

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALENCIA

ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR D'ENGINYERIA AGRONÒMICA I DEL MEDI NATURAL



PROYECTO DE INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA
AISLADA EN MASÍA EL CABRERO (VILLARROYA DE
LOS PINARES - TERUEL)

GRADO EN INGENIERIA AGROALIMENTARIA DEL
MEDIO RURAL.

TRABAJO FIN DE GRADO.

Autor: Francisco Bueso Pérez

Tutor: Pablo González Altozano

Curso Académico:2017-2018

- Título:

PROYECTO DE INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA AISLADA EN
MASÍA EL CABRERO (VILLARROYA DE LOS PINARES - TERUEL)

- Resumen:

El objeto de este trabajo es el diseño y proyecto de una instalación de energía solar fotovoltaica que cubra los requerimientos de energía eléctrica de la masía El Cabrero, casa de campo aislada de la red eléctrica. El proyecto está formado por un conjunto de módulos fotovoltaicos montados sobre una parcela conjunta a la vivienda, un sistema de almacenamiento de la energía producida, dos reguladores, un inversor y un grupo electrógeno capaz de suministrar energía en situaciones puntuales. Asimismo, se ha dimensionado y protegido tanto la red de distribución en corriente alterna como la de continua. Todo ello siguiendo las condiciones que establece el Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Aisladas de Red. Con la realización de este proyecto pretendemos abastecer a la vivienda de energía eléctrica de manera autosuficiente sin que tenga que depender de ningún otro medio de suministro eléctrico.

- Palabras clave:

Energía fotovoltaica, Instalación eléctrica, Proyecto técnico, Condiciones técnicas, Modulo solar fotovoltaico.

- Autor: D. FRANCISCO BUESO PÉREZ

- Localidad y fecha: Valencia, agosto 2018

- Tutor: D. PABLO GONZALEZ ALTOZANO

- Title:

PHOTOVOLTAIC SOLAR INSTALLATION PROJECT ISOLATED IN MASÍA EL CABRERO (VILLARROYA DE LOS PINARES - TERUEL)

- Summary:

The aim of this paper is focused on the design and project of a photovoltaic solar energy installation that covers the electrical energy requirements of the “El Cabrero” farmhouse an isolated country house, from the electricity grid. To achieve that goal, the Technical Specifications of Isolated Network Installations were followed; therefore, the project was based on ensembled photovoltaic modules set over an adjacent plot to the house, an energy storage system, two regulators, an inverter and an electric generator capable of supplying energy in specific situations. Likewise, both the AC and DC distribution networks were dimensioned and protected. The main goal of this project is to supply the electric powerhouse without having to depend on any other means of electrical supply thus making it self-sufficient.

- Keywords:

Photovoltaic energy, Electrical installation, Technical project, Technical conditions, Photovoltaic solar module.

- Author: D. FRANCISCO BUESO PÉREZ

- Locality and date: Valencia, August 2018

- Tutor: D. PABLO GONZALEZ ALTOZANO

ÍNDICE DE DOCUMENTOS

1. DOCUMENTO 1: MEMORIA Y ANEXOS A LA MEMORIA
2. DOCUMENTO 2: PLANOS
3. DOCUMENTO 3: PLIEGO DE CONDICIONES
4. DOCUMENTO 4: PRESUPUESTO
5. DOCUMENTO 5: ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALENCIA

ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR
D'ENGINYERIA

AGRONÒMICA I DEL MEDI NATURAL



PROYECTO DE INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA
AISLADA EN MASÍA EL CABRERO (VILLARROYA DE
LOS PINARES - TERUEL)

GRADO EN INGENIERIA AGROALIMENTARIA DEL
MEDIO RURAL.

DOCUMENTO 1: MEMORIA

TRABAJO FIN DE GRADO.

Autor: Francisco Bueso Pérez

Tutor: Pablo González Altozano

Curso Académico:2017-2018

ÍNDICE

1 Aspectos generales del trabajo	1
1.1 Objeto del proyecto	1
1.2 Alcance	1
1.2.1 Proceso de diseño	1
1.3 Peticionario	2
1.4 Motivación	2
1.5 Descripción de la vivienda rural	2
1.5.1 Emplazamiento	2
1.6 Normativa aplicable	3
2. Diseño de la instalación	4
2.1 Aspectos generales	4
2.2 Estimación de las necesidades energéticas	4
2.3 Radiación solar	4
2.4 Mes de dimensionado y Angulo de inclinación	5
2.5 Pérdidas estimadas	5
2.6 Performance Ratio (PR)	6
3. Descripción técnica de la instalación solar fotovoltaica	7
3.1 Relación de los componentes de la instalación solar fotovoltaica	7
3.2 Descripción de equipos	7
3.2.1 Módulos fotovoltaicos	7
3.2.1.1 Aspectos generales	7
3.2.1.2 Conexionado entre módulos	8
3.2.1.3 Distancia de separación entre filas de módulos	8
3.2.1.4 Estructura de soporte de paneles de fotovoltaica	9
3.2.2 Regulador de carga	9
3.2.3 Sistema de acumulación de baterías	10
3.3.3 Inversor	11
3.3.4 Grupo electrógeno	11
3.3 Cableado	12
3.4 Protecciones	14
3.5 Puesta a tierra	14
3.6 Canalizaciones	15
3.7 Zanjeado	17
4. Programa de mantenimiento	17
4.1 Aspectos generales	17

4.2	Mantenimiento de los componentes de la instalación.	18
4.2.1	Inversores.....	18
4.2.2	Reguladores.....	19
4.2.3	Acumuladores.....	19
4.2.4	Cableado y canalizaciones.....	19
4.2.5	Protecciones.....	20
4.2.6	Puesta a tierra.....	20
4.2.7	Estructura soporte.....	20
4.2.8	Paneles solares.....	21
5.	Garantía.....	21
5.1	Ámbito general.....	21
5.2	Plazos.....	21
5.3	Condiciones económicas.....	22
5.4	Anulación de la garantía.....	22
5.5	Lugar y tiempo de la prestación.....	22
6.	Documentación de instalación.	23
6.1	Dimensionado del generador.....	23
6.2	Dimensionado final del sistema.....	23
7.	Presupuesto.....	24

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Coordenadas de localización.....	3
Tabla 2	Necesidades energéticas de la vivienda rural.....	4
Tabla 3	Radiación solar media en VILLARROYA DE LOS PINARES (Wh/m ² día).....	4
Tabla 4	Relación (Energía eléctrica demandada/Radiación solar disponible) E/G.....	5
Tabla 5	Performance ratio.....	6
Tabla 6	Características del módulo seleccionado.	7
Tabla 7	Características del regulador.....	10
Tabla 8	Características Baterías.....	11
Tabla 9	Características inversor.....	11
Tabla 10	Características del grupo electrógeno.....	12
Tabla 11	Características del cargador.....	12
Tabla 12	Resumen líneas de corriente alterna y corriente continua.....	13
Tabla 13	Resumen de canalizaciones.....	16
Tabla 14	Dimensionado del generador.....	23
Tabla 15	Dimensionado final del sistema.....	23

ÍNDICE DE TABLAS

Figura 1 Referencia catastral de la parcela	3
Figura 2 Módulo JINKO-eagle JKM325PP-72	7
Figura 3 Disposición de paneles para $V_n=48V$	8
Figura 4 Distancia de separación entre paneles	9
Figura 5 Detalle de pica	15
Figura 6 Detalle Zanja.....	17

1 Aspectos generales del trabajo

1.1 Objeto del proyecto

El objeto del presente proyecto es realizar el Trabajo Fin de Grado del grado universitario de Ingeniería Agroalimentaria y del medio rural, poniendo en práctica los conocimientos adquiridos durante el mismo.

