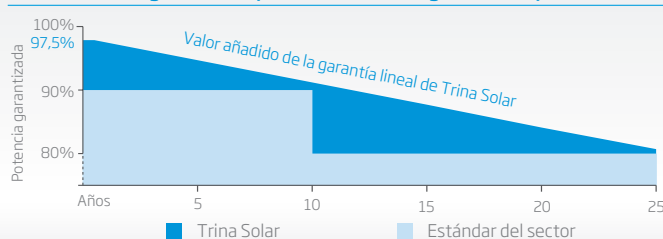


Certificado para condiciones medioambientales extremas

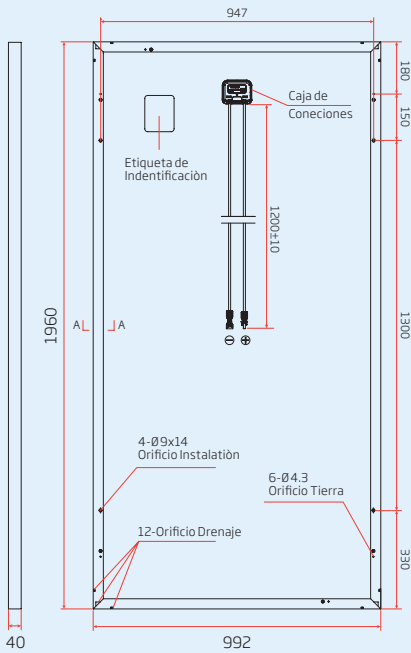
- Cargas de viento de 130 km/h (2400 Pa)
- Cargas de nieve de 900 kg por módulo (5400 Pa)
- Piedra de granizo de de 35 mm a 97 km/h
- Resistencia al amoníaco
- Resistencia a la niebla salina
- Resistencia a la abrasión por arena y polvo

GARANTÍA DE POTENCIA LINEAL

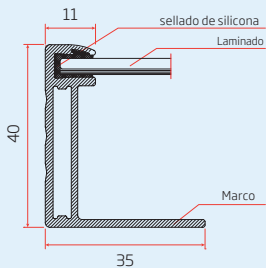
10 años garantía de producto · 25 años garantía de potencia lineal



DIMENSIONES DEL MÓDULO FV TSM-PD14 (Unidad: mm)

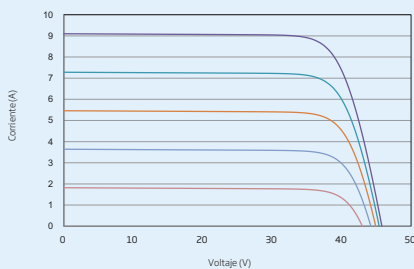


Vista trasera

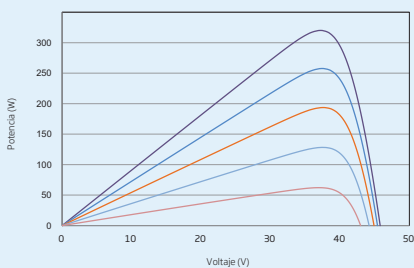


(A-A)

CURVAS I-V DEL MÓDULO FV (320W)



CURVAS P-V DEL MÓDULO FV (320W)



DATOS ELÉCTRICOS EN CONDICIONES STC	TSM-320 PD14	TSM-325 PD14	TSM-330 PD14	TSM-335 PD14	TSM-340 PD14
Potencia nominal-P _{máx} (Wp)*	320	325	330	335	340
Tolerancia de potencia nominal (W)	0/+5	0/+5	0/+5	0/+5	0/+5
Tensión en el punto P _{máx} -V _{MP} (V)	37,1	37,2	37,4	37,6	37,8
Corriente en el punto P _{máx} -I _{MPP} (A)	8,63	8,73	8,83	8,91	8,99
Tensión en circuito abierto-V _{OC} (V)	45,5	45,6	45,8	46,0	46,2
Corriente de cortocircuito-I _{SC} (A)	9,15	9,19	9,28	9,35	9,42
Eficiencia del módulo η _m (%)	16,5	16,7	17,0	17,2	17,5

STC: Irradiancia 1000W/m², temperatura de célula 25°C, masa de aire AM1.5
*Tolerancia en la medida: ±3%

DATOS ELÉCTRICOS EN CONDICIONES TONC	TSM-320 PD14	TSM-325 PD14	TSM-330 PD14	TSM-335 PD14	TSM-340 PD14
Potencia máx.-P _{MAX} (Wp)	237	241	245	249	252
Tensión en el punto P _{máx} -V _{MPP} (V)	34,3	34,4	34,6	34,8	35,0
Corriente en el punto P _{máx} -I _{MPP} (A)	6,92	7,00	7,08	7,14	7,21
Tensión en circuito abierto-V _{OC} (V)	42,1	42,2	42,4	42,6	42,8
Corriente de cortocircuito-I _{SC} (A)	7,39	7,42	7,49	7,55	7,60

NOCT: Irradiance at 800 W/m², Ambient Temperature 20 °C, Wind Speed 1 m/s.

DATOS MECÁNICOS

Células solares	Multicristalinas 156,75 × 156,75 mm
Distribución de las células	72 células (6 × 12)
Dimensiones del módulo	1960 × 992 × 40 mm
Peso	22,5 kg
Vidrio	3,2 mm, alta transparencia, recubrimiento AR y vidrio solar templado
Capa trasera	Blanca
Marco	Aleación de Aluminio anodizado
Caja de conexiones	IP 67 or IP 68 rated
Cables	Resistente a los rayos UV, sección de cables 4,0 mm ² , 1200 mm
Conector	Países de la UE: 28 MC4 / UTX / TS4, Países no miembros de la UE: 28 QC4 / TS4

LÍMITES DE TEMPERATURA

Temperatura de Operación Nominal de la Célula (TONC)	44°C (±2K)
Coefficiente de temperatura de P _{MAX}	- 0,41%/K
Coefficiente de temperatura de V _{OC}	- 0,32%/K
Coefficiente de temperatura de I _{SC}	0,05%/K

LÍMITES OPERATIVOS

Temperatura de operación	-40 a +85°C
Tensión máxima del sistema	1000V DC (IEC) 1000V DC (UL)
Capacidad máxima del fusible*	15 A
Carga de nieve	5400Pa
Carga de viento	2400Pa

*NO conectar fusibles en la caja de conexiones con dos o más strings en conexión paralela

GARANTÍA

10 años de garantía de fabricación

25 años de garantía de potencia lineal

(Consulte la garantía de producto para más información)

CONFIGURACIÓN DE EMBALAJE

Módulos por caja: 27 uds.

Módulos por contenedor de 40': 648 uds.

