



**Escuela Superior
de Ingeniería y Tecnología**
Universidad de La Laguna

Grado en Ingeniería Mecánica

Trabajo Fin de Grado

Instalación fotovoltaica en La Gomera para carga de vehículos eléctricos

Autor: Airam Jesús Conrado Cabello

Profesor: Juan Fernando Figueras Torres

Julio 2021

La publicación de este Trabajo Fin de Grado solo implica que el estudiante ha obtenido al menos la nota mínima exigida para superar la asignatura correspondiente, no presupone que su contenido sea correcto, aunque si aplicable. En este sentido, la Universidad de La Laguna no posee ningún tipo de responsabilidad hacia terceros por la aplicación total o parcial de los resultados obtenidos en este trabajo. También pone en conocimiento del lector que, según la ley de protección intelectual, los resultados son propiedad intelectual del alumno, siempre y cuando se haya procedido a los registros de propiedad intelectual o solicitud de patentes correspondientes con fecha anterior a su publicación.



**Escuela Superior
de Ingeniería y Tecnología**
Universidad de La Laguna

Grado en Ingeniería Mecánica

Trabajo Fin de Grado

Índice general

Instalación fotovoltaica en La Gomera para carga de vehículos eléctricos

Autor: Airam Jesús Conrado Cabello

Profesor: Juan Fernando Figueras Torres

Julio 2021

Índice general

1. Memoria

2. Anexos

- Anexo I: cálculos
- Anexo II: estudio básico de seguridad y salud
- Anexo III: fichas técnicas
- Anexo IV: baterías
- Anexo V: Sello de calidad UNEF para instaladores fotovoltaicos
- Anexo VI: subvención del Gobierno de Canarias

3. Planos

4. Pliego de condiciones

5. Mediciones y presupuesto

Índice de la memoria

1.	Hoja de identificación.....	20
2.	Objeto.....	20
3.	Alcance.....	20
4.	Antecedentes.....	20
4.1	Situación y emplazamiento.....	21
5.	Normas y referencias.....	22
5.1	normativa.....	22
5.2	Bibliografía.....	22
5.3	Softwares empleados.....	22
6.	Definiciones.....	23
6.1	Consumidor asociado.....	23
6.3	Instalación conectada a la red.....	23
6.4	Red interior.....	23
6.4	Autoconsumo.....	23
6.5	Energía horaria autoconsumida.....	24
6.6	Energía horaria consumida de la red.....	24
6.7	Energía horaria excedentaria.....	24
7.	Tarifas solares con compensación de excedentes. [5] [6].....	25
8.	Análisis de soluciones.....	28
8.1	Tipo de conexión.....	28
8.2	Módulos fotovoltaicos.....	29
8.3	Inversor.....	30
8.4	Contador inteligente.....	31
8.5	Cargador vehículo eléctrico.....	32
8.6	Elementos generales de la instalación.....	33
8.6.1	Cableado.....	33
8.6.2	Protecciones.....	33
8.6.3	Protecciones corriente continua.....	34
8.6.4	Protecciones corriente alterna.....	34
8.6.5	Puesta a tierra.....	34
8.6.6	Conexión a red.....	34
9.	Orden de prioridad de los documentos básicos.....	35

10.	Conclusions	35
-----	-------------------	----

Índice de anexo I: Cálculos

1.	Objeto	38
2.	Cálculo del consumo de la vivienda	38
3.	Cálculo de la potencia fotovoltaica a instalar	39

Índice de anexo II: Estudio básico de seguridad y salud

1. Generalidades.....	60
2. Obligatoriedad.....	60
3. Definiciones (artículo 2).....	60
4. Riesgos laborales previsibles	60
5. Riesgos laborales evitables	61
6. Riesgos especiales. Medidas específicas	61
7. Riesgos inevitables	62
8. Otras previsiones e informaciones útiles	62
9. Identificación y valoración de riesgos.	66
10. Planificación de la acción preventiva.	67

Índice de anexo III: Fichas técnicas

1. Paneles	72
2. Soportes.....	72
3. Inversor	72
4. Contador inteligente	72
5. Cableado.....	72
6. Cargador	72

Índice de anexo IV: Baterías

1. Información acerca de baterías.....	75
2. Cómo seleccionar la tensión correcta de las baterías en función del consumo energético	75
3. Qué información se debe tener en cuenta para seleccionar una batería.....	76
4. Qué información se debe tener en cuenta para dimensionar una batería.....	77
5. Inviabilidad económica.	77

Índice de anexo V: Sello de calidad UNEF para instaladores fotovoltaicos

1. ¿Por qué un sello de calidad?.....	81
2. ¿Quién certifica?	81
3. ¿Qué es y para qué sirve?	82
4. ¿A quién va dirigido?.....	82
5. ¿Cómo se puede solicitar?	82
6. ¿En qué consiste el proceso de certificación?	82
7. Mantenimiento del certificado de sello de calidad.....	83
8. Seguimiento: comité de revisión del sello.	83

Índice de Planos

1. Situación	90
2. Emplazamiento	90
3. Distribución de los paneles	90
4. Distribución línea de cableado	90
5. Esquema unifilar	90

Índice Pliego de condiciones

1. Objeto	93
2. Documentos del proyecto.....	93
3. Normativa.....	93

Abstract

The purpose of this Final Degree Project is to provide a single-family home with a photovoltaic installation in order to reduce its electricity consumption from the grid and thus lower the price of the electricity bill. In addition, with this we will contribute to the environment, using sustainable technologies to reduce CO₂ emissions to the planet.

The installation is carried out in a house located in San Sebastián de La Gomera. We take advantage of the space on the roof to implement 3 kWp.

Residential self-consumption is a growing trend that increases its share of electricity production exponentially each year. In this case we have designed an installation taking into account the history of consumption of the house, without taking into account the consumption of the electric car since it will be recharged at dawn.

With the trend of rising cost of electricity bills and technological advances that have emerged in the field of photovoltaics, it is becoming increasingly inevitable not to take advantage of the advantages that this energy source can provide us both economically and environmentally since it is an energy that produces zero CO₂ emissions.

With the realization of this project, it is intended to bet on self-consumption and renewable energies, an investment of almost 8 thousand euros will be made, in order to reduce the electricity consumption of the grid and, if appropriate, the discharge of surpluses.

It should be noted that in La Gomera the grid is fed by a single source of energy, thermal energy, produced by a total of 8 diesel groups and two mobile generators.

On average 1 kWh produces between 430-450 g of CO₂, so if the average house consumes 30 kWh / day and we get the house to consume at least 15 kWh of clean energy, we would be saving the planet 6450-6750 g of CO₂ daily. The succession of these small gestures by society are those that will make a more sustainable planet.

It should be noted that the demand study has been carried out with real data provided by the owner of the home, with this it has been intended to give the project the maximum possible realism. The data provided by the client shows us the hour-by-hour consumption of the home over a year, this allows us to refine in a very significant way when sizing the necessary installation.

During the development of the project I have attended several conferences organized by the UNEF (Spanish Photovoltaic Union) on residential self-

consumption, these talks have been of great help when developing the project in which we find ourselves.

Finally, we must not forget the electric vehicle charger, a charger designed for the home has been selected with a very compact design and with a wide variety of settings, which will allow us to program charges in off-peak hours. The Wallbox charger is currently one of the most used on the market and presents great reliability at a moderate price.

Resumen ejecutivo

El objeto del presente Trabajo Fin de Grado consiste en dotar de una instalación fotovoltaica a una vivienda unifamiliar con el fin de reducir su consumo eléctrico de la red y así disminuir el precio de la factura de la luz. Además, con ello contribuiremos al medio ambiente, utilizando tecnologías sostenibles para reducir las emisiones de CO₂ al planeta.

La instalación se realiza en una vivienda localizada en San Sebastián de La Gomera. Aprovechamos el espacio de la azotea para implantar 3 kWp.

El autoconsumo residencial es una tendencia en auge que cada año aumenta su cuota de producción eléctrica de manera exponencial. En este caso hemos diseñado una instalación teniendo en cuenta la el histórico de consumo de la vivienda, sin tener en cuenta el consumo del coche eléctrico puesto que éste será recargado de madrugada.

Con la tendencia del encarecimiento que lleva la factura de la luz y los avances tecnológicos que han surgido en el campo de la fotovoltaica se hace cada vez más inevitable no aprovechar las ventajas que esta fuente de energía nos puede proporcionar tanto económicamente, como ambientalmente puesto que se trata de una energía que produce cero emisiones de CO₂.

Con la realización de este proyecto se pretende apostar por el autoconsumo y las energías renovables, se realizará una inversión de casi 8 mil euros, con el fin de reducir el consumo eléctrico de la red y si procediese, el vertido de excedentes.

Debemos destacar que en La Gomera la red es alimentada mediante una única fuente de energía, energía térmica, producida por un total de 8 grupos diésel y dos grupos electrógenos móviles.

De media 1 kWh produce entre 430-450 g de CO₂ por lo que si la vivienda de media consume 30 kWh/ día y conseguimos que la vivienda consuma al menos 15 kWh de energías limpias le estaríamos ahorrando al planeta 6450-6750 g de CO₂ diariamente. La sucesión de estos pequeños gestos por parte de la sociedad son los que conseguirán hacer un planeta más sostenible.

Cabe destacar que el estudio de demanda se ha realizado con datos reales proporcionados por el dueño de la vivienda, con ello se ha pretendido dar el máximo realismo posible al proyecto. Los datos proporcionados por el cliente nos muestran el consumo hora a hora de la vivienda a lo largo de un año, esto nos permite afinar de manera muy significativa a la hora de dimensionar la instalación necesaria.

Durante el desarrollo del proyecto he asistido a varias conferencias organizadas por la UNEF (Unión Española Fotovoltaica) sobre el autoconsumo residencial,

estas charlas han sido de gran ayuda a la hora desarrollar el proyecto en el que nos encontramos.

Por último, no debemos olvidar el cargador del vehículo eléctrico, se ha seleccionado un cargador diseñado para el hogar con un diseño muy compacto y con una gran variedad de ajustes, que nos permitirá programar cargas en horario valle. El cargador Wallbox es actualmente uno de los más usados en el mercado y presenta una gran fiabilidad a un precio moderado.



**Escuela Superior
de Ingeniería y Tecnología**
Universidad de La Laguna

Grado en Ingeniería Mecánica

Trabajo Fin de Grado

Memoria

Instalación fotovoltaica en La Gomera para carga de vehículos eléctricos

Autor: Airam Jesús Conrado Cabello

Profesor: Juan Fernando Figueras Torres

Julio 2021

Índice de la memoria

1.	Hoja de identificación.....	20
2.	Objeto.....	20
3.	Alcance.....	20
4.	Antecedentes.....	20
4.1	Situación y emplazamiento.....	21
5.	Normas y referencias.....	22
5.1	normativa.....	22
5.2	Bibliografía.....	22
5.3	Softwares empleados.....	22
6.	Definiciones.....	23
6.1	Consumidor asociado.....	23
6.3	Instalación conectada a la red.....	23
6.4	Red interior.....	23
6.4	Autoconsumo.....	23
6.5	Energía horaria autoconsumida.....	24
6.6	Energía horaria consumida de la red.....	24
6.7	Energía horaria excedentaria.....	24
7.	Tarifas solares con compensación de excedentes. [5] [6].....	25
8.	Análisis de soluciones.....	28
8.1	Tipo de conexión.....	28
8.2	Módulos fotovoltaicos.....	29
8.3	Inversor.....	30
8.4	Contador inteligente.....	31
8.5	Cargador vehículo eléctrico.....	32
8.6	Elementos generales de la instalación.....	33
8.6.1	Cableado.....	33
8.6.2	Protecciones.....	33
8.6.3	Protecciones corriente continua.....	34
8.6.4	Protecciones corriente alterna.....	34
8.6.5	Puesta a tierra.....	34
8.6.6	Conexión a red.....	34
9.	Orden de prioridad de los documentos básicos.....	35

10. Conclusions 35

1. Hoja de identificación

Proyecto:

Título: Instalación fotovoltaica en La Gomera para carga de vehículos eléctricos

Emplazamiento: El Molinito Alto Nº10, Carretera General 711, San Sebastián de La Gomera

Peticionario:

Nombre: Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología

Dirección: Camino San Francisco de Padua, 38203 San Cristóbal de La Laguna, Santa Cruz de Tenerife

Autor: Airam Jesús Conrado Cabello 43833605K

2. Objeto

Diseño de una instalación fotovoltaica de autoconsumo conectada a red, el objeto de este proyecto es reducir el consumo de energía de la red vertiendo si diera lugar, los excedentes a red.