Se realizará una instalación fotovoltaica aislada en una vivienda rural llamada Masía “El Cabrero”, situada en el Término Municipal de Villarroya de los pinares, con el fin de suministrar la potencia necesaria para el correcto funcionamiento de la misma, sin depender del suministro eléctrico de la red.

Por tanto, los objetivos técnicos propuestos para este proyecto son los de definir, justificar y presupuestar el diseño de la instalación fotovoltaica y demás componentes de la instalación.

1.2 Alcance

Para entender el alcance del proyecto hay que tener en cuenta que se trata de una vivienda rural destinada al turismo, esta vivienda se abastecía únicamente a través de un grupo electrógeno.

Es por esto que la implantación de la instalación solar fotovoltaica, se plantea como una mejora para la vivienda rural, consiguiendo un mayor ahorro energético y una vivienda rural respetuosa con el medio ambiente.

A partir de todo esto, se puede concretar diciendo que el alcance de la instalación no es otro que la implementación de la energía solar para la generación de electricidad que se precise. Además, la instalación se realizará aislada de la red, es decir, no habrá respaldo por parte de la red, algo que como se verá a lo largo de todo el proyecto, obligará a sobredimensionar ligeramente la instalación para evitar fases en las que la vivienda rural se pueda quedar sin electricidad, con los problemas que ello generaría.

1.2.1 Proceso de diseño.

Para la realización de este proyecto se han seguido los siguientes pasos:

- Determinar las necesidades energéticas de la vivienda. A partir de los elementos instalados en la vivienda.
- Determinación de los datos de irradiación de la zona, selección del mes más desfavorable y determinación de la inclinación óptima.
- Estimación de las posibles pérdidas y cálculo del Performance Ratio.
- Determinación de los elementos necesarios para satisfacer los requerimientos energéticos de la vivienda.
- Determinación del cableado y protección de la instalación.

1.3 Peticionario

El peticionario de este proyecto es la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural de la Universidad Politécnica de Valencia, situada en la Avenida de los Naranjos s/n, provincia de Valencia.

1.4. Motivación

La idea de realizar este proyecto viene desde hace años, en un primer momento se tenía la intención de realizarlo en un emplazamiento propio, pero por motivos legislativos no se permite llevarlo a cabo, pero la idea de aprender sobre el mundo de las energías renovables no detuvo el interés. Por lo que se seleccionó este proyecto con la idea principal de fomentar y apoyar el uso de energías renovables, mirando hacia un futuro lo más respetuoso con el medioambiente posible.

Siempre se parte de la base de que estas instalaciones tienen fecha de caducidad y deben renovarse cuando la vida útil de los elementos de la instalación llegue a su fin, en torno a los 20-25 años. No obstante, el beneficio de este tipo de instalaciones no solo está en el rendimiento económico que se pueda obtener, sino en el beneficio medio ambiental al surtir a la empresa mediante una energía denominada como limpia.

Además, este tipo de proyectos fomenta una vida mejor para las generaciones futuras, evitando el uso de combustibles fósiles, como es en este caso, en el que se sustituye el grupo electrógeno, por una instalación cuyo único combustible es el sol.

1.5 Descripción de la vivienda rural

Se trata de una vivienda rural destinada al turismo, tiene una superficie de 108,248 m² con capacidad para 14 personas, la vivienda se distribuye en:

- Apartamento 1: este apartamento tiene capacidad para 4 personas, dispone de 2 habitaciones dobles, un baño y una cocina.

-Apartamento 2: este apartamento es idéntico al anterior.

-Apartamento 3: este apartamento tiene mayor tamaño al resto, posee capacidad para 6 personas, pose 3 habitaciones dobles, un baño y una cocina.

-Comedor común: la vivienda posee un salón de gran tamaño con bonitas vistas, destinado principalmente como zona de lectura o de descanso.

-Recepción: esta zona de la vivienda está destinada para distribuir a los clientes en su llegada.

1.5.1 Emplazamiento

El emplazamiento se encuentra en el polígono 5 parcela 153 del término municipal de Villarroya de los pinares, provincia de Teruel. Esta parcela se encuentra a una altitud entorno los 1600m, a una distancia de 7,4 km del municipio Villarroya de los pinares. La instalación se realizará junto a la vivienda rural dentro de la misma parcela, esto se podrá ver más detalladamente en el Anexo: Planos. La desconexión de la vivienda rural con la red eléctrica, es el principal condicionante para implantación de una instalación solar fotovoltaica aislada. Las coordenadas geodésicas y las coordenadas en la

proyección U.T.M en el huso 30 para el Datum ETRS89 de la localización donde se ha proyectado la instalación son:

Tabla 1 Coordenadas de localización

	U.TM	Coordenadas Geodésicas
Latitud:	X:680079,98	40° 30' 30.55" N
Longitud:	Y:4448004,17	0° 37' 44.55" W

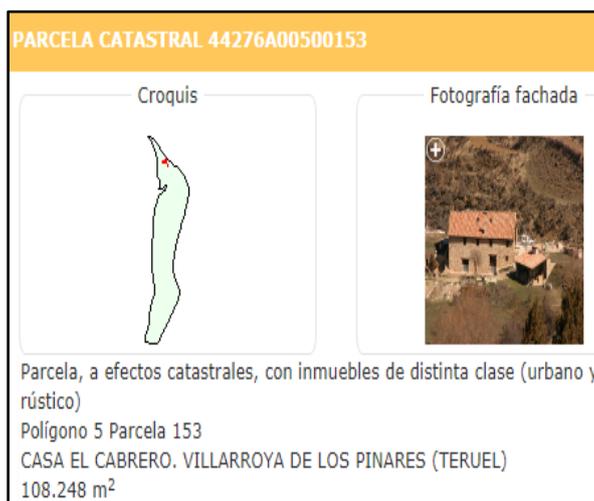


Figura 1 Referencia catastral de la parcela

1.6 Normativa aplicable

Para llevar a cabo este tipo de instalaciones se tendrán en cuenta las siguientes normas y reglamentos:

- “Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Aisladas de Red”, Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), (PCT-A-REV- febrero 2009).
- “Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas de Red”, Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), (PCT-C-REV - julio 2011).
- UNE-EN 12975-1:2006: Sistemas solares térmicos y componentes.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y modificaciones posteriores.
- UNE-EN-50.102: Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra impactos mecánicos externos (código IK).
- UNE 21144-3-2: Cables eléctricos. Cálculos de la intensidad admisible. Parte 3: Secciones sobre condiciones de funcionamiento. Sección 2: Optimización económica de las secciones de los cables eléctricos de potencia.

2. Diseño de la instalación

2.1 Aspectos generales

En los siguientes apartados se expondrá todo lo referente al dimensionado de la instalación solar fotovoltaica, así como las necesidades requeridas de la vivienda rural, las pérdidas consideradas, la radiación solar, el ángulo de inclinación seleccionado y el mes de dimensionado.

