



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



---

# INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA AISLADA DE 35KW PARA CARPINTERÍA METÁLICA

---

GRADO EN INGENIERIA ELECTRICA

TRABAJO FINAL DE GRADO

AUTOR: Frederic Aparicio Navarro

TUTOR: Miguel García Martínez

FECHA: Julio 2020

## Índice

1. Objeto.....	2
2. Generalidades .....	3
3. Legislación aplicable.....	4
4. Ejecución de la obra .....	6
4.1. Pasos de la ejecución de la obra .....	6
4.2. Plazo de la ejecución de la obra .....	6
4.3. Recepción de la instalación .....	6
4.4. Obra defectuosa.....	7
4.5. Libro de incidencias.....	7
4.6. Libro de órdenes .....	7
5. Diseño.....	8
5.1. Orientación, inclinación y sombras .....	8
5.2. Dimensionamiento del sistema.....	8
6. Componentes y materiales .....	10
6.1. Módulos fotovoltaicos .....	10
6.2. Estructura de soporte.....	11
6.3. Baterías.....	12
6.4. Reguladores de carga .....	13
6.5. Inversor .....	14
6.6. Cargas de consumo .....	16
6.7. Cableado.....	17
6.8. Protecciones y puesta a tierra.....	18
7. Plan de mantenimiento.....	19
7.1. Aspectos generales.....	19
7.2. Mantenimiento de los elementos de la instalación .....	20
7.3. Garantías .....	22

# PLIEGO DE CONDICIONES

## 1. Objeto

El principal objetivo del documento es asegurar que se cumplan las características mínimas de a instalación fotovoltaica aislada a la red. Además, tiene la función de guía para los instaladores y fabricantes de equipos que se encarguen de dicho proyecto. De esta manera se asegurará una calidad óptima para nuestros clientes y se maximizará el rendimiento de la instalación.

Además, se valorará la calidad final de la instalación por el servicio de energía eléctrica, tanto por su correcto dimensionamiento, su eficiencia energética y su rentabilidad económica... También, este Pliego de Condiciones Técnicas es aplicado en todos los sistemas, tanto mecánicos como eléctricos y electrónicos.

En resumen, el documento garantizará que la instalación esté regulada según las normativas de las energías renovables, asegura la continuidad del suministro, cumplirá las medidas de seguridad y protección de los usuarios y para finalizar garantizará la calidad del servicio y la durabilidad o vida útil de la instalación del proyecto.

## 2. Generalidades

Este Pliego se aplica a todas las instalaciones solares fotovoltaicas aisladas de la red destinadas a:

- Electrificación de viviendas y edificios
- Alumbrado público
- Aplicaciones agropecuarias
- Aplicaciones mixtas con otras fuentes de energías renovables
- Bombeo y tratamiento de agua

También podrá ser de aplicación a otras instalaciones distintas a las nombradas anteriormente, siempre que tengan características similares.

### 3. Legislación aplicable

Leyes y normativas de la instalación eléctrica:

- Ley 54/1997, de noviembre, del Sector Eléctrico (BOE nº 285 de 28/11/1977)
- Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto por el que se aprueba el reglamento Electrotécnico de baja tensión
- Real Decreto 661/2007, 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial (BOE nº 126 de 26/05/2007)
- Pliego de condiciones técnicas para las instalaciones aisladas publicado por el IDEA
- Real Decreto 1578/2008, de 26 de septiembre, de retribución de la actividad de producción de energía eléctrica mediante tecnología solar fotovoltaica para instalaciones posteriores a la fecha límite de mantenimiento de la retribución del real decreto 661/2007, de 25 de mayo, para dicha tecnología BOE 27/09/08.
- Orden 8/2015, del 24 de marzo, de la Consejería de Infraestructuras, Territorio y Medio Ambiente, por la que se aprueban las bases reguladoras del programa de rehabilitación edificatoria para el periodo 2013-2016, y se convocan las ayudas para el ejercicio 2015.
- Real Decreto 314/2006, por el que aprueba el Código Técnico de la Edificación (CTE)

Leyes y normativas de obra y montaje:

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos laborales.
- Real Decreto 1627/97 del 24 de octubre de 1997 por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 1215/1997, disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 485/1997 del 14 de abril, disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 1435/1992 modificado por el Real Decreto 56/1995, dictan las disposiciones de aplicación de la directiva del consejo 89/392/CEE, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre las máquinas.
- Orden del ministerio de industria y energía 29/03/1996. Modificación del Anexo I del Real Decreto 245/1989.
- Orden del ministerio de industria y energía 17/11/1989. Modificación del Real Decreto 245/1989,27/02/1989.

## INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA AISLADA DE 35KW PARA CARPINTERÍA METÁLICA

- Real Decreto 773/1997 del 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por trabajadores de equipos de protección individual.
- Orden del ministerio de industria 23/05/1977 modificada por Orden de 7/03/1981, reglamento de aparatos elevadores para obra.

## 4. Ejecución de la obra

La instalación fotovoltaica se realizará en el polígono industrial Molí-Margallo en la localidad de Silla, la cual proporcionará la electricidad necesaria para abastecer la empresa ALUBLOCK SISTEMAS, S.L.U.

La ejecución de la obra será organizada y dirigida por el director de la obra, siempre acompañado de la supervisión de la empresa instaladora. Si hubiera algún desacuerdo, falta de entendimiento o ausencia de documentos, siempre habrá que avisar de lo sucedido en todo momento al director de la obra.

### 4.1. Pasos de la ejecución de la obra

1. Colocación de la estructura de soporte.
2. Colocación de los módulos fotovoltaicos en las estructuras de soporte
3. Colocación de dispositivos solares dentro de la caseta habilitada para ello (inversores, reguladores, baterías, grupo electrógeno, protecciones)
4. Colocación y conexión del cableado

### 4.2. Plazo de la ejecución de la obra

El plazo de ejecución del proyecto será negociado entre la empresa instaladora como por el propietario de la instalación.

Si no se cumplen los plazos que se han acordado el propietario de la instalación, es decir, el cliente tendrá derecho a reclamar una indemnización debido al incumplimiento de la empresa.

### 4.3. Recepción de la instalación

Se realizarán unas pruebas, una vez este acaba la obra de la instalación, para comprobar el éxito del proyecto y si esta todo correctamente instalado. Además de comprobar la calidad del servicio, el cumplimiento de la seguridad y salud marcada por la legislación correspondiente con el fin de evitar problemas que desencadenen a futuros accidentes que puedan poner en peligro a los usuarios de la instalación.

Las pruebas para realizar son las siguientes: en primer lugar, se pondrá en marcha el sistema, el sistema tendrá que funcionar con éxito y sin ningún tipo de fallo o interrupción durante las primeras 220 horas; en segundo lugar, se pondrá a prueba los elementos de protección y seguridad.

Finalmente, una vez haya salido todo exitosamente, se realizará un documento en castellano donde se indique los componentes totales de la instalación, su manual de uso y el plan de mantenimiento adecuado. El documento se firmará por el propietario de la instalación y la empresa instaladora.

#### 4.4. Obra defectuosa

Si la instalación tuviera algún defecto o no se ajusta al proyecto que acordaron, el propietario se lo comunicara inmediatamente al director de obra, el cual deberá satisfacer siempre las propuestas con un acuerdo económico como con la sustitución del elemento que no se ajuste a las necesidades del propietario. En este caso se podría volver a negociar el plazo de entrega de la instalación.

#### 4.5. Libro de incidencias

En este libro se anotarán las incidencias y sus motivos, así como de anotar las penalizaciones que tengan los trabajadores en el ámbito de seguridad y salud. El encargado de poseer el libro de incidencias será el coordinador de seguridad y salud.

#### 4.6. Libro de órdenes

En este libro se indican las instrucciones y pasos que se deben seguir para que el proyecto se realice correctamente, además de anotar los problemas que puedan surgir o suceder durante la ejecución de la obra. Este libro lo poseerá el encargado de la obra.

## 5. Diseño

### 5.1. Orientación, inclinación y sombras

Las pérdidas de radiación causadas por una orientación e inclinación del generador distintas a las óptimas no deben superiores a los valores siguientes:

Pérdidas de radiación del generador	Valor máximo permitido (%)
Inclinación y orientación	20
Sombras	10
Combinación de ambas	20

La instalación que vamos a instalar se ubica en una zona donde no hay ningún tipo de problema con las sombras y que no hay edificios ni construcciones ni nada que pueda afectar a la disminución de producción de nuestros paneles fotovoltaicos.

