



universidad  
de león



# Escuela de Ingenierías Industrial, Informática y Aeroespacial

## GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA

Trabajo de Fin de Grado

Proyecto de instalación fotovoltaica de autoconsumo  
en edificio perteneciente al Ayuntamiento de  
Valverde de la Virgen (León)

Photovoltaic installation project for self-consumption  
in a building belonging to the city council of Valverde  
de la Virgen

Autor: Sofía Nicolás Robles  
Tutor: Ana María Díez Suárez

(Julio, 2022)

**UNIVERSIDAD DE LEÓN**  
**Escuela de Ingenierías Industrial, Informática y**  
**Aeroespacial**

**GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA**  
**Trabajo de Fin de Grado**

**ALUMNO:** Sofía Nicolás Robles

**TUTOR:** Ana María Diez Suárez

**TÍTULO:** Proyecto de instalación fotovoltaica de autoconsumo en edificio perteneciente al Ayuntamiento de Valverde de la Virgen (León)

**TITLE:** Photovoltaic installation project for self-consumption in a building belonging to the city council of Valverde de la Virgen (León)

**CONVOCATORIA:** Julio, 2022

**RESUMEN:** En el presente proyecto técnico se realizará una instalación fotovoltaica de autoconsumo conectada a red con excedentes y acogida a compensación. Será una instalación de 9,4 kWp y estará situada en la escuela de música y la biblioteca de la Virgen del Camino, perteneciente al ayuntamiento del Valverde de la Virgen.

Se elaborará también un estudio de las facturas durante el periodo de un año.

**ABSTRACT:** In this technical project a photovoltaic installation of self-consumption connected to the grid with surpluses and compensation will be carried out. It will be an installation of 9.4 kWp and will be located in the music school and library of La Virgen del Camino, belonging to the municipality of Valverde de la Virgen.

A study of the invoices will also be carried out for a period of one year.

**Palabras clave:** Módulo, energía, tarifa, electricidad, instalación.

**Firma del alumno:**

**VºBº Tutor/es:**

# DOCUMENTO N°1. ÍNDICE

## ÍNDICE

DOCUMENTO Nº1.	ÍNDICE .....	3
DOCUMENTO Nº2.	MEMORIA .....	5
DOCUMENTO Nº3.	ANEXOS.....	22
ANEXO I: CÁLCULOS.....		23
ANEXO II:	ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD LABORAL [18].....	38
ANEXO III:	ESTUDIO DE FACTURACIÓN ELÉCTRICA .....	65
ANEXO IV:	TRAMITACIÓN AUTOCONSUMO CON EXCEDENTES ACOGIDA A COMPENSACIÓN [3] .....	95
DOCUMENTO Nº4	PLANOS .....	105
DOCUMENTO Nº5	PLIEGO DE CONDICIONES [4] .....	111
DOCUMENTO Nº6	MEDICIONES.....	136
DOCUMENTO Nº7	PRESUPUESTO [21].....	140
REFERENCIAS .....		144

# DOCUMENTO Nº2. MEMORIA

## ÍNDICE

DOCUMENTO Nº2. MEMORIA .....	5
1 Objeto del proyecto.....	9
2 Emplazamiento de la instalación [1] [2] .....	9
3 Reglamentación y normas técnicas [3] [4] .....	10
4 Generación y consumo de energía [5] [6] .....	12
5 Descripción de la instalación .....	14
5.1 Módulos fotovoltaicos [7] [8] [9] .....	14
5.2 Estructura de los paneles fotovoltaicos [10] .....	16
5.3 Inversor [11].....	16
5.4 Conexión entre módulos.....	18
5.5 Cableado [12] [13] .....	18
5.6 Protecciones.....	19
5.6.1 Cuadro de protecciones de corriente continua [13] .....	19
5.6.2 Cuadro de protecciones de corriente alterna [14] [15] .....	19
5.7 Puesta a tierra.....	20
5.8 Conexión a la red eléctrica.....	20
6 Venta de energía .....	20
7 Subvenciones.....	21

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.1 Parcela catastral de la escuela de música y la biblioteca. ....	9
Figura 3.2 Vista superior de la escuela de música y la biblioteca. ....	10

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 4.1 Consumo medio diario y mensual de la escuela y la biblioteca .....	12
Tabla 4.2 Generación mensual de la instalación .....	12
Tabla 4.3 Balance consumo-excedente .....	13
Tabla 5.1 Comparación módulos fotovoltaicos .....	14
Tabla 5.2 Características mecánicas del módulo fotovoltaico de la instalación .....	15
Tabla 5.3 Especificaciones técnicas del módulo fotovoltaico de la instalación .....	15
Tabla 5.4 Características del inversor, entrada .....	17
Tabla 5.5 Características del inversor, salida .....	17
Tabla 5.6 Coeficientes de rendimiento del inversor .....	18
Tabla 5.7 Secciones del cableado .....	18

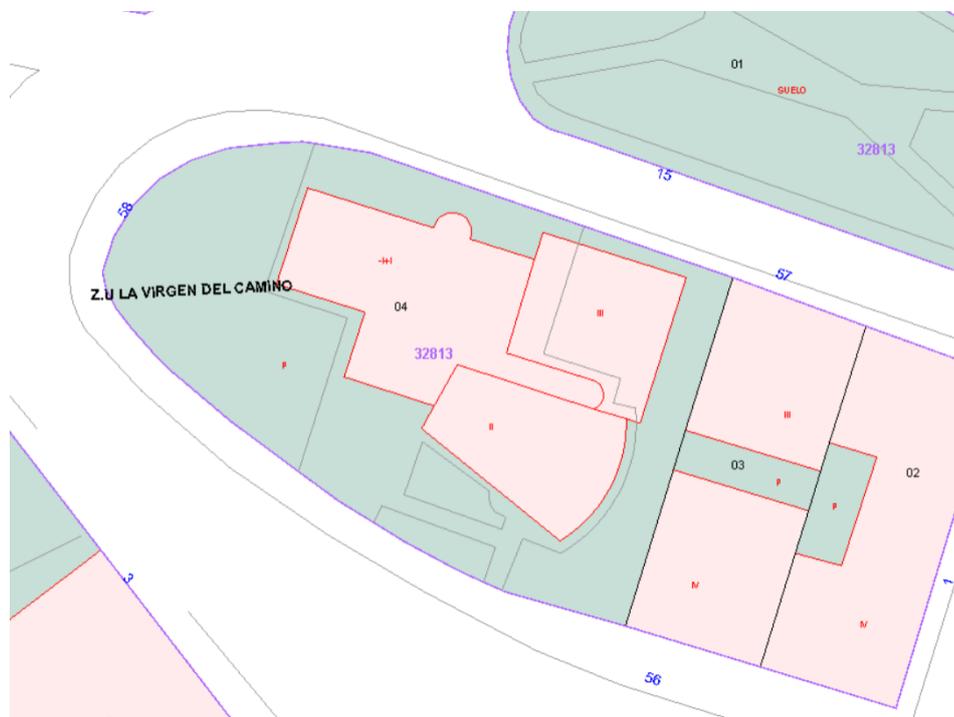
## 1 Objeto del proyecto

El presente proyecto detalla el estudio, dimensionado y ejecución de una instalación fotovoltaica de 9,4 kWp para reducir el consumo de la red en la Escuela de Música de Valverde de la Virgen y la Biblioteca Municipal La Virgen del Camino, situada ambas en un mismo edificio en la Virgen del Camino, León, para contribuir con la transición energética y la generación distribuida. Se situará la instalación en la azotea del mismo y constará con 20 módulos repartidos en 3 racks.

Se realizará el cálculo de la instalación, se revisará la facturación anual, posterior al cambio de tarificación y se sugerirán los ajustes convenientes en la misma.

## 2 Emplazamiento de la instalación [1] [2]

El emplazamiento de la instalación será en la Avenida de Aviación, número 58, en La Virgen del Camino, León. Según la sede del catastro se refiere a la parcela catastral 3281304TN8138S.



*Figura 2.1 Parcela catastral de la escuela de música y la biblioteca.*

En la Figura 2.1 Parcela catastral de la escuela de música y la biblioteca se puede observar la superficie de la que se dispone, pero no se encuentra actualizada, no se ve

reflejada la ampliación realizada en 2020 que consta de un edificio de dos plantas colindante con el último de la izquierda y consta de una superficie de 137 m<sup>2</sup>.



*Figura 2.2 Vista superior de la escuela de música y la biblioteca.*

Como se puede observar en la Figura 2.2 solo se podrá disponer de la parcela II (160 m<sup>2</sup>), III (144 m<sup>2</sup>) y de la ampliación que no viene reflejada en la misma (137 m<sup>2</sup>)  
 En total se dispondrá de una superficie de 441 m<sup>2</sup> para la instalación fotovoltaica.

### 3 Reglamentación y normas técnicas [3] [4]

**Ley 24/2013**, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.

**Real Decreto 1955/2000**, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.

**Real Decreto 842/2002**, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.

**Real Decreto-Ley 7/2006**, de 23 de junio, por el que se adoptan medidas urgentes en el sector energético.

**Real Decreto 1110/2007**, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.

**Real Decreto 1699/2011**, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.

**Real Decreto 1048/2013**, de 27 de diciembre, por el que se establece la metodología para el cálculo de la retribución de la actividad de distribución de energía eléctrica.

**Real Decreto 413/2014**, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.

**Real Decreto 900/2015**, de 9 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica de autoconsumo y de producción con autoconsumo.

**Real Decreto-Ley 15/2018**, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores.

**Real Decreto 244/2019**, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.

**Real Decreto 647/2020**, de 7 de julio, por el que se regulan aspectos necesarios para la implementación de los códigos de red de conexión de determinadas instalaciones eléctricas.

**Real Decreto 1183/2020**, de 29 de diciembre, de acceso y conexión a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica.

**Real Decreto-Ley 23/2020**, de 23 de junio, por el que se aprueban medidas en materia de energía y en otros ámbitos para la reactivación económica.

**Real Decreto-Ley 29/2021**, de 21 de diciembre, por el que se adoptan medidas urgentes en el ámbito energético para el fomento de la movilidad eléctrica, el autoconsumo y el despliegue de energías renovables.

**Orden TED/749/2020**, de 16 de julio, por la que se establecen los requisitos técnicos para la conexión a la red necesarios para la implementación de los códigos de red de conexión.

**Circular 1/2021**, de 20 de enero, de la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia, por la que se establece la metodología y condiciones del acceso y de la conexión a las redes de transporte y distribución de las instalaciones de producción de energía eléctrica.

**Normativa particular de Iberdrola Distribución Eléctrica, S.A.U.:**

**MT 3.53.01**, Condiciones técnicas de instalaciones de producción eléctrica conectadas a la red de i-DE redes eléctricas inteligentes.

**4 Generación y consumo de energía [5] [6]**

Mediante el estudio de tarificación que se describe en el anexo III se ha determinado que la escuela y la biblioteca tienen un consumo anual de 17825,446 kWh, teniendo un consumo medio diario que se ve reflejado en la siguiente tabla:

*Tabla 4.1 Consumo medio diario y mensual de la escuela y la biblioteca*

<b>MES</b>	<b>CONSUMO DIARIO (Wh)</b>	<b>CONSUMO MENSUAL (kWh)</b>
Enero	2379,72	1770,51
Febrero	2669,59	1793,97
Marzo	2762,22	2055,09
Abril	2090,26	1504,98
Mayo	2264,55	1684,83
Junio	1744,34	1255,92
Julio	1100,33	818,65
Agosto	1139,85	848,05
Septiembre	1234,99	889,19
Octubre	2092,94	1557,15
Noviembre	2687,25	1934,82
Diciembre	2301,47	1712,29

La generación mensual de la instalación de 9,4 kWp será la siguiente:

*Tabla 4.2 Generación mensual de la instalación*

<b>MES</b>	<b>GENERACIÓN MENSUAL (kWh)</b>
Enero	1100,12665
Febrero	1229,138924
Marzo	1531,63224
Abril	1315,688766
Mayo	1569,62234
Junio	1443,459206
Julio	1561,70096
Agosto	1489,315038
Septiembre	1384,313654
Octubre	1008,322866
Noviembre	776,529676
Diciembre	719,882644

Si se realiza un balance entre el consumo y la generación se puede observar mensualmente la energía que será necesaria de la red y el excedente generado que se venderá:

*Tabla 4.3 Balance consumo-excedente*

<b>MES</b>	<b>CONSUMO DE RED (kWh)</b>	<b>EXCEDENTE (kWh)</b>
Enero	1208,540752	538,156402
Febrero	1219,616276	654,7892
Marzo	1338,632218	815,172458
Abril	885,829758	696,534524
Mayo	1037,809608	922,604948
Junio	728,330114	915,86632

Julio	340,74977	1083,80173
Agosto	366,721364	1007,988402
Septiembre	385,944184	881,066838
Octubre	1098,327792	549,505658
Noviembre	1480,951092	322,660768
Diciembre	1262,408372	270,001016

## 5 Descripción de la instalación

### 5.1 Módulos fotovoltaicos [7] [8] [9]

A la hora de escoger el modelo de módulo fotovoltaico se ha hecho una búsqueda de varios modelos monocristalinos PERC y uno con una tecnología distinta pero con una alta eficiencia. Los modelos encontrados han sido los siguientes:

*Tabla 5.1 Comparación módulos fotovoltaicos*

	SUNFIELDS	CANADIAN SOLAR	JA SOLAR
<b>Modelo</b>	SUNPOWER MAXEON 3	HIKU	JAM72S20 445-470/MR
<b>Nº de células por módulo</b>	104	144	144
<b>Potencia nominal (W)</b>	400-370	450-425	470-445
<b>Eficiencia (%)</b>	22,6-20,9	20,37-19,24	21,2-20,0

Como se puede observar en la Tabla 4.1, de un mismo modelo existen diferentes rangos de potencias que van unidos a las diferentes eficiencias. Cabe destacar que el modelo SUNPOWER MAXEON es más pequeño comparado con los otros dos modelos, un dato a

tener en cuenta en caso de falta de superficie. Por otro lado, es el modelo con el rango de potencia inferior, pero con mayor eficiencia que los otros dos.

El modelo que se va a emplear en la instalación es el modelo JAM72S20 445-470/MR, ya que a pesar de tener una menor eficiencia es el de mayor potencia y es algo determinantes debido al espacio disponible.

Sus características mecánicas y sus especificaciones técnicas serán las siguientes:

*Tabla 5.2 Características mecánicas del módulo fotovoltaico de la instalación*

#### **CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS**

Tipo de celda	Mono PERC
Nº de células	144 (6x24)
Peso	24,7 kg
Dimensiones	2112x1052x35 mm
Nº de diodos bypass incorporados	3
Caja de protección de uniones	IP 68
Corte transversal del cable	4 mm <sup>2</sup>

*Tabla 5.3 Especificaciones técnicas del módulo fotovoltaico de la instalación*

#### **ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

Potencia máxima (Pmax)	470 Wp
Voltaje a máxima potencia (Vmax)	42,69 V
Corriente a máxima potencia (Imax)	11,01 A
Voltaje en circuito abierto (Voc)	50,31 V
Corriente de cortocircuito (Isc)	11,53 A

Eficiencia del módulo STC	21,2 %
Tolerancia de potencia (+)	1%
Temperatura de operación (°C)	-40~85 °C
Voltaje máximo del sistema	1500 V
Límite de corriente	20 A
Coeficiente de temperatura de la potencia máxima	-0,35%/°C
Coeficiente de temperatura de la tensión en circuito abierto	-0,272%/°C
Coeficiente de temperatura de la intensidad de cortocircuito	0,044%/°C
Temperatura nominal de operación de la celda	45±2°C

El número de módulos fotovoltaicos será 20, tal y como se ha determinado en el Anexo I.

Tabla 5.1 Comparación módulos fotovoltaicos

## 5.2 Estructura de los paneles fotovoltaicos [10]

La estructura sobre la que se dispondrán los paneles es una regulable (30° a 50°) compuesta por perfiles de aluminio y con un soporte que permite anclar a distintos tipos de suelos. El rack puede albergar hasta 4 módulos, pero mediante las uniones habilitadas en la estructura se pueden ensamblar más para hacer sistemas de un mayor número de módulos.

Se ha decidido emplear 3 racks, uno de 4 módulos, otro de 11 y finalmente uno de 5. Todos tendrán una inclinación de 37° y están orientados al sur. La distancia entre los racks será la calculada en el Anexo I que es de 2,8 metros.

## 5.3 Inversor [11]

Se ha determinado que se empleará un único inversor de 8000 W de salida.

Por lo tanto, con todo lo descrito en los apartados anteriores el inversor escogido debe soportar una potencia de entrada de 9,4 kWp, una tensión de entrada de 426,9 V y una intensidad de 11,01 A. Las características del inversor escogido son las siguientes:

Tabla 5.4 Características del inversor, entrada

<b>ENTRADA (CC)</b>	
Potencia máxima fotovoltaica	9680 W
Tensión nominal de entrada	600 V
Tensión máxima de entrada	1100 V
Tensión mínima de entrada	150 V
Tensión de entrada de inicio	180 V
Tensión PMP máxima	950 V
Tensión PMP mínima	160 V
Corriente máxima de entrada	12,5 A
Número de entradas CC por PMP	1/1
Número de PMP	2

Tabla 5.5 Características del inversor, salida

<b>SALIDA (CA)</b>	
Potencia nominal de salida	8000 W
Potencia máxima aparente	8800 VA
Tensión máxima de salida	400 V
Tensión mínima de salida	230 V
Corriente nominal de salida	11,6 A
Corriente máxima de salida	13,4 A
Frecuencia de red	50 Hz
Rango de frecuencias	45 - 55 Hz
Factor de potencia	0,8 adelantado - 0,8 retrasado

Distorsión armónica total (THDi)

&lt;2%, de la potencia nominal

Tabla 5.6 Coeficientes de rendimiento del inversor

**COEFICIENTES DE RENDIMIENTO**

Coeficiente máximo de rendimiento	98,6 %
Coeficiente europeo de rendimiento	98,2 %
Coeficiente de rendimiento de adaptación PMP	>99,5 %

Como se puede observar el inversor escogido tiene dos entradas independientes por lo que se emplearán ambas y se describirá en el siguiente apartado como se realizará la conexión entre los módulos dependiendo del inversor escogido.

#### 5.4 Conexión entre módulos

Los módulos o paneles para formar un conjunto de módulos se podrán colocar en serie o en paralelo.

Si se disponen en serie el voltaje de la unión será la suma de los voltajes de cada uno de los módulos, mientras que la intensidad resultante será igual a la proporcionada por uno solo de ellos. La conexión en paralelo dará como resultado la tensión proporcionada por un módulo y su intensidad será la suma de las intensidades de los módulos.

Se ha determinado que se van a emplear las dos entradas del inversor, estando compuesta cada una de ellas por un string de 10 módulos que cumple con las condiciones del inversor, una tensión dentro del rango de funcionamiento del inversor que esté entre 950 y 160 V y una corriente que debe ser inferior a la máxima de entrada, siendo ambas de 12,5 A.

Ambas condiciones se cumplen ya que la tensión del string será de 426,9 V y la corriente 11,01 A, cumpliendo para ambas entradas.

#### 5.5 Cableado [12] [13]

Según el Anexo I, se han determinado las siguientes secciones para la instalación eléctrica:

Tabla 5.7 Secciones del cableado

Conexión	Longitud [m]	Sección [mm <sup>2</sup> ]
Módulos	40	10
Caja de protecciones cc	20	10
Inversor	5	10
Contador	25	10

Todos los cálculos han sido comprobados con la herramienta Prysmitool.

El conductor seleccionado es el modelo AFUMEX IRISTECH 1000V RZ1-K0,6/1KV 3G1,5 con referencia 20045552 de la marca PRYSMIAN.

Este conductor va acompañado por una canalización de PVC que protege a los conductores, exceptuando la conexión entre módulos. Se ha escogido un tubo rígido libre de halógenos, blindado de 20 mm<sup>2</sup> de diámetro. El modelo es RKHF de GEWISS.

## 5.6 Protecciones

Se debe de tener en cuenta que es necesario un cuadro de protecciones para el tramo en continua y otro cuadro para el tramo de alterna.

### 5.6.1 Cuadro de protecciones de corriente continua [14]

En este lado se dispondrá antes de la llegada al inversor de 4 fusibles gVP, uno para cada línea eléctrica, de 12 A y una tensión de 1000 V, como medida de corte inmediata en caso de superar la corriente admitida por el inversor. Sus dimensiones son de 10x38 y estarán colocados en un armario aislado situado próximo al inversor.

También se dispondrá de un elemento de corte que estará dispuesto junto al inversor, para poder desconectar la instalación generadora.

### 5.6.2 Cuadro de protecciones de corriente alterna [15] [16]

El cuadro de protecciones de corriente alterna albergará:

- Interruptor magnetotérmico de Siemens de 40 A de intensidad nominal.
- Interruptor diferencial de Siemens, de 300mA, con una corriente nominal de 40 A y una tensión de 400 V. El modelo es el 5SM36446.

Finalmente, junto al contador inteligente que pertenece a la instalación ya existente, se reconfigurará el interruptor de corte general que viene junto al contador, para la nueva potencia de la instalación.

### 5.7 Puesta a tierra

Siguiendo con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000, en el artículo 12, sobre las condiciones de puesta a tierra en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión. La puesta a tierra se hará de forma que no se alteren las condiciones de puesta a tierra de la red, asegurando así que no se producen transferencias de defectos a la red de distribución.

La instalación generadora deberá disponer de una separación galvánica entre la red de distribución de baja tensión y la instalación. Las masas de la instalación generadora estarán conectadas a una tierra independiente al neutro de la distribuidora, así como de las masas del resto del suministro.

### 5.8 Conexión a la red eléctrica

Se debe de seguir lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000, en los artículos 8 y 9, sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

El funcionamiento de la instalación fotovoltaica no debe provocar averías, disminuciones de las condiciones de seguridad ni alteraciones superiores a las admitidas por la normativa, que en este caso depende de i-De, del Grupo Iberdrola.

La potencia total de la instalación no debe superar el 50 por ciento de la capacidad de la línea en el punto de conexión.

## 6 Venta de energía

La venta de energía excedente se realizará mediante una tarifa 2.0TD de a comercializadora Iberdrola, en la que el excedente de energía se pagará a 0,051€/kWh.

En el Anexo III se desarrolla como sería las facturas mensuales con esta nueva modalidad y que ahorro supondría anualmente.

## 7 Subvenciones

Seguendo el Real Decreto 477/2021, la instalación puede optar a las subvenciones pertenecientes al programa de incentivos 4. Según el Anexo II de este Real Decreto los valores en ayudas serán entre 500 y 1000 €/kWp, por lo que podrían llegar a alcanzarse los 9400 € de subvención.

Si posteriormente se decidiese instalar almacenamiento en forma de baterías, también se podrán solicitar estas ayudas, ya que el grupo al que pertenece la instalación lo permite.

# DOCUMENTO N°3. ANEXOS

# ANEXO I: CÁLCULOS

## ÍNDICE

DOCUMENTO Nº3. ANEXOS .....	22
ANEXO I: CÁLCULOS.....	23
1 Introducción .....	27
2 Consumo y generación energética .....	27
2.1 Consumo .....	27
2.2 Generación.....	28
2.3 Cálculo de la potencia de la instalación.....	29
3 Diseño de la instalación fotovoltaica.....	31
3.1 Cálculo de módulos fotovoltaicos.....	31
3.2 Cálculo de distancia mínima entre módulos .....	32
3.3 Conexión de los módulos.....	32
3.4 Cálculo de secciones .....	33
3.5 Cálculo de las protecciones .....	37
3.5.1 Fusibles .....	37
3.5.2 Interruptor magnetotérmico.....	37
3.5.3 Interruptor diferencial.....	37

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Esquema de la distancia mínima entre módulos [16] .....	32
--	----

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Consumo energético mensual .....	27
Tabla 2.2 Generación mensual, instalación 1 kWp .....	28
Tabla 2.3 Generación mensual, instalación 9,4 kWp .....	29
Tabla 2.4 Explicación del cálculo de la potencia instalada .....	30
Tabla 2.5 Balance consumo-excedente .....	31
Tabla 3.1 Datos para el cálculo de la distancia mínima entre módulos .....	32
Tabla 3.2 Conexión entre los módulos fotovoltaicos .....	33
Tabla 3.3 Cálculo de secciones .....	35
Tabla 3.4 Cálculo criterio térmico .....	36

## 1 Introducción

Para realizar el cálculo de la potencia necesaria para la instalación se han aprovechado los cálculos elaborados para el Anexo III. Se han obtenido los datos de consumo durante un año a partir de la distribuidora, en este caso Iberdrola Distribuidora, y los datos de generación a partir de la herramienta de PVGIS.

## 2 Consumo y generación energética

Por medio del estudio del consumo y de la generación se puede determinar la potencia de la instalación y conocer también que excedente generará nuestra instalación.

### 2.1 Consumo

Mediante el estudio de las tarifas que se ha realizado se ha determinado el consumo mensual del edificio:

*Tabla 2.1 Consumo energético mensual*

<b>MES</b>	<b>CONSUMO MENSUAL (kWh)</b>
Enero	1770,51
Febrero	1793,97
Marzo	2055,09
Abril	1504,98
Mayo	1684,83
Junio	1255,92
Julio	818,65
Agosto	848,05
Septiembre	889,19
Octubre	1557,15
Noviembre	1934,82

Diciembre

1712,29

## 2.2 Generación

Mediante la herramienta PVGIS se ha obtenido la generación de la instalación que se va a realizar. Para ello se han descargado los datos de irradiación desde el 2005 hasta 2020 con el ángulo óptimo, se ha hecho la media de todos ellos y se ha determinado que sea de 37°. Una vez realizado este cálculo se han descargado los datos de irradiación horaria del último año (no bisiesto), disponible, que en este caso es 2019 y con el ángulo de inclinación óptimo, 37°, calculado previamente. Se han obtenido los siguientes datos de generación con 1 kWp de potencia instalada:

*Tabla 2.2 Generación mensual, instalación 1 kWp*

<b>MES</b>	<b>GENERACIÓN MENSUAL (kWh)</b>
Enero	117,03475
Febrero	130,75946
Marzo	162,9396
Abril	139,96689
Mayo	166,9811
Junio	153,55949
Julio	166,1384
Agosto	158,43777
Septiembre	147,26741
Octubre	107,26839
Noviembre	82,60954
Diciembre	76,58326

La potencia pico instalada es de 9,4 kWp, por lo que la generación mensual con esta es la siguiente:

*Tabla 2.3 Generación mensual, instalación 9,4 kWp*

<b>MES</b>	<b>GENERACIÓN MENSUAL (kWh)</b>
Enero	1100,12665
Febrero	1229,138924
Marzo	1531,63224
Abril	1315,688766
Mayo	1569,62234
Junio	1443,459206
Julio	1561,70096
Agosto	1489,315038
Septiembre	1384,313654
Octubre	1008,322866
Noviembre	776,529676
Diciembre	719,882644

### 2.3 Cálculo de la potencia de la instalación

Mediante los datos horarios desarrollados, a partir de los cuales se han realizado la Tabla 2.1 y la Tabla 2.2, se ha elaborado una hoja de cálculo con el siguiente formato:

Tabla 2.4 Explicación del cálculo de la potencia instalada

FECHA-HORA	CONSUMO (Wh)	GENERACIÓN (Wh)	POTENCIA (kWp)	TOTAL GENERACIÓN (Wh)	TOTAL CONSUMO (Wh)	CONSUMO - GENERACIÓN (Wh)	CONSUMO DE RED (Wh)	EXCEDENTE (Wh)
Fecha y hora	Consumo obtenido de la distribuidora	Generación 1kWp obtenido del PVGIS	Potencia (kWp) a instalar	Producto entre la GENERACIÓN y la POTENCIA, para determinar la generación total con la potencia escogida para la instalación	Repetición del consumo	TOTAL CONSUMO menos TOTAL GENERACIÓN. Si es positivo el resultado se necesitará energía de la red, en caso contraria existirá excedente	Valores positivos de la columna CONSUMO - GENERACIÓN	Valores negativos de la columna CONSUMO - GENERACIÓN

A partir de las dos últimas columnas de la Tabla 2.4 se obtiene un resumen de cada mes que determinará la energía necesaria de la red y el excedente generado hora a hora.