3. Alcance

El alcance de este proyecto recoge el dimensionamiento de una instalación fotovoltaica conectada a red. En él especificaremos los distintos componentes utilizados en la instalación.

4. Antecedentes

Este proyecto pretende continuar la lucha hacia la descarbonización de las fuentes de energía de la economía Canaria. Apostando por la energía fotovoltaica como fuente para la producción de energía eléctrica para el autoconsumo en viviendas.

Además de reducir el coste de la factura de la luz, puesto que la energía vertida a red será descontada de nuestro consumo, eso sí a un precio menor, se hace un guiño hacia la movilidad sostenible con vehículos eléctricos.

La instalación ayudará a mejorar energéticamente la eficiencia de la vivienda, ya que en horas de mayor producción solar consumiremos energía de nuestro campo solar, y el resto del día de la red.

4.1 Situación y emplazamiento

La instalación se llevará a cabo en una vivienda unifamiliar situada en San Sebastián de La Gomera, concretamente en el Barrio de El Molinito.

Para ello se pretende aprovechar un espacio sin utilización como es la azotea de la vivienda, de unos 80 metros cuadrados aproximadamente, para la instalación de los paneles fotovoltaicos.

Procedemos a dar la localización con exactitud:

28° 06'37'' N 17° 07'34'' O

Cabe destacar la buena ubicación de la vivienda que tiene una orientación sur y se encuentra sin edificaciones a su alrededor más próximo.

Como se confirma en los anexos, se trata de una ubicación con un gran potencial fotovoltaico.



Imagen 1: vivienda unifamiliar. Fuente: GRAFCAN

El propietario de la vivienda está conforme en proporcionar todos los datos que se aportan en este proyecto.

5. Normas y referencias

5.1 normativa

- Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector eléctrico.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.

5.2 Bibliografía

[1] <<IDECanarias visor 4.5.1 >> [En línea]. Disponible en: <https://visor.grafcan.es/visorweb/> [Accedido: abril-2021]

[2] <<UNEF>> [En línea]. Disponible en: <https://unef.es/> [Accedido: abril-2021]

[3] << Gobierno de Canarias >> [En línea]. Disponible en: <https://www.gobiernodecanarias.org/> [Accedido: abril-2021]

[4] <<AutoSolar>> [En línea]. Disponible en: <https://autosolar.es/>

[Accedido: abril-2021]

[5] <<Selectra>> [En línea]. Disponible en: <https://selectra.es/autoconsumo/info/tarifas>

[Accedido: mayo-2021]

[6] <<El Confidencial>> [En Línea]. Disponible en: https://www.elconfidencial.com/economia/2021-05-30/cambios-nueva-factura-luz-1-junio-horas-baratas_3067559/ [Accedido: Junio 2021]

5.3 Softwares empleados

- AutoCAD
- Microsoft Word
- Microsoft Excel
- PVGIS

6. Definiciones

6.1 Consumidor asociado

Consumidor en un punto de suministro que tiene asociadas instalaciones próximas de red interior o instalaciones próximas a través de la red.

6.3 Instalación conectada a la red

Aquella instalación de generación conectada en el interior de una red de un consumidor, que comparte infraestructuras de conexión a la red con un consumidor o que esté unida a este a través de una línea directa y que tenga o pueda tener, en algún momento, conexión eléctrica con la red de transporte o distribución.

También tendrá consideración de instalación de generación conectada a la red aquella que está conectada directamente a las redes de transporte o distribución.

Las instalaciones desconectadas de la red mediante dispositivos interruptores o equivalentes se considerarán instalaciones conectadas a la red a los efectos de la aplicación de este real decreto.

En el supuesto de instalaciones de generación conectadas a la red interior de un consumidor, se considerará que ambas instalaciones están conectadas a la red cuando o bien la instalación receptora o bien la instalación de generación esté conectada a la red.

6.4 Red interior

Instalación eléctrica formada por los conductores, aparataje y equipos necesarios para dar servicio a una instalación receptora que no pertenece a la red de distribución o transporte.

6.4 Autoconsumo

De acuerdo con lo previsto en el artículo 9.1 de la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, se entenderá por autoconsumo, el consumo por parte de uno o varios consumidores de energía eléctrica proveniente de instalaciones de producción próximas a las de consumo y asociadas a los mismos.

6.5 Energía horaria autoconsumida

En los casos de autoconsumo neto horario de energía a través de instalaciones próximas de red interior, será el consumo neto horario de energía eléctrica de un consumidor proveniente de instalaciones de producciones próximas a las de consumo y asociadas al mismo.

Esta energía se corresponderá con la energía horaria neta generada, salvo en los casos en que la energía horaria neta generada sea superior a la energía horaria consumida, que se calculará como la diferencia entre la energía horaria neta generada y la energía horaria excedentaria. En todo caso se considerará cero cuando el valor de dicha diferencia sea negativo.

6.6 Energía horaria consumida de la red

En autoconsumo no colectivo ni de instalación próxima a través de la red, es el saldo neto horario de energía eléctrica recibida de la red de transporte o distribución no procedente de instalaciones de generación próximas y asociadas al punto de suministro.

Para el cálculo de la misma se utilizará, en el caso de un único consumidor con una instalación de generación conectada a su red interior, el equipo de medida correspondiente en el punto de frontera.

En el caso de no existir equipo de medida en el punto de frontera, esta energía se calculará mediante la diferencia entre la energía horaria consumida por el consumidor asociado y la energía horaria autoconsumida por el consumidor asociado. En todo caso se considerará cero cuando el valor sea negativo.

6.7 Energía horaria excedentaria

En autoconsumo no colectivo ni de instalación próxima a través de la red, energía eléctrica neta horaria generada por las instalaciones de producción próximas a las de consumo y asociadas a las mismas y no autoconsumida por los consumidores asociados.

Para el cálculo de la misma se utilizará el registro de energía saliente del equipo de medida ubicado en el correspondiente punto de frontera. En caso de no existir equipo de medida en el punto de frontera, esta energía se calculará mediante la diferencia entre la energía horaria neta generada y la energía horaria autoconsumida por el consumidor asociado. En todo caso se considerará cero cuando el valor sea negativo.

7. Tarifas solares con compensación de excedentes. [5] [6]

Algunas comercializadoras libres han fijado planes de precios para instalaciones de autoconsumo conectadas a la red de distribución acogida al mecanismo de compensación simplificada. Estas tarifas ofrecen precios especiales para aquellos momentos en los que no es posible producir electricidad y fijan un importe específico por el excedente.

A continuación, mostramos algunas de ellas:

- **Tarifa eléctrica renovable EDP Solar**
La tarifa para autoconsumo de EDP Solar ha establecido un precio especial fijo para las horas que se tenga que hacer uso de la red de distribución y una retribución de 0.048 euros/kWh por los excedentes energéticos.

Tarifa eléctrica renovable de EDP Solar

Tarifa	Precios
Hasta 10 kW	
Potencia	0,1144 €/kW día
Consumo	0,1121 €/kWh
Precio del excedente	0,048 €/kWh
Hasta 15 kW	
Potencia	0,1319 €/kW día
Consumo	0,1239 €/kWh
Precio del excedente	0,048 €/kWh

Tabla 1: Tarifa eléctrica de EDP Solar. Fuente: SELECTRA

<<Selectra>> [En línea]. Disponible en: <https://selectra.es/autoconsumo/info/tarifas> [Accedido: julio-21]

- **Plan Solar de Endesa Solar**
La tarifa para instalaciones de placas fotovoltaicas de Endesa Solar ofrece un 25% de descuento en las horas tempo: de 18h a 9h durante los meses de verano y de 17h a 10h en invierno. Asimismo, ha fijado un precio de 0.05 euros/kWh para los excedentes energéticos.

Precios de la tarifa Tempo Solar de Endesa

Tarifa	Precios
Hasta 10 kW	
Potencia	0,1306 €/kW día
Consumo	0,1546 €/kWh
Horas tempo	0,1159 €/kWh
Precio del excedente	0,05 €/kWh
10 - 15 kW	
Potencia	0,1374 €/kW día
Consumo	0,1577 €/kWh
Horas tempo	0,1182 €/kWh
Precio del excedente	0,05 €/kWh

Tabla 2: Tarifa Tempo Solar de Endesa. Fuente: SELECTRA

<<Selectra>> [En línea]. Disponible en:
<https://selectra.es/autoconsumo/info/tarifas> [Accedido: julio-21]

- Precios del Plan Solar de Iberdrola

Precios del Plan Solar de Iberdrola

Tarifa	Precios
Hasta 10 kW	
Potencia	0,1230 €/kW día
Consumo	0,1811 €/kWh
Horas con descuento	0,0889 €/kWh
Precio del excedente	0,051 €/kWh
10 - 15 kW	
Potencia	0,1356 €/kW día
Consumo	0,2063 €/kWh
Horas con descuento	0,1272 €/kWh
Precio del excedente	0,051 €/kWh

Tabla 3: Tarifa del Plan Solar de Iberdrola. Fuente: SELECTRA

<<Selectra>> [En línea]. Disponible en: <https://selectra.es/autoconsumo/info/tarifas> [Accedido: julio-21]

La tarifa en la que nos encontramos se denomina Tarifa 2.0 TD que abarca desde 0 hasta 15 kW.

La vivienda posee una potencia contratada de 8,05 kW por lo que procedemos a realizar una tabla resumen comparando las tarifas anteriormente descritas dentro del rango de potencias en el que se encuentra, es decir, hasta 10 kW.

EDP Solar	Potencia	0,1144	€/ kW día
	Consumo	0,1121	€/ kWh
	Precio excedente	0,048	€/ kWh
Endesa	Potencia	0,1306	€/ kW día
	Consumo	0,1546	€/ kWh
	Precio excedente	0,05	€/ kWh
Iberdrola	Potencia	0,123	€/ kW día
	Consumo	0,1811	€/ kWh
	Precio excedente	0,051	€/ kWh

Tabla 4: Comparativa tarifas eléctricas de acuerdo a la potencia contratada de la vivienda

Debemos hablar de las claves de la nueva factura de la luz que entró en vigor el 1 de junio de 2021, por las cuáles es más interesante aún el autoconsumo. Todo ello recogido en el Real Decreto 148/2021, de 9 de marzo, por el que se establece la metodología de cálculo de los cargos del sistema eléctrico.

Donde se reduce la parte fija del recibo, y aumenta la parte variable de la factura, la que depende del consumo, se aplican tres tramos horarios de consumo y se facturará todo exceso de potencia consumida respecto a la contratada.

Se divide en tres tramos: hora valle, hora llana y hora punta. Donde la diferencia de precios puede ser hasta el triple entre tramos.

La hora punta se concentra en las horas centrales del día, por lo que nuestro consumo de la red será mínimo ya que habrá producción fotovoltaica.