REGULADORES

Controladores de carga BlueSolar con conexión rosca- o MC4 PV MPPT 150/45, MPPT 150/60, MPPT 150/70, MPPT 150/85, MPPT 150/100

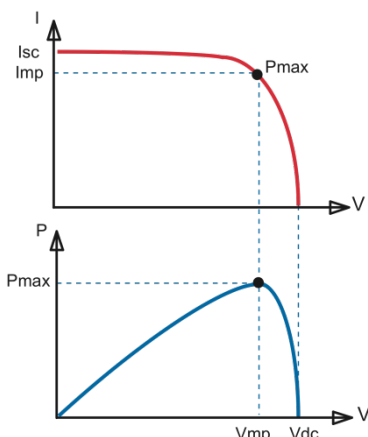
www.victronenergy.com



Controlador de carga solar
MPPT 150/100-Tr



Controlador de carga solar
MPPT 150/100-MC4



Seguimiento del punto de potencia máxima

Curva superior:

Corriente de salida (I) de un panel solar como función de tensión de salida (V). El punto de máxima potencia (MPP) es el punto Pmax de la curva en el que el producto de I x V alcanza su pico.

Curva inferior:

Potencia de salida $P = I \times V$ como función de tensión de salida. Si se utiliza un controlador PWM (no MPPT) la tensión de salida del panel solar será casi igual a la tensión de la batería, e inferior a V_{mp} .

Seguimiento ultrarrápido del punto de máxima potencia (MPPT, por sus siglas en inglés)

Especialmente con cielos nublados, cuando la intensidad de la luz cambia continuamente, un controlador MPPT ultrarrápido mejorará la recogida de energía hasta en un 30%, en comparación con los controladores de carga PWM, y hasta en un 10% en comparación con controladores MPPT más lentos.

Detección Avanzada del Punto de Máxima Potencia en caso de nubosidad parcial

En casos de nubosidad parcial, pueden darse dos o más puntos de máxima potencia (MPP) en la curva de tensión de carga.

Los MPPT convencionales tienden a seleccionar un MPP local, que pudiera no ser el MPP óptimo. El innovador algoritmo de BlueSolar maximizará siempre la recogida de energía seleccionando el MPP óptimo.

Excepcional eficiencia de conversión

Sin ventilador. La eficiencia máxima excede el 98%.

Algoritmo de carga flexible

Algoritmo de carga totalmente programable (consulte la sección Asistencia y Descargas > Software en nuestra página web), y ocho algoritmos preprogramados, seleccionables mediante interruptor giratorio (ver manual para más información).

Amplia protección electrónica

Protección de sobretemperatura y reducción de potencia en caso de alta temperatura.

Protección de cortocircuito y polaridad inversa en los paneles FV.

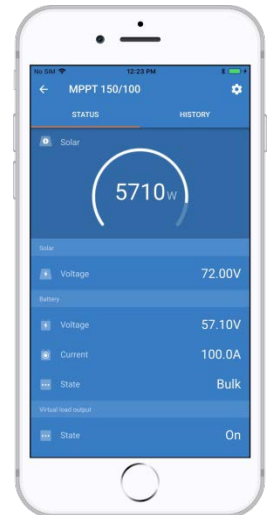
Protección de corriente inversa FV.

Sensor de temperatura interna

Compensa la tensión de carga de absorción y flotación, en función de la temperatura.

Opciones de datos en pantalla en tiempo real

- ColorControl GX u otros dispositivos GX: consulte los documentos **Venus** en nuestro sitio web.
- Un *smartphone* u otro dispositivo con Bluetooth: se necesita la mochila VE.Direct Bluetooth Smart.



Controlador de carga BlueSolar	MPPT 150/45	MPPT 150/60	MPPT 150/70	MPPT 150/85	MPPT 150/100
Tensión de la batería	Selección automática 12 / 24 / 48 V (se necesita una herramienta de software para seleccionar 36 V)				
Corriente de carga nominal	45A	60A	70A	85A	100A
Potencia FV nominal, 12V 1a,b)	650W	860W	1000W	1200W	1450W
Potencia FV nominal, 24V 1a,b)	1300W	1720W	2000W	2400W	2900W
Potencia FV nominal, 48V 1a,b)	2600W	3440W	4000W	4900W	5800W
Corriente de cortocircuito máxima FV 2)	50A	50A	50A	70A	70A
Tensión máxima del circuito abierto FV	150 V máximo absoluto en las condiciones más frías 145 V en arranque y funcionando al máximo				
Eficacia máxima	98%				
Autoconsumo	10mA				
Tensión de carga de "absorción"	Valores predeterminados: 14,4 / 28,8 / 43,2 / 57,6V (ajustable)				
Tensión de carga de "flotación"	Valores predeterminados: 13,8 / 27,6 / 41,4 / 55,2V (ajustable)				
Algoritmo de carga	variable multietapas				
Compensación de temperatura	-16 mV / -32 mV / -64 mV / °C				
Protección	Polaridad inversa de la batería (fusible, no accesible por el usuario) Polaridad inversa/Cortocircuito de salida/Sobretemperatura				
Temperatura de trabajo	-30 a +60°C (potencia nominal completa hasta los 40°C)				
Humedad	95%, sin condensación				
Puerto de comunicación de datos y on-off remoto	VE.Direct (consulte el libro blanco sobre comunicación de datos en nuestro sitio web)				
Funcionamiento en paralelo	Sí (no sincronizado)				

CARCASA

Color	Azul (RAL 5012)	
Terminales FV 3)	35 mm ² /AWG2 (modelos Tr), Dos conjuntos de conectores MC4 MC4 (modelos de hasta 150/70) Tres conjuntos de conectores MC4 MC4 (modelos 150/85 y 150/100)	
Bornes de batería	35 mm ² / AWG2	
Tipo de protección	IP43 (componentes electrónicos), IP22 (área de conexión)	
Peso	3kg	4,5kg
Dimensiones (al x an x p)	Modelos Tr: 185 x 250 x 95mm Modelos MC4: 215 x 250 x 95mm	Modelos Tr: 216 x 295 x 103mm Modelos MC4: 246 x 295 x 103mm

ESTÁNDARES

Seguridad	EN/IEC 62109-1, UL 1741, CSA C22.2
1a) Si se conecta más potencia FV, el controlador limitará la potencia de entrada.	
1b) La tensión FV debe exceder en 5V la Vbat (tensión de la batería) para que arranque el controlador.	
Una vez arrancado, la tensión FV mínima será de Vbat + 1V.	
2) Un generador fotovoltaico con una corriente de cortocircuito más alta puede dañar el controlador.	
3) Modelos MC4: se podrían necesitar varios separadores para conectar en paralelo las cadenas de paneles solares.	
Corriente máxima por conector MC4: 30A (los conectores MC4 están conectados en paralelo a un rastreador MPPT)	

BATERÍAS

Classic OPzS Solar

Almacenamiento de energía para aplicaciones energéticas destacadas

La gama Classic OPzS Solar ha sido sobradamente probada durante décadas en aplicaciones energéticas medianas y grandes. Su resistencia, larga vida útil y elevada seguridad de funcionamiento hacen que sea ideal para el uso en centrales eléctricas eólicas y solares, telecomunicaciones, empresas de distribución de electricidad, ferrocarriles y muchos otros equipos de seguridad de suministro de energía. La amplia gama de capacidades y tamaños disponibles ofrecen una solución para cada necesidad energética, incluso en condiciones extremas.

