

**PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN DEL CENTRO DE SALUD  
ABRANTES DE LA GERENCIA ASISTENCIAL ATENCIÓN PRIMARIA  
– SERMAS. C/ ABRANTES, 113 MADRID.**

**JULIO 2021**

---

**4.12 ANEJO 12.5 PROYECTO FOTOVOLTAICA**

---

**PROMOTOR:**



**Comunidad  
de Madrid**

Gerencia Asistencial  
de Atención Primaria  
CONSEJERÍA DE SANIDAD

**REDACTOR:**

MIGUEL SAN JUAN

**CONTRATISTA DEL PROYECTO:**

SAN JUAN ARQUITECTURA S.L.

1.	MEMORIA.....	2
1.1.	RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS.....	2
1.1.1.	Titular.....	2
1.1.2.	Promotor.....	2
1.1.3.	Localidad.....	2
1.1.4.	Autor del proyecto.....	2
1.1.5.	Director de obra.....	2
1.1.6.	Nombre de la empresa instaladora.....	2
1.1.7.	Tipo de edificación.....	2
1.1.8.	Presupuesto total.....	2
1.2.	ANTECEDENTES Y OBJETO DEL PROYECTO.....	3
1.3.	EMPLAZAMIENTO DE LA INSTALACIÓN.....	3
1.4.	LEGISLACIÓN APLICABLE.....	3
1.5.	CONSUMO ENERGÉTICO.....	4
1.6.	AUTOCONSUMO.....	4
1.7.	DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA.....	4
1.8.	CONFIGURACIÓN DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.....	5
1.9.	INSTALACIÓN DE GENERACIÓN FOTOVOLTAICA.....	5
1.9.1.	Generalidades.....	5
1.9.2.	Principios de funcionamiento.....	5
1.9.3.	Descripción del módulo fotovoltaico.....	5
1.10.	DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.....	7
1.11.	CONFIGURACIÓN DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.....	7
1.11.1.	Grupo de generación de instalación fotovoltaica.....	7
1.12.	INVERSOR CC/CA.....	13
1.12.1.	Inversores utilizados en proyecto.....	13
1.13.	MONITORIZACIÓN.....	15
2.	CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS.....	17
2.1.	POTENCIA MÍNIMA.....	17
2.2.	POTENCIAL SOLAR DEL EMPLAZAMIENTO.....	17
2.3.	CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN.....	18
2.3.1.	Sección de los conductores.....	18
2.3.2.	Protecciones de la línea.....	19
2.3.2.1.	Cortocircuitos.....	19
2.3.2.2.	Contactos directos e indirectos.....	20
2.3.2.3.	Sobretensiones.....	20
2.3.3.	Cumplimiento de la ITC-BT-40.....	20
2.3.4.	Cálculo de la red de baja tensión.....	21
2.3.5.	Contadores y protecciones.....	21
2.3.6.	Puesta a tierra.....	21
2.3.7.	Justificación distancia mínima entre filas de módulos:.....	22

## **1.- MEMORIA**

## **1. MEMORIA**

### **1.1. RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS**

#### **1.1.1. Titular**

- Nombre: Gerencia Asistencial de Atención Primaria del SERMAS
- Domicilio social: C/ san Martín de Porres nº 6  
28035, Madrid
- C.I.F.: Q2801817D

#### **1.1.2. Promotor**

La redacción del presente PROYECTO DE EJECUCIÓN PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL CENTRO DE SALUD ABRANTES, se promueve por la GERENCIA ASISTENCIAL DE ATENCIÓN PRIMARIA DEL SERVICIO MADRILEÑO DE SALUD (SERMAS), dependiente de la Consejería de Sanidad, con domicilio en c/ San Martín de Porres nº 6 - 28035 Madrid.

#### **1.1.3. Localidad**

Madrid (Madrid)

#### **1.1.4. Autor del proyecto**

El presente Proyecto, está redactado en todo su contenido y toda su documentación por la empresa SAN JUAN ARQUITECTURA S.L., que incluye un conjunto de profesionales con competencias para desarrollar todos los aspectos de este proyecto. En su representación firma como redactor del presente proyecto Miguel San Juan Cerdá, colegiado nº 11803 del COACV.

#### **1.1.5. Director de obra**

No se ha procedido a la asignación de la empresa que llevará a cabo la dirección de la obra.

#### **1.1.6. Nombre de la empresa instaladora**

No se ha procedido a la adjudicación de la instalación a realizar.

#### **1.1.7. Tipo de edificación**

El uso principal es sanitario, y que se organiza en una planta sótano, planta baja y planta primera. La planta sótano se destina a aparcamiento.

#### **1.1.8. Presupuesto total**

Asciende el presupuesto a la cantidad indicada en el presupuesto general de la obra incluido en el proyecto de arquitectura.

## 1.2. ANTECEDENTES Y OBJETO DEL PROYECTO

El objeto del presente proyecto es la descripción, diseño y valoración de la instalación de fotovoltaica del PROYECTO DE EJECUCIÓN PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL CENTRO DE SALUD ABRANTES.

## 1.3. EMPLAZAMIENTO DE LA INSTALACIÓN

La parcela elegida para la construcción del nuevo Centro de Salud Abrantes se sitúa en la calle Abrantes nº 113 de Madrid, en el distrito de Carabanchel, con referencia catastral 8102122VK3780A0001WW y con una superficie de 3.020 m2.

## 1.4. LEGISLACIÓN APLICABLE

Para la redacción del presente Proyecto se ha tenido en cuenta la siguiente normativa:

### NORMATIVA ESTATAL

- **Real Decreto 244/2019**, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica. (SI PROCEDE) De aplicación a: Instalaciones de potencia inferior a 100 kW (Art. 2)
- **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. (SI PROCEDE) De aplicación a: Instalaciones de potencia inferior a 100 kW (Art. 2)
- **Real Decreto 1109/2007**, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción. (SI PROCEDE)
- **Ley 32/2006**, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción. (SI PROCEDE)
- **Real Decreto 314/2006**, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación y sus modificaciones.
- **Real Decreto 842/2002**, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.
- **Real Decreto 614/2001**, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- **Real Decreto 1627/1997**, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.
- **Real Decreto 1215/1997**, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- **Real Decreto 773/1997**, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- **Real Decreto 486/1997**, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

- **Real Decreto 485/1997**, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- **Ley 31/1995**, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

### 1.5. CONSUMO ENERGÉTICO

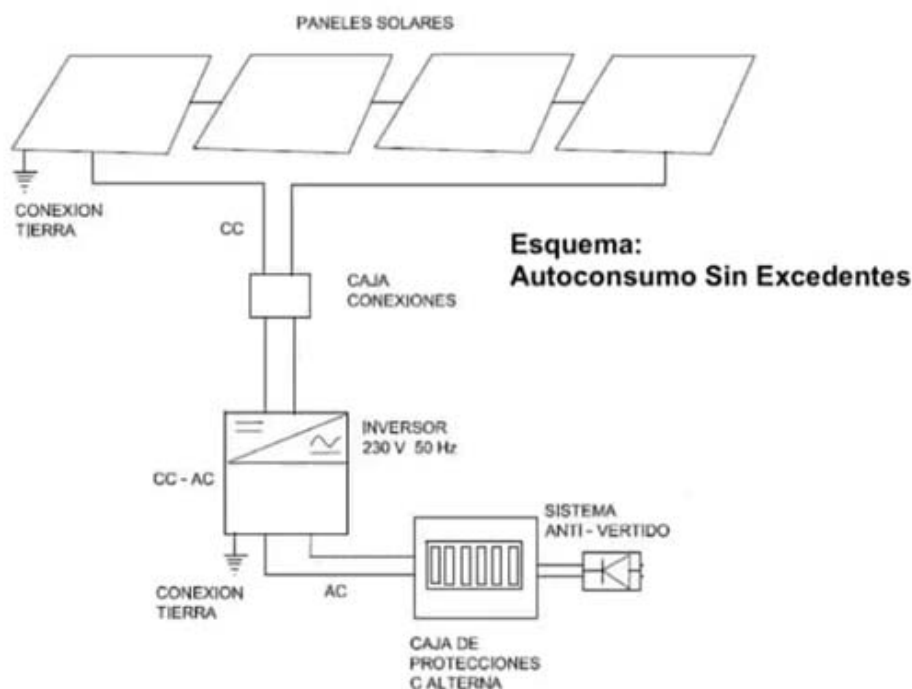
Dado que se trata de una instalación de nueva ejecución no se disponen de datos de consumo que puedan ser facilitados por la compañía suministradora.