Cabe destacar el guiño que se realiza a la movilidad eléctrica, ofreciendo la posibilidad de ampliar la potencia por las noches y fines de semana para la recarga de vehículos eléctricos en el hogar, ya que estos demandan mucha potencia.

Se trata de una medida para incentivar el consumo en los momentos en los que las redes están menos congestionadas. Intentando crear nuevos hábitos de consumo para evitar la congestión de las redes en las horas centrales del día.

8. Análisis de soluciones

Con el fin de optimizar al máximo el proyecto, teniendo en cuenta el ahorro económico como base del proyecto, nos disponemos a considerar los aspectos técnicos más importantes.

8.1 Tipo de conexión

Se tratará de un sistema fotovoltaico conectado a red, puesto que el fin de este proyecto es el ahorro energético y económico. Un sistema aislado encarecería de manera considerable la instalación, ya que como veremos en el anexo correspondiente el precio de las baterías es desorbitado.

8.2 Módulos fotovoltaicos

Los módulos fotovoltaicos proyectados para esta instalación, concretamente, es el modelo “ESPSC-400”.

<<Módulos fotovoltaicos>> [En línea]. Disponible en: <https://autosolar.es/panel-solar-24-voltios/panel-solar-400w-perc-monocristalino-era> [Accedido: julio-21]

Se colocarán un total de 8 paneles, distribuidos en dos hileras de 4 paneles cada una, colocados horizontalmente con una inclinación con respecto a la horizontal de 26 grados.

En el mercado podemos encontrar infinidad de modelos de módulos fotovoltaicos, en este caso nos hemos decidido por el módulo nombrado anteriormente, aunque existen otros como por ejemplo el “Módulo JUST de 400W Mono. PERC 144 Half-Cell - JST400M-144” o “MÓDULO CANADIANSOLAR HIKU 400W”.

La elección de los módulos se realiza a través de una comparación en el mercado, teniendo en cuenta la calidad del producto y su precio, tras comparar varias empresas distribuidoras hemos considerado que la empresa Autosolar ofrece precios competitivos, además de proporcionar una gran información sobre sus productos. Otras empresas a tener en cuenta podrían ser Cymasol o Revsolar.

A continuación mostraremos una tabla donde se recogen algunos modelos de módulos fotovoltaicos.

Modelos	Precio unitario
Módulo Canadiansolar Hiku 400 W	251,68 €
Mono Perc 400 W Just Solar	185 €
Perc Monocristalino Era 400 W	144,95 €

Tabla 5: Comparativa entre módulos fotovoltaicos.

<<Módulo Canadian Hiku 400 W>> [En línea]. Disponible en: <http://revsolar.com/tienda-online-solar/es/paneles-fotovoltaicos/826-modulo-canadiansolar-hiku-400w.html> [Accedido: julio-21]

<<Mono Perc 400 W Just Solar>> [En línea]. Disponible en: https://cymasol.com/epages/cdf4714b-56e6-4b19-a407-1a0c2f72c9ee.sf/es_ES/?ObjectPath=/Shops/cdf4714b-56e6-4b19-a407-1a0c2f72c9ee/Products/0959 [Accedido: julio-21]

<<Perc Monocristalino Era 400 W>> [En línea]. Disponible en:

<https://autosolar.es/panel-solar-24-voltios/panel-solar-400w-perc-monocristalino-era>

[Accedido: julio-21]

8.3 Inversor

Se trata de un elemento muy importante de la instalación. Su función es convertir la energía eléctrica que le llega, la transforma de corriente continua a corriente alterna.

Es primordial elegir bien el inversor adecuado para el sistema fotovoltaico para garantizar el mejor desempeño de todo el sistema. Un buen inversor hará que todos los demás elementos trabajen en óptimas condiciones aprovechando al máximo sus recursos.

El inversor seleccionado para esta instalación es “Fronius Primo 3.0-1 3kW”

<<Inversor>> [En línea]. Disponible en:

<https://autosolar.es/inversores-de-red-monofasicos/inversor-red-fronius-prim-30-1-3kw>

[Accedido: julio-21]

Existen infinidad de modelos de inversores con distintos rangos de potencia. A la hora de seleccionar un inversor debemos tener en cuenta una serie de criterios técnicos como pueden ser:

- La eficiencia
- MPPT
- Los años de garantía
- El precio
- El soporte técnico
- El sistema de monitorización

Tras realizar la labor de documentación pertinente comparando entre distintos modelos, y teniendo en cuenta que se trata de uno de los elementos principales de la instalación, hemos seleccionado dicho inversor frente a otras marcas como Solar edge, SMA o Victron Energy.

Fronius se trata de un inversor de gran eficiencia con un precio asequible y con un buen soporte técnico, que son los criterios técnicos más valorados dentro del mercado.

RANKING inversores residenciales (5kW)

	1	2	3	4
				
	solar SE5000H HD-Wave (monofásico)	Fronius Primo 5.0-1 5kW (monofásico)	SMA Sunny Boy 5.0 (monofásico)	victron energy Multiplus II 5000W /48V (monofásico)
EFICIENCIA	99,2%	98,1%	97%	96%
Nº DE MPPT	1 por panel	2	2	MPPT externo
GARANTIA	12 años ampliables a 25	5 años ampliables a 20	5 años ampliables a 20	5 años de base
PRECIO	€€€€	€€	€€	€€€
CALIDAD SOPORTE TÉCNICO	1º	2º	5º	4º
ORIGEN	Israel	Austria	Alemania	Países Bajos
CALIDAD MONITORIZACIÓN	1º	4º	3º	2º
MEDIDAS (Alt/Anch/Prof)	280x370x142mm	645x431x204mm	470x435x176mm	565x323x148mm
TEMPERATURA MÁX. (C°)	-20 / 60	-40 / 55	-25 / 60	-40 / 65
GRADO PROTECCIÓN	IP65 (interior y exterior)	IP65 (interior y exterior)	IP65 (interior y exterior)	—
PANTALLA LCD	NO en modelo nuevo	SÍ	Señales luminosas	Señales luminosas

Tabla 6: Ranking de inversores residenciales. Fuente: CAMBIO ENERGÉTICO.

<<Ranking de inversores residenciales>> [En línea]. Disponible en: <https://www.cambioenergetico.com/blog/comparativa-de-inversores-fotovoltaicos-para-autoconsumo-en-vivienda-actualizado-2019/> [Accedido: julio-21]

Hemos seleccionado esta web debido a que se trata de una empresa de prestigio, muy comprometida con el medio ambiente y con una continua actualización de información referente a las energías renovables, especialmente en el autoconsumo residencial mediante energía fotovoltaica.

8.4 Contador inteligente

Es un medidor de energía de la propia marca Fronius. Este sistema se puede configurar para controlar dinámicamente la potencia que requiere nuestra

instalación y poder elegir si queremos verter o no el excedente de producción fotovoltaica a la red eléctrica en caso de que produzcamos más energía de la que consumimos. Este sistema es indispensable puesto que actúa de contador de energía, necesario para la legalización de la instalación, además nos permitirá poder observar en el portal web de Fronius nuestros requerimientos de energía instantánea y con gráficas de consumo a lo largo de las 24h del día de manera que podamos ajustarnos a las horas de mayor producción y rentabilizar al máximo nuestra instalación.

Este dispositivo se colocará de manera adicional al contador de Endesa, es un aparato que permite el control de la energía que se verte a la red midiendo en ambos sentidos tanto el consumo como lo que se inyecta en la misma.

Las principales ventajas del Fronius Smart Meter Monofásico son:

- Limitación de potencia remota rápida y precisa
- Junto con el Fronius Solar.web ofrece una visión detallada del consumo de energía en el hogar
- Optimiza la gestión de energía con la solución de almacenaje Fronius Energy Package

<<Ventajas del Fronius Smart Meter Monofásico>> [En línea]. Disponible en: <https://autosolar.es/vatimetro/fronius-smart-meter-monofasico-ts-100a> [Accedido: julio-21]

8.5 Cargador vehículo eléctrico.

En referencia a los cargadores de los vehículos eléctricos disponemos de una amplia gama de modelos disponibles en el mercado, a continuación mostraremos los más destacados y justificaremos nuestra elección.

Modelo	Amperaje - Potencia	Precio
Circuitor eHome T1C32	32 A - 7,2 kW	720 €
Orbis Viaris Combi	32 A - 7,4kW	1.230 €
POLICHARGER IN-T1	32 A - 7,4kW	595 €
VESTEL EVC04-AC7	32 A - 7,4kW	670 €
Wallbox Pulsar Plus	32 A - 7,4kW	839 €

Tabla 7: modelos de cargadores de vehículos.

<<Modelos de cargadores>> [En línea]. Disponible en: <https://cargacar.com/>

[Accedido: julio-21]

Para la recarga de vehículos eléctricos hemos seleccionado el cargador “Wallbox Pulsar Plus”.

<<Cargador Wallbox Plus>> [En línea].

Disponible en: https://wallbox.com/es_es/pulsar-plus-type-1-5m-7-4kw

[Accedido: julio-21]

Se trata de un práctico sistema de carga para vehículos eléctricos o híbridos enchufables, que se adapta fácilmente a cualquier instalación. Además posee una infinidad de ajustes para realizar la carga del vehículo de la manera más eficiente, y todo ello desde nuestro móvil.

Algunas de sus funcionalidades más destacadas son:

- Siempre conectado por wifi o Bluetooth
- Diseño compacto
- Luces de estado de carga integradas
- Optimiza tu infraestructura de carga y reduce los tiempos de carga con la tecnología Power Boost
- Protección contra fugas de DC integrada

8.6 Elementos generales de la instalación

8.6.1 Cableado

Para la selección de los cables se seguirá lo establecido en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (edición actualizada a 28 de abril de 2021). Proyectando así el cableado que precise cada una de las instalaciones para el correcto funcionamiento de estas.

Los cables de conexión deberán estar dimensionados para una intensidad no inferior al 125% de la máxima intensidad del generador y la caída de tensión entre el generador y el punto de interconexión a la Red de Distribución Pública o a la instalación interior, no será superior al 1,5%, para la intensidad nominal.

Para el cableado emplearemos conductores de la marca “Top cable” concretamente el cable “PV ZZF de 6 mm²”, se trata de un cable específico para este tipo de instalaciones con unas buenas prestaciones y con un recubrimiento con una gran resistencia a los agentes externos.

8.6.2 Protecciones

Para cualquier instalación eléctrica deben existir una serie de protecciones, con el fin de evitar accidentes en los que pueda haber daños personales. Las

medidas de protección han sido diseñadas de acuerdo con lo establecido en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

- ITC BT-22 Protección contra sobreintensidades.
- ITC BT-23 Protección contra sobretensiones.
- ITC BT-24 Protección contra los contactos directos o indirectos.

8.6.3 Protecciones corriente continua

Para la parte de corriente continua, el inversor ya posee protecciones en su diseño contra sobrecargas y posibles fallos de aislamiento, pero además se añadirá un fusible para cada una de las dos hileras que componen la instalación fotovoltaica.

8.6.4 Protecciones corriente alterna

Para la parte de corriente alterna, se colocarán las protecciones justo después del inversor, se trata de un diferencial y un interruptor magnetotérmico.

En cuanto al circuito de fuerza para el cargador de vehículos eléctricos, las protecciones se compondrán de un diferencial, un interruptor magnetotérmico y un limitador de tensiones. En este caso dichas protecciones se encontrarán en el cuadro eléctrico de la vivienda.

8.6.5 Puesta a tierra

Para proteger las instalaciones y sus elementos como a la personas de tensiones con cierto nivel de riesgo mediante un contacto por accidente, se precisa una conexión a tierra. Siguiendo tanto el Artículo 15 del RD 1669/2011 como en el ITC – BT-18 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión para este tipo de instalaciones, se dimensionará el conexionado necesario para esta aplicación.