Ventajas:

- > **Diseño optimizado para aplicaciones con energías renovables.** Mayor capacidad de ciclo y larga vida útil.
- > **Aleación especial y amplia reserva de electrolito.** Intervalos entre relleno muy largos.
- > **Bajo mantenimiento.** Ahorro de costes
- > **Completamente reciclable.** Minimiza la huella de CO₂

Características:

- >Capacidad nominal (C₁₂₀ a 25°C): 70.0 – 4600Ah
- >Placa tubular muy gruesa para las aplicaciones más exigentes.
- >Hasta 2800 ciclos a un 60% de profundidad de descarga (C₁₀) con un perfil de carga IU a 20°C.
Para mejorar el rendimiento y para sistemas ≥ 48V recomendamos carga IUI para alcanzar más de 3000 ciclos.
- >Diseñada de conformidad con IEC 61427 y IEC 60896-11
- >Conectores atornillados para un mejor contacto y fiabilidad
- >También disponible en el modelo de carga en seco con electrolito separado.
- >Receptáculos de alta calidad transparentes o translúcidos para un fácil mantenimiento.



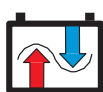
Capacidad nominal
70.0 - 4600 Ah



Batería monoblock/
Elemento único



Placa tubular



Hasta 3000*+
ciclos a 60% de
profundidad de
descarga



Reciclable



Bajo
mantenimiento

*Usando carga IUI a 20 °C

Classic OPzS Solar

Datos técnicos

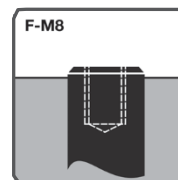
Datos y características técnicas

Tipo	Número de componente	Tensión nominal V	Capacidad nominal C ₁₂₀ 1.85 V _{pc} 25 °C Ah	Longitud (l) max. mm	Anchura (b/w) max. mm	Altura* (h) max. mm	Longitud instalada max. mm	Peso con ácido incluido Kg (aprox.)	Peso del ácido** Kg (aprox.)	Resistencia interna mOhm	Corriente cortocircuito A	Terminal	Núm. de polos
OPzS Solar 190	NVSL020190WC0FA	2	190	105	208	395	115	13.7	5.20	1.45	1400	F-M8	1
OPzS Solar 245	NVSL020245WC0FA	2	245	105	208	395	115	15.2	5.00	1.05	1950	F-M8	1
OPzS Solar 305	NVSL020305WC0FA	2	305	105	208	395	115	16.6	4.60	0.83	2450	F-M8	1
OPzS Solar 380	NVSL020380WC0FA	2	380	126	208	395	136	20.0	5.80	0.72	2850	F-M8	1
OPzS Solar 450	NVSL020450WC0FA	2	450	147	208	395	157	23.3	6.90	0.63	3250	F-M8	1
OPzS Solar 550	NVSL020550WC0FA	2	550	126	208	511	136	26.7	8.10	0.63	3250	F-M8	1
OPzS Solar 660	NVSL020660WC0FA	2	660	147	208	511	157	31.0	9.30	0.56	3650	F-M8	1
OPzS Solar 765	NVSL020765WC0FA	2	765	168	208	511	178	35.4	10.8	0.50	4100	F-M8	1
OPzS Solar 985	NVSL020985WC0FA	2	985	147	208	686	157	43.9	13.0	0.47	4350	F-M8	1
OPzS Solar 1080	NVSL021080WC0FA	2	1080	147	208	686	157	47.2	12.8	0.43	4800	F-M8	1
OPzS Solar 1320	NVSL021320WC0FA	2	1320	212	193	686	222	59.9	17.1	0.30	6800	F-M8	2
OPzS Solar 1410	NVSL021410WC0FA	2	1410	212	193	686	222	63.4	16.8	0.27	7500	F-M8	2
OPzS Solar 1650	NVSL021650WC0FA	2	1650	212	235	686	222	73.2	21.7	0.26	7900	F-M8	2
OPzS Solar 1990	NVSL021990WC0FA	2	1990	212	277	686	222	86.4	26.1	0.23	8900	F-M8	2
OPzS Solar 2350	NVSL022350WC0FA	2	2350	212	277	836	222	108	33.7	0.24	8500	F-M8	2
OPzS Solar 2500	NVSL022500WC0FA	2	2500	212	277	836	222	114	32.7	0.22	9300	F-M8	2
OPzS Solar 3100	NVSL023100WC0FA	2	3100	215	400	812	225	151	50.0	0.16	12800	F-M8	3
OPzS Solar 3350	NVSL023350WC0FA	2	3350	215	400	812	225	158	48.0	0.14	14600	F-M8	3
OPzS Solar 3850	NVSL023850WC0FA	2	3850	215	490	812	225	184	60.0	0.12	17000	F-M8	4
OPzS Solar 4100	NVSL024100WC0FA	2	4100	215	490	812	225	191	58.0	0.11	17800	F-M8	4
OPzS Solar 4600	NVSL024600WC0FA	2	4600	215	580	812	225	217	71.0	0.11	18600	F-M8	4
6V 4 OPzS 200	NVSL060280WC0FB	6	294	272	206	347	282	41.0	13.0	2.68	2283	F-M8	1
6V 5 OPzS 250	NVSL060350WC0FB	6	364	380	206	347	392	56.0	20.0	2.39	2800	F-M8	1
6V 6 OPzS 300	NVSL060420WC0FB	6	417	380	206	347	392	63.0	20.0	1.96	3106	F-M8	1
12V 1 OPzS 50	NVSL120070WC0FB	12	82.7	272	206	347	282	35.0	15.0	18.1	688	F-M8	1
12V 2 OPzS 100	NVSL120140WC0FB	12	139	272	206	347	282	45.0	14.0	9.26	1314	F-M8	1
12V 3 OPzS 150	NVSL120210WC0FB	12	210	380	206	347	392	64.0	19.0	6.46	1884	F-M8	1