2.2 Estimación de las necesidades energéticas

A partir de los elementos receptores existentes en la vivienda rural, todos ellos de corriente alterna, se han calculado las necesidades energéticas repartidas de la siguiente manera, estos datos han sido proporcionados por los dueños de la vivienda rural:

Tabla 2 Necesidades energéticas de la vivienda rural

Equipo	Cantidad	Potencia(W)	Horas	Consumo diario Wh/día	Días/Sem	Semana	Consumo Wh/mes
Iluminación	10	10	4	400	4	1600	6400
Nevera dueños	1	800	1	800	7	5600	22400
Nevera	3	800	1	2400	3	7200	28800
TV	1	100	1	100	5	500	2000
Lavavajillas	1	500	1	500	1	500	2000
Microondas	4	800	1	3200	3	9600	38400
Lavadora	2	500	1	1000	1	1000	4000
Pequeños aparatos	9	100	1	900	3	800	10800
Total		3610		9300			114800

En esta tabla se detalla la potencia total instalada, el consumo diario y el consumo mensual. El dimensionado ha sido realizado a partir de las necesidades energéticas del consumo diario 9300(Wh/día), ya que la actividad de la casa rural es inesperada, por lo que se tiende a sobredimensionar.

2.3 Radiación solar

La radiación solar de la zona donde se va ubicar la instalación, ha sido obtenida mediante el PV GIS, la radiación solar incidente, es determinante a la hora de seleccionar el mes de dimensionado, que en este caso seleccionaremos el mes más desfavorable y el ángulo de inclinación óptimo en el que se dispondrán los paneles fotovoltaicos. En la siguiente tabla se muestra la radiación solar media diaria para cada mes, en diferentes ángulos de inclinación.

Tabla 3 Radiación solar media en VILLARROYA DE LOS PINARES (Wh/m² día)

MES	ANGULO DE INCLINACIÓN
-----	-----------------------

	20°	30°	40°	50°
Enero	3050	3370	3610	3760
Febrero	3820	4100	4290	4380
Marzo	5350	5570	5660	5620
Abril	6020	6030	5920	5670
Mayo	6870	6710	6420	5980
Junio	7210	6969	6560	6030
Julio	7380	7160	6780	6260
Agosto	6670	6630	6440	6100
Septiembre	5730	5900	5920	5810
Octubre	4360	4640	4800	4860
Noviembre	3090	3380	3590	3710
Diciembre	2680	2980	3210	3360

2.4 Mes de dimensionado y Angulo de inclinación

El mes de dimensionado y el ángulo de inclinación de los módulos FV, se obtiene a partir de la relación entre la energía eléctrica demandada y la radiación solar disponible. Teniendo en cuenta de la futura actividad de la vivienda rural destinada al turismo en todas las épocas del año, es imprescindible seleccionar el mes más desfavorable, en este caso diciembre y el ángulo de inclinación óptimo para ese mes es 50°.

Tabla 4 Relación (Energía eléctrica demandada/Radiación solar disponible) E/G

	20°	30°	40°	50°
Enero	3,0	2,8	2,6	2,5
Febrero	2,4	2,3	2,2	2,1
Marzo	1,7	1,7	1,6	1,7
Abril	1,5	1,5	1,6	1,6
Mayo	1,4	1,4	1,4	1,6
Junio	1,3	1,3	1,4	1,5
Julio	1,3	1,3	1,4	1,5
Agosto	1,4	1,4	1,4	1,5
Septiembre	1,6	1,6	1,6	1,6
Octubre	2,1	2,0	1,9	1,9
Noviembre	3,0	2,8	2,6	2,5
Diciembre	3,5	3,1	2,9	2,86
Mes peor E/Gmax	3,5	3,1	2,9	2,86
Mínimo de E/G max				2,86

2.5 Pérdidas estimadas

A la hora de realizar una instalación de paneles fotovoltaicos hay que tener en cuenta que no se podrá consumir toda la energía que se produzca, ya que como en cualquier otra instalación de generación de energía, existen unas pérdidas que hay que tener en cuenta a la hora de realizar el dimensionamiento de la instalación.

En este caso tendremos en cuenta las pérdidas que se producen por diversos motivos, las cuales son:

- Pérdidas por inclinación son 1,2%
- Perdidas por dispersión es 0,3%
- Perdidas por cableado son 1,5%
- Perdidas por suciedad son 5%
- Eficiencia del inversor es 96%
- Eficiencia de la batería es 80%
- Eficiencia del regulador es 90%

2.6 Performance Ratio (PR)

Se define Performance Ratio como la eficiencia de la instalación fotovoltaica en condiciones reales de trabajo, por lo que a un rendimiento supuesto del cien por cien hay que restarle todas las pérdidas calculadas en los apartados anteriores, al igual que se ha tenido en cuenta el rendimiento del inversor, las baterías y del regulador de carga.

Tabla 5 Performance ratio.

Mes	PR(%)
Enero	69,2
Febrero	69,2
Marzo	69,2
Abril	68,5
Mayo	67,6
Junio	65,5
Julio	63,3
Agosto	63,2
Septiembre	65,0
Octubre	66,2
Noviembre	69,2
Diciembre	69,2
Anual	67,1

Fuente: elaboración propia.

Como se puede contemplar en la tabla, el PR no sufre grandes variaciones a lo largo del año y su media anual es de 0,67. Este valor será el utilizado para dimensionar la instalación ya que nos muestra la eficiencia real en las condiciones de trabajo de la zona donde se realizará el montaje, además es un PR que está dentro de los márgenes habituales de las instalaciones fotovoltaicas aisladas con regulador e inversor, ya que suelen estar en torno al 0,6.

3. Descripción técnica de la instalación solar fotovoltaica

3.1 Relación de los componentes de la instalación solar fotovoltaica

Como se indica en el apartado 1.4 de la presente memoria, se dispone de una vivienda de turismo rural, en la cual, el consumo energético se produce independientemente de la radiación solar y por lo tanto se requiere de un sistema de acumulación, mientras que otras aplicaciones, como pueden ser los sistemas conectados a la red, no requieren el uso de baterías. Existen por lo tanto diferentes opciones a la hora de construir un sistema fotovoltaico. En este caso será preciso el empleo de acumuladores ya que no existe la posibilidad de conexión a red.

El generador fotovoltaico dimensionado, esta compuesto por 14 módulos, cuya potencia total instalada es de 4,55kw, se utilizaran dos reguladores, un inversor de 5 Kw y el sistema de acumulación determinado estara formado por un total de 24 baterias de 2V, además, se dispone de un grupo electrogeno para utilizar en situaciones puntuales o de emergencia, este ira conectado a un cargador que se el encargado de alimentar el sistema de acumulación en caso de que sea necesario.

3.2 Descripción de equipos

3.2.1 Módulos fotovoltaicos

3.2.1.1 Aspectos generales

Un módulo fotovoltaico, está formado por un conjunto de células solares que serán las encargadas de transformar la energía solar en energía eléctrica, las células se disponen interconectadas entre si y encapsuladas entre materiales que las protegen de los efectos de la intemperie.