Las causas principales de derivación provienen de fenómenos meteorológicos, por tanto, toda la estructura metálica así como módulos fotovoltaicos han de llevar esta conexión a tierra. Además, el inversor también será conectado a tierra mediante el borne habilitado para ello.

La instalación del cargador no precisa de una conexión específica a tierra, pues este ya estará conectado a tierra mediante el cuadro al que se conectará.

8.6.6 Conexión a red

Para la conectar la instalación fotovoltaica a la red se empleará un contador bidireccional, tal y como se especifica en el RD 244/2019 para instalaciones conectadas a red. Con este aparato se puede tener conocimiento de la cantidad de energía que se suministra a red, puesto que se trata de un

dispositivo, que permite el control de la energía que se verte a la red midiendo en ambos sentidos tanto el consumo como lo que se inyecta en la misma.

9. Orden de prioridad de los documentos básicos.

Estableceremos un orden de prioridad de los documentos básicos del proyecto ante cualquier discrepancia:

- Planos
- Pliego de condiciones
- Presupuesto
- Memoria

10. Conclusions

The main purpose of this work has been to reduce the cost of the electricity bill. For this, a photovoltaic installation has been designed adjusted to the consumption of the house. An unused space, such as the roof terrace, will be used for its installation.

Throughout this project I have studied various methods for sizing the installation, finally we have chosen the one that analyzes consumption in a more exhaustive way to try to reduce the discharge of surpluses to the network to a minimum. Finally we have obtained a 3 kWp installation.

During this project I have expanded my knowledge, extensively, in the field of self-consumption, since apart from consulting the bibliography I have been fortunate to be able to exchange opinions with several installers and attend conferences held by UNEF.

An attempt has been made to minimize costs so that the installation is amortized as soon as possible, which is why this project does not include batteries for storing electrical energy. Within this type of installation one of the fundamental factors, if not the most important for the customer, is an affordable price for the installation.

The final price of the installation is around 8 thousand euros, it is a relatively affordable price for the installation, we must also bear in mind that we can request a subsidy from the Government of the Canary Islands for this type of installation, an annex is included in the project where it is discussed, which could reduce the cost of the installation considerably.

Finally, this project has made us know in a more precise way the world of renewable energies and specifically the approach that is given towards self-consumption. A trend that is booming and is expected to have great relevance in the coming years.



**Escuela Superior
de Ingeniería y Tecnología**
Universidad de La Laguna

Grado en Ingeniería Mecánica

Trabajo Fin de Grado

Anexo I: Cálculos

Instalación fotovoltaica en La Gomera para carga de vehículos eléctricos

Autor: Airam Jesús Conrado Cabello

Profesor: Juan Fernando Figueras Torres

Julio 2021

Índice anexo I: Cálculos

1. Objeto	38
2. Cálculo del consumo de la vivienda	38
3. Cálculo de la potencia fotovoltaica a instalar	39

1. Objeto

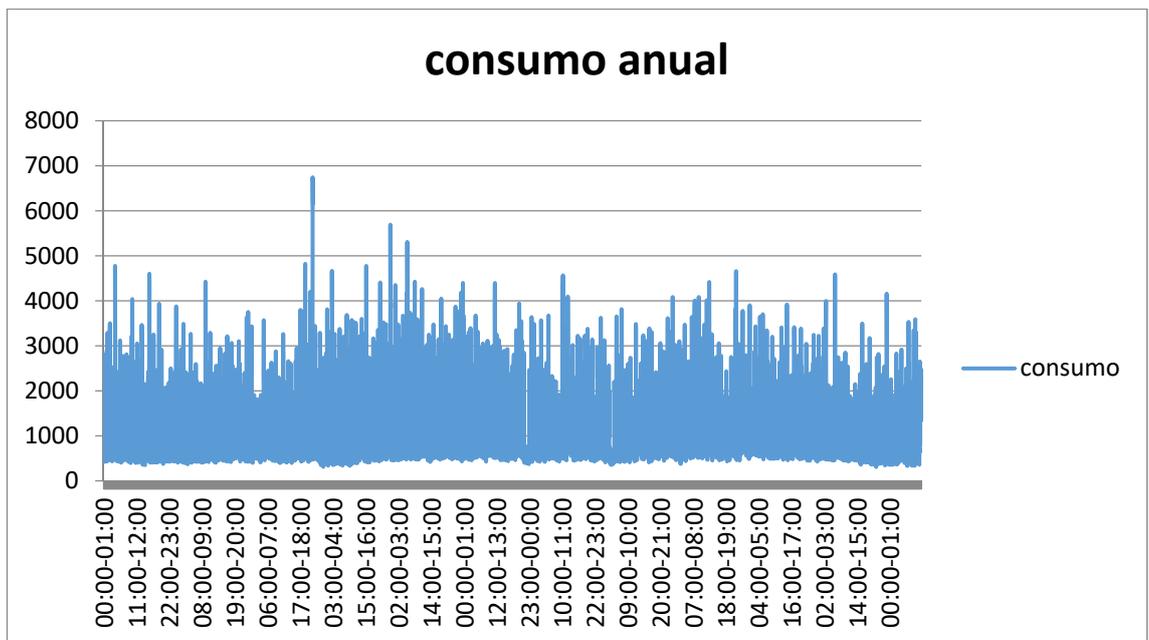
En este apartado definiremos los cálculos realizados para el dimensionamiento de la instalación, y sus componentes.

Se explicará de manera concisa cómo hemos realizado los cálculos y las decisiones tomadas a partir de ellos.

2. Cálculo del consumo de la vivienda

En primer lugar realizamos un estudio de la curva de carga real de la vivienda. Para ello nos ayudamos de los datos que nos proporciona E-distribución, que nos permite conocer el consumo hora a hora de la vivienda. Se trata de una información muy interesante, ya que el fin de la instalación es auto-consumir la energía generada, procurando que el vertido de excedentes a red sea el mínimo posible.

Para la obtención de los datos de E-distribución el titular de la factura de la luz debe darse de alta en la página con su DNI y podrá acceder a los datos de su consumo hora a hora.



Gráfica 1: Consumo anual de la vivienda hora a hora.

Edistribución ha proporcionado los datos de consumo hora a hora al propietario de la factura, tras recibir dichos datos del propietario, se ha creado mediante la herramienta de cálculo Excel una gráfica con el consumo anual de la vivienda.

Como podemos observar en dicha gráfica, el consumo eléctrico es elevado, en torno a unos 30 kWh/día, lo que supone aproximadamente unos 130 de factura mensual, tomando el precio del kWh a 0,14 € de media. Estos datos nos proporcionan una primera visión de la idoneidad

de realizar una instalación de autoconsumo, ya que el fin de ésta es rentabilizarla económicamente a través de la reducción de la factura de la luz.

Uno de los aspectos más importantes dentro del cálculo de una instalación para autoconsumo conectada a red, es conocer el consumo hora a hora de la vivienda, ya que nos permite afinar bastante el diseño de la instalación a la energía consumida en el hogar.

Debemos recalcar que no nos interesa un excesivo vertido a red puesto que la compensación de excedentes se realiza a un precio mucho más bajo que el de mercado y no interesa. Para hacernos una idea el kWh consumido se paga a un precio de unos 0.14 euros, mientras que el kWh inyectado a red nos lo pagan a razón de unos 0.04 euros.

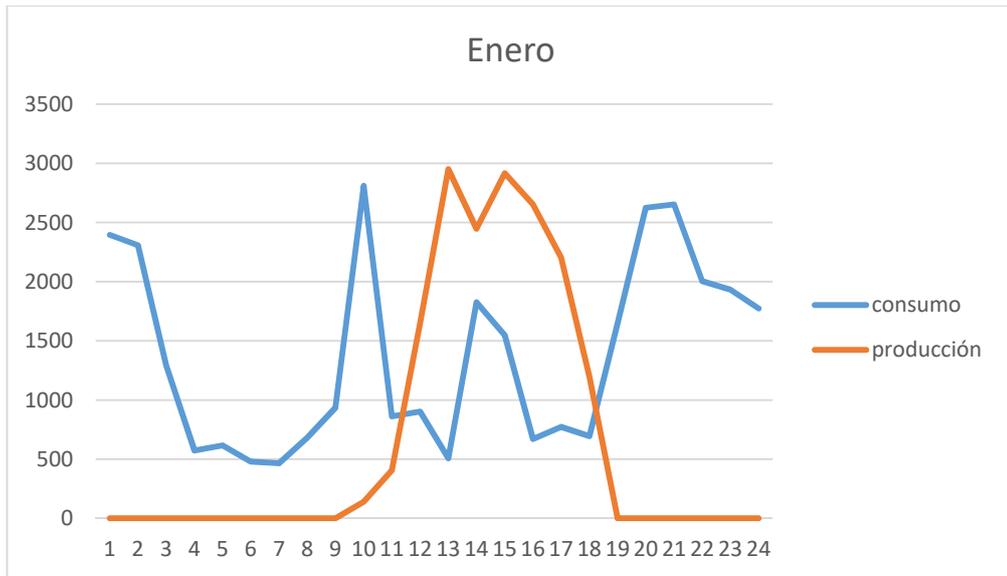
Además debemos recordar que por ley, la compensación del kWh inyectado se traduce solamente en el descuento en nuestra factura de la luz, como máximo hasta que esta sea cero, es decir, la compañía no nos pagará si inyectamos más de lo que consumimos.

3. Cálculo de la potencia fotovoltaica a instalar

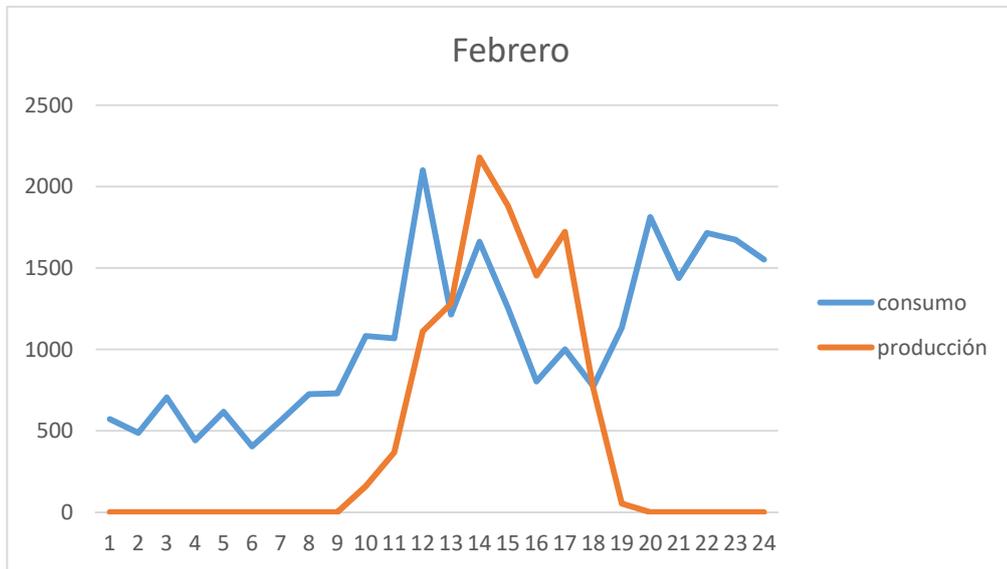
Para el cálculo de la potencia fotovoltaica a instalar nos ayudaremos de la herramienta PVGIS, un software que recoge los datos de producción fotovoltaica, incluso nos permite saber la producción hora a hora.

Realizamos un estudio comparativo entre las curvas de carga real de la vivienda y la producción fotovoltaica de la zona para poder calcular el autoconsumo y el vertido a red en función de la potencia fotovoltaica pico instalada.