En este proyecto hemos hecho los cálculos con un sobredimensionamiento del 20% de la instalación asumiendo las pérdidas provocadas por la inclinación y orientación del generador distintas a las óptimas.

### 5.2. Dimensionamiento del sistema

- A pesar del método de dimensionamiento del sistema que se utiliza el pliego de condiciones determina unos cálculos mínimos justificativos que hay que realizar.
- Se ha realizado una estimación del consumo de energía de la empresa. Para dicha estimación se ha tenido en cuenta el consumo y las horas de utilización de los aparatos eléctricos y electrónicos.
- Se estudiará el rendimiento de la instalación, así como el mínimo número de módulos fotovoltaicos necesarios para cubrir la demanda concretada por el cliente o usuario.
- Dependiendo de la demanda de autónoma de la instalación, la empresa instaladora elegirá las características de los paneles fotovoltaicos y las baterías, que más se adapten y favorezcan la instalación.
- Como norma general, la autonomía mínima de sistemas con acumulador será de tres días, Se calculará la autonomía del sistema para las baterías elegidas, las cuales proporcionan mínimo dos días de autonomía y luego habrá un grupo electrógeno que nos proporcionara tres días de autonomía más la carga de

## INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA AISLADA DE 35KW PARA CARPINTERÍA METÁLICA

dichas baterías, es decir, cargará las baterías para que estén preparadas para usar en caso de no tener producción solar durante mas días. Por lo que con las baterías y los grupos electrógenos tendremos 5 días de autonomía asegurados para casos de cero producciones solares debido a las lluvias.

## 6. Componentes y materiales

### Generalidades

Todas las instalaciones deben asegurar el cumplimiento de las protecciones y seguridad de las personas exigidas por el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y de sus legislaciones.

Para este tipo de instalaciones como mínimo hay que aplicar un grado de aislamiento eléctrico básico para los equipos y las personas, así como utilizar materiales que tengan un aislamiento eléctrico de clase II, es decir, que tengan doble aislamiento o aislamiento reforzado, consiguiendo así una protección más fiable y duradera.

Además, debemos incluir todas las protecciones que sean necesarias para proteger a los usuarios de posibles contactos directos e indirectos. También hay que tener en cuenta las protecciones contra sobre tensiones, sobre cargas y cortocircuitos.

En este proyecto la instalación fotovoltaica se encuentra al aire libre, por lo que habrá que dichos equipos estarán protegidos contra la humedad y la radiación solar mediante un grado de protección IP65. En cambio, para los equipos que están instalados en el interior (caseta) se utilizara el grado de protección IP20.

Lo equipos electrónicos de la instalación cumplirán con las directivas comunitarias de Seguridad Eléctrica y Compatibilidad Electromagnética.

En la memoria se añadirá las especificaciones técnicas “fichas técnicas” de los elementos de la instalación proporcionadas por el fabricante.

Los indicadores y las etiquetas estarán en la lengua oficial de lugar donde se ubique la instalación por motivos de seguridad.

### 6.1. Módulos fotovoltaicos

Los módulos de silicio cristalino deben cumplir las especificaciones UNE-EN 61215. También se debe cumplir la UNE-EN 61646 para paneles fotovoltaicos con capa delgada, o bien la UNE-EN 62108 para paneles de concentración. Además de cumplir la UNE-EN 61730 -1 y 2 relacionada con la seguridad en módulos fotovoltaicos. Todo esto será justificado mediante su certificado oficial emitido y aprobado por un laboratorio acreditado.

Por otro lado, el módulo llevara de forma claramente visible e indeleble el modelo, nombre o logotipo del fabricante, y el número de serie, trazable a la fecha de fabricación, que permita su identificación individual.

Cada módulo llevara diodos de derivación para evitar posibles averías de sus células y circuitos por sombreado parcial, evitando de esta manera pérdidas de producción solar en todo el panel solar. También tendrá cada módulo un grado de protección IP65.

Si existen marcos laterales serán de aluminio o acero inoxidable.

Su potencia máxima y corriente de cortocircuito reales, referidas a condiciones estándar deberán estar comprendidas en el margen del (+-)5% de los correspondientes valores nominales de catálogo, para que un módulo sea válido.