Se ha determinado que la instalación sea de 9,4 kWp obteniendo el siguiente balance de consumo-excedente:

*Tabla 2.5 Balance consumo-excedente*

<b>MES</b>	<b>CONSUMO DE RED (kWh)</b>	<b>EXCEDENTE (kWh)</b>
Enero	1208,540752	538,156402
Febrero	1219,616276	654,7892
Marzo	1338,632218	815,172458
Abril	885,829758	696,534524
Mayo	1037,809608	922,604948
Junio	728,330114	915,86632
Julio	340,74977	1083,80173
Agosto	366,721364	1007,988402
Septiembre	385,944184	881,066838
Octubre	1098,327792	549,505658
Noviembre	1480,951092	322,660768
Diciembre	1262,408372	270,001016

### 3 Diseño de la instalación fotovoltaica

#### 3.1 Cálculo de módulos fotovoltaicos

Se ha determinado, mediante la condición del espacio disponible que la instalación estará compuesta por 20 módulos fotovoltaicos de 470 W y un inversor de 8 kW.

### 3.2 Cálculo de distancia mínima entre módulos

Datos necesarios para el cálculo de la distancia entre módulos:

Tabla 3.1 Datos para el cálculo de la distancia mínima entre módulos

Diferencia de altura entre módulos (h)	Latitud	Longitud del módulo (L)	Ángulo de inclinación del módulo ( $\alpha$ )
$h = L \times \sin \alpha$ $h = 2,112 \times \sin 37$	42,583 °	2,112 m	37 °

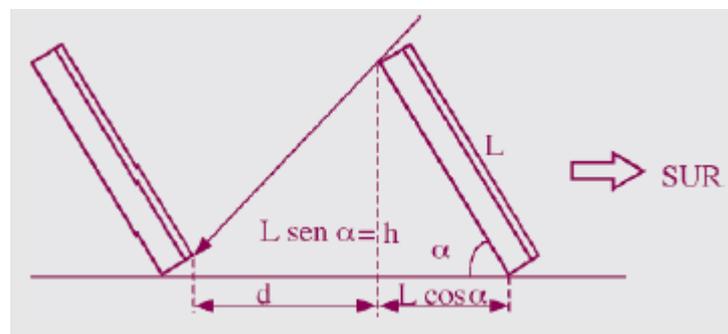


Figura 3.1 Esquema de la distancia mínima entre módulos [17]

La distancia mínima entre módulos (d) se determina mediante la siguiente ecuación:

$$d = \frac{h}{\tan(67 - \text{latitud})} = \frac{2,112 \times \sin 37}{\tan(67 - 42,583)}$$

$$d = 2,8 \text{ m}$$

Se optará por una distancia de 2,8 m entre racks.

### 3.3 Conexión de los módulos

Los módulos o paneles para formar un conjunto de módulos se podrán colocar en serie o en paralelo. Para determinar el número de módulos en serie y en paralelo se han realizado los siguientes cálculos:

- Conexión en serie:
  - o Cálculo del número máximo de módulos en serie, se escoge el más restrictivo:

$$N_{S1} = \frac{V_{M(INV)}}{V_{ocM}}$$

$$N_{S2} = \frac{V_{mppM(INV)}}{V_{mppM(MOD)}}$$

- Cálculo del número mínimo de módulos en serie:

$$N_{S3} = \frac{V_{mppm(INV)}}{V_{mppM(MOD)}}$$

- Conexión en paralelo:

$$N_{String} = \frac{I_{DCM(INV)}}{I_{sc(MOD)}}$$

Los resultados obtenidos son los siguientes:

*Tabla 3.2 Conexión entre los módulos fotovoltaicos*

#### CONEXIÓN ENTRE MÓDULOS

Ns 1	Ns 2	Nº máx. en serie	Nº mín. en serie	Nº ramas paralelo (1)	Nº ramas paralelo (2)
22	22	22	4	1	1

Como el número total de módulos de la instalación es 20, se determina que se emplearán las dos conexiones del inversor, conectando en cada un string de 10 módulos.

Cumpliendo con que la tensión del string es de 426,9 V y la tensión máxima de entrada del inversor es de 950 V y cumpliendo también con la condición de intensidad máxima de entrada, siendo la del string de 11,01 A y la de entrada del inversor 12,5 A.

### 3.4 Cálculo de secciones

Se ha realizado el cálculo de los distintos tramos de conexión de la instalación fotovoltaica, empleando las siguientes formulas:

$$\Delta U = \frac{2 L P}{\sigma U n S \eta}$$

$$\Delta U_{ac} = \frac{L P}{\sigma U S}$$

Según lo dispuesto en el IDEA, la caída de tensión máxima en el tramo de corriente continua no debe de ser superior a 1,5% y en el caso de alterna del 2%. Como se puede observar en los cálculos realizados en ninguno de los dos casos se superan estas disposiciones máximas. También se ha realizado el cálculo siguiendo el criterio térmico, que limita la máxima intensidad que puede circular por el cable. Se establece el margen del 25%, por lo que el cable debe resistir una intensidad de 1,25 veces la intensidad máxima. Como se puede observar en los cálculos realizados, esta condición también se cumple.

Tabla 3.3 Cálculo de secciones

**CÁLCULO DE LA SECCIÓN DEL CABLEADO POR CAIDA DE TENSIÓN**

Conexión	Longitud del cable [m]	Potencia de cálculo [W]	Conductividad térmica [m/Ω*mm <sup>2</sup> ]	Tensión en la rama [V]	Rendimiento	nº de conductores por fase	Caída de tensión máxima admisible	Sección [mm <sup>2</sup> ]	ΔU [V]	Caída de tensión [%]	U máxima pérdida
Entre módulos contiguos	40	4700	45,49	426,9	1	1	0,50%	10	1,9361	0,4535	2,1345
Módulos-Caja protecciones	20	4700	45,49	426,9	1	1	0,50%	10	0,9680	0,2267	2,1345
Caja protecciones-Inversor	5	4700	45,49	426,9	1	1	0,50%	10	0,2420	0,0566	2,1345
										0,7370	
Conexión	Longitud del cable [m]	Potencia de cálculo [W]	Conductividad térmica [m/Ω*mm <sup>2</sup> ]	Tensión en la rama [V]			Caída de tensión máxima admisible	Sección [mm <sup>2</sup> ]	Caída de tensión [V]	Caída de tensión [%]	
Inversor-Contador	25	9400	45,49	400			2%	10	1,2914	0,3228	8

Tabla 3.4 Cálculo criterio térmico

**CÁLCULO DE LA SECCIÓN DEL CABLEADO POR CRITERIO TÉRMICO**

<i>Conexión</i>	Corriente de la línea [A]	Corriente del conductor [A]*	Criterio térmico	Corriente admisible [A]
<i>Entre módulos contiguos</i>	11,01	68	1,25	13,7625
<i>Módulos-Caja protecciones</i>	11,01	68	1,25	13,7625
<i>Caja protecciones-Inversor</i>	11,01	68	1,25	13,7625
<i>Inversor-Contador</i>	12,5	60	1,25	15,625

(\*) Los valores de corriente del conductor se han obtenido del REBT ITC-19, que muestra las intensidades admisibles de los conductores.

## 3.5 Cálculo de las protecciones

### 3.5.1 Fusibles

Para el cálculo de los fusibles se ha realizado teniendo en cuenta que la corriente máxima de estos debe ser menor que la del cable y la intensidad de cortocircuito del inversor por ello se ha escogido unos fusibles de 12 A y 1000V.

### 3.5.2 Interruptor magnetotérmico

Para el cálculo de esta protección se ha tenido en cuenta la corriente máxima admisible por el conductor, 68 A, y la corriente de funcionamiento del circuito eléctrico dada por el inversor, 13,4 A.

El valor de la intensidad que determinará la protección debe encontrarse entre los dos anteriores. Se ha optado por un magnetotérmico de 40 A.

### 3.5.3 Interruptor diferencial.

Para poder escoger este elemento se han seguido las instrucciones del REBT, la norma ITC-BT-25, indica que el interruptor diferencial a emplear en este caso, otras aplicaciones no domésticas, debe tener una intensidad diferencial-residual máxima de 300mA.

ANEXO II:  
ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y  
SALUD LABORAL [18]

## ÍNDICE

ANEXO II:	ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD LABORAL [17]	38
1	Objetivo del estudio de seguridad y salud	41
2	Datos generales de obra	41
2.1	Descripción general de la actividad	41
2.2	Descripción de la obra	41
2.3	Emplazamiento	41
2.4	Maquinaria y herramientas previstas en la obra	41
3	Identificación y análisis de los riesgos laborales	42
3.1	Análisis de los riesgos laborales clasificados por fases de la obra	42
3.1.1	Fase de obra: Actuaciones previas	42
3.1.2	Fase de obra: Estructura metálica para fijación de los paneles	43
3.1.3	Fase de obra: Instalación de paneles fotovoltaicos	44
3.1.4	Fase de obra: Instalación eléctrica	46
3.2	Análisis de los riesgos laborales clasificados por maquinaria utilizada en obra	50
3.2.1	Camión grúa	50
3.2.2	Sierra radial	52
3.2.3	Taladro portátil	53
3.2.4	Herramientas manuales	54
3.3	Análisis de los riesgos laborales clasificados por medios auxiliares utilizados en obra	55
3.3.1	Plataforma elevadora	55
4	Instalaciones de higiene y bienestar de los trabajadores	61
5	Obligaciones del promotor	61
6	Coordinador en materia de seguridad y salud	61
7	Plan de seguridad y salud	62
8	Obligaciones de contratistas y subcontratistas	62
9	Obligación de los trabajadores autónomos	63

10	Libro de incidencias .....	63
11	Paralización de los trabajos .....	64
12	Derechos de los trabajadores.....	64

## 1 Objetivo del estudio de seguridad y salud

El Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, en el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, reflejadas en el apartado 2 del Artículo 4.

## 2 Datos generales de obra

### 2.1 Descripción general de la actividad

El objetivo del estudio es poder definir las características de seguridad y salud que se deben de mantener en la instalación fotovoltaica de autoconsumo de 9,4 kWp y poder justificar y valorar los distintos materiales que se van a emplear.

### 2.2 Descripción de la obra

La obra que se va a realizar incluye:

- Montaje de los sistemas para asegurar la seguridad de las personas y los objetos.
- Instalación de las estructuras de soporte en la azotea del edificio.
- Instalación eléctrica de baja tensión referida a los cuadros eléctricos, las líneas receptoras y la conexión de puesta a tierra.
- Instalación y conexión de los 20 módulos fotovoltaicos de 470 W sobre las estructuras de soporte previamente instaladas.
- Instalación de los inversores.
- Prueba y puesta en marcha.

### 2.3 Emplazamiento

La instalación de autoconsumo fotovoltaica se situará en la azotea del edificio de la biblioteca municipal de Valverde la Virgen, situado en Av. De Aviación, 58, 24198 La Virgen del Camino, León.

### 2.4 Maquinaria y herramientas previstas en la obra

Los elementos que se emplearán en la obra serán:

- Herramientas eléctricas: Taladradora, polímetro, sierra radial eléctrica

- Herramientas de combustión: Pistola de clavos
- Herramientas de mano: Destornillador, nivel, martillo, tijera, pelacables, cizalla cortacables, caja de herramientas dieléctricas homologada y otras herramientas manuales.
- Herramientas de tracción: Ternaes, trócolas y poleas.

También será necesaria una plataforma elevadora.

### 3 Identificación y análisis de los riesgos laborales

Se debe revisar diariamente los medios de protección colectiva, reparando o reponiendo aquellos que se encuentren dañados. Del mismo modo, cuando se entreguen los equipos de protección individual a cada trabajador (EPI), se le hará entrega también de las normas de actuación durante el transcurso de la obra, indicando la obligatoriedad del uso de los EPIS.

#### 3.1 Análisis de los riesgos laborales clasificados por fases de la obra

A continuación, se identifican y analizan los riesgos por fases de obra:

##### 3.1.1 Fase de obra: Actuaciones previas

Riesgos y causas más comunes:

- Atropellos originados por maquinaria.
- Vuelcos o deslizamientos de vehículos.
- Caídas en el mismo nivel.
- Generación de polvo.
- Desplome del material.
- Aplastamiento de articulaciones.
- Sobre esfuerzos.

Equipos de protección colectiva:

- Señalización.
- Vallado de la obra.
- Tapado de zanjas de acometidas por medio de tablas de madera.

Equipos de protección individual:

- Guantes de uso general.
- Botas de seguridad.
- Casco homologado.
- chaleco reflectante.

Medidas preventivas:

Se hará un reconocimiento de la azotea y alrededores comprobando que no existe ningún riesgo que no esté previsto. Se realizará también el vallado de la obra, para así impedir la entrada a la misma, dejando accesos para los peatones y los vehículos de obra.

Se deberán de colocar las señales de obra necesarias para indicar y avisar el tipo de actividad que se está desarrollando.

Deberá comprobarse la existencia de los siguientes documentos:

- Plan de seguridad y salud, que deberá estar aprobado y visado por el coordinador de seguridad y salud de la obra.
- Libro de incidencias, que deberá estar sellado y firmado por el coordinador mencionado anteriormente y la empresa adjudicataria.
- Comunicación de apertura del centro de trabajo.
- Libro de subcontratación.

**3.1.2 Fase de obra: Estructura metálica para fijación de los paneles.**

Riesgos y causas más comunes:

- Caídas al mismo o distinto nivel.
- Golpes o cortes con objetos o máquinas.
- Ruido.
- Pisada sobre objetos punzantes.
- Caída de objetos o máquinas.
- Sobreesfuerzos debido al trabajo de rodillas, agachado o doblado.
- Contactos eléctricos directos por mal uso de máquinas eléctricas.

Equipos de protección colectiva:

- Utilizar maquinaria con marcado CE, que estén provistas de todos los elementos de seguridad necesarios.
- Iluminación adecuada.
- Correcta señalización.
- Barandilla de protección de perímetro de la cubierta, compuesta por guarda cuerpos metálicos cada 2,5 m.

Equipos de protección individual:

- Guantes de uso general.
- Botas de seguridad.
- Casco homologado.
- Gafas protectoras de ojos y cara.
- Protecciones auditivas contra el ruido.
- Cinturón portaherramientas.
- Cinturones de sujeción o anticaídas de altura.
- Línea horizontal de seguridad.
- Traje impermeable de un material plástico sintético.
- Guantes y manoplas de material aislante.
- Casco aislante.
- Ropa aislante,
- Botas de seguridad aislantes.

Medidas preventivas:

La iluminación de la zona de obra se realizará mediante portátiles y se deberá hacer con portalámparas estancos que tengan mangos aislantes y rejillas de protección de la bombilla y se alimentarán a 24V. Las distintas zonas de trabajo deben tener una iluminación mínima de 100 lux, medidos a una altura sobre el suelo entorno a los dos metros.

Estará prohibido la conexión de cables eléctricos a los cuadros de alimentación sin emplear las clavijas macho-hembra.

**3.1.3 Fase de obra: Instalación de paneles fotovoltaicos**

Riesgos y causas más comunes:

- Piso resbaladizo.
- Corrientes de aire.
- Exposición a condiciones meteorológicas adversas como frío o calor intenso.
- Caídas al mismo o distinto nivel.
- Caída de objetos o máquinas.
- Golpes o cortes con objetos o máquinas.
- Proyección de objetos.
- Pisadas sobre objetos punzantes.
- Sobreesfuerzos debido al trabajo de rodillas, agachado o doblado.
- Contactos eléctricos directos por el mal uso de la maquinaria eléctrica.
- Contactos eléctricos indirectos.

Equipos de protección colectiva:

- Correcta señalización
- Barandilla de protección de perímetros de forjados, formado por guarda cuerpos metálicos cada 2,5 m.
- Red vertical de seguridad de malla de poliamida de 10x10 cm de paso, anudada con cuerda de 3 mm de diámetro en módulos de 10x5 m.

Equipos de protección individual:

- Guantes de uso general.
- Botas de seguridad.
- Casco homologado.
- Gafas protectoras de ojos y cara.
- Protecciones auditivas contra el ruido.
- Cinturón portaherramientas.
- Cinturón de sujeción o anticaídas de altura.
- Línea horizontal de seguridad.
- Traje impermeable de un material plástico sintético.
- Guantes y manoplas de material aislante.
- Casco aislante.
- Ropa aislante.

- Botas de seguridad aislantes.

Medidas preventivas:

- Se deberán ejecutar los petos y recercados de los huecos que existan.
- El acceso a planos inclinados se deberá hacer por huecos en el suelo de dimensiones nunca inferiores a 50x70 cm, y se hará por medio de escaleras de mano que sobrepasan en un metro la altura a salvar.
- Las plataformas de izado se recibirán mediante cabos y nunca con las manos.
- Los paneles se repartirán de tal modo que no existan sobrecargas.
- Se mantendrán los andamios metálicos.
- Se detendrán todos los trabajos sobre cubiertas cuando existan vientos superiores a 60 km/h, lluvia, helada y nieve.
- Estará prohibido circular bajo cargas que estén en suspensión

Se deberá comprobar también lo siguiente:

- Todos los operarios tienen los EPIS correspondientes y se emplean de manera adecuada.
- El buen estado del anclaje de las líneas de vida en servicio.
- Se mantiene la limpieza y el orden en la obra.
- Los operarios están suficientemente cualificados para la tarea que desempeñan.
- En los bordes de los forjados existen redes de seguridad.
- Se paralizan los trabajos si no se cumplen con las condiciones meteorológicas óptimas.
- No permanecen trabajadores bajo las zonas de circulación de cargas en suspensión.
- Se guardan las distancias de seguridad con líneas eléctricas aéreas.
- Durante los trabajos en altura en los que no se disponga de protección suficiente, los operarios llevarán arnés de seguridad, el cual tendrá previsto unos puntos fijos de enganche en la estructura.

### 3.1.4 Fase de obra: Instalación eléctrica

Riesgos y causas más comunes:

- Caídas al mismo o distinto nivel.

- Golpes, cortes o atrapamientos con objetos o máquinas.
- Contactos eléctricos directos e indirectos.
- Cortocircuitos y arcos eléctricos.

Equipos de protección individual:

- Guantes y manoplas de material aislante.
- Casco aislante.
- Ropa aislante.
- Botas de seguridad aislantes.

Medidas preventivas:

Para trabajos sin tensión:

Es necesario identificar la zona de trabajo y los elementos de la instalación en los que se va a trabajar, formando esta parte a la planificación del trabajo.

Se recomienda diseñar procedimientos por escrito para suprimir la tensión en las instalaciones complejas, debido a la multitud de equipos y redes existentes.

Se deben seguir “las cinco reglas de oro” durante el proceso de suprimir la tensión:

1. Desconectar.
2. Prevenir cualquier realimentación.
3. Verificar la ausencia de tensión.
4. Poner a tierra y cortocircuito.
5. Proteger frente a elementos próximos en tensión y establecer una señalización de seguridad para así delimitar la zona de trabajo.

Reposición de la tensión:

Se seguirá el proceso inverso para suprimir la tensión:

1. Retirada de protecciones y señalización.
2. Retirada de la puesta a tierra y el cortocircuito. Se comenzará por las pinzas de los elementos más próximos hasta llegar finalmente a la puesta a tierra.
3. Retirar los elementos de corte.
4. Cierre de los circuitos para la reposición de la tensión.

Se deberá prestar especial atención a los siguientes aspectos:

- Notificar previamente a los trabajadores que se va a reponer la tensión.
- Comprobar que todos los trabajadores, excepto los que deben actuar en la reposición, han abandonado la zona.
- Asegurar la retirada total de las puestas a tierra y en cortocircuito.
- Informar que se va a proceder a la conexión al responsable de la instalación.
- Accionar los aparatos de maniobra correspondientes.

#### Trabajos en tensión:

Este trabajo debe ser realizado por trabajadores cualificados que deben seguir un procedimiento estudiando e incluso ensayado cuando su complejidad lo requiera.

Los trabajos que se desarrollen en lugares con una comunicación difícil, se deberán realizar con, al menos, dos trabajadores con formación en materia de primeros auxilios.

#### Precauciones a tener en cuenta:

- Mantener las manos protegidas con guantes aislantes adecuados al trabajo que se va a desempeñar.
- Realizar el trabajo sobre una alfombra o banqueta aislante, que se encuentre sobre un apoyo seguro y estable.
- Vestir ropa de trabajo, sin elementos conductores.
- Emplear herramientas aisladas, específicas para estos trabajos.
- Aislar las partes activas y los elementos metálicos en la zona de trabajo mediante protectores adecuados. Entre estos elementos se encuentran:
  - o Accesorios aislantes para cubrir las partes activas o masa.
  - o Útiles aislantes o aislados tales como pinzas, puntas de prueba, etc.
  - o Pértigas aislantes.
  - o Dispositivos aislantes o aislados tales como banquetas o alfombras ya mencionadas anteriormente.
  - o Equipos de protección individual para evitar el riesgo eléctrico.

Los equipos y materiales que se van a emplear para realizar los trabajos en tensión se elegirán dependiendo de:

- Las características del trabajo y de los trabajadores.
- La tensión de servicio.

Los trabajadores deberán disponer de un apoyo adecuado, sólido y estable, que les permita mantener las manos libres. También deberán tener una iluminación que les permita su trabajo en condiciones de visibilidad adecuada.

En los trabajos realizados al aire libre se deberá tener en cuenta las condiciones ambientales desfavorables, de tal manera que el trabajador se encuentre protegido en todo momento. Se suspenderán los trabajos en caso de tormenta, lluvia, viento fuerte, nevadas o cualquier otra condición meteorológica que dificulte la visibilidad o la manipulación de las herramientas.

Los trabajos en las instalaciones interiores directamente conectadas a líneas aéreas eléctricas se deberán interrumpir en caso de tormenta.

La reposición de fusibles en instalaciones de baja tensión:

- La podrá realizar un trabajador autorizado, no necesariamente cualificado, únicamente cuando la maniobra del portafusibles conlleve la desconexión del fusible y el material contiene una protección contra contactos directos y posibles arcos eléctricos.
- Se empleará la herramienta adecuada para cada tipo de fusible, quedando expresamente prohibido el uso de alicates.
- Se intentará realizar esta maniobra sin carga o con la menor carga posible para evitar los arcos eléctricos.

Los EPIS más importantes durante los trabajos en baja tensión son los guantes dieléctricos, que deben cumplir los siguientes requisitos:

- Marcas obligatorias:
  - Símbolo (doble triángulo).
  - Nombre, marca registrada o identificación del fabricante.
  - Categoría.
  - Talla.
  - Clase.
  - Mes y año de fabricación.
  - Marca.

- Los guantes dieléctricos deberán contener alguno de los siguientes sistemas: Una banda rectangular o una banda sobre la que poder perforar agujeros. Es necesario para conocer las fechas de puesta en servicio, verificaciones y controles periódicos.
- Recomendaciones sobre como emplear correctamente los guantes según el fabricante.

Sobre los guantes también se debe señalar las instrucciones sobre el almacenamiento de los mismos. Su lugar de almacenamiento será su propio embalaje, prestando atención a que no se aplasten, ni se doblen, ni se coloquen próximos a radiadores u otras fuentes artificiales de calor. Tampoco se deberán exponer a los rayos del sol, a la luz artificial o a fuentes de ozono.

### 3.2 Análisis de los riesgos laborales clasificados por maquinaria utilizada en obra.

#### 3.2.1 Camión grúa

##### Riesgos y causas

- Accidentes en trayecto hacia el punto de trabajo.
- Vuelco del camión-grúa.
- Atrapamientos por transmisiones.
- Caídas al subir o bajar a la zona de mandos.
- Corrimientos de tierra debidos a excavaciones próximas.
- Aplastamiento por caída de carga en suspensión.
- Contacto eléctrico de la pluma con líneas aéreas.
- Incendios debidos a sobretensiones.
- Quemaduras por realización de trabajos de reparación o mantenimiento.
- Atropello de personas.
- Desplome de la carga.
- Golpes por la carga a muros.

##### Medidas preventivas:

- Prohibido sobrepasar la carga máxima admisible que esta fijada por el fabricante del camión en función de la extensión del brazo de la grúa.

- Las rampas de acceso a los tajos no superarán las pendientes de 20% para prevenir atoramientos o vuelcos.
- Prohibido realizar suspensión de cargas en forma lateral cuando la superficie en la que se encuentra apoyada el camión esté inclinada hacia el lado de la carga, para prevenir vuelcos.
- Prohibido realizar arrastres de cargas con el camión-grúa.
- Se deberá guiar mediante cabos de gobierno las cargas en suspensión con el fin de evitar golpes y balanceos.
- Prohibido la permanencia de personas alrededor del camión a una distancia inferior a 5 m.
- Prohibido permanecer bajo cargas en suspensión.
- Mantener el camión-grúa alejado de terrenos inseguros.
- Evitar pasar el brazo de la máquina sobre el personal.
- Se debe subir y bajar del camión-grúa por los lugares previstos para ello.
- Se debe asegurar la correcta inmovilización del brazo de la máquina antes de iniciar ningún desplazamiento.
- No se permite que nadie se suba a la carga.
- Se deben mantener los zapatos limpios en la cabina, sin barro ni grava, para evitar que se resbalen durante una maniobra o durante la marcha.
- No se deben realizar arrastres de carga ni tirones.
- No se debe sobrepasar la carga máxima autorizada para ser izada.
- Solo se debe levantar una sola carga cada vez.
- Se debe estabilizar la máquina antes de levantar ninguna carga, para ello se deben poner en servicio los gatos estabilizadores totalmente extendidos.
- No se debe dejar la máquina abandonada con carga suspendida.
- No se deben realizar operaciones bajo la carga en suspensión.
- Evitar el contacto con el brazo en servicio ya que se pueden sufrir atrapamientos.
- Se deben comprobar los dispositivos de frenado antes de poner en servicio la grúa.
- Emplear las prendas de protección adecuadas.
- Está prohibido dar marcha atrás sin la presencia y ayuda de un señalista.

- Todos los ganchos de cuelgue, aparejos, balancines y eslingas o estribos deben de disponer de pestillos de seguridad.
- El gruista debe tener a la vista la carga suspendida y en los casos que esto no sea posible, las maniobras deberán estar dirigidas por un señalista experto.
- Únicamente podrá acceder a la cabina del camión el operador cualificado para ello.
- El camión grúa no deberá estacionar o circular a distancias inferiores a 2 metros del borde de excavaciones o cortes en el terreno.

### 3.2.2 Sierra radial

#### Riesgo y causas:

- Contactos eléctricos directos.
- Anulación de protecciones eléctricas.
- Conexión mediante hilos desnudos.
- Contactos térmicos.
- Cortes o amputaciones.
- Abrasiones.
- Ruido.

#### Equipos de protección individual:

- Calzado de seguridad.
- Mascarilla con filtro mecánico recambiable, para evitar inhalación de partículas de polvo.
- Protectores auditivos.
- Gafas de seguridad.
- Guantes de cuero.

#### Medidas preventivas:

- Se deberá desconectar y esperar a que se pare la herramienta antes de depositarla en el suelo.
- Se debe apagar y desenchufar la herramienta antes de realizar cualquier tipo de operación de mantenimiento.

- Queda totalmente prohibido conectar ningún tipo eléctrico a la red mediante hilos conductores.
- Se debe comprobar el estado del disco de la herramienta antes de ser utilizado.
- Se debe comunicar cualquier anomalía en el aislamiento de la herramienta.
- El mantenimiento y la reparación de la sierra se deberá realizar por el personal cualificado.
- No se debe someter al disco a sobreesfuerzos laterales de torsión o aplicación de una presión excesiva.
- No se debe usar aparatos eléctricos con las manos mojadas o operar sobre superficies húmedas.
- No utilizar la herramienta en posturas oblicuas que obliguen a mantenerla por encima del nivel de los hombros, para evitar lesiones en la cara, pecho o extremidades superiores.
- Está prohibido dejar la herramienta abandonada en el suelo.
- Prohibido emplear discos deteriorados o rotos.
- Se debe emplear el disco adecuado dependiendo del material que se va a cortar.
- Emplear la sierra en lugares ventilados.
- Prohibido usar la radial sin los elementos de protección.

### 3.2.3 Taladro portátil

#### Riesgos y causas:

- Contactos eléctricos directos.
- Anulación de protecciones.
- Conexión mediante hilos desnudos.
- Contactos térmicos.
- Cortes o golpes debido a objetos o a la herramienta.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Rotura de la broca.

#### Equipos de protección individual:

- Uso de calzado de seguridad.
- Uso de gafas de seguridad.

- Uso de guantes de cuero.

Medidas preventivas:

- Se debe comprobar el cable de conexión eléctrica, de tal manera que no existan empalmes ni conexiones inadecuadas.
- Para sustituir la broca se debe desconectar de la red eléctrica el taladro.
- Se debe cambiar la broca por una de mayor sección cuando es necesario un orificio de mayor diámetro. Nunca se deberá hacer movimientos oscilatorios con el taladro para aumentar el tamaño de un orificio.
- La reparación de los taladros se debe realizar por personal especializado.
- No se debe utilizar la broca de forma inclinada.
- Se debe usar una llave adecuada para cambiar la broca.
- Se debe emplear la broca adecuada para el material que se vaya a taladrar.
- Se debe comprobar, diariamente, el buen estado de los taladros. Aquellos que estén deteriorados o que impliquen riesgos se deberán retirar.