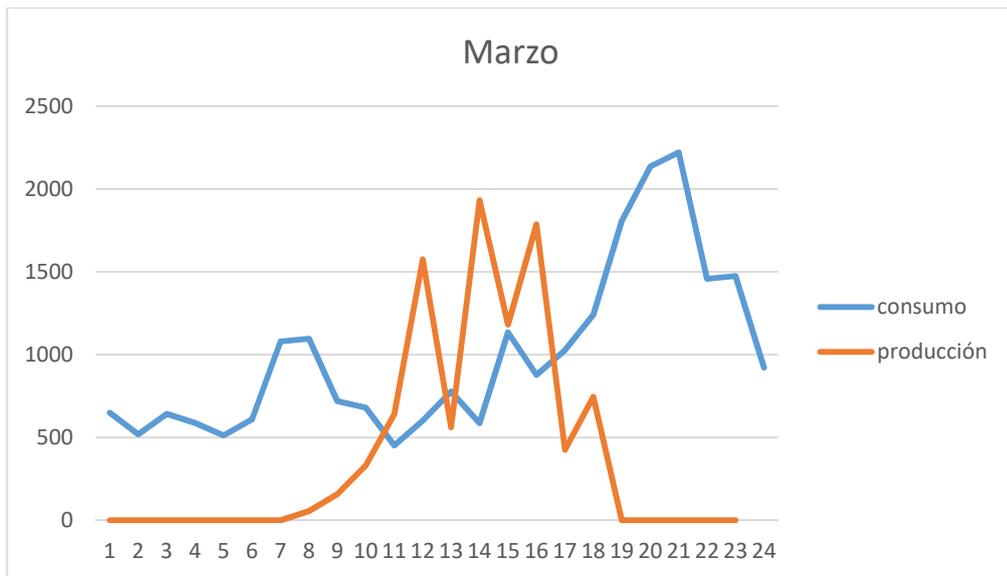
En estas gráficas ya mostramos la potencia fotovoltaica pico a instalar de 3 kWp, que es la idónea para la vivienda tras haber realizado el estudio con distintas potencias, dicha elección será argumentada a continuación de las gráficas.



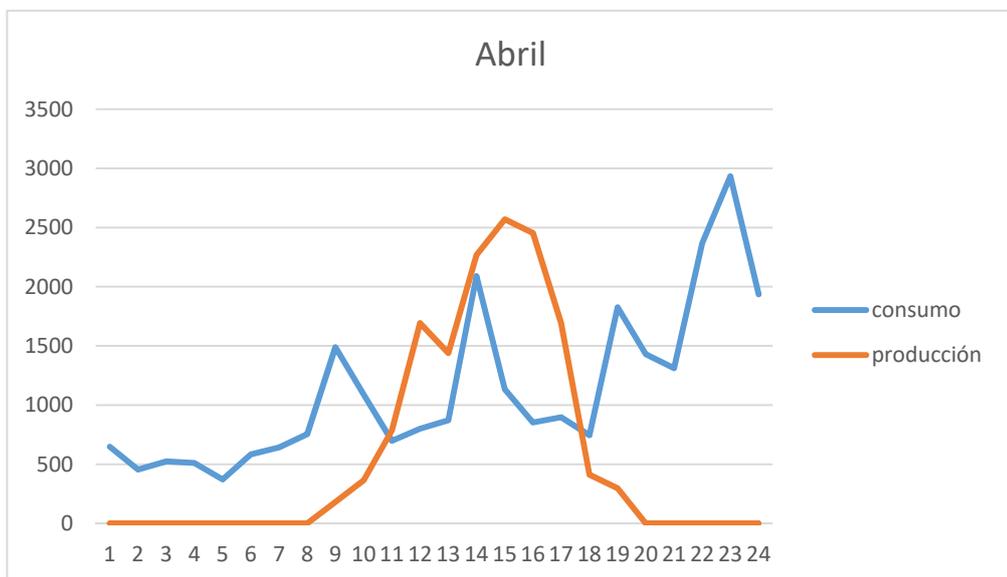
Gráfica 2: Curvas de consumo y producción un día del mes de Enero.



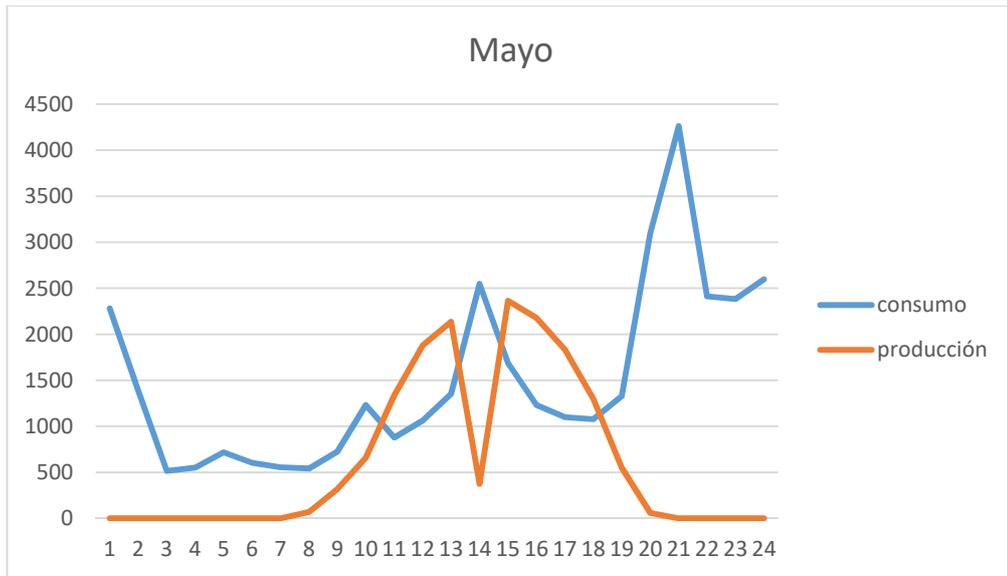
Gráfica 3: Curvas de consumo y producción un día del mes de Febrero.



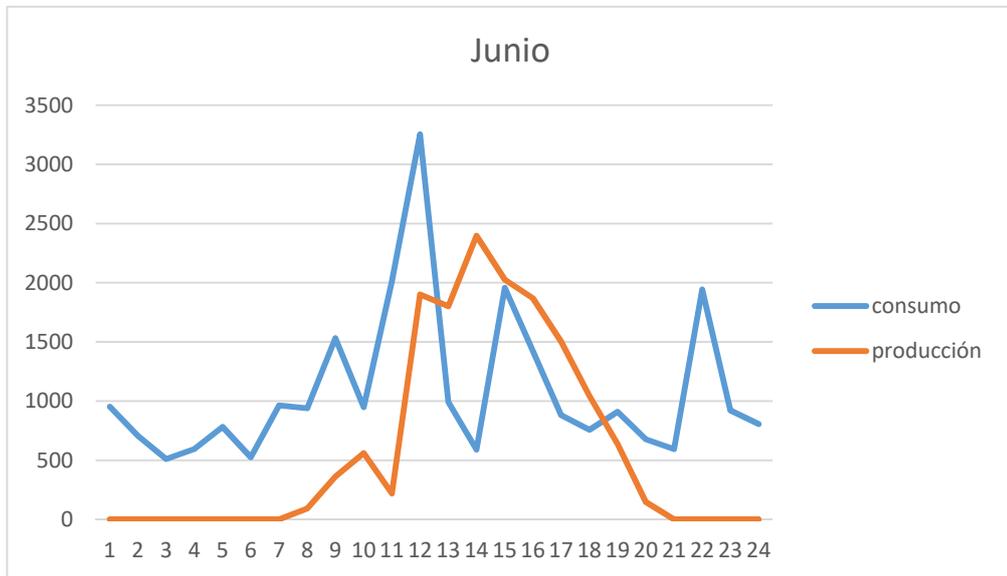
Gráfica 4: Curvas de consumo y producción un día del mes de Marzo.



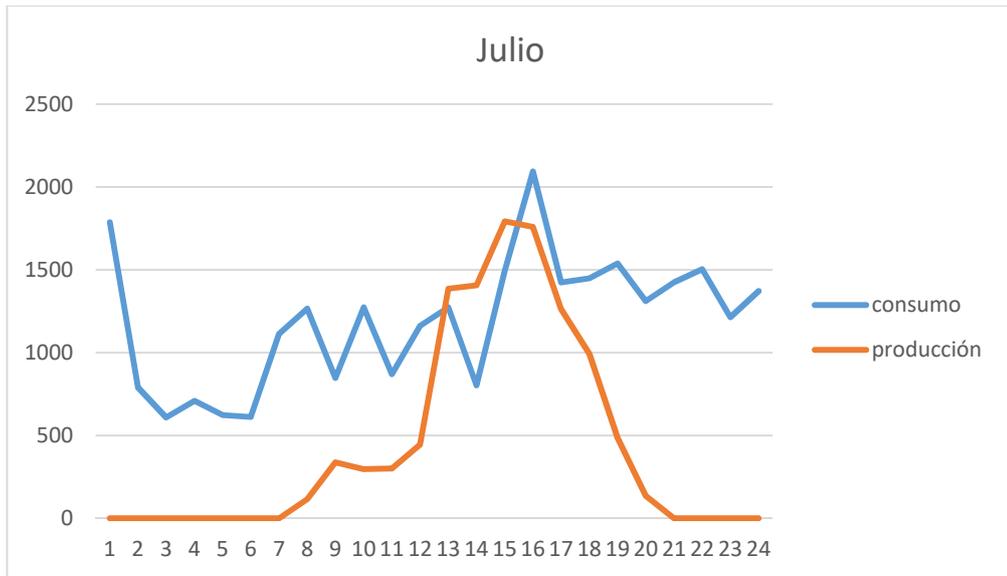
Gráfica 5: Curvas de consumo y producción un día del mes de Abril.



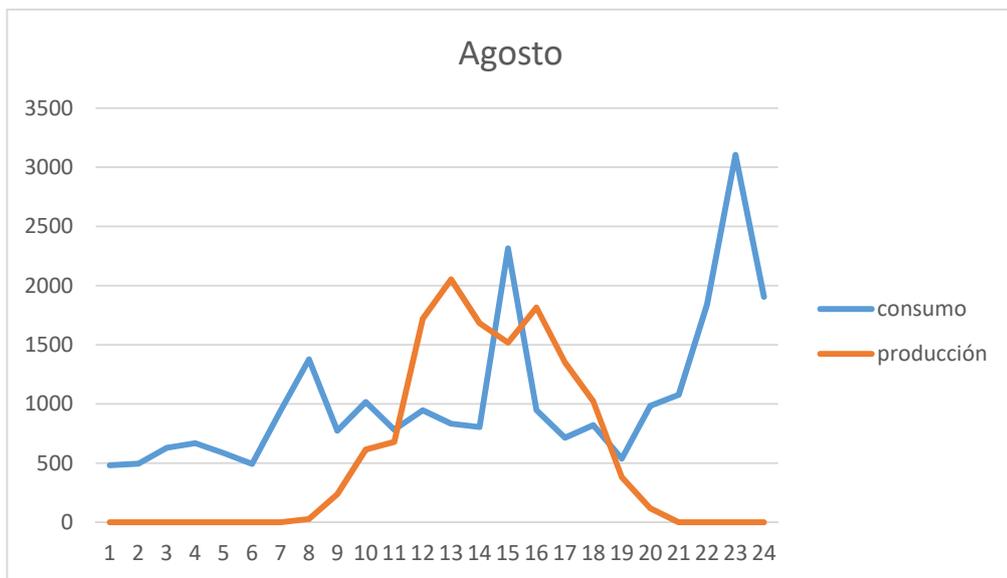
Gráfica 6: Curvas de consumo y producción un día del mes de Mayo.



