



UNIVERSITAT JAUME I

ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA I CIÈNCIES EXPERIMENTALS
GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

***Proyecto diseño de instalación fotovoltaica para
el suministro eléctrico de una fábrica de
embalajes***

TRABAJO FIN DE GRADO

AUTOR/A

Natalia Giner Montañés

DIRECTOR/A

Hèctor Beltran San Segundo

Ana Maria Navarro Gozalbo

Castellón, octubre de 2019

Índice de documentos

| | |
|--------------------------------|------------|
| 1-MEMORIA | 1 |
| 2-PLIEGO DE CONDICIONES | 79 |
| 3-PRESUPUESTO | 99 |
| 4-PLANOS | 103 |

1. MEMORIA

Índice

1-MEMORIA

| | | |
|--------|---|----|
| 1.1. | JUSTIFICACIÓN..... | 7 |
| 1.2. | OBJETIVOS Y ALCANCE..... | 8 |
| 1.3. | ANTECEDENTES..... | 8 |
| 1.3.1. | <i>El sol</i> | 9 |
| 1.3.2. | <i>La energía fotovoltaica</i> | 9 |
| 1.3.3. | <i>Células fotovoltaicas</i> | 11 |
| 1.3.4. | <i>Unión P-N</i> | 13 |
| 1.3.5. | <i>El módulo fotovoltaico</i> | 14 |
| 1.3.6. | <i>Baterías</i> | 15 |
| 1.3.7. | <i>Tipos de instalaciones fotovoltaicas</i> | 16 |
| 1.3.8. | <i>El desarrollo fotovoltaico en España</i> | 17 |
| 1.4. | LEGISLACIÓN APLICABLE | 18 |
| 1.5. | REQUISITOS DEL DISEÑO | 19 |
| 1.5.1. | <i>Especificaciones del proyecto</i> | 19 |
| 1.5.2. | <i>Localización de la nave</i> | 20 |
| 1.6. | BÚSQUEDA DE SOLUCIONES..... | 21 |
| 1.6.1. | <i>Tipo de instalación</i> | 21 |
| 1.6.2. | <i>Ubicación</i> | 21 |
| 1.6.3. | <i>Estructura</i> | 22 |
| 1.6.4. | <i>Baterías</i> | 22 |
| 1.6.5. | <i>Paneles fotovoltaicos</i> | 22 |
| 1.7. | ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DEL PROYECTO..... | 23 |
| 1.7.1. | <i>Instalación fotovoltaica</i> | 23 |
| 1.7.2. | <i>Instalación eléctrica</i> | 28 |
| 1.7.3. | <i>Protecciones</i> | 29 |
| 1.8. | ESTUDIO ECONÓMICO..... | 29 |
| 1.9. | RELACIÓN PRODUCCIÓN-CONSUMO..... | 30 |
| 1.10. | TERMINOS Y DEFINICIONES..... | 30 |
| 1.11. | BIBLIOGRAFIA..... | 31 |

ANEXOS

| | | |
|------|--------------------------------------|----|
| 1.1. | Distribución de los módulos..... | 35 |
| 1.2. | Potencia instalada..... | 36 |
| 1.3. | Estudio de radiación y pérdidas..... | 37 |
| 1.4. | Reguladores de carga..... | 39 |

| | | |
|------|------------------------|----|
| 1.5. | Baterías..... | 39 |
| 1.6. | Líneas eléctricas..... | 40 |
| 1.7. | Protecciones..... | 42 |

DOCUMENTOS TÉCNICOS

| | | |
|--------|---|----|
| 2.1. | FICHAS TÉCNICAS DE ELEMENTOS FOTOVOLTAICOS..... | 45 |
| 2.1.1. | <i>Baterías</i> | 47 |
| 2.1.2. | <i>Módulos policristalinos</i> | 53 |
| 2.1.3. | <i>Inversores</i> | 55 |
| 2.1.4. | <i>Reguladores de carga</i> | 59 |
| 2.2. | FICHAS TÉCNICAS DE MATERIAL ELÉCTRICO | |
| 2.2.1. | <i>Cableado solar</i> | 63 |
| 2.2.2. | <i>Cableado interior</i> | 65 |
| 2.2.3. | <i>Canalización interior</i> | 69 |
| 2.2.4. | <i>Bandeja exterior</i> | 71 |
| 2.3. | INFORMES PVGIS | |
| 2.3.1. | <i>Informe con el punto óptimo de orientación e inclinación</i> | 75 |
| 2.3.2. | <i>Informe con el punto de instalación</i> | 77 |

Índice de figuras

Fig. 1.1: Energías renovables disponibles

Fig. 1.1: Ángulos de incidencia del sol

Fig. 1.2: Radiación solar en España

Fig. 1.3: Tipos de células fotovoltaicas

Fig. 1.4: Unión p-n

Fig. 1.5: Gráfico Intensidad -Tensión

Fig. 1.6: Gráfico evolución fotovoltaica

Fig. 1.7: Consumos de la nave

Fig. 1.8: Vista de Google Earth

Fig. 1.9: Vista de la planta de la nueva nave

Fig. 1.10: Imagen sobre energías renovables.

Fig. 1.11: Sistema speed rail

Fig. 1.13: Esquema de una instalación fotovoltaica

Fig. 1.14: Tabla inclinación, orientación y localización.

Fig. 1.15: Datos de irradiación solar.

Fig. 1.16: Panel Canadian Solar

Fig. 1.17: Sunny Island

Fig. 1.18: Batería B-Box

Fig. 1.19: Sunny Tripower

Fig. 1.20: Datos de secciones de cables y tubos.

Fig. 1.21: Datos de protecciones

Fig. 1.22: Coste de la instalación

Fig. 1.23: Relación producción/consumo

Fig. 1.24: Coeficiente de variación de la producción con la temperatura

Fig. 1.25: Cálculos de tensión máxima por serie

Fig. 1.26: Cálculos de potencia total según serie

Fig. 1.27: Cálculos de potencia y pérdidas

Fig. 1.28: Tabla diferencia producción-consumo en Diciembre

Fig. 1.29: Líneas eléctricas de la instalación

Fig. 1.30: Resultado de los cálculos de intensidad admisible

Fig. 1.31: Resultado de los cálculos de caída de tensión

Fig. 1.32: Resultado de los cálculos de fusibles

Fig. 1.33: Resultado de los cálculos de magnetotérmicos

Fig. 2.1: Perdidas máximas admitidas

1.1. JUSTIFICACIÓN

El presente proyecto tiene como objetivo analizar los consumos de una nave de almacenaje de envases para así diseñar una instalación fotovoltaica que pueda abastecer a toda la planta. Para ello se tendrá que tener en cuenta la diferencia de radiación solar que hay entre los meses de verano y los de invierno.

Se estudiarán asimismo los consumos para determinar si son variables a lo largo del año y se proyectará una instalación que cubra el peor de los casos, es decir, la menor radiación y el mayor consumo simultáneamente. Para estudiar la radiación se usará el software PVgis, un programa con importantes y fiables datos sobre radiación en cada zona, además de una potente herramienta de cálculo para diseñar la instalación, determinado el número y características de los elementos a instalar.

La idea original de trazar dicha instalación es a causa de la ausencia de una acometida eléctrica que pueda abastecer la nave. Por ello se decide valorar el uso de las energías renovables, teniendo así varios beneficios, el ahorro del coste de la acometida, un compromiso ecológico con el medio ambiente al utilizar energías limpias y la posibilidad de aumentar la potencia instalada con un coste considerablemente inferior.

Dentro de las energías renovables nos encontramos con un gran grupo de posibilidades resumidas en la Figura 1.1 (energía solar fotovoltaica, hidráulica, eólica, geotérmica, biomasa, etc.) de las cuales por sus características y forma de generar energía sólo se podría dar uso a un número determinado de ellas.

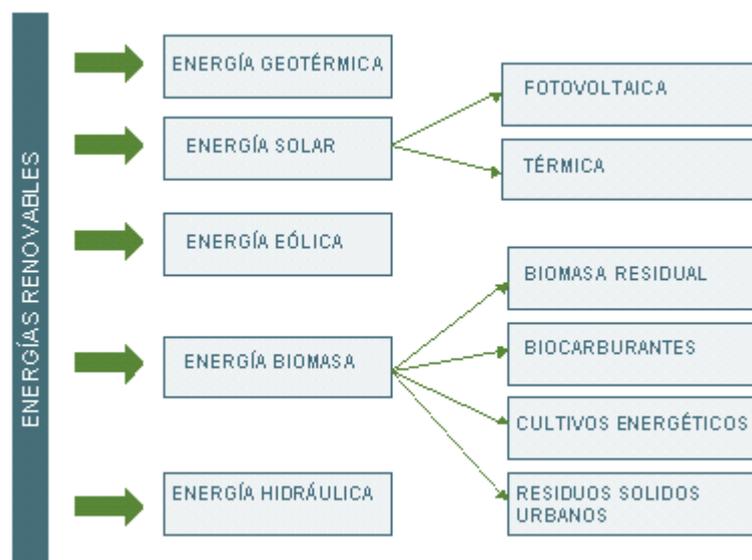


Fig. 1.1: Energías renovables

Fuente: Agencia provincial de energía de Burgos

Debido al volumen de la instalación, se decide optar por la energía fotovoltaica. Ya que con una instalación relativamente compacta se obtiene una potencia bastante alta. A esto se le debe añadir que dicha fábrica se encuentra en una zona con una radiación solar muy elevada, lo que supone una ventaja en cuanto a la cantidad de módulos a instalar.

Además, posee las ventajas de tratarse de un sistema que no tiene partes móviles (lo que reduce su mantenimiento), no genera ruidos ni emite gases y todos los componentes se encuentran dentro de la nave, excepto los paneles solares que se sitúan en el tejado, en colocación coplanar reduciendo el impacto visual que ocasionan.

1.2. OBJETIVOS Y ALCANCE

El objetivo del proyecto es analizar y dimensionar las necesidades de una planta de almacenaje de materiales situada en la localidad de Onda, Castellón.

Para su dimensionamiento deberemos tener en cuenta que sobre el tejado de la nave no se podrán colocar estructuras, esto provocará que el ángulo de inclinación de los módulos sea obligadamente el del tejado, 15°. Por tanto, se verán reducidas las horas solares pico que reciben los paneles de manera diaria.

Esta particularidad afectará principalmente al periodo de retorno de la inversión inicial, no obstante, se decide hacer la instalación igualmente por los beneficios que esta presenta frente a la dificultad y precio de una acometida eléctrica a largo plazo.

Asimismo, se analizan los diferentes elementos que integran la instalación para asegurar su correcto funcionamiento. Se analizarán consumos para asegurar la calidad del suministro de energía en los meses de menor radiación. Además, se analizará y se diseñará el sistema de dispositivos a consumir energía eléctrica como por ejemplo sistemas de cableado, protecciones, entre otros.

1.3. ANTECEDENTES

Se denomina energía renovable a aquella que proviene de la naturaleza y es inagotable. Entre éstas se encuentran la energía solar, hidráulica, eólica, geotérmica, mareomotriz y biomasa.

Las energías renovables son energías las cuales no contribuyen a aumentar el efecto invernadero al no generar gases como el CO₂. Asimismo, no producen gases causantes de lluvia ácida como el SO₂ y los NO_x. Tampoco genera residuos peligrosos, como por ejemplo los generados con la energía nuclear.

Por ello vemos que las energías renovables son una parte fundamental del desarrollo sostenible y una fuente segura de abastecimiento de cara a las próximas generaciones.

En este proyecto nos centraremos en el estudio de la energía solar. Este tipo de energía aprovecha la energía que proviene del Sol en forma de radiación para convertirla en energía eléctrica. Esta

Proyecto de una Instalación Fotovoltaica

transformación es posible debido a los avances en la tecnología fotovoltaica.

1.3.1. El sol

El Sol ha sido históricamente la principal fuente de energía de nuestros antepasados. En la actualidad en un mundo dominado por el uso de la electrónica y la electricidad se ha conseguido que, mediante el uso de la tecnología, podamos contar con el sol como fuente de energía eléctrica, una de las energías más utilizadas día a día.

Esta fuente de energía podría poner fin a los combustibles fósiles, pero actualmente existen limitaciones en la captación y almacenamiento de esta energía.

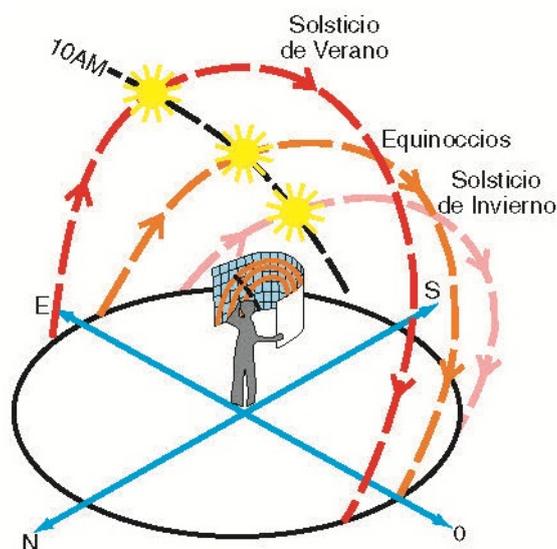


Fig. 1.2: Ángulos de incidencia del sol

Fuente: <http://calculationsolar.com/blog/>

La manera de utilizar el sol como fuente de energía es mediante la radiación que este emite, esta varía según la época del año cómo se puede observar en la Figura 1.2. Se ve cómo según varía la estación esto modifica el ángulo de incidencia del sol lo que acaba suponiendo variaciones en la radiación percibida.

Esta diferencia en la incidencia del sol condicionará nuestra instalación ya que, aunque obtengamos menos energía del sol durante los meses de invierno nuestro consumo no tiene porqué ser menor. De hecho, debido a los calefactores, en muchas ocasiones este aumenta.

1.3.2. La energía fotovoltaica

Como se puede observar en la Figura 1.3, en España se recibe una importante cantidad de radiación solar, esto junto con la tecnología adecuada podría suministrar la energía necesaria para cubrir una

buena parte de nuestro consumo.



Fig. 1.3: Radiación solar en España

Fuente: <https://solargis.com>

La energía solar se puede transformar en energía eléctrica gracias al efecto fotoeléctrico.

El efecto fotoeléctrico es un fenómeno que ocurre cuando un material que recibe luz solar (fotones) puede emitir una corriente eléctrica. En el caso de los paneles fotovoltaicos este material suele ser el silicio.

Los tipos de reacciones fotoeléctricas de los materiales son tres:

- Fotoemisor: provoca un desprendimiento de electrones con liberación de los mismos. En un material con esta cualidad, los electrones emitidos se recolectan por un electrodo positivo. Aplicando una diferencia de tensión se crea una corriente eléctrica linealmente proporcional a la intensidad de luz incidente.
- Fotoconductor: afecta a la conductividad eléctrica del material. El incremento en la

Proyecto de una Instalación Fotovoltaica

conductividad eléctrica es proporcional a la intensidad de luz recibida lo que causa un incremento en la corriente de un circuito externo. El efecto fotoconductor no genera energía per se, pero se puede emplear en elementos que requieren control dependiendo de la luz.

- Fotovoltaico: crea una fuerza electromotriz en el límite de dos sustancias, en la célula fotovoltaica, esa fuerza electromotriz que aparece genera una corriente proporcional al flujo luminoso recibido. Tiene como ventaja principal el no necesitar tensión auxiliar, por ello es el método más usado para la obtención de energía eléctrica a partir de la radiación solar.

La energía fotovoltaica es aquella producida gracias al efecto fotoeléctrico de algunos materiales. En la actualidad se trata de una de las energías renovables más utilizadas en todo el mundo, estando en tercera posición por detrás de la hidroeléctrica y la eólica.

Las primeras aplicaciones en las que se utilizó la energía fotovoltaica eran para pequeños objetos como juguetes, no obstante, gracias a la industria aeroespacial, se empezó a utilizar a una mayor escala y a invertir más en ellas ya que eran la única manera de poder emitir señales durante un largo periodo de tiempo.

Actualmente se ha mejorado mucho su tecnología y se utiliza en todo el mundo para abastecer energía eléctrica.

El principal inconveniente de la energía fotovoltaica es su dependencia a la climatología de la zona, y la importancia de la orientación y la posición del módulo. Lo que repercute en zonas donde esta energía resulta mucho más rentable que otras.

1.3.3. Células fotovoltaicas

Las células fotovoltaicas más usadas actualmente están hechas de silicio, un material semiconductor que puede comportarse como conductor o aislante dependiendo de si tiene un campo eléctrico aplicado.

El silicio de las células fotovoltaicas se puede encontrar en diferentes estados lo que produce dos variedades de paneles, las cristalinas y las de capa fina. En la Figura 1.4 se ven los tres tipos de células más utilizadas, las monocristalinas y policristalinas pertenecientes a la variedad cristalina y las amorfas pertenecientes a la variedad de capa fina. En la imagen se puede apreciar la diferencia visual entre cada una de ellas.

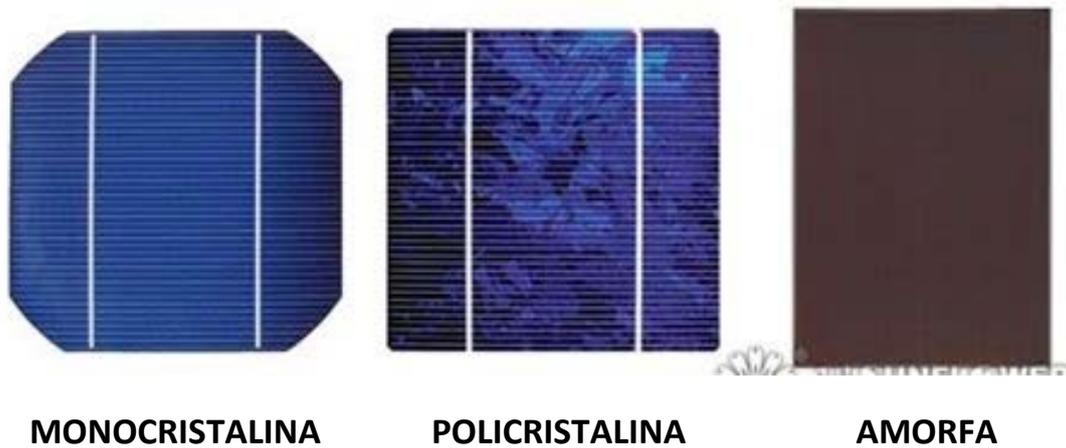


Fig. 1.4: Tipos de células fotovoltaicas

Fuente: <http://www.sunflowersolar.com>

Células cristalinas

Son aquellas con una estructura de silicio ordenada, formando cristales. Hay dos tipos de variedades:

- Células monocristalinas: Formadas por un solo cristal cilíndrico de silicio muy puro, presenta un color azul muy oscuro. Estas células tienen un mayor rendimiento y eficiencia además de una vida útil mayor eléctrica, pero tienen como principal inconveniente su elevado coste.
- Células policristalinas: Formadas por láminas de pequeños cristales de silicio, este proceso produce unas células mucho más económicas, con un buen rendimiento, aunque no tan elevado como las monocristalinas. El principal inconveniente reside en la sensibilidad a altas temperaturas que afectará al rendimiento del panel.

En la actualidad se están imponiendo los módulos con tecnologías como la bifacial o PERC. Estas tecnologías aumentan la eficiencia de los paneles sin un aumento de precio significativo.

La tecnología PERC incluye una capa de aislante entre la capa de silicio y la de aluminio de la célula impidiendo así la absorción de la radiación que se produce en los paneles cristalinos por la capa de aluminio. Esto produce un incremento de productividad del panel.

Los módulos bifaciales son aquellos que pueden generar energía eléctrica por ambas caras, por tanto colocados delante de una superficie reflectante o clara producirán más energía. Además este tipo de paneles tienen la posibilidad de la colocación en vertical para aprovechar ambos lados del panel y así reducir el espacio de instalación.

Células de capa fina

Son células donde el material no guarda una estructura y que por tanto no está cristalizado. Estas células de capa fina no siempre son de silicio sino que también se fabrican con otros materiales como

las de cobre, indio y selenio (CIS) o las de cobre, indio, galio y selenio (CIGS) y entre los módulos amorfos más utilizados encontramos también los módulos de capa delgada a base de cadmio y telurio (CdTe).

- Células de silicio amorfo hidrogenado: Formadas por una película delgada de silicio, se forma al depositar este sobre un gas reactivo. Al no tener el silicio una estructura definida se utiliza el hidrógeno para rellenar enlaces vacíos que pueda haber. Presentan un precio algo menor que las cristalinas y debido a su proceso de fabricación son las únicas que pueden adaptarse a superficies no planas, además al ser tan delgada la capa de silicio son muy ligeras y pueden estar impresas sobre materiales flexibles. Aunque tienen muy buen rendimiento este se reduce linealmente, así como su tensión por la reagrupación de las partículas.
- Células de cadmio y telurio: Muy similares a las de silicio amorfo, presentan un mejor precio debido a que no utilizan el silicio. Aunque tiene un rendimiento mejor y ha experimentado un incremento notable aún existe preocupación por la toxicidad del cadmio.

1.3.4. Unión P-N

El sol, al emitir fotones sobre la célula fotovoltaica transfiere a los electrones de la capa de silicio tipo n la suficiente energía como para saltar ese campo eléctrico y llegar a la capa de silicio tipo p. Esto creará una carga negativa mayor en la zona tipo p, que para conseguir la neutralidad nuevamente desplazará los electrones de sobra por el cable del circuito exterior. Esto producirá una corriente eléctrica.

El silicio tipo n es un semiconductor dopado para obtener más electrones en sus últimas capas de enlace quitándolos a su material aleante, en cambio el tipo p se trata de un semiconductor que ha cedido estos electrones de la última capa a su material aleante. En la Figura 1.5 se puede ver este funcionamiento.

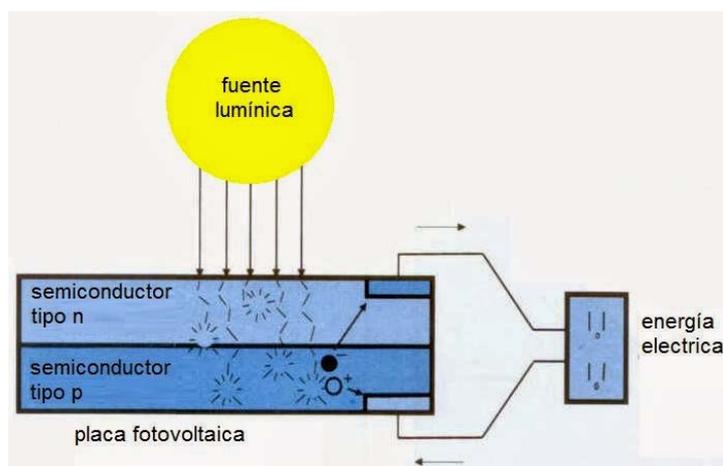


Fig. 1.5: Unión p-n

Fuente: <https://aerogeneradores-energia-eolica.blogspot.com>

1.3.5. El módulo fotovoltaico

Un módulo fotovoltaico está formado por diversos componentes que junto con la célula fotovoltaica transforman la energía solar en eléctrica. Estos otros componentes son:

- Cara activa o cubierta exterior: Al estar a la intemperie se encuentran expuestas a la acción de los diversos agentes climatológicos. Para protegerlas se recubren con una cubierta delantera transparente. Para esta función se utiliza vidrio templado con bajo contenido en hierro, que ofrece una alta resistencia a impactos y a la vez tiene excelente transmisión a la radiación solar. La parte exterior del vidrio tiene una superficie lisa, para no dificultar el paso de la radiación solar. Por el interior es rugosa para mejorar su adherencia con el encapsulante.
- El encapsulante: Este suele ser el elemento con menos vida útil, y en muchas ocasiones determina el tiempo de funcionamiento del módulo. El encapsulante tiene como función rellenar el espacio entre las cubiertas delantera y trasera y amortiguar las vibraciones e impactos. No obstante, la función principal es la de proteger las células solares y los contactos eléctricos de la humedad. Los materiales empleados deben tener una elevada transmisión de la radiación solar y baja degradabilidad frente a las radiaciones ultravioletas y al paso del tiempo. Se utiliza el acetato de etileno-vinilo, que es un polímero transparente que tiene un índice de refracción que el vidrio igual al del vidrio.
- Marco: Protege el panel de golpes laterales, proporciona rigidez al conjunto y facilita su manejabilidad. El marco facilita la instalación y el montaje en estructuras múltiples. Son piezas ensambladas entre sí y con un perfecto sellado gracias a una tira de aislante. Estos marcos suelen ser de metal, en concreto el aluminio, para que sean lo más ligeras posibles y así poder facilitar su manejo.
- Diodos: Se instalan para proteger el panel frente a los efectos negativos del efecto sombra.

Los módulos fotovoltaicos producen energía en función de la incidencia solar que reciben. No obstante, con una misma radiación pueden producir mayor o menor potencia.

Esto se debe a la curva de funcionamiento Intensidad -Tensión de los paneles mostrada en la Figura 1.6 Siguiendo la línea de funcionamiento de los módulos es posible obtener diferentes potencias, ya que no se modifican ambas de la misma manera. Para ello hay una maquina llamada seguidor MPPT, que llevan incluidos los controladores de la instalación, la cual realiza este cálculo de manera continua.

Así, siempre se asegura de poner la tensión adecuada a la salida de los paneles para que estas saquen la máxima potencia posible.

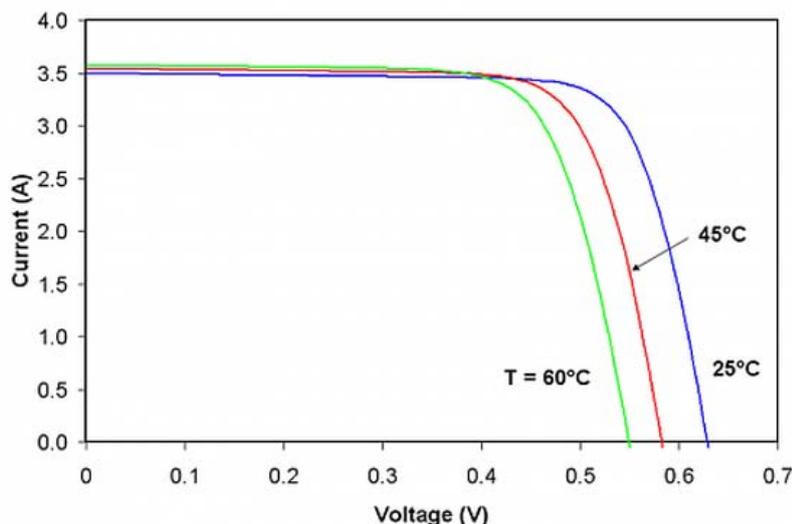


Fig. 1.6: Gráfico Intensidad -Tensión

Fuente: <http://eliseosebastian.com>

1.3.6. Baterías

En el almacenaje de energía se avanza muy rápido en poco tiempo ya que cada vez más dispositivos de los utilizados en el día a día la necesitan para funcionar. Actualmente hay varias opciones disponibles en cuanto al almacenaje para instalaciones fotovoltaicas.