El panel seleccionado es de tipo silicio policristalino, con uniones en serie de sus células, rondan los 24-32 voltios para uniones de 72 células. Estos módulos son muy fiables y duraderos (vida útil 25 años). El módulo seleccionado es JINKO-eagle 72P JKM325PP-72, cuyas características son:

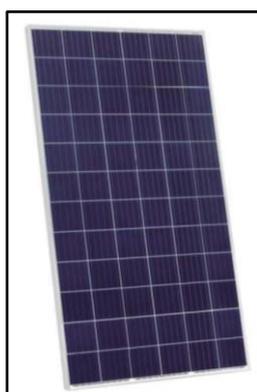


Figura 2 Módulo JINKO-eagle JKM325PP-72

Tabla 6 Características del módulo seleccionado.

Potencia máxima (Pmax)	325 Wp
Tensión nominal (Vn)	24 V
Tensión de circuito abierto (Voc)	46,7 V
Tensión de máxima potencia (Vmpp)	37,6 V

Corriente de cortocircuito (I_{sc})	9,10 A
Corriente de máxima potencia (I_{mpp})	8,66 A
Eficiencia	16,75%
Temperatura de operación nominal (NOCT)	45 ± 2 °C
Peso (kg)	26,5
Dimensiones	1956x992x40mm

3.2.1.2 Conexión entre módulos

En muchas ocasiones un único módulo es insuficiente para cubrir la demanda de energía, por lo que hay que conectar varios en serie y/o paralelo para producir la tensión e intensidad necesaria. El conjunto de estos módulos constituye lo que denominamos el generador fotovoltaico. Como se indicó en el apartado 3, el generador fotovoltaico dimensionado está compuesto por 14 módulos, cada módulo tiene una tensión nominal de 24 V, por lo que la disposición de los paneles será 2x7 (2 paneles en serie y 7 ramas en paralelo), cada rama se recoge en su determinado borne de la cuadro de conexiones, según sea positivo o negativo.

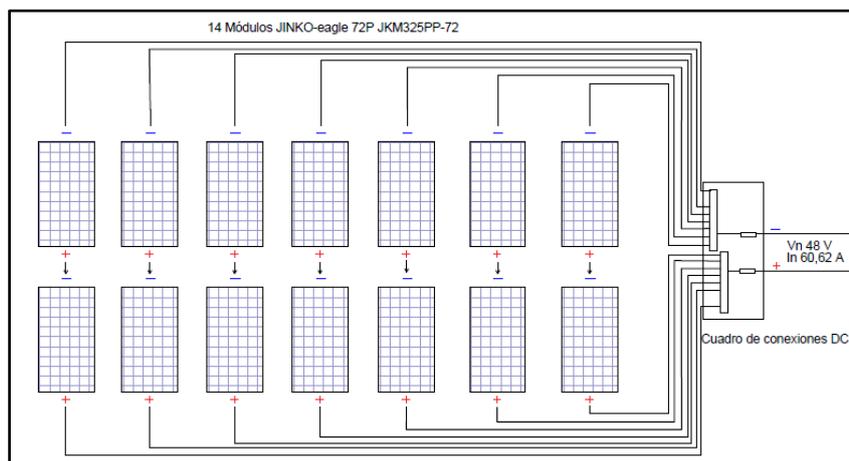


Figura 3 Disposición de paneles para $V_n=48V$.

3.2.1.3 Distancia de separación entre filas de módulos

Los paneles fotovoltaicos que irán situados en una parcela contigua a la vivienda rural se instalarán mediante una estructura diseñada para tal efecto que nos permitirá colocarla a la inclinación de 50°. Debido a esta inclinación que se otorga a los módulos para aprovechar el máximo posible de radiación solar, la distancia entre filas de módulos para evitar que la generación de sombras y que esta provoque pérdidas en la captación de energía será de 5,8 m.

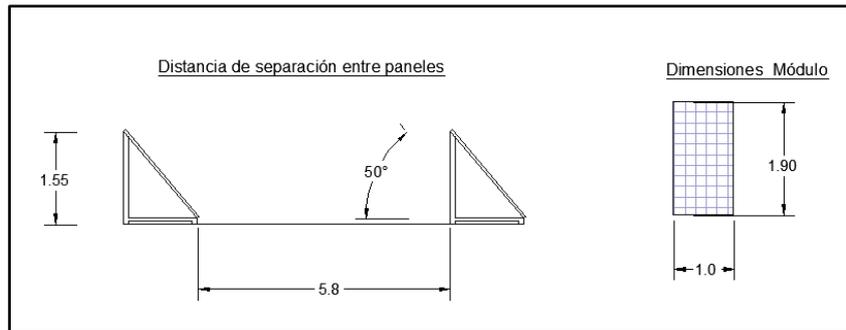


Figura 4 Distancia de separación entre paneles

3.2.1.4 Estructura de soporte de paneles de fotovoltaica

Un punto importante dentro de los módulos fotovoltaicos es la estructura que los situará en la inclinación indicada. La instalación se realizará en soportes para suelo en superficie plana, el soporte seleccionado es Sunfer CVE 915 XL, tiene capacidad para 2 paneles por estructura, que se dispondrán verticalmente, tal y como se indica en los planos. Además, estos soportes nos permiten variar el ángulo de inclinación de los paneles desde los 10 hasta los 60°.

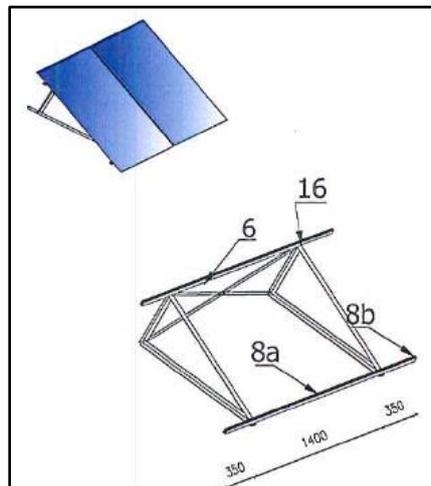


Figura 4 Estructura de soporte Sunfer CVE 915XL

3.2.2 Regulador de carga

El regulador de carga estará situado en la cochera junto a los demás elementos, este tiene la misión de regular la corriente que absorbe la batería, con el fin de que en ningún momento esta pueda sobrecargarse peligrosamente, pero, al mismo tiempo, evitando en lo posible que deje de aprovechar energía captada por los paneles.

El regulador, mediante dispositivos electrónicos, detecta y mide constantemente el voltaje, lo que indica el estado de carga de la batería y si este llega al valor de consigna previamente establecido, correspondiente a la carga máxima, actúa de forma que impide que la batería continúe cargándose, o bien que fluya únicamente la energía necesaria para mantenerla en el estado de plena carga, pero sin sobrepasarse (en períodos de ausencia de consumo será únicamente la necesaria para compensar la autodescarga).

Otra función del regulador es la prevención de la sobredescarga, con el fin de que se descargue en exceso la batería, fenómeno que puede provocar una sensible disminución en su capacidad de carga en sucesivos ciclos.

En el dimensionado de la instalación solar fotovoltaica se han seleccionado 2 reguladores conexiónados en paralelo, modelo POWER MAX MS 60 A con tecnología MPPT cuyas características son:



Figura 5 Regulador POWER MAX MS 60 A

Tabla 7 Características del regulador

Valores entrada	
Rango MPPT	60-115 VDC
Tensión máxima de entrada	145 VDC
Potencia máxima de entrada para 48 V	3200 W
Intensidad máxima de carga	50 A
Valores batería	
Voltaje nominal batería	48V
Tipo de baterías admitidos	Plomo acido/AGM/GEL
Corriente máxima de carga	60 A
Eficiencia máxima	98%

3.2.3 Sistema de acumulación de baterías

El sistema de acumulación ha sido dimensionado con una autonomía de cuatro días, ya que se conoce que el uso de la casa rural será principalmente en fin de semana, ya que los propietarios trabajan entre semana en otro negocio.