### 1.6. AUTOCONSUMO

La instalación a proyectar se rige según el Real Decreto 244/2019 por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica. Se trata de una instalación con modalidad de autoconsumo sin excedentes. Se proyectan módulos fotovoltaicos repartidos en la cubierta del edificio para cubrir la demanda de 50 kW. Para la conversión de la corriente continua a alterna se instala un inversor tal y como se explica en el siguiente apartado más detalladamente.

### 1.7. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

La siguiente imagen muestra los principios de funcionamiento de la instalación de autoconsumo proyectada:



La instalación de los módulos fotovoltaicos se realizará en la cubierta del edificio. La instalación proyectada dispondrá de un grupo de generación fotovoltaica de 51,04 kW, comprendido por 116 módulos, de 440 W de potencia pico unitaria. La instalación estará formada por dos inversores fotovoltaicos de 25 kW de potencia nominal total en CA.

Se propone la instalación de un sistema antivertido, a continuación se adjunta ficha técnica del equipo seleccionado:

# PRISMA 310A

Hoja de producto

## Regulador de potencia para el autoconsumo

Con cumplimiento de los criterios de la UNE 217001-IN



Figura 1 PRISMA 310A - un controlador dinámico de potencia con inyección CERO compacto

### Autoconsumo de electricidad sin excedentes

**PRISMA 310A permite regular la potencia obtenida de fuentes renovables y aportar garantías físicas y lógicas para decidir qué potencia debemos o deseamos consumir de la red.**

**Integra en el mismo dispositivo un contador para la regulación instantánea y elimina la necesidad de otros componentes externos en la regulación de la potencia**

#### Descripción

El PRISMA 310A es un controlador dinámico de potencia que permite regular el nivel de generación de los inversores de una instalación de producción (fotovoltaica, eólica,...) en función del consumo instantáneo. El objetivo final es limitar o eliminar la exportación de energía, de la manera más eficiente, consiguiendo maximizar la producción cumpliendo las restricciones normativas y técnicas.

#### Características

Equipo multifunción con capacidad de:

- Gestionar múltiples modelos de inversores de distintos fabricantes.:
  - Comunicación TCP (Sunspec/Modbus).
  - Comunicación RS485 RTU (Modbus+...).
 (Requiere pasarela REN-TTL-485)
- Ajustado según legislación local (Ej: España fase de mínimo consumo, media de consumos, ...)
- Aplicable a instalaciones monofásicas y trifásicas.
- Proporciona Servidor Modbus/TCP para monitorización
- Datos instantáneos en pantalla y mediante señalización luminosa y acústica.

- En modalidad autoconsumo sin excedentes:
  - Evita la inyección de energía a la red (doble control físico y lógico).
  - Con cumplimiento de norma UNE 217001-IN
- En modalidades más complejas:
  - Con distintos contadores o consumos para instalaciones próximas (hasta 6 instalaciones trifásicas)
  - Con grupos electrógenos (doble control de no inyección y protección de grupo integrada).
  - Controles independientes para cada fase (balanceo dinámico de fases mediante inversores monofásicos), etc.

**Las capacidades de comunicación permiten virtualmente el control de cualquier inversor (\*) con capacidad de regulación externa que disponga de los protocolos/mapas de regulación publicados.**

\* consultar la lista de equipos homologados

## Datos técnicos

### Características físicas

Declaración de conformidad	<b>CE</b>
Alimentación	90-265 VAC, 50-60Hz
Condiciones de trabajo	-20...+70°C // 5-95% HR sin condensación
Dimensiones	90x158x58
Peso	400gr.
Grado de protección	IP20
Material caja	Plástico PC/ABS autoextinguible UL94-V0
Montaje	Sobre Carril DIN EN 60715
Fabricado en	España. Union Europea
Conexiones de Voltaje Primario	3x (85-265VAC) (50/60Hz)
Clase térmica	Ta70C/B
Denominación de la electrónica	E310A
Denominación del firmware	PRISMA 310A
Relé de desconexión/contactador	Contacto seco (sin tensión) Tipo AC1. Máximo 16A / 250VAC. Tipo AC15. Máximo 1,5A / 240V

### Comunicaciones

Comunicación inversores	RS-485 Ethernet
Protocolos	ComLynx Modbus TCP Modbus RTU (Configurable, incluye Sunspec)
Contaje directo	Transformador XXX/5A
Comunicación Contadores externos	Ethernet
Comunicación externa	Servidor Modbus TCP
Denominación del firmware	PRISMA 310A

### Otras funciones:

- Pantalla integrada OLED 1.3" con pulsador.
- Ethernet RJ45
- 3 lecturas de voltaje + 3 lecturas de intensidad (5A)
- Salida digital (relé).
  - Tipo AC1. Máximo 16A / 250VAC.
  - Tipo AC15. Máximo 1,5A / 240V
- Fuente de alimentación continua integrada (se alimenta externamente con 220V)
- Entrada digital (Señalización de encendido de grupo).
- Bus de comunicaciones TTL (5V). Permite comunicación con equipos 485 (accesorio REN TTL-485) u ordenador USB (Cable REN TTL/USB).
- Leds de señalización (2 verdes/2 naranja/2 rojos)
- Buzzer interno para notificación sonora.
- Reloj interno integrado (+Pila)
- Permite instalación sobre rack-DIN

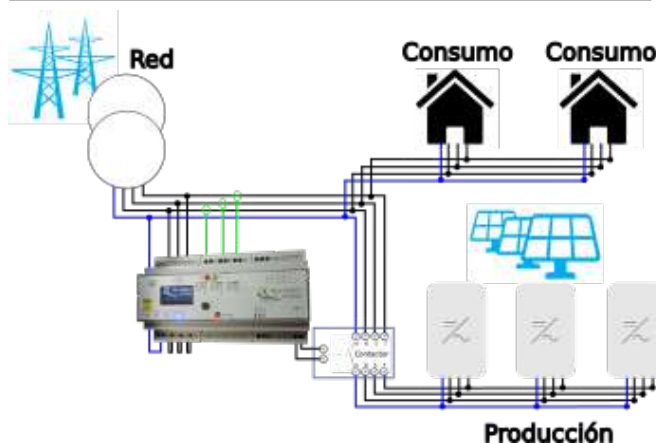
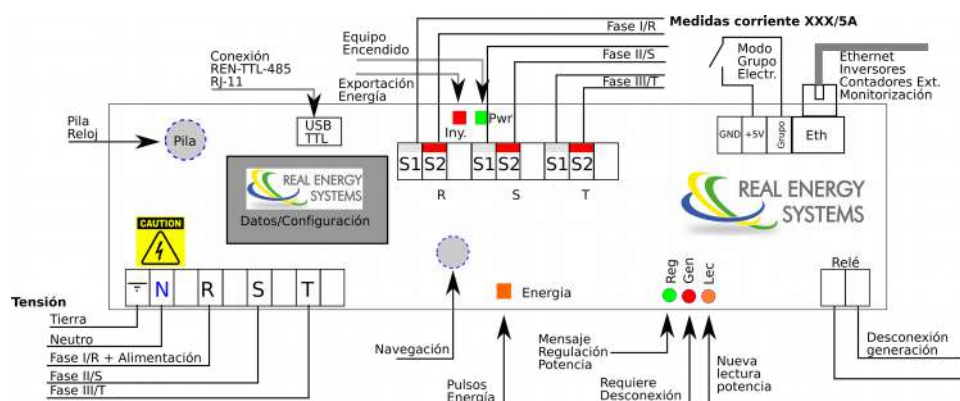


Figura 2 Esquema unifilar

### Esquema de conexión





## 1.8. CONFIGURACIÓN DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

Los criterios de diseño para la configuración final de los módulos fotovoltaicos sobre la cubierta han sido:

- Condicionantes de la parcela: no se han elaborado perfiles de sombra ya que en la actualidad no existen edificios colindantes, por lo que se garantizan un mínimo de 5 horas de sol en el mes más desfavorable del año.
- La instalación será fácilmente desmontable con posibilidad de reubicarla si fuera necesario.