- Baterías de plomo ácido estacionarias: Consta de pletinas de plomo sumergidas en un electrolito. Cada celda de este tipo de baterías es de 2V en su utilización se debe ir con cuidado con la descarga ya que las descargas muy profundas acaban dañando la batería. Se trata de unas baterías baratas, pero con una corta vida útil, además cada una consta de poca potencia, por tanto, se necesitarían muchas para suministrar la potencia necesaria. También será necesario implementar un sistema de ventilación ya que liberan gases con las reacciones internas.
- Batería monoblock: Baterías pequeñas y de poca potencia que también funciona con la tecnología del plomo ácido, se utilizan principalmente en instalaciones con pocos consumos y esporádicos. Las baterías AGM son muy similares, pero con mayor vida útil ya que cuentan con una malla de fibra de vidrio para separar el electrolito.
- Batería de ion litio: Utilizan sales de litio para el almacenaje de energía. Se trata de baterías con una gran potencia y que pueden tener descargas profundas con poco deterioro. Estas baterías cuentan con una gama de tensiones mayores que las estacionarias y también se pueden conectar en serie para conseguir tensiones bastante altas. No generan gases y por tanto no requieren ventilación. No obstante, se trata de baterías considerablemente más caras que el resto.

1.3.7. Tipos de instalaciones fotovoltaicas

Cuando hablamos de instalaciones fotovoltaicas nos encontramos principalmente con dos tipos, las conectadas a red y las aisladas.

-Las instalaciones conectadas a red son aquellas instalaciones generadoras de energía que se encuentran conectadas con la red de distribución eléctrica. En estas instalaciones se puede prescindir del almacenamiento de energía ya que en caso de requerir más energía de la que los paneles producen o a horas (de noche) en las que no producen, se puede absorber energía directamente de la red. Este tipo de instalación, se está convirtiendo en el modelo más rentable al ser la batería el elemento más costoso habitualmente. No obstante, se pueden instalar baterías y funcionar similar al caso de una instalación aislada, pero en lugar de tener el grupo electrógeno de apoyo, contará con la red eléctrica de apoyo. La nueva normativa de vertido cero aún hace más rentable este tipo de instalaciones, ya que durante el día la instalación puede verter a la red eléctrica los excedentes de producción, absorbiéndolos por la noche cuando la instalación no produce, teniendo así un gasto menor en la energía consumida y disponiendo de energía en las horas que no se produce, sin contar con sistemas de almacenamiento. En esta categoría también encontramos diversas centrales de producción de energía fotovoltaica, esta será vertida a la red formando parte de la energía que consumimos todos en nuestras casas.

-Las instalaciones aisladas de red son aquellas que no están conectadas con la red de distribución y que por tanto requieren almacenaje (Baterías) y la mayoría de las veces un grupo electrógeno de apoyo. Este tipo de instalaciones es especialmente común en zonas donde no llega la red de distribución eléctrica ya que puede resultar más económica a largo plazo. Este tipo de instalaciones son típicas de zonas aisladas dónde no existe conexión con la red de distribución y el coste de hacer dicha conexión puede suponer un coste mayor, especialmente a largo plazo ya que la energía eléctrica utilizada tendrá un coste si esta proviene de la red eléctrica pero no será así en instalaciones fotovoltaicas. Este tipo de instalaciones tienen una serie de días de autonomía, que dependiendo de su uso varían entre 24 horas y tres días. En estas instalaciones aisladas están surgiendo últimamente una versión sin almacenamiento para sistemas de bombeo o de riego, estos sistemas utilizan la energía producida por los paneles en cuánto es producida y bombean el agua a un depósito para su utilización en cuanto sea necesaria dicha agua. No requiere de almacenamiento ya que es en general bastante indiferente la hora a la que se bombea el agua, mientras se bombee la cantidad necesaria.

-Las instalaciones de autoconsumo ya sean conectadas a red o aisladas, son aquellas en las que la energía producida es para el consumo propio. Este autoconsumo puede ser único, para un solo suministro o para un conjunto de suministros, llamado autoconsumo compartido. Este tipo de instalaciones rompen el esquema típico de energía producida en una central, dando la posibilidad al usuario final de generar su propia energía, lo que puede suponer un ahorro importante a largo plazo.

1.3.8. El desarrollo fotovoltaico en España

El desarrollo de la energía fotovoltaica en España se ha visto muy condicionada a la crisis económica que ha sufrido el país. Se puede ver en el siguiente gráfico que en 2008 se registra una muy alta cantidad de instalaciones nuevas en España. Para dar paso al año siguiente a casi ninguna instalación. A este hecho se debe añadir la disminución de las primas por kW instalado que se produjeron a finales de 2008 y el llamado impuesto al sol implantado en España en el año 2015.

Además se debe tener en cuenta que tanto compañías distribuidoras como el gobierno no están facilitando las nuevas instalaciones debido a que verían reducidos sus ingresos ya sea por consumo como por impuestos.



Fig. 1.7: Gráfico evolución fotovoltaica

Fuente: <https://www.energias-renovables.com/>

Además de los factores anteriores durante estos años, el elevado precio de las baterías y su vida útil bastante limitada han hecho que la mayoría de las instalaciones, o al menos, las más rentables, sean siempre las conectadas a red.

Desde el año 2000, la eficiencia de los módulos fotovoltaicos empezó a incrementarse respecto las anteriores versiones, además desde hace varios años el precio ha disminuido bastante. Esto junto con la bajada de precio de las baterías producido este 2018 nos plantea una nueva situación, las instalaciones fotovoltaicas son cada vez más accesibles a todos, esto se ve reflejado en el gráfico de la Figura 1.7 en un ligero aumento de las instalaciones este pasado año 2018.

Esta accesibilidad junto con la creciente conciencia medioambiental podría ser la clave que haga que en los próximos años aumente la cantidad de instalaciones de este tipo, dándonos la oportunidad de obtener energía del entorno, sin producir residuos y sin necesidad de comprar fuera las carencias del sistema.

Tras la aprobación del nuevo real decreto se espera que para final de este año 2019 se conecten una gran cantidad de nuevas grandes plantas impulsadas por las subastas del gobierno y que supondría un gran impulso a la cantidad de potencia instalada en este año.

No obstante, la situación en España no es reflejo de la evolución fotovoltaica en el resto del mundo, ya que, el crecimiento en otras zonas del planeta no ha experimentado el mismo parón como consecuencia de diferentes situaciones económicas y de diferentes medidas para su impulsión.

1.4. LEGISLACIÓN APLICABLE

Las leyes aplicables al presente proyecto, y que definirán las características técnicas de la instalación y la calidad esperada, son las siguientes:

- Ley 54/1997 de noviembre del sector eléctrico (Nº BOE 285 de 28/11/1997)
- Real Decreto 842/2002 del 2 de agosto que aprueba el REBT y el propio Reglamento electrotécnico de Baja tensión
- Código Técnico de la Edificación. En especial el CTE HE5 en el que figura la potencia mínima a instalar para dicha nave de almacenamiento
- Real Decreto 661/2007 del 25 de mayo que regula la producción energética en régimen especial
- Nuevo Real decreto de autoconsumo 15/2018
- Pliego de condiciones Técnicas de instalaciones Aisladas de Red de Octubre de 2002- PCT-A-REV- Febrero 2009
- El Plan de Energías Renovables (PER) 2011-2020 aprobado por el Consejo de Ministros el 11 de noviembre de 2011
- ITC-BT-19 Prescripciones generales para las instalaciones interiores
- Las normas UNE relativas a instalaciones eléctricas de baja tensión como:
 - Norma referente a canalizaciones UNE-HD-60364-5-52
 - Norma referente a la designación de conductores UNE-20434
 - Norma referente a las protecciones de fusible para instalaciones de baja tensión UNE-EN-60269-1

Proyecto de una Instalación Fotovoltaica

- En caso de existir alguna ordenanza municipal que afecte a la instalación también se tener en cuenta

La legislación aplicable al ámbito de seguridad y salud durante el desarrollo de la obra es la siguiente:

- Real decreto 1627/1997 del 24 de octubre por el que dicta las características mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Real decreto 773/1997 del 30 de mayo sobre la utilización por parte de los trabajadores de los equipos de protección individual (EPIS).
- Real decreto 485/97 del 14 de abril referente a la señalización de seguridad en obras
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, que modifica la antigua ley de Prevención de riesgos laborales.
- Real decreto 1215/1997 sobre condiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por parte de los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real decreto 56/1995 que modifica el real decreto anterior referente a la normativa de la directiva del consejo 89/392/CEE, referente a las legislaciones de los estados miembros sobre las maquinas.

1.5. REQUISITOS DEL DISEÑO

1.5.1. Especificaciones del proyecto:

El objetivo del proyecto consiste en abastecer de energía eléctrica fotovoltaica a una nave de almacenaje en la localidad de Onda, para dicho fin se realiza:

- Diseño del sistema de generación fotovoltaica y dispositivos asociados
- Diseño del sistema de dispositivos a consumir energía eléctrica de la nave.

| EQUIPO | CANTIDAD | POTENCIA | POTENCIA TOTAL | HORAS | CONSUMO DIARIO |
|---------------------------------|----------|----------|----------------|-------|----------------|
| ILUMINACIÓN NAVE | 30 | 20 W | 600 W | 8 | 4800Wh |
| COMPRESOR | 2 | 800W | 1600 W | 2 | 3200Wh |
| AIRE ACONDICIONADO | 6 | 1500W | 9000 W | 7 | 63000Wh |
| ORDENADOR | 5 | 100W | 500 W | 8 | 4000Wh |
| ILUMINACIÓN SALA TÉCNICA | 20 | 10W | 200W | 8 | 1600Wh |

Fig. 1.8: Consumos de la nave

Fuente: Consumos indicados por el cliente

Potencia total: 11,9 kW

Energía total: 76,6 kWh/día

1.5.2. Localización de la nave:

Provincia: Castellón

Localidad: Onda

Altitud: 10 m

Latitud: 39.968° Longitud: - 0.225°

Accesos: Calle Colomer 6



Fig. 1.9: Vista de Google Earth

Fuente: Google earth



Fig. 1.10: Vista de la planta de la nueva nave

Fuente: Google earth

1.6. BÚSQUEDA DE SOLUCIONES

Actualmente se plantean diversas alternativas como, una instalación conectada a red o una instalación aislada. También será necesario decidir la ubicación de los paneles teniendo en cuenta que solamente ocupan un pequeño porcentaje de la cubierta disponible.

1.6.1. Tipo de instalación

Aunque se considera que la instalación conectada a red es la más rentable, se decide por petición del cliente, hacer una instalación aislada ya que el coste de la acometida eléctrica y de la instalación fotovoltaica es demasiado elevado para que el cliente pueda asumirlo. Por el momento la instalación llevará un grupo electrógeno de apoyo, aunque el plan futuro es pasar a una instalación conectada a red cuándo el coste de la acometida eléctrica sea más reducido. Se describe la conexión de una instalación conectada a red en la Figura 1.11.



Fig. 1.11: Esquema de una instalación conectada a red

Fuente: <http://m.ecosistemasdelsureste.com>

1.6.2. Ubicación

Se plantea ubicar la instalación fotovoltaica en el centro de la cubierta tipo panel sándwich, ya que es el punto más cercano al único acceso a la cubierta. Esto facilitará tanto el mantenimiento cómo la puesta en marcha y montaje de la instalación.

Además este punto se encuentra desviado del sur únicamente 10° lo que a pesar de no ser la orientación óptima es lo más cercana posible dado la imposibilidad de colocar una estructura.

1.6.3. Estructura

La cubierta dónde se colocan los paneles fotovoltaicos tiene zonas de tragaluz y no puede soportar el peso de la estructura y el de los paneles. Por tanto, se colocan los paneles con unas grapas y carril cómo se muestra en la Figura 1.12 colocada en posición coplanar con la cubierta que tiene 15° de inclinación, por lo que cuenta con un peso más reducido y posibilita el montaje, con una reducción de potencia de tan solo el 4,9 %, cumpliendo así con el requisito que las pérdidas por ubicación máximas admisibles del 20 % según el pliego de condiciones del IDAE.

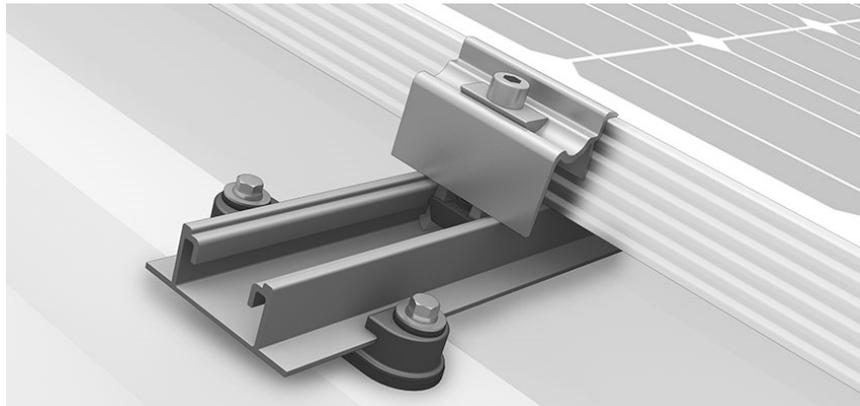


Fig. 1.12: Sistema speed rail

Fuente: <https://k2-systems.com>

1.6.4. Baterías

También será necesario determinar el tipo y potencia del almacenaje para utilizar lo menos posible el grupo electrógeno. De las alternativas disponibles se decide instalar una batería de ion litio ya que el espacio disponible para la colocación de las baterías es reducido y las baterías de litio tienen una mayor densidad energética y por tanto con un menor volumen se asegura el funcionamiento de la instalación en condiciones normales.

Además, el precio de las baterías de ion litio es bastante competitivo, y ofrece una mayor durabilidad y un mayor número de ciclos con una mayor profundidad de descarga sin requerir ventilación forzada.

1.6.5. Paneles fotovoltaicos

Para elegir el panel fotovoltaico adecuado se tendrán que valorar las ventajas de cada una de las tecnologías y decidir cuál es la más adecuada para nuestro caso particular.

Los paneles amorfos aunque tengan un coste más reducido tienen un coste de mantenimiento muy superior y una producción menor. Por ello no se considerarán este tipo de paneles

Entre la tecnología policristalina y la monocristalina, ambas serían adecuadas para este tipo de

Proyecto de una Instalación Fotovoltaica

instalación, de hecho, la tecnología monocristalina presenta bastantes ventajas cómo una mayor producción al contar con mayor rendimiento y actualmente tiene unos precios muy competitivos , no obstante, al tener espacio disponible y teniendo en cuenta que la instalación se presupuestó en el año 2016 cuándo la diferencia económica entre estos tipos de paneles era mucho mayor ni tampoco estaban disponibles las nuevas tecnologías PERC o bifaciales a precios competitivos como es el caso actualmente. Por tanto, se acaba decidiendo optar por paneles de tecnología policristalina que, aunque tienen una producción ligeramente inferior tienen un precio bastante más asequible.

1.7. ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DEL PROYECTO

1.7.1. Instalación fotovoltaica:

La instalación fotovoltaica para la producción de energía eléctrica consta de los elementos comentados anteriormente y resumidos en la Figura 1.13, que se basa en el unifilar del apartado “Planos”.

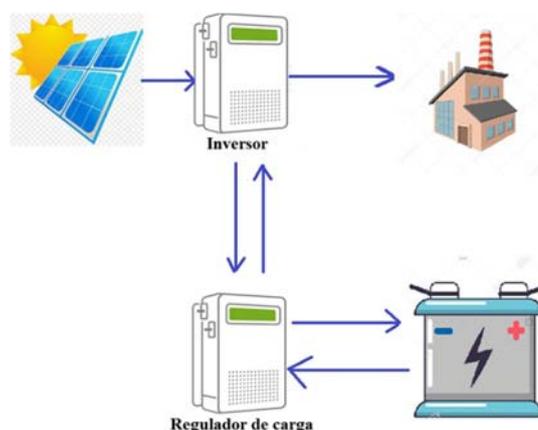


Fig. 1.13: Imagen basada en el esquema unifilar

Fuente: Diseño propio

Radiación diaria:

En la Figura 1.14 figuran los datos de ubicación de la instalación así como la orientación e inclinación datos necesarios para conocer la radiación que recibirá la instalación

| INCLINACIÓN | ORIENTACIÓN (RESPECTO DEL SUR) | UBICACIÓN | |
|-------------|-----------------------------------|-----------|----------|
| | | LATITUD | LONGITUD |
| 15° | 10° | 39.9°N | 0.22°O |

Fig. 1.14: Tabla inclinación, orientación y localización.

La radiación solar cuándo incide en los módulos fotovoltaicos genera una energía que gracias al PVgis podemos estimar mensualmente. En la Figura 1.15 se puede observar los datos simulados que

proporciona el PVgis para nuestra instalación.

| | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| kWh | 2480 | 2910 | 4010 | 4500 | 5180 | 5330 | 5350 | 4880 | 3980 | 3300 | 2600 | 2270 |

Fig. 1.15: Datos de irradiación solar.

Fuente: Datos PVgis

Dado que el consumo es relativamente constante a lo largo del año, ya que el único consumo variable es el aire acondicionado y tanto en verano (frio) como en invierno (caliente) estará en funcionamiento, por tanto se dimensiona la instalación en base a los datos del mes de menor irradiación: diciembre.

De los datos sobre radiación se extrae que en diciembre se producirán diariamente 73,22 kWh al día, lo que supone cubrir casi por completo las necesidades de la producción.

En cambio, durante el verano se producen 172,58 kWh al día, por lo que se podrán cargar las baterías ampliamente.

Descripción de los equipos:

Módulos fotovoltaicos

En la instalación serán necesarios 96 paneles y se instalará la marca Canadian Solar, modelo **Max-Power CS6U-P**. Las características técnicas de los módulos se encuentran en el apartado “Anexos”

Los cálculos justificativos de la cantidad de paneles necesarios para cumplir con las especificaciones del CTE se adjuntan en el apartado “Anexos”.

Los 96 paneles son de silicio policristalino cómo se puede apreciar en la Figura 1.16 y están compuestos de 72 células. La potencia pico de cada panel es de 330W.

Estos paneles están verificados según el fabricante célula a célula, lo que da un grado de confianza muy alto en dichos paneles, además de que la dureza de dichos paneles es muy elevada debido a que lo recubre un cristal templado de 3.2mm de grosor.



Fig. 1.16: Módulo Canadian Solar

Fuente: <https://www.canadiansolar.com>

Proyecto de una Instalación Fotovoltaica

Las características eléctricas se adjuntan en el apartado de “Anexos” de esta memoria.

La potencia pico de la instalación es de 31,68 kW, muy superior a la potencia necesaria para cubrir la demanda de la instalación, no obstante, teniendo en cuenta las horas de sol y la menor irradiación que presentan los meses de invierno y en especial las de Diciembre, podemos observar que para cubrir la demanda en estos meses será necesario tener más potencia instalada. Ya que las horas solares pico son solamente de 2,64 de media.

Conexión entre los módulos

La conexión entre cada uno de los módulos se realizará mediante unas cajas de registro situadas en la parte posterior de los paneles. En estas cajas de registro se encuentran los bornes de conexión mediante los cuales se realizan las conexiones serie o paralelo de los módulos.

Para cubrir la demanda de la nave serán necesarios 96 paneles. La distribución de estos, se realizará formando un agrupamiento serie-paralelo, constituido por 6 ramas en paralelo formadas por 16 paneles conectados en serie. El cálculo de las series y paralelos adecuados a la instalación se calculan en el apartado “Anexos”.

Un punto importante a tener en cuenta es el agrupamiento de los módulos, cada rama debe tener el mismo número de módulos, es decir, estas deben ser simétricas para evitar posibles desequilibrios en el conjunto. El esquema de conexión se encuentra en el apartado “Planos”.

Rango de funcionamiento entre los módulos y los inversores

Para hacer un correcto diseño de la instalación, se debe buscar el punto de funcionamiento óptimo de dicha instalación. En caso de no alcanzar el punto óptimo de funcionamiento, el rendimiento será bastante menor y por tanto la producción se verá reducida.

En el proceso de producción de energía se debe buscar siempre que sea posible el punto de máxima potencia, que es el punto de funcionamiento de máximo rendimiento teniendo en cuenta las características de los módulos fotovoltaicos y el inversor.

Para la configuración actual se precisarán dos inversores Sunny Tripower 15000TL con 3 ramas en cada uno.

- La tensión que produce el string bajo 1000 W/m² y una temperatura de 25°C debe de estar dentro los límites que nos definen el MPP. En este caso, para el inversor SUNNY TRIPOWER de 15000 W, la tensión del MPP debe ser inferior a 1000 V. El sistema trabajará como máximo con la configuración seleccionada a 663,1 V por tanto cumple esta condición.
- La tensión mínima del generador fotovoltaico tiene que ser superior a la tensión mínima de entrada del inversor. Como el sistema está trabajando como mínimo a 504,7 V y el rango de

tensión mínima del inversor está entre 150 y 188 V, es válido.

- La tensión en vacío que genera el agrupamiento en serie debe de ser menor que la tensión máxima admitida por el inversor. La tensión en vacío del string es de 797,5 V y la tensión máxima del inversor es de 1000 V. Por tanto, también cumple esta condición.

Regulador de carga

El modelo instalado es **Sunny Island SI8.0H-11**.

Los cálculos justificativos de la potencia necesaria para los reguladores de carga de la instalación se encuentran en el apartado “Anexos”. Serán necesarios 3 reguladores de carga que actuarán como esclavos de los inversores Sunny Tripower. El maestro es el encargado de dar órdenes a los anteriormente nombrados como esclavos. Los reguladores de carga tienen un tamaño reducido como se puede ver en la Figura 1.17 que permite su instalación en la habitación pensada para ello.

El modelo Sunny Island proporciona un control óptimo de la carga y cuenta con elementos internos de protección para proteger los elementos de la instalación.



Fig. 1.17: Sunny Island

Fuente: <https://www.sma-iberica.com>

Para coordinar a los reguladores se instalará un sistema de control con un panel donde el usuario podrá actuar sobre el sistema.

Además, incorporan protecciones frente a inversión de polaridad, sobretensiones, sobrecorrientes y cortocircuitos entre otros.

Las características técnicas de estos equipos se encuentran en el apartado “Anexos”.

Baterías

Para el consumo de la planta y una autonomía de 1 día serán necesarias 3 baterías, el modelo instalado será de la marca **BYD el B-Box 12.8**.

Estas baterías permiten tener autonomía en los meses de invierno en el supuesto de tener un día nublado

Proyecto de una Instalación Fotovoltaica

y tienen un volumen reducido como se puede observar en la Figura 1.18 que permite la instalación de estas baterías en la sala designada para ello. Además al no generar gases ácidos no será necesario dotar a la sala de ventilación forzada.

También se tiene en cuenta la diferencia económica por kWh almacenado entre las baterías de litio 600 €/kWh y las de plomo ácido 175 €/kWh. Teniendo los kWh de las baterías de litio un rendimiento del 99 % y una profundidad de descarga del 80 % y las baterías de plomo ácido un rendimiento del 40 % y una profundidad de descarga del 60 %.



Fig. 1.18: Batería B-Box

Fuente: <http://www.byd.com>

Inversor

De acuerdo con la potencia instalada, serán necesarios dos inversores de 15 kW cada uno para transformar la corriente continua que proporcionan los módulos fotovoltaicos en corriente alterna necesaria para alimentar los consumos de la instalación. En la Figura 1.19 se puede observar que aunque son ligeramente más voluminosos que los reguladores de carga Sunny Island siguen teniendo un tamaño que permite su instalación en la sala designada para ello.

Los inversores instalados son **Sunny Tripower 15000TL-30** donde cada uno de estos inversores proporciona 15.33kW y por tanto dispone de suficiente potencia para transformar la producción de los paneles.



Fig. 1.19: Sunny Tripower

Fuente: <https://www.sma-iberica.com>

Dicho elemento cuenta con ventilación forzada para evitar sobrecalentamiento y daños ocasionados por este aumento de la temperatura. Esta ventilación forzada permite el uso del inversor durante más tiempo o en zonas de temperaturas más elevadas sin ningún tipo de problema.

1.7.2. Instalación eléctrica:

Cableado

En el cableado usado en el exterior para instalación fotovoltaica se utilizarán cables especiales para instalaciones fotovoltaicas que cumplen con la normativa EN50618 que se clasifica con el nombre H1Z272-K. Además irán instalados bajo bandeja con tapa ciega separando los cables positivos y los negativos cada uno a uno de los lados de la bandeja para asegurar que en caso de defecto del aislamiento el fallo sea menor. La sección de los cables empleados se calcula en el apartado llamado “Anexo” en el que se comprobará que los conductores seleccionados cumplen las especificaciones de caída de tensión, calentamiento, cortocircuitos y pérdida de potencia. Este tipo de conductor tendrá una tensión asignada de 0.6/1kV como se indica en la ITC-BT-20. Por tanto, cumpliendo con esta premisa, el cable seleccionado para la instalación interior tendrá esa tensión asignada y será del tipo RV-K.

En la instalación interior el cableado irá instalado bajo tubo según se resume en la Figura 1.20.

| LÍNEA | SECCIÓN | TUBO |
|--|----------------------|------|
| MÓDULOS FOTOVOLTAICOS-INVERSOR (CC) | 1x4 mm ² | Ø12 |
| REGULADOR- BATERÍA (CC) | 1x70 mm ² | Ø50 |
| INVERSOR- REGULADOR Y CUADRO (CC) | 3x6 mm ² | Ø16 |
| INVERSOR-ALMACÉN (CA) | 4x4 mm ² | Ø16 |

Fig. 1.20: Datos de secciones de cables y tubos.

El conexionado entre los paneles se realizará por medio de unos bornes alojados en el interior de una caja de registro situada en la parte trasera de los módulos fotovoltaicos, lo que permite que los paneles puedan agruparse en serie o en paralelo, según se precise.

En el interior de estas cajas de registro, junto a las bornes, se encuentran los diodos antirretorno que evitarán el efecto isla, es decir, que cuando se estropee una de las células o simplemente no le llegue la radiación solar necesaria para su correcto funcionamiento impidan que actúen como receptoras de las restantes, quedando polarizadas de forma inversa lo que ocasionaría la destrucción de la unión PN.

Proyecto de una Instalación Fotovoltaica

1.7.3. Protecciones:

Son necesarias para garantizar en todo momento la seguridad de la instalación y la calidad de suministro eléctrico, de modo que cumpla las directivas comunitarias de seguridad eléctrica en baja tensión y compatibilidad electromagnética.

En la tabla adjunta se enumeran las protecciones usadas, así como su calibre.

Estos cálculos estarán incluidos en el apartado “Anexos”, y resumidos en la Figura 1.21.

| LÍNEA | SISTEMA DE PROTECCIÓN |
|---|-----------------------|
| MÓDULOS FOTOVOLTAICOS- REGULADOR | Fusible 10 A |
| REGULADOR-BATERÍA | Fusible 250 A |
| REGULADOR-INVERSOR Y CUADRO | Magnetotérmico 25 A |
| CUADRO ALMACÉN | Magnetotérmico 25 A |

Fig. 1.21: Datos de protecciones.

1.8. ESTUDIO ECONÓMICO

| PRODUCTO | PRECIO UNITARIO (€) | CANTIDAD | PRECIO TOTAL (€) |
|---------------------------|---------------------|----------|------------------|
| PANELES | 116,10 | 96 | 11145,60 |
| REGULADOR DE CARGA | 2516,09 | 3 | 7548,28 |
| INVERSOR | 2041,40 | 2 | 4082,80 |
| BATERÍAS | 4932,42 | 3 | 14797,26 |
| ESTRUCTURA | 54,90 | 96 | 5270,40 |

Fig. 1.22: Precios del material fotovoltaico

En la Figura 1.22 se puede observar el coste de los elementos fotovoltaicos instalados. No obstante el coste completo de la instalación incluyendo el cableado, protecciones, mano de obra y beneficio está incluido en el apartado “Presupuesto” de este proyecto. Y asciende a 57140,20 €.