En nuestro caso hemos utilizado las baterías OPzS puesto que son las baterías que nos ofrecen una mayor capacidad de carga. Se utilizan para grandes instalaciones o bien en instalaciones medias donde se necesite una batería de mayor duración que las AGM. Las OPzS tienen una vida útil de 20 años y tienen una gran resistencia para ciclos continuos de carga y descarga. Al tratarse de una batería abierta, requiere un mantenimiento de rellenado cada 2 años. El sistema de acumulación calculado está formado por 24 vasos de 2V de baterías estacionarias de plomo-acido conectadas en serie, exactamente el modelo de batería empleado es BAE SECURA 10 PVS 1500 cuyas características son:



Figura 6 Batería BAE SECURA 10 PVS 1500

Tabla 8 Características Baterías

Tensión nominal (Vn)	2V
Profundidad de descarga máxima	80%
Capacidad nominal (C ₂₀)	1228 Ah
Capacidad nominal (C ₁₀₀)	1520 Ah
Vida útil	20 años

3.3.3 Inversor

El inversor es el elemento del sistema encargado de transformar, la corriente continua que generan las células fotovoltaicas, en corriente alterna empleada por los equipos receptores. En el sistema fotovoltaico dimensionado el inversor estará conectado a la salida del consumo del regulador de carga desde la caja de control. Como la potencia instalación es de 4,3 Kw, se ha seleccionado el Inversor Onda Senoidal Victron Phoenix 48V 5000W cuyas características son:



Figura 7 Inversor VICTRON Phoenix

Tabla 9 Características inversor

Rango de tensión de entrada (V DC)	38-66 V
Tensión nominal de entrada	48 V
Tensión nominal de salida	230V 50 Hz
Potencia continua de salida	5000 W
Potencia pico	10000 W
Eficacia máxima	98%

3.3.4 Grupo electrógeno

El dimensionado de la instalación fotovoltaica se ha realizado, excluyendo el funcionamiento del grupo electrógeno, este permanecerá en la instalación para situaciones puntuales en los que la radiación solar no sea suficiente, como por ejemplo continuidad de varios días nublados o algún exceso en el consumo energético de la

vivienda, en el que no de tiempo suficiente a cargarse las baterías. En estas situaciones de emergencia se encenderá el grupo electrógeno cuyo funcionamiento es a partir de combustible, con el fin de suministrar energía suficiente para recargar las baterías.

El grupo electrógeno ya existía anteriormente en la instalación, por lo que lo utilizaremos, también será necesario un cargador, ya que no es posible cargar las baterías directamente sin este dispositivo. El grupo electrógeno existente tiene las siguientes características:

Tabla 10 Características del grupo electrógeno

Frecuencia Nominal (Hz)	50
Voltaje Nominal (V)	230
Corriente Nominal (A)	7,4
Potencia Nominal (kVA)	1,7
Potencia Máxima (kVA)	2
Potencia Máxima en vatios (W)	2000W

El cargador de nuestra instalación es el ADVANCED 3STM 48/ 80, cuyas características de funcionamiento son:

Tabla 11 Características del cargador

Voltaje Nominal(V)	48
Corriente de servicio (A)	80
Tipo de cargador	Monofásico
Ah (C ₅) 12 h	533

Este cargador es compatible con las baterías de plomo-acido, por que podrá ser utilizado en nuestra instalación.

3.3 Cableado

En el cálculo del cableado de la instalación se ha tenido en cuenta tanto el Reglamento Electrónico para Baja Tensión (REBT), como lo dispuesto en el Pliego de Condiciones Técnicas del IDAE para instalaciones aisladas de la red.

El cableado de la instalación se divide en dos partes, una de corriente continua y otra de corriente alterna ambas, la instalación es completamente monofásica ya que no presenta la existencia de ningún receptor trifásico, el cableado de la instalación está formado por diferentes tramos, los cuales son:

- Tramo 1 (L0) Paneles – Cuadro de conexiones del generador
- Tramo 2(L1) Cuadro de conexiones del generador– Regulador
- Tramo 3(L2) Regulador – Caja de conexiones
- Tramo 4(L3) Caja de conexiones – Baterías
- Tramo 5(L4) Caja de conexiones– inversor
- Tramo 6 (L5) Grupo electrógeno – Caja de conexiones
- Tramo 7(L6) Inversor–Cuadro general de mando y protección de corriente alterna

En el Tramo 1 (L0), se ha empleado el tipo de cable PV ZZ-F, en el resto de la instalación se ha utilizado el cable Energy RV-K FOC, ambos cables son comúnmente utilizados en instalaciones fotovoltaicas. A continuación, se adjunta el resumen de líneas.

Tabla 12 Resumen líneas de corriente alterna y corriente continua

Nº de línea	Tramo	Longitud(m)	Tensión(V)	Intensidad (A)	Conductor y aislamiento	Tipo de canalización	Sección (mm ²)	Iadm por calentamiento(A)	Caída de tensión (Δv) %
Líneas de corriente continua									
L0 F1	PL-CCG	7,6	75,2	11,375	Cu-PVC	Bandeja perforada	4	37,6	0,94
L0 F2	PL-CCG	14	75,2	11,375	Cu-PVC	Enterada	6	47,94	1,1
L1	CC-RG	10	75,2	80	Cu-XLPE	Enterada	35	146	0,95
L2	RG-CC	2,5	48	80	Cu-XLPE	Sobre pared	16	91	0,52
L3	CC-BT	1	48	80	Cu-XLPE	Sobre pared	16	91	0,20
L4	CC-INV	1	48	104	Cu-XLPE	Sobre pared	25	109,04	0,17
L5	CAR-CC	2.5	48	100	Cu-XLPE	Sobre pared	25	109,04	0.42
Línea de corriente alterna									
L6	IN-CGM	30	230	12,55	Cu-XLPE	Enterrada	10	74,46	1,71

3.4 Protecciones

La instalación solar fotovoltaica aislada dimensionada, contiene dos cuadros y una caja, en los que se dispondrán las protecciones y se realizarán las conexiones pertinentes como se indica en el Anexo 2: Planos. Los tres elementos han sido denominados como:

- Caja 1: Cuadro de conexiones del generador
- Caja 2: Caja de conexiones
- Cuadro 3: Cuadro de protecciones de control y mando de corriente alterna

Los aparatos de protección seleccionados mediante los criterios indicados en el REBT de la ITC-BT-22, cumplen la misión de proteger las líneas y receptores contra sobreintensidades o sobretensiones que accidentalmente puedan producirse. Estos equipos son capaces de establecer, e interrumpir corrientes de sobreintensidad, es decir corrientes anormalmente altas.

Mientras que los aparatos de maniobra seleccionados mediante los criterios indicados en el REBT de la ITC-BT-19, tienen por finalidad conectar o desconectar el circuito eléctrico de la fuente de alimentación (o cambiar las conexiones del circuito) en condiciones normales de operación.