En cualquier caso, será rechazado todo aquel módulo que represente posibles defectos de fabricación, como puede ser roturas manchas, falta de alineación en las células o incluso burbujas en el encapsulante.

Se instalará de forma independiente y en los dos terminales de cada rama de módulo los módulos que sean necesarios para su desconexión.

Las especificaciones nombradas anteriormente deben ser cumplidas por los elementos que constituyen la instalación. Y en todos los casos hay que seguir y cumplir obligadamente las normas exigidas.

### 6.2. Estructura de soporte

Dispondremos de todas las estructuras necesarias para montar todos los módulos necesarios para la instalación e incluiremos todos los accesorios que se necesiten.

Las estructuras de soporte junto con el sistema de fijación de los módulos harán posible las óptimas dilataciones térmicas sin llegar a transmitir cargas que puedan dañar la integridad de los módulos, todo esto siguiendo las normas del fabricante.

Siguiendo con lo indicado en el Código Técnico de la Edificación (CTE), el soporte de los módulos ha de resistir con los módulos instalados, las sobrecargas del viento y nieve.

Los diseños de las estructuras se ajustarán según la orientación y el ángulo de inclinación que se requiere a los módulos para maximizar su producción. Pero se debe tener en cuenta que sea fácil montar y desmontar la estructura para posibles sustituciones de los elementos en un futuro.

Antes del galvanizado de la estructura o protección realizaremos una serie de taladros en la misma. La estructura se protegerá superficialmente contra la acción de agentes ambientales. Además, dichos tornillos y estructuras serán de acero inoxidable, y los topes de sujeción de los módulos no deberán producir ningún tipo de sombra sobre los paneles.

Si las estructuras son construidas con perfiles de acero laminado conformado en frío, cumplirá con las normas MV102 para garantizar sus características mecánicas y sus compuestos químicos.

Por otro lado, si es de tipo galvanizada en caliente se deberán cumplir las normas UNE37-201 Y UNE 37-508, con un espesor mínimo de 80 micras, cuya finalidad es evitar que sea necesario su mantenimiento y alargar su vida útil.

### 6.3. Baterías

Para la instalación se recomienda que las baterías sean de plomo-ácido, preferentemente estacionarias y de placa tubular. No se permitirá el uso de baterías de arranque. En nuestro caso se van a utilizar baterías estacionarias OPZS, las cuales necesitaran un mantenimiento periódico, ya que hay que echarles agua destilada cada cierto tiempo que indicara el fabricante.

Con el fin de asegurar una buena recarga de las baterías, la capacidad nominal del acumulador (en Ah) no excederá en 25 veces la corriente (en A) de cortocircuito en CEM del generador fotovoltaico. Si se diera el caso de que la capacidad del acumulador elegido sea superior a este valor se deberá justificar.

La profundidad de descarga de nuestras baterías será de 80% como máximo. Excepto en alumbrados públicos donde las sobre descargas pueden ser habituales, que su profundidad de descarga máxima será del 60%.

Las baterías con electrolito gelificado (OPzV) habrá que protegerlas frente a sobre cargas, siguiendo las especificaciones del fabricante.

La capacidad inicial de la batería será superior al 90% de la capacidad nominal. Aunque, deberán seguirse las recomendaciones del fabricante para aquellas baterías que requieran una carga inicial.

La auto descarga de la batería a 20 °C no excederá el 6% de su capacidad nominal por mes.

La vida de la batería debe ser superior a 1000 ciclos, siempre que su capacidad residual no caiga por debajo del 80% de su capacidad nominal, cuando se descarga la batería hasta una profundidad del 50% a 20°C.

La batería deberá ser instalada siguiendo las recomendaciones del fabricante. Siempre deberá asegurarse de lo siguiente:

- La batería se situará en un lugar ventilado y con acceso restringido
- Se adoptarán las medidas de protección necesarias para evitar el cortocircuito accidental de los terminales del acumulador.

Las baterías deberán estar etiquetadas al menos con la siguiente información:

- Tensión nominal (V)
- Polaridad de los terminales
- Capacidad nominal (Ah)
- Fabricante (nombre o logotipo) y número de serie.

#### 6.4. Reguladores de carga

La función del regulador como su nombre indica, es el encargado de proteger las baterías de sobre cargas y sobre descargas, es decir, garantizar un funcionamiento óptimo de las baterías.