**3.2.4 Herramientas manuales**

Riesgos y causas:

- Quemaduras físicas y químicas.
- Proyecciones de objetos y fragmentos.
- Inhalación de partículas de polvo.
- Riesgo por falta de conocimientos.
- Caída de herramientas a distinto nivel.
- Caída al mismo nivel por tropiezo.
- Caída de objetos y máquinas.
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Contactos eléctricos directos e indirectos.
- Cuerpos extraños en los ojos.
- Cortes y golpes con objetos punzantes.
- Ruido.

Equipos de protección individual:

- Uso de casco homologado.
- Protecciones auditivas y oculares.
- Guantes de cuero.
- Calzado con puntera reforzada.
- Cinturón de seguridad para realizar trabajos en altura.

Medidas preventivas:

- Las herramientas se emplearán únicamente en aquellas operaciones para las que han sido diseñadas.
- Las herramientas deberán ser revisadas previamente a su uso y serán desechadas cuando se detecten defectos en ellas.
- Las herramientas se deben mantener limpias y se colocarán en sus portaherramientas o estantes designados.
- Las herramientas eléctricas deben estar dotadas de aislamiento eléctrico.
- Las herramientas eléctricas sin enchufe deberán emplear mangueras de extensión de la herramienta al enchufe y nunca a la inversa.
- Nunca se debe desconectar las herramientas con un tirón brusco.
- Las herramientas se acumularán en el almacén de obra, colocando siempre las más pesadas en las baldas más próximas al suelo.
- En el manejo de las herramientas se emplearán guantes de cuero o de P.V.C. y botas de seguridad. También se deben emplear casco y gafas antiproyecciones.

### 3.3 Análisis de los riesgos laborales clasificados por medios auxiliares utilizados en obra

#### 3.3.1 Plataforma elevadora

Riesgos y causas:

- Caídas a distinto nivel.
- Vuelco del equipo.
- Caídas de materiales sobre personas.
- Caídas al vacío.
- Caída de personas a distinto o mismo nivel.

- Golpes, choques o atrapamientos del operario o de la plataforma contra objetos fijos o móviles.
- Contactos eléctricos directos o indirectos.
- Atrapamiento entre partes móviles de la estructura y el chasis.

Equipos de protección individual:

- Uso de casco homologado.
- El calzado debe tener puntera reforzada.
- Cinturón de seguridad.

Medidas preventivas:

- Características constructivas de seguridad

Relacionado con las características de estructura y estabilidad.

- o Cálculos de estructura y estabilidad.

El cálculo de la resistencia de las estructuras es responsabilidad del fabricante. Este debe determinar el valor, los puntos de aplicación, direcciones y combinaciones de cargas y fuerzas específicas que originan las condiciones más desfavorables.

También debe realizar los cálculos de estabilidad y debe identificar las diversas posiciones de la plataforma para las distintas combinaciones de carga y fuerzas.

- o Chasis y estabilidad. La plataforma debe tener los siguientes dispositivos de seguridad:

- Dispositivo que impida su traslación cuando no esté en posición de transporte.
- Dispositivo que indique que la inclinación o pendiente del chasis está dentro de los límites establecidos por el fabricante.

- o Estructuras extensibles.

Las plataformas deben contar con dispositivos de control que reduzcan el riesgo de vuelco o de sobrepasar las tensiones admisibles. Se clasificarán en dos grupos para indicar más adecuadamente los dispositivos de control:

- Grupo A. Deben emplear sistemas de control de carga y registrador de posición. También deben tener control de posición con criterios de estabilidad y de sobrecarga reforzada.
- Grupo B. Emplean sistemas de control de carga y registrador de posición, de control de carga y momento y de control del momento con criterio de sobrecarga reforzado. También control de posición con criterios de estabilidad y de sobrecarga reforzada.

Los controles de carga y de momento no pueden proteger contra sobrecargas que sobrepasen la capacidad de carga máxima.

- Sistemas de accionamiento de las estructuras extensibles.

Estos accionamientos deben estar contruidos de tal modo que impidan el movimiento intempestivo de la estructura.

- Sistemas de accionamiento por cables.

Este tipo de accionamiento debe constar con un sistema que en caso de fallo limiten a 0,2m el movimiento vertical con la carga máxima. Los cables deben ser de acero galvanizado sin empalme excepto en sus extremos. Se aconseja que estos no sean de acero inoxidable. Deben tener un diámetro mínimo de 8 mm, un número mínimo de hilos 114 y su clase de resistencia estará comprendida entre 1570 N/mm<sup>2</sup> y 1960 N/mm<sup>2</sup>.

- Sistemas de accionamiento por cadena.

Este tipo de accionamiento debe constar con un sistema que en caso de fallo limiten a 0,2m el movimiento vertical con la carga máxima. No se deben emplear cadenas con eslabones redondos. La unión entre cadenas y su terminal debe de poder resistir al menos el 100% de la carga mínima de rotura de la cadena.

- Sistemas de accionamiento por tornillo.

La tensión de los tornillos y las trucas debe ser al menos igual 1/6 de la tensión de la rotura del material. Cada uno de los tornillos empleados debe tener una tuerca que soporte la carga y una tuerca de seguridad no cargada. Esta última no debe quedar cargada a no ser que exista rotura en la tuerca

principal. La plataforma no deberá elevarse desde su posición de acceso si la tuerca de seguridad se encuentra cargada.

Los tornillos deben de contar con dispositivos que impidan que las tuercas de carga y de seguridad se salgan del tornillo.

- Sistemas de accionamiento por piñón.

La tensión de los piñones y las cremalleras debe ser al menos igual  $1/6$  de la tensión de la rotura del material. Este tipo de accionamiento debe constar de un limitador de sobrevelocidad que pare progresivamente la plataforma con la carga máxima de utilización y deberá también mantenerla en parada en caso de fallo mecánico.

- Plataforma de trabajo.

- Equipamiento

La plataforma de trabajo debe de estar equipada con barandillas o alguna estructura que delimite su perímetro a una altura mínima de 0,9 m. Esta estructura debe de contar con una protección que impida el paso o el deslizamiento por debajo de ella. También es necesaria para evitar la caída de objetos sobre personas. La plataforma debe tener un pretil superior a 1,10 m de altura mínima, un zócalo de 0,15 m de altura y una barra intermedia a menos de 0,55 m del zócalo o el del pretil superior. La barandilla debe soportar fuerzas específicas de 500 N por persona aplicada en los puntos y en la dirección más desfavorable. Con este esfuerzo la barra no debe sufrir deformaciones permanentes.

La plataforma de trabajo debe tener una puerta de acceso o unos elementos móviles, ambos no deben abrirse hacia el exterior. Se deben poder cerrar y bloquear automáticamente y deben de impedir el movimiento de la plataforma en caso de que no se encuentren en esta posición.

El suelo debe de ser antideslizante y permitir la salida del agua mediante un enrejado, el cual no debe tener un diámetro mayor de 15 mm.

La plataforma deberá disponer de diversos puntos de enganche para así poder anclar los cinturones o arneses de seguridad.

- Sistemas de mando.

La plataforma debe contar con dos sistemas de mando. El primario debe estar accesible para el operador sobre la plataforma y los mandos secundarios deberán estar diseñados para poder sustituir a los primarios, pero estos deben estar accesibles desde el suelo. Deben estar marcados según códigos normalizados.

- Sistemas de seguridad de inclinación máxima.

Durante los movimientos de la estructura extensible, bajo el efecto de las cargas o bajo el efecto de las fuerzas de servicio, la plataforma no debe variar más de 5° respecto a la horizontal. En caso de fallo debe existir un dispositivo de seguridad que mantenga el nivel de la plataforma.

- Sistema de bajada de auxiliar.

En caso de fallo del sistema primario las plataformas deben contar con sistemas auxiliares de descenso.

- Sistema de paro de emergencia.

Debe existir en la plataforma un sistema de paro de emergencia que tenga fácil acceso y que tenga la capacidad de desactivar todos los sistemas de accionamiento.

- Sistema de advertencia.

La plataforma de estar equipada con una alarma o con un sistema de advertencia que se active cuando la plataforma tenga una inclinación mayor que la permitida.

- Estabilizadores, salientes y ejes extensibles.

Los dispositivos de seguridad deben asegurar que la plataforma no se moverá mientras los estabilizadores no estén en posición.

- Sistemas de elevación.

- Sistema de seguridad.

En caso de que la plataforma este soportada por sistemas de cables metálicos o cadenas de elevación el factor de seguridad debe ser de 8 como mínimo. Los elementos de conducción hidráulicos y neumáticos deben tener una resistencia a la rotura por presión cuatro veces la presión de trabajo. Si

los elementos no son peligrosos con una presión dos veces la presión de trabajo será suficiente.

- Sistema de protección.

Si la elevación de la plataforma se realiza mediante un sistema electromecánico, este debe estar diseñado para impedir el descenso libre en caso de fallo en el suministro de energía. Si la elevación se realiza con un sistema hidráulico o neumático, este sistema debe estar equipado para prevenir una caída libre en caso de rotura.

- Otras protecciones.

Los motores de la plataforma deben estar protegidos por lo que su apertura solo podrá realizarse mediante llaves especiales y únicamente lo podrán hacer el personal autorizado para ello. Los escapes de los motores de combustión interna deben estar lejos de los puestos de mando.

- Dispositivos de seguridad.

- Eléctricos.

Los interruptores de seguridad que actúen como componentes que aporten información deben cumplir la norma EN 60947-5:1997.

- Hidráulicos y neumáticos.

Estos dispositivos deben ofrecer niveles de seguridad similares a los de seguridad eléctrica. Si estos elementos actúan directamente sobre los circuitos de potencia deben estar duplicados si el fallo de los mismos supone una situación peligrosa.

- Mecánicos.

Al igual que los dispositivos hidráulicos y neumáticos deben de ofrecer los mismos niveles de seguridad que los dispositivos de seguridad eléctricos. Dentro de estos elementos se encuentran varillas, palancas, cables, etc.

- Otras medidas de protección frente a riesgos específicos.

- Riesgo de electrocución.

Este riesgo está presente cuando las plataformas tienen la posibilidad de alcanzar líneas eléctricas aéreas, tanto de alta como de baja tensión. Para evitar los riesgos de electrocución se deben seguir los criterios establecidos

en el RD 614/2001 sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

#### 4 Instalaciones de higiene y bienestar de los trabajadores.

Los servicios higiénicos de la obra para los trabajadores deberán cumplir las “Disposiciones mínimas generales relativas a los lugares de trabajo en las obras”.

Dado el pequeño tamaño de la obra y el reducido número de trabajadores no se ha previsto la colocación de instalación de caseta provisional de vestuario y retretes. Los obreros usarán las instalaciones del propio edificio para estas necesidades.

#### 5 Obligaciones del promotor

El promotor debe designar un Coordinador en materia de seguridad y salud, cuando en la ejecución de las obras intervenga más de una empresa o diversos trabajadores autónomos. Este coordinador no exime al promotor de las responsabilidades.

El promotor debe realizar un aviso a la autoridad laboral que corresponda antes del comienzo de las obras siguiendo el Anexo III del RD 1627/1997.

#### 6 Coordinador en materia de seguridad y salud

El Coordinador en materia de seguridad y salud deberá realizar las siguientes funciones:

- Debe coordinar la correcta aplicación de los principios generales de prevención y seguridad.
- Debe coordinar las distintas actividades de la obra para poder garantizar que las empresas y personal que estén implicados en la obra apliquen de manera coherente y responsable los principios de acción preventiva que se encuentran en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra.
- Aprobar el Plan de Seguridad y Salud elaborado por el contratista.
- Debe coordinar las diversas acciones y funcione de control de la aplicación de los métodos de trabajo.
- Adoptar las medidas que sean necesarias para que solo las personas autorizadas puedan tener acceso a la obra.

En caso de que no exista un coordinador en materia de seguridad y salud, estas funciones las desempeñará la dirección facultativa.

## 7 Plan de seguridad y salud

Se debe elaborar un Plan de Seguridad y Salud en el que se debe analizar, estudiar, desarrollar y complementen las previsiones contenidas en este estudio. Se debe incluir también las medidas alternativas de prevención propuestas por el contratista con la correspondiente justificación técnica.

Este plan debe ser aprobado antes de iniciar la obra por el coordinador en materia de seguridad y salud. Este plan puede ser modificado por el contratista en función del proceso de ejecución y de la evolución de los trabajos.

Las personas u órganos que intervengan en la ejecución pueden presentar por escrito sugerencias y alternativas.

## 8 Obligaciones de contratistas y subcontratistas

Tanto el contratista como el subcontratista deben:

- Aplicar los principios de acción preventiva del Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Cumplir y hacer que el personal cumpla con el plan de seguridad y salud.
- Cumplir la normativa de prevención de riesgos laborales, teniendo en cuenta las obligaciones sobre coordinación de las actividades empresariales del Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Informar y proporcionar las instrucciones a los trabajadores sobre las medidas que hayan de adoptarse.
- Seguir las indicaciones y cumplir las instrucciones del coordinador durante el proceso de la obra.

Tanto el contratista como el subcontratista serán responsables de la correcta ejecución de las medidas preventivas fijadas previamente.

Las responsabilidades del coordinador no eximirán de sus responsabilidades a los contratistas y subcontratistas.

## 9 Obligación de los trabajadores autónomos

Los trabajadores autónomos deben:

- Aplicar los principios de acción preventiva del Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Cumplir las disposiciones mínimas que vienen reflejadas en el Anexo IV del Real Decreto 1627/1997.
- Cumplir la normativa de prevención de riesgos laborales, teniendo en cuenta las obligaciones sobre coordinación de las actividades empresariales del Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Cumplir las distintas obligaciones establecidas para los trabajadores que vienen reflejadas en el Artículo 29, apartados 1 y 2 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Emplear únicamente equipos de trabajo que se ajusten a lo dispuesto en el Real Decreto 773/1997.
- Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones dadas por el coordinador en materia de seguridad y salud.

## 10 Libro de incidencias

Con el fin de poder tener un seguimiento del Plan de Seguridad y Salud y un control del mismo, debe existir un Libro de Incidencias que deberá constar de hojas duplicadas y será facilitada por el colegio profesional al que pertenezca el técnico que haya aprobado el Plan de Seguridad y Salud.

Lo deberá de tener en coordinador en la obra siempre. A este libro tendrá acceso la Dirección Facultativa, los contratistas y subcontratistas, los trabajadores autónomos, las personas con responsabilidad en la materia de prevención de las empresas intervinientes, los representantes de los trabajadores, y los técnicos de las administraciones públicas.

Una vez hecha una anotación en el libro el coordinador estará obligado a remitir, en un plazo de veinticuatro horas, una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social correspondiente. Se deben también notificar las incidencias al contratista y a los representantes de los trabajadores.

## 11 Paralización de los trabajos

Si el coordinador observa incumplimiento de las medidas de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, deberá advertir al contratista que se dejará constancia de ello en el libro de incidencias, pudiendo, en los casos de riesgo grave e inminente, paralizar la obra. Se dará parte a la inspección de trabajo y seguridad social oportuna y se notificará también al contratista y a los subcontratistas.

## 12 Derechos de los trabajadores

Tanto los contratistas como los subcontratistas deben garantizar que todos los trabajadores reciben la información adecuada sobre las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y salud en la obra.

Se facilitará una copia del Plan de Seguridad y Salud a los representantes de los trabajadores.

# ANEXO III: ESTUDIO DE FACTURACIÓN ELÉCTRICA

## ÍNDICE

ANEXO III:	ESTUDIO DE FACTURACIÓN ELÉCTRICA .....	65
1	Introducción .....	69
2	Información técnica [18] .....	69
3	Comprobación de la factura [18].....	70
3.1	Factura mensual.....	70
3.2	Factura anual .....	74
3.3	Potencias máximas registradas.....	76
4	Posibles mejoras en la tarifa actual.....	77
5	Compensación de energía. ....	78
5.1	Enero.....	80
5.2	Febrero.....	81
5.3	Marzo.....	82
5.4	Abril.....	83
5.5	Mayo .....	84
5.6	Junio.....	85
5.7	Julio .....	86
5.8	Agosto .....	88
5.9	Septiembre.....	89
5.10	Octubre.....	90
5.11	Noviembre.....	91
5.12	Diciembre .....	92
6	Conclusiones.....	94

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Relación entre temporadas y periodos horarios. [18] .....	69
--	----

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1 Resumen del Excel del estudio de las facturas (Parte 1) .....	72
Tabla 3.2 Resumen del Excel del estudio de las facturas (Parte 2) .....	73
Tabla 3.3 Factura media anual .....	74
Tabla 3.4 Potencias máximas registradas para el periodo 1 .....	76
Tabla 3.5 Potencias máximas registradas para el periodo 2 .....	76
Tabla 3.6 Potencias máximas registradas para el periodo 3 .....	76
Tabla 3.7 Potencias máximas registradas para el periodo 4 .....	76
Tabla 3.8 Potencias máximas registradas para el periodo 5 .....	77
Tabla 3.9 Potencias máximas registradas para el periodo 6 .....	77
Tabla 5.1 Precio tarifa Plan Solar Iberdrola .....	78
Tabla 5.2 Nueva factura enero .....	80
Tabla 5.3 Nueva factura febrero .....	81
Tabla 5.4 Nueva factura marzo .....	82
Tabla 5.5 Nueva factura abril .....	83
Tabla 5.6 Nueva factura mayo .....	84
Tabla 5.7 Nueva factura junio .....	85
Tabla 5.8 Nueva factura julio .....	86
Tabla 5.9 Nueva factura agosto .....	88
Tabla 5.10 Nueva factura septiembre .....	89
Tabla 5.11 Nueva factura octubre .....	90
Tabla 5.12 Nueva factura noviembre .....	91
Tabla 5.13 Nueva factura diciembre .....	92
Tabla 6.1 Resumen de ahorro de nueva tarifa .....	94

## 1 Introducción

Para poder determinar el consumo anual de la escuela y la biblioteca se ha realizado un estudio de las facturas aportadas por el Ayuntamiento de Valverde de la Virgen en el periodo de un año, comenzando este en junio de 2021, coincidiendo así con el cambio de tarifas reflejado en el Real Decreto 244/2019.

## 2 Información técnica [19]

Con la revisión de la primera factura de junio de 2021 se obtiene que la tarifa contratada es una 3.0TD, que corresponde a un punto de baja tensión con potencia superior a 15 kW en algún periodo.

Esta tarifa está comprendida de seis periodos horarios, tanto para la potencia como para la energía. El primer periodo será el más caro y el sexto el más barato y las potencias contratadas podrán ser distintas para cada periodo siempre y cuando se siga la norma de “escalones crecientes”, lo que quiere decir que, la potencia de cada período deberá ser igual o superior a la potencia contratada en el período anterior.

Durante el transcurso de un día se tendrán en cuenta tres períodos distintos que irán variando en función de la temporada del año en la que se encuentre.

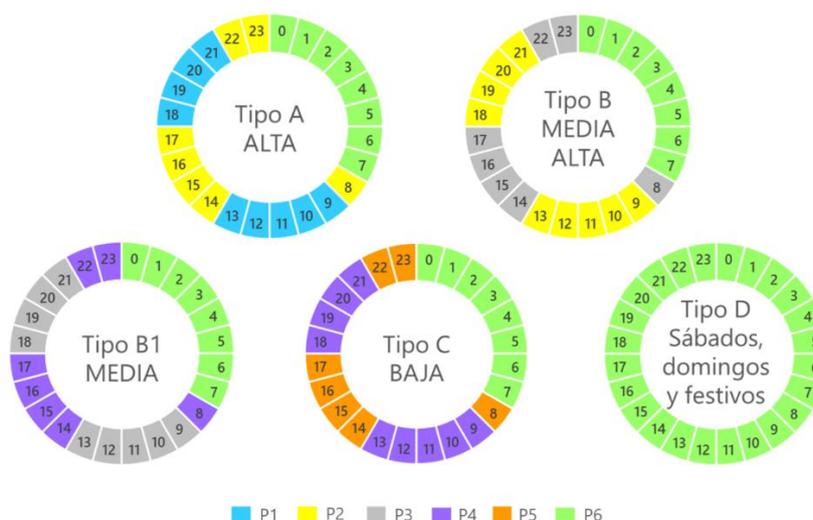


Figura 2.1 Relación entre temporadas y periodos horarios. [20]

- Alta: Enero, febrero, julio y diciembre.

- Media Alta: Marzo y noviembre.
- Media: Junio, agosto y septiembre.
- Baja: Abril, mayo y octubre.

### 3 Comprobación de la factura [19]

Para realizar una comprobación de las facturas se han empleado las del periodo anual, en el que se comprobará si las lecturas del contador y el consumo facturado coinciden.

#### 3.1 Factura mensual

Se ha realizado un estudio mes a mes de las facturas aportadas por el ayuntamiento para comprobar que no existan descuadres en las mismas y poder estudiar mejoras en el futuro. Se han introducido todas las lecturas mensuales de cada periodo y se ha elaborado una hoja de Excel con todos los términos que aparecen en una factura.

Debido a tamaño de la tabla realizada en Excel se va a desglosar en dos tablas, una referente a lecturas y precios de la tarifa contratada y otra sobre importes totales y equipos de medida.

Con respecto al término de potencia se ha tenido en cuenta que no existan picos de potencia (lecturas del maxímetro) superiores a la contratada. En caso de que existiesen excesos de potencia y teniendo en cuenta que el contador es tipo TPM 4 (punto de suministro con potencia contratada entre 15 kW y 50 kW en algún periodo) la facturación se realizará por maxímetro de cada periodo. Este cálculo se realizará de tal modo que se facturará el doble de la diferencia entre la potencia demandada (Pdp) y la potencia contratada (Pcp) multiplicado por el término de exceso de potencia (Tep) que está fijado por el estado y es 1,4064 €/kW\*mes.

Con respecto al término de la energía simplemente se ha tenido en cuenta el consumo y el término de energía de la factura en cada periodo.

Con respecto a la energía reactiva se ha tenido en cuenta que únicamente se penalizarán los periodos de P1 a P5 cuando el consumo exceda el 33% del consumo de energía activa. En caso de que esta sea superior al 75% del consumo de energía activa el término de energía reactiva será aún mayor. En caso de que sea mayor de 33% la penalización será de

41,554€/MVArh para los cinco periodos y en caso de que exceda el 75% la penalización será de 62,332€/MVArh.

Con respecto al impuesto sobre la electricidad de junio a agosto será del 5,11269632%. De septiembre a mayo, según el Real Decreto-ley 14/2021, de 14 de septiembre, y el Real Decreto-ley 29/2021, de 21 de diciembre, se reduce el impuesto del valor anteriormente mencionado al 0,5%. En caso de que el importe total de los términos de potencia y energía por este 0,5% sea menor que el producto entre la energía total facturada y el término 0,001€/kWh se tomara este término en el cálculo del impuesto sobre la electricidad.

Con este estudio se ha comprobado que no existen descuadres en las facturas estudiadas y que el gasto anual es de 5124,54€.

Tabla 3.1 Resumen del Excel del estudio de las facturas (Parte 1)

MES	POTENCIA FACTURADA (kW)	ENERGÍA FACTURA DA (kWh)	ENERGÍA (kVArh)	REACTIVA	DÍAS	IMPUESTO SOBRE LA ELECTRICID AD	PRECIO POTENCIA (€/kW)	TARIFA	PRECIO TARIFA ENERGÍA (€/kWh)	PRECIO ENERGÍA REACTIVA (€/kVArh)
Meses del año	Potencia contratada en cada periodo.	Energía consumida en cada periodo.	Consumo de E. Reactiva por periodo. solo se tendrá en cuenta en los casos ya descritos.		Nº total de días facturados .	Se tendrá en cuenta lo ya descrito	Precio fijado en la tarifa. Se ha de tener en cuenta las penalizaciones por exceso.		Precio fijado en la tarifa.	Precio fijado por el estado según el consumo realizado.

Tabla 3.2 Resumen del Excel del estudio de las facturas (Parte 2)

MES	IMPORTE POTENCIA (PERIODOS Y TOTAL) (€)	IMPORTE ENERGÍA Y (POR PERIODOS Y TOTAL) (€)	IMPORTE ENERGÍA REACTIVA (€)	IMPORTE TOTAL POTENCIA Y ENERGÍA (€)	IMPORTE TOTAL CON IMPUESTO (€)	EQUIPOS DE MEDIDA (€)	IMPORTE TOTAL (€)	IVA 21% (€)	PRECIO TOTAL (€)
-----	---	--	------------------------------	--------------------------------------	--------------------------------	-----------------------	-------------------	-------------	------------------

Meses del año	Importe por periodos y suma total de todos.	Importe por periodos y suma de todos.	Importe por periodos y suma total de todos.	Suma de los importes de potencia y energía.	Sobre el importe anterior ampliación del impuesto sobre la electricidad.	Precio y suma total del periodo de uso.	Suma del importe total y equipos de medida.	Aplicación del impuesto sobre el valor añadido al termino anterior	Precio final de la factura
---------------	---	---------------------------------------	---	---	--	---	---	--	----------------------------

### 3.2 Factura anual

Se ha realizado una factura anual a partir de los datos mensuales. Los precios de las potencias contratadas y de la energía en los distintos periodos se ha calculado como una media de las mensuales del periodo estudiado.

Tabla 3.3 Factura media anual

CONCEPTO		CÁLCULOS						IMPORTE		
Termino de potencia	P1	26,4	kW	x	0,0421922	€/kW día	x	365 días	406,56	€
	P2	26,4	kW	x	0,0319236	€/kW día	x	365 días	307,62	€
	P3	26,4	kW	x	0,0150045	€/kW día	x	365 días	144,58	€
	P4	26,4	kW	x	0,0125555	€/kW día	x	365 días	120,98	€
	P5	26,4	kW	x	0,0079089	€/kW día	x	365 días	76,21	€
	P6	26,4	kW	x	0,0053117	€/kW día	x	365 días	51,18	€
Consumo Energía Activa	P1	3034	kWh	x	0,18361675	€/kWh			557,09	€
	P2	2373	kWh	x	0,1567188	€/kWh			371,89	€
	P3	1426	kWh	x	0,076169	€/kWh			108,62	€
	P4	2734	kWh	x	0,1524012	€/kWh			416,66	€
	P5	1045	kWh	x	0,185058333	€/kWh			193,39	€
	P6	4272	kWh	x	0,1294885	€/kWh			553,17	€
Consumo Energía Reactiva	P1	0	kVArh	x	0	€/kVArh			0	€
	P2	0	kVArh	x	0	€/kVArh			0	€
	P3	0	kVArh	x	0	€/kVArh			0	€

P4	0	kVArh	x	0	€/kVArh	0	€	
P5	0	kVArh	x	0	€/kVArh	0	€	
<b>Subtotal</b>							3307,97	€
<b>Impuesto eléctrico</b>	3307,97	€	x	1,72380890%		57,02	€	
<b>Subtotal</b>							3364,99	€
<b>Equipos de medida</b>				0,197918	€/día	x 365 días	72,24 €	
<b>Base Imponible</b>							3437,23	€
<b>IVA (21%)</b>							721,82	€
<b>TOTAL FACTURA</b>							4159,05	€

Se puede ver que el gasto anual, a partir de los precios medios anuales, es de 4159,05 €. Es inferior al cálculo real que se ha realizado en el estudio de las facturas, es debido al cambio de tarifas realizadas por la subida del precio de la energía.

Si se realizase esta factura anual con los precios actuales de energía se obtendría un total anual de casi 6500 €.

### 3.3 Potencias máximas registradas

Se han podido obtener los picos máximos de potencia para estudiar posibles cambios en la factura. Los picos obtenidos de cada mes se estudiarán en función de las temporadas mencionadas anteriormente.