El Cuadro 1: Cuadro de conexiones del generador, es un cuadro protección de series fotovoltaicas sin monitorización, hasta 8 entradas + con bases portafusibles y fusibles para continua de 16A y 8 entradas - con protección de fusible. Salida con seccionador hasta 1000Vdc y 100A, sin contacto auxiliar de estado. Montado en caja de doble aislamiento con tapa transparente, 380x760x225mm (máximo), IP55. Entradas con prensaestopas M16 para entrada de cable de strings, de M20 para las salidas de tierra y del seccionador. Con protector contra sobretensiones de continua clase 2 hasta 1000Vdc, sin contacto auxiliar. Protegen contra sobrecargas y cortocircuitos.

La Caja 2: Caja de conexiones, situada en el interior de la cochera junto al resto de elementos de la instalación solar fotovoltaica, en esta caja compuesta por bornes, se realizará el conexionado entre el regulador, inversor, el cargador y las baterías.

El cuadro 3: Cuadro de protecciones de control y mando de corriente alterna, situado en el interior de la vivienda rural, estará protegido mediante un interruptor magnetotérmico y un diferencial, a partir de este cuadro se dan las derivaciones eléctricas de la vivienda rural, ya existentes, especificadas en el Plano 7: Esquema Unifilar.

3.5 Puesta a tierra

Mediante la instalación de puesta a tierra seleccionada, en base a la ITC-BT-18 del Reglamento Electrónico para Baja Tensión. Se pretende conseguir que, en el conjunto de la instalación solar fotovoltaica, no aparezcan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o las de descarga de origen atmosférico.

El terreno de la parcela se define como terreno cultivable y fértil con terraplenes compactos y húmedos, con una resistividad según nos indica el REBT es de $50 \Omega \cdot m$. Por lo que se colocaran dos picas de 2 metros a una distancia entre ellas de 4 metros, conectadas a la estructura del soporte, a los marcos metálicos de los módulos fotovoltaicos y a el cuadro de conexiones e inversor. La situación de estas picas será

junto con a la cochera donde se encuentran situadas los elementos acumuladores de la instalación fotovoltaica.

A continuación, se muestra el detalle de pica:

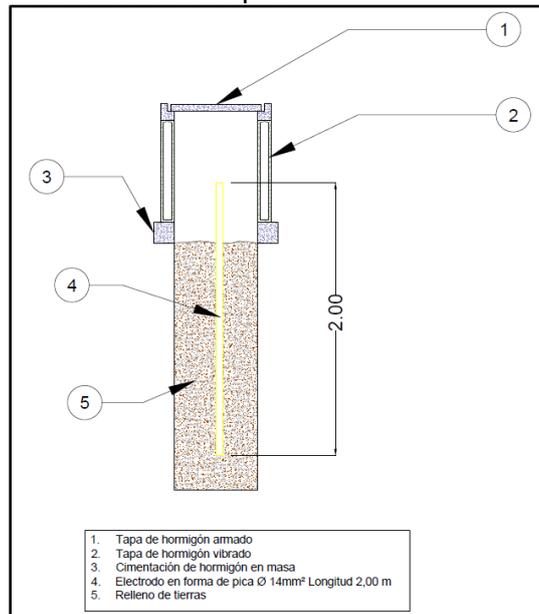


Figura 5 Detalle de pica.

3.6 Canalizaciones

Para esta instalación se han empleado dos tipos de canalizaciones, sobre bandeja perforada, fijas en superficie para las líneas que irán a la vista sobre pared y enterradas para las líneas que se canalizarán bajo el suelo, seleccionadas a partir de los criterios de la ITCBT-21 del Reglamento Electrónico para Baja Tensión.

La línea con tipo de canalización bandeja perforada será de PVC rígido, de 60x75 mm, para soporte y conducción de cables eléctricos, incluso accesorios. Según UNE-EN 61537.

La línea con tipo de canalización sobre superficie será tubo de PVC, agarrada sobre la pared mediante abrazaderas metálicas.

La línea con tipo de canalización enterrada será de tubo curvable, suministrado en rollo, de polietileno de doble pared (interior lisa y exterior corrugada), de color naranja, con su diámetro nominal indicado en la siguiente tabla, resistencia a la compresión 450 N, colocado sobre lecho de arena de 5 cm de espesor, debidamente compactada y nivelada con pisón vibrante de guiado manual, relleno lateral compactando hasta los riñones y posterior relleno con la misma arena hasta 10 cm por encima de la generatriz superior de la tubería.

Las canalizaciones de la instalación están divididas por los siguientes tramos:

- Tramo 1 (L0) Paneles – Cuadro de conexiones del generador
- Tramo 2(L1) Cuadro de conexiones del generador– Regulador
- Tramo 3(L2) Regulador – Caja de conexiones
- Tramo 4(L3) Caja de conexiones – Baterías
- Tramo 5(L4) Caja de conexiones– inversor
- Tramo 6 (L5) Grupo electrógeno – Caja de conexiones
- Tramo 7(L6) Inversor–Cuadro general de mando y protección de corriente alterna

Tabla 13 Resumen de canalizaciones

Nº de línea	Tramo	Longitud (m)	Conductor y aislamiento	Tipo de canalización	Sección conductor (mm ²)	Diámetro canalizaciones (mm)	Número de conductores
Líneas de corriente continua							
L0 F1	PL-CCG	7,6	Cu-PVC	Bandeja perforada	4	60x75	8
L0 F2	PL-CCG	14	Cu-PVC	Enterada	6	40	
L1	CC-RG	10	Cu-XLPE	Enterada	35	Parte enterrada 90 Parte vista 40	6
L2	RG-CC	2,5	Cu-XLPE	Sobre pared	16	25	2
L3	CC-BT	1	Cu-XLPE	Sobre pared	16	25	2
L4	CC-INV	1	Cu-XLPE	Sobre pared	25	32	2
L5	CAR-CC	2.5	Cu-XLPE	Sobre pared	25	32	2
Líneas de corriente alterna							
L6	IN-CGM	30	Cu-XLPE	Enterrada	10	Parte enterrada 50 Parte vista 35	2

3.7 Zanjeado

Es necesario realizar tres zanjas para enterrar las líneas L0 F2, L1 y L4, esta zanja contiene unas dimensiones de 0,8 m de profundidad por 0,4 m de ancho. La zanja contiene una capa inferior de tierra compactada de 0,3m. A continuación, una capa de tierra apisonada procedente de la excavación realizada hasta llegar el nivel del suelo, colocándose en ella la cinta de señalización con una leyenda impresa que indique “PELIGRO CIRCULACIÓN DE CABLES ELÉCTRICOS”.

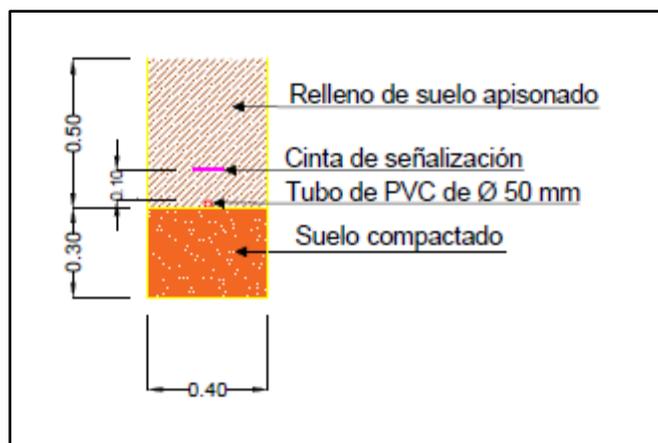


Figura 6 Detalle Zanja

4. Programa de mantenimiento

4.1 Aspectos generales

La realización del plan de mantenimiento se realizará según lo indicado en el pliego de condiciones del IDAE (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía) y según lo expuesto en el código técnico de la edificación.