Condiciones de los reguladores:

- La tensión de carga final debe perfeccionarse por temperatura a razón de  $-4 \text{ mV}/^{\circ}\text{C}$  a  $-5 \text{ mV}/^{\circ}\text{C}$  por vaso, y estar entre un intervalo del 1% del valor especificado.
- La tensión final de carga debe asegurar la correcta carga de la batería.
- La tensión final de carga debe corregirse por temperatura a razón de  $-4 \text{ mV}/^{\circ}\text{C}$  a  $-5 \text{ mV}/^{\circ}\text{C}$  por vaso, y estar en el intervalo de  $\pm 1\%$  del valor especificado.
- Se permitirán sobrecargas controladas del acumulador para evitar la estratificación del electrolito o para realizar cargas de igualación.

Estará permitido el uso de otros reguladores que utilicen diferentes estrategias de regulación atendiendo a otros parámetros, como el estado de carga del acumulador. Pero siempre garantizando una protección. Además, el regulador estará protegido de los cortocircuitos de la línea de consumo.

El regulador de carga tendrá que ser seleccionado de manera que sea capaz de resistir sin daño una sobrecarga simultánea, a la temperatura ambiente máxima:

- Corriente en la línea de generador: un 25% superior a la corriente de cortocircuito de los paneles en CEM
- Corriente de la línea de consumo: 25% superior a la corriente máxima de la carga de consumo.

El regulador estará protegido en caso de una desconexión por accidente de la batería, con los paneles solares operando en CEM y con cualquier carga. Además, el regulador garantizará su propia protección y también la de la carga conectada.

Las caídas de tensión del regulador entre las terminales de los módulos y las baterías serán inferiores al 4% de la tensión nominal, siempre que sean sistemas de menos de 1kW y del 2% de la tensión nominal cuando son sistemas mayores de 1kW (incluyendo terminales). Estos valores se indican para las siguientes condiciones: corriente nula de la línea de consumo, y la corriente de la línea del panel solar y la batería será igual a la corriente máxima especificada por el regulador. En caso de que las caídas de tensión sean superiores se deberá indicar el motivo.

Las tensiones de reconexión de sobrecarga y sobre descarga deben ser distintas de las de desconexión, o estarán temporizadas, para evitar oscilaciones desconexión-reconexión.

Las pérdidas de energía diarias debidas por el autoconsumo del regulado en condiciones normales de operación deben ser inferiores al 3% del consumo diario de energía.

Además, siempre se deberá poner etiquetas en los reguladores que indiquen:

- Tensión nominal
- Polaridad y conexiones
- Número de serie y fabricante
- Corriente máxima

## 6.5. Inversor

Los requisitos técnicos se aplican a inversores monofásicos o trifásicos funcionando como tensión fija. Para otro tipo de inversores se aseguran requisitos de calidad.

El inversor será de onda senoidal pura, pero si su potencia es inferior a 1 kVA se permitirán inversores de onda no senoidal. De esta manera evitaremos daños en las cargas y aseguraremos una correcta operación.

Como en toda instalación fotovoltaica los inversores se conectarán a la salida de los reguladores de carga. Aseguraremos la protección de la batería frente a sobrecargas y

## INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA AISLADA DE 35KW PARA CARPINTERÍA METÁLICA

sobre descargas. Las protecciones se incorporarán en el propio inversor o mediante un regulador de carga, en cuyo caso el regulador permitirá breves bajadas de tensión en la batería para asegurar el arranque del inversor.

Además, el inversor asegura una correcta operación en las tensiones de entrada permitidas por el sistema.

Por otro lado, cuando se regula el inversor se deben garantizar que su tensión y frecuencia de salida tengan los siguientes márgenes en cualquier condición de operación:

- Tensión nominal  $\pm 5\%$ , siendo la tensión nominal 220 O 230 V Vrms
- La frecuencia de 50 Hz  $\pm 2\%$

El inversor es el encargado de arrancar y operar las cargas que se requieren en la instalación, en especial a las que tiene una corriente de arranque elevada (motores, hornos, microondas...) sin afectar el funcionamiento y operación del resto de las cargas.