Tipo	C ₆ 1.75 V _{pc}	C ₁₀ 1.80 V _{pc}	C ₁₂ 1.80 V _{pc}	C ₂₄ 1.80 V _{pc}	C ₄₈ 1.80 V _{pc}	C ₇₂ 1.80 V _{pc}	C ₁₀₀ 1.85 V _{pc}	C ₁₂₀ 1.85 V _{pc}	C ₂₄₀ 1.85 V _{pc}
OPzS Solar 190	122	132	134	145	165	175	185	190	200
OPzS Solar 245	159	173	176	190	215	230	240	245	260
OPzS Solar 305	203	220	224	240	270	285	300	305	320
OPzS Solar 380	250	273	277	300	330	350	370	380	400
OPzS Solar 450	296	325	330	355	395	420	440	450	470
OPzS Solar 550	353	391	398	430	480	515	540	550	580
OPzS Solar 660	422	469	477	515	575	615	645	660	695
OPzS Solar 765	492	546	555	600	670	710	750	765	805
OPzS Solar 985	606	700	710	770	860	920	970	985	1035
OPzS Solar 1080	669	773	784	845	940	1000	1055	1080	1100
OPzS Solar 1320	820	937	950	1030	1150	1230	1295	1320	1385
OPzS Solar 1410	888	1009	1024	1105	1225	1305	1380	1410	1440
OPzS Solar 1650	1024	1174	1190	1290	1440	1540	1620	1650	1730
OPzS Solar 1990	1218	1411	1430	1550	1730	1850	1950	1990	2090
OPzS Solar 2350	1573	1751	1770	1910	2090	2200	2300	2350	2470
OPzS Solar 2500	1667	1854	1875	2015	2215	2335	2445	2500	2600
OPzS Solar 3100	2080	2318	2343	2520	2755	2910	3040	3100	3250
OPzS Solar 3350	2268	2524	2550	2740	2985	3135	3280	3350	3520
OPzS Solar 3850	2592	2884	2915	3135	3430	3615	3765	3850	4040
OPzS Solar 4100	2775	3090	3125	3355	3650	3840	4000	4100	4300
OPzS Solar 4600	3099	3451	3490	3765	4100	4300	4500	4600	4850
6V 4 OPzS 200	203	206	229	250	296	304	287	294	338
6V 5 OPzS 250	245	257	284	311	374	383	355	364	424
6V 6 OPzS 300	284	309	322	354	420	432	408	417	482
12V 1 OPzS 50	55.0	51.5	63.7	69.4	78.4	79.8	81.0	82.7	92.9
12V 2 OPzS 100	95.4	103	108	118	141	145	136	139	162
12V 3 OPzS 150	131	154	162	177	206	217	203	210	234

* Incluye conector instalado. La altura mencionada puede variar dependiendo de las aperturas utilizadas
 ** Densidad del ácido d_N = 1.24 kg/l

Terminal y par de apriete



12 Nm para monoblocs;
 20 Nm para elementos

Los datos también son válidos para el modelo de carga en seco.

Habrà que cambiar la «W» (Wet) por «D» (Dry) en el número de componente. Ej:

> Relleno y cargado: NVSL120070 W C0FB

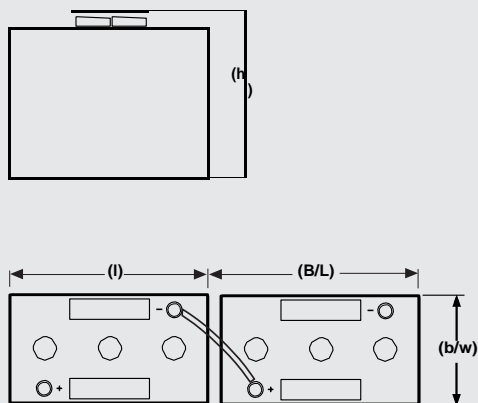
> Cargado en seco: NVSL120070 D C0FB

Classic OPzS Solar

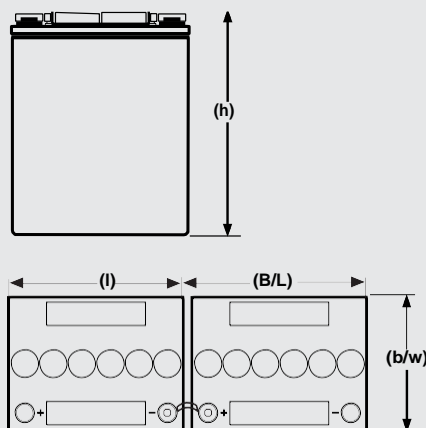
Diseños

Diseños con disposición del terminal

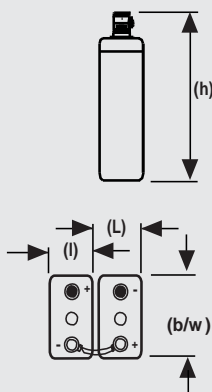
Monoblocs de 6 V



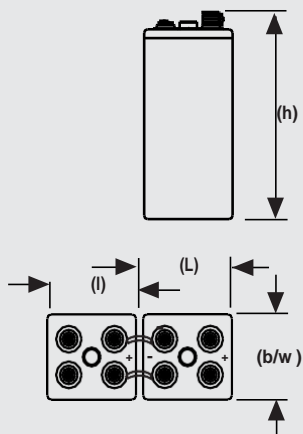
Monoblocs de 12 V



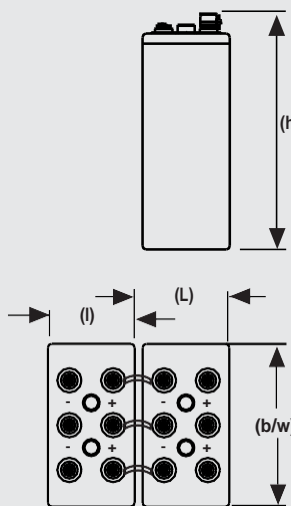
OPzS Solar 190 – OPzS Solar 1080



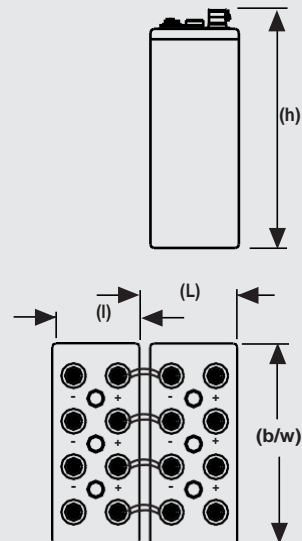
OPzS Solar 1320 – OPzS Solar 2500



OPzS Solar 3100 – OPzS Solar 3350



OPzS Solar 3850 – OPzS Solar 4600



Los diseños no están a escala

INVERSORES

Inversores Phoenix

1200VA - 5000VA (por módulo)

www.victronenergy.com



Phoenix Inverter
24/5000

SinusMax – Diseño superior

Desarrollado para uso profesional, la gama de inversores Phoenix es ideal para innumerables aplicaciones. El criterio utilizado en su diseño fue el de producir un verdadero inversor sinusoidal con una eficiencia optimizada pero sin comprometer su rendimiento. Al utilizar tecnología híbrida de alta frecuencia, obtenemos como resultado un producto de la máxima calidad, de dimensiones compactas, ligero y capaz de suministrar potencia, sin problemas, a cualquier carga.

Potencia de arranque adicional

Una de las características singulares de la tecnología SinusMax consiste en su muy alta potencia de arranque. La tecnología de alta frecuencia convencional no ofrece un rendimiento tan extraordinario. Los inversores Phoenix, sin embargo, están bien dotados para alimentar cargas difíciles, como frigoríficos, compresores, motores eléctricos y aparatos similares.

Potencia prácticamente ilimitada gracias al funcionamiento en paralelo y trifásico.