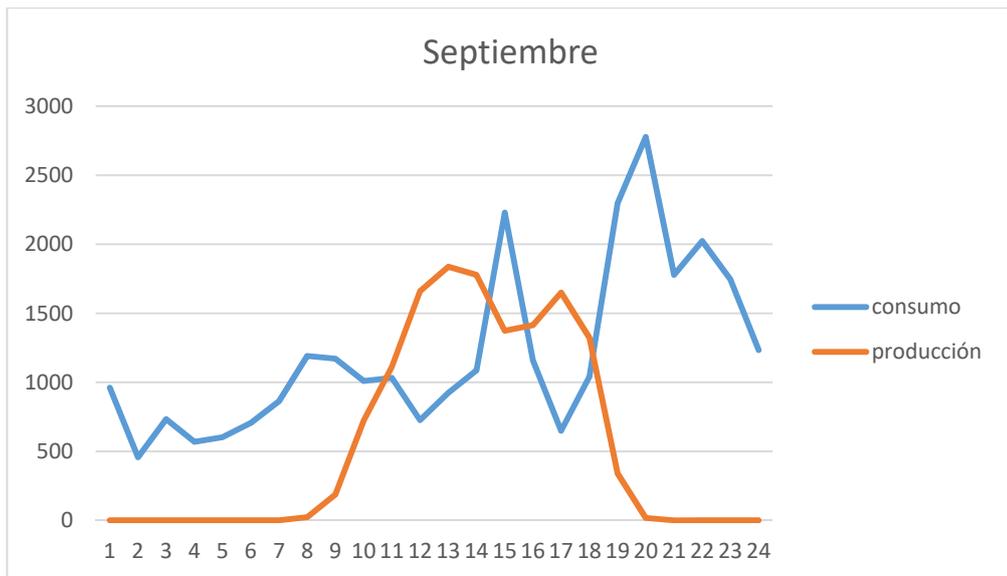
Gráfica 7: Curvas de consumo y producción un día del mes de Junio.



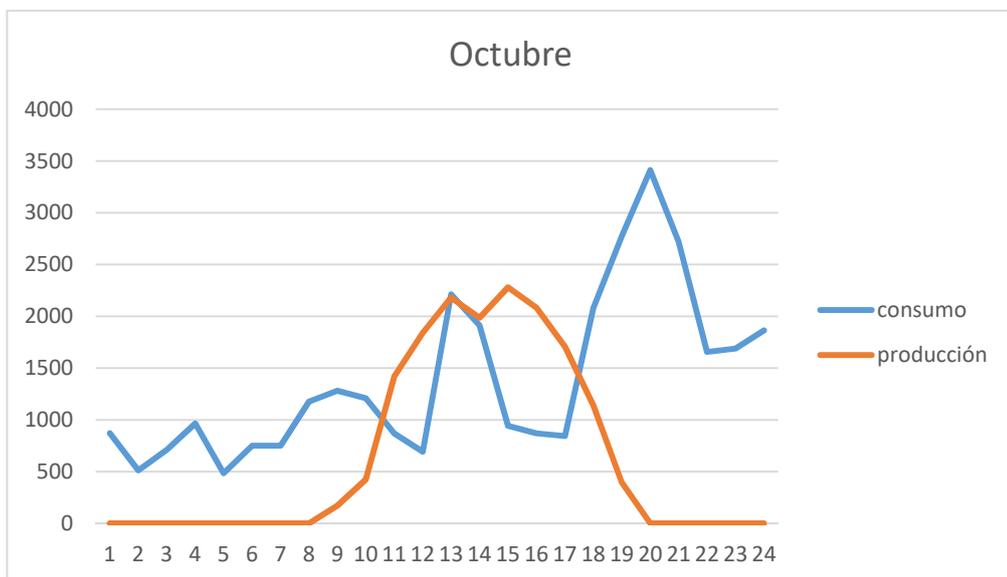
Gráfica 8: Curvas de consumo y producción un día del mes de Julio.



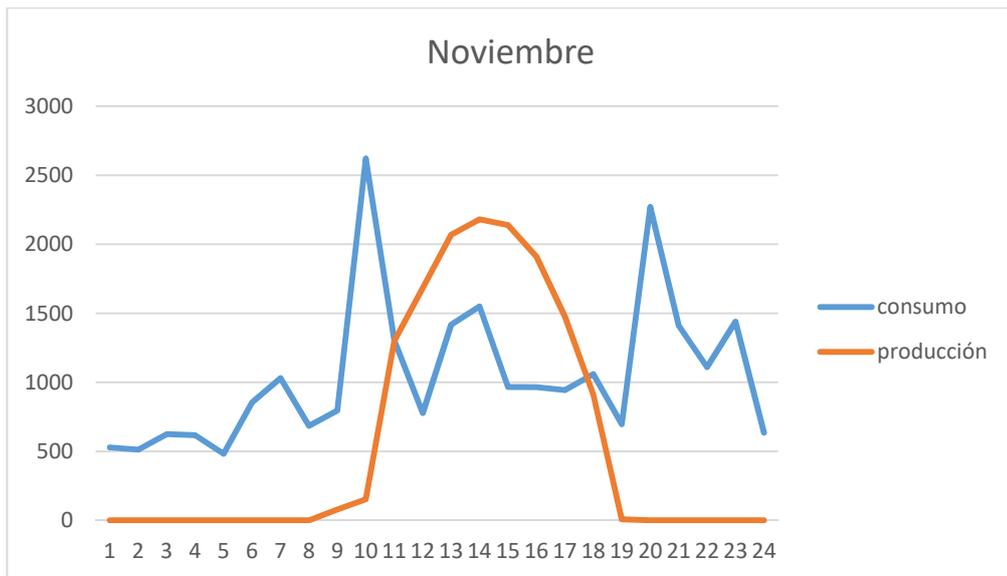
Gráfica 9: Curvas de consumo y producción un día del mes de Agosto.



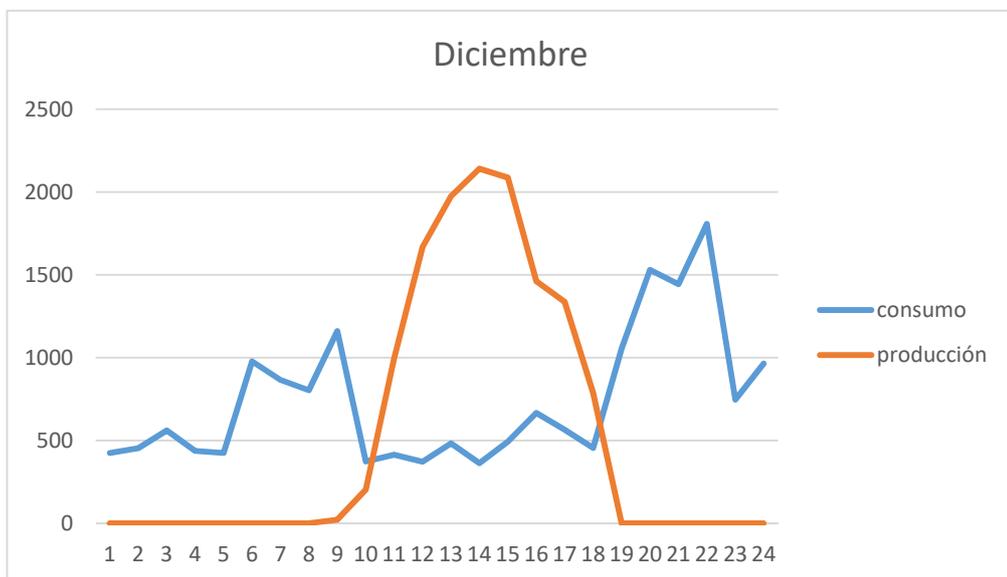
Gráfica 10: Curvas de consumo y producción un día del mes de Septiembre.



Gráfica 11: Curvas de consumo y producción un día del mes de Octubre.



Gráfica 12: Curvas de consumo y producción un día del mes de Noviembre.



Gráfica 13: Curvas de consumo y producción un día del mes de Diciembre.

Para cuantificar económicamente el ahorro debido a la energía auto consumida y la compensación de los excedentes fijaremos sus precios en 0,14 €/kWh y 0,04 €/kWh respectivamente. Estos valores se han obtenido considerando una media, ya que ambos varían dependiendo de la hora y de la compañía, ya que el precio de la energía cambia dependiendo del horario en el que nos encontremos.

A modo de conclusión, tras realizar el estudio a distintas potencias pico instaladas, obtenemos que **con una instalación de 3 kWp** conseguimos un ahorro de energía bastante reseñable mientras que el vertido de excedentes a red resulta bastante bajo. Al compararlo con 4 kWp de potencia el vertido de excedentes crece de manera exponencial, y como ya hemos hablado anteriormente es algo que no nos interesa.

Tabla comparativa de potencias pico instaladas		
	ahorro de energía (€)	excedentes (€)
3 kWp	396,2802466	76,2953716
4 kWp	438,6402552	379,1011152
5 kWp	466,052881	497,375662
6 kWp	484,9836572	618,0735944

Tabla 8: tabla comparativa de ahorro de energía y compensación de excedentes según la potencia pico instalada.

4. Cálculos eléctricos iniciales

En primer lugar debemos tener en cuenta el número de paneles que se pueden conectar en serie a la entrada del inversor. En este caso conectaremos 8 paneles en serie.

Debemos comprobar que no superaremos la tensión del inversor por la conexión en serie de los 8 paneles.

$$\text{Número de módulos en serie} = \frac{\text{tension de entrada al inversor}}{\text{tensión a circuito abierto del módulo}}$$

Utilizando los valores de voltaje máximo y mínimo de entrada al inversor calcularemos la cantidad máxima y mínima de módulos que se pueden asociar en serie.

$$\begin{aligned} \text{Número mínimo de módulos} &= \frac{\text{tensión mínima de entrada al inversor}}{\text{tensión a circuito abierto del módulo}} \\ &= \frac{80}{49.8} = 2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Número máximo de módulos} &= \frac{\text{tensión máxima de entrada al inversor}}{\text{tensión a circuito abierto del módulo}} \\ &= \frac{1000}{49.8} = 20 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Caída de tensión de la instalación} \\ &= N^{\circ} \text{ de módulos} * \text{tensión a circuito abierto del módulo} \\ &8 * 49,8 = 398,4 \text{ V} \end{aligned}$$

Si multiplicamos la tensión en circuito abierto del módulo por el número de módulos obtenemos la caída de tensión de la instalación.

Podemos observar como cumplimos con el rango establecido, ya que colocaremos 8 módulos en serie. En este caso obtendremos una caída de tensión de 398,4 V.

Además del cálculo realizado anteriormente debemos tener en cuenta que nos encontremos dentro de los límites de voltaje máximo y mínimo en función de los picos de temperatura sobre los generadores fotovoltaicos.

Esta comprobación se lleva a cabo para evitar la parada del inversor por temperatura elevada o por baja temperatura.

$$V_{max}(T_{min}) = N^{\circ} * V_{oc} * (1 + \beta * (T_{min} - 25))$$

$$V_{max}(T_{min}) = 8 * 49.8 * \left(1 + \frac{-0,38038}{100} * (16 - 25) \right) = 412 \text{ V}$$

$$V_{min}(T_{max}) = N^{\circ} * V_{oc} * (1 + \beta * (T_{max} - 25))$$

$$V_{min}(T_{min}) = 8 * 49.8 * \left(1 + \frac{-0,38038}{100} * (28 - 25) \right) = 393,85 \text{ V}$$

V_{\min} = tensión mínima de entrada al inversor

V_{\max} = tensión máxima de entrada al inversor

T_{\min} = temperatura mínima promedio anual

T_{\max} = temperatura máxima promedio anual

N° = número de módulos en serie

V_{oc} = tensión a circuito abierto del módulo

β = coeficiente de temperatura de V_{oc}

Debemos especificar que los valores de las temperaturas promedio han sido obtenidos a través de “Weather Spark”, donde nos especifica que las temperaturas máxima y mínima promedio en San Sebastián de La Gomera son de 16 y 28 grados respectivamente.