La alternativa a esta instalación sería una acometida eléctrica con un centro de transformación y seccionamiento que le presupuestaron al cliente en 25000 €, opción más económica en cuanto a inversión inicial pero más costosa a largo plazo. Ya que con esta instalación no deberán pagar el coste

de la energía consumida a la comercializadora, sino que se ahorrarán este coste y por tanto resultará una inversión mucho más rentable de lo que sería la construcción de dicha acometida.

El coste de la factura eléctrica que cubriese la potencia y energía proporcionada por la instalación sería de 4937,24 €/año incluidos impuesto de la electricidad, alquiler de equipos e IVA.

$$\text{Periodo de Retorno} = \frac{\text{Inversión inicial}}{\text{Coste anual electricidad}} = 11,57 \text{ años}$$

Este periodo de retorno se podría ver reducido en el caso de recibir alguna de las subvenciones disponibles.

1.9. RELACIÓN PRODUCCIÓN-CONSUMO

Como se puede observar en la siguiente figura, la cantidad de energía generada durante todos los meses del año es superior a la necesitada, cumpliendo así con los requisitos de la instalación.

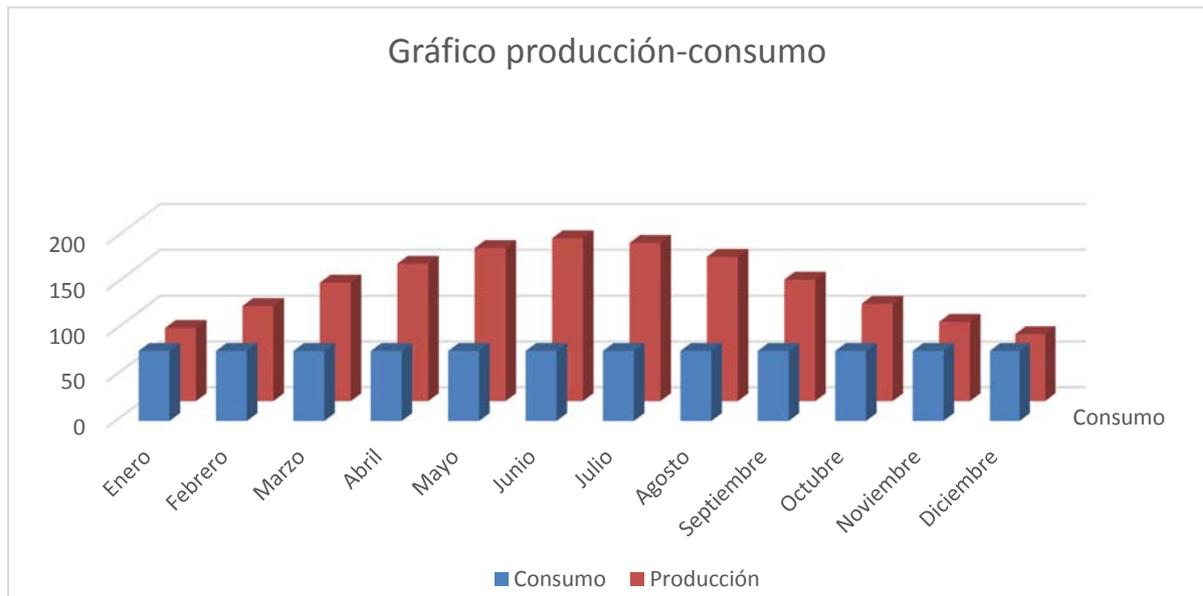


Fig. 1.23: Relación producción/consumo

Fuente: Simulación de producción y datos de consumo

De todas maneras para asegurar el funcionamiento de la instalación se debe tener en cuenta que habrá días nublados en los que no se produzca energía pero si se consuma, para suministrar energía en estos casos contaremos con las baterías.

1.10. TERMINOS Y DEFINICIONES

Ø: Sección del conductor del cable

Ah: Amperios hora⁵

Proyecto de una Instalación Fotovoltaica

CA: Corriente Alterna

CC: Corriente Continua

I: Intensidad

Icc: Intensidad de cortocircuito

I_{max}: Intensidad máxima

IVA: Impuesto sobre el valor añadido

Irradiancia: es la potencia de la radiación solar por unidad de superficie. Su unidad es el W/m².

Irradiación: es la energía de la radiación solar por unidad de superficie. Su unidad es el Wh/m².

REBT: Reglamento electrotécnico de baja tensión

R_t: Resistencia de tierra

V: Tensión

V_{cc}: Tensión de circuito abierto

V_{max}: Tensión máxima

W: Vatios de potencia

Wh: Vatios hora

1.11. BIBLIOGRAFIA

<https://www.sma-iberica.com>

<http://www.byd.com>

<https://www.canadiansolar.com>

<https://www.cambioenergetico.com/blog/ultima-tecnologia-placas-solares/>

<http://www.saclimafotovoltaica.com/nueva-legislacion-autoconsumo/>

<https://www.certicalia.com/legalizar-instalacion-fotovoltaica-aislada/normativa-y-requisitos-para-legalizar-instalacion-fotovoltaica-aislada>

<https://tecnosolab.com/noticias/tecnologia-perc-y-half-cell-en-paneles-solares/>

<https://www.sfe-solar.com/noticias/articulos/paneles-solares-de-alto-rendimiento-tecnologia-celulas-perc/>

<http://www.energetica21.com/noticia/en-2018-se-instalaron-262-mw-de-autoconsumo-en-espana>

ANEXOS

1- CÁLCULOS

1.1- Distribución de los módulos

Para determinar el número de paneles por serie y las series en paralelo es necesario tener en cuenta los parámetros de los inversores.

La energía producida por los paneles entra en dos inversores tripower, por tanto necesitaremos dos ramas iguales que tengan cómo máximo:

$$U_{oMAX} = 1000 V$$

$$I_{ccMAX} = 33 A$$

No obstante, se deberá tener en cuenta que los módulos no trabajan igual a todas las temperaturas, y que por tanto tienen una variación en su producción que viene dada por los coeficientes de la Figura 1.24. extraídos de la hoja de características técnicas.

TEMPERATURE CHARACTERISTICS

| Specification | Data |
|---|--------------|
| Temperature Coefficient (Pmax) | -0.41 % / °C |
| Temperature Coefficient (Voc) | -0.31 % / °C |
| Temperature Coefficient (Isc) | 0.05 % / °C |
| Nominal Module Operating Temperature (NMOT) | 43 ± 2 °C |

Fig. 1.24: Coeficientes de variación de producción con la temperatura

Fuente: <https://www.canadiansolar.com>

Sabiendo la zona donde se ubica nuestra instalación tenemos el histórico de temperaturas que sitúan la mínima en horas de sol en -3°C y la máxima en 45°C siendo alrededor de 23°C la temperatura media de la zona.

Para tener la instalación dimensionada para casos más extremos que los sucedidos hasta el momento, y teniendo en cuenta que los módulos se encuentran en una cubierta que se puede sobrecalentar se estimaran los valores límite siguientes:

-Temperatura mínima -6°C

-Temperatura máxima: 65°C

Como se indica en la ficha técnica estos coeficientes y valores de tensión de vacío se obtienen a 25° lo

que nos deja con la fórmula de tensión máxima siguiente:

$$U_oMAX = n^{\circ} \frac{\text{paneles}}{\text{serie}} * (U_o + Coef_{Voc}(T_{min} - T_{func}))$$

$$U_o = 45,6 V$$

De esta manera podemos calcular una distribución uniforme de los 96 paneles sin alcanzar los 1000V que tiene como límite el inversor.

Obteniendo así la siguiente tabla de opciones en la Figura 1.25:

| PANELES POR SERIE | TENSIÓN MÁXIMA |
|-------------------|----------------|
| 12 | 598,1V |
| 16 | 797,5V |
| 24 | 1196,2V |

Fig. 1.25: Cálculos tensión máxima por serie

Viendo así que la opción que mejor funciona es la de 16 paneles por serie.

De esta manera saldrían 6 series de paneles tres para cada inversor. Será necesario comprobar que la corriente producida con esta configuración cumple con el requisito máximo del inversor de 33 A.

Para ello se calculará la intensidad que puede generar cada panel en función de la variación de temperatura.

$$I_{cc}MAX = n^{\circ} \text{ de series} * (I_{cc} + \frac{Coef_{Isc}}{1000} * (T_{max} - T_{func}))$$

$$I_{cc} = 9,45 A$$

Resultando una $I_{cc}MAX$ de 28,9A, que cumple con las especificaciones del inversor.

Por tanto los 96 paneles necesarios para cubrir la demanda de suministro de la nave quedaran organizados en 6 series de 16 módulos, tres series en cada uno de los inversores Tripower.

1.2- Potencia instalada

La potencia mínima a instalar vendrá dictada por el CTE HE.5 capítulo 2.2.1.1.

Dónde se determina la potencia mínima de contribución fotovoltaica con la siguiente fórmula:

$$P = C * (0,002 * S - 5)$$

Siendo:

C: Coeficiente por la ubicación climática, para nuestro caso 1,3

S: Superficie construida del edificio en este caso 13118 m²

Proyecto de una Instalación Fotovoltaica

Por tanto la potencia mínima a instalar será de 27,6068 kW como mínimo.

Para poder funcionar con el inversor la instalación deberá tener un número par de series de 16 módulos por serie. Los datos de las posibles opciones en la Figura 1.26:

| SERIES POR INVERSOR | POTENCIA TOTAL |
|---------------------|----------------|
| 2 | 21120W |
| 3 | 31680W |
| 4 | 42240W |

Fig. 1.26: Cálculos potencia total según series

Por tanto vemos que la cantidad mínima a instalar serán 3 series por inversor, 6 series en total.

La instalación consta de 96 paneles de 330Wp.

$$P_{inst} = 330 * 96 = 31680 \text{ Wp}$$

El inversor a colocar debe ser suficiente para soportar la potencia generada por la instalación. El modelo estudiado acepta como máximo una potencia de 27000Wp, por tanto serán necesarios dos inversores para poder absorber la potencia generada por los módulos.

Por tanto la potencia pico por inversor será de 15,84 kWp.

Al estar montados los módulos en estructura coplanaria no es necesario el cálculo de distancia mínima entre módulos.

La inclinación óptima de los módulos viene determinada por la inclinación que tienen los rayos del sol en la zona. Según la herramienta de cálculo PVSyst se comprueba que dicha inclinación es de 32°. No obstante por motivos de cargas en la cubierta será necesario colocar una estructura más liviana, y por ello se decide colocar una estructura coplanaria, por tanto, los módulos se encontrarán a 15° de inclinación que tiene la cubierta.

1.3. Estudio de radiación y pérdidas

En este estudio se contemplarán las pérdidas del sistema para analizar la producción de la instalación a partir de la radiación de la zona. Los tipos de pérdidas a tener en cuenta son:

-Pérdidas por sombras: Al encontrarse los paneles en una estructura coplanaria a la cubierta y no haber ningún tipo de objeto que pueda generar sombras este tipo de pérdidas no supondrán un problema.

-Pérdidas asociadas al ángulo de incidencia: Estas pérdidas son consecuencia de la incidencia de los rayos solares en los módulos a inclinaciones diferentes a 0°. Los valores varían dependiendo el tipo de módulo desde un 1,5% a un 3%. Para el caso que estamos estudiando tomaremos unas pérdidas del

2,5% al tratarse de módulos policristalinos.

-Pérdidas por polvo y suciedad: Dependiendo de la asiduidad del mantenimiento y limpieza de los módulos y del tipo de clima en el que se encuentre la instalación encontramos que puede implicar unas pérdidas de aproximadamente un 0,7% en climas húmedos, hasta un 3,5% para climas desérticos. Para nuestra instalación se contempla un factor de pérdidas por suciedad de un 1,3% basado en su climatología.

-Pérdidas por la eficiencia de los módulos: Según hemos visto en el apartado anterior el funcionamiento de los módulos varía en función de la temperatura a la que se encuentra el sistema, esto generará unas pérdidas dependiendo de las temperaturas registradas en la zona.

-Pérdidas por cableado de corriente continua: Estas son las pérdidas en forma de caídas de tensión que se generan en los conductores de continua, estas pérdidas dependen de la potencia, la sección y longitud de los conductores. Para nuestra instalación estas pérdidas serán de un 1,13%.

-Pérdidas por inclinación de los módulos: Al no encontrarse los módulos en la inclinación óptima de 32° y estar a 15° esto supondrá para la instalación unas pérdidas del 9%.

-Pérdidas por rendimiento de elementos de la instalación: Los elementos que forman la instalación no tienen un rendimiento perfecto, esto supone en general unas pérdidas de entre el 1,5% y 2,5% para inversores y reguladores de carga. En la instalación estudiada podemos ver que la mayor parte de la energía será consumida pasando solamente por el inversor que cuenta con unas pérdidas de un 1,6% según sus datos técnicos. Los excesos de energía generados por la instalación que serán almacenados en las baterías tendrán más pérdidas ya que la potencia pasará también por el regulador de carga y también influirá la eficiencia de las propias baterías. Siendo las pérdidas del regulador de carga del 5% y las de la batería del 1%.

-Pérdidas por cableado de corriente alterna: Al ser la distancia entre la salida de los inversores menor a dos metros estas pérdidas se consideran despreciables.

En la siguiente Figura 1.27 se encuentra un desglose de la potencia producida por los módulos en función de la radiación recibida por meses con la inclinación a 15% y el total de producción tras restar las pérdidas de la instalación.

| ENERGIA PRODUCIDA POR EL SISTEMA (kWh) | PERD. TEMPERATURA (kWh) | PERD. INCIDENCIA (kWh) | PERD. SUCIEDAD (kWh) | PERD. INVERSOR (kWh) | PERD. CORRIENTE CONTINUA (kWh) | TOTAL (kWh) |
|--|-------------------------------|------------------------------|----------------------------|----------------------------|---|----------------|
| 2480,00 | 108,80 | 62,00 | 32,24 | 39,68 | 28,07 | 2209,21 |
| 2910,00 | 120,50 | 72,75 | 37,83 | 46,56 | 32,94 | 2599,42 |
| 4010,00 | 131,53 | 100,25 | 52,13 | 64,16 | 45,39 | 3616,54 |

Proyecto de una Instalación Fotovoltaica

| | | | | | | |
|---------|--------|--------|-------|-------|-------|---------|
| 4500,00 | 108,86 | 112,50 | 58,50 | 72,00 | 50,94 | 4097,21 |
| 5180,00 | 55,22 | 129,50 | 67,34 | 82,88 | 58,64 | 4786,42 |
| 5330,00 | 17,48 | 133,25 | 69,29 | 85,28 | 60,34 | 4964,36 |
| 5350,00 | 85,55 | 133,75 | 69,55 | 85,60 | 60,56 | 4914,99 |
| 4880,00 | 82,03 | 122,00 | 63,44 | 78,08 | 55,24 | 4479,21 |
| 3980,00 | 27,74 | 99,50 | 51,74 | 63,68 | 45,05 | 3692,29 |
| 3300,00 | 37,88 | 82,50 | 42,90 | 52,80 | 37,36 | 3046,56 |
| 2600,00 | 77,82 | 65,00 | 33,80 | 41,60 | 29,43 | 2352,35 |
| 2270,00 | 90,28 | 56,75 | 29,51 | 36,32 | 25,70 | 2031,45 |

Fig. 1.27: Cálculos potencia y pérdidas

Producción anual: 42790 kWh

1.4. Reguladores de carga

El regulador de carga seleccionado tiene como potencia nominal de salida de 6000 W, no obstante puede producir una mayor potencia siempre que sea durante cortos periodos de tiempo, en este caso 8000 W durante 30 min, 9100 W durante 5 min o 11000 W durante 3 s. Gracias a esto, en el caso de existir picos de demanda, estos reguladores de carga serán capaces de soportar estos pequeños picos si son moderados y en un corto espacio de tiempo.

La potencia máxima que pueden absorber los reguladores de carga es de 11,5 kW cada uno, siendo en total 34,5 kW. Los dos inversores de la instalación generarán cómo máximo una potencia de 31,68 kW, 15,84 kW cada uno.

Por tanto los reguladores de carga serán capaces de absorber la energía producida en el peor de los casos.

Los reguladores de carga se colocarán uno por cada fase, por tanto será necesario tener los consumos equilibrados entre las fases para no producir desajustes o caídas del sistema indeseadas.

1.5. Baterías

La energía necesaria para cubrir las necesidades de la planta son 76,6 kWh/día

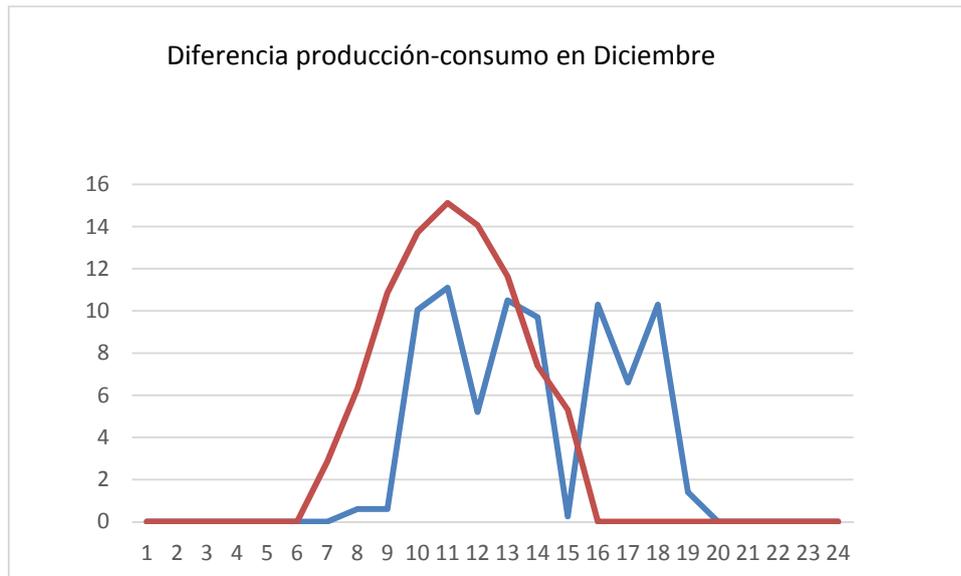


Fig. 1.28: Tabla diferencia producción-consumo en Diciembre

En la Figura 1.28 se observa un día de diciembre, siendo este tipo de días el peor caso en cuanto a producción de la planta.

Se puede ver que son pocas las horas dónde el consumo es superior a la producción, en este caso son 28,6 kWh, por tanto para asegurar el correcto funcionamiento de la instalación serán necesarias al menos tres baterías del modelo seleccionado que tienen una capacidad de 12,8 kWh.

Esta autonomía aunque se considera más reducida de lo recomendable, tiene como objetivo abaratar la instalación reduciendo la cantidad de almacenaje ya que el cliente quiere pasar a una instalación conectada a red con almacenamiento en un futuro próximo.

1.6. Líneas eléctricas

Para el correcto funcionamiento de la instalación y cumplimiento de normativa se calcularán las secciones de cable que aseguran unas pérdidas por caída de tensión menores al 5% y que cumplan con el criterio de la temperatura máxima admisible. Se necesitan dimensionar las siguientes líneas de la Figura 1.29:

Proyecto de una Instalación Fotovoltaica

| TRAMOS | TIPO DE CORRIENTE | LONGITUD | TENSIÓN | INTENSIDAD |
|------------------------------------|--------------------|----------|---------|------------|
| INTERCONEXIÓN PANELES | Corriente continua | 20 m | 51,2 V | 28 A |
| INVERSOR- REGULADOR DE CARGA | Corriente alterna | 15 m | 400 V | 29 A |
| REGULADOR DE CARGA- BATERÍAS | Corriente continua | 20 m | 51,2 V | 221 A |
| INVERSOR- INSTALACIÓN | Corriente alterna | 40 m | 400 V | 29 A |

Fig. 1.29: Líneas eléctricas de la instalación

El cableado utilizado en exterior será cableado solar de la marca Prysmian con código H1Z272-K y el cableado en interior será RZ1-K (AS) de la marca Miguelez. En la instalación exterior, es decir, en la interconexión de los módulos y la bajada desde estos a los inversores estará protegida con una bandeja ciega con tapa para evitar la degradación producida por los rayos solares e irán instalados según el pliego de condiciones del IDAE.

Según la ITC-BT 19 la intensidad admisible por el cable debe ser mayor que la intensidad que circula por el cable teniendo en cuenta factores de corrección como la temperatura o el modo de instalación de dicho conductor se presentan los resultados en la Figura 1.30:

| TRAMOS | INTENSIDAD | COEFICIENTE DE CORRECCIÓN | SECCIÓN | METODO DE INSTALACIÓN | INTENSIDAD ADMISIBLE |
|------------------------------------|------------|---------------------------------|----------------------|--------------------------|-------------------------|
| INTERCONEXIÓN PANELES | 9,45 A | 0,55 | 1x4 mm ² | B1 | 28,8 A |
| INVERSOR- REGULADOR DE CARGA | 24 A | 1 | 5x4 mm ² | B2 | 30 A |
| REGULADOR DE CARGA- BATERÍAS | 136 A | 1 | 1x70 mm ² | C | 185 A |
| INVERSOR- INSTALACIÓN | 29 A | 1 | 3x6 mm ² | C | 40 A |

Fig. 1.30: Resultado de los cálculos de intensidad admisible

Para asegurar el correcto funcionamiento de la instalación se deberá comprobar también que la caída

de tensión producida en los conductores no supere el 5%.

Para ello se utiliza la fórmula siguiente con las líneas monofásicas:

$$\Delta U = \frac{2 * L * P}{c * S * V^2} * 100$$

Y para las líneas trifásicas se utilizará la siguiente:

$$\Delta U = \frac{L * P}{c * S * V^2}$$

| TRAMOS | TIPO DE LINEA | LONGITUD | TENSIÓN | POTENCIA | SECCIÓN | ΔU |
|------------------------------------|--------------------|----------|---------|----------|----------------------|------------|
| INTERCONEXIÓN PANELES | Corriente continua | 20 m | 797,5 V | 7,53 kW | 1x4 mm ² | 0,211% |
| INVERSOR- REGULADOR DE CARGA | Corriente alterna | 15 m | 400 V | 11,60 kW | 5x4 mm ² | 0,485% |
| REGULADOR DE CARGA- BATERÍAS | Corriente continua | 20 m | 51,2 V | 11,32 kW | 1x70 mm ² | 4,406% |
| INVERSOR- INSTALACIÓN | Corriente alterna | 40 m | 400 V | 11,60 kW | 5x4 mm ² | 1,294% |

Fig. 1.31: Resultado de los cálculos de caída de tensión

Como se puede ver en la Figura 1.31 se muestran los resultados y se puede observar que todas las líneas cumplen con ambos criterios tanto con el criterio de temperatura cómo con el de caída de tensión.

1.7. Protecciones

Las protecciones se calcularán según la normativa del reglamento de baja tensión concretamente el ITC-BT-22.

Estos fusibles asegurarán un correcto funcionamiento de la instalación, fundiendo en el supuesto de una sobreintensidad para proteger el cable al que están conectados. Los resultados de los cálculos se presentan en la Figura 1.32.

Los fusibles deberán cumplir con dos condiciones para asegurar su correcto calibrado.

$$1) I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$2) I_f \leq 1,45 * I_z$$

I_b = Corriente que circula por el circuito a estudiar

Proyecto de una Instalación Fotovoltaica

I_z = Corriente admisible por el cable

I_n = Corriente que puede soportar el fusible

I_f = Corriente que garantiza el funcionamiento del dispositivo

| TRAMOS | IB | IZ | 1,45*IZ | IF | IN |
|------------------------------------|--------|--------|----------|-------------------|-------|
| INTERCONEXIÓN PANELES | 9,45 A | 28,8 A | 41,76 A | 1,9* I_n =19 A | 10 A |
| REGULADOR DE CARGA- BATERÍAS | 136 A | 185 A | 268,25 A | 1,6* I_n =320 A | 200 A |

Fig. 1.32: Resultado de los cálculos de fusibles

Las partes de la instalación fotovoltaica que están en conectadas directamente con el cuadro de la nave y que por tanto estarán en corriente alterna deberán ir protegidas con los magnetotérmicos correspondientes, calculados en la Figura 1.33. Las condiciones que deben cumplir estas protecciones son:

1) $I_b \leq I_n \leq I_z$

2) $I_f \leq 1,45 * I_z$

I_b = Corriente que circula por el circuito a estudiar

I_z = Corriente admisible por el cable

I_n = Corriente que puede soportar el fusible

I_f = Corriente que garantiza el funcionamiento del dispositivo

| TRAMOS | IB | IZ | 1,45*IZ | IF | IN |
|------------------------------------|------|------|---------|--------------------|------|
| INVERSOR- REGULADOR DE CARGA | 24 A | 30 A | 43,5 A | 1,6* I_n =40 A | 25 A |
| INVERSOR- INSTALACIÓN | 29 A | 40 A | 58 A | 1,6* I_n =51,2 A | 32 A |

Fig. 1.33: Resultado de los cálculos de magnetotérmicos

2- DOCUMENTOS TÉCNICOS

2.1. Fichas técnicas elementos fotovoltaicos

2.1.1. Baterías

2.1.2. Módulos policristalinos

2.1.3. Inversores

2.1.4. Reguladores de carga

2.2. Fichas técnicas material eléctrico

2.2.1. Cableado solar

2.2.2. Cableado interior

2.2.3. Canalización interior

2.2.4. Bandeja exterior

2.3. Informes PVgis

2.3.1. Informe con el punto óptimo de orientación e inclinación

2.3.2. Informe con el punto de instalación



Build

Your

Dreams

NEW

ENERGY



BYD COMPANY LIMITED

Address: No.3009, BYD Road, Pingshan, Shenzhen, 518118, P.R.China

Global Contact

Email: eubattery@byd.com

Web: www.byd.com/energy

Tel: +86-89888888-61801/61579 /61581

 [Facebook.com/bydcompany](https://www.facebook.com/bydcompany)

 [Twitter.com/bydcompany](https://twitter.com/bydcompany)

 [Youtube.com/bydcompany](https://www.youtube.com/bydcompany)



WHEREVER YOU ARE, WE POWER YOU BETTER

Safe Battery Chemistry

B-Box is designed with LiFePO₄ chemistry battery which has been widely recognized as one of the safest battery technologies. LiFePO₄ chemistry features stable structures and its thermal runaway temperature is over 480 °C. That's 100% higher than NCM and NCA chemistry. It is designed for residential and commercial applications with absolute safety.

Railway and Automotive Standard Battery

As the world's largest Electric Vehicle manufacturer, BYD brings railway and automotive battery standards to residential and commercial solutions: B-Box. 6+ years' track records of large scale applications in Electric Vehicles ensure its safety and reliability. All products have been certified according to international standards including TUV, UL and RCM.

High Power Output and Usable Energy Ratio

B-Box has the highest output power and usable energy ratio in industry, which brings the highest performance to customers. The system is able to reach C rate at 1C continuously and 2C at peak to support critical loads such as A/C and pumps, etc. With smart design concept, it can deliver a usable ratio above 95%.

Easy Installation and Uninterruptible Maintenance

All B-Box systems have modular design featuring uninterruptible maintenance, achieving one person installation.

Flexible Extension Life Time

B-Box is equipped with modular design and smart BMS (Battery Management System), allowing extension throughout its lifetime.

Natural Cooling

B-Box is designed with natural cooling providing optimum efficiency.