*Tabla 3.4 Potencias máximas registradas para el periodo 1*

<b>Fecha</b>	<b>Pot. contratada</b>	<b>Potencia máxima (en W)</b>
14/07/2021 10:00	26400	4012.0
20/12/2021 18:30	26400	12176.0
13/01/2022 19:30	26400	12088.0
25/02/2022 19:30	26400	11960.0

*Tabla 3.5 Potencias máximas registradas para el periodo 2*

<b>Fecha</b>	<b>Pot. contratada</b>	<b>Potencia máxima (en W)</b>
13/07/2021 08:45	26400	3140.0
03/11/2021 19:30	26400	12100.0
20/12/2021 18:00	26400	11332.0
26/01/2022 18:00	26400	10260.0
15/02/2022 17:45	26400	10980.0
07/03/2022 19:30	26400	12248.0

*Tabla 3.6 Potencias máximas registradas para el periodo 3*

<b>Fecha</b>	<b>Pot. contratada</b>	<b>Potencia máxima (en W)</b>
16/06/2021 19:15	26400	9564.0
17/08/2021 11:30	26400	4892.0
30/09/2021 11:00	26400	5760.0
02/11/2021 17:45	26400	10880.0
07/03/2022 17:45	26400	10844.0

*Tabla 3.7 Potencias máximas registradas para el periodo 4*

<b>Fecha</b>	<b>Pot. contratada</b>	<b>Potencia máxima (en W)</b>
15/06/2021 17:45	26400	7264.0
02/08/2021 14:30	26400	3140.0
28/09/2021 09:00	26400	4648.0
18/10/2021 19:45	26400	10724.0
22/04/2022 19:45	26400	10288.0
11/05/2022 19:30	26400	10464.0

Tabla 3.8 Potencias máximas registradas para el periodo 5

<b>Fecha</b>	<b>Pot. contratada</b>	<b>Potencia máxima (en W)</b>
18/10/2021 18:00	26400	8552.0
26/04/2022 17:45	26400	8860.0
13/05/2022 17:45	26400	9136.0

Tabla 3.9 Potencias máximas registradas para el periodo 6

<b>Fecha</b>	<b>Pot. contratada</b>	<b>Potencia máxima (en W)</b>
30/06/2021 08:00	26400	3140.0
01/07/2021 08:00	26400	3092.0
15/08/2021 19:15	26400	2752.0
28/09/2021 08:00	26400	3428.0
23/10/2021 13:30	26400	4044.0
27/11/2021 12:00	26400	4916.0
18/12/2021 12:00	26400	4792.0
31/01/2022 08:00	26400	3700.0
19/02/2022 08:45	26400	4196.0
12/03/2022 12:15	26400	6808.0
02/04/2022 11:00	26400	6252.0
21/05/2022 11:45	26400	3928.0

Como se puede observar en las tablas anteriores el pico más alto de potencia se da en el periodo 2, en el mes de marzo, es de 12,248 kW. Es un pico de potencia muy bajo comparado con la potencia contratada que es de 26,4 kW por lo que se podría estudiar una reducción de la potencia contratada.

#### 4 Posibles mejoras en la tarifa actual

Como viene detallado en las facturas recopiladas durante el último año, la potencia contratada es de 26,4 kW en todos los periodos horarios, pero tal y como se ha comentado en el punto 3.3 no se llega a superar los 15 kW ningún mes, lo que indica que se podría reducir la potencia contratada llegando incluso a pasar de una tarifa 3.0 TD a una 2.0 TD. Esta medida simplificaría en gran medida la factura, reduciéndola a una única temporada para todo el año y tres periodos, punta, valle y llano, para toda ella.

## 5 Compensación de energía.

Según lo descrito en la memoria del proyecto se va a realizar una compensación directa en la factura por lo que no existirán ganancias por la instalación generadora, únicamente se reducirá el precio de la factura mensual.

El estudio de como quedaría la factura finalmente se ha realizado teniendo en cuenta los cambios mencionados anteriormente. Por lo que se pasaría a una tarifa 2.0 TD, con una potencia contratada de 15 kW. Se continuará en la misma compañía, Iberdrola, y se escogerá el Plan Solar, que es el único que nos permite compensar nuestro excedente de energía a un precio de 0,051 €/kWh. La tarifa escogida será la siguiente:

*Tabla 5.1 Precio tarifa Plan Solar Iberdrola*

PRECIO POTENCIA (€/KW AÑO)		PRECIO ENERGÍA (€/KWH)	
Punta	Valle	Horas mejor precio	Horas sin promoción
30,57	5,20	0,143630	0,195438

Los periodos de energía se dividirán en cuatro temporadas a lo largo del año y a su vez en dos periodos horarios distintos:

- Primavera:
  - o Horas mejor precio: 17:00 – 08:59
  - o Horas sin promoción: 08:59 – 17:00
- Verano
  - o Horas mejor precio: 18:00 – 09:59
  - o Horas sin promoción: 09:59 – 18:00
- Otoño:
  - o Horas mejor precio: 17:00 – 08:59
  - o Horas sin promoción: 08:59 – 17:00
- Invierno:
  - o Horas mejor precio: 17:00 – 09:59
  - o Horas sin promoción: 09:59 – 17:00

A continuación, se van a mostrar las estimaciones que se han realizado de las facturas mensuales con la nueva tarifa y la instalación fotovoltaica. Con estas estimaciones se pretende mostrar el ahorro que supondría tanto el cambio de tarifa con la energía generada en nuestra instalación.

## 5.1 Enero

Tabla 5.2 Nueva factura enero

CONCEPTO	CÁLCULOS									IMPORTE	
Término de potencia	Valle	15	kW	x	0,01424658	€/kW día	x	31	días	6,625	€
	Punta	15	kW	x	0,08375342	€/kW día	x	31	días	38,945	€
	Total Potencia									45,57	€
Consumo de energía	Sin Promoción	60,52416	kWh	x	0,195438	€/kWh				11,829	€
	Promoción	1148,01659	kWh	x	0,14363	€/kWh				164,890	€
	Excedentes	538,156402	kWh	x	0,051	€/kWh				-27,446	€
	Total Energía									149,272	€
Subtotal										194,842	€
Impuesto eléctrico	194,842367	€			0,50%					0,974	€
Subtotal										195,817	€
Equipos de medida					0,043871	€/día		31	días	1,360	€
Base Imponible										197,177	€
IVA (21%)										41,407	€

TOTAL FACTURA										238,584	€
---------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	---------	---

5.2 Febrero

Tabla 5.3 Nueva factura febrero

CONCEPTO	CÁLCULOS									IMPORTE	
Término de potencia	Valle	15	kW	x	0,01424658	€/kW día	x	28	días	5,984	€
	Punta	15	kW	x	0,08375342	€/kW día	x	28	días	35,176	€
	Total Potencia									41,16	€
Consumo de energía	Sin Promoción	41,55048	kWh	x	0,195438	€/kWh				8,121	€
	Promoción	1178,0658	kWh	x	0,14363	€/kWh				169,206	€
	Excedentes	654,7892	kWh	x	0,051	€/kWh				-33,394	€
	Total Energía									143,932	€
Subtotal										185,092	€
Impuesto eléctrico		185,091884	€		0,50%					0,925	€
Subtotal										186,017	€
Equipos de medida					0,043871	€/día		28	días	1,228	€

Base Imponible										187,246	€
IVA (21%)										39,322	€
TOTAL FACTURA										226,567	€

5.3 Marzo

Tabla 5.4 Nueva factura marzo

CONCEPTO	CÁLCULOS									IMPORTE	
Término de potencia	Valle	15	kW	x	0,01424658	€/kW día	x	31	días	6,625	€
	Punta	15	kW	x	0,08375342	€/kW día	x	31	días	38,945	€
	Total Potencia									45,57	€
Consumo de energía	Sin Promoción	32,521762	kWh	x	0,195438	€/kWh				6,356	€
	Promoción	1306,11046	kWh	x	0,14363	€/kWh				187,597	€
	Excedentes	815,172458	kWh	x	0,051	€/kWh				-41,574	€
	Total Energía									152,379	€
Subtotal										197,949	€
Impuesto eléctrico		197,948838	€		0,50%					0,990	€

Subtotal									198,939	€
Equipos de medida				0,043871	€/día	31	días		1,360	€
Base Imponible									200,299	€
IVA (21%)									42,063	€
<b>TOTAL FACTURA</b>									<b>242,361</b>	<b>€</b>

5.4 Abril

Tabla 5.5 Nueva factura abril

CONCEPTO	CÁLCULOS									IMPORTE	
Término de potencia	Valle	15	kW	x	0,01424658	€/kW día	x	30	días	6,411	€
	Punta	15	kW	x	0,08375342	€/kW día	x	30	días	37,689	€
	Total Potencia									44,1	€
Consumo de energía	Sin Promoción	36,755962	kWh	x	0,195438	€/kWh				7,184	€
	Promoción	849,073796	kWh	x	0,14363	€/kWh				121,952	€
	Excedentes	696,534524	kWh	x	0,051	€/kWh				-35,523	€
	Total Energía									93,613	€

Subtotal									137,713	€
Impuesto eléctrico	137,71272	€		0,50%					0,689	€
Subtotal									138,401	€
Equipos de medida				0,043871	€/día	30	días		1,316	€
Base Imponible									139,717	€
IVA (21%)									29,341	€
TOTAL FACTURA									169,058	€

5.5 Mayo

Tabla 5.6 Nueva factura mayo

CONCEPTO	CÁLCULOS								IMPORTE		
Término de potencia	Valle	15	kW	x	0,01424658	€/kW día	x	31	días	6,625	€
	Punta	15	kW	x	0,08375342	€/kW día	x	31	días	38,945	€
	Total Potencia									45,57	€
Sin Promoción	26,439754	kWh	x	0,195438	€/kWh					5,167	€

Consumo de energía	Promoción	1011,36985	kWh	x	0,14363	€/kWh				145,263	€
	Excedentes	922,604948	kWh	x	0,051	€/kWh				-47,053	€
Total Energía										103,378	€
Subtotal										148,948	€
Impuesto eléctrico		148,947532	€		0,50%					0,745	€
Subtotal										149,692	€
Equipos de medida					0,043871	€/día	31	días		1,360	€
Base Imponible										151,052	€
IVA (21%)										31,721	€
TOTAL FACTURA										182,773	€

5.6 Junio

Tabla 5.7 Nueva factura junio

CONCEPTO	CÁLCULOS								IMPORTE		
Término de potencia	Valle	15	kW	x	0,01424658	€/kW día	x	30	días	6,411	€

	Punta	15	kW	x	0,08375342	€/kW día	x	30	días	37,689	€
	Total Potencia									44,1	€
Consumo de energía	Sin Promoción	22,548898	kWh	x	0,195438	€/kWh				4,407	€
	Promoción	705,781216	kWh	x	0,14363	€/kWh				101,371	€
	Excedentes	915,86632	kWh	x	0,051	€/kWh				-46,709	€
	Total Energía									59,069	€
	Subtotal									103,169	€
Impuesto eléctrico		103,169085	€		0,50%					0,516	€
	Subtotal									103,685	€
	Equipos de medida				0,043871	€/día		30	días	1,316	€
	Base Imponible									105,001	€
	IVA (21%)									22,050	€
	TOTAL FACTURA									127,051	€

5.7 Julio

Tabla 5.8 Nueva factura julio

CONCEPTO	CÁLCULOS									IMPORTE	
Término de potencia	Valle	15	kW	x	0,01424658	€/kW día	x	31	días	6,625	€
	Punta	15	kW	x	0,08375342	€/kW día	x	31	días	38,945	€
	Total Potencia									45,57	€
Consumo de energía	Sin Promoción	9,248488	kWh	x	0,195438	€/kWh				1,808	€
	Promoción	331,501282	kWh	x	0,14363	€/kWh				47,614	€
	Excedentes	1083,80173	kWh	x	0,051	€/kWh				-55,274	€
Total Energía									0,000	€	
Subtotal										45,570	€
Impuesto eléctrico		45,57	€		0,50%					0,228	€
Subtotal										45,798	€
Equipos de medida					0,043871	€/día		31	días	1,360	€
Base Imponible										47,158	€
IVA (21%)										9,903	€
TOTAL FACTURA										57,061	€

## 5.8 Agosto

Tabla 5.9 Nueva factura agosto

CONCEPTO	CÁLCULOS									IMPORTE	
Término de potencia	Valle	15	kW	x	0,01424658	€/kW día	x	31	días	6,625	€
	Punta	15	kW	x	0,08375342	€/kW día	x	31	días	38,945	€
	Total Potencia									45,57	€
Consumo de energía	Sin Promoción	12,531924	kWh	x	0,195438	€/kWh				2,449	€
	Promoción	354,18944	kWh	x	0,14363	€/kWh				50,872	€
	Excedentes	1007,9884	kWh	x	0,051	€/kWh				-51,407	€
	Total Energía									1,914	€
Subtotal										47,484	€
Impuesto eléctrico	47,4840349	€			0,50%					0,237	€
Subtotal										47,721	€
Equipos de medida					0,043871	€/día		31	días	1,360	€
Base Imponible										49,081	€
IVA (21%)										10,307	€

TOTAL FACTURA										59,389	€
---------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--------	---

### 5.9 Septiembre

Tabla 5.10 Nueva factura septiembre

CONCEPTO	CÁLCULOS									IMPORTE	
Término de potencia	Valle	15	kW	x	0,01424658	€/kW día	x	30	días	6,411	€
	Punta	15	kW	x	0,08375342	€/kW día	x	30	días	37,689	€
	Total Potencia									44,1	
Consumo de energía	Sin Promoción	26,782274	kWh	x	0,195438	€/kWh				5,234	€
	Promoción	359,16191	kWh	x	0,14363	€/kWh				51,586	
	Excedentes	881,066838	kWh	x	0,051	€/kWh				-44,934	€
	Total Energía									11,886	€
Subtotal										55,986	€
Impuesto eléctrico		55,9862905	€		0,50%					0,280	€
Subtotal										56,266	€
Equipos de medida					0,043871	€/día		30	días	1,316	€

Base Imponible										57,582	€
IVA (21%)										12,092	€
TOTAL FACTURA										69,675	€

5.10 Octubre

Tabla 5.11 Nueva factura octubre

CONCEPTO	CÁLCULOS									IMPORTE	
Término de potencia	Valle	15	kW	x	0,01424658	€/kW día	x	31	días	6,625	€
	Punta	15	kW	x	0,08375342	€/kW día	x	31	días	38,945	€
	Total Potencia									45,57	
Consumo de energía	Sin Promoción	110,284654	kWh	x	0,195438	€/kWh				21,554	€
	Promoción	988,043138	kWh	x	0,14363	€/kWh				141,913	
	Excedentes	549,505658	kWh	x	0,051	€/kWh				-28,025	€
	Total Energía									135,442	€
Subtotal										181,012	€
Impuesto eléctrico		181,01166	€		0,50%					0,905	€

Subtotal										181,917	€
Equipos de medida				0,043871	€/día		31	días		1,360	€
Base Imponible										183,277	€
IVA (21%)										38,488	€
<b>TOTAL FACTURA</b>										<b>221,765</b>	<b>€</b>

5.11 Noviembre

Tabla 5.12 Nueva factura noviembre

CONCEPTO	CÁLCULOS									IMPORTE	
Término de potencia	Valle	15	kW	x	0,01424658	€/kW día	x	30	días	6,411	€
	Punta	15	kW	x	0,08375342	€/kW día	x	30	días	37,689	€
	Total Potencia									44,1	
Consumo de energía	Sin Promoción	159,925826	kWh	x	0,195438	€/kWh				31,256	€
	Promoción	1321,02527	kWh	x	0,14363	€/kWh				189,739	
	Excedentes	322,660768	kWh	x	0,051	€/kWh				-16,456	€
	Total Energía									204,539	€

Subtotal									248,639	€
Impuesto eléctrico	248,638743	€		0,50%					1,243	€
Subtotal									249,882	€
Equipos de medida				0,043871	€/día	30	días		1,316	€
Base Imponible									251,198	€
IVA (21%)									52,752	€
TOTAL FACTURA									303,950	€

5.12 Diciembre

Tabla 5.13 Nueva factura diciembre

CONCEPTO	CÁLCULOS								IMPORTE		
Término de potencia	Valle	15	kW	x	0,01424658	€/kW día	x	31	días	6,625	€
	Punta	15	kW	x	0,08375342	€/kW día	x	31	días	38,945	€
	Total Potencia									45,57	
Sin Promoción	170,959032	kWh	x	0,195438	€/kWh					33,412	€

Consumo de energía	Promoción	1091,44934	kWh	x	0,14363	€/kWh				156,765	
	Excedentes	270,001016	kWh	x	0,051	€/kWh				-13,770	€
Total Energía										176,407	€
Subtotal										221,977	€
Impuesto eléctrico		221,976708	€		0,50%					1,110	€
Subtotal										223,087	€
Equipos de medida					0,043871	€/día	31	días		1,360	€
Base Imponible										224,447	€
IVA (21%)										47,134	€
TOTAL FACTURA										271,580	€

## 6 Conclusiones

Mediante el estudio realizado de las tarifas durante el periodo de un año y la estimación de las facturas anuales con los cambios recomendados se observa:

*Tabla 6.1 Resumen de ahorro de nueva tarifa*

<b>MES</b>	<b>TARIFA 3.0TD (€)</b>	<b>TARIFA 2.0TD (€)</b>	<b>AHORRO (€)</b>
Enero	386,47	238,5836621	147,89
Febrero	800,89	226,5673348	574,32
Marzo	872,11	242,3612851	629,75
Abril	561,61	169,0580708	392,55
Mayo	618,51	182,773248	435,73
Junio	302,51	127,0512834	175,46
Julio	289,00	57,06099971	231,93
Agosto	262,94	59,38856188	203,55
Septiembre	212,77	69,67464582	143,10
Octubre	239,09	221,7648298	17,32
Noviembre	296,22	303,9496612	-7,73
Diciembre	282,42	271,5803772	10,84

Debido a la escalada de precios de la energía en los últimos 6 meses, con respecto a la tabla anterior, únicamente se tendrá en cuenta el ahorro en las facturas de enero a mayo, ya que son las que más se asemeja al panorama actual.

La factura anual con esta nueva tarifa rondaría los 2200 €, por lo que si supondría un ahorro anual de unos 4000 €.

ANEXO IV:  
TRAMITACIÓN AUTOCONSUMO CON  
EXCEDENTES ACOGIDA A  
COMPENSACIÓN [3]

## ÍNDICE

ANEXO IV:	TRAMITACIÓN AUTOCONSUMO CON EXCEDENTES ACOGIDA A COMPENSACIÓN [3]	95
1	Introducción	97
2	Tramitación administrativa	98
2.1	Diseño de la instalación	99
2.2	Permisos de acceso y conexión y avales o garantías	99
2.3	Autorizaciones ambientales y de utilidad pública	100
2.4	Autorización Administrativa previa y de construcción	100
2.5	Licencia de obras e impuestos de construcciones y obras	100
2.6	Ejecución de las instalaciones	101
2.7	Inspección inicial e inspecciones periódicas	101
2.8	Certificado de instalación y/o certificados fin de obra	101
2.9	Autorización de explotación	102
2.10	Contrato de acceso y contrato de suministro para la instalación de autoconsumo	102
2.11	Contrato de suministro de energía para servicios auxiliares	103
2.12	Licencia de actividad	103
2.13	Acuerdo de reparto y contrato de compensación de excedentes	103
2.14	Inscripción en el registro autonómico de autoconsumo	104
2.15	Inscripción en el Registro Administrativo de Autoconsumo de Energía Eléctrica	104
2.16	Inscripción en el registro administrativo de instalaciones de producción de energía eléctrica (RAIPEE)	104
2.17	Notificaciones operacionales	104

## 1 Introducción

El Real Decreto 244/2019 por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica regula las modalidades de autoconsumo de energía eléctrica definidas en el artículo 9 de la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.

En este caso se va describir el proceso de tramitación necesario en la modalidad escogida, autoconsumo con excedente acogida a compensación.

En la modalidad escogida se puede inyectar energía excedentaria en la red de transporte y distribución. El consumidor emplea la energía generada en la instalación de autoconsumo cuando la necesita, pudiendo comprar energía de la red en aquellos momentos en los que la energía generada no sea suficiente para satisfacer el consumo eléctrico.

En caso de que no se consuma la energía generada en su totalidad esta puede inyectarse a la red y, en cada periodo de facturación, en la factura que emite la comercializadora se compensa el coste de la energía comprada a la red con la energía vertida a la red. Esta energía está valorada al precio medio del mercado horario menos el coste de desvíos, únicamente para consumidores PVPC, o en su lugar al precio acordado con la comercializadora, aplicándose con posterioridad los beneficios a los que puedan estar acogidos, bono social y los peajes e impuestos que procedan.

Todos los excedentes horarios de cada consumidor serán asignados a su empresa comercializadora por el Operador del Sistema, a partir de la información que aporte el encargado de la lectura del contador. La comercializadora obtendrá el precio medio horario del mercado eléctrico para todos los excedentes que se le asignen, y este compensará al consumidor.

En ningún caso de los anteriores el resultado podrá ser negativo, es decir, el máximo importe que puede compensarse será el importe de la energía comprada a la red.

Para poder acogerse a esta modalidad se deben de cumplir todas las condiciones siguientes:

- La fuente de energía primaria debe ser de origen renovable.
- La potencia total de las instalaciones de producción asociadas no sea superior a 100 kW.

- El consumidor se ha de haber suscrito a un único contrato de suministro para el consumo asociado y para los consumos auxiliares con una empresa comercializadora.
- El consumidor y productor asociado hayan suscrito un contrato de compensación de excedentes de autoconsumo definido en el artículo 14 del Real Decreto 244/2019.
- La instalación de producción no debe estar sujeta a la percepción de un régimen retributivo adicional o específico.

Otros datos a tener en cuenta serán los siguientes:

- Se podrán instalar elementos de almacenamiento asociados a las instalaciones de producción en todas las modalidades de autoconsumo.
- Es necesario que el consumidor tenga un contrato de suministro eléctrico. Aquellos que carezcan de este contrato deberán suscribirse a un contrato de acceso con la empresa distribuidora directamente o a través de una empresa comercializadora.

## 2 Tramitación administrativa

La tramitación administrativa de las instalaciones de autoconsumo puede requerir distintos trámites a nivel estatal, autonómico y local, además de trámites que puede requerir la empresa distribuidora.

Para el caso de la modalidad escogida, instalación de autoconsumo con excedentes, será necesario conocer como es la conexión de la instalación:

- Conexión a la red interior del consumidor o consumidores asociados. En este caso se denominan instalaciones próximas en red interior.
- Conexión en un punto externo a la red interior, de manera que la instalación generadora se une a los distintos consumidores asociados empleando la red pública de distribución y transporte. Estas serán las instalaciones próximas a través de red.

Estas instalaciones deben satisfacer al menos uno de los siguientes criterios:

- o La conexión se realiza a la red de baja tensión que se deriva del mismo centro de transformación al que pertenece el consumidor.

- La distancia existente entre los contadores de generación y de consumo es menor de 500 metros, medidos en proyección ortogonal en planta.
- La instalación generadora y los consumidores asociados se ubican en la misma referencia catastral, tomada como tal si coinciden los 14 primeros dígitos (con la excepción de las comunidades autónomas con normativa catastral propia).

En este caso se hará mediante conexión interior ya que para poder acogerse al mecanismo por compensación se deberá de disponer de esta conexión, ya que es indispensable tanto para unificar el contrato para consumo y para los servicios auxiliares como para declarar que los consumos auxiliares son despreciables.

## 2.1 Diseño de la instalación

La documentación necesaria en el diseño de la instalación generadora dependerá del tipo de conexión a la red que vaya a emplearse y de la potencia prevista de la instalación.

Si la conexión va a realizarse en baja tensión y la potencia de la instalación va a ser igual o inferior a 10 kW, únicamente se necesitará una Memoria Técnica de Diseño, en caso de que sea superior a 10 kW, aunque la conexión sea en baja tensión, será obligatorio realizar un proyecto técnico redactado. También se deberá realizar un proyecto técnico su la conexión se realiza a la red de alta tensión.

## 2.2 Permisos de acceso y conexión y avales o garantías

Para instalaciones de potencia igual o inferior a 15 kW, cuando estén ubicadas en suelo urbanizado que cuenten con las dotaciones y servicios requeridos por la legislación urbanística, quedarán exentas de solicitar los permisos de acceso y conexión. Por ello también estarán exentas de presentar los avales y garantías para la conexión.

También quedan exentas del cumplimiento de los requisitos técnicos que establece el Reglamento (UE) 2016/631 sobre los códigos europeos de red.

En cualquier caso, el instalador solicitará a la compañía distribuidora el Código de Autoconsumo (CAU) que identificará de forma única el autoconsumo. Estará formado por el CUPS, con 22 caracteres, seguido del código A y tres ceros. El instalador podrá realizarlo tras solicitar y completar el certificado de la instalación.

Para las instalaciones de hasta 15 kW ubicadas en suelo urbanizado con dotaciones, se deberá tener en cuenta que la potencia de la instalación generadora deberá ser inferior a la potencia máxima admisible de la acometida a la que se va a conectar la instalación.

### 2.3 Autorizaciones ambientales y de utilidad pública

Las instalaciones con la modalidad escogida, autoconsumo con excedente acogida a compensación, y con una potencia menor de 100 kW no requieren de tramites de impacto ambiental ni de utilidad pública, excepto en los casos en el que el emplazamiento de la instalación se encuentre bajo alguna figura de protección.

### 2.4 Autorización Administrativa previa y de construcción

Las instalaciones generadoras con potencia menor o igual a 100 kW conectadas directamente a una red de baja tensión quedan excluidas del régimen de autorización administrativa previa y de construcción.

### 2.5 Licencia de obras e impuestos de construcciones y obras

Se deberá solicitar permiso de obras según la normativa municipal vigente en el emplazamiento.

En función de las características de la instalación generadora, la normativa municipal definirá si es suficiente con realizar una declaración responsable de obra o una comunicación previa de obra. Este permiso habilita el inicio de la obra de forma inmediata sin esperar respuesta. A pesar de esto, siguiendo la normativa municipal se puede llegar a requerir la solicitud de licencia de obra que implicaría la necesidad de una respuesta y la concesión del permiso municipal.

Siguiendo la normativa de la comunidad autónoma, Castilla y León en este caso, las instalaciones de autoconsumo, independientemente de su modalidad y potencia, cuyos módulos fotovoltaicos se emplacen sobre edificios o construcciones y que no supongan un impacto sobre el patrimonio histórico, únicamente necesitarán una declaración responsable.

Junto con la declaración responsable se deberá satisfacer la Tasa y el Impuesto de Construcciones, Instalaciones y Obras.

## 2.6 Ejecución de las instalaciones

Las instalaciones en autoconsumo con excedentes de potencia menor o igual a 100 kW, conectadas en baja tensión se ejecutarán siguiendo el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

En cuanto a las configuraciones de medida para las instalaciones con esta modalidad, se deberá tener en cuenta los requisitos generales de medida, siguiendo el Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, y los requisitos particulares recogidos en la normativa específica de autoconsumo, siguiendo el Real Decreto 244/2019, de 5 de abril.

## 2.7 Inspección inicial e inspecciones periódicas

Por lo general, en las instalaciones ejecutadas siguiendo el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, no es necesario pasar por el trámite de inspección general.

## 2.8 Certificado de instalación y/o certificados fin de obra

Si la conexión es en baja tensión y la potencia de la instalación es menor o igual a 10 kW, una vez finalizada la instalación, la certificación del final de obra se hará mediante la presentación ante el órgano correspondiente de la comunidad autónoma del Certificado de Instalación Eléctrica.

La empresa instaladora tiene el deber de emitir un Certificado de Instalación, suscrito por un instalador en baja tensión que pertenezca a la empresa, según modelo y procedimiento establecidos por la comunidad autónoma. En este certificado debe constar que la instalación generadora se ha realizado conforme al Reglamento y sus instrucciones técnicas complementarias y de acuerdo con la documentación técnica.

El trámite de validación y autorización del certificado de instalación a través de un organismo de control que podrá visitar la instalación y revisar documentación, teniendo en cuenta que este trámite puede llevar consigo el pago de tasas.

Dependiendo de la comunidad autónoma en la que se encuentre la instalación, esta, podrá solicitar la entrega de una declaración responsable del titular de la instalación que certifique que existen las autorizaciones, concesiones o permisos de los organismos pertinentes.

## 2.9 Autorización de explotación

En términos generales, las instalaciones que se han realizado siguiendo el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y su potencia sea menor o igual a 100 kW, la autorización de explotación se asemeja al certificado de instalación aportado por la comunidad autónoma, por lo que no es necesario un trámite específico. Se deberá revisar la legislación de la comunidad autónoma en la que se realice la instalación.

En este caso, Castilla y León, las instalaciones de autoconsumo con excedentes y acogida a compensación, precisan de la Autorización de Explotación. Este trámite se realiza al mismo tiempo que la solicitud de del Certificado de Instalación Eléctrica, expidiéndose ambos juntos.