## 1.9. INSTALACIÓN DE GENERACIÓN FOTOVOLTAICA

### 1.9.1. Generalidades

Los sistemas fotovoltaicos, están formados esencialmente por los siguientes elementos:

- **Generador fotovoltaico:** encargado de captar y convertir la radiación solar en energía eléctrica, en corriente continua.
- **Un inversor:** adapta la corriente continua producida por el generador fotovoltaico a las características eléctricas necesarias requeridas por las cargas a alimentar.
- **Elementos de protección del circuito:** dispuestos entre los diferentes elementos del sistema, para proteger la descarga y derivación de elementos en caso de fallo o situaciones de sobrecarga.

### 1.9.2. Principios de funcionamiento

Las células fotoeléctricas son dispositivos basados en la acción de radiaciones luminosas sobre ciertos materiales, normalmente metales. El efecto de esas radiaciones puede ser de tres tipos:

- Efecto fotoemisor o fotoexterno: Provoca un arranque de electrones con liberación de los mismos.
- Efecto fotoconductor o fotointerno: Modifica la conductividad eléctrica del material.
- Efecto fotovoltaico: Crea una fuerza electromotriz en el material.

Precisamente en este último apartado es donde se integran las células fotovoltaicas, que generan un paso de corriente proporcional al flujo luminoso que reciben. Los materiales usados para las células fotovoltaicas son los semiconductores, ya que la energía que liga a los electrones de valencia con su núcleo es similar a la energía de los fotones que constituyen la luz solar. Al incidir ésta sobre el semiconductor (normalmente silicio), sus fotones suministran la cantidad de energía necesaria a los electrones de valencia como para que se rompan los enlaces y queden libres para circular por el semiconductor.

### 1.9.3. Descripción del módulo fotovoltaico

Las células se agrupan en lo que se denomina módulo o panel fotovoltaico, que no es otra cosa que un conjunto de células conectadas convenientemente, de tal forma que

reúnan unas condiciones óptimas para su integración en sistemas de generación de energía, siendo compatibles (tanto en tensión como en potencia) con las necesidades y equipos estándares existentes en el mercado.

Normalmente, se habla de paneles de 6 V, 12 V y 24 V, si bien es cierto que su tensión está por encima de las mencionadas, oscilando las potencias producidas entre los 2,5 W y los 500 W.

Los paneles fotovoltaicos proyectados están formados por una matriz de 8 x 20 células que forman un total de 160 piezas que permiten obtener un total de 440 W.

El conjunto de módulos se conectará de tal forma que no permita descompensaciones entre los grupos conectados en serie y paralelo.

Se adjunta la ficha técnica del módulo fotovoltaico seleccionado en el proyecto y optimizadores seleccionados.



**430 - 455 Wp**

**AXITEC**  
high quality german solar brand

**25  
YEARS  
85%**

## AXIpremium XL HC

High performance solar module  
144 halfcell, monocrystalline PERC

### The advantages:

**15  
Years**

15 years manufacturer's warranty



Highest module performance through  
Half-Cut-technology and tested materials



Guaranteed positive power tolerance  
from 0-5 Wp by individual measurement



Maximum 2400 Pa snow load



100 % electroluminescence inspection

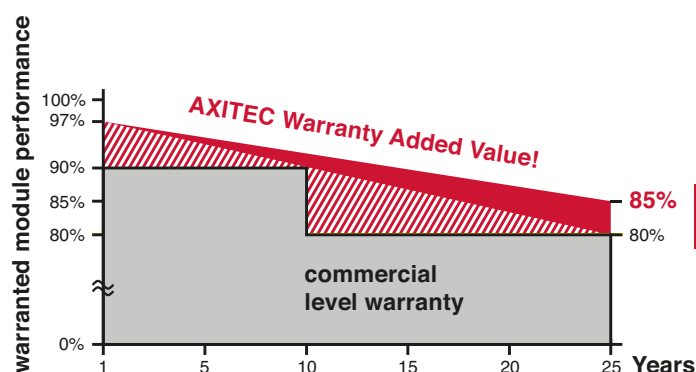


High quality junction box  
and connector systems



### Exclusive linear AXITEC high performance guarantee!

- 15 years manufacturer's guarantee on 90 % of the nominal performance
- 25 years manufacturer's guarantee on 85 % of the nominal performance



**1 - 8 % more power  
after 25 years**



## AXIpremium XL HC 430 - 455 Wp

**Electrical data** (at standard conditions (STC) irradiance 1000 watt/m<sup>2</sup>, spectrum AM 1,5 at a cell temperature of 25°C)

Type	Nominal output P <sub>mpp</sub>	Nominal voltage U <sub>mpp</sub>	Nominal current I <sub>mpp</sub>	Short circuit current I <sub>sc</sub>	Open circuit voltage U <sub>oc</sub>	Module conversion efficiency
AC-430MH/144V	430 Wp	40,59 V	10,60 A	11,21 A	49,22 V	19,78 %
AC-435MH/144V	435 Wp	40,79 V	10,67 A	11,28 A	49,42 V	20,01 %
AC-440MH/144V	440 Wp	40,99 V	10,74 A	11,35 A	49,62 V	20,24 %
AC-445MH/144V	445 Wp	41,19 V	10,81 A	11,41 A	49,86 V	20,47 %
AC-450MH/144V	450 Wp	41,39 V	10,88 A	11,48 A	50,10 V	20,70 %
AC-455MH/144V	455 Wp	41,61 V	10,94 A	11,54 A	50,34 V	20,93 %

### Design

Frontside	3,2 mm hardened, low-reflection white glass
Cells	144 monocrystalline PERC high efficiency cells
Backside	Composite film
Frame	35 mm silver aluminium frame

### Mechanical data

L x W x H	2094 x 1038 x 35 mm
Weight	23,8 kg with frame

### Power connection

Socket	Protection Class IP68
Wire	approx. 1,2 m, 4 mm <sup>2</sup>
Plug-in system	Plug/socket IP68, Stäubli EVO2 / EVO2 pluggable

### Limit values

System voltage	1500 VDC
NOCT (nominal operating cell temperature)*	45°C +/-2K
Max. load-carrying capacity	2400 N/m <sup>2</sup>
Reverse current feed IR	20,0 A
Permissible operating temperature	-40°C to 85°C / -40F to 185F

(No external voltages greater than U<sub>oc</sub> may be applied to the module)

\* NOCT, irradiance 800 W/m<sup>2</sup>; AM 1,5;  
wind speed 1 m/s; Temperature 20°C

### Temperature coefficients

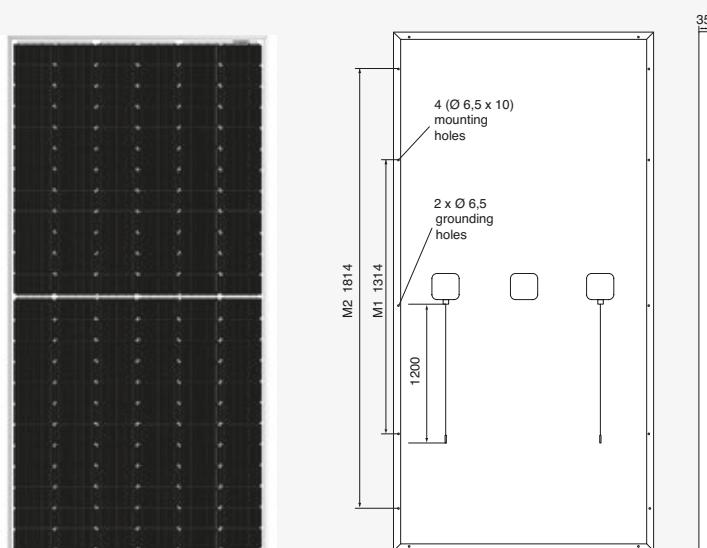
Voltage U <sub>oc</sub>	-0,27 %/K
Current I <sub>sc</sub>	0,048 %/K
Output P <sub>mpp</sub>	-0,35 %/K