Hasta 6 unidades del inversor pueden funcionar en paralelo para alcanzar una mayor potencia de salida. Seis unidades 24/5000, por ejemplo, proporcionarán 24 kW / 30 kVA de potencia de salida. También es posible su configuración para funcionamiento trifásico.

Transferencia de la carga a otra fuente CA: el conmutador de transferencia automático

Si se requiere un conmutador de transferencia automático, recomendamos usar el inversor/cargador MultiPlus en vez de este. El conmutador está incluido en este producto y la función de cargador del MultiPlus puede deshabilitarse. Los ordenadores y demás equipos electrónicos continuarán funcionando sin interrupción, ya que el MultiPlus dispone de un tiempo de conmutación muy corto (menos de 20 milisegundos).

Interfaz para el ordenador

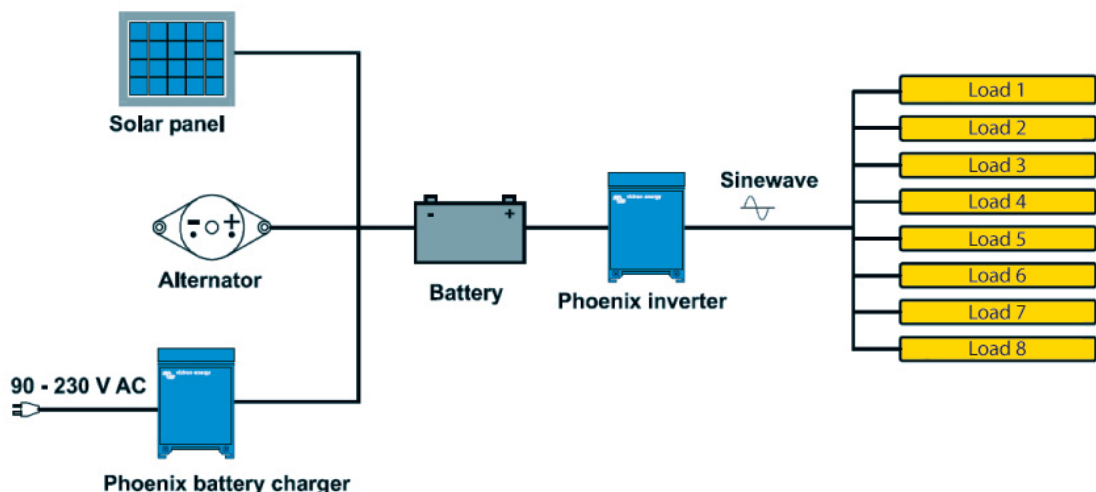
Todos los modelos disponen de un Puerto RS-485. Todo lo que necesita conectar a su PC es nuestro interfaz MK2 (ver el apartado "Accesorios"). Este interfaz se encarga del aislamiento galvánico entre el inversor y el ordenador, y convierte la toma RS-485 en RS-232. También hay disponible un cable de conversión RS-232 en USB. Junto con nuestro software **VEConfigure**, que puede descargarse gratuitamente desde nuestro sitio Web www.victronenergy.com, se pueden personalizar todos los parámetros de los inversores. Esto incluye la tensión y la frecuencia de salida, los ajustes de sobretensión o subtensión y la programación del relé. Este relé puede, por ejemplo, utilizarse para señalar varias condiciones de alarma distintas, o para arrancar un generador. Los inversores también pueden conectarse a **VENet**, la nueva red de control de potencia de Victron Energy, o a otros sistemas de seguimiento y control informáticos.

Nuevas aplicaciones para inversores de alta potencia

Las posibilidades que ofrecen los inversores de alta potencia conectados en paralelo son realmente asombrosas. Para obtener ideas, ejemplos y cálculos de capacidad de baterías, le rogamos consulte nuestro libro "Electricity on board" (electricidad a bordo), disponible gratuitamente en Victron Energy y descargable desde www.victronenergy.com.



Phoenix Inverter Compact
24/1600



Inversor Phoenix	C12/1200 C24/1200	C12/1600 C24/1600	C12/2000 C24/2000	12/3000 24/3000 48/3000	24/5000 48/5000
Funcionamiento en paralelo y en trifásico	Sí				
INVERSOR					
Rango de tensión de entrada (V DC)	9,5 – 17V 19 – 33V 38 – 66V				
Salida	Salida: 230V ± 2% / 50/60Hz ± 0,1% (1)				
Potencia cont. de salida 25°C (VA) (2)	1200	1600	2000	3000	5000
Potencia cont. de salida 25°C (W)	1000	1300	1600	2400	4000
Potencia cont. de salida 40°C (W)	900	1200	1450	2200	3700
Potencia cont. de salida 65°C (W)	600	800	1000	1700	3000
Pico de potencia (W)	2400	3000	4000	6000	10000
Eficacia máx. 12/ 24 / 48 V (%)	92 / 94 / 94	92 / 94 / 94	92 / 92	93 / 94 / 95	94 / 95
Consumo en vacío 12 / 24 / 48 V (W)	8 / 10 / 12	8 / 10 / 12	9 / 11	20 / 20 / 25	30 / 35
Consumo en vacío en modo AES (W)	5 / 8 / 10	5 / 8 / 10	7 / 9	15 / 15 / 20	25 / 30
Consumo en vacío modo Search (W)	2 / 3 / 4	2 / 3 / 4	3 / 4	8 / 10 / 12	10 / 15
GENERAL					
Relé programable (3)	Sí				
Protección (4)	a – g				
Puerto de comunicación VE.Bus	Para funcionamiento paralelo y trifásico, supervisión remota e integración del sistema				
On/Off remoto	Sí				
Características comunes	Temperatura de funcionamiento: -40 a +65°C (refrigerado por ventilador) Humedad (sin condensación): Máx. 95%				
CARCASA					
Características comunes	Material y color: aluminio (azul RAL 5012) Tipo de protección: IP 21				
Conexiones de la batería	cables de batería de 1,5 metros se incluye		Pernos M8	2+2 Pernos M8	
Conexiones 230 V CA	Enchufe G-ST18i		Abrazadera-resorte	Bornes atornillados	
Peso (kg)	10		12	18	30
Dimensiones (al x an x p en mm.)	375x214x110		520x255x125	362x258x218	444x328x240
NORMATIVAS					
Seguridad	EN 60335-1				
Emisiones / Inmunidad	EN 55014-1 / EN 55014-2				
Directiva de automoción	2004/104/EC	2004/104/EC		2004/104/EC	
1) Puede ajustarse a 60 Hz, y a 240 V. 2) Carga no lineal, factor de cresta 3:1 3) Relé programable que puede configurarse en alarma general, subtensión de CD o como señal de arranque de un generador (es necesario el interfaz MK2 y el software VEConfigure) Capacidad nominal CA 230V / 4A Capacidad nominal CC 4 A hasta 35VDC, 1 A hasta 60VDC	4) Protección: a) Cortocircuito de salida b) Sobrecarga c) Tensión de la batería demasiado alta d) Tensión de la batería demasiado baja e) Temperatura demasiado alta f) 230 V CA en la salida del inversor g) Ondulación de la tensión de entrada demasiado alta				



Panel de Control para Inversor Phoenix

También puede utilizarse en un inversor/cargador MultiPlus cuando se desea disponer de un conmutador de transferencia automático, pero no de la función como cargador. La luminosidad de los LED se reduce automáticamente durante la noche.