## 2.10 Contrato de acceso y contrato de suministro para la instalación de autoconsumo

Las instalaciones de autoconsumo con excedente a través de red interior de cualquier potencia y conexión en baja tensión o en alta tensión no requieren un contrato específico de acceso con la compañía distribuidora, será válido el contrato de acceso del que ya dispone el consumidor. Únicamente se debe comunicar a la empresa distribuidora, mediante la comercializadora o directamente, para que se habilite la contratación del autoconsumo, y posteriormente se contactará con la comercializadora para que el contrato de suministro ya existente se modifique y se muestre la modalidad de autoconsumo escogida.

Si no se dispone de un contrato de acceso previo para sus instalaciones de consumo se deberá suscribir uno nuevo y reflejar en el la modalidad de autoconsumo.

La comunidad autónoma en la que se encuentre remitirá la información obtenida del certificado de instalación que se haya tramitado con la empresa distribuidora en el plazo de 10 días desde su recibimiento y a partir de esta documentación la distribuidora ya modificará el contrato de acceso. Este contrato de acceso será expedido por la empresa distribuidora a la comercializadora y al consumidor en un plazo máximo de 5 días des que reciba la información necesaria. En caso de no estar de acuerdo con algún punto del

contrato final existirá un plazo de 10 días para comunicar a la compañía comercializadora o a la distribuidora el desacuerdo.

### 2.11 Contrato de suministro de energía para servicios auxiliares

Los servicios auxiliares de producción son aquellos suministros de energía eléctrica necesarios para poder proveer el servicio básico en cualquier régimen de funcionamiento de la instalación generadora.

No es necesario suscribir in contrato de suministro para el consumo de los servicios auxiliares si se cumplen todas estas condiciones:

- Instalaciones próximas en red interior
- Instalaciones de generación de tecnología renovable cuya potencia sea inferior de 100 kW.
- El cómputo anual de la energía consumida por los servicios auxiliares sea inferior al 1% de la energía neta generada por la instalación.

En caso de no cumplir con estas condiciones es necesario un contrato de acceso y consumo para estos servicios auxiliares de producción con la distribuidora. Se podrán unificar los contratos de acceso siempre que se cumplan los dos siguientes requisitos:

- La instalación de generación esté conectada en la red interior del consumidor.
- El consumidor y el titular de la instalación de producción es la misma persona física y jurídica.

### 2.12 Licencia de actividad

Las instalaciones de autoconsumo con excedentes acogidas a compensación, no realizan actividad económica por lo que no es necesario realizar ningún trámite.

### 2.13 Acuerdo de reparto y contrato de compensación de excedentes

Para las instalaciones de autoconsumo con excedentes acogidas a compensación, deberán firmar un contrato de compensación de excedentes entre el productor y el consumidor asociado, para así poder compensar simplificadaamente los déficits de sus consumos y la

totalidad de los excedentes de la instalación generadora. Este contrato deberá incluir también el criterio de reparto de la energía generada y se deberá enviar a la distribuidora. Para que se pueda aplicar la compensación, es necesario que el consumidor remita a la distribuidora, un escrito solicitando la aplicación del sistema de compensación.

#### 2.14 Inscripción en el registro autonómico de autoconsumo

Los titulares de las instalaciones de autoconsumo con excedentes con potencia inferior a 100 kW y conectadas a baja tensión, se encuentran exentos de realizar el trámite de inscripción.

#### 2.15 Inscripción en el Registro Administrativo de Autoconsumo de Energía Eléctrica

Todas las instalaciones de autoconsumo con excedentes deberán estar inscritas en el registro administrativo de autoconsumo de energía eléctrica, este es un procedimiento entre administraciones.

La instalación de autoconsumo con excedentes acogidas a compensación estará inscrita en la sección segunda y en la subsección a.

#### 2.16 Inscripción en el registro administrativo de instalaciones de producción de energía eléctrica (RAIPEE)

Los titulares de las instalaciones generadoras de autoconsumo con excedentes de potencia igual o inferior a 100 kW no tienen la obligación de realizar el trámite de inscripción en RAIPEE.

#### 2.17 Notificaciones operacionales

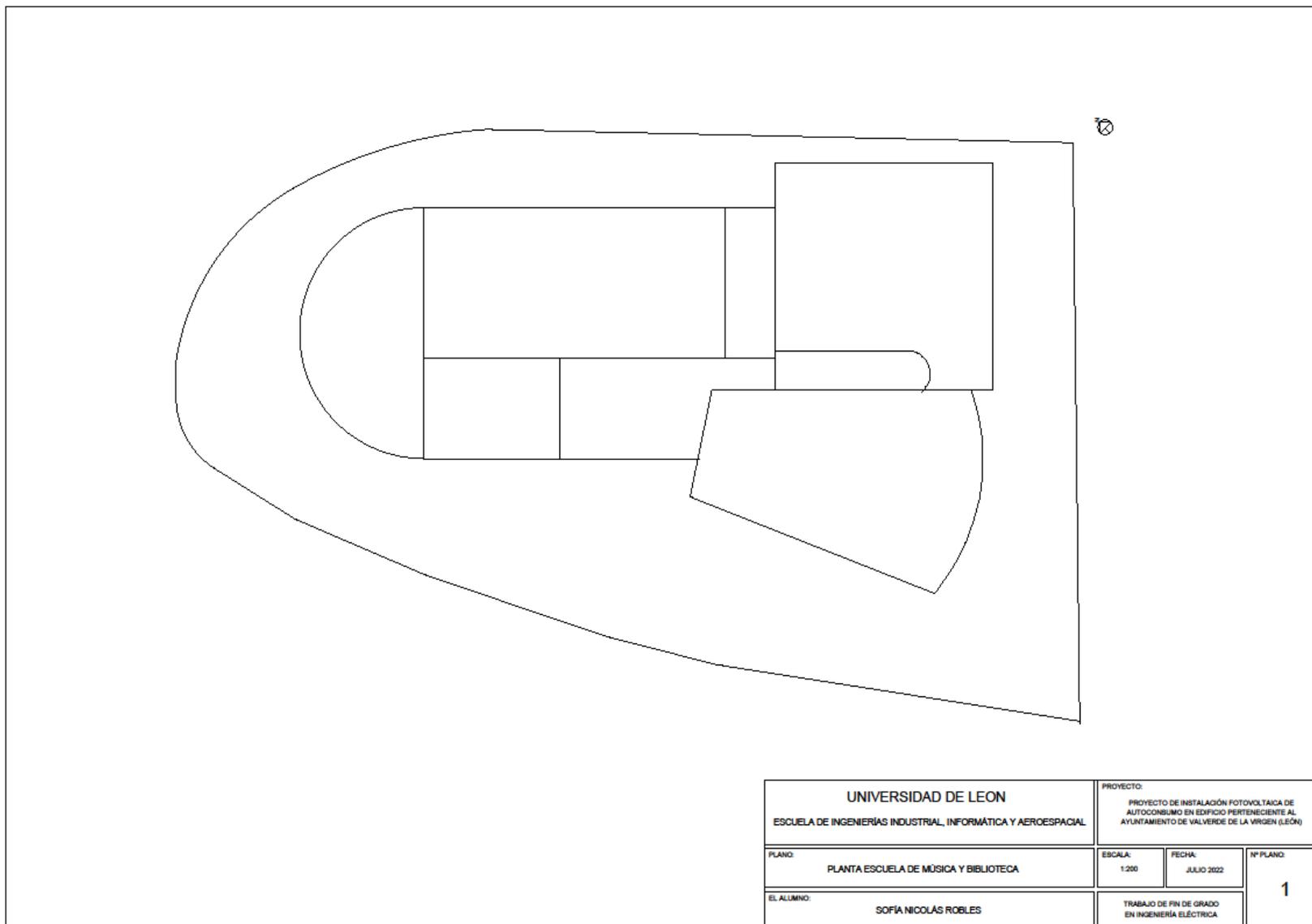
Siguiendo el Real Decreto 647/2020, las instalaciones sin excedentes y las instalaciones con excedentes de potencia inferior a 15 kW ubicadas en suelo urbanizado quedan exentas de realizar este procedimiento.

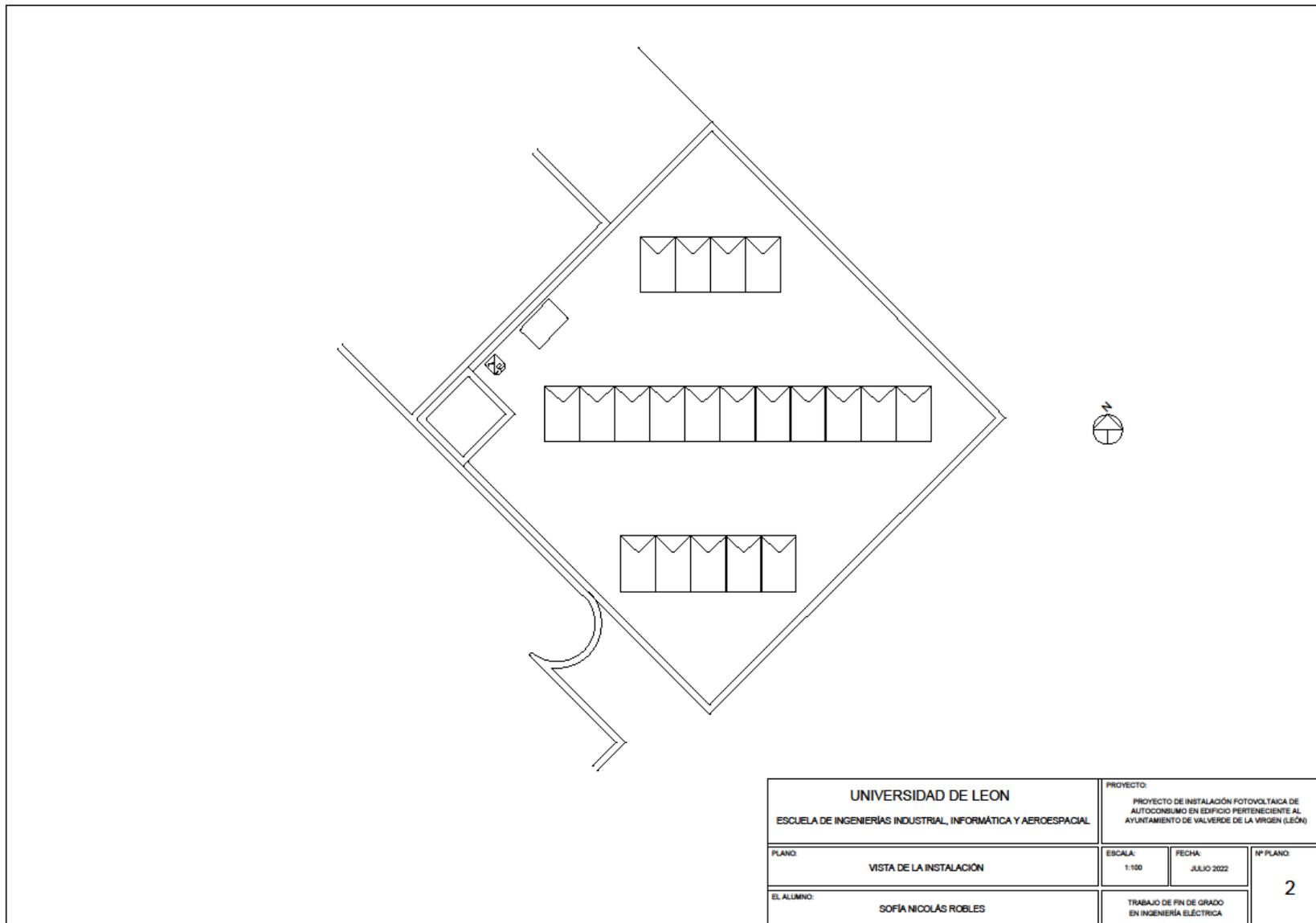
## BIBLIOGRAFÍA

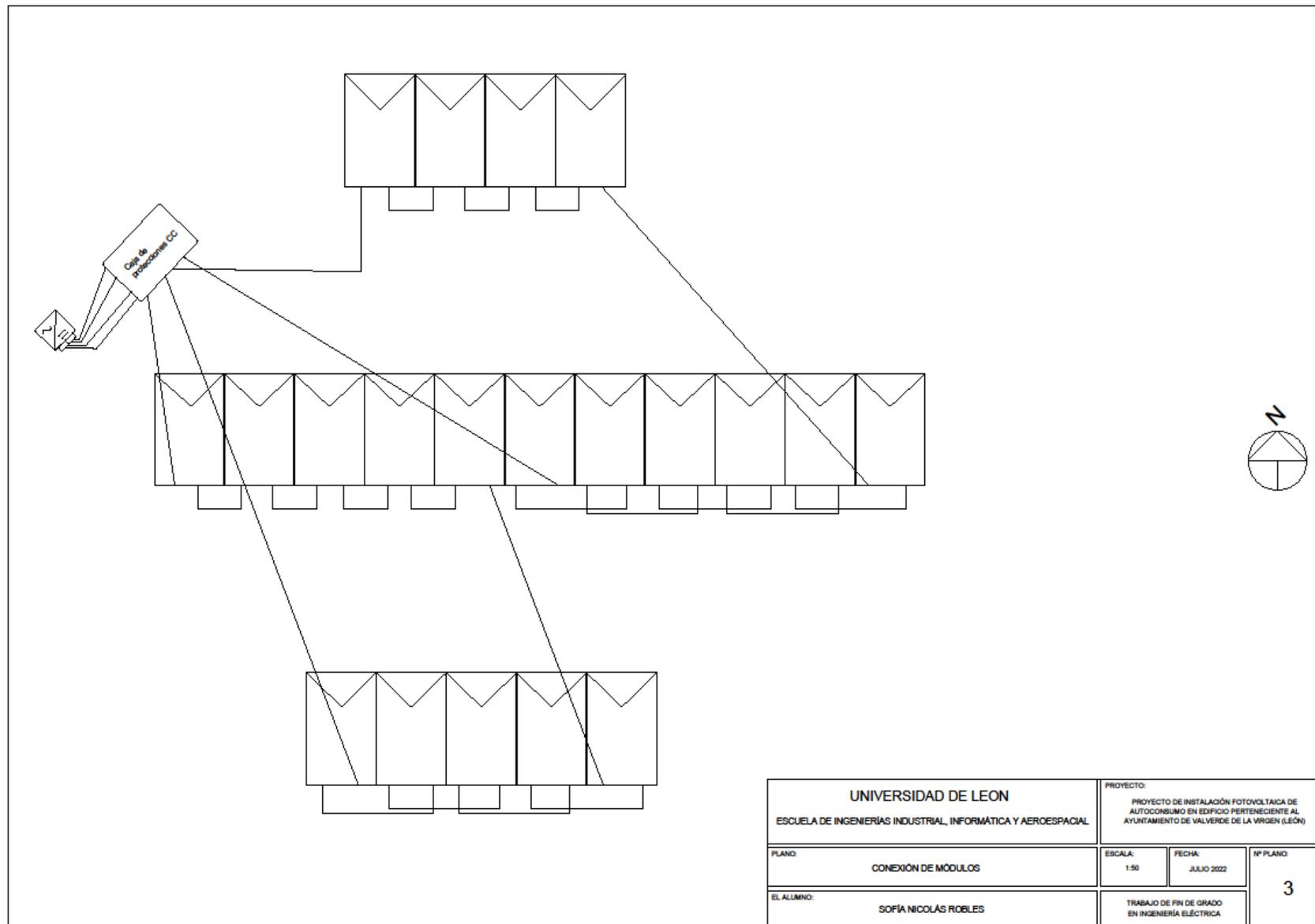
# DOCUMENTO Nº4 PLANOS

## ÍNDICE

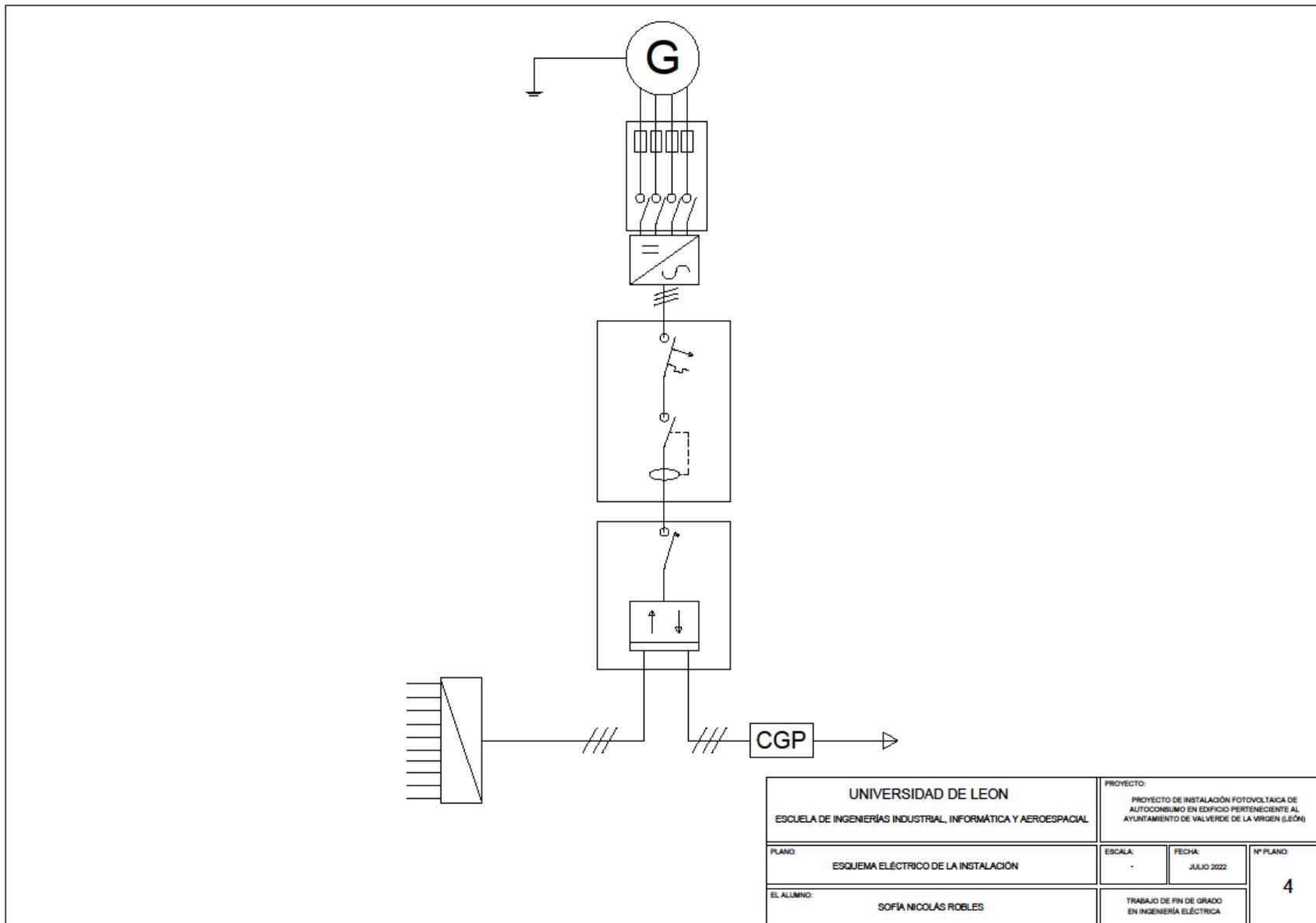
DOCUMENTO Nº4	PLANOS .....	105
---------------	--------------	-----







UNIVERSIDAD DE LEÓN		PROYECTO:	
ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIAL, INFORMÁTICA Y AEROSPAZIAL		PROYECTO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO EN EDIFICIO PERTENECIENTE AL AYUNTAMIENTO DE VALVERDE DE LA VIRGEN (LEÓN)	
PLANO:	CONEXIÓN DE MÓDULOS	ESCALA:	FECHA:
		1:50	JULIO 2022
EL ALUMNO:	SOFÍA NICOLÁS ROBLES	TRABAJO DE FIN DE GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA	
			Nº PLANO: 3



# DOCUMENTO Nº5

## PLIEGO DE CONDICIONES [4]

## ÍNDICE

DOCUMENTO Nº5	PLIEGO DE CONDICIONES [4]	111
1	Objeto	115
2	Generalidades	115
2.1	Normativa	115
3	Definiciones	117
3.1	Radiación solar	117
3.2	Instalación	117
3.3	Módulos	118
3.4	Integración arquitectónica	119
4	Diseño de la instalación fotovoltaica	119
4.1	Condiciones técnicas para la conexión a la red	119
4.2	Diseño del generador fotovoltaico	120
4.2.1	Orientación e inclinación y sombras	121
4.3	Diseño del sistema de monitorización	121
5	Componentes y materiales	122
5.1	Generalidades	122
5.2	Sistemas generadores fotovoltaicos	123
5.3	Estructura soporte	124
5.4	Inversores	125
5.5	Cableado	127
5.6	Conexión a red	127
5.7	Medidas	127
5.8	Protecciones	127
5.9	Puesta a tierra de las instalaciones fotovoltaicas	128
5.10	Armónicos y compatibilidad electromagnética	128
5.11	Medidas de seguridad	128
6	Aprovisionamiento, transporte y almacenamiento del material	129

6.1	Aprovisionamiento.....	129
6.2	Transporte.....	129
6.3	Almacenamiento.....	130
7	Recepción y pruebas.....	130
8	Requerimientos técnicos del contrato de mantenimiento .....	131
8.1	Generalidades .....	131
8.2	Programa de mantenimiento .....	132
8.3	Garantías.....	133
8.3.1	Ámbito general de la garantía .....	133
8.3.2	Plazos .....	133
8.3.3	Condiciones económicas .....	134
8.3.4	Anulación de la garantía .....	134
8.3.5	Lugar y tiempo de la prestación .....	134

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 4.1 Límite de pérdidas según la disposición de módulos .....	121
--	-----

## 1 Objeto

Este documento tiene como objetivo establecer las condiciones técnicas mínimas que se deberán cumplir en la instalación solar fotovoltaica para asegurar su calidad. Se valorará entonces la calidad final de la instalación en cuanto a su rendimiento, producción e integración.

El ámbito de aplicación de este Pliego de Condiciones Técnicas (en lo que sigue, PCT) se extiende a todos los sistemas mecánicos, eléctricos y electrónicos que forman parte de la instalación.

En determinados supuestos, para el proyecto se podrá adoptar, por la propia naturaleza del mismo o del desarrollo tecnológico, soluciones diferentes a las exigidas en este PCT, siempre que quede suficientemente justificada su necesidad y que no impliquen una disminución de las exigencias mínimas de calidad específicas en el mismo.

## 2 Generalidades

Este PCT es de aplicación a las instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a la red de distribución destinadas a la producción de electricidad para el autoconsumo y en caso de excedentes sea vendida a la red de distribución, quedando excluidas expresamente las instalaciones asiladas de la red.

Servirá como guía técnica para otras aplicaciones especiales, las cuales deberán cumplir los requisitos de seguridad, calidad y durabilidad establecidos.

### 2.1 Normativa

En todo caso serán de aplicación todas las normativas que afecten a instalaciones solares fotovoltaicas, y en particular las siguientes:

- **Ley 24/2013**, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- **Real Decreto 1955/2000**, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- **Real Decreto 842/2002**, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.

- **Real Decreto-Ley 7/2006**, de 23 de junio, por el que se adoptan medidas urgentes en el sector energético.
- **Real Decreto 1110/2007**, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- **Real Decreto 1699/2011**, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- **Real Decreto 1048/2013**, de 27 de diciembre, por el que se establece la metodología para el cálculo de la retribución de la actividad de distribución de energía eléctrica.
- **Real Decreto 413/2014**, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- **Real Decreto 900/2015**, de 9 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica de autoconsumo y de producción con autoconsumo.
- **Real Decreto-Ley 15/2018**, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores.
- **Real Decreto 244/2019**, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.
- **Real Decreto 647/2020**, de 7 de julio, por el que se regulan aspectos necesarios para la implementación de los códigos de red de conexión de determinadas instalaciones eléctricas.
- **Real Decreto 1183/2020**, de 29 de diciembre, de acceso y conexión a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica.
- **Real Decreto-Ley 23/2020**, de 23 de junio, por el que se aprueban medidas en materia de energía y en otros ámbitos para la reactivación económica.
- **Real Decreto-Ley 29/2021**, de 21 de diciembre, por el que se adoptan medidas urgentes en el ámbito energético para el fomento de la movilidad eléctrica, el autoconsumo y el despliegue de energías renovables.

- **Orden TED/749/2020**, de 16 de julio, por la que se establecen los requisitos técnicos para la conexión a la red necesarios para la implementación de los códigos de red de conexión.
- **Circular 1/2021**, de 20 de enero, de la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia, por la que se establece la metodología y condiciones del acceso y de la conexión a las redes de transporte y distribución de las instalaciones de producción de energía eléctrica.
- **Normativa particular de Iberdrola Distribución Eléctrica, S.A.U.:**
  - MT 3.53.01**, Condiciones técnicas de instalaciones de producción eléctrica conectadas a la red de i-DE redes eléctricas inteligentes.

### 3 Definiciones

#### 3.1 Radiación solar

- Radiación solar: Energía procedente del Sol en forma de ondas electromagnéticas
- Irradiancia: Densidad de potencia incidente en una superficie o la energía incidente en una superficie por unidad de tiempo y unidad de superficie. Se mide en kW/m<sup>2</sup>.
- Irradiación: Energía incidente en una superficie por unidad de superficie y a lo largo de un cierto período de tiempo. Se mide en kWh/m<sup>2</sup>, o bien en MJ/m<sup>2</sup>.

#### 3.2 Instalación

- Instalaciones fotovoltaicas: Son aquellas que disponen de módulos fotovoltaicos para la conversión directa de la radiación solar en energía eléctrica sin ningún paso intermedio.
- Instalaciones fotovoltaicas interconectadas: Aquellas que disponen de conexión física con las redes de transporte o distribución de energía eléctrica del sistema, ya sea de manera directa o a través de la red de un consumidor.
- Línea y punto de conexión y medida: La línea de conexión es la línea eléctrica mediante la cual se conectan las instalaciones fotovoltaicas con un punto de red de la empresa distribuidora o con la acometida del usuario, denominado punto de conexión y medida.

- Interruptor automático de la interconexión: Dispositivo de corte automático sobre el cual actúan las protecciones de interconexión.
- Interruptor general: Dispositivo de seguridad y maniobra que permite separar la instalación fotovoltaica de la red de la empresa distribuidora.
- Generador fotovoltaico: Asociación en paralelo de ramas fotovoltaicas.
- Rama fotovoltaica: Subconjunto de módulos interconectados en serie o en asociaciones serie-paralelo, con voltaje igual a la tensión nominal del generador.
- Inversor: Convertidor de tensión y corriente continua en tensión y corriente alterna. También se denomina ondulator.
- Potencia nominal del generador: Suma de las potencias máximas de los módulos fotovoltaicos.
- Potencia de la instalación fotovoltaica o potencia nominal: Suma de la potencia nominal de los inversores (determinada por el fabricante) que intervienen en las tres fases de la instalación eléctrica en condiciones nominales de funcionamiento.

### 3.3 Módulos

- Célula solar o fotovoltaica: Dispositivo que transforma la radiación solar en energía eléctrica.
- Célula de tecnología equivalente (CTE): Célula solar encapsulada de forma independiente, cuya tecnología de fabricación y encapsulado es idéntica a la de los módulos fotovoltaicos que forman la instalación.
- Módulo o panel fotovoltaico: Conjunto de células solares directamente interconectadas y encapsuladas como único bloque, entre materiales que las protegen de los efectos de la intemperie.
- Condiciones Estándar de Medida (CEM): Condiciones de irradiancia y temperatura en la célula solar, utilizadas universalmente para caracterizar células, módulos y generadores solares y definidas del modo siguiente:
  - Irradiancia solar: 1000 W/m<sup>2</sup>
  - Distribución espectral: AM 1,5 G
  - Temperatura de célula: 25 °C
- Potencia pico: Potencia máxima del panel fotovoltaico en CEM.

- TONC: Temperatura de operación nominal de la célula, definida como la temperatura que alcanzan las células solares cuando se somete al módulo a una irradiancia de  $800 \text{ W/m}^2$  con distribución espectral AM 1,5 G, la temperatura ambiente es de  $20 \text{ }^\circ\text{C}$  y la velocidad del viento, de  $1 \text{ m/s}$ .