### Low-light performance (Example for AC-455MH/144V)

I-U characteristic curve	Current I <sub>pp</sub>	Voltage U <sub>pp</sub>
200 W/m <sup>2</sup>	2,24 A	40,05 V
400 W/m <sup>2</sup>	4,51 A	40,51 V
600 W/m <sup>2</sup>	6,74 A	40,82 V
800 W/m <sup>2</sup>	8,91 A	41,17 V
1000 W/m <sup>2</sup>	10,94 A	41,61 V

### Packaging

Module pieces per pallet	30
Module pieces per HC-container	660



All dimensions in mm

# Power Optimizer

P370 / P401 / P404 / P485 / P500 / P505 / P601



POWER OPTIMIZER

## PV power optimization at the module level

- Specifically designed to work with SolarEdge inverters
- Superior efficiency (99.5%)
- Up to 25% more energy
- Flexible system design for maximum space utilization
- Next generation maintenance with module-level monitoring
- Module-level voltage shutdown for installer and firefighter safety
- Mitigates all types of modules mismatch-loss, from manufacturing tolerance to partial shading
- Fast installation with a single bolt

# / Power Optimizer

P370 / P401 / P404 / P485 / P500 / P505 / P601

OPTIMIZER MODEL (typical module compatibility)	P370 (60&70 Cell modules)	P401 (60&70 Cell modules)	P404 (for 60-cell and 72 cell, short strings)	P485 (for high voltage modules)	P500 (for 96-cell modules)	P505 (for higher current modules)	P601 (for 1 x high power PV module)	UNIT
INPUT								
Rated Input DC Power <sup>(1)</sup>	370	400	405	485	500	505	600	W
Absolute Maximum Input Voltage (Voc at lowest temperature)	60		80	125	80	83	65	Vdc
MPPT Operating Range	8 - 60		12.5 - 80	12.5 - 105	8 - 80	12.5-83	12.5 - 65	Vdc
Maximum Short Circuit Current (Isc)	11	12.5	11		10.1	14		Adc
Maximum Efficiency	99.5							%
Weighted Efficiency	98.8						98.6	%
Overvoltage Category	II							
OUTPUT DURING OPERATION (POWER OPTIMIZER CONNECTED TO OPERATING SOLAREEDGE INVERTER)								
Maximum Output Current	15							Adc
Maximum Output Voltage	60		80		60	80		Vdc
OUTPUT DURING STANDBY (POWER OPTIMIZER DISCONNECTED FROM SOLAREEDGE INVERTER OR SOLAREEDGE INVERTER OFF)								
Safety Output Voltage per Power Optimizer	1 ± 0.1							Vdc
STANDARD COMPLIANCE								
EMC	FCC Part 15 Class B, IEC61000-6-2, IEC61000-6-3							
Safety	IEC62109-1 (class II safety), UL1741							
RoHS	Yes							
Fire Safety	VDE-AR-E 2100-712:2013-05							
INSTALLATION SPECIFICATIONS								
Maximum Allowed System Voltage	1000							Vdc
Dimensions (W x L x H)	129x153x27.5 / 5.1x6x1.1	129x153x29.5 / 5.1x6x1.16	129 x 153 x 42.5 / 5.1 x 6 x 1.7	129x159x49.5 / 5.1x6.2x1.9	129x153x33.5 / 5.1x6x1.3	129 x 162 x 59 / 5.1 x 6.4 x 2.3	129 x 153 x 52 / 5.1 x 6 x 2	mm / in
Weight (including cables)	655 / 1.5		775 / 1.7	845 / 1.9	750 / 1.7	1064 / 2.3		gr / lb
Input Connector	MC4 <sup>(2)</sup>			Single or Dual MC4 <sup>(2)(3)</sup>	MC4 <sup>(2)</sup>			
Input Wire Length	0.16 / 0.52, 0.9 / 2.95		0.16 / 0.52					m / ft
Output Connector	MC4							
Output Wire Length	1.2 / 3.9						1.4 / 4.5	m / ft
Operating Temperature Range <sup>(4)</sup>	-40 to +85 / -40 to +185							°C / °F
Protection Rating	IP68							
Relative Humidity	0 - 100							%

(1) Rated power of the module at STC will not exceed the optimizer "Rated Input DC Power". Modules with up to +5% power tolerance are allowed

(2) For other connector types please contact SolarEdge

(3) For dual version for parallel connection of two modules use the P485. In the case of an odd number of PV modules in one string, installing one P485 dual version power optimizer connected to one PV module is supported. When connecting a single module, seal the unused input connectors using the supplied pair of seals

(4) For ambient temperature above +70°C / +158°F power de-rating is applied. Refer to Power Optimizers [Temperature De-Rating](#) Technical Note for more details

PV System Design Using a Solaredge Inverter <sup>(5)</sup>	Single Phase HD-WAVE	Single Phase	Three Phase	Three Phase for 277/480V Grid	
Minimum String Length (Power Optimizers)	P370, P401, P500 <sup>(6)</sup>	8	16	18	
	P404, P485, P505, P601	6	14 (13 with SE3K <sup>(7)</sup> )	14	
Maximum String Length (Power Optimizers)	25		50	50	
Maximum Nominal Power per String <sup>(8)</sup>	5700	5250	11250 <sup>(9)</sup>	12750 <sup>(10)</sup>	W
Parallel Strings of Different Lengths or Orientations	Yes				

(5) It is not allowed to mix P404/P485/P505/P601 with P370/P401/P500 in one string

(6) The P370/P401/P500 cannot be used with the SE3K three phase inverter (available in some countries; refer to the three phase inverter SE3K-SE10K datasheet)

(7) Exactly 10 when using SE3K-RW010BNN4

(8) If the inverters rated AC power ≤ maximum nominal power per string, then the maximum power per string will be able to reach up to the inverters maximum input DC power  
Refer to: <https://www.solaredge.com/sites/default/files/se-power-optimizer-single-string-design-application-note.pdf>

(9) For the 230/400V grid: it is allowed to install up to 13,500W per string when the maximum power difference between each string is 2,000W

(10) For the 277/480V grid: it is allowed to install up to 15,000W per string when the maximum power difference between each string is 2,000W

## **1.10. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA**

Se ha diseñado una instalación fotovoltaica de 51,04 kWp. La instalación de los módulos fotovoltaicos se realizará sobre la cubierta central del centro de salud.

Los criterios de diseño para la configuración final de los módulos fotovoltaicos han sido:

- Condicionantes de la parcela: deberá garantizar un mínimo de 5 horas de sol el mes más desfavorable del año.
- No obstaculizar el acceso a la instalaciones que se encuentran en cubierta
- Instalación fácilmente desmontable con posibilidad de reubicarla si fuera necesario.
- Integración arquitectónica.

## **1.11. CONFIGURACIÓN DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA**

**ORIENTACIÓN:**

La orientación de los módulos fotovoltaicos será Sur (0°).

**INCLINACIÓN:**

La inclinación de los módulos es de 30 °.

**CONFIGURACIÓN:**

Los módulos estarán colocados en filas de un solo panel fotovoltaico colocado horizontalmente sobre su lado menor.

**DISTRIBUCIÓN EN PARCELA**

La distribución de la parcela de la instalación fotovoltaica de 51,04 kWp formada por un total de 116 módulos fotovoltaicos 440 W cada uno, es la siguiente:

**CUBIERTA:**

- Superficie cubierta del edificio= 1.511,70 m2.
- Superficie de captación = 259,06 m2 (116 módulos fotovoltaicos).

### **1.11.1. Grupo de generación de instalación fotovoltaica**

La instalación fotovoltaica dispondrá un campo fotovoltaico de 51,04 kWp, comprendido por 116 módulos AC-440MH/144V de 440 Wp de potencia. La instalación estará formada por dos inversores fotovoltaicos de 25 kW de potencia nominal unitaria, las agrupaciones de módulos tendrán las siguientes características:

- **Generador fotovoltaico-1 25 kW:**

1 INVERSOR SE 25 K, que convierte la energía generada por 64 módulos de 440 W, agrupados de la siguiente manera:

- a) 1 string de 22 módulos conectados en serie.
- b) 1 string de 21 módulos conectados en serie.
- c) 1 string de 21 módulos conectados en serie.