Los inversores deben estar protegidos frente las siguientes situaciones:

- Tensión de entrada fuera del margen de operación.
- Sobrecargas que exceden la duración y los límites permitidos.
- Desconexión de la batería.
- Cortocircuito en la salida de corriente alterna.

El autoconsumo del inversor sin carga conectada será menos o igual al 2% de la potencia nominal de salida. Las pérdidas de energía diaria ocasionadas por el autoconsumo del inversor serán inferiores al 5% del consumo diario de energía. Por eso se recomienda cuando el inversor trabaja en vacío que el propio inversor tenga un sistema de *stand-by* para reducir estas pérdidas.

Tipo de inversor	Potencia nominal	Rendimiento al 20% de la potencia nominal	Rendimiento a la potencia nominal
Onda senoidal	< 0 =500 VA	>85%	>75%
Onda senoidal	>500VA	>90%	>85%
Onda no senoidal	X	>90%	>85%

Además, los inversores deberán estar etiquetados indicando la siguiente información:

- Potencia nominal
- Polaridad y terminales
- Número de serie y fabricante
- Tensión nominal de salida
- Tensión nominal de entrada
- Frecuencia de salida

### 6.6. Cargas de consumo

Lo recomendable es el uso de electrodomésticos con una elevada eficiencia. También se utilizarán lámparas fluorescentes de alta eficiencia, evitando en todo momento el uso de lámparas incandescentes. Este tipo de lámparas sería recomendable que su factor de potencia este corregido.

Si no hay un procedimiento de cualificación de lámparas fluorescentes de corriente continua todos los dispositivos eléctricos tendrán que verificar los siguientes requisitos:

- El balastro eléctrico deberá garantizar un encendido seguro al margen de tensiones de operación, y en todo el margen de temperaturas ambiente previstas.
- La lámpara deberá estar protegida cuando: se invierta la polaridad de la tensión de entrada, la salida del balastro es cortocircuitada y cuando opera sin tubo.
- La potencia de entrada de las lámparas deberá estar al margen del  $\pm 10\%$  de la potencia nominal.
- El rendimiento luminoso de las lámparas debe ser superior a 40 lúmenes/W.
- La vida útil de las lámparas debe tener una duración de 5000 ciclos en el caso de estar en las siguientes condiciones de funcionamiento: 60 segundos encendido/150 segundos apagado, y todo esto a una temperatura ambiente de 20°C.
- Las lámparas deberán satisfacer las directivas europeas de seguridad eléctrica y compatibilidad electromagnética.

Para la climatización no se deben utilizar cargas.

Los sistemas fotovoltaicos con potencias nominales superiores a 500W, deberán tener como mínimo un contador para medir el consumo de energía, a excepción de los

sistemas de bombeo que no necesitan tener dicho contador. En sistemas mixtos con consumos de continua y alterna habrá un contador para medir el consumo en continua de las cargas CC y del inversor. Sin embargo, en sistemas con consumos únicamente de corriente alterna los contadores se colocarán a la salida del inversor.

En corriente continua los enchufes y tomas de corriente deben estar protegidos contra la inversión de polaridad y ser distintos a los usados en corriente alterna.

En los sistemas de bombeo con generadores fotovoltaicos de potencia nominal superior a 500 W habrá un contador volumétrico para medir el volumen de agua bombeada. Todas las bombas estarán protegidas en caso de ausencia de agua, a través de un sistema de detección de la velocidad de giro de la bomba y un detector de nivel.

Por otro lado, en los sistemas de bombeo pueden existir pérdidas por fricción en las tuberías y en otros accesorios del sistema hidráulico, así que debe garantizar que estas pérdidas sean inferiores al 10% de la energía hidráulica útil que se obtiene mediante motor de la bomba.

Para finalizar, en los sistemas de bombeo cuando se trabaja en CEM se tendrá que asegurar que el caudal bombeado no exceda el caudal máximo del pozo. Además, es responsabilidad del instalador solicitar al propietario del pozo un estudio de caracterización del pozo.

### 6.7. Cableado

El sistema de cableado de la instalación cumplirá con lo exigido por la legislación vigente.

Los conductores que se instalan deberán tener cada uno una sección dimensionada para reducir las caídas de tensión y los calentamientos. La sección deberá ser suficiente para garantizar una caída de tensión inferior al 1,5% a la tensión continua del sistema.