### 3.4 Integración arquitectónica

Según los casos, se aplicarán las denominaciones siguientes:

- Integración arquitectónica de módulos fotovoltaicos: Cuando los módulos fotovoltaicos cumplen una doble función, energética y arquitectónica (revestimiento, cerramiento o sombreado) y, además, sustituyen a elementos constructivos convencionales.
- Revestimiento: Cuando los módulos fotovoltaicos constituyen parte de la envolvente de una construcción arquitectónica.
- Cerramiento: Cuando los módulos constituyen el tejado o la fachada de la construcción arquitectónica, debiendo garantizar la debida estanquidad y aislamiento térmico.
- Elementos de sombreado: Cuando los módulos fotovoltaicos protegen a la construcción arquitectónica de la sobrecarga térmica causada por los rayos solares, proporcionando sombras en el tejado o en la fachada.

## 4 Diseño de la instalación fotovoltaica

### 4.1 Condiciones técnicas para la conexión a la red

Se deberán aplicar las condiciones técnicas de carácter general que vienen descritas en el artículo 8 del Real Decreto 1663/2000 de 29 de septiembre, sobre la conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión, así como las que tenga reconocidas la empresa distribuidora, siendo en este caso Iberdrola Distribución. En este caso estas condiciones son:

- El funcionamiento de las instalaciones fotovoltaicas, a las cuales se refiere el Real Decreto mencionado anteriormente, no deberá provocar averías en la red,

disminuciones de las condiciones de seguridad ni alteraciones superiores a las admitidas por la normativa que resulte aplicable.

- Del mismo modo, el funcionamiento de estas instalaciones no podrá dar origen a condiciones peligrosas de trabajo para el personal de mantenimiento y explotación de la red de distribución. Cuando la línea este desconectada de la red, por trabajos de mantenimiento o por la actuación de alguna protección en la línea, la instalación no deberá mantener tensión en la línea de distribución.
- Las condiciones de conexión a la red se determinarán en función de la potencia de la instalación fotovoltaica, con objeto de evitar efectos perjudiciales a los usuarios con cargas sensibles.
- Para establecer el punto de conexión a la red de distribución se deberá tener en cuenta la capacidad de transporte de la línea, la potencia instalada en los centros de transformación y las distribuciones en las diferentes fases de generadores en régimen especial provistos de inversores monofásicos.
- En el circuito de generación hasta el equipo de medida no podrá intercalarse ningún elemento de generación distinto del fotovoltaico, ni de acumulación o de consumo.
- En el caso de que la instalación se vea afectada por perturbaciones de la red de distribución, externas a la misma, se aplicará la normativa vigente sobre calidad del servicio.

## 4.2 Diseño del generador fotovoltaico

El módulo fotovoltaico seleccionado deberá cumplir las especificaciones descritas en el apartado 5.2.

Todos los módulos que forman parte de la instalación serán del mismo modelo, o en el caso de modelos distintos, el diseño debe garantizar totalmente la compatibilidad entre ellos y la ausencia de efectos negativos en la instalación por dicha causa.

En aquellos casos excepcionales en que se utilicen módulos no cualificados, deberá justificarse debidamente y aportar documentación sobre las distintas pruebas y ensayos a los que se han sometido los módulos. En cualquier caso, han de cumplirse las normas vigentes de obligado cumplimiento.

#### 4.2.1 Orientación e inclinación y sombras

La orientación e inclinación del generador fotovoltaico y las posibles sombras sobre el mismo serán tales que las pérdidas sean inferiores a los límites de la Tabla 4.1. Se considerarán tres casos: general, superposición de módulos e integración arquitectónica. En los tres casos anteriores deberán cumplirse tres condiciones: pérdidas por orientación e inclinación, pérdidas por sombreado y pérdidas totales inferiores a los límites estipulados respecto a los valores óptimos.

*Tabla 4.1 Límite de pérdidas según la disposición de módulos*

	<b>Orientación e inclinación (OI)</b>	<b>Sombras (S)</b>	<b>Total (OI+S)</b>
<i>General</i>	10 %	10 %	15 %
<i>Superposición</i>	20 %	15 %	30 %
<i>Integración arquitectónica</i>	40 %	20 %	50 %

Cuando en ocasiones especiales, y por razones justificadas, en los que no se puedan instalar de acuerdo a Tabla 4.1, se evaluará la reducción en las prestaciones energéticas de la instalación, incluyéndose esta en la Memoria del Proyecto.

Todo lo descrito anteriormente se desarrollará en el documento “Cálculo” de este proyecto, siguiendo las directrices para el cálculo de las pérdidas de radiación solar por sombras.

#### 4.3 Diseño del sistema de monitorización

El sistema de monitorización aportará medidas, como mínimo, de las siguientes variables:

- Voltaje y corriente CC a la entrada del inversor.
- Voltaje de fase en la red, potencia total de salida del inversor.
- Radiación solar en el plano de los módulos, medida con un módulo o una célula e tecnología equivalente.
- Temperatura ambiente en la sombra.
- Potencia reactiva de salida del inversor para instalaciones mayores de 5 kWp.

- Temperatura de los módulos en integración arquitectónica y, siempre que sea posible, en potencias mayores de 5 kW.

Los datos se deberán presentar en forma de medias horarias y los tiempos de adquisición, la presencia de medidas y el formato de presentación se harán siguiendo las directrices del documento del JRC-Ispra “Guidelines for the Assessment of Photovoltaic Plants – Document A”, Report EUR16338 EN.

Los sistemas de monitorización deberán de ser accesibles para los usuarios.

## 5 Componentes y materiales

### 5.1 Generalidades

Se asegurará, como mínimo, un grado de aislamiento eléctrico de tipo básico clase I en lo que afecta tanto a equipos (módulos e inversores), como a los distintos materiales (conductores, cajas y armarios de conexión), siendo una excepción el cableado de continua que deberá tener un doble aislamiento y un grado de protección mínima de IP65.

La instalación deberá incorporar todos los elementos y características necesarios para garantizar en todo momento la calidad del suministro eléctrico de la instalación.

El funcionamiento de la instalación no deberá provocar averías en la red, disminuciones de las condiciones de seguridad ni alteraciones superiores a las admitidas por la empresa distribuidora. De este modo, el correcto funcionamiento de la instalación no podrá dar origen a condiciones peligrosas de trabajo para el personal de mantenimiento t explotación de la red de distribución.

Lo elementos y materiales que se encuentren situados en la intemperie se protegerán contra los agentes ambientales, en particular contra el efecto de la radiación solar y la humedad.

Se incluirán todos los elementos necesarios de seguridad y protecciones propias de las personas y de la instalación fotovoltaica, asegurando la protección frente a contactos directos e indirectos, cortocircuitos, sobrecargas.

Se deberán incluir especificaciones técnicas proporcionadas por el fabricante de cada elemento.

Por motivos de seguridad y operación de los equipos, los indicadores, etiquetas, etc. de los mismos estarán en castellano.

## 5.2 Sistemas generadores fotovoltaicos

Los módulos deberán satisfacer las especificaciones UNE-EN 61730, sobre cualificación de la seguridad de módulos fotovoltaicos, y la norma UNE-EN 50380, sobre informaciones de las hojas de datos y de las placas de características para los módulos fotovoltaicos. También se deberá satisfacer la normativa pertinente en función de la tecnología del módulo. Aquellos módulos que no puedan ser ensayados según estas normas, deberán acreditar el cumplimiento de los requisitos mínimos establecidos en las mismas por otros medios, y con carácter previo a su inscripción en el registro. En caso de no poder ser ensayados, será necesario justificar esta imposibilidad y se deberá comunicar por escrito a la Dirección General de Política Energética y Minas, quien resolverá sobre la conformidad o no de la justificación y acreditación presentadas.

El módulo llevará de forma claramente visible e indeleble el modelo y nombre o logotipo del fabricante, así como una identificación individual o número de serie trazable a la fecha de fabricación.

Las características técnicas a las que se deberán adaptar los módulos serán las siguientes:

- Deberán llevar diodos de derivación para evitar las posibles averías de las células y sus circuitos por sombreados parciales y tendrán un grado de protección IP65.
- Los marcos laterales serán de aluminio o acero inoxidable.
- Para que el módulo resulte aceptable, su potencia máxima y corriente de cortocircuito reales referidas a condiciones estándar deberán estar comprendidas en el margen  $\pm 3\%$  de los correspondientes valores nominales de catálogo.
- Será rechazado cualquier módulo que presente defectos de fabricación tales como roturas o manchas en cualquiera de sus elementos, así como falta de alineación en las células o burbujas en el encapsulante.

Se buscará una alta eficiencia de las células.

Por motivos de seguridad y para facilitar el mantenimiento y reparación del generador, se instalarán los elementos necesarios (fusibles, interruptores, etc.) para la desconexión, de

forma independiente y en ambos terminales, de cada una de las ramas del resto del generador.

La estructura del generador se conectará a tierra.

Los módulos fotovoltaicos estarán garantizados por el fabricante durante un periodo mínimo de 10 años y contarán con una garantía de rendimiento durante 25 años.

### 5.3 Estructura soporte

Aparte de las especificaciones que se mencionan a continuación las estructuras soporte deberán cumplir con el Código Técnico de la Edificación.

El diseño y la construcción de la estructura y el sistema de fijación de módulos, permitirá las necesarias dilataciones térmicas, sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los módulos, siguiendo las indicaciones del fabricante.

Lo puntos de sujeción para el módulo fotovoltaico serán suficientes en número, teniendo en cuenta el área de apoyo y posición relativa, de forma que no se produzcan flexiones en los módulos superiores a las permitidas por el fabricante y los métodos homologados para el modelo del módulo.

El diseño de la estructura se realizará para la orientación y el ángulo de inclinación especificado para el generador fotovoltaico, teniendo en cuenta la facilidad de montaje y desmontaje, y la posible necesidad de sustituciones de elementos.

La estructura se protegerá superficialmente contra la acción de los agentes ambientales. La realización de taladros en la estructura se llevará a cabo antes de proceder, en su caso, al galvanizado o protección de la estructura.

La tornillería será realizada en acero inoxidable. En el caso de que la estructura sea galvanizada se admitirán tornillos galvanizados, exceptuando la sujeción de los módulos a la misma, que serán de acero inoxidable.

Los topes de sujeción de módulos y la propia estructura no arrojarán sombra sobre los módulos.

La estructura soporte será calculada según la normativa vigente para soportar cargas extremas debidas a factores climatológicos adversos, tales como viento, nieve, etc.

## 5.4 Inversores

Los inversores deberán adaptarse al tipo de conexión a la red eléctrica, con una potencia de entrada variable para que sean capaces de extraer en todo momento la máxima potencia que el generador fotovoltaico puede proporcionar.

Las características de los inversores serán las siguientes:

- Principio de funcionamiento: fuente de corriente.
- Autoconmutados.
- Seguimiento automático del punto de máxima potencia del generador.
- No funcionarán en isla o modo aislado.

Y la caracterización de los inversores de la instalación se deberá hacer acorde a las siguientes normas:

- UNE-EN 62093: Componentes de acumulación, conversión y gestión de energía de sistemas fotovoltaicos. Cualificación del diseño y ensayos ambientales.
- UNE-EN 61683: Sistemas fotovoltaicos. Acondicionadores de potencia. Procedimiento para la medida del rendimiento.
- IEC 62116. Testing procedure of islanding prevention measures for utility interactive photovoltaic inverters.

Los inversores cumplirán con las directivas comunitarias de Seguridad Eléctrica y Compatibilidad Electromagnética (ambas serán certificadas por el fabricante), incorporando protecciones frente a:

- Cortocircuitos.
- Tensión de red fuera de rango.
- Frecuencia de red fuera de rango.
- Sobretensiones, mediante varistores o similares.
- Perturbaciones presentes en la red como microcortes, pulsos, defectos de ciclos, ausencia y retorno de la red, etc.

Cada inversor dispondrá de las señalizaciones necesarias para su correcta operación, e incorporará los controles automáticos imprescindibles que aseguren su adecuada supervisión y manejo.

Cada inversor incorporará los controles manuales siguientes:

- Encendido y apagado general del inversor.
- Conexión y desconexión del inversor a la interfaz CA.

Las características eléctricas a cumplir serán las siguientes:

- El inversor seguirá entregando potencia a la red de forma continuada en condiciones de irradiancia solar un 10% superiores a las CEM. Además, soportará picos de un 30% superior a las CEM durante períodos de hasta 10 segundos.
- El rendimiento de potencia del inversor, para una potencia de salida de corriente alterna igual al 50% y al 100% de la potencia nominal, será como mínimo del 92% y del 94% respectivamente, siguiendo la norma UNE-EN 6168 para el cálculo del rendimiento.
- El autoconsumo de los equipos (pérdidas en “vacío”) en “stand-by” o modo nocturno deberá ser inferior al 2% de su potencia de salida.
- El factor de potencia de la potencia generada deberá ser superior a 0,95, entre el 25% y el 100% de la potencia nominal.
- A partir de potencias mayores del 10% de su potencia nominal, el inversor deberá inyectar en red.

Los inversores tendrán un grado de protección mínima IP 20 para inversores en el interior de edificios y lugares inaccesibles, IP 30 para inversores en el interior de edificios y lugares accesibles, y de IP 65 para inversores instalados a la intemperie. En cualquier caso, se cumplirá la legislación vigente.

Los inversores estarán garantizados para operación en las siguientes condiciones ambientales: entre 0°C y 40°C de temperatura y entre 0% y 85% de humedad relativa.

Los inversores para instalaciones fotovoltaicas estarán garantizados por el fabricante durante un periodo mínimo de 3 años.

## 5.5 Cableado

Los positivos y negativos de cada grupo de módulos se conducirán separados y protegidos acuerdo a la normativa vigente.

Los conductores serán de cobre y tendrán la sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos. Concretamente, para cualquier condición de trabajo, los conductores deberán tener la sección para que la caída de tensión sea inferior del 1,5%.

El cable deberá tener la longitud necesaria para no generar esfuerzos en los diversos elementos ni posibilidad de enganche por el tránsito normal de personas.

Todo el cableado de continua será de doble aislamiento y adecuado para su uso en intemperie, el aire o enterrado, de acuerdo con la norma UNE 21123.

## 5.6 Conexión a red

Todas las instalaciones de hasta 100 kW cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículos 8 y 9) sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

## 5.7 Medidas

Todas las instalaciones cumplirán con el Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.

## 5.8 Protecciones

Todas las instalaciones deberán cumplir con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículo 11) sobre protecciones en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

En conexiones a la red trifásica las protecciones para la interconexión de máxima y mínima frecuencia (51 Hz y 49 Hz respectivamente) y de máxima y mínima tensión (1,1 Um y 0,85 Um respectivamente) serán para cada fase.

## 5.9 Puesta a tierra de las instalaciones fotovoltaicas

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículo 12) sobre las condiciones de puesta a tierra en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

Cuando el aislamiento galvánico entre la red de distribución de baja tensión y el generador fotovoltaico no se realice mediante un transformador de aislamiento, se desarrollarán en la Memoria del Proyecto los elementos utilizados para garantizar esta condición.

Todas las masas de la instalación fotovoltaica, tanto de la sección continua como de la alterna, estarán conectadas a una única tierra. Esta tierra será independiente de la del neutro de la empresa distribuidora, de acuerdo con el Reglamento de Baja Tensión.

## 5.10 Armónicos y compatibilidad electromagnética

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículo 13) sobre armónicos y compatibilidad electromagnética en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

## 5.11 Medidas de seguridad

Las centrales fotovoltaicas, independientemente de la tensión a la que estén conectadas a la red, estarán equipadas con un sistema de protecciones que garantice su desconexión en caso de un fallo en la red o fallos internos en la instalación de la propia central, de manera que no perturben el correcto funcionamiento de las redes a las que estén conectadas, tanto en la explotación normal como durante el incidente.

La central fotovoltaica debe evitar el funcionamiento no intencionado en isla con parte de la red de distribución, en el caso de desconexión de la red general. La protección anti-isla deberá detectar la desconexión de red en un tiempo acorde con los criterios de protección de la red de distribución a la que se conecta, o en el tiempo máximo fijado por la normativa o especificaciones técnicas correspondientes. El sistema utilizado debe funcionar correctamente en paralelo con otras centrales eléctricas con la misma o distinta tecnología y alimentando las cargas habituales en la red, tales como motores.

Todas las centrales fotovoltaicas con una potencia mayor a 1MW estarán dotadas de un sistema de teledesconexión y un sistema de teled medida.

La función del sistema de teledesconexión es actuar sobre el elemento de conexión de la central eléctrica con la red de distribución para permitir la desconexión remota de la planta en los casos en que los requisitos de seguridad así lo recomiendan. Los sistemas de teledesconexión y teled medida serán compatibles con la red de distribución a la que se conecta la central fotovoltaica, pudiendo utilizarse en baja tensión los sistemas de telegestión incluidos en los equipos de medida previstos por la legislación vigente.

Las centrales fotovoltaicas deberán estar dotadas de los medios necesarios para admitir un reenganche de la red de distribución sin que produzca daños. Asimismo, no producirán sobretensiones que puedan causar daños en otros equipos, incluso en el transitorio de paso a isla, con cargas bajas o sin carga. Igualmente, los quipos instalados deberán cumplir los límites de emisión de perturbaciones indicados en las normas nacionales e internacionales de compatibilidad electromagnética.

## 6 Aproveccionamiento, transporte y almacenamiento del material

El instalador fotovoltaico deberá tener en cuenta las distintas características de este tipo de instalaciones que obligan a considerar debidamente las operaciones previas al montaje.

### 6.1 Aproveccionamiento

El instalador deberá almacenar el material, en las condiciones apropiadas para los distintos tipos de materiales, recibidos por los proveedores y se deberá encargar de hacer llegar el material necesario al lugar de la instalación, siendo responsable de custodia del material hasta el posterior montaje.

### 6.2 Transporte

Las instalaciones fotovoltaicas pueden ubicarse en lugares alejados de los núcleos urbanos, remotos, aislados y de difícil acceso, por lo que se deberá prestar atención a su localización y a las distintas vías de acceso disponibles.

Para el transporte de los módulos y del material en general se protegerán con embalaje y se colocarán en cajas de transporte para evitar daños o roturas.

### 6.3 Almacenamiento

Durante el montaje de una instalación fotovoltaica puede ser necesario el almacenamiento provisional del material. Para ello, el instalador debe tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- El material fotovoltaico puede ser objeto de robos por lo que se recomienda su almacenamiento en lugares cerrados o vigilados.
- Durante el proceso de almacenamiento en vías de paso transitadas, debe preverse cualquier manipulación indebida, tales como golpes o caídas, ocasionado por personas ajenas a la instalación.
- Se debe evitar la exposición del material a condiciones ambientales desfavorables, como el almacenamiento a la intemperie de elementos sin el grado IP adecuado.

## 7 Recepción y pruebas

El instalador entregará al usuario un documento-albarán en el que conste el suministro de componentes, materiales y manuales de uso y mantenimiento de la instalación. Este documento será firmado por duplicado por ambas partes, conservando cada una un ejemplar. Los manuales entregados al usuario estarán en alguna de las lenguas oficiales españolas para facilitar su correcta interpretación.

Antes de la puesta en servicio de todos los elementos principales (módulos, inversores, contadores) éstos deberán haber superado las pruebas de funcionamiento en fábrica, de las que se levantará oportuna acta que se adjuntará con los certificados de calidad.

Las pruebas a realizar por el instalador, con independencia de lo indicado anteriormente en este PCT, serán como mínimo las siguientes:

- Funcionamiento y puesta en marcha de todos los sistemas.
- Pruebas de arranque y parada en distintos instantes de funcionamiento.
- Pruebas de los elementos y medidas de protección, seguridad y alarma, así como su actuación, con excepción de las pruebas referidas al interruptor automático de la desconexión.
- Determinación de la potencia instalada.

Concluidas las pruebas y la puesta en marcha se pasará a la fase de Recepción Provisional de la Instalación. No obstante, el Acta de Recepción Provisional no se firmará hasta haber comprobado que todos los sistemas y elementos que forman parte del suministro han funcionado correctamente durante un mínimo de 240 horas seguidas, sin interrupciones o paradas causadas por fallos o errores del sistema suministrado, y además se hayan cumplido los siguientes requisitos:

- Entrega de toda la documentación requerida en este PCT, y como mínimo la recogida en la norma UNE-EN 62466: Sistemas fotovoltaicos conectados a red. Requisitos mínimos de documentación, puesta en marcha e inspección de un sistema.
- Retirada de obra de todo el material sobrante.
- Limpieza de las zonas ocupadas, con transporte de todos los desechos al vertedero.

Durante este período el suministrador será el único responsable de la operación de los sistemas suministrados, si bien deberá adiestrar al personal de operación.

Todos los elementos suministrados, así como la instalación o diseño por una garantía de tres años, salvo para los módulos fotovoltaicos, para los que la garantía mínima será de 10 años contados a partir de la fecha de la firma del acta de recepción provisional.

No obstante, el instalador quedará obligado a la reparación de los fallos de funcionamiento que se puedan producir si se apreciase que su origen procede de defectos ocultos de diseño, construcción, materiales o montaje, comprometiéndose a subsanarlos sin cargo alguno. En cualquier caso, deberá atenerse a lo establecido en la legislación vigente en cuanto a vicios ocultos.

## 8 Requerimientos técnicos del contrato de mantenimiento

### 8.1 Generalidades

Se realizará un contrato de mantenimiento preventivo y correctivo de al menos tres años. El contrato de mantenimiento de la instalación incluirá todos los elementos de la misma, con las labores de mantenimiento preventivo aconsejados por los diferentes fabricantes.

## 8.2 Programa de mantenimiento

El objeto de este apartado es definir las condiciones generales mínimas que deben seguirse para el adecuado mantenimiento de las instalaciones de energía solar fotovoltaica conectadas a red.

Se definen dos escalones de actuación para englobar todas las operaciones necesarias durante la vida útil de la instalación para asegurar el funcionamiento, aumentar la producción y prolongar la duración de la misma:

- Mantenimiento preventivo.
- Mantenimiento correctivo.

Plan de mantenimiento preventivo: operaciones de inspección visual, verificación de actuaciones y obras, que aplicadas a la instalación deben permitir mantener dentro de límites aceptables las condiciones de funcionamiento, prestaciones, protección y durabilidad de las misma.

Plan de mantenimiento correctivo: todas las operaciones de sustitución necesarias para asegurar que el sistema funciona correctamente durante su vida útil. Incluye:

- La visita a la instalación en unos plazos determinados y cada vez que el usuario lo quiera por avería grave de la misma.
- El análisis y elaboración del presupuesto de los trabajos y reposiciones necesarias para el correcto funcionamiento de la instalación.
- Los costes económicos del mantenimiento correctivo, con el alcance indicado, forman parte del precio anual del contrato de mantenimiento. Podrán no estar incluidas si la mano de obra si las reposiciones de equipos necesarias más allá del período de garantía.

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

El mantenimiento preventivo de la instalación incluirá, al menos, una visita (anual para el caso de instalaciones de potencia de hasta 100 kWp y semestral para el resto) en la que se realizarán las siguientes actividades:

- Comprobación de las protecciones eléctricas.

- Comprobación del estado de los módulos: comprobación de la situación respecto al proyecto original y verificación del estado de las conexiones.
- Comprobación del estado del inversor: funcionamiento, lámparas de señalizaciones, alarmas, etc.
- Comprobación del estado mecánico de cables y terminales (incluyendo cables de tomas de tierra y reapriete de bornas), pletinas, transformadores, ventiladores/extractores, uniones y reaprietes, limpieza.

Realización de un informe técnico de cada una de las visitas, en el que se refleje el estado de las instalaciones y las incidencias acaecidas.

Registro de las operaciones de mantenimiento realizadas en un libro de mantenimiento, en el que constará la identificación del personal de mantenimiento (nombre, titulación y autorización de la empresa).

## 8.3 Garantías

### 8.3.1 Ámbito general de la garantía

Sin perjuicio de cualquier posible reclamación a terceros, la instalación será reparada de acuerdo con estas condiciones generales si ha sufrido una avería a causa de un defecto de montaje o de cualquiera de los componentes, siempre que haya sido manipulada correctamente de acuerdo con lo establecido en el manual de instrucciones.

La garantía se concede a favor del comprador de la instalación, lo que deberá justificarse debidamente mediante el correspondiente certificado de garantía, con la fecha que se acredite en la certificación de la instalación.

### 8.3.2 Plazos

El suministrador garantizará la instalación durante un período mínimo de 3 años, para todos los materiales utilizados y el procedimiento empleado en su montaje. Para los módulos fotovoltaicos, la garantía mínima será de 10 años.

Si hubiera de interrumpirse la explotación del suministro debido a razones de las que es responsable el suministrador, o a reparaciones que el suministrador haya de realizar para cumplir las estipulaciones de la garantía, el plazo se prolongará por la duración total de dichas interrupciones.

### 8.3.3 Condiciones económicas

La garantía comprende la reparación o reposición, en su caso, de los componentes y las piezas que pudieran resultar defectuosas, así como la mano de obra empleada en la reparación o reposición durante el plazo de vigencia de la garantía.

Quedan expresamente incluidos todos los demás gastos, tales como tiempos de desplazamiento, medios de transporte, amortización de vehículos y herramientas, disponibilidad de otros medios y eventuales portes de recogida y devolución de los quipos para su reparación en los talleres del fabricante.

Asimismo, se deben incluir la mano de obra y materiales necesarios para efectuar los ajustes y eventuales reglajes del funcionamiento de la instalación.

Si en un tiempo razonable el suministrador incumple las obligaciones derivadas de la garantía, el comprador de la instalación podrá, previa notificación escrita, fijar una fecha final para que dicho suministrador cumpla con sus obligaciones. En caso de que el suministrador no cumple con sus obligaciones en dicho plazo último, el comprador de la instalación podrá, por cuenta y riesgo del suministrador, realizar por sí mismo las oportunas reparaciones, o contratar para ello a un tercero, sin perjuicio de la reclamación por daños y perjuicios en que hubiere incurrido el suministrador.

### 8.3.4 Anulación de la garantía

La garantía podrá anularse cuando la instalación haya sido reparada, modificada o desmontada, aunque solo sea en parte, por personas ajenas al suministro o a los servicios de asistencia técnica de los fabricantes no autorizados expresamente por el suministrador, salvo por las excepciones indicadas en el apartado anterior.

### 8.3.5 Lugar y tiempo de la prestación

Cuando el usuario detecte un defecto de funcionamiento en la instalación lo comunicará fehacientemente al suministrador. Cuando el suministrador considere que es un defecto de fabricación de algún componente, lo comunicará fehacientemente al fabricante.

El suministrador atenderá cualquier incidente en el plazo máximo de una semana y la resolución de la avería se realizará en un tiempo máximo de 10 días, salvo causas de fuerza mayor debidamente justificadas.

Las averías de las instalaciones se repararán en su lugar de ubicación por el suministrador. Si la avería de algún componente no pudiera ser reparada en el domicilio del usuario, el componente deberá ser enviado al taller oficial designado por el fabricante por cuenta y a cargo del suministrador.

El suministrador realizará las reparaciones o reposiciones de piezas a la mayor brevedad posible una vez recibido el aviso de avería, pero no se responsabilizará de los perjuicios causados por la demora en dichas reparaciones siempre sea inferior 10 días naturales.

# DOCUMENTO N°6 MEDICIONES

## ÍNDICE

DOCUMENTO Nº6	MEDICIONES.....	136
1	Mediciones .....	139

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Mediciones.....	139
---------------------------	-----

## 1 Mediciones

*Tabla 1.1 Mediciones*

<b>Agrupaciones</b>	<b>Materiales/mano de obra</b>	<b>Unidad</b>	<b>Medición</b>
Instalación fv	Estructura soporte	ud	20
	Puesta a tierra	ud	1
	Módulo fotovoltaico	ud	20
	Inversor	ud	1
Cableado	Conductor AFUMEX IRISTECH 1000V RZ1-K0,6/1KV 3G1,5	m	200
	Canalización	m	160
Protecciones	Fusible	ud	4
	Interruptor magnetotérmico	ud	1
	Interruptor diferencial	ud	1
Seguridad y salud laboral	Equipos de proteccion individual	ud	1
	Protecciones colectivas	ud	1
	Señalización	ud	5
	Botiquín primero auxilios	ud	1
Mano de obra	Peón de obra	h	6
	Electricista	h	70
	Técnico electricista especializado	h	70
	Instalador	h	80

# DOCUMENTO N°7

## PRESUPUESTO [21]

## ÍNDICE

DOCUMENTO N°7	PRESUPUESTO [20].....	140
1	Presupuesto.....	143

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Presupuesto .....	143
-----------------------------	-----

## 1 Presupuesto

Tabla 1.1 Presupuesto

<b>Agrupaciones</b>	<b>Materiales/mano de obra</b>	<b>Unid ad</b>	<b>Precio (€)</b>	<b>Medic ión</b>	<b>Coste (€)</b>
<i>Instalación fv</i>	Estructura soporte	ud	248	20	4960
	Puesta a tierra	ud	561	1	561
	Módulo fotovoltaico	ud	195,85	20	3917
	Inversor	ud	1271,43	1	1271,43
<i>Cableado</i>	Conductor AFUMEX IRISTECH 1000V RZ1-K0,6/1KV 3G1,5	m	1,51	200	302
	Canalización	m	1,63	160	261,33
<i>Protecciones</i>	Fusible	ud	9,8	4	39,2
	Interruptor magnetotérmico	ud	74,03	1	74,03
	Interruptor diferencial	ud	210,36	1	210,36
<i>Seguridad y salud laboral</i>	Equipos de proteccion individual	ud	250	1	250
	Protecciones colectivas	ud	850	1	850
	Señalización	ud	112,3	5	561,5
	Botiquín primero auxilios	ud	120	1	120
<i>Mano de obra</i>	Peón de obra	h	9,5	6	57
	Electricista	h	18,7	70	1309
	Técnico electricista especializado	h	19,2	70	1344
	Instalador	h	17,89	80	1431,2
<b>TOTAL</b>					<b>17519,0533</b>

El presupuesto final rondaría los 18000 €.