Por otro lado, los datos de tensiones han de ser comparados con el máximo y mínimo de la tensión de trabajo del inversor, en este caso son 1000 V y 80 V.

Para la obtención del coeficiente de temperatura de tensión a circuito abierto del módulo debemos consultar su ficha técnica, en este caso es – 0,38038 % / grado.

Con los resultados obtenidos podemos decir que el número de paneles empleado es correcto, ya que independientemente de que se alcance un valor máximo o mínimo de temperatura, el inversor no cesará su actividad.

<<Weather Spark.Valores de temperatura promedio>> [En línea].

Disponible en:

<https://es.weatherspark.com/y/31529/Clima-promedio-en-San-Sebasti%C3%A1n-de-La-Gomera-Espa%C3%B1a-durante-todo-el-a%C3%B1o>

[Accedido: julio-21]

5. Cableado de corriente continua

Para el cálculo de sección del cableado de la parte de generación de la instalación, tomaremos como referencia el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

Según especifica el Reglamento Electrotécnico de baja tensión, en su guía 40 sobre instalaciones generadoras de baja tensión, debemos dimensionar los cables para una intensidad no inferior al 125% de la intensidad máxima del generador y con una caída de tensión no superior al 1,5%.

En este caso seleccionaremos un conductor de baja tensión de la marca "TOPSOLAR PV", exactamente el H1Z2Z1-K. Se trata de un conductor ampliamente utilizado en el sector, ya que posee unas características muy adecuadas para dicho uso. Además se encuentra normalizado por la norma EN 50618: 2014.

Dimensionaremos el cableado por tramos, debido a como veremos en los siguientes apartados, la sección del cableado varía en función de la longitud de la línea.

Tramo Paneles-Caja de conexión

En corriente continua definimos la caída de tensión como:

$$\Delta V = \frac{2 * I * L}{c * S}$$

$$\Delta V = cp * V$$

Definimos las siguientes abreviaturas:

ΔV = caída de tensión (V)

I= intensidad de línea (A)

L= longitud de línea (m)

c= conductividad eléctrica del cobre ($56 \frac{m}{\Omega mm^2}$)

S=sección del conductor (mm^2)

Cp= caída de tensión (máximo 1,5%)

V= voltaje de línea (V)

Para hallar el valor de la intensidad que circula por la línea usaremos el criterio de la intensidad del 125% de la intensidad máxima de los módulos fotovoltaicos.

$$I = I_{mpp} * 1,25 = 9,6 * 1,25 = 12 A$$

Siendo:

I= intensidad de línea

I_{mpp} = intensidad máxima del módulo fotovoltaico

A continuación para conocer el valor máximo de caída de tensión y aplicarlo en el dimensionado, debemos tener en cuenta el número de paneles y multiplicarlo por la tensión máxima del panel, y que la caída de tensión debe ser inferior al 15% de la tensión máxima.

$$V = N * V_{mpp} = 8 * 41,7 = 333,6 V$$

$$\Delta V = 1,5\% * V = 1,5\% * 333,6 = 5,004 V$$

Siendo:

V= voltaje de línea

N= número de módulos fotovoltaicos

V_{mpp} = tensión de máxima potencia

Procedemos al cálculo de la sección del cableado.

$$\Delta V = \frac{2 * I * L}{c * S} = 5,004 = \frac{2 * 12 * 10}{56 * S} \rightarrow S = 0,85 \text{ mm}^2$$

La sección normalizada será de 4 mm^2 puesto que debemos cumplir con dos criterios, la sección mínima calculada y la intensidad máxima admisible de dicho cable.

A continuación calcularemos la sección del conductor teniendo en cuenta el criterio de sobrecalentamiento, usaremos el mismo método que en el apartado anterior pero en este caso emplearemos la corriente de cortocircuito.

$$I = I_{sc} * 1,25 = 10,36 * 1,25 = 15,54 A$$

Siendo:

I_{sc} = corriente de cortocircuito

Calculamos la sección:

$$\Delta V = \frac{2 * I * L}{c * S} = 5,004 = \frac{2 * 15,54 * 10}{56 * S} \rightarrow S = 1,109 \text{ mm}^2$$

La sección seleccionada será de 4 mm² puesto que debemos cumplir con dos criterios, la sección mínima calculada y la intensidad máxima admisible de dicho cable.

Consultando la guía -19 y utilizando el método de montaje “F” para cables monofásicos con aislamiento XLPE, obtenemos la intensidad máxima admisible que soportará dicho cable. En este caso la intensidad máxima admisible es de 45 A.

Caja de conexión- inversor

Los elementos de protección de corriente continua se encontrarán ubicados en una pequeña caja fijada al lado del inversor, la distancia de cableado será mínima. Tras el fusible de seguridad, el valor de tensión e intensidad será iguales por lo que podemos tomar los valores anteriormente calculados.

La sección seleccionada será de 4 mm² puesto que debemos cumplir con dos criterios, la sección mínima calculada y la intensidad máxima admisible de dicho cable.

6. Cableado de corriente alterna

Para el cableado de corriente alterna seguiremos el mismo proceso que para continua, nos guiaremos por el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, concretamente en su guía 40: instalaciones generadoras de baja tensión. Tomando los criterios de sobrecalentamiento y caída de tensión. El pliego de condiciones especifica que la caída de tensión máxima debe ser inferior al 2% en corriente alterna.

La ficha técnica del inversor da un rango de funcionamiento para el factor de potencia 0,85-1. En este caso tomaremos 1 como factor de potencia.

Recordamos que estamos trabajando con corriente monofásica por lo que el voltaje de línea será de 230 V.

$$\Delta V = \frac{2 * I * L}{c * S * FP}$$

$$\Delta V = cp * V$$

Definimos las siguientes abreviaturas:

ΔV = caída de tensión (V)

I= intensidad de línea (A)

L= longitud de línea (m)

c= conductividad eléctrica del cobre ($56 \frac{m}{\Omega mm^2}$)

S=sección del conductor (mm^2)

Cp= caída de tensión (máximo 1,5%)

V= voltaje de línea (V)

FP= factor de potencia

Inversor- cuadro de protección

Debido a que la distancia entre ambos será mínima, la caída de tensión en dicha distancia será pequeña. El cuadro de protección de corriente alterna se instalará justo a la salida del inversor.

Después del inversor, la instalación continua con una línea en corriente alterna en el que la corriente máxima, según nos indica el fabricante del inversor, será de 18 A.

$$I_{línea} < I_{máxima \text{ del inversor}}$$

Este valor será el que tomemos para el dimensionado de la sección del cableado.

$$I_{línea} = I_{máxima \text{ del inversor}} * 1,25 = 22,5 A$$

$$\Delta V = \frac{2 * I * L}{c * S * FP} \rightarrow S = \frac{2 * 22,5 * 1}{56 * 230 * 2\% * 1}$$

Por lo que la sección calculada para ese tramo sería, $S = 0,174 mm^2$

Consultando la tabla de intensidades admisibles de la tabla 1, de la guía 19 del Reglamento Electrotécnico de Baja tensión, mediante el método de montaje B, obtenemos una sección de $4 mm^2$

Cuadro de protección – cuadro general de la vivienda

Debido a que la distancia entre ambos será mínima, la caída de tensión en dicha distancia será pequeña. El cuadro general de la vivienda se encuentra justo al lado de donde se instalará el cuadro de protección.

Por lo que los cálculos realizados anteriormente nos sirven para este caso. Por lo que obtenemos una sección de 4 mm²

7. Protecciones de corriente continua

Para la selección de las protecciones del generador se seguirá lo marcado en el Reglamento de Baja Tensión, concretamente la guía 22 para la protección contra sobrecargas.

Los elementos de protección para corriente continua irán colocados en una caja de protecciones, en ella se colocará el fusible.

El fusible funciona como una protección de un conductor ante sobrecargas que debe cumplir las siguientes condiciones.

$$I_B \leq I_N \leq I_Z$$

$$I_F \leq 1,45 \leq I_Z$$

Definimos las siguientes abreviaturas:

I_B = corriente para la que se ha diseñado el circuito según la previsión de cargas (A)

I_Z = corriente admisible del cable (A)

I_N = corriente asignada del fusible (A)

I_F = intensidad de funcionamiento que asegura la actuación del fusible tras un tiempo largo (A)

Tomamos valores de I_F como:

$$I_F = 1,6 * I_N \quad \text{si } I_N \geq 16 \text{ A}$$

$$I_F = 1,9 * I_N \quad \text{si } 4 \text{ A} < I_N < 16 \text{ A}$$

$$I_F = 2,10 * I_N \quad \text{si } I_N \leq 4 \text{ A}$$

En este caso seleccionamos la primera condición puesto que la intensidad admisible del cableado es de 45 A.

Con una sección de 4 mm^2 , una intensidad admisible de 45 A y una intensidad de línea que será la de cortocircuito del módulo fotovoltaico con un valor de 10,36 A.

$$I_B \leq I_N \leq I_Z$$

$$10,36 \leq I_N \leq 45$$

Seleccionamos un fusible de 16 A para cumplir la condición.

$$I_F = 1,6 * I_N = 1,6 * 16 = 25,6 \text{ A}$$

$$I_F \leq 1,45 * I_Z$$

$$I_F \leq 1,45 * 45 = 65,25$$

$$25 \leq 65,25$$

Debido a que cumplimos ambas condiciones podemos seleccionar el fusible de 16 A.

A modo de resumen repasaremos los valores de las intensidades en corriente continua:

I_B	10,36 A
I_N	16 A
I_Z	45 A
I_F	25,6 A

Tabla 9: tabla comparativa de las distintas intensidades calculadas para corriente continua

A continuación nos dispondremos a calcular la tensión necesaria del fusible.

Ahora tenemos en cuenta la tensión seleccionada para el fusible, para ello debemos considerar el número de módulos fotovoltaicos que conectaremos en serie, además de la tensión en circuito abierto de los paneles. El valor seleccionado para el fusible será de un 120% superior a la suma de la tensión de los módulos en serie.

$$V_N \geq 1,2 * V_{OC} * N^{\circ} \text{ de módulos}$$

$$V_N \geq 1,2 * 49,8 * 8 = 478,08 \text{ V}$$

Seleccionamos un fusible de 500 V de tensión asignada.

8. Protecciones en corriente alterna

A la salida del inversor colocaremos una caja de protección que contendrá un limitador sobretensiones, un interruptor automático magnetotérmico y un interruptor automático diferencial. Además ya el cuadro de la vivienda también posee dichas protecciones.

Sabemos que la corriente máxima será de 22,5 A ya que lo hemos calculado en apartados anteriores y la sección del cable de 4 mm²

Selección del magnetotérmico

Con la norma UNE 20460-4-43 y según especifica la guía 22 del Reglamento de Baja Tensión:

$$I_B \leq I_N \leq I_Z$$
$$10,36 \leq I_N \leq 45$$
$$I_N = 32 \text{ A}$$

El magnetotérmico seleccionado será de 32 A para cumplir esta condición.