Utilizaremos la longitud del cable necesaria (tanto en la parte de corriente continua como en la de corriente alterna) para cada aplicación correcta, para evitar esfuerzos sobre los elementos eléctricos de la instalación y los cables.

Siguiendo la normativa actual, en la parte de corriente continua los cables tanto positivos como negativos conducirán por separado y estarán protegidos y señalizados.

Si el cableado esté en la intemperie se protegerá de manera adecuada para evitar problemas relacionadas con el ambiente al aire libre.

## 6.8. Protecciones y puesta a tierra

Todas las instalaciones que tengan tensiones nominales superiores a 48 V contarán con una toma de tierra a la que estará conectada, como mínimo, la estructura de soporte del módulo y los marcos metálicos de los paneles. Este sistema de protecciones asegurará la protección de las personas frente a contactos directos e indirectos. Si hubiera una instalación previa no se modificarán las condiciones de seguridad de dicha instalación.

Además, la instalación estará protegida frente a sobrecargas, cortocircuitos y sobretensiones.

Se deberá prestar atención a la protección de la batería frente a cortocircuitos mediante un fusible, un magnetotérmico u otro elemento de protección que tenga esta función.

## 7. Plan de mantenimiento

### 7.1. Aspectos generales

En todas las instalaciones cuando se terminan se realizará un contrato de mantenimiento preventivo y correctivo de al menos tres años. Lo ideal sería que la empresa instaladora se encargara de este mantenimiento.

Existen dos tipos de mantenimiento:

**Mantenimiento preventivo:** Se trata de inspecciones visuales y de verificación de actuaciones, lo cual debe asegurar las condiciones de funcionamiento, las prestaciones, la protección y durabilidad de la instalación.

- Regulador de carga: caídas de tensión entre terminales, funcionamiento correcto de los indicadores...
- Baterías: nivel de engrasado, limpieza, electrolito de terminales...
- Inversores: estado de alarmas e indicadores.
- Verificación de los elementos de seguridad y protección
- Caídas de tensión en el cableado de continua
- Hay que asegurar que todo funciona correctamente
- Revisión del cableado, conexiones, terminales...
- Comprobar el estado de los módulos (presencia de daños o problemas que puedan afectar las protecciones, limpieza y la seguridad en general).
- Revisión de los daños y del deterioro de la estructura/soporte por el paso de los años o el ambiente climatológico.

**Mantenimiento correctivo:** se trata de aquellas operaciones de sustitución necesarias para garantizar el buen funcionamiento del sistema durante su vida útil.

- El análisis y elaboración del presupuesto de los trabajos y reposiciones necesarias para que la instalación funcione correctamente.
- La visita a la instalación por parte del instalador, en un plazo máximo de 48 horas, si la instalación no funcionase correctamente, o en un plazo máximo de una semana en caso de que la instalación pueda seguir funcionando correctamente con la avería que se debe arreglar.
- Los costes económicos del mantenimiento correctivo, todo forma parte del precio anual que se especifica en el contrato de mantenimiento. Puede ser que más allá del periodo de garantía no estén incluidos las reposiciones de los equipos necesarios y la mano de obra.

Todos los mantenimientos deben ser realizados y revisados por personal técnico perfectamente cualificado, siempre bajo responsabilidad de la empresa instaladora. Además, todas las operaciones de mantenimiento que se realicen quedaran registradas en u libro de mantenimiento.

## 7.2. Mantenimiento de los elementos de la instalación

### Módulos fotovoltaicos

- Si hubiera mucha acumulación de polvo y suciedad, se realizará una limpieza de la superficie del panel solar.
- Se comprobarán los estados de los diodos de protección o anti retorno que evitarán el efecto isla.
- Se realizará una revisión visual de posibles degradaciones, principios de corrosión en las estructuras y también apriete de tornillos, así como comprobar la correcta conexión de los cables.
- Se realizarán mediciones eléctricas a fin de comprobar el rendimiento de los módulos.

### Inversor

- Se garantizará una temperatura ambiente adecuada.
- Se medirá la eficiencia y la distorsión armónica.
- Se asegurará que no exista ninguna alarma en mal estado en la instalación.
- Se revisará visualmente que las conexiones sigan funcionando correctamente
- Se comprobará posibles caídas de tensión entre terminales y que la ventilación de la caseta sea la correcta para evitar posibles acumulaciones de gases en las baterías.
- Se limpiará bien los dispositivos en caso de existir polvo o suciedad.
- Se controlará el funcionamiento de los indicadores.