Una vez realizada la instalación se debe llegar a un acuerdo de contrato, en el que se cumpla tanto el mantenimiento preventivo como el correctivo de todos los elementos de la instalación.

Se distinguen dos tipos de mantenimiento:

- Mantenimiento preventivo.
- Mantenimiento correctivo.

El mantenimiento preventivo constará de operaciones de inspección visual, verificación de actuaciones y otras que aplicadas a la instalación deben permitir mantener dentro de los límites aceptables, las condiciones de funcionamiento, prestaciones, protecciones y durabilidad de la instalación. Algunas de las actividades u operaciones que se deben llevar a cabo son las siguientes:

- Verificación del funcionamiento de todos los componentes y equipos.
- Revisión del cableado, conexiones, pletinas, terminales, etc.
- Comprobación del estado de los módulos: Situación respecto al proyecto original, limpieza y presencia de daños que afecten a la seguridad y protecciones.

- Estructuras soporte: revisión de daños en la estructura, deterioro por agentes ambientales, oxidación, etc.
- Baterías: Nivel de electrolito, limpieza y engrasado de terminales, etc.
- Regulador de carga: caídas de tensión entre terminales, funcionamiento de indicadores, etc.
- Inversores: estado de indicadores y alarmas.
- Caídas de tensión en el cableado de continua.
- Verificación de los elementos de seguridad y protecciones: tomas de tierra, actuación de interruptores de seguridad, fusibles, etc.

El mantenimiento correctivo es aquel que engloba todas las operaciones de sustitución necesarias para asegurar el buen funcionamiento del sistema durante su vida útil. Algunas de estas actividades son:

- La visita a la instalación en los plazos indicados en el apartado 7.3.5.2 del pliego de condiciones del IDAE y cada vez que el usuario lo requiera por avería grave de la instalación.
- La visita mencionada en el párrafo anterior, se refiere a que el instalador deberá de acudir en un plazo máximo de 48 horas, a la instalación si esta no funcionara, o en una semana si la instalación puede seguir funcionando incluso con esta avería.
- El análisis y presupuestación de los trabajos y reposiciones necesarias para el correcto funcionamiento de la misma.
- Los costes económicos del mantenimiento correctivo, con el alcance indicado, forman parte del precio anual del contrato de mantenimiento. Podrán no estar incluidas ni la mano de obra, ni las reposiciones de equipos necesarias más allá del periodo de garantía.

Todas las actividades referidas al mantenimiento, ya sea preventivo o correctivo, deben de realizarse por personal técnico cualificado bajo la responsabilidad de una empresa instaladora.

Todas las operaciones de mantenimiento, deben de estar registradas en un libro de mantenimiento.

4.2 Mantenimiento de los componentes de la instalación.

4.2.1 Inversores

Algunas de las actividades que se pueden realizar para mantener los inversores, no difiere mucho de las especificaciones generales, siendo algunas de las operaciones que se pueden realizar las siguientes:

- De forma visual revisar que las conexiones sigan bien hechas.
- Comprobar que la ventilación de la sala sea la correcta para evitar la acumulación de gases por los acumuladores.
- Asegurarse de que la temperatura es la adecuada para evitar posibles daños en los circuitos electrónicos.

- Comprobar que no exista ninguna alarma de mal funcionamiento de la instalación.
- Control del funcionamiento de los indicadores.
- Medición de eficiencia y distorsión armónica.
- Comprobar posibles caídas de tensión entre los terminales.
- Si existiera acumulación de polvo o suciedad, limpiar bien los dispositivos.

4.2.2 Reguladores

Las operaciones que se llevarán a cabo para mantener el regulador en buen estado durante su vida útil son las siguientes:

- De forma visual revisar que las conexiones sigan bien hechas.
- Comprobar que la ventilación de la sala sea la correcta para evitar la acumulación de gases por los acumuladores.
- Asegurarse de que la temperatura es la adecuada para evitar posibles daños en los circuitos electrónicos.
- Control del funcionamiento de los indicadores.
- Comprobar posibles caídas de tensión entre los terminales.
- Si existiera acumulación de polvo o suciedad, limpiar bien los dispositivos.

4.2.3 Acumuladores

Los acumuladores es el elemento de la instalación solar fotovoltaica que más, mantenimiento necesita, debido a su composición química, pudiendo ser muy perjudicial para el resto de dispositivos. Algunas de las acciones que se pueden realizar para mantener los acumuladores en buen estado son las siguientes:

- Control del funcionamiento de la densidad del líquido electrolítico.
- Inspección visual del nivel de líquido de las baterías.
- Comprobación de las terminales, su conexión y engrase.
- Comprobación de la estanqueidad de la batería.
- Medición de la temperatura dentro de la habitación.
- Comprobación de la ventilación.

4.2.4 Cableado y canalizaciones

Para realizar el plan de mantenimiento del cableado con el fin de su simplificación se estudiará por zonas.

Cuadros de conexión:

- Comprobación del estado del aislamiento del cable.
- Comprobación de la correcta conexión del cableado en los bornes de conexión.
- Comprobación visual del buen estado del cuadro o caja de conexión, con el fin de conservar sus propiedades de estanqueidad.
- Inspección visual de las señales de los cables y de las señales de advertencia.

Conexión entre módulos:

- Comprobación del estado del aislamiento del cable.
- Comprobación de la correcta conexión del cableado en los bornes de conexión.

- Comprobación visual de que los módulos están conectados correctamente, de acuerdo con el presente proyecto.

Canalizaciones:

- Comprobar el buen estado del conducto o canalización.
- Comprobar que los conductos no estén obstruidos por cuerpos extraños y de ser así, eliminar esta obstrucción.
- Comprobar el buen aislamiento de los cables que circulan por cada uno de ellos.
- Asegurarse de que por cada canalización va el circuito correcto, cumpliendo lo expuesto en el presente proyecto.

4.2.5 Protecciones

Las protecciones son otro de los puntos clave de cada instalación, debido a que un fallo en estos elementos puede provocar un daño material o poner en peligro la integridad de los usuarios de la instalación. Por tanto, algunas de las actividades que se deben de realizar para que esto no ocurra son las siguientes:

- Control del buen funcionamiento de los interruptores.
- Inspección visual del buen estado del conexionado.
- Control del funcionamiento y de actuación de los elementos de seguridad y protecciones como fusibles, puestas de tierra e interruptores de seguridad.
- Realización de pruebas en cada uno de los elementos de la instalación solar fotovoltaica, debido a que cada uno de ellos lleva incorporado una serie de protecciones.

4.2.6 Puesta a tierra

Para asegurar una buena circulación de las corrientes de defecto a tierra, se debe de realizar el mantenimiento de esta parte de la instalación. Las actividades que se deben de realizar son las siguientes:

- Revisión anual en la época en el que el terreno se encuentre más seco.
- Medición de la resistencia de puesta a tierra.
- Medición de la resistividad del terreno.
- Comprobación de la continuidad de la instalación a tierra.
- Comprobación de todas las masas metálicas a tierra.
- Revisión cada 5 años de los conductores de enlace del electrodo con el punto de puesta a tierra.