Funcionamiento y supervisión controlados por ordenador

Hay varias interfaces disponibles:



Color Control GX

Proporciona monitorización e control, de forma local e remota, no [Portal VRM](#).



Interfaz MK3-USB VE.Bus a USB

Se conecta a un puerto USB (ver [Guía para el VEConfigure"](#))



Interfaz VE.Bus a NMEA 2000

Liga o dispositivo a una red electrónica marítima NMEA2000. Consulte o [guía de integración NMEA2000 e MFD](#)



Monitor de baterías BMV-700

El monitor de baterías BMV-700 dispone de un avanzado sistema de control por microprocesador combinado con un sistema de medición de alta resolución de la tensión de la batería y de la carga/descarga de corriente. Aparte de esto, el software incluye unos complejos algoritmos de cálculo, como la fórmula Peukert, para determinar exactamente el estado de la carga de la batería. El BMV muestra de manera selectiva la tensión, corriente, Ah consumidos o tiempo restante de carga de la batería. El monitor también almacena una multitud de datos relacionados con el rendimiento y uso de la batería.

Hay varios modelos disponibles (ver la documentación del monitor de baterías).

PROTECCIONES



LV HRC FUSE LINK GL/GG WITH INSULATED GRIP LUGS WITH COMBINATION INDICATOR SIZE 000, 16A, AC 500V/DC 250V

Similar to image

Technical data:

Current / for AC / rated value	A	16
Operating class of the fuse link		gG
Size of the fallback-system / acc. to DIN EN 60269-1		NH000
Supply voltage		
• for AC / rated value	V	500
• for DC	V	250
Switching capacity current		
• in accordance with IEC 60947-2 / rated value	kA	120
• with DC / in accordance with IEC 60947-2 / rated value	kA	25
Design of an identification indicator		Combination alarms
Ambient temperature		
• minimum	°C	-5
• maximum	°C	40

Certificates/approvals:

General Product Approval	Declaration of Conformity	Test Certificates	Shipping Approval
 <p>KEMA</p> <p>ROSTEST</p>  <p>VDE</p>	<p>Manufacturer</p>	<p>Manufacturer</p>	 <p>GL</p>

Further information:

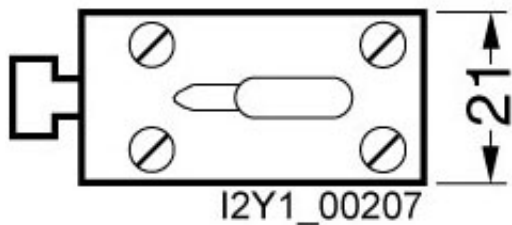
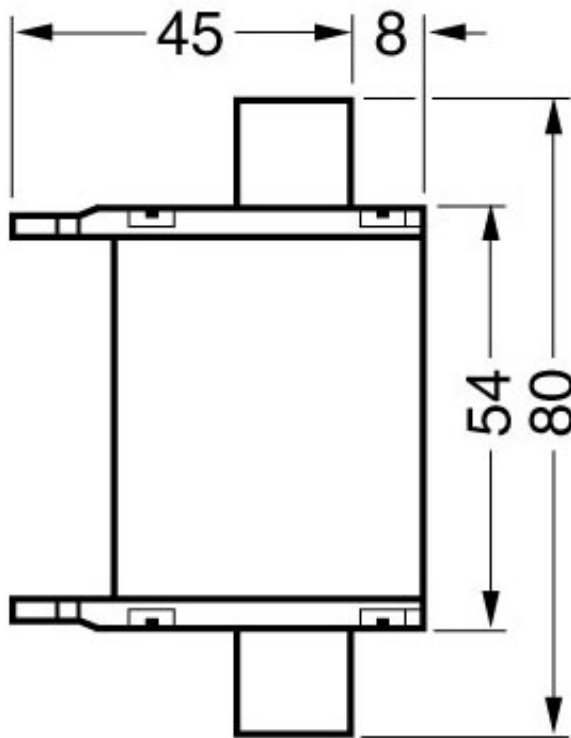
Information- and Downloadcenter (Catalogs, Brochures,...)
<http://www.siemens.com/lowvoltage/catalogs>

Industry Mall (Online ordering system)
<http://www.siemens.com/lowvoltage/mall>

Service&Support (Manuals, Certificates, Characteristics, FAQs,...)
<http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/3NA6805/all>

Image database (product images, 2D dimension drawings, 3D models, device circuit diagrams, ...)
http://www.automation.siemens.com/bilddb/cax_en.aspx?mlfb=3NA6805

CAX-Online-Generator
<http://www.siemens.com/cax>





LV HRC FUSE LINK GL/GG WITH NON-INSULATED GRIP LUGS WITH FRONT INDICATOR SIZE 00, 63A, AC 500V/DC 250V

Similar to image

Technical data:

Current / for AC / rated value	A	63
Operating class of the fuse link		gG
Size of the fallback-system / acc. to DIN EN 60269-1		NH00
Supply voltage		
• for AC / rated value	V	500
• for DC	V	250
Switching capacity current		
• in accordance with IEC 60947-2 / rated value	kA	120
• with DC / in accordance with IEC 60947-2 / rated value	kA	25
Design of an identification indicator		Front indicators
Ambient temperature		
• minimum	°C	-5
• maximum	°C	40

Certificates/approvals:

General Product Approval	Declaration of Conformity	Test Certificates	Shipping Approval
 <p>KEMA</p> <p>ROSTEST</p>  <p>VDE</p>	<p>Manufacturer</p>	<p>Manufacturer</p>	 <p>GL</p>
<p>other</p>			
<p>Manufacturer</p>			

Further information:

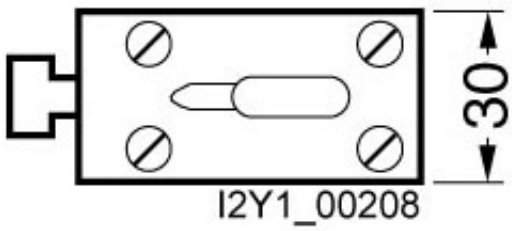
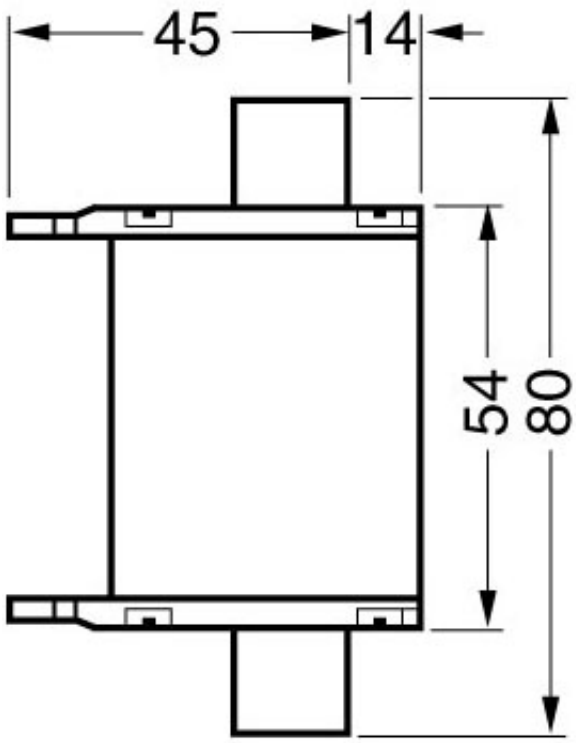
Information- and Downloadcenter (Catalogs, Brochures,...)
<http://www.siemens.com/lowvoltage/catalogs>

Industry Mall (Online ordering system)
<http://www.siemens.com/lowvoltage/mall>

Service&Support (Manuals, Certificates, Characteristics, FAQs,...)
<http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/3NA3822-7/all>

Image database (product images, 2D dimension drawings, 3D models, device circuit diagrams, ...)
http://www.automation.siemens.com/bilddb/cax_en.aspx?mlfb=3NA3822-7

CAX-Online-Generator
<http://www.siemens.com/cax>



last change:

Aug 26, 2011





LV HRC FUSE LINK GL/GG WITH NON-INSULATED GRIP LUGS WITH FRONT INDICATOR SIZE 00, 100A, AC 500V/DC 250V

Similar to image

Technical data:

Current / for AC / rated value	A	100
Operating class of the fuse link		gG
Size of the fallback-system / acc. to DIN EN 60269-1		NH00
Supply voltage		
• for AC / rated value	V	500
• for DC	V	250
Switching capacity current		
• in accordance with IEC 60947-2 / rated value	kA	120
• with DC / in accordance with IEC 60947-2 / rated value	kA	25
Design of an identification indicator		Front indicators
type of the assembly		Non-insulated grip lugs
Protection class IP		IP20, with connected conductors
Climatic class		-20 to +50 at 95% relative humidity
Ambient temperature		
• minimum	°C	-5
• maximum	°C	40
Product description		Using screw adapter or adapter sleeves

Certificates/approvals:

General Product Approval			Declaration of Conformity	Test Certificates	Shipping Approval
				Special Test Certificate	
GOST	KEMA	VDE	EG-Konf.		GL

other

[Environmental Confirmations](#)

Further information:

Information- and Downloadcenter (Catalogs, Brochures,...)

<http://www.siemens.com/lowvoltage/catalogs>

Industry Mall (Online ordering system)

<http://www.siemens.com/lowvoltage/mall>

Service&Support (Manuals, Certificates, Characteristics, FAQs,...)

<http://support.automation.siemens.com/VW/view/en/3NA3830-7/all>

Image database (product images, 2D dimension drawings, 3D models, device circuit diagrams, ...)

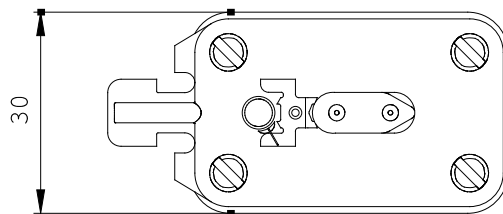
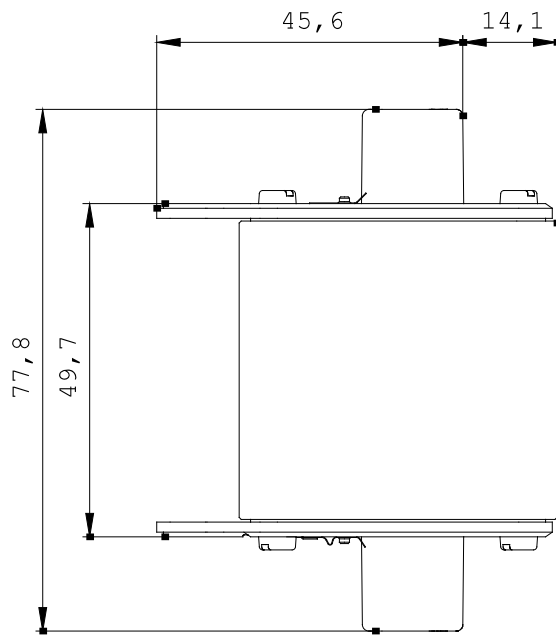
http://www.automation.siemens.com/bilddb/cax_en.aspx?mlfb=3NA3830-7

CAX-Online-Generator

<http://www.siemens.com/cax>

Tender specifications

[Datanorm GAEB81](#) [GAEB83](#) [RTF](#) [TXT](#)



last change:

Jan 28, 2013

Hoja de características del producto

Características

A9R81463

Interruptor diferencial IID - 4P - 63A - 30mA - clase AC



Principal

Gama	Acti 9
Nombre del producto	Acti 9 IID
Tipo de producto o componente	Interruptor diferencial (RCCB)
Nombre corto del dispositivo	IID
Número de polos	4P
Posición de neutro	Izquierda
[In] Corriente nominal	63 A
Tipo de red	CA
Sensibilidad de fuga a tierra	30 mA
Retardo de la protección contra fugas a tierra	Instantáneo
Clase de protección contra fugas a tierra	Tipo AC

Complementario

Ubicación del dispositivo en el sistema	Salida
Frecuencia de red	50/60 Hz
[Ue] Tensión nominal de empleo	380...415 V CA 50/60 Hz
Tecnología de disparo corriente residual	Independiente de la tensión
Poder de conexión y de corte	Idm 1500 A Im 1500 A
Corriente condicional de cortocircuito	10 kA
[Ui] Tensión nominal de aislamiento	500 V CA 50/60 Hz
[Uimp] Resistencia a picos de tensión	6 kV
Corriente de sobretensión	250 A
Indicador de posición del contacto	Sí
Tipo de control	Maneta

Tipo de montaje	Ajustable en clip
Soporte de montaje	Carril DIN
Pasos de 9 mm	8
Altura	91 mm
Anchura	72 mm
Profundidad	73,5 mm
Peso del producto	0,37 kg
Color	Blanco
Durabilidad mecánica	20000 ciclos
Durabilidad eléctrica	AC-1, estado 1 15000 ciclos
Descripción de las opciones de bloqueo	Dispositivo de cierre con candado
Conexiones - terminales	Terminal simple arriba o abajo1...35 mm ² rígido Terminal simple arriba o abajo1...25 mm ² Flexible Terminal simple arriba o abajo1...25 mm ² flexible con terminal
Longitud de cable pelado para conectar bornas	14 mm para arriba o abajo conexión
Par de apriete	3,5 N.m arriba o abajo