10 Years Warranty

10 Years Warranty provides the best guarantee of operation.

BYD B-BOX BATTERY STORAGE

B-BOX HV



| Model | B-Box H5 | B-Box H6 | B-Box H7 | B-Box H8 | B-Box H9 |
|---|--|-----------------|------------------|------------------|------------------|
| Battery Type | LiFePO ₄ | | | | |
| Battery Module | B-Plus-H (1.12kWh) 5 modules | 6 modules | 7 modules | 8 modules | 9 modules |
| Nominal Battery Energy[kWh] | 5.6 | 6.72 | 7.84 | 8.96 | 10.08 |
| Usable Battery Energy ^[1] [kWh] | 5.3 | 6.3 | 7.4 | 8.5 | 9.5 |
| Continuous Output Power[kW] | 5.6 | 6.72 | 7.84 | 8.96 | 10.08 |
| Peak Output Power[kW] | 11.2,5mins | 13.44,5mins | 15.68,5mins | 17.92,5mins | 20.16,5mins |
| Nominal Voltage[V] | 256 | 307 | 358 | 409 | 460 |
| Operating Voltage Range[V] | 200~282 | 240~338 | 280~395 | 320~451 | 360~508 |
| Communication | CAN/RS485 | | | | |
| Dimension[W × H × D,mm] | 580 × 840 × 380 | 580 × 960 × 380 | 580 × 1080 × 380 | 580 × 1200 × 380 | 580 × 1320 × 380 |
| Net Weight of System[kg] | 131 | 154 | 176 | 199 | 222 |
| Enclosure Protection Rating | IP55 | | | | |
| Warranty | 10 years | | | | |
| Ambient Temperature Tange ^[2] [°C] | -10~+50 | | | | |
| Certification & Safety Standard | TUV / CE / UL1973 /RCM / Safety Guidelines | | | | |
| Scalability | Max. 5 systems in parallel | | | | |
| Compatible Inverters | To be announced | | | | |

[1] Test conditions: 0.2C discharge@+25 °C

[2] -10 °C ~-5 °C will be derating

Build Your Dreams

BYD B-BOX BATTERY STORAGE

B-BOX LV Professional



B-Box Pro 2.5-10.0



B-Box Pro 12.8

| Model | B-Box Pro 2.5 | B-Box Pro 5.0 | B-Box Pro 7.5 | B-Box Pro 10.0 | B-Box Pro 12.8 |
|---|--|---------------|---------------|----------------|----------------------------|
| Battery Type | LiFePO ₄ | | | | |
| Battery Module | B-Plus2.5 (2.56kWh) 1 module | 2 modules | 3 modules | 4 modules | B-Plus12.8 (12.8kWh) |
| Nominal Battery Energy[kWh] | 2.56 | 5.12 | 7.68 | 10.24 | 12.8 |
| Usable Battery Energy ^[1] [kWh] | 2.45 | 4.9 | 7.35 | 9.8 | 12 |
| Continuous Output Power[kW] | 2.56 | 5.12 | 7.68 | 10.24 | 12.8 |
| Peak Output Power[kW] | 5.12, 3mins | 10.24, 3mins | 15.36, 3mins | 20.48, 3mins | 13.3, 60secs |
| Nominal Voltage[V] | 51.2 | | | | |
| Operating Voltage Range[V] | 43.2~56.4 | | | | |
| Communication | CAN/RS485 | | | | |
| Dimension[W × H × D, mm] | 600×883×510 | | | | 650×800×550 |
| Net Weight of System[kg] | 79 | 113 | 146 | 180 | 175 |
| Enclosure Protection Rating | IP20 | | | | |
| Warranty | 10 years | | | | |
| Ambient Temperature Tange ^[2] [°C] | -10~+50 | | | | |
| Certification & Safety Standard | TUV / CE / UN38.3 / RCM / Safety Guidelines | | | | |
| Scalability | Max.8 B-Box 10.0 systems in parallel | | | | Max.32 systems in parallel |
| Compatible Inverters | SMA/GOODWE/ Victron, More brands will be announced | | | | |

[1] Test conditions: 0.2C discharge@+25 °C

[2] -10 °C ~-5 °C will be derating

BYD B-BOX BATTERY STORAGE

B-BOX Compact



| Model | B-BOX Compact |
|---|---|
| Battery Type | LiFePO ₄ |
| Battery Module | B-Plus2.5 (2.56kWh) 1 modules |
| Nominal Battery Energy[kWh] | 2.56 |
| Usable Battery Energy ^[1] [kWh] | 2.45 |
| Continuous Output Power[kW] | 2.56 |
| Peak Output Power[kW] | 5.12, 3mins |
| Nominal Voltage[V] | 51.2 |
| Operating Voltage Range[V] | 43.2~56.4 |
| Communication | CAN/RS485 |
| Dimension[W × H × D, mm] | 482.6×130×478 |
| Net Weight of System[kg] | 34 |
| Enclosure Protection Rating | IP20 |
| Warranty | 10 years |
| Ambient Temperature Range ^[2] [°C] | -10~+50 |
| Certification & Safety Standard | TUV / CE / RCM / UN38.3 / Safety Guidelines |
| Scalability ^[3] | Max.2 B-plus2.5 in parallel |
| Compatible Inverters | SMA/GOODWE/Victron, More brands will be announced |

[1] Test conditions: 0.2C discharge@+25 °C

[2] -10 °C ~ -5 °C will be derating

[3] Max. 32 B-Plus2.5 in parallel with cabinet design

Build Your Dreams



MAXPOWER CS6U-325 | 330 | 335 | 340P

Canadian Solar's modules use the latest innovative cell technology, increasing module power output and system reliability, ensured by 15 years of experience in module manufacturing, well-engineered module design, stringent BOM quality testing, an automated manufacturing process and 100% EL testing.



linear power output warranty



product warranty on materials and workmanship

KEY FEATURES



Excellent module efficiency of up to: 17.49 %



Outstanding low irradiance performance of up to: 96.0 %



High PTC rating of up to: 92.21 %



IP68 junction box for long-term weather endurance



Heavy snow load up to 5400 Pa, wind load up to 2400 Pa

MANAGEMENT SYSTEM CERTIFICATES*

ISO 9001:2008 / Quality management system

ISO 14001:2004 / Standards for environmental management system

OHSAS 18001:2007 / International standards for occupational health & safety

PRODUCT CERTIFICATES*

IEC 61215 / IEC 61730: VDE / CE / CQC / MCS / INMETRO / CEC AU

UL 1703 / IEC 61215 performance: CEC listed (US) / FSEC (US Florida)

UL 1703: CSA / IEC 61701 ED2: VDE / IEC 62716: VDE

UNI 9177 Reaction to Fire: Class 1

IEC 60068-2-68: SGS

Take-e-way

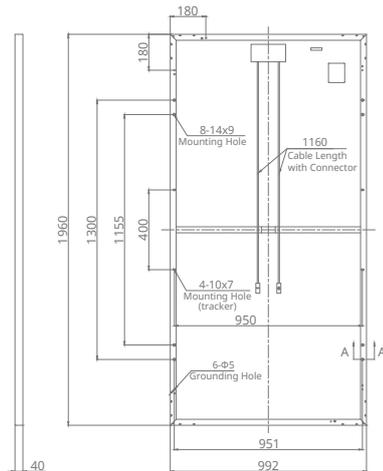


* Please contact your local Canadian Solar sales representative for the specific product certificates applicable in your market.

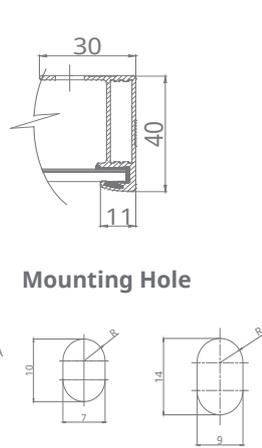
CANADIAN SOLAR INC. is committed to providing high quality solar products, solar system solutions and services to customers around the world. As a leading PV project developer and manufacturer of solar modules with over 21 GW deployed around the world since 2001, Canadian Solar Inc. (NASDAQ: CSIQ) is one of the most bankable solar companies worldwide.

ENGINEERING DRAWING (mm)

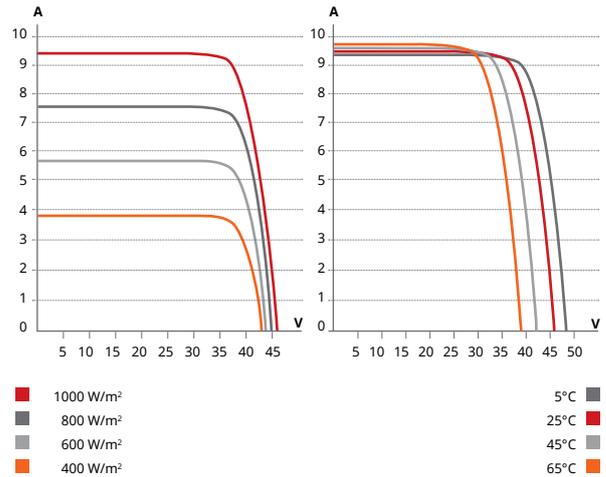
Rear View



Frame Cross Section A-A



CS6U-330P / I-V CURVES



ELECTRICAL DATA | STC*

| CS6U | 325P | 330P | 335P | 340P |
|------------------------------|---|--------|--------|--------|
| Nominal Max. Power (Pmax) | 325 W | 330 W | 335 W | 340 W |
| Opt. Operating Voltage (Vmp) | 37.0 V | 37.2 V | 37.4 V | 37.6 V |
| Opt. Operating Current (Imp) | 8.78 A | 8.88 A | 8.96 A | 9.05 A |
| Open Circuit Voltage (Voc) | 45.5 V | 45.6 V | 45.8 V | 45.9 V |
| Short Circuit Current (Isc) | 9.34 A | 9.45 A | 9.54 A | 9.62 A |
| Module Efficiency | 16.72% | 16.97% | 17.23% | 17.49% |
| Operating Temperature | -40°C ~ +85°C | | | |
| Max. System Voltage | 1000 V (IEC) or 1000 V (UL) | | | |
| Module Fire Performance | TYPE 1 (UL 1703) or CLASS C (IEC 61730) | | | |
| Max. Series Fuse Rating | 15 A | | | |
| Application Classification | Class A | | | |
| Power Tolerance | 0 ~ + 5 W | | | |

* Under Standard Test Conditions (STC) of irradiance of 1000 W/m², spectrum AM 1.5 and cell temperature of 25°C.

ELECTRICAL DATA | NMOT*

| CS6U | 325P | 330P | 335P | 340P |
|------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| Nominal Max. Power (Pmax) | 239 W | 242 W | 246 W | 250 W |
| Opt. Operating Voltage (Vmp) | 34.0 V | 34.2 V | 34.4 V | 34.6 V |
| Opt. Operating Current (Imp) | 7.01 A | 7.08 A | 7.15 A | 7.22 A |
| Open Circuit Voltage (Voc) | 42.4 V | 42.5 V | 42.6 V | 42.7 V |
| Short Circuit Current (Isc) | 7.54 A | 7.63 A | 7.70 A | 7.77 A |

* Under Nominal Module Operating Temperature (NMOT), irradiance of 800 W/m², spectrum AM 1.5, ambient temperature 20°C, wind speed 1 m/s.

PERFORMANCE AT LOW IRRADIANCE

Outstanding performance at low irradiance, with an average relative efficiency of 96.0 % for irradiances between 200 W/m² and 1000 W/m² (AM 1.5, 25°C).

The aforesaid datasheet only provides the general information on Canadian Solar products and, due to the on-going innovation and improvement, please always contact your local Canadian Solar sales representative for the updated information on specifications, key features and certification requirements of Canadian Solar products in your region.

Please be kindly advised that PV modules should be handled and installed by qualified people who have professional skills and please carefully read the safety and installation instructions before using our PV modules.

MECHANICAL DATA

| Specification | Data |
|------------------------|--|
| Cell Type | Poly-crystalline, 6 inch |
| Cell Arrangement | 72 (6 × 12) |
| Dimensions | 1960 × 992 × 40 mm (77.2 × 39.1 × 1.57 in) |
| Weight | 22.4 kg (49.4 lbs) |
| Front Cover | 3.2 mm tempered glass |
| Frame Material | Anodized aluminium alloy |
| J-Box | IP68, 3 diodes |
| Cable | 4.0 mm² (IEC), 12 AWG (UL), 1160 mm (45.7 in) |
| Connector | T4 series |
| Per Pallet | 26 pieces, 635 kg (1400 lbs) |
| Per Container (40' HQ) | 624 pieces |

TEMPERATURE CHARACTERISTICS

| Specification | Data |
|---|--------------|
| Temperature Coefficient (Pmax) | -0.41 % / °C |
| Temperature Coefficient (Voc) | -0.31 % / °C |
| Temperature Coefficient (Isc) | 0.05 % / °C |
| Nominal Module Operating Temperature (NMOT) | 43 ± 2 °C |

PARTNER SECTION



SUNNY TRIPOWER

15000TL / 20000TL / 25000TL



STP 15000TL-30 / STP 20000TL-30 / STP 25000TL-30



Efficient

- Maximum efficiency of 98.4%

Safe

- DC surge arrester (SPD type II) can be integrated

Flexible

- DC input voltage of up to 1000 V
- Multistring capability for optimum system design
- Optional display

Innovative

- Cutting-edge grid management functions with Integrated Plant Control
- Reactive power available 24/7 (Q on Demand 24/7)

SUNNY TRIPOWER

15000TL / 20000TL / 25000TL

The versatile specialist for large-scale commercial plants and solar power plants

The Sunny Tripower is the ideal inverter for large-scale commercial and industrial plants. Not only does it deliver extraordinary high yields with an efficiency of 98.4%, but it also offers enormous design flexibility and compatibility with many PV modules thanks to its multistring capabilities and wide input voltage range.

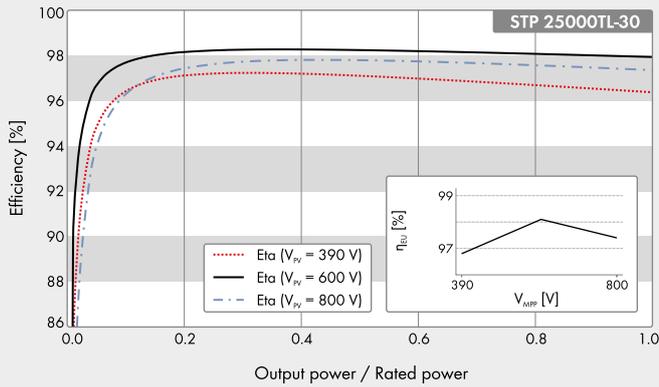
The future is now: the Sunny Tripower comes with cutting-edge grid management functions such as Integrated Plant Control, which allows the inverter to regulate reactive power at the point of common coupling. Separate controllers are no longer needed, lowering system costs. Another new feature—reactive power provision on demand (Q on Demand 24/7).

SUNNY TRIPOWER

15000TL / 20000TL / 25000TL

| Technical Data | Sunny Tripower 15000TL |
|---|---|
| Input (DC) | |
| Max. generator power | 27000 Wp |
| DC rated power | 15330 W |
| Max. input voltage | 1000 V |
| MPP voltage range / rated input voltage | 240 V to 800 V / 600 V |
| Min. input voltage / start input voltage | 150 V / 188 V |
| Max. input current input A / input B | 33 A / 33 A |
| Number of independent MPP inputs / strings per MPP input | 2 / A:3; B:3 |
| Output (AC) | |
| Rated power (at 230 V, 50 Hz) | 15000 W |
| Max. AC apparent power | 15000 VA |
| AC nominal voltage | 3 / N / PE; 220 V / 380 V 3 / N / PE; 230 V / 400 V 3 / N / PE; 240 V / 415 V |
| AC voltage range | 180 V to 280 V |
| AC grid frequency / range | 50 Hz / 44 Hz to 55 Hz 60 Hz / 54 Hz to 65 Hz |
| Rated power frequency / rated grid voltage | 50 Hz / 230 V |
| Max. output current / rated output current | 29 A / 21.7 A |
| Power factor at rated power / Adjustable displacement power factor | 1 / 0 overexcited to 0 underexcited |
| THD | ≤ 3% |
| Feed-in phases / connection phases | 3 / 3 |
| Efficiency | |
| Max. efficiency / European Efficiency | 98.4% / 98.0% |
| Protective devices | |
| DC-side disconnection device | ● |
| Ground fault monitoring / grid monitoring | ● / ● |
| DC surge arrester (Type II) can be integrated | ○ |
| DC reverse polarity protection / AC short-circuit current capability / galvanically isolated | ● / ● / - |
| All-pole sensitive residual-current monitoring unit | ● |
| Protection class (according to IEC 62109-1) / overvoltage category (according to IEC 62109-1) | I / AC: III; DC: II |
| General data | |
| Dimensions (W / H / D) | 661 / 682 / 264 mm (26.0 / 26.9 / 10.4 inch) |
| Weight | 61 kg (134.48 lb) |
| Operating temperature range | -25 °C to +60 °C (-13 °F to +140 °F) |
| Noise emission (typical) | 51 dB(A) |
| Self-consumption (at night) | 1 W |
| Topology / cooling concept | Transformerless / Opticool |
| Degree of protection (as per IEC 60529) | IP65 |
| Climatic category (according to IEC 60721-3-4) | 4K4H |
| Maximum permissible value for relative humidity (non-condensing) | 100% |
| Features / function / Accessories | |
| DC connection / AC connection | SUNCLIX / spring-cage terminal |
| Display | ○ |
| Interface: RS485, Speedwire / Webconnect | ○ / ● |
| Data interface: SMA Modbus / SunSpec Modbus | ● / ● |
| Multifunction relay / Power Control Module | ○ / ○ |
| OptiTrac Global Peak / Integrated Plant Control / Q on Demand 24/7 | ● / ● / ● |
| Off-Grid capable / SMA Fuel Save Controller compatible | ● / ● |
| Guarantee: 5 / 10 / 15 / 20 years | ● / ○ / ○ / ○ |
| Planned certificates and permits | ANRE 30, AS 4777, BDEW 2008, C10/11:2012, CE, CEI 0-16, CEI 0-21, DEWA 2.0, EN 50438:2013*, G59/3, IEC 60068-2-x, IEC 61727, IEC 62109-1/2, IEC 62116, MEA 2013, NBR 16149, NEN EN 50438, NRS 097-2-1, PEA 2013, PPC, RD 1699/413, RD 661/2007, Res. n°7:2013, SI4777, TOR D4, TR 3.2.2, UTE C15-712-1, VDE 0126-1-1, VDE-AR-N 4105, VFR 2014 |
| * Does not apply to all national appendices of EN 50438 | |
| Type designation | STP 15000TL-30 |

Efficiency Curve



Accessory



RS485 interface
DM-485CB-10



Power Control Module
PWCMOD-10



DC surge arrester Typ II,
inputs A and B
DCSPD KIT3-10



Multifunction relay
MFR01-10

● Standard features ○ Optional features – Not available
 Data at nominal conditions
 Status: October 2017

Technical Data

Input (DC)

| |
|--|
| Max. generator power |
| DC rated power |
| Max. input voltage |
| MPP voltage range / rated input voltage |
| Min. input voltage / start input voltage |
| Max. input current input A / input B |
| Number of independent MPP inputs / strings per MPP input |

Output (AC)

| |
|--|
| Rated power (at 230 V, 50 Hz) |
| Max. AC apparent power |
| AC nominal voltage |
| AC voltage range |
| AC grid frequency / range |
| Rated power frequency / rated grid voltage |
| Max. output current / Rated output current |
| Power factor at rated power / Adjustable displacement power factor |
| THD |
| Feed-in phases / connection phases |

Efficiency

| |
|---------------------------------------|
| Max. efficiency / European Efficiency |
|---------------------------------------|

Protective devices

| |
|---|
| DC-side disconnection device |
| Ground fault monitoring / grid monitoring |
| DC surge arrester (Type II) can be integrated |
| DC reverse polarity protection / AC short-circuit current capability / galvanically isolated |
| All-pole sensitive residual-current monitoring unit |
| Protection class (according to IEC 62109-1) / overvoltage category (according to IEC 62109-1) |

General data

| |
|--|
| Dimensions (W / H / D) |
| Weight |
| Operating temperature range |
| Noise emission (typical) |
| Self-consumption (at night) |
| Topology / cooling concept |
| Degree of protection (as per IEC 60529) |
| Climatic category (according to IEC 60721-3-4) |
| Maximum permissible value for relative humidity (non-condensing) |

Features / function / Accessories

| |
|--|
| DC connection / AC connection |
| Display |
| Interface: RS485, Speedwire/Webconnect |
| Data interface: SMA Modbus / SunSpec Modbus |
| Multifunction relay / Power Control Module |
| OptiTrac Global Peak / Integrated Plant Control / Q on Demand 24/7 |
| Off-Grid capable / SMA Fuel Save Controller compatible |
| Guarantee: 5 / 10 / 15 / 20 years |
| Certificates and permits (more available on request) |

* Does not apply to all national appendices of EN 50438

Type designation

Sunny Tripower 20000TL

Sunny Tripower 25000TL

| | |
|-------------------------------------|------------------------|
| 36000 W _p | 45000 W _p |
| 20440 W | 25550 W |
| 1000 V | 1000 V |
| 320 V to 800 V / 600 V | 390 V to 800 V / 600 V |
| 150 V / 188 V | 150 V / 188 V |
| 33 A / 33 A | 33 A / 33 A |
| 2 / A:3; B:3 | 2 / A:3; B:3 |
| 20000 W | 25000 W |
| 20000 VA | 25000 VA |
| 3 / N / PE; 220 V / 380 V | |
| 3 / N / PE; 230 V / 400 V | |
| 3 / N / PE; 240 V / 415 V | |
| 180 V to 280 V | |
| 50 Hz / 44 Hz to 55 Hz | |
| 60 Hz / 54 Hz to 65 Hz | |
| 50 Hz / 230 V | |
| 29 A / 29 A | 36.2 A / 36.2 A |
| 1 / 0 overexcited to 0 underexcited | |
| ≤ 3% | |
| 3 / 3 | |
| 98.4% / 98.0% | 98.3% / 98.1% |

| |
|---------------------|
| ● |
| ● / ● |
| ○ |
| ● / ● / - |
| ● |
| I / AC: III; DC: II |

| |
|--|
| 661 / 682 / 264 mm (26.0 / 26.9 / 10.4 inch) |
| 61 kg (134.48 lb) |
| -25 °C to +60 °C (-13 °F to +140 °F) |
| 51 dB(A) |
| 1 W |
| Transformerless / Opticool |
| IP65 |
| 4K4H |
| 100% |

SUNCLIX / spring-cage terminal

| |
|---------------|
| ○ |
| ○ / ● |
| ● / ● |
| ○ / ○ |
| ● / ● / ● |
| ● / ● |
| ● / ○ / ○ / ○ |

ANRE 30, AS 4777, BDEW 2008, C10/11:2012, CE, CEI 0-16, CEI 0-21, DEWA 2.0, EN 50438:2013*, G59/3, IEC 60068-2-x, IEC 61727, IEC 62109-1/2, IEC 62116, MEA 2013, NBR 16149, NEN EN 50438, NRS 097-2-1, PEA 2013, PPC, RD 1699/413, RD 661/2007, Res. n°7:2013, SI4777, TOR DA, TR 3.2.2, UTE C15-712-1, VDE 0126-1-1, VDE-AR-N 4105, VFR 2014

STP 20000TL-30

STP 25000TL-30

www.SunnyPortal.com

Professional PV system monitoring, management and data display





SUNNY ISLAND 6.0H / 8.0H



SIMPLE. ROBUST. FLEXIBLE.



SYSTEM CONSTELLATIONS UNLIMITED OPTIONS

Why choose Sunny Island? Because it gives you absolute freedom and precision in plant design with 99 system constellations.

For small plants

Our smallest and simplest system is called the single system. It is suitable for powers from 3 to 8 kilowatts. One Sunny Island is connected to the battery in this system. For example, it allows you to supply electricity to an isolated building, which cannot be connected to the power distribution grid.

For medium plants

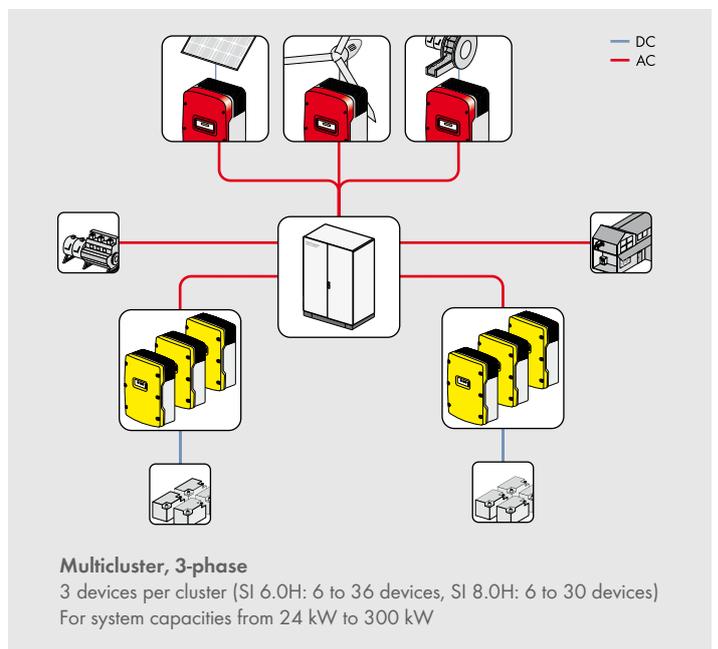
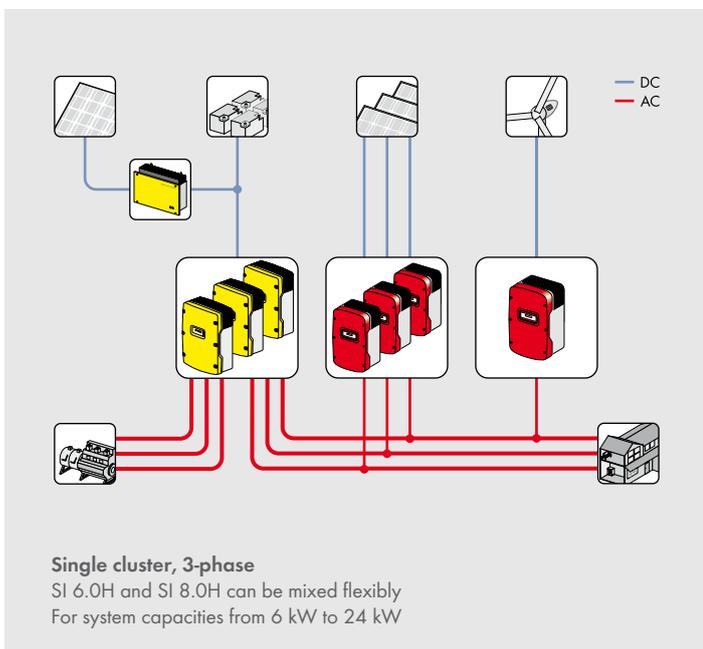
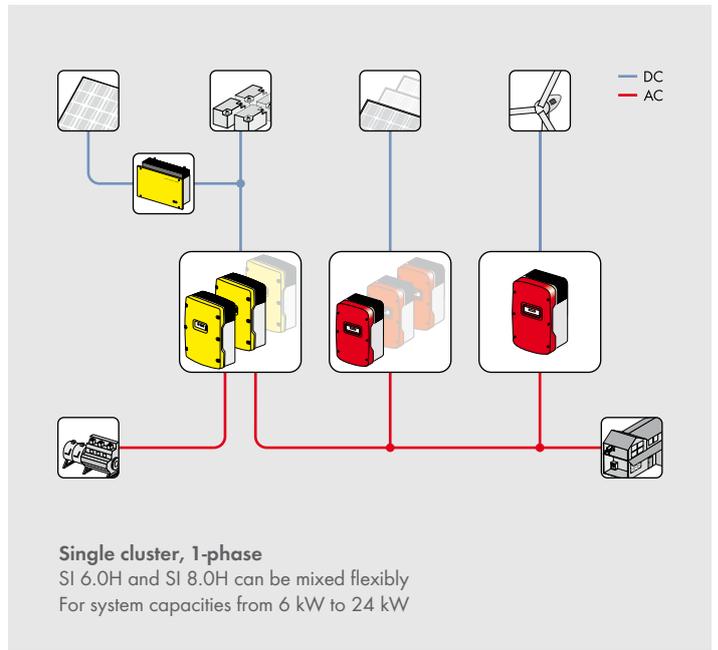
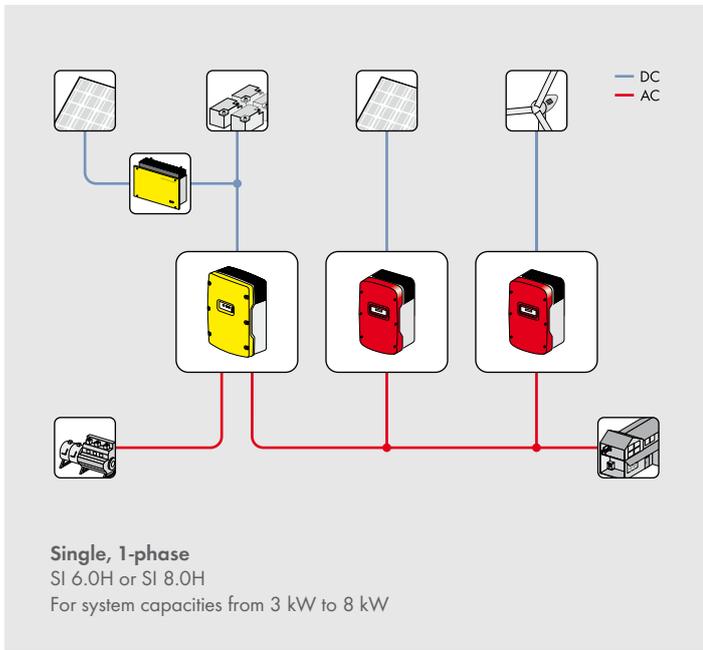
In the single-cluster system, up to three Sunny Island units are connected to the battery. You can combine both Sunny Island power classes as required, which

allows you to achieve precision power levels. Systems from 6 to 24 kilowatts can be assembled as required, with one or three phases. You can then operate the entire cluster using the Sunny Remote Control, which is connected to the master device. A simple, reliable and cost-effective solution for farms, remote huts, lodges or workshops which cannot access the power distribution grid.