- **Generador fotovoltaico-2 25 kW**

1 INVERSOR SE 25 K, que convierte la energía generada por 52 módulos de 440 W, agrupados de la siguiente manera:

- a) 1 string de 20 módulos conectados en serie.
- b) 1 string de 15 módulos conectados en serie.
- c) 1 string de 17 módulos conectados en serie.

<b>RESUMEN DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA</b>	
<b>Potencia total de captación</b>	<b>50 kW</b>
Número total de módulos	116 uds
<b>Grupo 1: Inversor SE 25 K</b>	<b>25 kW</b>
Nº total de módulos	64 uds
<b>Grupo 2: Inversor SE 25 K</b>	<b>25 kW</b>
Nº total de módulos	52 uds

Para mejorar aún más la instalación fotovoltaica se instalan optimizadores en cada uno de los paneles, pudiendo conseguir la máxima potencia de cada uno de ellos, independientemente de su conexión en serie o paralelo.

Con estos optimizadores, se mejora el rendimiento de la instalación llegando a obtener un 25% más de energía, ya que se evita que el mal funcionamiento de un módulo afecte al rendimiento global.

Además, los optimizadores también permiten monitorizar módulo a módulo para saber cuál de ellos no funciona correctamente.

A continuación, se adjuntan los calculos justificativos de la energía anual aportada por la instalación , así como los datos generados mes a mes.





#### RESUMEN DEL SISTEMA



116 Módulos FV



2 Inversores



116 Optimizadores

#### RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN



Potencia CC Instalada

51,04 kWp



Máx. Pca Alcanzada

47,88 kW



Energía Producida Anual

84,51 MWh



Emisiones CO2 Ahorradas

22,39 t



Arboles Equivalentes  
Plantados

1029



Máx. Pcc Calculada

51,04 kW



Ratio CC/CA

102 %



Pca Activa Nominal

50,00 kW



Índice De Rendimiento

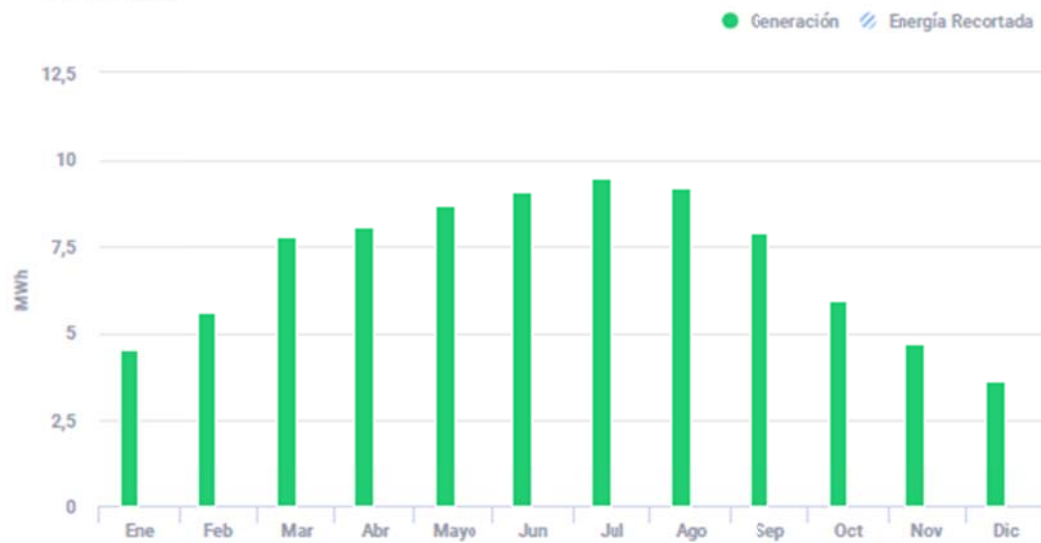
87 %



Índice De Rendimiento

1656 kWh/kWp

## ENERGÍA MENSUAL ESTIMADA



Total de energía recortada: 0,06%

Mes	Generación (kWh)	Consumo (kWh)	Autoconsumo (kWh)	Energía Recortada (kWh)
Ene	4522	-	-	-
Feb	5586	-	-	2
Mar	7803	-	-	10
Abr	8069	-	-	7
May	8701	-	-	-
Jun	9048	-	-	16
Jul	9494	-	-	9
Ago	9189	-	-	4
Sep	7868	-	-	6
Oct	5924	-	-	-
Nov	4672	-	-	-
Dic	3633	-	-	-

## MÓDULOS FV

Nº Módulo	Modelo	Potencia pico	Tipo de estructura	Orientación	AzimutInclinación
116	Axitec Energy GmbH & Co. KG, AC-440MH/144S (AXIpremium XL HC 2115x1052x40mm)	51 kWp			180° 30°
Total: 116		51 kWp			

## LISTA DE MATERIALES (BOM)

Equipos Total (€)	Código de Producto	Cantidad	Precio (€)	
 SE25K		2	0,00	0,00
 P601		116		
 AC-440MH/144S (AXIpremium XL HC 2115x1052x40mm)		116	0,00	0,00

## DISEÑO ELÉCTRICO

Inversores y Almacenamiento	Strings por Inversor	Optimizadores por String	Módulos FV por string
 1 SE25K x 28.16kW   113% Sobredimensionado	N 2 x strings	 21 x P601	 21
	N 1 x string	 22 x P601	 22
 1 SE25K x 22.88kW   92% Sobredimensionado	N 1 x string	 17 x P601	 17
	N 1 x string	 15 x P601	 15
	N 1 x string	 20 x P601	 20

## DIAGRAMA DE PÉRDIDAS DEL SISTEMA



## PARÁMETROS DE SIMULACIÓN



### UBICACIÓN Y RED

Zona horaria	CEST (Madrid)
Estación meteorológica	Madrid (distancia 4,67 km)
Altitud estación	604 m
Fuente de datos estación	Meteonorm 7.1
Red	400V L-L, 230V L-N



### FACTORES DE PERDIDAS

Sombra cercana	Habilitado
Albedo	0,20
Suciedad y Nieve	0%
Modificador de ángulo de incidencia, param. ASHRAE b0	0,05
Coefficiente de pérdidas térmicas U <sub>c</sub> (const) Coplanar	20
Coefficiente de pérdidas térmicas U <sub>c</sub> (const) Inclinado	29
Factor de pérdidas por LID	0%
Indisponibilidad del sistema	0%

## **1.12. INVERSOR CC/CA**

El inversor cc/ca tiene la misión de transformar la corriente continua del grupo fotovoltaico en corriente alterna.

. El diseño fundamental del inversor (circuitos de control) queda encomendado al uso exclusivo de microprocesadores, los cuales proporcionan un abanico de posibilidades infinito.

Las partes fundamentales que componen un inversor son:

- **Control principal**

Incluye todos los elementos de control general, así como la propia generación de onda, que está basada en regulador de punto de máxima potencia MPPT. También se incluye una gran parte del sistema de protecciones, así como funciones adicionales relacionadas con la construcción de la forma de onda.

- **Etapas de potencia**

Esta etapa, según los módulos disponibles, puede ser única, de la potencia del inversor, o modular, en cuyo caso se utilizan varias hasta obtener la potencia deseada, lo cual hace decrecer la fiabilidad, pero asegura el funcionamiento, aunque sea limitado, en caso de fallo de alguna de las etapas en paralelo. Las últimas tecnologías apuestan por el trabajo en alta frecuencia de los puentes semiconductores, consiguiendo mucho mejor rendimiento, así como tamaños y pesos sensiblemente menores. No obstante, el empleo de la tecnología clásica en baja frecuencia sigue imperando en parte del mercado por sus buenos resultados, fiabilidad y bajo coste, siendo quizá su único inconveniente el mayor tamaño que presenta, aunque, sus medidas para uso en sistemas domésticos de 1 a 5 kW no suponen gran dificultad a la hora de su instalación.

Toda etapa de potencia debe incorporar su correspondiente filtro de salida, cuya misión es el filtrado de la onda por un dispositivo LC, así como evitar el rizado en la tensión recibida de los módulos fotovoltaicos.