4.2.7 Estructura soporte

- Comprobar la estructura visualmente con posibles daños o desperfecto causados por la oxidación o por algún agente ambiental.
- Comprobación de que los paneles fotovoltaicos estén bien sujetos a esta.
- Comprobación de que la orientación de estas estructuras sea la adecuada cumpliendo lo expuesto en el presente proyecto.

- Comprobación de que las cimentaciones que sujetan estas estructuras estén en buen estado.

4.2.8 Paneles solares

Con objeto de un rendimiento óptimo de la instalación, el buen mantenimiento de los generadores fotovoltaicos es imprescindible. Para tal fin debemos de realizar lo siguiente:

- Se realizará una inspección visual de la limpieza de estos paneles. En caso de que la acumulación de polvo y suciedad sea elevada, se realizará una limpieza de la superficie.
- Inspección visual de posibles deformaciones, oscilaciones y estado de la conexión a tierra de la carcasa.

- Realización de un apriete de bordes y conexiones y se comprueba el estado de los diodos de protección o antiretorno que evitarán el efecto isla, explicado con anterioridad en la presente memoria.
- Realización de una medición eléctrica para comprobar el rendimiento de los paneles.
- Inspección visual de posibles degradaciones, indicios de corrosión en las estructuras y apriete de los tornillos.

5. Garantía

5.1 Ámbito general

Según lo indicado por el pliego condiciones del IDAE en su punto 7.3 se realizará este punto de garantía.

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

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

5.2 Plazos

Se garantizará el buen funcionamiento de la instalación durante 3 años para todos los materiales utilizados y para el montaje.

Con respecto de la garantía de los módulos solares, el panel solar Jinko de 325W y 24 voltios ofrece una garantía de producto de 10 años y una garantía de potencia lineal de 25 años.

Si hubiera que interrumpirse la explotación del sistema debido a razones de las que es responsable el suministrador, o reparaciones que haya de realizar para cumplir las

estipulaciones de garantía, el plazo se prolongará por la duración total de dichas interrupciones.

5.3 Condiciones económicas

La garantía incluye tanto la reparación o reposición de los componentes y las piezas que pudieran resultar defectuosas, como la mano de obra.

Quedan incluidos los siguientes gastos: 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 en los talleres del fabricante.

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

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

5.4 Anulación de la garantía

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

5.5 Lugar y tiempo de la prestación

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

El suministrador atenderá el aviso en un plazo máximo de 48 horas si la instalación no funciona, o de una semana si el fallo no afecta al funcionamiento.

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

El suministrador realizará las reparaciones o reposiciones de piezas con la mayor brevedad posible una vez recibido el aviso de avería, pero no se responsabilizará de los perjuicios causados por la demora en dichas reparaciones siempre que sea inferior a 15 días naturales.

6. Documentación de instalación.

Según el pliego de condiciones técnicas de instalaciones aisladas de red PCT-AREV-febrero2009, se debe incluir la siguiente documentación:

6.1 Dimensionado del generador.

Tabla 14 Dimensionado del generador

Parámetro	Unidades	Valor	Comentario
Localidad		Villarroya de los Pinares	
Latitud		40.509 °N	
Ed	k Wh/día	9600	Consumo de la carga
Periodo diseño	MES	Diciembre	Razón: mes más desfavorable
(α_{opt} , β_{opt})		(50°, 0°)	Inclinación óptima para Diciembre
(α , β)		(50°, 0°)	
G _{dm} (0)	kWh/(m ² .dia)	3360	Fuente: PV GIS
FI		0,988	
FS		0	Causa: obtención de la distancia mínima de sombreado de 5,56 y la distancia de colocación entre paneles es de 5,8.
PR		0,67	
G _{dm} (α , β)	kWh/(m ² .dia)	3182, 06	$G_{dm}(\alpha, \beta) = G_{dm}(0) \cdot k \cdot FI \cdot FS$
P _{mp,min}	kWp	4362,14	$P_{mp,min} = \frac{E_D \cdot G_{CEM}}{G_{dm}(\alpha, \beta) \times PR}$

6.2 Dimensionado final del sistema

Tabla 15 Dimensionado final del sistema

Parámetro	unidades	valor	Comentarios
P _{mp}	Wp	4550	Potencia pico del generador
C ₂₀	Ah	1187,2	Capacidad nominal del acumulador

PD_{max}		0.8	Profundidad de descarga máx. permitida por el regulador
N_{inv}		0.96	Rendimiento energético del inversor
N_{rb}		0.85	Rendimiento energético del regulador-acumulador
V_{NOM}	V	2	Tensión nominal del acumulador
L_D	Ah	193,75	Consumo diario de la carga ($L_D = E_D / V_{NOM}$)
A	Días	4	Autonomía: Actividad de turismo destinada a fin de semana
C20/Isc	h	18.63	C20/Isc < 25 Cumple la condición

7.Presupuesto

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR MATERIAL	
Descripción de la clase de obra	Importe (€)
Capítulo 1 Generador fotovoltaico	4.001,87
Capítulo 2 Elementos instalación fotovoltaica aislada	21.027,73
Capítulo 3 Cableado	119.,17
Capítulo 4 Puesta a tierra	313,82
Capítulo 5 Protecciones	766,36
Capítulo 6 Zanjas	589,49
	387,79
TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL	27.206,23
<p>Asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de VEINTISIETE MIL DOSCIENTOS SEIS EUROS CON VEINTITRES CENTIMOS</p> <p style="text-align: center;">FRANCISCO BUESO PÉREZ</p> <p style="text-align: center;">Villarroya de los Pinares (Teruel) 03/07/2018 Grado en Ingeniería Agroalimentaria del Medio Rural</p> <div style="text-align: right;">  </div>	

RESUMEN DEL PRESUPUESTO GENERAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA	
Descripción de la clase de obra	Importe (€)
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	27.206,23
13% de gastos generales	3.536,81
6% de beneficio industrial	1.632,37
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA	32.375,41
<p>Asciende el presupuesto de ejecución contrata a la expresada cantidad de TREINTA Y DOS MIL TRESCIENTOS SETENTA Y CINCO EUROS CON CUARENTA Y UN CÉNTIMOS.</p> <p style="text-align: center;">FRANCISCO BUESO PÉREZ</p> <p style="text-align: center;">Villarroya de los Pinares (Teruel) 03/07/2018 Grado en Ingeniería Agroalimentaria del Medio Rural</p> 	

RESUMEN DEL PRESUPUESTO GENERAL RESUMEN GENERAL DEL PRESUPUESTOS	
Descripción	Importe (€)
PRESUPUESTO POR CONTRATA	32.375,41
21% IVA	6.798,84
TOTAL DEL PRESUPUESTO	39.174,25
<p>Asciende el presupuesto de ejecución general a la expresada cantidad de TREINTA Y NUEVE MIL CIENTO SETENTA Y CUATRO EUROS CON VEINTICINCO CÉNTIMOS.</p> <p style="text-align: center;">FRANCISCO BUESO PÉREZ</p> <p style="text-align: center;">Villarroya de los Pinares (Teruel) 03/07/2018 Grado en Ingeniería Agroalimentaria del Medio Rural</p> 	