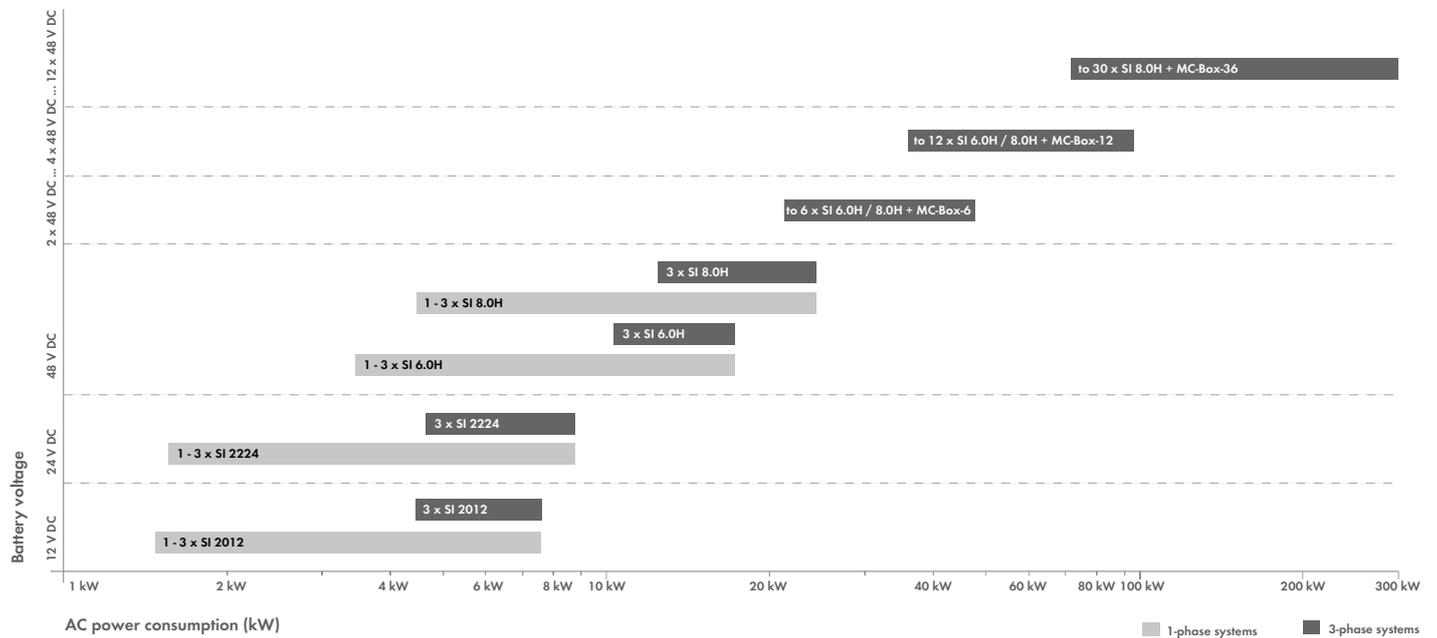
For very large plants

The multicluster system facilitates plant sizes from 24 to 300 kilowatts. Per cluster, you can connect three devices of the same type to the battery. You can combine up to twelve of these clusters in one Multicluster Box. This fully pre-configured AC distribution board makes it much easier to assem-

ble and expand large off-grid and hybrid systems. It guarantees a stable and powerful energy supply for hotels or industrial companies, as well as for entire islands and villages with a weak power distribution grid structure or none at all. If one device or cluster fails, the entire system does not deactivate automatically, allowing the electricity supply to be maintained.



DC voltage and power range of Sunny Island products



Technical Data

| Technical data | Sunny Island 6.0H | Sunny Island 8.0H |
|---|---|--|
| AC output (loads / stand-alone grid) | | |
| Rated grid voltage / AC voltage range | 230 V / 202 V ... 253 V | 230 V / 202 V ... 253 V |
| Rated frequency / frequency range (adjustable) | 50 Hz / 45 Hz ... 65 Hz | 50 Hz / 45 Hz ... 65 Hz |
| Rated power (for Unom / fnom / 25 °C / cos φ = 1) | 4600 W | 6 000 W |
| AC power at 25 °C for 30 min / 5 min / 3 sec | 6 000 W / 6 800 W / 11 000 W | 8 000 W / 9 100 W / 11 000 W |
| Rated current / maximum output current (peak) | 20 A / 120 A | 26 A / 120 A |
| Total harmonic factor output voltage / power factor with rated power | < 4 % / -1 ... +1 | < 4 % / -1 ... +1 |
| AC input (PV array, grid or MC box) | | |
| Rated input voltage / AC input voltage range | 230 V / 172.5 V ... 264.5 V | 230 V / 172.5 V ... 264.5 V |
| Rated input frequency / allowable input frequency range | 50 Hz / 40 Hz ... 70 Hz | 50 Hz / 40 Hz ... 70 Hz |
| Maximum AC input current | 50 A | 50 A |
| Maximum AC input power | 11 500 W | 11 500 W |
| Battery DC input | | |
| Rated input voltage / DC voltage range | 48 V / 41 V ... 63 V | 48 V / 41 V ... 63 V |
| Maximum battery charging current | 110 A | 140 A |
| Rated DC charging current / DC discharging current | 90 A / 103 A | 115 A / 136 A |
| Battery type / battery capacity (range) | FLA, VRLA / 100 Ah ... 10 000 Ah | FLA, VRLA / 100 Ah ... 10 000 Ah |
| Charge control | IUoU charge procedure with automatic full charge and equalization charge. | IUoU charge procedure with automatic full charge and equalization charge |
| Efficiency / self-consumption | | |
| Maximum efficiency | 95 % | 95 % |
| Self-consumption without load / standby | < 26 W / < 4 W | < 26 W / < 4 W |
| Protective devices (equipment) | | |
| AC short-circuit / AC overload | ● / ● | ● / ● |
| DC reverse polarity protection / DC fuse | - / - | - / - |
| Overtemperature / battery deep discharge | ● / ● | ● / ● |
| Oversvoltage category as per IEC 60664-1 | III | III |
| General data | | |
| Dimensions (width x height x depth) | 467 mm x 612 mm x 242 mm | 467 mm x 612 mm x 242 mm |
| Priority | 63 kg | 63 kg |
| Operating temperature range | -25 °C ... +60 °C | -25 °C ... +60 °C |
| Protection class (according to IEC 62103) | I | I |
| Climatic category according to IEC 60721 | 3K6 | 3K6 |
| Degree of protection according to IEC 60529 | IP54 | IP54 |
| Features / function | | |
| Operation and display / multifunction relay | External via SRC-20 / 2 | External via SRC-20 / 2 |
| Three-phase systems / parallel connection | ● / ● | ● / ● |
| Integrated bypass / multicluster operation | - / ● | - / ● |
| State of charge calculation / full charge / equalization charge | ● / ● / ● | ● / ● / ● |
| Integrated soft start / generator support | ● / ● | ● / ● |
| Battery temperature sensor / data cables | ● / ● | ● / ● |
| Certificates and approvals | www.SMA-Solar.com | www.SMA-Solar.com |
| Warranty: 5 years | ● | ● |
| Accessory | | |
| Battery cable / battery fuse | ○ / ○ | ○ / ○ |
| Interface SI-COMSMA (RS485) / SI-SYSCAN (Multicluster) | ○ / ○ | ○ / ○ |
| Extended generator start "GenMan" | ○ | ○ |
| Load-shedding contactor / battery current measurement | ○ / ○ | ○ / ○ |
| Type designation | SI6.0H-11 | SI8.0H-11 |
| <p>● Standard features ○ Optional features – Not available Data at nominal conditions – provisional data, as of March 2013</p> | | |

SI6.0H/8.0H-11 SMA and Sunny Island are registered trademarks of SMA Technology AG. Text and illustrations reflect the current state of the technology at the time of publication. Subject to technical changes. No liability shall be accepted for printing errors. Printed on chlorine-free paper.

SMA Solar Technology AG
Sonnenallee 1
34266 Niestetal
Germany
Tel.: +49 561 9522-0
Fax: +49 561 9522-100
E-mail: Info@SMA.de
www.SMA-Solar.com



TECSUN(PV) H1Z2Z2-K 1/1kV AC (1,5/1,5kV DC) PV cables, rubber insulated, TÜV and VDE certified as per EN 50618



Application

PRYSMIAN Solar cables TECSUN (PV) H1Z2Z2-K acc. to EN 50618, are intended for use in Photovoltaic Power Supply Systems at nominal voltage rate up to 1,5/1,5kV DC. They are suitable for applications indoor and/or outdoor, in industrial and agriculture fields, in/at equipment with protective insulation (Protecting Class II), in explosion hazard areas (PRYSMIAN Internal Testing). They may be installed fixed, freely suspended or free movable, in cable trays, conduits, on and in walls. TECSUN(PV) H1Z2Z2-K cables are suitable for direct burial (PRYSMIAN Internal Testing), where the corresponding guidelines for direct burial shall be considered.

Global data

| | |
|----------------------------|---|
| Brand | TECSUN(PV) |
| Type designation | H1Z2Z2-K |
| Standard | DIN EN 50618 |
| Certifications / Approvals | VDE Approval Mark (<VDE>); TÜV-Certificate nr. 60103637 |

Notes on installation

Notes on installation Thanks to more than 10 years of positive experience with direct burial, not only according to the internal tests performed, but also to the successful installation in PV plants worldwide, the TECSUN(PV) cables are suitable for direct burial in ground (PRYSMIAN Internal Testing). The corresponding installation guidelines shall be taken in consideration.

Design features

| | |
|-------------------------|--|
| Conductor | Electrolytic tinned copper, finely stranded class 5 in accordance with IEC 60228 |
| Insulation | Cross-linked HEPR 120°C |
| Outer sheath | Cross-linked EVA rubber 120°C. Insulation and sheath are solidly bonded (Two-layer-insulation) |
| Outer Sheath Colour | Black, blue, red |
| Protective Braid Screen | TECSUN(PV) (C) with additional braid made of tinned copper wires (surface coverage > 80%), as a protective element against rodents or impact |

Electrical parameters

| | |
|---------------------------------------|--|
| Rated voltage | DC: 1,5/1,5 kV AC: 1,0/1,0 kV |
| Max. permissible operating voltage AC | 1.2/1.2 kV |
| Max. permissible operating voltage DC | 1.8/1.8 kV |
| Test voltage | AC: 6,5 kV / DC: 15 kV (5 Min.) |
| Current Carrying Capacity description | According to EN 50618, Table A-3 |
| Electrical Tests | Acc. to EN 50618, Table 2: <ul style="list-style-type: none"> • Conductor Resistance; • Voltage Test on completed cable (AC and DC); • Spark Test on insulation; Insulation Resistance (at 20°C and 90°C in water); • Insulation Long-Term Resistance to DC (10 days, in 85°C water, 1,8 kV DC); • Surface Resistance of Sheath. PRYSMIAN internal test: <ul style="list-style-type: none"> • Dielectric Strength; • Insulation Resistance at 120°C in air. |

TECSUN(PV) H1Z2Z2-K 1/1kV AC (1,5/1,5kV DC) PV cables, rubber insulated, TÜV and VDE certified as per EN 50618



Chemical parameters

| | |
|------------------------------|--|
| Reaction to fire | <p>Acc. to EN 50618, Table 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Single Cable Flame Test per EN 60332-1-2; • Low Smoke Emission per EN 61034-2 (Light Transmittance > 70%); • Halogen-free per EN 50525-1, Annex B. <p>PRYSMIAN internal test:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Multiple Cable Flame Test per EN 50305-9; • Low Toxicity per EN 50305 (ITC < 3). |
| Resistance to oil | <p>PRYSMIAN internal test, on sheath:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 24h, 100°C (meets VDE 0473-811-404, EN 60811-404). |
| Weather resistance | <p>Acc. to EN 50618, Annex E and Table 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> • UV Resistance on sheath: tensile strength and elongation at break after 720h (360 Cycles) of exposure to UV lights acc. to EN 50289-4-17, Method A; • Ozone resistance: per Test Type B (DIN EN 50396). <p>PRYSMIAN internal test:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Water Absorption (Gravimetric) per DIN EN 60811-402. |
| Acid and alkaline resistance | <p>Acc. to EN 50618, Annex B:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 7 days, 23°C (N-Oxalic Acid, N-Sodium Hydroxide) acc. to EN 60811-404. |
| Ammonia Resistance | <p>PRYSMIAN Internal Testing:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 30 days in Saturated Ammonia Atmosphere. |
| Environmentally Friendly | <p>TECSUN(PV) cables comply with the RoHS directive 2011/65/EU of the European Union.</p> |

Thermal parameters

| | |
|---|---|
| Max. operating temperature of the conductor | <p>Max. 90°C at conductor (lifetime acc. to Arrhenius-Diagram TECSUN = 30 years). 20.000 hours of operation at conductor temperature of 120°C (and 90°C ambient temperature) are permitted.</p> |
| Max. short circuit temperature of the conductor | <p>250 °C (5 s.)</p> |
| Ambient temperature (for fixed and flexible installation) | <p>Installation and handling: -25°C up to 60°C In operation: -40°C up to +90°C</p> |
| Resistance to cold | <p>Acc. to EN 50618, Table 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cold Bending Test at -40°C acc. to DIN EN 60811-504; • Cold Elongation Test at -40°C acc. to DIN EN 60811-505; • Cold Impact Test at -40°C acc. to DIN EN 60811-506 and EN 50618 Annex C. |
| Damp-Heat Test | <p>Acc. to EN 50618, Table 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1.000h at 90°C and 85% humidity (test acc. to EN 60068-2-78). |

Mechanical parameters

| | |
|-----------------------------------|---|
| Max. tensile load | <p>15 N/mm² in operation, 50 N/mm² during installation</p> |
| Min. bending radius | <p>Acc. to EN 50565-1</p> |
| Abrasion resistance | <p>PRYSMIAN Internal Testing:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Acc. to DIN ISO 4649 against abrasive paper; • Sheath against sheath; • Sheath against metal; • Sheath against plastics. |
| Shrinkage Test | <p>Acc. to EN 50618, Table 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Maximum Shrinkage <2% (test acc. to EN 60811-503). |
| Pressure Test at High Temperature | <p>PRYSMIAN Internal Testing:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <50% acc. to EN 60811-508. |
| Dynamic Penetration Test | <p>Acc. to EN 50618, Annex D:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Meets requirements of EN 50618. |
| Shore-Hardness | <p>PRYSMIAN Internal Testing:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Type A: 85 acc. to DIN EN ISO 868 |
| Durability of Print | <p>Acc. to EN 50618:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Test acc. to EN 50396. |
| Rodent resistance | <p>Safety can be optimized by utilizing protective hoses, or protective element, such as a metallic screen braid.</p> |

| Number of cores x cross section | Colour | Part number | Conductor diameter max. mm | Outer diameter min. mm | Outer diameter max. mm | Bending radius fixed min. mm | Weight (approx.) kg/km | Permissible tensile force max. N | Conductor resistance at 20°C max. Ω/km | Current carrying capacity for single cable free in air (60°C ambient temp.) A | Current carrying capacity for single cable on a surface (60°C ambient temp.) A | Short Circuit Current (1s. from 90°C to 250°C) kA |
|---------------------------------|--------|-------------|----------------------------|------------------------|------------------------|------------------------------|------------------------|----------------------------------|--|---|--|---|
| 1x1,5 | black | 20154830 | 1.6 | 4.4 | 5 | 15 | 35 | 23 | 13.7 | 30 | 29 | 0.21 |
| 1x2,5 | black | 20154650 | 1.9 | 4.8 | 5.4 | 17 | 46 | 38 | 8.21 | 41 | 39 | 0.36 |
| 1x2,5 | red | 20167176 | 1.9 | 4.8 | 5.4 | 17 | 46 | 38 | 8.21 | 41 | 39 | 0.36 |
| 1x2,5 | blue | 20167177 | 1.9 | 4.8 | 5.4 | 17 | 46 | 38 | 8.21 | 41 | 39 | 0.36 |
| 1x4 | black | 20149014 | 2.4 | 5.3 | 5.9 | 18 | 61 | 60 | 5.09 | 55 | 52 | 0.57 |
| 1x4 | red | 20165491 | 2.4 | 5.3 | 5.9 | 18 | 61 | 60 | 5.09 | 55 | 52 | 0.57 |
| 1x4 | blue | 20165492 | 2.4 | 5.3 | 5.9 | 18 | 61 | 60 | 5.09 | 55 | 52 | 0.57 |
| 1x6 | black | 20149015 | 2.9 | 5.8 | 6.4 | 20 | 80 | 90 | 3.39 | 70 | 67 | 0.86 |
| 1x6 | red | 20165493 | 2.9 | 5.8 | 6.4 | 20 | 80 | 90 | 3.39 | 70 | 67 | 0.86 |
| 1x6 | blue | 20165494 | 2.9 | 5.8 | 6.4 | 20 | 80 | 90 | 3.39 | 70 | 67 | 0.86 |
| 1x10 | black | 20149016 | 4 | 7 | 7.6 | 23 | 122 | 150 | 1.95 | 98 | 93 | 1.43 |
| 1x10 | red | 20165495 | 4 | 7 | 7.6 | 23 | 122 | 150 | 1.95 | 98 | 93 | 1.43 |
| 1x10 | blue | 20165496 | 4 | 7 | 7.6 | 23 | 122 | 150 | 1.95 | 98 | 93 | 1.43 |
| 1x16 | black | 20154857 | 5.6 | 9 | 9.8 | 30 | 200 | 240 | 1.24 | 132 | 125 | 2.29 |
| 1x16 | red | 20167178 | 5.6 | 9 | 9.8 | 30 | 200 | 240 | 1.24 | 132 | 125 | 2.29 |
| 1x16 | blue | 20167179 | 5.6 | 9 | 9.8 | 30 | 200 | 240 | 1.24 | 132 | 125 | 2.29 |
| 1x25 | black | 20154858 | 6.4 | 10.3 | 11.2 | 34 | 290 | 375 | 0.795 | 176 | 167 | 3.58 |
| 1x35 | black | 20154859 | 7.5 | 11.7 | 12.5 | 50 | 400 | 525 | 0.565 | 218 | 207 | 5.01 |
| 1x50 | black | 20154860 | 9 | 13.5 | 14.5 | 58 | 560 | 750 | 0.393 | 276 | 262 | 7.15 |
| 1x70 | black | 20156711 | 10.8 | 15.5 | 16.5 | 66 | 750 | 1050 | 0.277 | 347 | 330 | 10.01 |
| 1x95 | black | 20156712 | 12.6 | 17.7 | 18.7 | 75 | 970 | 1425 | 0.21 | 416 | 395 | 13.59 |
| 1x120 | black | 20156713 | 14.2 | 19.2 | 20.4 | 82 | 1220 | 1800 | 0.164 | 488 | 464 | 17.16 |
| 1x150 | black | 20156714 | 15.8 | 21.4 | 22.6 | 91 | 1500 | 2250 | 0.132 | 566 | 538 | 21.45 |
| 1x185 | black | 20153870 | 17.4 | 23.7 | 25.1 | 101 | 1840 | 2775 | 0.108 | 644 | 612 | 26.46 |
| 1x240 | black | 20157001 | 20.4 | 27.1 | 28.5 | 114 | 2400 | 3600 | 0.082 | 775 | 736 | 34.32 |
| TECSUN(PV) (C) H1Z2Z2-K | | | | | | | | | | | | |
| 1x4 (C) | black | | 2.4 | 6 | 6.6 | 26.4 | 90 | | 5.09 | 55 | 52 | 0.57 |
| 1x6 (C) | black | | 2.9 | 6.5 | 7.1 | 28.4 | 110 | | 3.39 | 70 | 67 | 0.86 |

Standard delivery length is 500mt. Other lengths are available on request.
All cross sections are also available in red and blue colors.

afirenas X (AS)

RZ1-K(AS) 0,6/1 kV

Definición

Designación técnica:RZ1-K(AS) 0.6/1 kV

Tensión asignada..... 0.6/1 kV



Temperatura máx. de servicio:

servicio permanente:90°C

cortocircuito:.....250°C



Tensión de ensayo: Corriente alterna.....3.5 kV.
Corriente continua.....8.5 kV.

Descripción constructiva:

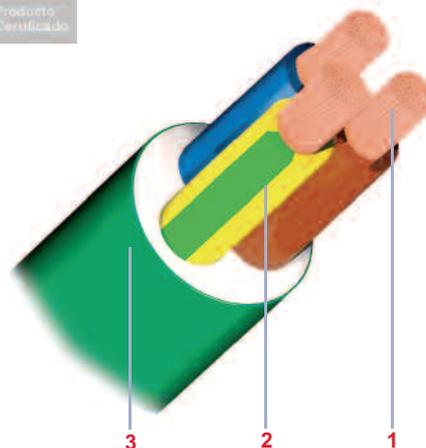
Construido según norma UNE 21123-4:

- 1 Conductor de cobre electrolítico recocido flexible clase 5 conforme a la norma UNE-EN 60228/ EN 60228 /IEC 60228.
- 2 Aislamiento polietileno reticulado XLPE tipo DIX 3 según norma UNE HD 603-1 tabla 2A.
- 3 Cubierta de poliolefina según norma UNE 21123-4.



Se presentan en formaciones multipolares de 1 a 5 fases aisladas dependiendo de las necesidades de instalación.

Temperatura mínima permitida para el tendido de cables durante su instalación y montaje de accesorios: 0°C



Simulación Cable RZ1-K(AS) 0.6/1 kV 3 G1.5 mm²

Aplicaciones

Tipo de instalación:FIJA

Guía de utilización:

RZ1-K (AS): "para el transporte y distribución de energía eléctrica en instalaciones fijas, protegidas o no. Adecuados para instalaciones interiores y exteriores, sobre soportes al aire, en tubos o enterrados. No aptos para instalaciones de alimentación de bombas sumergidas". (UNE 21123-4)

Esta especialmente indicado para su utilización en redes de distribución, acometidas, instalaciones en locales de pública concurrencia (escuelas, hospitales, superficies comerciales, cines, oficinas etc.) y en general siempre que exista un importante riesgo de incendio o donde se requiera una baja emisión de humos y gases corrosivos en caso de incendio.

Métodos adecuados de instalación:

La distancia horizontal entre las abrazaderas no será más de 20 veces el diámetro del cable. La distancia también es válida entre puntos de soporte en caso de tender sobre rejillas porta cables o sobre bandejas. En ningún caso esta distancia debe sobrepasar los 80 cm.

Características funcionales

A) Ensayo de no propagación de la llama:

La composición de la cubierta de poliolefina termoplástica, asegura la no propagación de la llama según lo exigido en las normas: UNE-EN 60332-1-2 ; EN 60332-1-2 ; IEC 60332-1-2



B) Ensayo de no propagación del incendio:

Según norma UNE EN 50266-2-4 / EN 50266-2-4 / IEC 60332-3 ; UNE EN 50266-2-5 / EN 50266-2-5 / IEC 60332-3.



C) Densidad de humos (emisión de humos):

En caso de incendio, la transmitancia luminica del humo emanado es del 90 % a los 15 minutos, según norma UNE EN 61034-2 / EN 61034-2 / IEC 61034-2.



D) Determinación de halógenos:

En caso de incendio, la emisión de monóxido de carbono, dióxido de carbono y ácido clorhídrico es inferior al 0.5 %, según norma UNE EN 50267-2-1/ EN 50267-2-1 / IEC 60754-1.



E) Acidez y corrosividad de los gases:

En caso de incendio, el índice acidez y la conductividad los gases emanados cumplen con la norma UNE EN 50267-2-3 / EN 50267-2-3 / IEC 60754-2+A1. PH mínimo ≥ 4,3 / Conductividad máxima (µS/cm) ≤100.



F) Comportamiento a la intemperie:

Ofrece una buena protección ante posibles agentes ambientales, permitiendo su instalación en exteriores, bajo tierra, incluso en presencia de humedad no permanente.





Miguelé
cables



RZ1-K(AS) 0.6/1 kV



Instrucciones técnicas - REBT

El REBT prescribe el uso de estos cables en las siguientes ITC:

ITC-BT 14: Instalaciones de Enlace-Línea general de alimentación(LGA)

ITC-BT 15: Instalaciones de Enlace: Derivaciones Individuales (DI)

ITC-BT 20: Instalaciones Interiores o Receptoras

ITC-BT 28: Instalaciones en Locales de Pública Concurrencia

ITC-BT 29: Instalaciones de locales con riesgo de incendio o explosión.

RD 2267/2004: Instalaciones industriales. Cuando vayan por el interior de falsos techos o suelos suspendidos.