- **Seguidor del punto de máxima potencia (MPPT)**

Su misión consiste en acoplar la entrada del inversor a generadores de potencia instantánea variables, como son los módulos fotovoltaicos, obteniendo de esta forma la mayor cantidad de energía disponible en cada momento del campo solar. Es decir, se encarga constantemente de mantener el punto de trabajo de los módulos fotovoltaicos en los valores de mayor potencia posible, dependiendo de la radiación existente en cada momento.

- **Protecciones**

De manera general, los inversores deben estar protegidos ante tensión de red fuera de márgenes, frecuencia de red fuera de márgenes, temperatura de trabajo elevada, tensión baja del generador, intensidad del generador fotovoltaico insuficiente, fallo de la red eléctrica y transformador de aislamiento, además de las protecciones pertinentes contra daños a personas y compatibilidad electromagnética.

### **1.12.1. Inversores utilizados en proyecto**

Las características de funcionamiento que definen un ondulator de CC-CA son:

- Potencia Nominal.
- Tensión de Operación.
- Tensión nominal de entrada.
- Tensión Nominal de Salida.
- Eficiencia máxima.

En el presente proyecto los inversores elegidos son del fabricante Solar Edge modelo SE 25K o similar.

El inversor SE o similar, es un inversor fotovoltaico sin transformador con tres seguidores del punto de máxima potencia en cada unidad que transforma la corriente continua del generador fotovoltaico en corriente alterna trifásica apta para la red. La eficiencia del MPPT es mayor que 98%.

Admite un amplio voltaje de entrada (1800V-1000V) y consigue una eficiencia europea de 98,3%.

Se adjuntan datos técnicos del inversor utilizado.

# Inversor trifásico

SE25K / SE30K / SE33.3K

INVERSORES



## Diseño para trabajar con optimizadores de potencia

- / Inversor a tensión fija CC para una eficiencia superior (98,3%) y strings más largos
- / Puesta en marcha rápida y sencilla del inversor directamente desde su smartphone con SolarEdge SetApp
- / Pequeño, el más ligero de su categoría, y fácil de instalar
- / Protección contra sobretensiones en CC de tipo 2 integrada, para mejorar la resistencia en caso de tormentas o rayos
- / Protección opcional frente a sobretensiones para CA de tipo 2 y RS485
- / Monitorización a nivel de módulo con comunicación por Ethernet, inalámbrica o telefonía móvil para una visibilidad completa del sistema
- / Funciones de seguridad avanzadas: protección integrada contra fallos de arco y apagado de seguridad SafeDC
- / IP65 - Instalación en interiores y exteriores
- / Unidad de seguridad de CC integrada opcional: elimina la necesidad de interruptores externos de CC
- / Preparado para ampliación futura con soluciones de almacenamiento SolarEdge

# Inversor trifásico

## SE25K / SE30K / SE33.3K

Aplicable a inversores con código de producto	SEXK-RWX0IXXX			
	SE25K	SE30K	SE33.3K	
SALIDA				
Potencia nominal de salida CA	25000	29990	33300	W
Potencia máxima de salida CA	25000	29990	33300	VA
Tensión nominal de salida CA: fase-fase / fase-neutro	380 / 220 ; 400 / 230			Vca
Rango de tensión de salida CA: fase-fase / fase-neutro	304 - 437 / 176 - 253 ; 320 - 460 / 184 - 264,5			Vca
Frecuencia CA	50/60 ± 5 %			Hz
Corriente máxima de salida constante (por fase)	36,25	43,5	48,25	Aac
Posibles conexiones de la línea de salida CA	3 W + PE, 4 W + PE			
Monitorización de red, protección contra funcionamiento en isla, factor de potencia configurable, umbrales configurables por país	Sí			
Distorsión armónica total	≤ 3			%
Rango de factor de potencia	+/- 0.8 a 1			
Corriente de Derivación Máxima Inyectada <sup>(1)</sup>	100			mA
ENTRADA				
Potencia máxima de CC admitida (módulo STC)	37500	45000	50000	W
Sin transformador, sin puesta a tierra	Sí			
Tensión nominal de entrada CC+ a CC-	750			Vcc
Corriente máxima de entrada	36,25	43,5	48,25	Acc
Protección contra polaridad inversa	Sí			
Detección de fallo de aislamiento a tierra	Sensibilidad 150 kΩ <sup>(2)</sup>			
Rendimiento máximo del inversor	98,3			%
Rendimiento ponderado europeo	98			%
Consumo de energía nocturno	<4			W
CARACTERÍSTICAS ADICIONALES				
Interfaces de comunicación	2 x RS485, Ethernet, Wi-Fi (Opcional) <sup>(3)</sup> , Telefonía móvil (opcional)			
Gestión Smart Energy	Limitación de exportación			
Puesta en marcha del inversor	Con la aplicación móvil SetApp utilizando la conexión Wi-Fi integrada para la conexión local			
Protección contra fallos de arco	Integrado, configurable por el usuario (según UL1699B)			
Apagado rápido	Opcional <sup>(4)</sup> (Automático tras desconexión de la red de CA)			
Protección contra sobretensiones RS485	Opcional			
Protección contra sobretensiones de CC	Tipo II, reemplazable, integrada			
Protección contra sobretensiones de CA	Tipo II, reemplazable, opcional			
UNIDAD DE SEGURIDAD DE CC (OPCIONAL)				
Desconexión de 2 polos	1000 V / 48,25A			
Fusibles de CC	Opcionales, 25A			
Cumplimiento	UTE-C15-712-1			
CUMPLIMIENTO DE NORMATIVAS				
Seguridad	IEC-62109			
Normas de conexión a la red <sup>(5)</sup>	VDE-AR-N-4105, AS-4777, EN50438, CEI-021, VDE 0126-1-1, CEI-016, EN50549-1, EN50549-2, VDE-AR-N-4110, TOR Erzeuger Typ A, G99, G99 (NI), VFR 2019			
Emisiones	IEC61000-6-2, IEC61000-6-3 Clase A, IEC61000-3-11, IEC61000-3-12			
RoHS	Sí			
ESPECIFICACIONES PARA LA INSTALACIÓN				
Diámetro prensaestopas de salida de CA/Sección transversal de línea/ Sección transversal de PE	18 - 25 mm / 4 – 16 mm² / 4 – 16 mm²			
Entradas de CC <sup>(6)</sup>	4 pares MC4			
Entrada de CC con unidad de seguridad <sup>(6)(7)</sup>	4 pares MC4			
	4 entradas por prensaestopas: Diámetro exterior del cable 5 - 10 mm / Sección trasversal del cable 2.5 - 16mm²			
Dimensiones (Al x An x P)	550 x 317 x 273			mm
Dimensiones con unidad de seguridad (Al x An x P)	836 x 317 x 300 (DC MC4); 819 x 317 x 300 (DC Gland)			mm
Peso	32			kg
Peso con unidad de seguridad	36,5			kg
Rango de temperatura de funcionamiento	De -40 a +85 <sup>(8)</sup>			°C
Refrigeración	Ventilador (reemplazable por el usuario)			
Ruido	<62			dBA
Grado de protección	IP65 — exterior e interior			
Montaje	Sobre soporte (suministrado)			

(1) Si fuera necesaria una protección diferencial externa, su valor de disparo tiene que ser ≥ 100mA

(2) Donde permitido por la normativa local

(3) La conexión a internet por Wi-Fi requiere un componente Wi-Fi adicional, que se tiene que solicitar por separado. Para más detalles contactar con el departamento comercial de SolarEdge o hacer referencia a: <https://www.solaredge.com/products/communication>

(4) Código de artículo del inversor con apagado rápido: SExxK-xxRxxxxxx

(5) Para conocer todas las normativas consultar el apartado de Certificados en la página de Descargas: <http://www.solaredge.com/groups/support/downloads>

(6) Entradas de CC disponible con conectores MC4 o prensaestopas según el código de producto del inversor. Para obtener más información, póngase en contacto con SolarEdge

(7) Se permite solamente el uso de conectores MC4 fabricados por Stäubli.

(8) Para más información consultar: <https://www.solaredge.com/sites/default/files/se-temperature-derating-note.pdf>



### 1.13. MONITORIZACIÓN

La planta fotovoltaica dispondrá de un sistema de monitorización de la instalación. La monitorización se realiza por medio de un meter con comunicación Modbus de Solaredge, que se comunica con los inversores. Esto permite una transferencia continua de datos a los inversores, además de una monitorización, control y regulación fiable de la instalación.