### Regulador

- Se garantizará una temperatura ambiente adecuada.
- Se controlará el funcionamiento de los indicadores.
- Se limpiarán bien los dispositivos en caso de existir polvo o suciedad.
- Se comprobará que la ventilación de la caseta sea la correcta para evitar posibles acumulaciones de gases en las baterías.
- Se comprobarán posibles caídas de tensión entre terminales
- Se revisarán visualmente que las conexiones sigan funcionando correctamente

### Baterías

- Se comprobará que la ventilación funcione correctamente y la estanqueidad de la batería.
- Se medirá la temperatura de las baterías.
- Se inspeccionará el nivel de líquido de las baterías.
- Se controlará el funcionamiento de la densidad del líquido electrolítico.
- Se comprobará la buena conexión de los cables.

### Cableado

- Se comprobará el buen estado del aislamiento del cable y la buena conexión de los cables.
- Se inspeccionará visualmente el estado del cuadro o caja de conexiones.

### Protecciones

- Se controlará el funcionamiento de los interruptores y el buen estado de funcionamiento de conexión.
- Se controlará el buen estado de funcionamiento y actuación de los elementos de seguridad y sus protecciones.
- Se probará cada elemento de la instalación solar, porque cada uno lleva sus propias protecciones.

### Puesta a tierra

- Se realizará una revisión anual en la época donde el terreno este más seco.
- Se revisarán las masas metálicas a tierra y cada 5 años que los conductores que enlazan los electrodos estén correctamente conectados con el punto de puesta tierra.
- Se medirá la resistividad del terreno y de la resistencia de puesta a tierra.
- Se comprobará que hay continuidad de la instalación a tierra.

### 7.3. Garantías

#### Ámbito general de la garantía

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

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

#### Plazos

Se garantizará la instalación durante un periodo de 3 años, tanto para los elementos y materiales utilizados como para el montaje. En el caso de los paneles, la garantía será de 10 años.

Si se producen reparaciones o interruptores del sistema por razones de las cuales el suministrador es responsable, el plazo se prolongará según la duración total de las interrupciones.

#### Condiciones económicas

En la garantía está comprendido la reparación o reposición de los componentes y las piezas que pudieran resultar defectuosas, y también incluye la mano de obra empleada en la reparación o reposición durante el plazo de vigencia de la garantía.

Los gastos que entran en la garantía son: los tiempos de desplazamiento, medios de transporte, amortización de vehículos y herramientas, disponibilidad de otros medios y eventuales portes de recogida y devolución de los equipos para su reparación.

Si el suministrador no cumple con las obligaciones del contrato de garantía, dentro de un plazo razonable, el comprador de la instalación tendrá derecho a fijar una fecha final para que cumpla el suministrador con sus derechos. Si a pesar de todo no cumple dichas obligaciones, el comprador de la instalación podrá por cuenta y riesgo del suministrador realizar por si mismo las reparaciones que necesite o contratar a otras empresas para dichas reparaciones.

Anulación de la garantía

La garantía podrá anularse en caso de finalizar la reparación, modificación o desmontaje de la instalación, aunque solo sea por personas ajenas al suministrador o a los servicios de asistencia técnica de los fabricantes no autorizado por le suministrados.

Lugar y tiempo de prestación

En cuanto el usuario de la instalación detecte un defecto en la instalación lo comunicara al suministrador. Cuando el suministrador considere que es un defecto de fabricación de algún componente, lo comunicara al fabricante

La incidencia será suministrada por el suministrador en un plazo máximo de una semana y la resolución de la avería se realizará en un tiempo máximo de 10 días, salvo causas mayores.

Las averías de las instalaciones serán reparadas en su lugar de ubicación por el suministrados. Si el componente averiado no se pudiera reparar en el domicilio del usuario el componente se enviará al taller oficial designado por el fabricante y a cargo del suministrador.

El suministrador realizara las reparaciones o reposiciones pertinentes de piezas a la mayor brevedad posible, pero no se hará responsable de los perjuicios causados por la demora en dichas reparaciones siempre que sea inferior a 10 días naturales.