Características dimensionales

| Código | Sección Nominal | Ø Exterior | Espesor aislamiento | Peso | Resistencia óhmica a 20°C |
|--------|-----------------|------------|---------------------|-------|---------------------------|
| | | | | | |
| | mm ² | mm | mm | Kg/km | Ohm/km |

| RZ1-K 0,6/1 kV | | | | | | |
|----------------|-------|-------|------|-----|------|--------|
| SI | 84001 | 1x1,5 | 5,7 | 0,7 | 48,4 | 13,3 |
| SI | 84002 | 1x2,5 | 6,2 | 0,7 | 60 | 7,98 |
| SI | 84003 | 1x4 | 6,7 | 0,7 | 79 | 4,95 |
| SI | 84004 | 1x6 | 7,7 | 0,7 | 102 | 3,30 |
| SI | 84005 | 1x10 | 8,4 | 0,7 | 150 | 1,91 |
| SI | 84006 | 1x16 | 9,8 | 0,7 | 223 | 1,21 |
| SI | 84007 | 1x25 | 11,4 | 0,9 | 300 | 0,780 |
| SI | 84008 | 1x35 | 12,6 | 0,9 | 400 | 0,554 |
| SI | 84009 | 1x50 | 14,3 | 1 | 547 | 0,386 |
| SI | 84010 | 1x70 | 16,4 | 1,1 | 744 | 0,272 |
| SI | 84011 | 1x95 | 17,9 | 1,1 | 947 | 0,206 |
| SI | 84012 | 1x120 | 20,6 | 1,2 | 1224 | 0,161 |
| SI | 84013 | 1x150 | 22,4 | 1,4 | 1507 | 0,129 |
| SI | 84014 | 1x185 | 25 | 1,6 | 1835 | 0,106 |
| SI | 84015 | 1x240 | 28 | 1,7 | 2393 | 0,0801 |
| SI | 83999 | 1x300 | 31 | 1,8 | 3017 | 0,0641 |
| SI | 84016 | 2x1,5 | 10,5 | 0,7 | 111 | 13,3 |
| SI | 84017 | 2x2,5 | 11,3 | 0,7 | 149 | 7,98 |
| SI | 84018 | 2x4 | 12,3 | 0,7 | 178 | 4,95 |
| SI | 84019 | 2x6 | 13,8 | 0,7 | 278 | 3,30 |
| SI | 84020 | 2x10 | 15,5 | 0,7 | 388 | 1,91 |
| SI | 84048 | 2x16 | 18,5 | 0,7 | 440 | 1,21 |
| SI | 84049 | 2x25 | 21,6 | 0,9 | 856 | 0,780 |
| SI | 84021 | 3x1,5 | 10,7 | 0,7 | 158 | 13,3 |
| SI | 84022 | 3x2,5 | 11,6 | 0,7 | 199 | 7,98 |



Referencias disponibles en stock permanente y red de Servicio Integrado

XLPE 90°C

0,6 / 1 kV



ESPECIFICACIÓN DE PRODUCTO

AISCAN CR

| TIPO | COMPOSICIÓN | Ø EXT mm | TOL. mm | Ø INT. MIN. mm | LONG m | TOLER. mm | Nº ESP | SECUENCIA DE ESPIRAS | CAPAS | RADIO MIN. CURV. mm | Nº ATA. |
|------------------|---------------|-------------|---------|----------------|--------|-----------|--------|----------------------------|-------|---------------------|---------|
| AISCAN-CR-16 | PVC MIXTO | 16,5 | +0,5 | 10,7 | 100 | +2 -1 | 90 | 10-10-10-10-10-10-10-10-10 | 9 | 48 | 4 |
| AISCAN-CR-20 | PVC MIXTO | 20,5 | +0,5 | 13,4 | 100 | +2 -1 | 72 | 8-8-8-8-8-8-8-8-8 | 9 | 60 | 4 |
| AISCAN-CR-25 | PVC MIXTO | 25,5 | +0,5 | 18,5 | 75 | +2 -1 | 60 | 8-7-8-7-8-7-8-7 | 8 | 75 | 4 |
| AISCAN-CR-32 | PVC MIXTO | 32,5 | +0,5 | 24,3 | 50 | +2 -1 | 35 | 5-5-5-5-5-5-5 | 7 | 96 | 4 |
| AISCAN-CR-40 | PVC MIXTO | 40,5 | +0,5 | 31,2 | 25 | +1 -0,5 | 20 | 5-5-5-5 | 4 | 160 | 4 |
| AISCAN-CR-50 | PVC MIXTO | 50,5 | +0,5 | 39,6 | 25 | +1 -0,5 | 20 | 5-5-5-5 | 4 | 200 | 4 |
| FECHA DE EDICIÓN | Nº DE EDICIÓN | Nº DE FICHA | | | | | | | | | |
| 2016/06 | 9 | EP-CR | | | | | | | | | |



CARACTERÍSTICAS SEGUN NORMA IEC 61386-22

| | |
|---|--------------|
| CODIGO: | 232122540010 |
| RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN: | >320 N |
| RESISTENCIA AL IMPACTO: | >2J a -5°C |
| TEMPERATURA MÍN. Y MÁX. DE UTILIZACION: | -5+60°C |
| CURVABLE | SI |
| RIGIDEZ DIELECTRICA: | >2000 V |
| RESISTENCIA DE AISLAMIENTO: | >100 MOhm |
| INFLUENCIAS EXTERNAS: | IP54 |
| PROPAGADOR DE LA LLAMA: | NO |
| COLOR: | NEGRO/GRIS |

CARACTERÍSTICAS DE ETIQUETADO

Cada rollo lleva etiqueta indicativa de:

Tipo, nominal, cantidad de metros, norma aplicable, Marcado "CE", Instrucciones de manipulación y almacenamiento, Código de barras EAN-13, fecha, nº de control y línea de fabricación.

CARACTERÍSTICAS DE INSTALACIÓN

LA INSTALACIÓN DE ESTE PRODUCTO SE REALIZARÁ SEGÚN INSTRUCCIONES DEL R.E.B.T

- COPIA NO CONTROLADA. ESTA INFORMACIÓN PUEDE SER MODIFICADA POR AISCAN SIN PREVIO AVISO -

| | | |
|---|--|------------------------|
|  | Bandeja ciega de acero VIATEC ala 110 enchufable | REVISION: 04 |
| | VIATEC steel solid bottom cable tray side 110 with self-coupling ends | Fam.: MBC |
| | | Pág. / Page 1/2 |

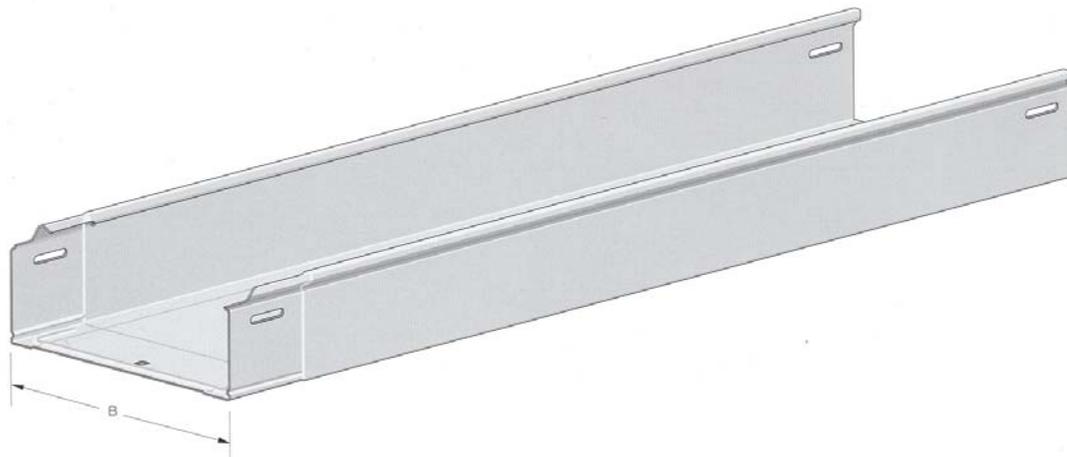
INTERFLEX, S.L. c/Muga 1, Pol. Ind. Pla d'en Coll, Montcada i Reixac E-08110 · Tel: +34 935643112 · Fax: +34 935643700 · interflex@interflex.es · www.interflex.es

| DESCRIPCIÓN | DESCRIPTION |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> Bandeja de acero laminado, embutido y plegado. Bordes protegidos. Nivel de perforación A según UNE-EN 61537 Extremo embutido para el acoplamiento directo de dos tramos de bandeja sin uniones (bandeja enchufable). Continuidad eléctrica: <ul style="list-style-type: none"> Por metro <5 mΩ UNE-EN 61537 En las uniones <50 mΩ UNE-EN 61537 Resistencia al impacto: >20 Joules, UNE-EN 61537 Acabados: <ul style="list-style-type: none"> S Acero laminado galvanizado tipo sendzimir DX51D +Z275 MAC s/ UNE-EN 10346 con una masa de recubrimiento de 275 g/m² de cinc (conjunto de ambas caras) equivalente a 20 µm por cara. G Galvanizado por inmersión en baño de cinc a 450-460°C de acuerdo con la norma UNE-EN ISO 1461. Promedio mínimo 45 µm. Aplicaciones: <ul style="list-style-type: none"> S en instalaciones de interior en atmósferas secas y sin contaminantes agresivos G en instalaciones exteriores industriales, rurales y marinas e interiores agresivas. | <ul style="list-style-type: none"> Sheet steel cable tray made of laminated steel, inlaid and bended. Lateral edges protected. Perforation level A according to CEI 61537 Depressed ends for the direct connection of two adjacent cable tray pieces without unions (self-coupling ends). Electrical continuity: <ul style="list-style-type: none"> Per metre <5 mΩ CEI 61537 In unions <50 mΩ CEI 61537 Impact resistance: > 20 Joules, CEI 61537 Finishes: <ul style="list-style-type: none"> S Laminated galvanized steel sendzimir type DX51D +Z275 MAC according to EN 10346 with a cover of zinc of 275 g/m² (both faces) equivalent to 20 µm in each face. G Hot Dip Galvanized in a zinc bath at a temperature of 450-460°C, according to EN ISO 1461 standard. Minimum average 45 µm. Uses: <ul style="list-style-type: none"> S in dry and indoor environments, without aggressive pollutants. G in outdoor industrial, rural, marine and aggressive environments |

CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES / DIMENSIONAL CHARACTERISTICS

| Referencia / Reference | B | Sección útil / Useful cross section mm ² | Embalaje / Packing m |
|------------------------|-----|---|----------------------|
| C1010S | 100 | 10120 | 12 |
| C1015S | 150 | 15520 | 12 |
| C1020S | 200 | 20920 | 6 |
| C1030S | 300 | 31720 | 6 |
| C1040S | 400 | 42520 | 6 |
| C1050S | 500 | 53320 | 6 |
| C1060S | 600 | 64120 | 6 |
| C1010G | 100 | 10120 | 12 |
| C1015G | 150 | 15520 | 12 |
| C1020G | 200 | 20920 | 6 |
| C1030G | 300 | 31720 | 6 |
| C1040G | 400 | 42520 | 6 |
| C1050G | 500 | 53320 | 6 |
| C1060G | 600 | 64120 | 6 |

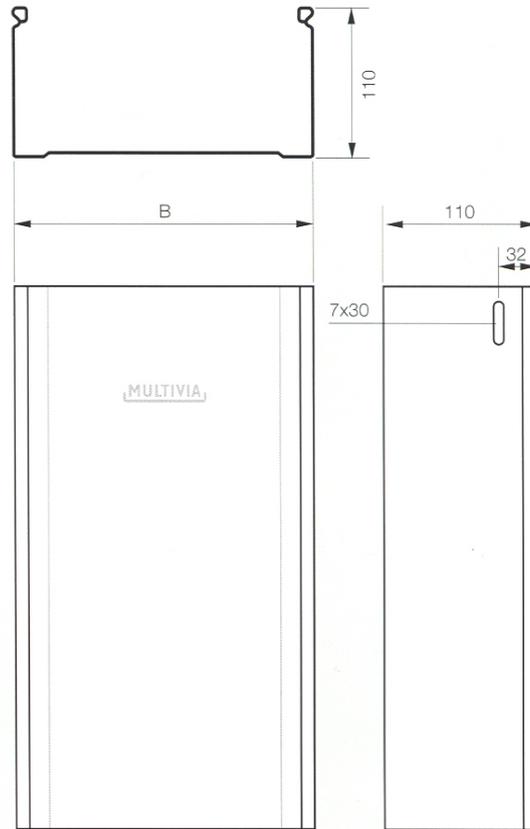
Dimensiones en mm / Dimensions in mm
Longitud/Length 3000 mm.



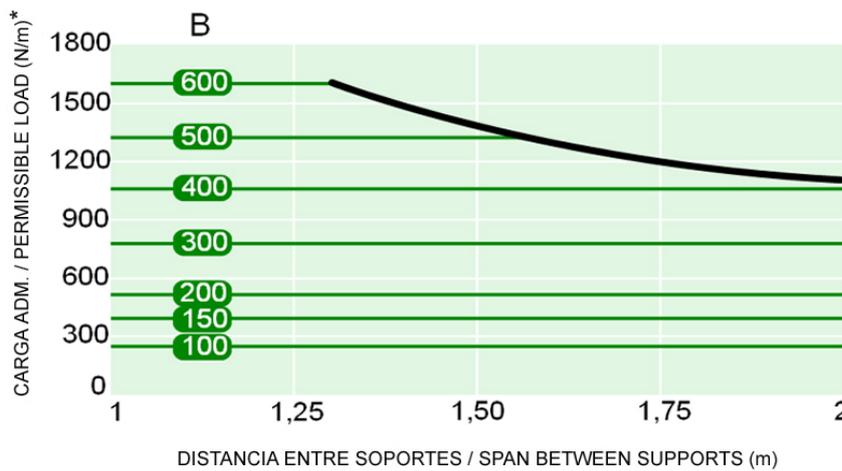
| | | |
|---|--|------------------------|
|  | Bandeja ciega de acero VIATEC ala 110 enchufable | REVISION: 04 |
| | VIATEC steel solid bottom cable tray side 110 with self-coupling ends | Fam.: MBC |
| | | Pág. / Page 2/2 |

INTERFLEX, S.L. c/Muga 1, Pol. Ind. Pla d'en Coll, Montcada i Reixac E-08110 · Tel: +34 935643112 · Fax: +34 935643700 · interflex@interflex.es · www.interflex.es

Seccion bandeja/Cable tray section.



CARGA ADMISIBLE / PERMISSIBLE LOAD



DISTANCIA ENTRE SOPORTES / SPAN BETWEEN SUPPORTS (m)

* Valores obtenidos utilizando 3 tornillos con tuerca-arandela dentada TCA620. dispuestos en las alas y en la base.
Obtained values using 3 TCA620. bolts & toothed locknuts on sides and bottom.

La información contenida en esta Especificación Técnica de Producto se considera correcta en el momento de su publicación. Sin embargo, puede ser modificada sin previo aviso. El usuario deberá efectuar la selección adecuada del producto y la preparación necesaria para unas condiciones seguras en su aplicación. Es responsabilidad del usuario comprobar los productos recibidos y notificar inmediatamente a INTERFLEX, S.L. cualquier defecto. INTERFLEX, S.L. no será responsable de cualquier daño resultante de una mala instalación, aplicación o uso de sus productos. Si los productos de INTERFLEX, S.L. son utilizados conjuntamente con productos que no son de INTERFLEX, S.L., cualquier reclamación sobre el material en su conjunto será desestimada. Visite nuestra página web www.interflex.es para obtener información actualizada.

The information provided in this Technical Data Sheet is considered to be true and correct at the time of publication. However, it may be changed without prior notice. It is the customer's obligation to determine the correct and safe selection, settings and conditions of use of the products. It is the customer's responsibility to check the delivered products and immediately notify INTERFLEX, S.L. of any detected fault. INTERFLEX, S.L. cannot be held responsible for any damage resulting from unprofessional installation, application or misuse of its products. If INTERFLEX, S.L. products are used in conjunction with non INTERFLEX, S.L. products, all product liability claims will be rejected. Visit our webpage www.interflex.es for an updated information.

| | | |
|---|-------------------------------|------------------------|
|  | Tapa bandeja de acero | REVISION: 02 |
| | Steel cable tray cover | Fam.: MAC |
| | | Pág. / Page 1/1 |

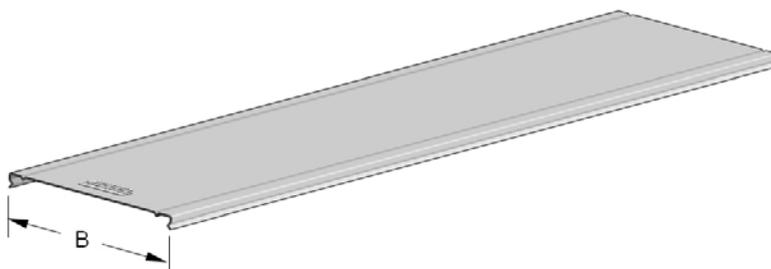
INTERFLEX, S. L. c/Muga 1, Pol. Ind. Pla d'en Coll, Montcada i Reixac E-08110 · Tel: +34 935643112 · Fax: +34 935643700 · interflex@interflex.es · www.interflex.es

| DESCRIPCIÓN | DESCRIPTION |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> Tapa de chapa perfilada, de acero laminado para el cierre a presión de las bandejas VIAFIL y VIATEC. Acabados: <ul style="list-style-type: none"> S Acero laminado galvanizado tipo sendzimir DX51D +Z275 MAC s/ UNE-EN 10346 con una masa de recubrimiento de 275 g/m² de cinc (conjunto de ambas caras) equivalente a 20 µm por cara. G Galvanizado por inmersión en baño de cinc a 450-460°C de acuerdo con la norma UNE-EN ISO 1461. Promedio mínimo 45 µm. Aplicaciones: <ul style="list-style-type: none"> S en instalaciones de interior en atmósferas secas y sin contaminantes agresivos G en instalaciones exteriores industriales, rurales y marinas e interiores agresivas. | <ul style="list-style-type: none"> Sheet steel cable tray cover made of laminated and bended steel for the snap-on enclosure of VIAFIL and VIATEC cable trays. Finishes: <ul style="list-style-type: none"> S Laminated galvanized steel sendzimir type DX51D +Z275 MAC according to EN 10346 with a cover of zinc of 275 g/m² (both faces) equivalent to 20 µm in each face. G Hot Dip Galvanized in a zinc bath at a temperature of 450-460°C, according to EN ISO 1461 standard. Minimum average 45 µm. Uses: <ul style="list-style-type: none"> S in dry and indoor environments, without aggressive pollutants. G in outdoor industrial, rural, marine and aggressive environments |

CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES / DIMENSIONAL CHARACTERISTICS

| Referencia / Reference | B | Embalaje / Packing m |
|------------------------|-----|-------------------------|
| TB06S | 60 | 24 |
| TB07S | 75 | 24 |
| TB10S | 100 | 24 |
| TB15S | 150 | 12 |
| TB20S | 200 | 12 |
| TB30S | 300 | 6 |
| TB40S | 400 | 6 |
| TB50S | 500 | 6 |
| TB60S | 600 | 6 |
| TB06G | 60 | 24 |
| TB10G | 100 | 24 |
| TB15G | 150 | 12 |
| TB20G | 200 | 12 |
| TB30G | 300 | 6 |
| TB40G | 400 | 6 |
| TB50G | 500 | 6 |
| TB60G | 600 | 6 |

Dimensiones en mm / Dimensions in mm
Longitud / Length 3000mm.



La información contenida en esta Especificación Técnica de Producto se considera correcta en el momento de su publicación. Sin embargo, puede ser modificada sin previo aviso. El usuario deberá efectuar la selección adecuada del producto y la preparación necesaria para unas condiciones seguras en su aplicación. Es responsabilidad del usuario comprobar los productos recibidos y notificar inmediatamente a INTERFLEX, S.L. cualquier defecto. INTERFLEX, S.L. no será responsable de cualquier daño resultante de una mala instalación, aplicación o uso de sus productos. Si los productos de INTERFLEX, S.L. son utilizados conjuntamente con productos que no son de INTERFLEX, S.L., cualquier reclamación sobre el material en su conjunto será desestimada.

Visite nuestra página web www.interflex.es para tener información actualizada.

The information provided in this Technical Data Sheet is considered to be true and correct at the time of publication. However, it may be changed without prior notice.

It is the customer's obligation to determine the correct and safe selection, settings and conditions of use of the products. It is the customer's responsibility to check the delivered products and immediately notify INTERFLEX, S.L. of any detected fault. INTERFLEX, S.L. cannot be held responsible for any damage resulting from unprofessional installation, application or misuse of its products. If INTERFLEX, S.L. products are used in conjunction with non INTERFLEX, S.L. products, all product liability claims will be rejected.

Visit our webpage www.interflex.es for an updated information.

Rendimiento de un sistema FV conectado a red

PVGIS-5 valores estimados de la producción eléctrica solar:

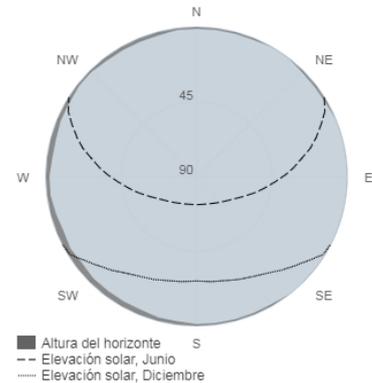
Datos proporcionados:

Latitud/Longitud: 39.966, -0.225
 Horizonte: Calculado
 Base de datos: PVGIS-CMSAF
 Tecnología FV: Silicio cristalino
 FV instalado: 31.68 kWp
 Pérdidas sistema: 14 %

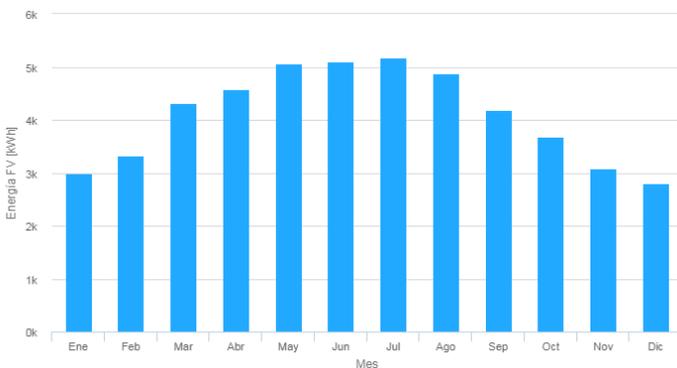
Resultados de la simulación

Ángulo de inclinación: 28 °
 Ángulo de azimut: 0 °
 Producción anual FV: 49200 kWh
 Irradiación anual: 1990 kWh/m²
 Variación interanual: 1190.00 %
 Cambios en la producción debido a:
 Ángulo de incidencia: -2.7 %
 Efectos espectrales: 0.6 %
 Temperatura y baja irradiancia: -7.3 %
 Pérdidas totales: -21.9 %

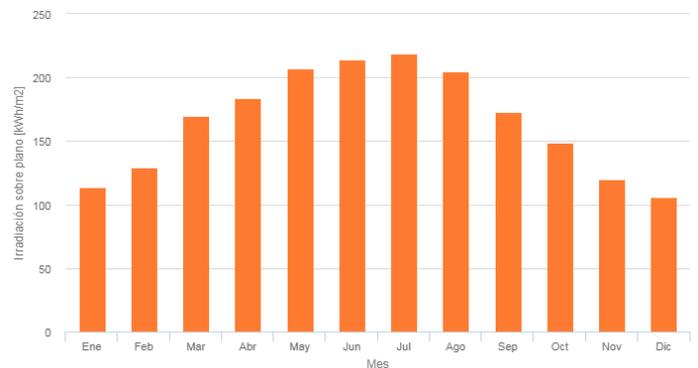
Perfil del horizonte:



Producción de energía mensual del sistema FV fijo:



Irradiación mensual sobre plano fijo:



Energía FV y radiación solar mensual

| Mes | Em | Hm | SDm |
|------------|------|-----|-----|
| Enero | 2990 | 114 | 328 |
| Febrero | 3330 | 129 | 519 |
| Marzo | 4320 | 170 | 485 |
| Abril | 4580 | 184 | 404 |
| Mayo | 5060 | 207 | 303 |
| Junio | 5110 | 214 | 185 |
| Julio | 5170 | 219 | 299 |
| Agosto | 4880 | 205 | 194 |
| Septiembre | 4190 | 173 | 326 |
| Octubre | 3690 | 149 | 377 |
| Noviembre | 3090 | 120 | 419 |
| Diciembre | 2800 | 106 | 236 |

Em: Producción eléctrica media mensual del sistema dado [kWh].

Hm: Suma media mensual de la irradiación global recibida por metro cuadrado por los módulos del sistema dado [kWh/m²].

SDm: Desviación estándar de la producción eléctrica mensual debida a la variación interanual [kWh].

Rendimiento de un sistema FV conectado a red

PVGIS-5 valores estimados de la producción eléctrica solar:

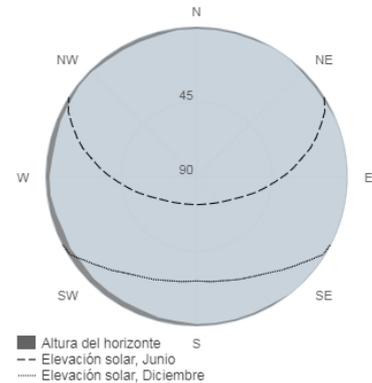
Datos proporcionados:

Latitud/Longitud: 39.966, -0.225
 Horizonte: Calculado
 Base de datos: PVGIS-CMSAF
 Tecnología FV: Silicio cristalino
 FV instalado: 31.68 kWp
 Pérdidas sistema: 14 %

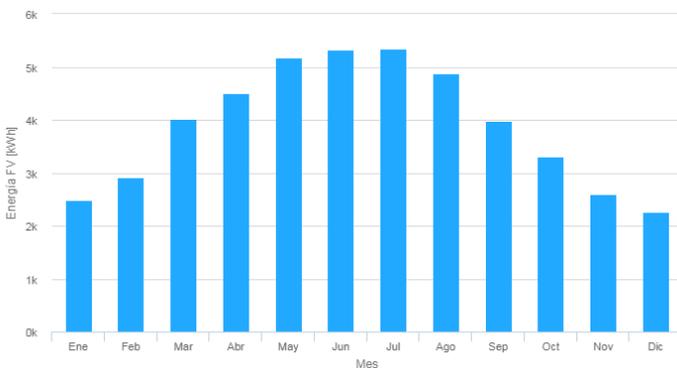
Resultados de la simulación

Ángulo de inclinación: 15 °
 Ángulo de azimut: 10 °
 Producción anual FV: 46800 kWh
 Irradiación anual: 1900 kWh/m²
 Variación interanual: 1070.00 %
 Cambios en la producción debido a:
 Ángulo de incidencia: -2.9 %
 Efectos espectrales: 0.5 %
 Temperatura y baja irradiancia: -7.2 %
 Pérdidas totales: -22.2 %

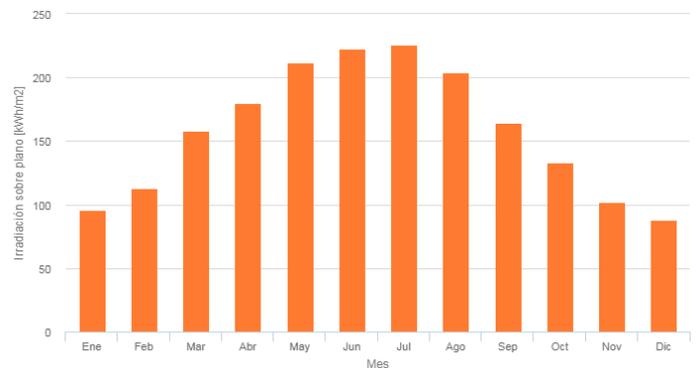
Perfil del horizonte:



Producción de energía mensual del sistema FV fijo:



Irradiación mensual sobre plano fijo:



Energía FV y radiación solar mensual

| Mes | Em | Hm | SDm |
|------------|------|------|-----|
| Enero | 2480 | 95.5 | 254 |
| Febrero | 2910 | 113 | 430 |
| Marzo | 4010 | 158 | 426 |
| Abril | 4500 | 180 | 384 |
| Mayo | 5180 | 212 | 316 |
| Junio | 5330 | 223 | 193 |
| Julio | 5350 | 226 | 304 |
| Agosto | 4880 | 204 | 189 |
| Septiembre | 3980 | 164 | 298 |
| Octubre | 3300 | 133 | 315 |
| Noviembre | 2600 | 102 | 327 |
| Diciembre | 2270 | 87.7 | 171 |

Em: Producción eléctrica media mensual del sistema dado [kWh].