## REFERENCIAS

[1 «Google Maps,» [En línea]. Available: <https://www.google.es/maps/>. [Último acceso: ] Marzo 2022].

[2 «Sede Electrónica del Catastro,» [En línea]. Available: <https://www.sedecatastro.gob.es/>. [Último acceso: Marzo 2022].

[3 D. S. d. IDAE, «IDAE,» [En línea]. Available: [https://www.idae.es/sites/default/files/documentos/publicaciones\\_idae/2022\\_04\\_Guia\\_Profesional\\_Tramitacion\\_autoconsumo\\_v.4.0.pdf](https://www.idae.es/sites/default/files/documentos/publicaciones_idae/2022_04_Guia_Profesional_Tramitacion_autoconsumo_v.4.0.pdf). [Último acceso: Marzo 2022].

[4 IDAE, «Institución para la Diversificación y el Ahorro de Energía,» [En línea]. Available: [https://www.idae.es/sites/default/files/documentos\\_5654\\_FV\\_pliego\\_condiciones\\_tecnicas\\_instalaciones\\_conectadas\\_a\\_red\\_C20\\_Julio\\_2011\\_3498eaaf.pdf](https://www.idae.es/sites/default/files/documentos_5654_FV_pliego_condiciones_tecnicas_instalaciones_conectadas_a_red_C20_Julio_2011_3498eaaf.pdf).

[5 G. Iberdrola, «i-DE,» [En línea]. Available: <https://www.i-de.es/>. ]

[6 «Photovoltaic Geographical Information,» [En línea]. Available: [https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg\\_tools/en/](https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/).

[7 J. Solar, «Autosolar,» [En línea]. Available: <https://autosolar.es/pdf/JaSolar-M72S20-MR440-465W.pdf>. [Último acceso: Abril 2022].

[8 CanadianSolar, «Autosolar,» [En línea]. Available: <https://autosolar.es/pdf/Datasheet-canadian-450.pdf>. [Último acceso: Abril 2022].

[9 SUNPOWER, «Autosolar,» [En línea]. Available: [https://www.sfe-solar.com/wp-content/uploads/2019/05/Ficha-Tecnica-Panel-SunPower\\_MAX3-400-390-370.pdf](https://www.sfe-solar.com/wp-content/uploads/2019/05/Ficha-Tecnica-Panel-SunPower_MAX3-400-390-370.pdf). [Último acceso: Abril 2022].

[1 «REBACAS,» [En línea]. Available: <https://www.rebacas.com/estructuras-paneles-0> solares/1366-estructura-regulable-1-panel-solar-30-50-suelo.html. [Último acceso: Abril 2022].

[1 L. GUANGZHOU SANJING ELECTRIC CO., «AutoSolar,» [En línea]. Available: <https://autosolar.es/inversores-de-red-trifasicos/inversor-red-trifasico-saj-r5-8k-t2>.

[1 Prysmiangroup, «Prysmiangroup,» [En línea]. Available: [https://es.prysmiangroup.com/sites/default/files/product\\_center/spain/files/Afumex-Class-1000V-RZ1-K-Cca-s1b-d1-a1.pdf](https://es.prysmiangroup.com/sites/default/files/product_center/spain/files/Afumex-Class-1000V-RZ1-K-Cca-s1b-d1-a1.pdf).

[1 ElectroMaterial, «ElectroMaterial,» [En línea]. Available: [https://www.electromaterial.com/epages/eb2961.sf/es\\_ES/?ObjectPath=/Shops/eb2961/Products/361159](https://www.electromaterial.com/epages/eb2961.sf/es_ES/?ObjectPath=/Shops/eb2961/Products/361159).

[1 dfelectric, «Poweralia,» [En línea]. Available: <https://www.poweralia.com/fusible-4> cilindrico-fotovoltaica-dfelectric-491625.

[1 Siemens, «DivisionLED,» [En línea]. Available: <https://www.divisionled.com/interruptores-magnetotermicos-siemens/51733-siemens-5sl4340-7-interruptor-magnetotermico-3p-40a-c-10ka-400v.html>.

[1 Siemens, «RS,» [En línea]. Available: <https://es.rs-online.com/web/p/interruptores-6> diferenciales/0395626.

[1 «Energía y Minería Castilla y León,» [En línea]. Available: <https://energia.jcyl.es/web/jcyl/Energia/es/Plantilla100Detalle/1284211791657/Publicacion/1285039065436/Recurso>.

[1 S. Power, «ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD».  
8]

[1 Iberdrola, «Iberdrola,» [En línea]. Available: [https://www.iberdrola.es/webclipb/gc/prod/es\\_ES/estaticos/peajes/docs/Circular%203-2020%20-%20Comunicacion%20Peajes.pdf](https://www.iberdrola.es/webclipb/gc/prod/es_ES/estaticos/peajes/docs/Circular%203-2020%20-%20Comunicacion%20Peajes.pdf).

[2 C. Escriche, «Intergia, Energía y Sostenibilidad,» [En línea]. Available:  
0] <https://www.intergia.es/nuevas-tarifas-industrial/>.

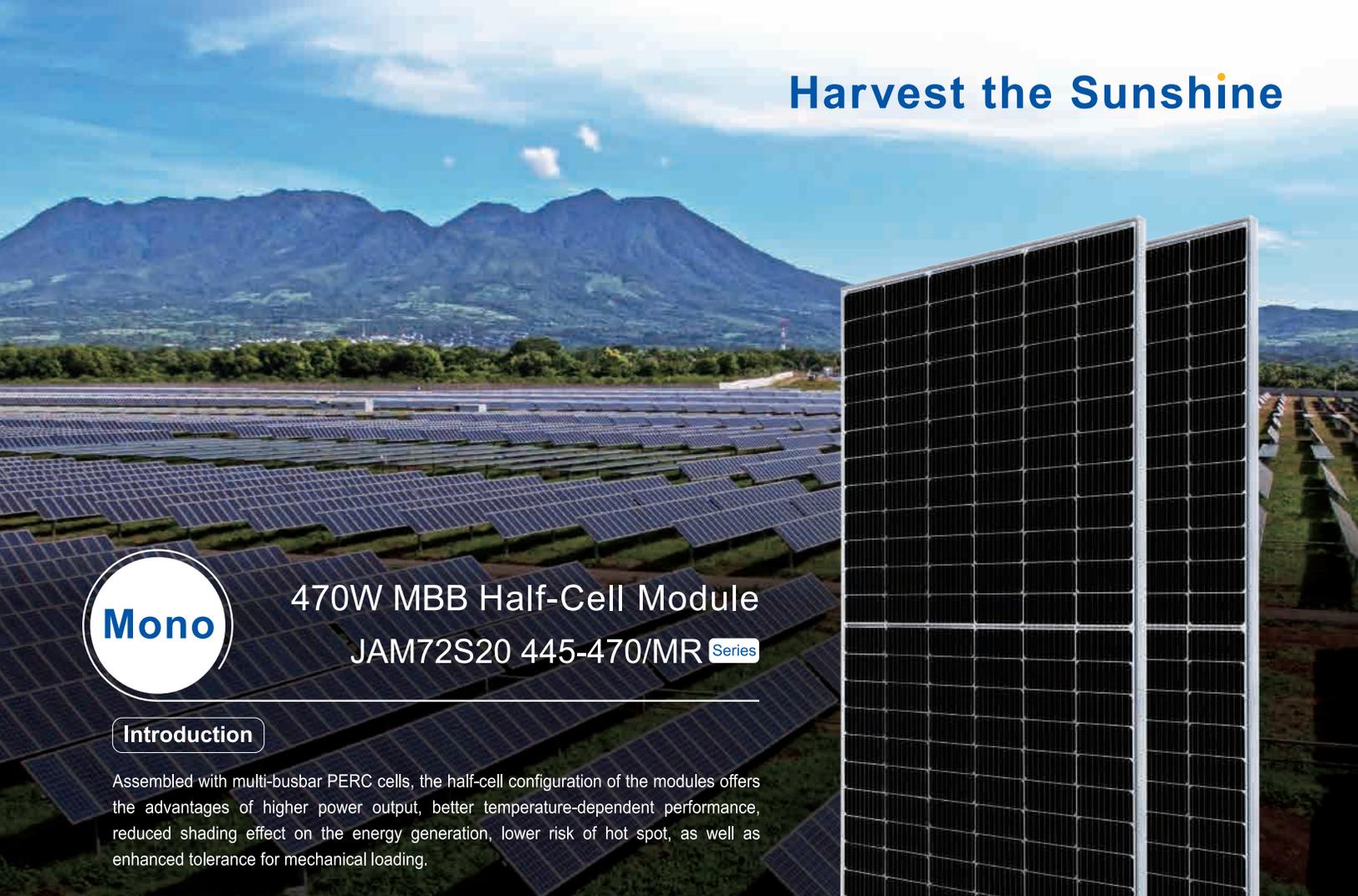
[2 «Generador de precios,» [En línea]. Available:  
1] <http://www.generadordeprecios.info/#gsc.tab=0>.

[2 E. R. d. I. E. d. C. y. León, «Energía y Minería en Castilla y León,» [En línea]. Available:  
2] [https://energia.jcyl.es/web/jcyl/Energia/es/Plantilla100Detalle/1273563855827/\\_/1284252456919/Redaccion](https://energia.jcyl.es/web/jcyl/Energia/es/Plantilla100Detalle/1273563855827/_/1284252456919/Redaccion).

[2 A. E. B. O. d. Estado, «Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado,» [En línea]. Available:  
3] [https://www.boe.es/diario\\_boe/txt.php?id=BOE-A-2021-10824](https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2021-10824).

[2 A. E. B. O. d. Estado, «Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado,» [En línea]. Available:  
4] <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2000-17599>.

[2 A. E. B. O. d. Estado, «Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado,» [En línea]. Available:  
5] [https://www.boe.es/biblioteca\\_juridica/codigos/codigo.php?id=326\\_Reglamento\\_electrotecnico\\_para\\_baja\\_tension\\_e\\_ITC&tipo=C&modo=2](https://www.boe.es/biblioteca_juridica/codigos/codigo.php?id=326_Reglamento_electrotecnico_para_baja_tension_e_ITC&tipo=C&modo=2). [Último acceso: Marzo 2022].



## 470W MBB Half-Cell Module

JAM72S20 445-470/MR Series

### Introduction

Assembled with multi-busbar PERC cells, the half-cell configuration of the modules offers the advantages of higher power output, better temperature-dependent performance, reduced shading effect on the energy generation, lower risk of hot spot, as well as enhanced tolerance for mechanical loading.



Higher output power



Lower LCOE



Less shading and lower resistive loss

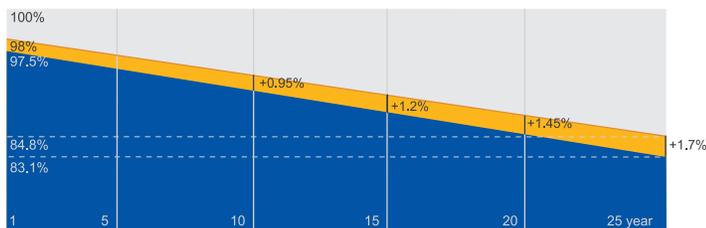


Better mechanical loading tolerance

### Superior Warranty

- 12-year product warranty
- 25-year linear power output warranty

0.55% Annual Degradation Over 25 years



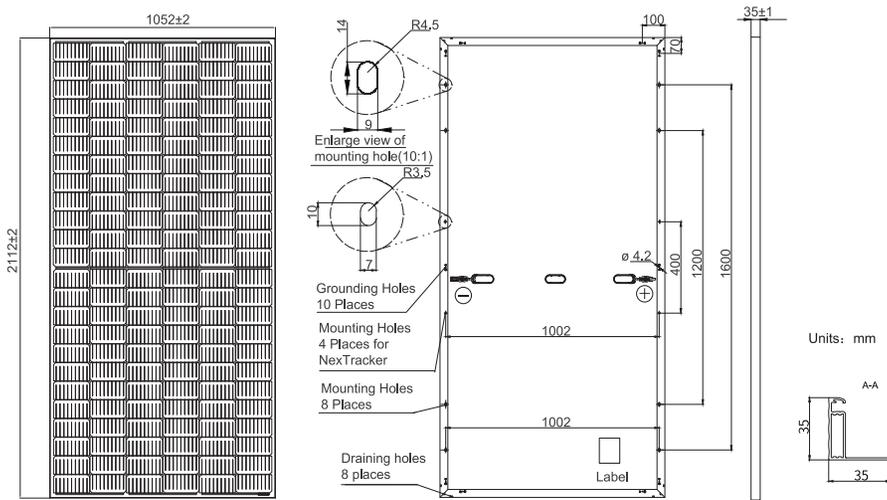
■ New linear power warranty ■ Standard module linear power warranty

### Comprehensive Certificates

- IEC 61215, IEC 61730, UL 61215, UL 61730
- ISO 9001: 2015 Quality management systems
- ISO 14001: 2015 Environmental management systems
- ISO 45001:2018 Occupational health and safety management systems
- IEC TS 62941: 2016 Terrestrial photovoltaic (PV) modules – Guidelines for increased confidence in PV module design qualification and type approval



**MECHANICAL DIAGRAMS**



Remark: customized frame color and cable length available upon request

**SPECIFICATIONS**

Cell	Mono
Weight	24.7kg±3%
Dimensions	2112±2mm×1052±2mm×35±1mm
Cable Cross Section Size	4mm <sup>2</sup> (IEC) , 12 AWG(UL)
No. of cells	144 (6×24)
Junction Box	IP68, 3 diodes
Connector	QC 4.10(1000V) QC 4.10-35(1500V)
Cable Length (Including Connector)	Portrait: 300mm(+)/400mm(-); Landscape: 1200mm(+)/1200mm(-)
Packaging Configuration	31pcs/pallet 682pcs/40ft Container

**ELECTRICAL PARAMETERS AT STC**

TYPE	JAM72S20 -445/MR	JAM72S20 -450/MR	JAM72S20 -455/MR	JAM72S20 -460/MR	JAM72S20 -465/MR	JAM72S20 -470/MR
Rated Maximum Power(Pmax) [W]	445	450	455	460	465	470
Open Circuit Voltage(Voc) [V]	49.56	49.70	49.85	50.01	50.15	50.31
Maximum Power Voltage(Vmp) [V]	41.21	41.52	41.82	42.13	42.43	42.69
Short Circuit Current(Isc) [A]	11.32	11.36	11.41	11.45	11.49	11.53
Maximum Power Current(Imp) [A]	10.80	10.84	10.88	10.92	10.96	11.01
Module Efficiency [%]	20.0	20.3	20.5	20.7	20.9	21.2
Power Tolerance	0~+5W					
Temperature Coefficient of Isc(α <sub>Isc</sub> )	+0.044%/°C					
Temperature Coefficient of Voc(β <sub>Voc</sub> )	-0.272%/°C					
Temperature Coefficient of Pmax(γ <sub>Pmp</sub> )	-0.350%/°C					
STC	Irradiance 1000W/m <sup>2</sup> , cell temperature 25°C, AM1.5G					

Remark: Electrical data in this catalog do not refer to a single module and they are not part of the offer.They only serve for comparison among different module types.

**ELECTRICAL PARAMETERS AT NOCT**

TYPE	JAM72S20 -445/MR	JAM72S20 -450/MR	JAM72S20 -455/MR	JAM72S20 -460/MR	JAM72S20 -465/MR	JAM72S20 -470/MR
Rated Max Power(Pmax) [W]	336	340	344	348	352	355
Open Circuit Voltage(Voc) [V]	46.65	46.90	47.15	47.38	47.61	47.84
Max Power Voltage(Vmp) [V]	38.95	39.19	39.44	39.68	39.90	40.10
Short Circuit Current(Isc) [A]	9.20	9.25	9.29	9.33	9.38	9.42
Max Power Current(Imp) [A]	8.64	8.68	8.72	8.76	8.81	8.86
NOCT	Irradiance 800W/m <sup>2</sup> , ambient temperature 20°C,wind speed 1m/s, AM1.5G					

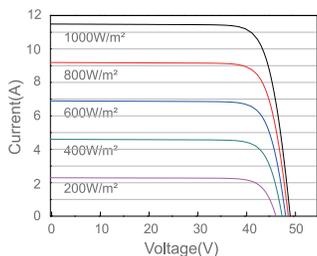
\*For NexTracker installations ,Maximum Static Load, Front is 1800Pa while Maximum Static Load, Back is 1800Pa.

**OPERATING CONDITIONS**

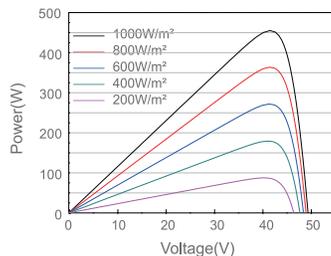
Maximum System Voltage	1000V/1500V DC
Operating Temperature	-40 C ~+85 C
Maximum Series Fuse Rating	20A
Maximum Static Load,Front*	5400Pa(112 lb/ft <sup>2</sup> )
Maximum Static Load,Back*	2400Pa(50 lb/ft <sup>2</sup> )
NOCT	45±2 C
Safety Class	Class II
Fire Performance	UL Type 1

**CHARACTERISTICS**

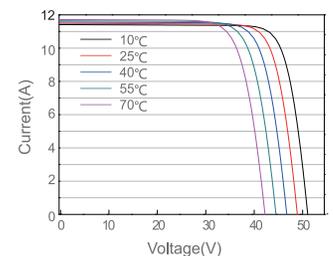
Current-Voltage Curve JAM72S20-455/MR



Power-Voltage Curve JAM72S20-455/MR



Current-Voltage Curve JAM72S20-455/MR





## R5 Series Residential Solar Inverter

R5-4K/5K/6K/8K/9K/10K/12K/13K/15K/17K/20K-T2



-  Lightning protection  
High precision leakage monitoring
-  Die-casting case cover  
Beautiful & reliable
-  Low standby consumption  
High efficiency, high yield
-  Bluetooth APP connection  
All data at real time
-  Remote Maintenance  
Remote Configuration
-  Quiet generation  
No noise pollution
-  Intelligent & Grid-friendly  
Active response to grid dispatch

**GUANGZHOU SANJING ELECTRIC CO., LTD.**

Website: [www.saj-electric.com](http://www.saj-electric.com)

E-mail: [info@saj-electric.com](mailto:info@saj-electric.com)

Add: SAJ Innovation Park, No.9, Lizhishan Road, Science City, Guangzhou, Guangdong, P.R.China.



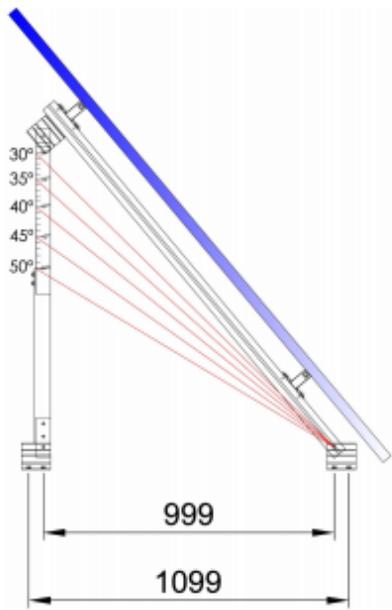
# Technical Data

## R5-4K/5K/6K/8K/9K/10K/12K/13K/15K/17K/20K-T2

Type	R5-4K-T2	R5-5K-T2	R5-6K-T2	R5-8K-T2	R5-9K-T2	R5-10K-T2	R5-12K-T2	R5-13K-T2	R5-15K-T2	R5-17K-T2	R5-20K-T2		
<b>Input (DC)</b>													
Recommended Accessed DC power <sup>1</sup> [W]	4840	6050	7260	9680	10890	12100	14400	15730	18150	20570	24200		
Max. DC Voltage[V]						1100							
MPPT Voltage range [V]						160-950			180-950				
Nominal DC Voltage[V]						600							
Start Voltage [V]						180							
Min. DC Voltage[V]					150					160		180	
Max. DC Input Current PV1/PV2 [A]					12.5/12.5					25/12.5		25/25	
Number of DC Connection Sets per MPPT					1/1					2/1		2/2	
Number of MPPT								2					
DC Switch						Integrated							
<b>Output (AC)</b>													
Rated AC Power[W]	4000	5000	6000	8000	9000	10000	12000	13000	15000	17000	20000		
Max. AC Power[VA]	4400	5500	6600	8800	9900	11000	12000	14300	16500	18700	22000		
Rated AC Current [A]	5.8	7.3	8.7	11.6	13.1	14.5	17.4	18.9	21.8	24.7	29.0		
Max. AC Current [A]	6.7	8.4	10.0	13.4	15.0	16.7	18.2	21.7	25.0	28.4	33.4		
Nominal AC voltage/ range[V]						220/380, 230/400, 240/415; 180-280/312-485							
Grid frequency/ range[Hz]						50, 60/45-55, 55-65							
Power factor[cos φ]						0.8 leading~0.8 lagging							
Total Harmonic Distortion [THDi]						<2%(at nominal power)							
Feed-in						3L+N+PE							
<b>Efficiency</b>													
Max. Efficiency	98.3%	98.3%	98.3%	98.6%	98.6%	98.6%	98.6%	98.7%	98.7%	98.8%	98.8%		
Euro Efficiency [@600Vdc]	98.0%	98.0%	98.0%	98.2%	98.2%	98.3%	98.3%	98.4%	98.4%	98.46%	98.46%		
MPPT Accuracy						>99.5%							
<b>Protection</b>													
Internal Over-voltage Protection						Integrated							
DC Insulation Monitoring						Integrated							
DC Surge Protection						Integrated							
Grid Monitoring						Integrated							
AC Short Circuit Current Protection						Integrated							
AC grounding detection						Integrated							
GFCI Monitoring						Integrated							
DCI Monitoring						Integrated							
AC Surge Protection						Integrated							
Thermal Protection						Integrated							
Inverter position monitoring						AFD							
<b>Interface</b>													
DC Connection						MC4							
AC Connection	Plug-in connector					Terminal Block							
Human machine interface						LED+(bluetooth/Wi-Fi+APP)							
Communication port						RS232(USB joints)+RS485(RJ45 crystal joints)							
Communication Mode						Wi-Fi/GPRS/4G(Optional)							
<b>General Data</b>													
Topology						Transformerless							
Consumption at Night [W]						<0.6							
Consumption at Standby [W]						<10							
Operating Temperature Range						-40°C to +60°C (running in reduced load condition when the temperature is above 45°C)							
Cooling Method						Natural Convection							
Ambient Humidity						0-100% Non-condensing							
Altitude						4000m (>3000m power derating)							
Noise[dBA]						<29							
Ingress Protection						IP65							
Mounting						Rear Panel							
Dimensions[H*W*D][mm]	429*418*177								480*440*200			530*490*210	
Weight [kg]	19								23.5			27	
Standard Warranty [Year]						5 (standard)/10/15/20/25 (Optional)							
Certificates	IEC62109-1/2,IEC61000-6-1/2/3/4,EN50438,C10/C11,IEC62116,IEC61727,RD1699,UNE 206006,UNE 206007,CEI 0-21,CEI 0-16,CQC NB/T 32004-2013												

\* Remarks: 1. 1000W/M<sup>2</sup> 25°C 2. Products are continuously upgraded and parameters are for reference only.

# Soporte inclinado abierto regulable para cubierta plana, vertical



Distancia máxima entre pórticos: ≤2500 mm.



## Válido para:

- Cubierta plana de hormigón, subestructura.
- Soporte premontado.
- Anclaje a hormigón.
- Regulable de 30° a 50°
- Soporte más robusto lo que permite ir a luces entre triángulos más largas.
- Para módulos de 60 y 72 células (1650/2000x1000) de 33 a 50 mm de espesor.
- Disposición de los módulos en vertical
- Tornillería de anclaje NO incluida



**!** Anclaje al suelo mediante tornillo de hasta M10  
Tornillos no incluidos.

Fácil montaje de la inclinación deseada, desde 30° a 50°.

Apretar los tornillos (a) del regulable para fijar el ángulo deseado.

**i**

- Comprobar el buen estado de la cubierta y la capacidad portante de la misma.
- Comprobar la impermeabilidad de la fijación una vez colocada
- Distribuir los módulos para que su colocación sea simétrica a lo largo del soporte y dejando los sobrantes en los extremos.
- Los presores no se deben apretar con máquinas de impacto.
- Para el montaje de los arriostramientos consultar detalle de montaje en menú "Detalles y Accesorios"

**Par de apriete:**

Tornillo Presor	7 Nm
Tornillo M8 Hexagonal	20 Nm
Tornillo M10 Hexagonal	40 Nm
Tornillo M6.3 Hexagonal	10 Nm

Disponibilidad de tuercas antirrobo.  
Material 100% reciclable.  
Cómoda instalación.

Triángulo plegado

Despliegue fijo del triángulo hasta su posición final

Apretar de las uniones y anclar al suelo mediante tornillo de hasta M10

## El kit incluye:

- Triángulos 14.1
- Perfiles G2
- Uniones UG2
- Presores laterales
- Presores centrales
- Arriostramientos

Número de paneles  
Vertical: de 1 a 6 módulos  
Inclinaciones: Regulable de 30° a 50°

Para módulos de 60 y 72 células (1650/2000x1000) de 33 a 50 mm de espesor.

Viento 150 Km/h

MATERIALES Perfilería de aluminio EN AW 6005A T6  
TORNILLERÍA Tornillería acero inoxidable A2-70

- Comprobar el buen estado de la cubierta y la capacidad portante de la misma.
- Comprobar la impermeabilidad de la fijación una vez colocada

Para más información consultar

Reservado el derecho a efectuar modificaciones · Las ilustraciones de productos son a modo de ejemplo y pueden diferir del original.



Perfil compatible: G2

## Herramientas necesarias:



## Seguridad:

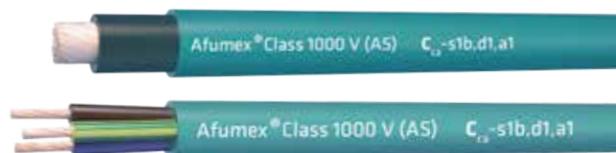


# AFUMEX CLASS 1000 V (AS) RZ1-K (AS)

Tensión asignada: 0,6/1 kV (1,2/1,2 kVac máx./1,8/1,8 kVdc máx.)  
 Norma diseño: UNE 21123-4  
 Designación genérica: RZ1-K (AS)



ECOLÓGICO



## CARACTERÍSTICAS Y ENSAYOS



**NO PROPAGACIÓN DE LA LLAMA**  
 EN 60332-1-2  
 IEC 60332-1-2  
 NFC 32070 C2



**NO PROPAGACIÓN DEL INCENDIO**  
 EN 50399  
 EN 60332-3-24  
 IEC 60332-3-24



**LIBRE DE HALÓGENOS**  
 EN 60754-2  
 EN 60754-1  
 IEC 60754-2  
 IEC 60754-1



Cca-s1b,d1,a1

**DESCÁRGATE**  
 la DoP (Declaración de  
 Prestaciones) en este código QR.  
<https://es.prysmiangroup.com/DoP>



Nº DoP 1003875



**REDUCIDA EMISIÓN DE GASES TÓXICOS**  
 EN 60754-2  
 NFC 20454  
 DEF-STAN 02-713



**BAJA EMISIÓN DE HUMOS**  
 EN 50399



**BAJA OPACIDAD DE HUMOS**  
 EN 61034-2  
 IEC 61034-2



**RESISTENCIA A LA ABSORCIÓN DEL AGUA**



**RESISTENCIA AL FRÍO**



**CABLE FLEXIBLE**



**RESISTENCIA A LOS RAYOS ULTRAVIOLETA**



**ALTA SEGURIDAD**



**NULA EMISIÓN DE GASES CORROSIVOS**  
 EN 60754-2  
 IEC 60754-2  
 NFC 20453



**BAJA EMISIÓN DE CALOR**  
 EN 50399



**REDUCIDO DESPRENDIMIENTO DE GOTAS/PARTÍCULAS INFLAMADAS**  
 EN 50399



### MÁXIMA PELABILIDAD

Gracias a la capa especial antiadherente se puede retirar la cubierta fácil y rápidamente. Un importante ahorro de tiempo de instalación.