Se leen los datos de los equipos de esta (como inversores y sensores) en todo momento. Acto seguido, pone a disposición estos datos de la planta a través de la pantalla. Además, los datos de la planta pueden visualizarse, evaluarse y gestionarse a través del software en un ordenador.

La planta fotovoltaica también dispondrá de una estación meteorológica profesional con piranómetros para la medida de la radiación solar en el plano de los módulos y sonda de temperatura ambiente a la sombra, temperatura de los módulos mediante sonda PT100 a 4 hilos con termoresistencia de platino situado en la parte trasera del módulo. Dicha estación meteorológica es imprescindible para medir de manera profesional los datos meteorológicos relevantes para la potencia. Determina no solo la temperatura sino también la irradiación global. Mediante la medición de toda la luz presente realizada por el piranómetro instalado de manera horizontal, se pueden comparar varias plantas. De este modo es posible comprobar parámetros importantes para la configuración óptima, como el ángulo de inclinación de los módulos.

Para la conexión entre los inversores y sistema de monitorización se usarán cables de datos 2 \* RS485 + 1 \* RS232. La conexión de red se lleva a cabo mediante RJ45 que es la tecnología más extendida en redes de Ethernet.

Madrid, julio de 2021



Miguel San Juan. Arquitecto.  
SAN JUAN ARQUITECTURA S.L.

## **2.- CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS**

## 2. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

### 2.1. POTENCIA MÍNIMA

Debido a que nos encontramos en un edificio de nueva construcción con superficie construida de 4.522,12 m<sup>2</sup>, según el Documento Básico de Ahorro de Energía para generación mínima de energía eléctrica se debe producir energía eléctrica procedente de fuentes renovables.

La potencia mínima a instalar se obtiene según:

- $P_{min} = 0,01 \cdot S$

Sin superar el valor de la siguiente expresión:

- $P_{lim} = 0,05 \cdot S_c$

Donde,

$P_{min}$ ,  $P_{lim}$ : potencia a instalar mínima y límite [kW];

$S$ : superficie construida del edificio [m<sup>2</sup>];

$S_c$ : superficie construida de cubierta del edificio [m<sup>2</sup>].

En todo caso la potencia será superior 30 kW e inferior a 100 kW.

Para este edificio, el cual tiene una superficie de construcción de 4.503,53 m<sup>2</sup>, la potencia mínima a instalar debería ser de:

$$P_{min} = 0,01 \cdot 4.503,53 \text{ m}^2 = 45,03 \text{ kW}$$

y la potencia límite, ya que hay una superficie de cubiertas de 1.511,70 m<sup>2</sup> sería de:

$$P_{lim} = 0,05 \cdot 1.511,70 \text{ m}^2 = 75,59 \text{ Kw}$$

En este caso como la potencia máxima a instalar es de 75,59 kW.

Se proyecta, por tanto, una instalación de 50 kW para autoconsumo y aumento de eficiencia energética del edificio, considerando un mayor número de fuentes renovables para generación en el edificio.

### 2.2. POTENCIAL SOLAR DEL EMPLAZAMIENTO

Se adjuntan en planos la situación de las placas con la orientación y situación de cuadros e inversor necesarios para las potencias obtenidas.

## 2.3. CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN

La red de distribución de CC discurrirá por la cubierta del edificio desde el generador hasta el inversor. Los cables estarán colocados bajo tubo o canal sobre el suelo y adosado sobre el pretil de los mismos sujetos mediante abrazaderas lo que permitirá una mayor disipación de calor por lo que estaremos del lado de seguridad.

Los conductores serán unipolares de doble aislamiento de elastómero termoestable libre de halógenos (Z), que son materiales poliméricos termoestables adecuados para soportar la acción de la intemperie, de acuerdo con la norma UNE 21123. Cumplirá el reglamento de productos de la construcción (CPR) para cables eléctricos de energía de baja tensión. La denominación será clase CPR mínima Cca –s1b, d1, a1.

La red de distribución de CA discurrirá desde los inversores hasta el cuadro eléctrico fotovoltaico que se instalará en la cubierta del edificio.

### 2.3.1. Sección de los conductores

En este apartado se calculará el cableado desde cada ramal de paneles al seguidor de cada inversor.

La determinación de la sección de los conductores se ha hecho en base a dos criterios:

- Intensidad máxima admisible
- Caída de tensión

- **Intensidad máxima admisible**

Tomaremos como intensidad de servicio la intensidad del módulo fotovoltaico, que es la intensidad máxima correspondiente a cada panel la cual tiene un valor de 10,74 A. Al estar conectados en serie, la intensidad será la misma en todo el ramal.

Los cables estarán colocados bajo tubo o canal sobre el suelo y sujetos mediante abrazaderas lo que permitirá una mayor disipación de calor por lo que estaremos del lado de seguridad.

Para tener en cuenta los efectos, de la radiación solar, sobre el cable deberemos aplicar un factor de reducción de 0,8.

La comparación entre la intensidad circulante por cada tipo de conductor y la intensidad admisible de la sección elegida tras la aplicación del coeficiente corrector se muestra en la tabla del apartado siguiente, pudiéndose apreciar que se cumple con creces el criterio de intensidad máxima admisible.

- **Caída de tensión**

Para simplificar en los cálculos de las caídas de tensión en los tramos de conductor comprendidos entre los módulos y los inversores, se calculará únicamente la caída de tensión del conductor de mayor longitud que es el caso más desfavorable.

La tensión de circuito abierto de cada panel es de 40,99 V, al estar conectados en serie, el máximo voltaje es de 901,78 V al colocar 24 paneles en serie.

El cálculo de la caída de tensión en dichos tramos lo calculamos mediante la expresión:

$$U = \frac{2 \cdot L \cdot I}{K \cdot S}$$

Donde:

L: longitud del conductor (m)

I: Intensidad (A)

K: conductividad del conductor, para el cobre 45 m/Ωmm<sup>2</sup> (90°C)

S: sección del conductor (mm<sup>2</sup>)

Se obtienen los siguientes resultados:

CÁLCULOS RED INTERNA DE CORRIENTE CONTINUA. UNIDAD INVERSOR-1										
Línea	Tramo	Longitud máxima (m)	Nº paneles en paralelo	Intensidad máxima (A)	Nº conductores	Sección de cable elegida (mm <sup>2</sup> )	Diámetro del tubo (mm)	Intensidad Admisible sin coef reductor (A)	Int. Admisible de la Sección (A)	Caída de tensión %
1	Ramal 1 - Unidad-1	90	1	10,74	1	10	25	45	39,6	0,043
2	Ramal 2 - Unidad-1	80	1	10,74	1	10	25	45	39,6	0,038
1	Ramal 3- Unidad-1	90	1	10,74	1	10	25	45	39,6	0,043
Tensión del ramal (V)										614,85
Caída de tensión máxima (%)										0,043

CÁLCULOS RED INTERNA DE CORRIENTE CONTINUA. UNIDAD INVERSOR-2										
Línea	Tramo	Longitud máxima (m)	Nº paneles en paralelo	Intensidad máxima (A)	Nº conductores	Sección de cable elegida (mm <sup>2</sup> )	Diámetro del tubo (mm)	Intensidad Admisible sin coef reductor (A)	Int. Admisible de la Sección (A)	Caída de tensión %
1	Ramal 1 - Unidad-2	70	1	10,74	1	10	25	45	39,6	0,033
2	Ramal 2 - Unidad-2	95	1	10,74	1	10	25	45	39,6	0,045
1	Ramal 3- Unidad-2	70	1	10,74	1	10	25	45	39,6	0,033
Tensión del ramal (V)										614,85
Caída de tensión máxima (%)										0,045

Para cualquier condición de trabajo, los conductores de la parte CC deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior del 1,5 %, según el Pliego de Condiciones Técnicas del IDAE y ITC-BT-40.

## 2.3.2. Protecciones de la línea

### 2.3.2.1. Cortocircuitos

El cortocircuito es un punto de trabajo no peligroso para el generador fotovoltaico, ya que la corriente está limitada a un valor muy cercano a la máxima de operación normal del mismo. El cortocircuito puede, sin embargo, ser perjudicial para el inversor.