Hm: Suma media mensual de la irradiación global recibida por metro cuadrado por los módulos del sistema dado [kWh/m²].

SDm: Desviación estándar de la producción eléctrica mensual debida a la variación interanual [kWh].

2. PLIEGO DE CONDICIONES

Índice

2. PLIEGO DE CONDICIONES

| | | |
|---------|---|----|
| 2.1. | OBJETO | 83 |
| 2.2. | GENERALIDADES | 83 |
| 2.3. | INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN | 84 |
| 2.3.1. | <i>Características generales</i> | 84 |
| 2.3.2. | <i>Cables conductores</i> | 84 |
| 2.3.3. | <i>Cable neutro</i> | 84 |
| 2.3.4. | <i>Cable de protección</i> | 84 |
| 2.3.5. | <i>Señalización de cables conductores</i> | 85 |
| 2.3.6. | <i>Canalizaciones</i> | 85 |
| 2.3.7. | <i>Interconexiones entre conductores</i> | 86 |
| 2.3.8. | <i>Elementos de control</i> | 86 |
| 2.3.9. | <i>Elementos de protección</i> | 86 |
| 2.3.10. | <i>Realización de la obra</i> | 87 |
| 2.3.11. | <i>Proceso de ejecución de la obra</i> | 87 |
| 2.3.12. | <i>Fecha de la obra y plazo de ejecución</i> | 88 |
| 2.3.13. | <i>Fallos en la obra</i> | 88 |
| 2.3.14. | <i>Pruebas de funcionamiento</i> | 88 |
| 2.4. | DOCUMENTACIÓN FINAL..... | 89 |
| 2.5. | INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA..... | 89 |
| 2.5.1. | <i>Objetivo</i> | 89 |
| 2.5.2. | <i>Condiciones generales</i> | 90 |
| 2.5.3. | <i>Diseño de la instalación</i> | 90 |
| 2.5.4. | <i>Entrega de la instalación y pruebas necesarias</i> | 95 |
| 2.5.5. | <i>Montaje de la instalación</i> | 95 |
| 2.6. | GARANTÍA..... | 96 |

| | | |
|--------|---------------------------------------|----|
| 2.7. | MANTENIMIENTO..... | 96 |
| 2.7.1. | <i>Condiciones generales</i> | 96 |
| 2.7.2. | <i>Mantenimiento preventivo</i> | 97 |
| 2.7.3. | <i>Mantenimiento correctivo</i> | 97 |

2.1. OBJETO

La función de este documento, es indicar las condiciones mínimas que debe cumplir la instalación. Este documento es también una guía para la empresa instaladora y fabricantes del material utilizado, describiendo las características que debe cumplir esta instalación.

Dichas condiciones aplican a la instalación y a los componentes fotovoltaicos de la instalación montados para la generación de energía en Tecnopacking SL.

En caso de modificaciones o imprevistos se podrán modificar las soluciones mencionadas en el pliego de condiciones, siempre que esta modificación sea justificada y no repercuta en las exigencias de calidad mínimas.

El objetivo de este documento es ayudar a la promoción de las energías renovables, en concreto de la solar fotovoltaica y garantizar:

- La continuidad del suministro.
- La calidad de la instalación.
- La seguridad para as personas.
- Que cumpla con la normativa vigente de las energías renovables.

2.2. GENERALIDADES

La empresa instaladora estará dada de alta en la Conserjería de Industria de la Comunidad Autónoma de la Comunidad Valenciana.

Deberá contar con los medios humanos y materiales suficientes para la realización de las instalaciones que son objeto este Proyecto. Así como del conocimiento técnico necesario.

Durante la realización de la obra, la empresa instaladora designará a un responsable de la instalación.

El precio pactado con anterioridad debe mantenerse a pesar de que aumente el coste del material o por fallo en el presupuesto aceptado por el cliente.

La empresa responsable de la instalación deberá designar a una persona responsable de asegurar el cumplimiento del plan de seguridad y salud, siendo este el responsable en caso de accidente durante el trascurso de la obra, cómo consecuencia de no ejercer bien su función garantizando la seguridad de los empleados.

2.3. INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSION

2.3.1. Características generales

En este Pliego de Condiciones se estipularán unas características técnicas mínimas que deberán cumplir los materiales empleados en la ejecución de la obra. Todos los materiales deberán estar homologados por las normas UNE citadas en el ITC-BT-02. También será de obligado cumplimiento que los materiales empleados cumplan con las especificaciones que se describen en los cálculos realizados para cada elemento de la instalación.

2.3.2. Cables conductores

Los cables utilizados cumplirán con las indicaciones del REBT para las tensiones e intensidades calculadas para cada uno de los circuitos.

En el apartado de Cálculos se detallan tanto la sección, que siempre será normalizada, cómo la cantidad de conductores para cada circuito en concreto.

Para esta instalación se utilizarán conductores de cobre con denominación RZ1-K(AS) para el interior de la instalación y cable solar para la zona exterior y asegurar una menor degradación del recubrimiento aislante de los cables a la intemperie. Este tipo de recubrimiento tiene una tensión de aislamiento de 0,6/1kV. La capa exterior de dicho aislamiento será de diferentes colores para poder identificar cada función del conductor:

- Marrón: conductor de fase R
- Negro: conductor de fase S
- Gris: conductor de fase T
- Azul: neutro
- Verde-amarillo: conductor de protección

2.3.3. Cable neutro

Para determinar la sección del conductor neutro se seguirán las indicaciones del ITC-BT-19 donde se especifica que la sección mínima tanto para instalaciones monofásicas cómo para trifásicas será como mínimo igual a la de la fase, para asegurar que se pueda hacer frente a posibles desequilibrios y a corrientes armónicas provocadas por cargas no lineales.

2.3.4. Cable de protección

El ITC-BT-26 indica que los conductores de protección deben ser de cobre y tener el mismo aislamiento que el resto de conductores. Se instalan junto con el resto de cables conductores por una canalización con la sección indicada según el ITC-BT-19.

Proyecto de una Instalación Fotovoltaica

Para el diseño e instalación del conductor de protección será necesario tener en cuenta:

- Utilizar un conductor diferente para cada una de las instalaciones.
- Se utilizará un conductor de protección diferente para cada tensión nominal.

- Tanto los conductores activos como los de protección se ubicarán en una única envolvente de protección.

- Los conductores sobre todo los que atraviesan la construcción irán protegidos contra deterioros físicos y químicos mediante la canalización adecuada dependiendo del medio.

2.3.5. Señalización de cables conductores

Para facilitar el trabajo en caso de reparaciones todos los conductores irán señalizados indicando el circuito al que pertenecen y agrupando todos los que pertenezcan al mismo circuito.

Además siguiendo el código de colores anteriormente descrito aseguramos que en todo momento sabremos el tipo de conductor y el circuito al que pertenece cada cable.

2.3.6. Canalizaciones

Los tubos, actuarán como elemento protector de los cables conductores y por tanto deberán ser seleccionados en función de los agentes deteriorantes a los que puedan estar expuestos. La sección de los tubos vendrá determinada por la cantidad y sección de los conductores que transporta y según la normativa ITC-BT-21

Los tubos instalados serán de PVC rígidos en zonas de superficie, las secciones correspondientes se encuentran en el apartado de cálculos, siendo todas secciones normalizadas. Para las zonas empotradas se utilizará tubo flexible corrugado.

Las temperaturas que deberán soportar las canalizaciones según su material de fabricación serán:

- Canalizaciones de policloruro de vinilo o polietileno: 60°C
- Canalizaciones metálicas: 70°C

La utilización de las canalizaciones deberá cumplir con las siguientes condiciones:

- En cada tubo solamente circularán conductores de un mismo circuito o se deberán cumplir los siguientes requisitos adicionales:

- Todos los conductores que circulan por un mismo tubo cuentan con la misma tensión máxima de aislamiento.

- Los circuitos que circulen por un mismo tubo estarán protegidos cada uno de ellos contra sobreintensidades.

-Si la corriente es trifásica y los conductores están bajo tubo metálico todos ellos deberán contar con una misma protección.

Para calcular la sección de cada canalización se utilizarán las instrucciones de la norma ITC-BT-19 del REBT, donde se indica que los tubos tendrán como mínimo una sección igual a tres veces la sección de los cables que circulen por su interior. Se tomarán como referencia las secciones expuestas en la Tabla I de la ITC-BT-19 para tubos de PVC y hasta 5 conductores.

2.3.7. Interconexiones entre conductores

Las interconexiones de los conductores deberán realizarse dentro de cajas normativas, o bien de material aislante o bien metálicas protegiéndolas de la corrosión. Las cajas deben ir empotradas y con una tapa asegurada con tornillos para evitar el contacto con los conductores.

Las cajas donde se realizan las conexiones tendrán un tamaño que permita albergar de manera holgada todos los conductores necesarios. La profundidad de dicha caja será como mínimo igual al diámetro del tubo mayor que llega hasta la caja con un 50% extra de holgura.

Las uniones entre conductores deberán ser siempre mediante bornes de conexión, ya sea de manera individual o en bloques formando regletas de conexión. Estas uniones se realizarán siempre dentro de las cajas de conexión.

Para asegurar que no se dañe el aislamiento de los cables, se protegerán los terminales del tubo con bordes redondos o similares.

2.3.8. Elementos de control

Los elementos de control son dispositivos que nos permiten abrir o cerrar el circuito cuando lo necesitamos, es decir, se trata de interruptores, conmutadores o relés. Estos serán estancos y de material aislante, asegurando que puedan cortar la intensidad máxima del circuito y que no formaran arcos.

Será necesario asegurar como mínimo 10.000 maniobras consistentes en abrir y cerrar el circuito con intensidad y tensión nominal

2.3.9. Elementos de protección

Los elementos de protección de la instalación estarán ubicados en una zona donde se pueda acceder a ellos fácilmente pero fuera del alcance de personas no autorizadas o sin conocimientos suficientes para su manejo. Estos elementos irán dentro de una envolvente para asegurar su correcto manejo.

Los fusibles de la instalación seguirán la norma UNE-EN 60-269-1:1998.

Los fusibles serán los responsables de proteger la instalación frente a sobretensiones, además

Proyecto de una Instalación Fotovoltaica

deberán llevar indicada la tensión e intensidad de trabajo.

Los interruptores magnetotérmicos en conjunto con los interruptores diferenciales cumplen con la legislación aplicable de la norma UNE-EN 60-947-2: 1996. Anexo B. Para esta instalación todos los diferenciales tendrán una sensibilidad de 30mA ya que no hay problemas con la selectividad de otros cuadros eléctricos.

Los elementos de protección de la instalación deberán poseer como mínimo las siguientes características:

-Deberán tener la protección a agentes externos necesaria en cada caso, teniendo el grado de protección IP necesaria para asegurar su buen funcionamiento.

-Estarán ubicados en envolventes de carácter aislante y de manera que se asegure que en situación de fallo no dañaran al usuario. También será necesario asegurar que la colocación permite su reemplazo de manera segura.

-Los interruptores magnetotérmicos contarán con curvas de tiempo-intensidad adecuadas para asegurar su correcto funcionamiento.

-Los interruptores diferenciales serán capaces de mantener el circuito abierto frente a las posibles corrientes de cortocircuito que se puedan generar, en caso contrario necesitarán elementos adicionales para asegurar la seguridad de la instalación.

2.3.10. Realización de la obra

La ubicación de la instalación se realizará en los espacios para los que ha sido diseñada especificados tanto en la memoria cómo en los planos del proyecto.

La empresa instaladora estará dada de alta en la Conserjería de Industria de la Comunidad Valenciana.

La empresa responsable de la realización de la obra deberá suministrar los materiales ofertados para la realización de la obra asegurando así el correcto desarrollo de la obra.

Todos los materiales serán adecuados para la realización de los trabajos correspondientes y cumplirán con las calidades y características exigidas en el contrato.

2.3.11. Proceso de ejecución de la obra

El proceso que deben seguir los trabajos para una correcta realización de los trabajos de la obra, se basará en los siguientes pasos:

- Anclaje de los soportes al panel sándwich
- Montaje del sistema de soporte

- Colocación de los paneles fotovoltaicos en los soportes
- Montaje del resto de elementos (Inversores, reguladores y baterías) en la sala destinada a esta función.
- Cableado y conexionado de todos los equipos
- Configuración de los equipos

2.3.12. Fecha de la obra y plazo de ejecución

La fecha de inicio de la obra, así como el plazo de ejecución de los trabajos se deberá pactar entre la empresa instaladora y los propietarios de la nave.

En caso de incumplimiento de los plazos acordados el propietario tendrá derecho a una indemnización previamente acordada.

2.3.13. Fallos en la obra

En caso de que el resultado final de la obra o alguno de sus pasos no se ajuste con este proyecto el propietario deberá comunicarlo tanto a la empresa instaladora cómo a la dirección de obra para así tomar las acciones requeridas para asegurar las calidades y resultados exigidos, esto puede incurrir en una ampliación del plazo de entrega de la obra si así se acordara.

2.3.14. Pruebas de funcionamiento

Para poder entregar la instalación de manera correcta, la empresa instaladora deberá haber realizado ciertas pruebas, asegurando así el correcto funcionamiento de la instalación:

- Puesta en marcha, la instalación estará en funcionamiento un día completo al menos para asegurar su correcto funcionamiento.
- Deberán cumplir con todas las medidas de seguridad necesarias, entre las que se encuentran:
 - Las protecciones contra contactos directos
 - Asegurar el correcto funcionamiento de las conexiones equipotenciales
 - Comprobar la continuidad de los cables conductores
 - Asegurar el cumplimiento de la normativa MI BT-17, comprobando el correcto aislamiento de la instalación
 - Comprobar que la resistencia de tierra cumple con los valores estipulados
 - Asegurar que las secciones de los conductores de protección cumplen con la normativa
 - Comprobación que las caídas de tensión no exceden al valor calculado, así como que

Proyecto de una Instalación Fotovoltaica

las secciones coinciden con las del proyecto.

- Comprobación de la conexión de las masas a los cables de protección
- Comprobar que la instalación no cuenta con partes defectuosas que puedan originar fallos repentinos
- Asegurar que el material de los conductores es el pactado
- La correcta identificación de los cables de protección y neutro
- Comprobación que los elementos de a instalación cumplen con las normas UNE correspondientes

Al concluir la obra, el propietario recibirá un libro en el que constaran todos los elementos instalados, así como manuales de uso, la normativa que los rige y su garantía.

2.4. DOCUMENTACIÓN FINAL

Al finalizar la obra se presentarán todos los documentos y certificados requeridos por la administración y la propiedad junto con el certificado final de obra.

2.5. INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA

2.5.1. Objetivo

En este documento se pretende fijar las condiciones que deben cumplir las instalaciones aisladas de la red para hacer de guía a fabricantes e instaladores, estipulando las características que deben tener las instalaciones de este tipo para asegurar la calidad de estas.

La calidad del servicio de energía eléctrico suministrado por la instalación se valorará en función de la continuidad de esta, para lo cual será necesaria un correcto dimensionamiento de la instalación y un sistema de control correctamente configurado. Además, se valorará la integración de la instalación con el entorno.

El presente pliego de condiciones técnicas (PCT) tiene su ámbito de aplicación en los sistemas mecánicos, electrónicos y eléctricos que forman la instalación.

En caso de ser necesario se podrán modificar las directrices trazadas por este proyecto si estas modificaciones están plenamente justificadas y no decrece la calidad especificada en este proyecto.

Este PCT pretende marcar directrices para la ayuda a la difusión de las energías renovables, en concreto la energía solar fotovoltaica.

2.5.2. Condiciones generales

En este pliego figura la normativa aplicable a esta instalación fotovoltaica pero que también

podrá ser de aplicación para otras instalaciones técnicamente similares. La normativa que afecta a este tipo es:

- Real Decreto 842/2002, 2 de Agosto, que aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT)
- Código técnico de la Edificación
- Diferentes normativas Europeas de seguridad y compatibilidad electromagnética

2.5.3. Diseño de la instalación

2.5.3.1. Orientación e inclinación de los paneles

Según la normativa las pérdidas de radiación a causa de la posición o inclinación de los paneles por una orientación diferente de la óptima, tiene unos valores máximos que no se deben superar. Estos valores se indican a continuación en la Figura 2.1:

| Motivos de pérdida de potencia | Perdida máxima permitida (%) |
|---------------------------------------|-------------------------------------|
| Inclinación y orientación | 20% |
| Sombras | 10% |
| Combinación de ambas | 20% |

Fig. 2.1: Perdidas máximas admitidas

Fuente: IDAE Pliego de condiciones técnicas de instalaciones aisladas

En caso de que estos valores sean superados, se deberá justificar la idoneidad de la instalación así como justificar dichas pérdidas e incluirse en la memoria.

2.5.3.2. Dimensionado de la instalación

Para un correcto dimensionamiento de la instalación, se deberán calcular como mínimo los siguientes cálculos justificativos:

- Estimación del consumo de energía
- Rendimiento de la instalación y potencia mínima a instalar para asegurar el funcionamiento
- Dimensionamiento de la batería en función de las descargas y las pérdidas.
- El sobredimensionamiento de los paneles fotovoltaicos no puede superar mas de un 20% más que lo obtenido en los cálculos, a no ser que se trate de aplicaciones especiales.

Proyecto de una Instalación Fotovoltaica

-La autonomía de la batería deberá ser como mínimo de tres días

-Se intentará aprovechar al máximo posible la radiación solar

2.5.3.3. Sistema de monitorización

La instalación deberá contar con un sistema de monitorización proporcionando al menos las siguientes:

-Potencia generada por los paneles fotovoltaicos, tensión e intensidad en corriente continua

-Potencia absorbida por los elementos de la instalación fotovoltaica ya sea en continua o en alterna

-Potencia consumida por la instalación en corriente alterna

Estos datos se tomarán cada cuarto de hora y se mostrarán por defecto en medidas horarias, siendo este valor totalmente configurable según necesidades.

2.5.3.4. Materiales

2.5.3.4.1. Aspectos generales

Todos los materiales empleados en la instalación deberán satisfacer las medidas de protección y seguridad para el usuario, recogidas en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

Los equipos y conductores contarán con un grado de aislamiento básico como mínimo.

Será necesario incluir en la instalación todos aquellos elementos necesarios para proteger al usuario frente a contactos directos e indirectos. Si se superan los 120 Vcc estas medidas de aislamiento deberían ser como mínimo de clase II

La instalación deberá estar protegida contra sobretensiones, sobrecargas y cortocircuitos.

Las instalaciones realizadas en el exterior deberán estar protegidas contra los agentes medioambientales, especialmente la radiación solar y el agua.

Los equipos expuestos a inclemencias medioambientales o peligros de inundación, ya se encuentren en exterior como en interior deberán contar con IP65 y los que no con un IP20.

Los equipos electrónicos instalados deberán cumplir con la normativa vigente en materia de seguridad y compatibilidad electrónica.

Las instrucciones de uso y mantenimiento de los equipos deberán estar en castellano para asegurar la seguridad de los usuarios.

2.5.3.4.2. Paneles fotovoltaicos

Los paneles fotovoltaicos deberán cumplir con las características exigidas por la norma UNE-EN 61215 para paneles de silicio cristalino y la norma UNE-EN 61730-1 y la 2 que atañe a la seguridad en los paneles.

Los paneles deberán estar correctamente señalizados indicando la marca y el modelo. Además, se señalará el número del panel para poder identificar a qué serie pertenece durante el mantenimiento.

Los paneles instalados deberán cumplir con las especificaciones descritas en este Pliego de Condiciones Técnicas, en caso contrario y si la modificación es justificada se deberán especificar las nuevas especificaciones en la Memoria del proyecto.

Los paneles deben contar con diodos de derivación para prevenir posibles daños en las células y sus interconexiones a causa de las sombras.

Los marcos de los paneles deberán ser de acero inoxidable o aluminio.

Los valores de potencia máxima y corriente de cortocircuito reales no podrán exceder el $\pm 5\%$ de los valores nominales de la ficha técnica.

Los paneles no deben presentar defectos de fabricación como manchas, roturas, desalineación de las células o burbujas en el encapsulante.

Si la tensión nominal en continua excede los 48V todas las partes metálicas de la instalación deberán ir conectadas a la toma de tierra de la instalación.

La instalación deberá contar con elementos que aseguren una desconexión de la instalación, cada uno en uno de los terminales y en cada una de las series de paneles.

En caso de utilización de paneles sin los requerimientos técnicos adecuados se deberán presentar ensayos que avalen la calidad y capacidad de estos y contar con la aceptación del IDAE.

2.5.3.4.3. Estructura de anclaje al tejado

El montaje de la instalación se realizará sobre los carriles dispuestos para ello y asegurado al panel sándwich mediante grapas y todos los accesorios necesarios.

La estructura dispuesta en la cubierta deberá asegurar las posibles dilataciones térmicas que puedan ocurrir sin dañar a los paneles.

Al tratarse de una estructura coplanar no incurrirá a aumentar la sobrecarga de viento con la que cuenta la instalación, no obstante, sí que afectará a la carga de nieve, que deberá soportar siguiendo las indicaciones del Código Técnico de la Edificación

Los elementos de sujeción estarán protegidos de los agentes medioambientales y los posibles taladros realizados sobre estos elementos serán galvanizados para proteger los elementos.

Proyecto de una Instalación Fotovoltaica

2.5.3.4.4. Baterías de Ion Litio

Los sistemas de almacenaje empleados en la instalación deberán cumplir las siguientes características para así asegurar su calidad:

- La tecnología empleada por las baterías debe ser Ion-Litio NMC
- Capacidad mínima de las baterías en conjunto 50kWh
- Las baterías deberán contar con sistema de gestión
- Deberán ser compatibles con el resto de equipos
- Vida útil de al menos 4000 ciclos
- Se conectará de manera adecuada al resto de equipos de la instalación
- Tendrá los manuales y fichas técnicas en español para asegurar su correcta puesta en marcha y mantenimiento

2.5.3.4.5. Inversores y reguladores de carga

Los inversores y reguladores de carga serán de onda senoidal, ya que son de gran potencia y en otro caso podría ocasionar daños en las cargas.

Estos inversores se conectarán a la salida de los paneles fotovoltaicos para dar tensión a la instalación directamente, ya que la mayor parte del tiempo la producción va a ser consumida por la instalación en lugar de cargar las baterías.

Los reguladores de carga se colocarán tras los inversores y serán los encargados de regular el estado de la batería y interactuar con la puesta en marcha del grupo electrógeno

Los inversores funcionaran cómo regulador de la producción también de manera similar a un MPPT.

Tanto los inversores cómo los reguladores de carga deberán ser capaces de soportar las tensiones e intensidades generadas por los paneles.

Los inversores y reguladores de carga deberán estar protegido frente a:

- Tensiones de entrada diferentes al rango especificado
- Desconexión de las baterías
- Cortocircuitos en la instalación eléctrica de la nave
- Sobrecargas

Las pérdidas internas del inversor deberán ser menores del 5%

Los equipos inversores deben ir correctamente etiquetados. En dichas etiquetas deberán

constar:

- Tensión nominal de entrada
- Tensión nominal de salida
- Frecuencia de la tensión de salida
- Potencia nominal
- Fabricante y modelo
- Número de serie
- Polaridad
- Número de terminales

2.5.3.4.6. Conductores

Los cables conductores deberán cumplir con las secciones calculadas en este proyecto para evitar así sobrecalentamientos o caídas de tensión inadecuadas.

Los conductores positivos se conducirán por canalizaciones separadas de los conductores negativos en la instalación en corriente continua. Además, dichos conductores deberán ir correctamente señalizados y aislado según normativa.

Los cables que circulan por la cubierta serán cables con aislamiento especial para largas exposiciones al sol e irán protegidos bajo canalización.

2.5.3.4.7. Protecciones de la instalación

Todos los elementos por los que circule una tensión superior a 48V deberán estar conectados con una toma de tierra a las tierras de la instalación. Asimismo, los elementos metálicos de la instalación también deberán estar conectados a esta.

Las protecciones de los cuadros aseguran la protección de los usuarios tanto a contactos directos como a indirectos.

Todos los elementos de la instalación estarán protegidos por un fusible de manera individual y en conjunto estarán protegidos frente a sobrecargas, sobretensiones y cortocircuitos.

De todos los elementos protegidos el más sensible es la batería, por tanto, se deberá prestar especial atención en dicha producción

2.5.4. Entrega de la instalación y pruebas necesarias

El instalador entregará un Libro Final de obra que contenga los materiales utilizados, sus fichas técnicas, manuales, certificados de calidad y mantenimiento.

Proyecto de una Instalación Fotovoltaica

Se deberán comprobar todos los equipos antes de la puesta en marcha, comprobando su configuración y buen funcionamiento.

Las comprobaciones previas a dicha puesta en marcha serán:

- Correcto funcionamiento de los equipos
- Correcta conexión unos con otros
- Prueba de protecciones asegurando los correctos tiempos de disparo

Tras estas comprobaciones se hará una prueba de arranque y tras unos minutos de funcionamiento una de parada.

Se deberá asegurar que todos los elementos de protección cumplen con la normativa vigente y se realizarán los ensayos normativos a este efecto.

Tras este tiempo se realizará un periodo de funcionamiento en modo pruebas, que durará 200 horas.

Durante este periodo el instalador será el responsable de la instalación y deberá enseñar a utilizar dicha instalación al usuario final.

Toda la instalación contará con una garantía de 5 años y los paneles fotovoltaicos con una garantía de 10 años.

2.5.5. Montaje de la instalación

2.5.5.1. Paneles fotovoltaicos

Los paneles se ubicarán como se indica en los planos, en filas. En el apartado de planos figura el unifilar donde se indica cuántos de estos paneles se conectan en serie y cuántas series se conectarán en paralelo para obtener la tensión y corriente deseada.

Los paneles estarán bien sujetos en el sistema de fijación mediante carril y grapas.

Los paneles se conectarán mediante las cajas de empalme situadas tras los paneles y todo el cableado irá protegido por canalización.

2.5.5.2. Baterías

Las baterías se conectarán prestando especial atención a la delicadeza de esta frente a sobretensiones y sobreintensidades. Protegiendo los conectores y albergando las protecciones de manera adecuada para que no se dañen.

Se tendrá en cuenta que las baterías deben trabajar a una temperatura relativamente estable y nunca a temperaturas elevadas, por ello en caso de necesidad se incorporará un sistema de ventilación o climatización.