### LIMPIO Y ECOLÓGICO

La ausencia de talco y aceites de silicona permite un ambiente de trabajo más limpio y con menos partículas contaminantes.

- Temperatura de servicio: -40 °C, +90 °C. (Cable termoestable).
- Ensayo de tensión alterna durante 5 min: 3500 V.

#### Prestaciones frente al fuego en la Unión Europea:

- Clase de reacción al fuego (CPR): **Cca-s1b,d1,a1**.
- Requerimientos de fuego: EN 50575:2014 + A1:2016.
- Clasificación respecto al fuego: EN 13501-6.
- Aplicación de los resultados: CLC/TS 50576.
- Métodos de ensayo: EN 60332-1-2; EN 50399; EN 60754-2; EN 61034-2.

#### Normativa de fuego también aplicable a países que no pertenecen a la Unión Europea:

- No propagación de la llama: EN 60332-1-2; IEC 60332-1-2
- No propagación del incendio: EN 50399; EN 60332-3-24; IEC 60332-3-24.
- Libre de halógenos: EN 60754-2; EN 60754-1; IEC 60754-2; IEC 60754-1.
- Reducida emisión de gases tóxicos: EN 60754-2; NFC 20454; DEF STAN 02-713.
- Baja emisión de humos: EN 50399.
- Baja opacidad de humos: EN 61034-2; IEC 61034-2.
- Nula emisión de gases corrosivos: EN 60754-2; IEC 60754-2; NFC 20453.
- Baja emisión de calor: EN 50399.
- Reducido desprendimiento de gotas/partículas inflamadas: EN 50399.

## CONSTRUCCIÓN

### CONDUCTOR

**Metal:** cobre electrolítico recocido.

**Flexibilidad:** flexible, clase 5, según UNE EN 60228.

**Temperatura máxima en el conductor:** 90 °C en servicio permanente, 250 °C en cortocircuito.

### AISLAMIENTO

**Material:** mezcla de polietileno reticulado (XLPE), tipo DIX3 según UNE HD 603-1.

**Colores:** marrón, negro, gris, azul, amarillo/verde según UNE 21089-1.

### ELEMENTO SEPARADOR

**Capa especial antiadherente.**

### RELLENO

**Material:** mezcla LSOH libre de halógenos.

### CUBIERTA

**Material:** mezcla especial libre de halógenos tipo AFUMEX UNE 21123-4.

**Color:** verde.

## APLICACIONES

- Cable de fácil pelado especialmente adecuado para instalaciones en locales de pública concurrencia: salas de espectáculos, centros comerciales, escuelas, hospitales, edificios de oficinas, pabellones deportivos, etc.
- En centros informáticos, aeropuertos, naves industriales, parkings, túneles ferroviarios y de carreteras, locales de difícil ventilación y/o evacuación, etc.
- En toda instalación donde el riesgo de incendio no sea despreciable: instalaciones en montaje superficial, canalizaciones verticales en edificios o sobre bandejas, etc., o donde se requieran las mejores propiedades frente al fuego y/o la ecología de los productos en edificios o sobre bandejas, etc.,

o donde se requieran las mejores propiedades frente al fuego y/o la ecología de los productos de construcción.

- Indicado también el lado de corriente alterna en instalaciones de autoconsumo solar fotovoltaico.

- Líneas generales de alimentación (ITC-BT 14). • Derivaciones individuales ITC-BT 15). • Instalaciones interiores o receptoras (ITC-BT 20). • Locales de pública concurrencia (ITC-BT 28). • Locales con riesgo de incendio o explosión (**adecuadamente canalizado**) (ITC-BT 29). • Industrias (Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Establecimientos Industriales R.D. 2267/2004). • Edificios en general (Código técnico de la Edificación, R.D. 314/2006, art. 11).

# AFUMEX CLASS 1000 V (AS) RZ1-K (AS)

Tensión asignada: 0,6/1 kV (1,2/1,2 kVac máx./1,8/1,8 kVdc máx.)  
 Norma diseño: UNE 21123-4  
 Designación genérica: RZ1-K (AS)



## DATOS TÉCNICOS

NÚMERO DE CONDUCTORES x SECCIÓN mm <sup>2</sup>	ESPESOR DE AISLAMIENTO mm (1)	DÍAMETRO EXTERIOR mm (1)	PESO kg/km (1)	RESISTENCIA DEL CONDUCTOR a 20 °C Ω /km	INTENSIDAD ADMISIBLE AL AIRE (2) A	INTENSIDAD ADMISIBLE ENTERRADO (3) A	CAÍDA DE TENSIÓN V/A km (2)	
							cos φ = 1	cos φ = 0,8
1 x 1,5	0,7	7	67	13,3	21	21	26,5	21,36
1 x 2,5	0,7	7,5	79	7,98	30	27	15,92	12,88
1 x 4	0,7	8	97	4,95	40	35	9,96	8,1
1 x 6	0,7	8,5	120	3,3	52	44	6,74	5,51
1 x 10	0,7	9,6	167	1,91	72	58	4	3,31
1 x 16	0,7	10,6	226	1,21	97	75	2,51	2,12
1 x 25	0,9	12,3	321	0,78	122	96	1,59	1,37
1 x 35	0,9	13,8	421	0,55	153	117	1,15	1,01
1 x 50	1	15,4	579	0,38	188	138	0,85	0,77
1 x 70	1,1	17,3	780	0,27	243	170	0,59	0,56
1 x 95	1,1	19,2	995	0,20	298	202	0,42	0,43
1 x 120	1,2	21,3	1240	0,16	350	230	0,34	0,36
1 x 150	1,4	23,4	1529	0,12	401	260	0,27	0,31
1 x 185	1,6	25,6	1826	0,10	460	291	0,22	0,26
1 x 240	1,7	28,6	2383	0,08	545	336	0,17	0,22
1 x 300	1,8	31,3	2942	0,06	630	380	0,14	0,19
1 x 400	2	36	3921	0,05		446	0,11	0,17
2 x 1,5	0,7	10	134	13,3	23	24	30,98	24,92
2 x 2,5	0,7	10,9	169	7,98	32	32	18,66	15,07
2 x 4	0,7	11,8	213	4,95	44	42	11,68	9,46
2 x 6	0,7	12,9	271	3,3	57	53	7,90	6,42
2 x 10	0,7	15,2	399	1,91	78	70	4,67	3,84
2 x 16	0,7	17,7	566	1,21	104	91	2,94	2,45
2 x 25	0,9	Consultar	Consultar	0,78	135	116	1,86	1,59
2 x 35	0,9	Consultar	Consultar	0,55	168	140	1,34	1,16
2 x 50	1	Consultar	Consultar	0,38	204	166	0,99	0,88
3 G 1,5	0,7	10,4	150	13,3	23	24	30,98	24,92
3 G 2,5	0,7	11,4	193	7,98	32	32	18,66	15,07
3 G 4	0,7	12,4	250	4,95	44	42	11,68	9,46
3 G 6	0,7	13,6	324	3,3	57	53	7,90	6,42
3 G 10	0,7	16	486	1,91	78	70	4,67	3,84
3 G 16	0,7	18,7	696	1,21	104	91	2,94	2,45
3 x 25	0,9	Consultar	Consultar	0,78	115	96	1,62	1,38
3 x 35	0,9	Consultar	Consultar	0,55	143	117	1,17	1,01
3 x 50	1	Consultar	Consultar	0,38	174	138	0,86	0,77
3 x 70	1,1	Consultar	Consultar	0,27	223	170	0,6	0,56
3 x 95	1,1	Consultar	Consultar	0,20	271	202	0,43	0,42
3 x 120	1,2	Consultar	Consultar	0,16	314	230	0,34	0,35
3 x 150	1,4	Consultar	Consultar	0,12	359	260	0,28	0,3
3 x 185	1,6	Consultar	Consultar	0,10	409	291	0,22	0,26
3 x 240	1,7	Consultar	Consultar	0,08	489	336	0,17	0,21
3 x 300	1,8	Consultar	Consultar	0,06	549	380	0,14	0,18

(1) Valores aproximados.

(2) Instalación en bandeja al aire (40 °C).

- XLPE3 con instalación tipo F → columna 11 (1x trifásica).
- XLPE2 con instalación tipo E → columna 12 (2x, 3G monofásica).
- XLPE3 con instalación tipo E → columna 10b (3x, 4G, 4x, 5G trifásica).

(3) Instalación enterrada, directamente o bajo tubo con resistividad térmica del terreno estándar de 2,5 K.m/W.

- XLPE3 con instalación tipo Método D1/D2 (Cu) → 1x, 3x, 4G, 4x, 5G trifásica.
- XLPE2 con instalación tipo D1/D2 (Cu) → 2x, 3G monofásica.

Según UNE-HD 60364-5-52 e IEC 60364-5-52.

# AFUMEX CLASS 1000 V (AS) RZ1-K (AS)

Tensión asignada: 0,6/1 kV (1,2/1,2 kVac máx./1,8/1,8 kVdc máx.)  
 Norma diseño: UNE 21123-4  
 Designación genérica: RZ1-K (AS)



## DATOS TÉCNICOS

NÚMERO DE CONDUCTORES x SECCIÓN mm <sup>2</sup>	ESPESOR DE AISLAMIENTO mm	DIÁMETRO EXTERIOR mm	PESO kg/km	RESISTENCIA DEL CONDUCTOR a 20 °C Ω /km	INTENSIDAD ADMISIBLE AL AIRE (1) A	INTENSIDAD ADMISIBLE ENTERRADO (3) A	CAÍDA DE TENSIÓN V/A km (2) γ (3)	
							cos φ = 1	cos φ = 0,8
3 x 25/16	0,9/0,7	Consultar	Consultar	0,780/1,21	115	96	1,62	1,38
3 x 35/16	0,9/0,7	Consultar	Consultar	0,554/1,21	143	117	1,17	1,01
3 x 50/25	1,0/0,9	Consultar	Consultar	0,386/0,780	174	138	0,86	0,77
3 x 70/35	1,1/0,9	Consultar	Consultar	0,272/0,554	223	170	0,6	0,56
3 x 95/50	1,1/1,0	Consultar	Consultar	0,206/0,386	271	202	0,43	0,42
3 x 120/70	1,2/1,1	Consultar	Consultar	0,161/0,272	314	230	0,34	0,35
3 x 150/70	1,4/1,1	Consultar	Consultar	0,129/0,272	359	260	0,28	0,3
3 x 185/95	1,6/1,1	Consultar	Consultar	0,106/0,206	409	291	0,22	0,26
3 x 240/120	1,7/1,2	Consultar	Consultar	0,0801/0,161	489	336	0,17	0,21
3 x 300/150	1,8/1,4	Consultar	Consultar	0,0641/0,129	549	380	0,14	0,18
4 G 1,5	0,7	11,2	173	13,3	20	21	26,94	21,67
4 G 2,5	0,7	12,3	227	7,98	28	27	16,23	13,1
4 G 4	0,7	13,4	298	4,95	38	35	10,16	8,23
4 G 6	0,7	14,7	391	3,3	49	44	6,87	5,59
4 G 10	0,7	17,5	593	1,91	68	58	4,06	3,34
4 G 16	0,7	20,4	855	1,21	91	75	2,56	2,13
4 x 25	0,9	24,3	1267	0,78	115	96	1,62	1,38
4 x 35	0,9	28,4	1792	0,55	143	117	1,17	1,01
4 x 50	1	32,5	2439	0,38	174	138	0,86	0,77
4 x 70	1,1	37,1	3359	0,27	223	170	0,6	0,56
4 x 95	1,1	41,2	4276	0,20	271	202	0,43	0,42
4 x 120	1,2	46,7	5500	0,16	314	230	0,34	0,35
4 x 150	1,4	51,8	6750	0,12	359	260	0,28	0,3
4 x 185	1,6	57,6	8172	0,10	409	291	0,22	0,26
4 x 240	1,7	64,4	10642	0,08	489	336	0,17	0,21
5 G 1,5	0,7	12	202	13,3	20	21	26,94	21,67
5 G 2,5	0,7	13,3	266	7,98	28	27	16,23	13,1
5 G 4	0,7	14,5	351	4,95	38	35	10,16	8,23
5 G 6	0,7	16	467	3,3	49	44	6,87	5,59
5 G 10	0,7	19	711	1,91	68	58	4,06	3,34
5 G 16	0,7	22,2	1028	1,21	91	75	2,56	2,13
5 G 25	0,9	26,6	1529	0,78	115	96	1,62	1,38
5 G 35	0,9	31,4	2169	0,55	143	117	1,17	1,01
5 G 50	1	35,2	2969	0,38	174	138	-	-

(1) Valores aproximados.

(2) Instalación en bandeja al aire (40 °C).

- XLPE3 con instalación tipo F → columna 11 (1x trifásica).
- XLPE2 con instalación tipo E → columna 12 (2x, 3G monofásica).
- XLPE3 con instalación tipo E → columna 10b (3x, 4G, 4x, 5G trifásica).

(3) Instalación enterrada, directamente o bajo tubo con resistividad térmica del terreno estándar de 2,5 K.m/W.

- XLPE3 con instalación tipo Método D1/D2 (Cu) → 1x, 3x, 4G, 4x, 5G trifásica.
- XLPE2 con instalación tipo D1/D2 (Cu) → 2x, 3G monofásica.

Según UNE-HD 60364-5-52 e IEC 60364-5-52.

## gPV FUSIBLES CILINDRICOS PARA APLICACIONES FOTOVOLTAICAS

La principal novedad que ofrecen estos productos es la tensión asignada de 1000 V DC y 600 V DC. Están destinados principalmente a ofrecer una solución de protección compacta, segura y económica en instalaciones fotovoltaicas, donde, debido al constante incremento de potencia y la evolución tecnológica, es común que se precise proteger grupos de paneles solares que pueden alcanzar tensiones superiores a 800 V DC. También pueden utilizarse como protección en instrumentación y como protección de circuitos auxiliares en ferrocarriles. Proporcionan protección contra sobrecargas y cortocircuitos (clase gPV de acuerdo a la nueva Norma IEC60269-6). Están contruidos con tubo cerámico de alta resistencia a la presión interna y a los choques térmicos lo que permite un alto poder de corte en un reducido espacio. Los contactos están realizados en cobre plateado y los elementos de fusión son de plata, lo que evita el envejecimiento y mantiene inalterables las características. Para la instalación de estos fusibles se recomienda la utilización de las bases modulares PMF 1000 V en versión unipolar o bipolar (con o sin indicador de fusión).

[www.df-sa.es/es/fotovoltaicos/fusibles/cilindricos/](http://www.df-sa.es/es/fotovoltaicos/fusibles/cilindricos/)

10x38

1000V  
DC

$I_n$ (A)	REFERENCIA	PODER DE CORTE (kA)	EMBALAJE Unid./CAJA
1	491601	30	10/100
2	491602	30	10/100
3	491604	30	10/100
4	491605	30	10/100
5	491606	30	10/100
6	491610	30	10/100
8	491615	30	10/100
10	491620	30	10/100
12	491625	30	10/100
15	491629	30	10/100
16	491630	30	10/100
20	491635	30	10/100



600V  
DC

1	491901	30	10/100
2	491902	30	10/100
3	491904	30	10/100
4	491905	30	10/100
5	491906	30	10/100
6	491910	30	10/100
8	491915	30	10/100
10	491920	30	10/100
12	491925	30	10/100
15	491929	30	10/100
16	491930	30	10/100
20	491935	30	10/100
25	491940	30	10/100
30	491944	30	10/100
32	491945	30	10/100



14x51

1000V  
DC

25	491650	30	10/50
32	491655	30	10/50



<b>NORMAS</b> IEC 60269-1 IEC 60269-6 UL 2579	<b>HOMOLOGACIONES</b> Cd-Pb FREE RoHS compliant 
--	---

<b>TECNICO</b> CARACTERISTICAS t-I  PAGINA <b>11</b>	<b>TECNICO</b> COEFICIENTE REDUCCION POR TEMPERATURA AMBIENTE  PAGINA <b>14</b>
---	--

<b>COMPATIBLE</b> PV BASES PARA APLICACIONES FOTOVOLTAICAS  PAGINA <b>07</b>	<b>COMPATIBLE</b> CONTACTO PINZA PARA FUSIBLES Ø10  PAGINA <b>09</b>
---	--

## gPV FUSIBLES CILINDRICOS PARA APLICACIONES FOTOVOLTAICAS

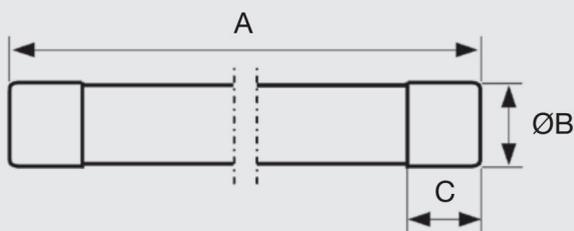
10x85	$I_n$ (A)	REFERENCIA	PODER DE CORTE (kA)	EMBALAJE Unid./CAJA
1500V DC	2	492202	10	4/24
	4	492205	10	4/24
	6	492210	10	4/24
	8	492215	10	4/24
	10	492220	10	4/24
	12	492225	10	4/24
1200V DC	16	492230	10	4/24
	20	492235	10	4/24
	25	492240	10	4/24



492225

## TECNICO gPV FUSIBLES CILINDRICOS PARA APLICACIONES FOTOVOLTAICAS DIMENSIONES

10x38  
14x51  
10x85



TAMAÑO	A	B	C
10x38	38	10,3	10
14x51	51	14,3	10
10x85	85	10,3	10

NORMAS  
IEC 60269-1  
IEC 60269-6  
UL 2579

HOMOLOGACIONES  
Cd-Pb  
RoHS  
compliant

TECNICO  
CARACTERISTICAS t-I

TECNICO  
COEFICIENTE REDUCCION  
POR TEMPERATURA  
AMBIENTE

COMPATIBLE  
CONTACTO PINZA PARA  
FUSIBLES Ø10

PAGINA 12

PAGINA 14

PAGINA 09



RES.CURRENT OP.CIRCUIT BREAKER TYPE A PSE/SSF  
40A 3+N-POL IFN 300MA 400V 4MW

Similar to image

**Technical data:**

<b>Design type</b>		instantaneous
<b>Type, explanations</b>		RCCBs, type A, instantaneous
<b>Type, explanations / additionally</b>		3P+N; 230 till 400 V AC; 50 till 60 Hz
<b>Design, description / additional supplementary</b>		N connection, right
<b>Type of mounting</b>		DIN-Rail
<b>Mounting depth</b>	mm	70
<b>Design of the fault-current type</b>		A
<b>Number of poles</b>		4
<b>Resistance against short-circuit current</b>	kA	10
<b>Number of pitch units for width</b>		4
<b>Size of installation devices / acc. to DIN 43880</b>		1
<b>Release fault-current / rated value</b>	mA	300
<b>Switching function / short-term delayed</b>		No
<b>Product feature / selective type</b>		No
<b>Supply voltage frequency / rated value</b>	Hz	60
<b>Resistance against the impulse current / rated value</b>	kA	1
<b>Breaking capacity current / rated value</b>	kA	0.8
<b>Supply voltage / for AC / rated value</b>	V	400

Current / for AC / rated value	A	40
Product extension / can be installed / supplementary device		Yes
Service position (permissible)		any
power loss	W	2
Short-circuit back-up fuse / maximum	A	100
connection / power connection		Top or bottom
CFC and silicone free		Yes
Minimum operating voltage for operating the test equipment AC	V	100
Device service life test cycle acc. to IEC/EN 61009 / operating cycles		>10000
Terminal tightening torques		2,5 till 3,0 Nm
Terminal conductor cross-sections, solid and stranded		1,5 till 25 mm <sup>2</sup>
Climatic resistance acc. to IEC 60068-2-30		28 cycles (55 °C; 95 % rel. humidity)
Degree of protection acc. to DIN EN 50274 (VDE 0660-514)		Finger and back-of-hand safe

#### Further information:

##### Information- and Downloadcenter (Catalogs, Brochures,...)

<http://www.siemens.com/lowvoltage/catalogs>

##### Global Industry Mall (Online ordering system)

<http://www.siemens.com/lowvoltage/mall>

##### Service&Support (Manuals, Certificates, Characteristics, FAQs,...)

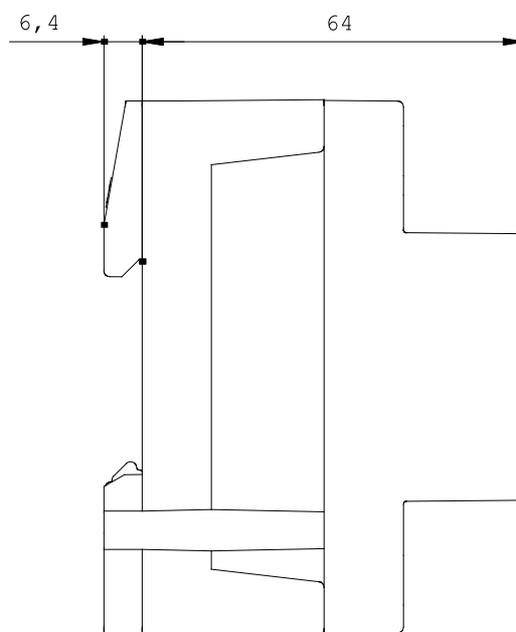
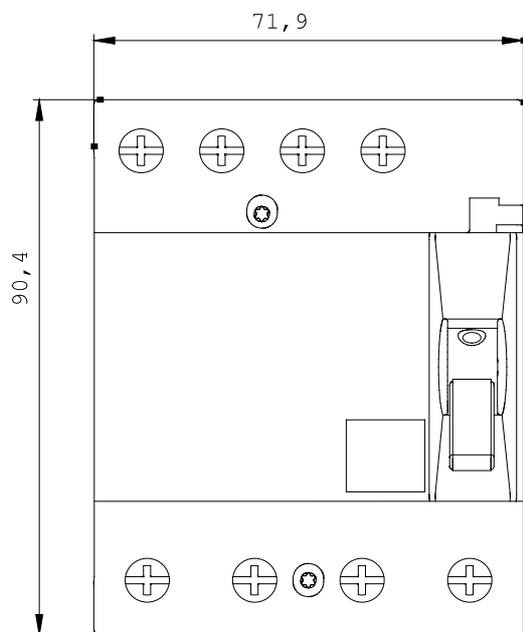
<http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/5SM3644-6/all>

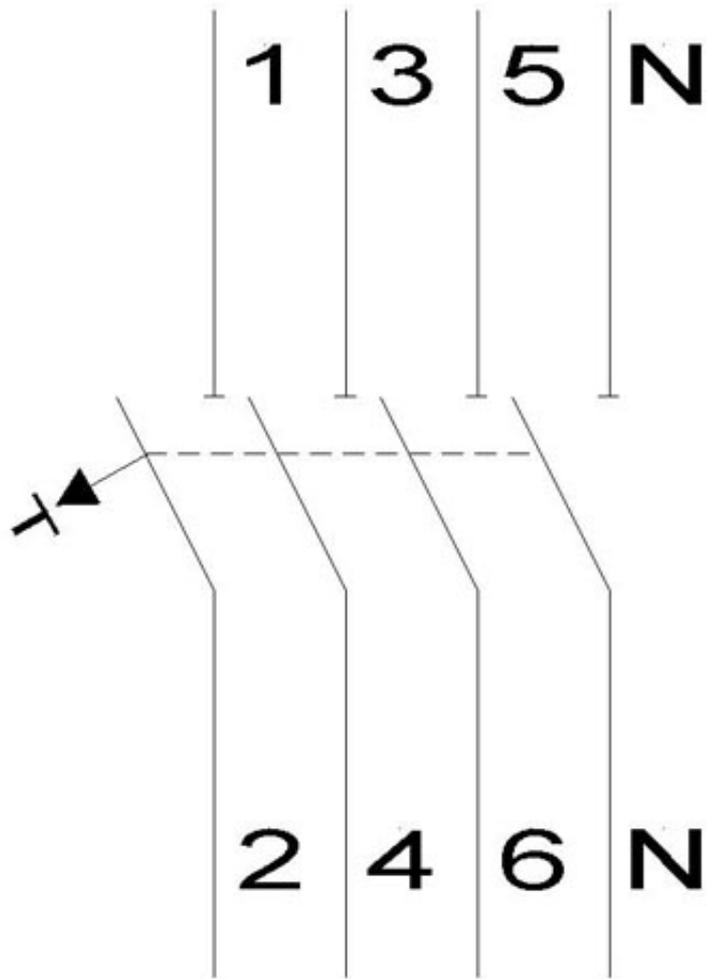
##### Image database (product images, 2D dimension drawings, 3D models, device circuit diagrams, ...)

[http://www.automation.siemens.com/bilddb/cax\\_en.aspx?mlfb=5SM3644-6](http://www.automation.siemens.com/bilddb/cax_en.aspx?mlfb=5SM3644-6)

##### Tender specifications

[Datanorm GAEB81](#) [GAEB83](#) [RTF](#) [TXT](#)





last change:

Dec 8, 2010

# Siemens 5SL4340-7 Interruptor magnetotérmico 3P 40A C 10kA 400V

## **Ficha técnica**

Instalación: distribución

Construcción: metal/TP

Garantía: 2 años

Proteccion ip: IP20

Rango de temperatura: -25°C ~+45°C



## Precio

74,03 € IVA incluido

## Descripción

Siemens 5SL4340-7 Interruptor magnetotérmico 3P 40A C 10kA 400V

El Siemens 5SL4340-7 Interruptor magnetotérmico 3P 40A C 10kA 400V está pensado para su integración en instalaciones de viviendas residencial. Su principal funcionalidad es la de protección contra **sobrecargas y cortocircuitos**. Pertenece a la familia de mecanismos eléctricos de la **serie Siemens Sentron**, una de las más extendidas del mercado. Por otro lado indicar que está compuesto de **3 polos**, una corriente nominal de **40A**, **curva C** y capacidad de corte en **10kA**. Además posee un sistema de embornamiento basado en tornillería que le dará gran facilidad y rapidez al hacer la instalación eléctrica. Debido a sus características su principal ámbito es el uso doméstico. Finalmente indicar y debido a su diseño es posible utilizarlo en cuadros eléctricos para diferentes proyectos eléctricos.

Ventajas y características del Siemens 5SL4340-7 Interruptor magnetotérmico 3P 40A C 10kA 400V

- Su diseño es muy compacto, reducido de tamaño y con bajo impacto visual.
- Su acabado es en **gris con maneta gris oscuro**.
- Sus medidas son **58x93x84mm**.
- El número de polos es de **3 Polos**.

- Pertenece a la serie **Siemens Sentron**.
- Asimismo indicar que su rango de temperatura de funcionamiento es de **-25°C a +45°C**.
- Finalmente indicar que su conexión es muy sencilla debido a su sistema de embornamiento de tornillería.
- Fabricado con los más altos estándares de calidad.

## Especificaciones técnicas

Grado IP IP20 N° de polos 3P Corriente nominal 40A Tipo de Red CA Unidad de disparo térmico - magnético Código de curva C Capacidad de corte 10kA Dimensiones 58x93x84mm durabilidad mecánica 10000 ciclos Frecuencia de red 50 Hz Tensión nominal 230V CA 50Hz Temperatura de funcionamiento -25°C ~ +45°C Temperatura de almacenamiento -40°C ~ +75°C

Por otro lado, tenemos todo tipo de adaptadores, clavijas o bases móviles o regletas en nuestra sección de pequeño material complementario a este producto. Con el Siemens 5SL4340-7 Interruptor magnetotérmico 3P 40A C 10kA 400V podrás realizar tus instalaciones de una manera profesional. Aparte en DivisionLED somos expertos profesionales en el sector y nuestro personal podrá asesorarte en lo que necesites.

Igualmente indicar que los interruptores magnetotérmicos Siemens están fabricados con la máxima calidad y son líderes en el mercado.

Visita nuestra sección de material eléctrico y descubre los diferentes componentes que se encuentran en ella.