Para las personas es peligrosa la realización / eliminación de un cortocircuito franco en el campo generador, por pasar rápidamente del circuito abierto al cortocircuito, lo que produce un elevado arco eléctrico, por la variación brusca en la corriente. Como medida de protección a las personas frente a este caso es, sin embargo, recomendable, la conducción separada del positivo y del negativo. Así se evita la realización / eliminación accidental de un cortocircuito producido por daños en el aislamiento del cable.

#### **2.3.2.2. Contactos directos e indirectos**

El generador fotovoltaico se conectará en modo flotante, proporcionando niveles de protección adecuados frente a contacto directo e indirecto, siempre y cuando la resistencia de aislamiento de la parte de continua se mantenga por encima de unos niveles de seguridad y no ocurra un primer defecto a masas o a tierra. En este último caso, se genera una situación de riesgo, que se soluciona mediante:

El aislamiento clase II de los módulos fotovoltaicos y cables.

Protección activa contra derivaciones, integrada en el inversor, que detecte la aparición de derivaciones en la parte de corriente continua.

Un interruptor diferencial instalado en el cuadro de baja tensión que protegerá la parte de corriente alterna.

#### **2.3.2.3. Sobretensiones**

Sobre el generador fotovoltaico, se pueden generar sobretensiones de origen atmosférico de cierta importancia. Por ello, el inversor, de manera opcional, incorpora protecciones contra sobretensiones transitorias.

#### **2.3.3. Cumplimiento de la ITC-BT-40**

La instalación se clasifica como tipo C; Instalaciones generadoras interconectadas: aquellas que están, normalmente, trabajando en paralelo con la Red de Distribución Pública.

La potencia máxima de las centrales interconectadas a una Red de Distribución Pública, estará condicionada por las características de ésta: tensión de servicio, potencia de cortocircuito, capacidad de transporte de línea, potencia consumida en la red de baja tensión, etc.

Los cables de conexión están dimensionados para una intensidad no inferior al 125% de la máxima intensidad del generador y la caída de tensión entre el generador y la instalación interior, no será superior al 1,5%, para la intensidad nominal.

La red de tierras de la instalación conectada a la generación será independiente de cualquier otra red de tierras. Se considerará que las redes de tierra son independientes cuando el paso de la corriente máxima de defecto por una de ellas, no provoca en las otras diferencias de tensión, respecto a la tierra de referencia, superiores a 50 V.

Cuando la instalación receptora esté acoplada a una Red de Distribución Pública que tenga el neutro puesto a tierra, el esquema de puesta a tierra será el TT y se conectarán las masas de la instalación y receptores a una tierra independiente de la del neutro de la Red de Distribución Pública.

Cuando la instalación receptora no esté acoplada a la Red de Distribución Pública y se alimente de forma exclusiva desde la instalación generadora, existirá en el interruptor automático de interconexión, un polo auxiliar que desconectará el neutro de la Red de Distribución Pública y conectará a tierra el neutro de la generación.

Para la protección de las instalaciones generadoras se establecerá un dispositivo de detección de la corriente que circula por la conexión de los neutros de los generadores al neutro de la Red de Distribución Pública, que desconectará la instalación si se sobrepasa el 50% de la intensidad nominal.

#### 2.3.4. Cálculo de la red de baja tensión

Para realizar el cálculo de la intensidad circulante por estos conductores se ha aumentado en un 25% la intensidad circulante tal y como establece la ITC-BT-40. El resultado del dimensionado se adjunta a continuación:

CÁLCULOS RED BT CA												
Línea	Tramo	Material conductor	Longitud máxima (m)	Potencia generada (kW)	Int. Máxima (A)	Sección de cable elegida (mm <sup>2</sup> )	Diámetro del tubo (mm)	Int. Admisible de la Sección (A)	Caída de tensión %	Caída de tensión %	Int.mag. protec. (A)	Int.dif. Protec. (mA)
1	Inversor-1 a C.AC	Cu	5	25	36,45	10	25	52	0,174	0,174	4P/40	4P/40-300
1	Inversor-2a C.AC	Cu	5	25	36,45	10	25	52	0,174	0,174	4P/40	4P/40-300
											4P/80	
2	C.AC-CGD	Cu	40	50	72,9	35	40	110	0,794	0,794	4P/100	4P/100-300
Caída de tensión máxima (%)										1,141		

La caída de tensión es inferior al 1,5 % establecido como máximo.

Como se puede apreciar en las tablas todas las secciones elegidas cumplen los dos criterios de diseño.

#### 2.3.5. Contadores y protecciones

La instalación estará protegida en cabecera mediante un interruptor diferencial y un interruptor magnetotérmico.

Adicionalmente, todas las líneas interiores de corriente alterna contarán con descargador de sobretensiones transitorias y permanentes, interruptores magnetotérmicos y diferenciales. Tal y como figura en las tablas anteriores.

#### 2.3.6. Puesta a tierra

Se estima que el terreno tiene una resistividad media superficial = 200  $\Omega$ .m. Para el dimensionado previo de las tomas de tierra de la instalación se utilizará la fórmula de la ITC-BT-18 para la estimación de la longitud de pica vertical enterrada.

Según el valor de la resistividad media superficial, se calcula la longitud del conductor enterrado para que la toma de tierra sea inferior a los 13 $\Omega$ .

Las masas de la instalación fotovoltaica se conectarán a la puesta a tierra principal del edificio y serán independientes del neutro de la empresa.

Los neutros de los inversores se conectarán a una puesta a tierra independiente que es la que se define a continuación y debe tener una separación de 20 metros respecto la puesta a tierra del edificio para evitar potencias de paso inferiores a los 50 V.

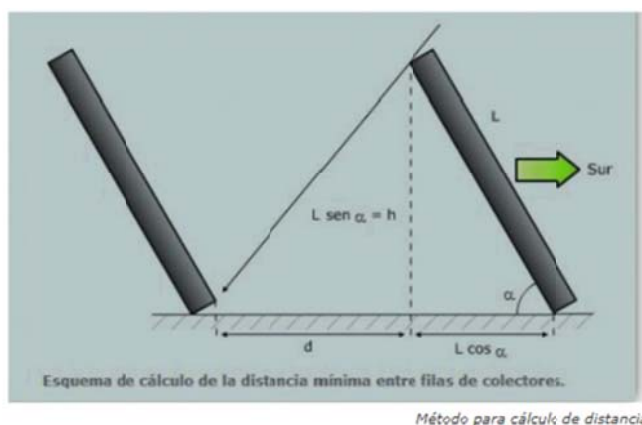
Se instalarán por lo tanto 4 picas de 2 metros de longitud enterradas o un número equivalente de picas de otra longitud para la instalación. Las picas se conectarán con conductor desnudo de 35 mm<sup>2</sup>. Se podrá disminuir el número de picas siempre que se sustituya una pica por el doble de su longitud en conductor enterrado.

Será durante la ejecución de la instalación cuando se compruebe si este predimensionado es suficiente, adoptándose las medidas correctoras pertinentes que permitan reducir la resistencia a tierra a los 13Ω o menos.

### 2.3.7. Justificación distancia mínima entre filas de módulos:

La distancia mínima entre líneas de captadores para que la fila anterior no proyecte sombras en la posterior, como se observa en la siguiente imagen, depende de:

- La altura (h) del panel FV, y de
- La latitud del lugar donde se realiza la instalación.



$$d \text{ (distancia)} = h / \text{tg}(61^\circ - \text{latitud}) = h * k$$

$$h = 2,094 * \text{sen}(30^\circ) = 1,047 \text{ m}$$

$$K = 1/(\text{tg}(61^\circ - 40^\circ)) = 1/0,384 = 2,60$$

Por lo tanto, la distancia mínima entre filas será:

$$\underline{D \text{ placas min} = K * h = 2,6 * 1,047 = 2,72 \text{ m}}$$

Tal y como se grafía en planos, la distancia considerada entre filas es de 2,73 m superior al mínimo justificado.



Madrid, julio de 2021

A handwritten signature in black ink, consisting of several fluid, overlapping loops and a long horizontal stroke extending to the right.

Miguel San Juan. Arquitecto.  
SAN JUAN ARQUITECTURA S.L.