2.5.5.3. Reguladores de carga e inversores

Dichos elementos deberán colocarse en una sala en la que la temperatura sea estable y no elevada, igual que el caso de las baterías.

El fabricante aconseja su montaje en pared para evitar posibles golpes, además el conexionado entre estos elementos se realiza en el interior de estos protegidos por una carcasa.

Todos los conductores que llegan a los equipos circularán por canaleta, en la pared, hasta entrar en estos.

El regulador de carga será el encargado de controlar el estado de carga de las baterías y regular la interconexión entre la instalación las baterías y el grupo electrógeno.

Las conexiones las realizará la empresa instaladora que esté suficientemente cualificada para ello.

2.5.5.4. Protecciones

Las protecciones estarán ubicadas en el cuadro eléctrico de la instalación. Este estará adecuado a la ubicación del mismo asegurando así su correcta manipulación y la protección de los elementos frente a agentes dañinos.

2.6. GARANTÍA

La garantía de la instalación estará determinada por la correcta manipulación de sus equipos, así como las garantías que cada fabricante ofrece para sus productos.

La garantía permitirá o bien la sustitución del elemento dañado o su reparación si esta es posible. En todos los elementos esta garantía será de cómo mínimo 5 años excepto en los paneles fotovoltaicos que será de 10 años.

La garantía no solamente cubrirá los equipos, sino que también estará incluida la mano de obra tanto de montaje cómo de desmontaje y todas las pruebas necesarias para asegurar tanto la seguridad del usuario como la calidad de la instalación

2.7. MANTENIMIENTO

2.7.1. Condiciones generales

Tras entregar la instalación finalizada, se establecerá un contrato de mantenimiento de la instalación. Este será preventivo y correctivo.

A ser posible dicho contrato de mantenimiento se realizará con la empresa instaladora ya que conoce mejor la instalación.

Proyecto de una Instalación Fotovoltaica

El mantenimiento lo realizará una persona con la formación técnica necesaria, y se elaborará un informe con los resultados del mismo.

2.7.2. Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo es aquel que se realiza periódicamente y en el que se realizan inspecciones visuales de las instalaciones, verificación de la actuación de las protecciones, entre otros, que asegura que las instalaciones mantengan las condiciones iniciales de calidad para asegurar su correcto funcionamiento con el paso del tiempo y su degradación. Este mantenimiento pretende alargar la durabilidad de los equipos instalados.

Entre las comprobaciones que se deben llevar a cabo se encuentran:

- Comprobar el funcionamiento de los equipos (Cableado, conexiones, pletinas, paneles fotovoltaicos, estructura inversores y reguladores de carga, etc.)

- Comprobación del nivel de electrolito de las baterías y estado de los terminales

- Comprobación de las protecciones

2.7.3. Mantenimiento correctivo

En este tipo de mantenimiento se realizarán las sustituciones o arreglos necesarios para prolongar la correcta duración de la instalación.

Este mantenimiento se realizará cuando sea necesario reparar o sustituir alguno de los componentes de la instalación. Las reparaciones contarán con un tiempo máximo para su arreglo de 15 días y las sustituciones en una semana.

Este mantenimiento será totalmente gratuito para la propiedad si los materiales a reparar o sustituir cuentan aún con la garantía del fabricante y se han cumplido las condiciones para la validez de esta.

Entre las funciones a desarrollar durante el mantenimiento correctivo encontramos:

- La revisión visual de la instalación en los tiempos indicados en el apartado 7.3.5.2 del pliego de condiciones del IDAE y cada vez que la propiedad lo solicite por fallo grave de la instalación. En dicha revisión el instalador tendrá un plazo de 48 horas para acudir y ver que está sucediendo, en caso de requerir reparación contará con un plazo de una semana si no se trata de una avería grave.

- El diagnóstico del fallo y estimación del coste de dicha reparación.

- Los costes anuales en reparaciones para así calcular el precio anual del mantenimiento correctivo.

En caso de que finalice el periodo de garantía de los equipos estas revisiones y reparaciones

tendrán en cuenta el coste de los equipos y la mano de obra empleada para realizar la reparación.

Dicho mantenimiento al igual que el preventivo, deberá realizarlo exclusivamente personal cualificado para ello.

Cada reparación, sustitución o inspección rutinaria de mantenimiento deberá constar en el libro de mantenimiento.

3. PRESUPUESTO

PRESUPUESTO

| Código | Descripción | Medición | Euros/Ud. | Total Euros |
|--------|---|----------|------------|-------------|
| | Panel Canadian Solar MAXPOWER CS6U-330 | 96,00 | 116,10 € | 11.145,60 € |
| | Instalación de los paneles | 48,00 | 25,00 € | 1.200,00 € |
| | Inversor Sunny Tripower 15000TL | 2,00 | 2.041,40 € | 4.082,80 € |
| | Instalación de los inversores | 1,40 | 25,00 € | 35,00 € |
| | Regulador de carga SUNNY ISLAND 8.0H | 3,00 | 2.516,09 € | 7.548,27 € |
| | Instalación de los reguladores de carga | 2,10 | 25,00 € | 52,50 € |
| | Batería B-Box Pro 12.8 | 3,00 | 4.932,42 € | 14.797,26 € |
| | Instalación de las baterías | 4,00 | 25,00 € | 100,00 € |
| | Sistema speed rail | 96,00 | 54,90 € | 5.270,40 € |
| | Instalación sistema de sujeción | 48,00 | 25,00 € | 1.200,00 € |
| | Cable 1x4mm H1Z2Z2-K | 240,00 | 0,73 € | 175,20 € |
| | Tubo 12mm | 30,00 | 0,21 € | 6,30 € |
| | Bandeja ciega con tapa 60x100 incluida parte proporcional de anclajes | 80,00 | 9,46 € | 756,80 € |
| | Manguera 4x4 RZ1-K (AS) | 50,00 | 1,59 € | 79,50 € |
| | Tubo 16mm | 50,00 | 0,34 € | 17,00 € |
| | Manguera 5x4mm RZ1-K (AS) | 40,00 | 1,95 € | 78,00 € |
| | Tubo 16mm | 40,00 | 0,40 € | 16,00 € |
| | Cable 1x70mm | 20,00 | 5,33 € | 106,60 € |
| | Tubo 50mm | 20,00 | 1,23 € | 24,60 € |
| | Instalación cableado | 17,00 | 25,00 € | 425,00 € |
| | Instalación tubo | 20,00 | 25,00 € | 500,00 € |
| | Instalación bandeja | 40,00 | 25,00 € | 1.000,00 € |

***EXCLUSIÓN** Ayudas de albañilería, escayola, cortes de techos/suelos/paredes para luminarias, mecanismos o tubos

Medios de elevación

Obra civil

Canalización enterrada, tapado / sellado tubos

Las partidas marcadas en rojo NO están incluidas

Trabajos a realizar en días laborables, lunes-viernes,

TOTAL PARTIDAS ESTUDIADAS

(IVA no incluido)

48.616,83 €

TOTAL PARTIDAS ESTUDIADAS CON BENEFICIO

INDUSTRIAL DEL 20%(IVA no incluido)

57.140,20 €

4. PLANOS

Índice

4. PLANOS

| | | |
|------|---------------------------|-----|
| 4.1. | CLASIFICACIÓN | 107 |
| 4.2. | NOMENCLATURA GENERAL..... | 107 |
| 4.3. | PLANOS DE LA NAVE | 107 |

4.1. CLASIFICACIÓN

Los documentos clasificados como planos se clasificarán del siguiente modo:

- Grupo A: Planos en tres dimensiones.
- Grupo B: Planos 2D de la nave. Son los planos de cada una de las plantas de la nave, así como del tejado donde se sitúan las placas solares.
- Grupo C: Esquema eléctrico. En ellos se representa los esquemas eléctricos de la instalación.

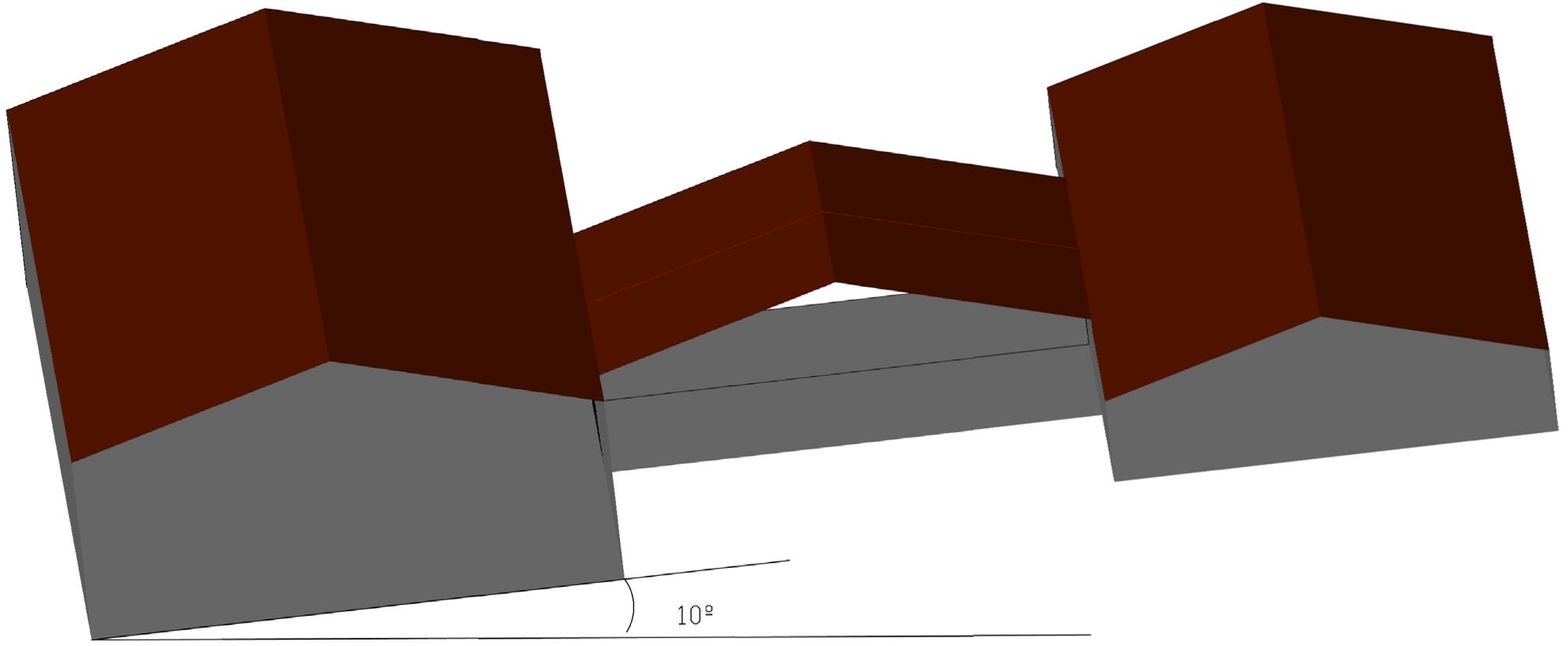
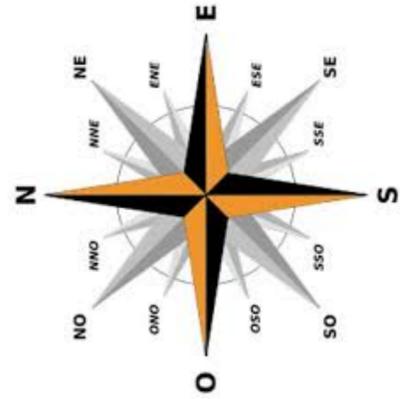
4.2. NOMENCLATURA GENERAL

En los planos se adjunta el cajetín normalizado según la norma UNE-1- 026-83. En su interior se incluyen todos los elementos necesarios para la identificación de planos.

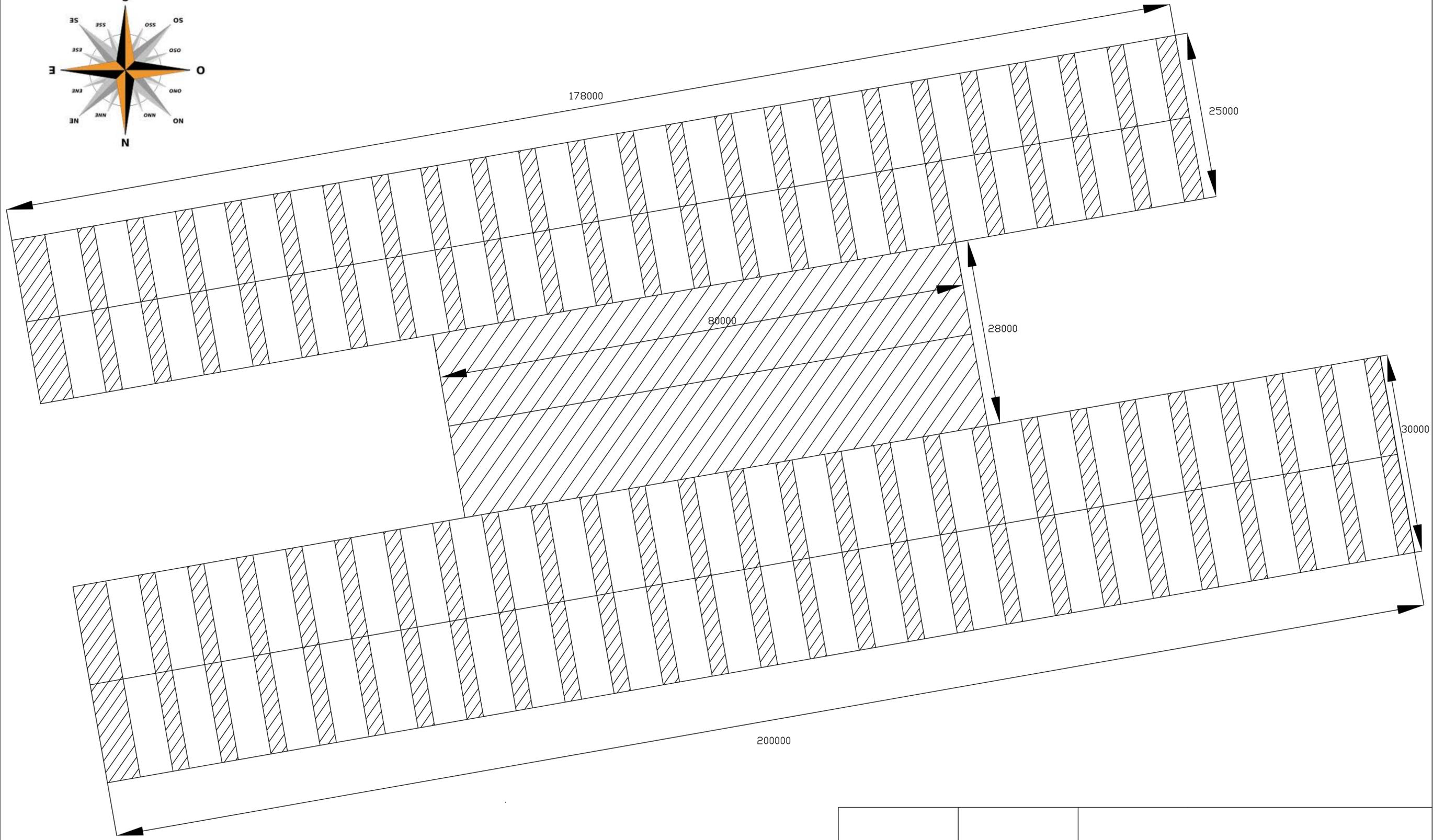
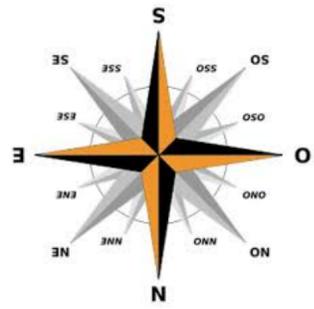
El sistema de representación empleado corresponde al sistema europeo. Las medidas están indicadas en milímetros.

En el apartado Anexos se puede encontrar información más detallada sobre los distintos elementos que se encuentran en los planos.

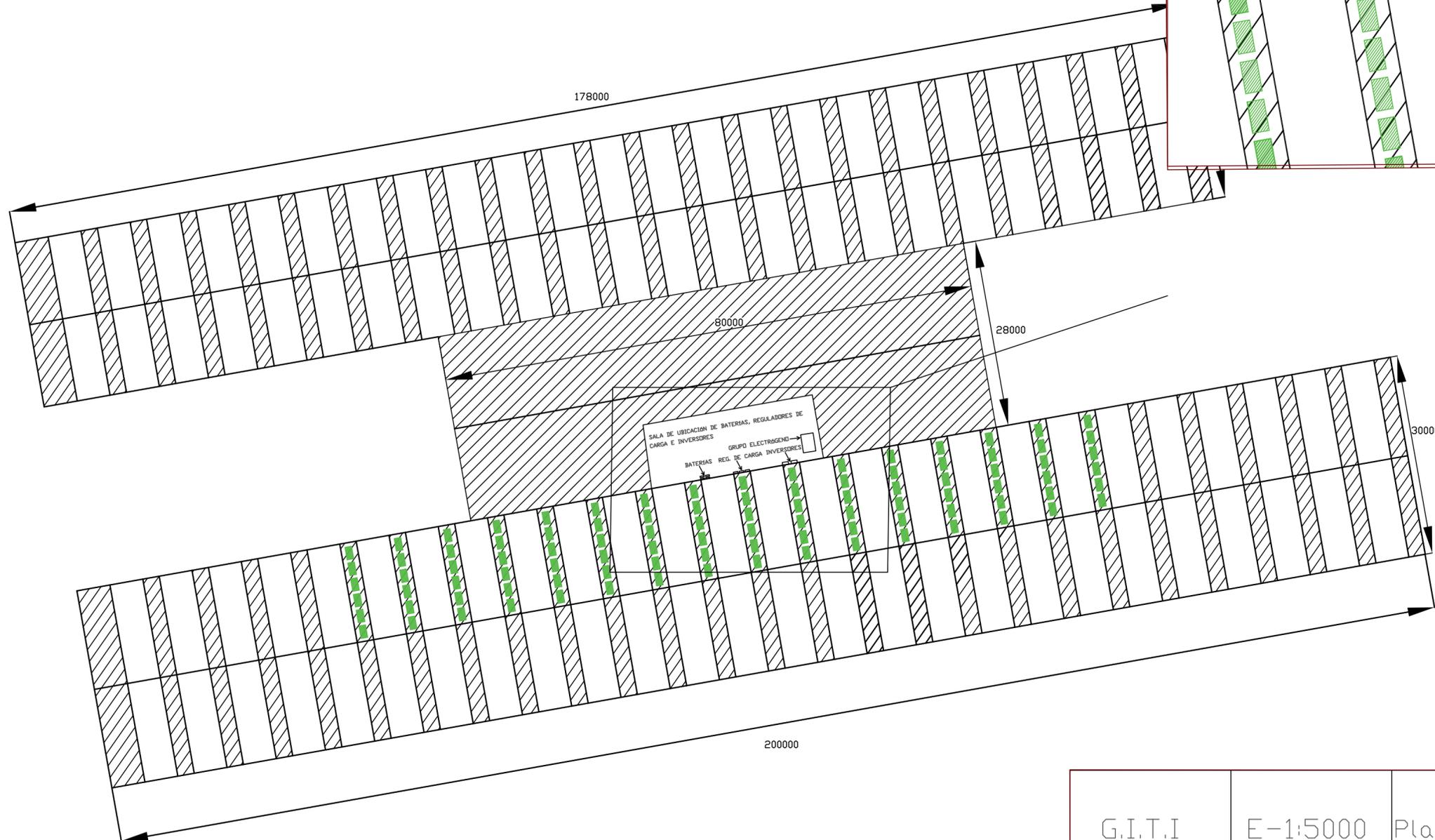
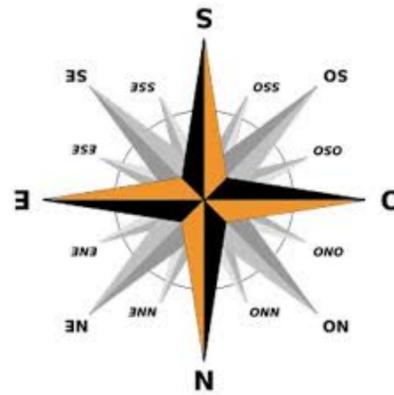
4.3. PLANOS DE LA NAVE



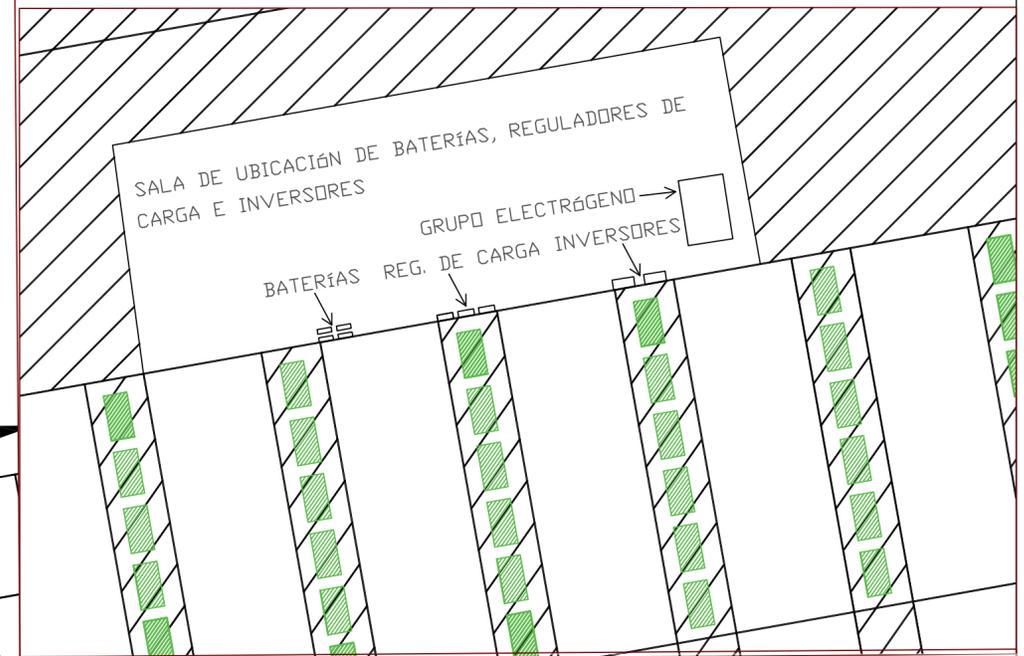
| | | |
|---------|----------|------------------------|
| G.I.T.I | E-1:4000 | Plano 3D |
| A.1. | | Natalia Giner Montaños |



| | | |
|---------|-----------|------------------------|
| G.I.T.I | E-1:10000 | Plano tejado |
| B.2. | | Natalia Giner Montañés |



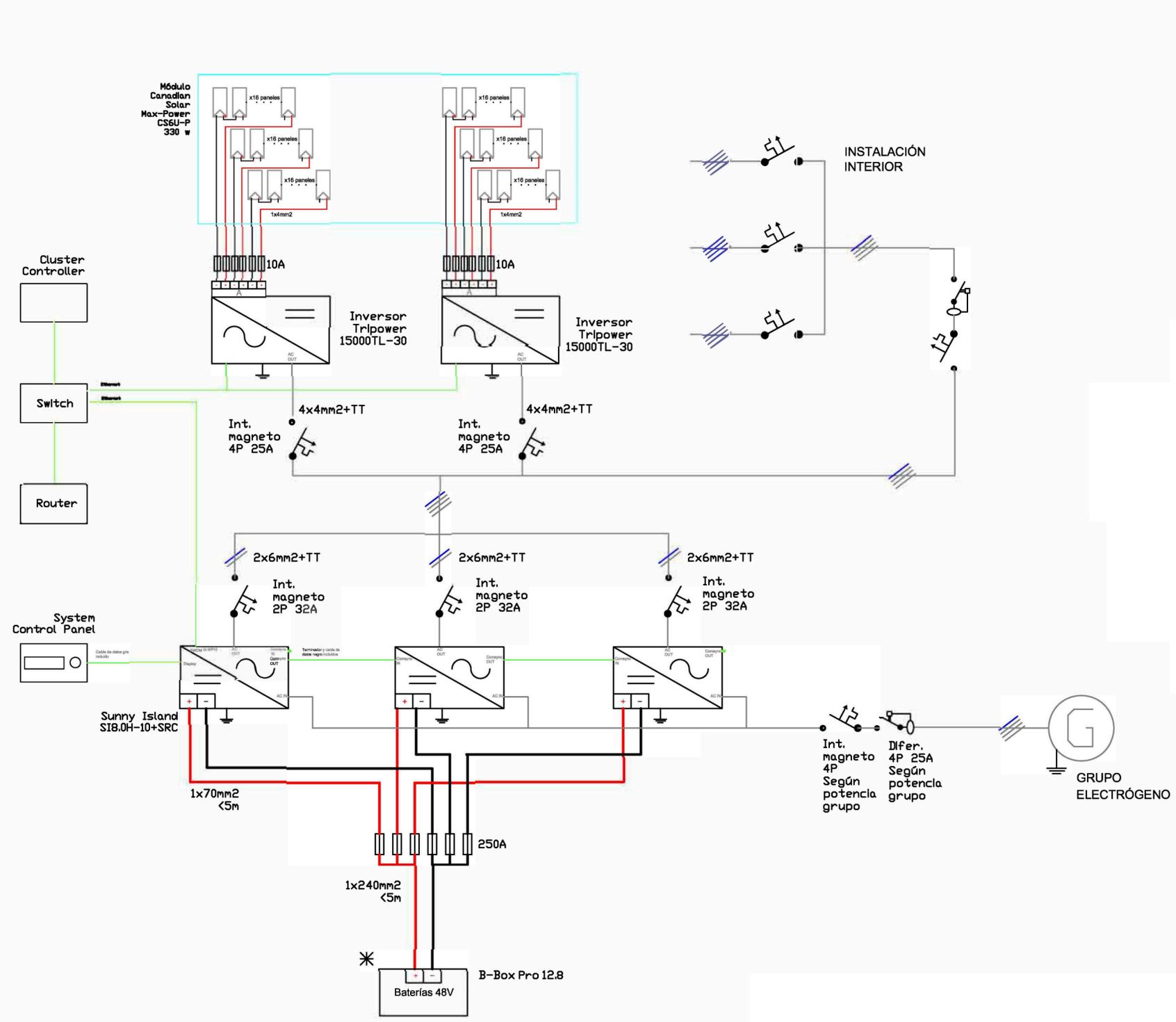
DETALLE POSICIÓN TEJADO



LEYENDA

| | |
|--|-----------|
| | TEJADO |
| | CLARABOYA |

| | | |
|---------|----------|--------------------------------|
| G.I.T.I | E-1:5000 | Plano ubicación instalación FV |
| B.3. | | Natalia Giner Montañés |



| LEYENDA | |
|---------|-------------------|
| | INVERSOR |
| | DIFERENCIAL |
| | MANETOTÉRMICO |
| | FUSIBLE |
| | GRUP. ELECTRÓGENO |
| | BATERIAS |
| | CONMUTADOR |
| | DESCONECTOR |
| | TIERRA |

| LEYENDA | |
|---------|---------------|
| | POLO POSITIVO |
| | POLO NEGATIVO |
| | FASE/NEUTRO |

| | | |
|---------|----|------------------------|
| G.I.T.I | E- | Plano unifilar |
| C.1. | | Natalia Giner Montaños |