Entorno

Normas	EN/IEC 61008-1
Grado de protección IP	IP20 acorde a IEC 60529 IP40 - tipo de cable: envolvente modular) acorde a IEC 60529
Grado de contaminación	3
Compatibilidad electromagnética	Resistencia a impulsos 8/20 µs, 250 A acorde a EN/IEC 61008-1
Temperatura ambiente de funcionamiento	-5...60 °C
Temperatura ambiente de almacenamiento	-40...85 °C

Sostenibilidad de la oferta

Estado de oferta sostenible	Producto Green Premium
Reglamento REACH	Declaración de REACH
Directiva RoHS UE	Conforme Declaración RoHS UE
Sin mercurio	Sí
Información sobre exenciones de RoHS	Sí
Normativa de RoHS China	Declaración RoHS China Producto fuera del ámbito de RoHS China. Declaración informativa de sustancias
Comunicación ambiental	Perfil ambiental del producto
RAEE	En el mercado de la Unión Europea, el producto debe desecharse de acuerdo con un sistema de recolección de residuos específico y nunca terminar en un contenedor de basura.

Información Logística

País de Origen	ES
----------------	----

Garantía contractual

Periodo de garantía	18 months
---------------------	-----------

Hoja de características del producto

Características

A9F79463

Interruptor automático magnetotérmico iC60N - 4P - 63A - curva C



Principal

Aplicación del dispositivo	Distribución
Gama	Acti 9
Nombre del producto	Acti 9 iC60
Tipo de producto o componente	Interruptor automático en miniatura
Nombre corto del dispositivo	IC60N
Número de polos	4P
Número de polos protegidos	4
[In] Corriente nominal	63 A
Tipo de red	CC CA
Tecnología de unidad de disparo	Térmico-magnético
Código de curva	C
Capacidad de corte	6000 A Icn en 400 V CA 50/60 Hz acorde a EN/IEC 60898-1 36 kA Icu en 12...60 V CA 50/60 Hz acorde a EN/IEC 60947-2 10 kA Icu en 380...415 V CA 50/60 Hz acorde a EN/IEC 60947-2 20 kA Icu en 220...240 V CA 50/60 Hz acorde a EN/IEC 60947-2 6 kA Icu en 440 V CA 50/60 Hz acorde a EN/IEC 60947-2 36 kA Icu en 100...133 V CA 50/60 Hz acorde a EN/IEC 60947-2 10 kA Icu en <= 250 V CC acorde a EN/IEC 60947-2
Categoría de empleo	Categoría A acorde a EN 60947-2 Categoría A acorde a IEC 60947-2
Poder de seccionamiento	Sí acorde a EN 60898-1 Sí acorde a EN 60947-2 Sí acorde a IEC 60898-1 Sí acorde a IEC 60947-2
Normas	IEC 60947-2 EN 60947-2 IEC 60898-1 EN 60898-1

Aviso Legal: Esta documentación no pretende sustituir ni debe utilizarse para determinar la adecuación o la fiabilidad de estos productos para aplicaciones específicas de los usuarios

Complementario

Frecuencia de red	50/60 Hz
Límite de enlace magnético	8 x In +/- 20%
[Ics] poder de corte en servicio	15 kA 75 % acorde a EN 60947-2 - 220...240 V CA 50/60 Hz 7,5 kA 75 % acorde a EN 60947-2 - 380...415 V CA 50/60 Hz 4,5 kA 75 % acorde a EN 60947-2 - 440 V CA 50/60 Hz 15 kA 75 % acorde a IEC 60947-2 - 220...240 V CA 50/60 Hz 7,5 kA 75 % acorde a IEC 60947-2 - 380...415 V CA 50/60 Hz 4,5 kA 75 % acorde a IEC 60947-2 - 440 V CA 50/60 Hz 27 kA 75 % acorde a IEC 60947-2 - 12...133 V CA 50/60 Hz 27 kA 75 % acorde a EN 60947-2 - 12...133 V CA 50/60 Hz 6000 A 100 % acorde a EN 60898-1 - 400 V CA 50/60 Hz 6000 A 100 % acorde a IEC 60898-1 - 400 V CA 50/60 Hz 10 kA 100 % acorde a IEC 60947-2 - 180...250 V CC 10 kA 100 % acorde a EN 60947-2 - 180...250 V CC
[Ui] Tensión nominal de aislamiento	500 V CA 50/60 Hz acorde a EN 60947-2 500 V CA 50/60 Hz acorde a IEC 60947-2
[Uimp] Resistencia a picos de tensión	6 kV acorde a EN 60947-2 6 kV acorde a IEC 60947-2
Indicador de posición del contacto	Sí
Tipo de control	Maneta
Señalizaciones en local	Indicador de disparo
Tipo de montaje	Fijo
Soporte de montaje	Carril DIN
Compatibilidad de bloque de distribución y embarrado tipo peine	Arriba o abajo, estado 1 Sí
Pasos de 9 mm	8
Altura	85 mm
Anchura	72 mm
Profundidad	78,5 mm
Peso del producto	0,5 kg
Color	Blanco
Durabilidad mecánica	20000 ciclos
Durabilidad eléctrica	10000 ciclos
Conexiones - terminales	Terminal simple - tipo de cable: arriba o abajo) 1...35 mm ² rígido Terminal simple - tipo de cable: arriba o abajo) 1...25 mm ² Flexible
Longitud de cable pelado para conectar bornas	14 mm para arriba o abajo conexión
Par de apriete	3,5 N.m arriba o abajo
Protección contra fugas a tierra	Bloque independiente

Entorno

Grado de protección IP	IP20 acorde a IEC 60529 IP20 acorde a EN 60529
Grado de contaminación	3 acorde a EN 60947-2 3 acorde a IEC 60947-2
Categoría de sobretensión	IV
Tropicalización	2 acorde a IEC 60068-1
Humedad relativa	95 % en 55 °C
Altitud máxima de funcionamiento	0...2000 m
Temperatura ambiente de funcionamiento	-35...70 °C
Temperatura ambiente de almacenamiento	-40...85 °C

Sostenibilidad de la oferta

Estado de oferta sostenible	Producto Green Premium
-----------------------------	------------------------

Reglamento REACH	Declaración de REACH
Conforme con REACH sin SVHC	Sí
Directiva RoHS UE	Conforme Declaración RoHS UE
Sin metales pesados tóxicos	Sí
Sin mercurio	Sí
Información sobre exenciones de RoHS	Sí
Normativa de RoHS China	Declaración RoHS China Declaración proactiva de RoHS China (fuera del alcance legal de RoHS China)
Comunicación ambiental	Perfil ambiental del producto
RAEE	En el mercado de la Unión Europea, el producto debe desecharse de acuerdo con un sistema de recolección de residuos específico y nunca terminar en un contenedor de basura.

Información Logística

País de Origen	ES
----------------	----

Garantía contractual

Periodo de garantía	18 months
---------------------	-----------