Selección del interruptor automático diferencial

Aplicaremos lo definido en la guía 19 del Reglamento Electrotécnico de Baja tensión para la puesta a tierra, y la guía 24 para la protección contra contactos directos e indirectos.

$$I_S < I_R$$

$$I_R = \frac{V}{R_T}$$

Definiendo:

I_S = sensibilidad del interruptor diferencial

I_R = intensidad residual

V= tensión de contacto, que será 24 V ya que la instalación se encuentra a la intemperie

R_T = resistencia a tierra

Para el cálculo de la resistencia a tierra usaremos la guía 18: instalaciones de puesta a tierra, del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

Como resistividad del terreno se tomara el valor de terrenos cultivables y fértiles, terraplenes compactos y húmedos de valor 50 Ohmios*metro

$$R_T = \frac{\rho}{L} = \frac{50}{2} = 25 \text{ Ohmios}$$

$$I_R = \frac{V}{R_T} = \frac{24}{25} = 0,96 \text{ A}$$

Por tanto emplearemos un interruptor automático normalizado de 30 mA.

9. Puesta a tierra

Para el dimensionamiento de la puesta a tierra de la instalación seguiremos la guía 18, con el fin de determinar los elementos que debemos conectar las masas a tierra.

Según el Pliego de Condiciones técnicas del IDAE para instalaciones conectadas a red, cada una de las para instalaciones conectadas a red, cada una de las masas de la instalación fotovoltaica, ya pertenezca a la zona de corriente continua o alterna, deberán conectarse a una única tierra.

Tomas de tierra.

La conexión a tierra se debe realizar mediante la unión directa, sin ningún tipo de protección, entre la toma de tierra con un conjunto de electrodos enterrados y elementos que componen el circuito eléctrico. Los electrodos que se encuentran enterrados deberán impedir que se generen diferencias de potencial que puedan ser peligrosas permitiendo que se vayan a tierra las descargas atmosféricas o las corrientes de defecto.

La vivienda ya posee una toma de tierra por lo que se conectarán los nuevos elementos de la instalación fotovoltaica a ella.

10. Conexión a red

La conexión se realizará mediante un contador bidireccional, siguiendo el RD 244/2019 por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.



**Escuela Superior
de Ingeniería y Tecnología**
Universidad de La Laguna

Grado en Ingeniería Mecánica

Trabajo Fin de Grado

Anexo II: Estudio básico de seguridad y salud

Instalación fotovoltaica en La Gomera para carga de vehículos eléctricos

Autor: Airam Jesús Conrado Cabello

Profesor: Juan Fernando Figueras Torres

Julio 2021

Índice anexo II: Estudio básico de seguridad y salud

1. Generalidades.....	60
2. Obligatoriedad.....	60
3. Definiciones (artículo 2).....	60
4. Riesgos laborales previsibles	60
5. Riesgos laborables evitables	61
6. Riesgos especiales. Medidas específicas	61
7. Riesgos inevitables	62
8. Otras previsiones e informaciones útiles	62
9. Identificación y valoración de riesgos.	66
10. Planificación de la acción preventiva.	67

1. Generalidades

El Real Decreto 1627/1997, en su artículo 4, establece que será preceptivo un Estudio Básico de Seguridad y salud en las obras que comprenda el presente proyecto.

Asimismo el artículo 17 dice que la inclusión en el proyecto de ejecución de obra del estudio básico de seguridad y salud será requisito necesario para el visado de aquel por el Colegio profesional correspondiente, expedición de la licencia municipal y demás autorizaciones y tramites por parte de las distintas Administraciones Públicas.

2. Obligatoriedad

En los proyectos de obras no incluidas en el artículo 4.1 el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto, se elabore un Estudio Básico de Seguridad y Salud.

3. Definiciones (artículo 2)

c) Promotor. Cualquier persona física o jurídica por cuenta de la cual se realiza una obra.

d) Proyectista. Al autor o autores, por encargo del promotor, de la totalidad o parte del proyecto de obra.

g) Dirección facultativa. El técnico o técnicos competentes designados por el promotor, encargados de la dirección y del control de la ejecución de la obra.

4. Riesgos laborales previsibles

En el proyecto que nos ocupa los riesgos laborales previsibles serán exclusivamente los derivados de la ejecución de la instalación que comprende el proyecto. Se corresponderá por tanto a la ejecución de dicha instalación. En nuestro caso los riesgos serán pequeños dado que se trata de una instalación bastante sencilla, tal y como se puede apreciar en los documentos del proyecto.

Puesto que la instalación deberá ser ejecutada por instaladores debidamente autorizados, los riesgos son mínimos.

Existen alturas considerables en las que se deba trabajar para la canalización de los cables. Las medidas a adoptar para estos trabajos se desarrollan en un apartado específico.

5. Riesgos laborables evitables

1. Estado estructural de la vivienda donde se ejecutan las obras.
La vivienda donde se ejecutarán las obras está en buen estado de conservación y presenta buen aspecto estructural.
2. Caída de objetos.
En el caso que nos ocupa se utilizarán medidas de protección individuales, dado el escaso riesgo así como la corta duración de los trabajos que impliquen riesgo de caída de objetos.
3. Maquinaria y herramientas.
Las instalaciones, máquinas y equipos utilizados deberán ajustarse a su normativa específica.
Estarán bien proyectadas y construidas.
Se mantendrán en buen estado de funcionamiento.
Se utilizarán exclusivamente para los trabajos que hayan sido diseñadas.
Se utilizarán por personal que haya sido adiestrado para ello.
4. Riesgos eléctricos
En nuestro caso no será preciso realizar ningún trabajo estando los conductores en tensión. La instalación se realizará de acuerdo con los planos y directrices establecidas en el proyecto. Se realizarán las conexiones que fuesen precisas, se colocarán las protecciones magnetotérmicas y diferenciales proyectadas y una vez concluida toda la instalación se procederá a su conexión a red.
Se comprobará si la instalación funciona de acuerdo con lo proyectado. En caso de que no sea así se deberá proceder a la desconexión de la red para proceder a los trabajos de modificación necesarios.

6. Riesgos especiales. Medidas específicas

Caídas de altura.

Se podrían producir durante el montaje de los tramos de canalización de los cables.

Para evitarlas se utilizarán escaleras y andamios adecuados. Las medidas de protección podrán ser individuales y colectivas.

En general cuando exista riesgo de caer desde alturas superiores a dos metros, se utilizarán barandillas en los andamios o sistemas de anclaje que aseguren la protección adecuada.

7. Riesgos inevitables

Se considera que no existen riesgos inevitables en la ejecución de las obras del proyecto de referencia.

8. Otras previsiones e informaciones útiles

1. Real Decreto 1627/1997, por el que se establecen Disposiciones Mínimas de Seguridad y de Salud en las obras de construcción.

En el caso que nos ocupa y al tratarse de una obra de instalación de suministro de energía eléctrica, según el Anexo IV, Parte A.3 tendremos en cuenta las siguientes disposiciones mínimas generales relativas a los lugares de trabajo en las obras:

La instalación eléctrica de los lugares de trabajo en las obras deberá ajustarse a lo dispuesto en su normativa específica.

En todo caso, y a salvo de disposiciones específicas de la normativa citada, dicha instalación deberá satisfacer las condiciones que se señalan en los siguientes puntos de este apartado.

Las instalaciones objeto de esta ley deberá proyectarse, redactarse y utilizarse de manera que no entrañe peligro de incendio ni de explosión y de modo que las personas estén debidamente protegidas contra los riesgos de electrocución por contacto directo o indirecto.

El proyecto, la realización y la elección del material y de los dispositivos de protección deberán tener en cuenta el tipo y la potencia de la energía suministrada, las condiciones de los factores externos y la competencia de las personas que tengan acceso a partes de la instalación.

Parte A.14 - Primeros auxilios

Será responsabilidad del empresario garantizar que los primeros auxilios puedan prestarse en todo momento, por personal con la suficiente formación para ello. Asimismo, deberán adoptarse medidas para garantizar la evacuación, a fin de recibir cuidados médicos, de los trabajadores accidentados o afectados por una indisposición repentina.

En todos los lugares en los que las condiciones de trabajo lo requieran, se deberá disponer también, de material de primeros auxilios, debidamente señalizado y de fácil acceso.

Una señalización claramente visible deberá indicar la dirección y el número de teléfono del servicio local de urgencia.

Parte C: Disposiciones mínimas específicas relativas a puestos de trabajo en las obras en el exterior de los locales:

Parte C 8.-Instalaciones máquinas y equipos.

Las instalaciones, máquinas y equipos utilizados en las obras, deberán ajustarse a lo dispuesto en su normativa específica.

En todo caso, y a salvo de disposiciones específicas de la normativa citada, las instalaciones, máquinas y equipos, incluidas las herramientas manuales o sin motor, deberán:

Estar bien proyectadas y construidas, teniendo en cuenta, en la medida de lo posible, los principios de ergonomía.

Mantenerse en buen estado de funcionamiento.

Utilizarse exclusivamente para los trabajos para los que hayan sido diseñados.

Ser manejadas por trabajadores que hayan recibido una formación adecuada.

Parte C 10.- Instalaciones de distribución de energía

Deberán verificarse y mantenerse con regularidad las instalaciones de distribución de energía presentes en la obra, en particular las que estén sometidas a factores externos.

Las instalaciones existentes antes del comienzo de la obra, deberán estar localizadas, verificadas y señaladas claramente.

Cuando existan líneas de tendido eléctrico aéreas que puedan afectar a la seguridad de la obra, será necesario desviarlas fuera del recinto de la obra o dejarlas sin tensión. Si esto no fuera posible, se colocarán barreras o avisos para que los vehículos y las instalaciones se mantengan alejados de las mismas. En caso de que los vehículos de la obra tuvieran que circular bajo el tendido, se utilizará una señalización de advertencia y una protección de delimitación de altura.

2. Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

Esta Ordenanza establece que las instalaciones eléctricas se ejecutarán de acuerdo con lo establecido en el capítulo VI del título II:

- a) Se alejarán las partes activas de la instalación a distancia suficiente del lugar donde las personas habitualmente se encuentran o circulan, para evitar un contacto fortuito o por la manipulación de objetos conductores, cuando estos puedan ser utilizados cerca de la instalación.
- b) Se recubrirán las partes activas con aislamiento apropiado, que conserven sus propiedades indefinidamente y que limiten la corriente de contacto a un valor inocuo.
- c) Se interpondrán obstáculos que impidan todo contacto accidental con las partes activas de la instalación. Los obstáculos de protección deben estar fijados en forma segura y resistir a los esfuerzos mecánicos usuales.

Para la protección contra los riesgos de contacto con las masas de las instalaciones que puedan quedar accidentalmente con tensión, se adoptarán, en corriente alterna, uno o varios de los siguientes dispositivos de seguridad:

- a) Puesta a tierra de las masas. Las masas deben estar unidas eléctricamente a una toma de tierra o a un conjunto de tomas de tierra interconectadas, que tengan una resistencia apropiada. Las instalaciones, tanto con neutro aislado de tierra como con neutro unido a tierra, deben de estar permanentemente controladas por un dispositivo que indique automáticamente la existencia de cualquier defecto de aislamiento, o que separe automáticamente la instalación o parte de la misma, en la que está el defecto de la fuente de energía que la alimenta.
- b) De corte automático o de aviso, sensibles a la corriente de defecto (interruptores diferenciales), o a la tensión de defecto (relés de tierra).
- c) Unión equipotencial o por superficie aislada de tierra o de las masas (conexiones equipotenciales).
- d) Separación de los circuitos de utilización de las fuentes de energía, por medio de transformadores o grupos convertidores, manteniendo aislados de tierra todos los conductores del circuito de utilización, incluido el neutro.
- e) Por doble aislamiento de los equipos y máquinas eléctricas.

En corriente continua, se adoptarán sistemas de protección adecuados para cada caso, similares a los referidos para la alterna. (Art. 51 de la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el trabajo).

Los conductores eléctricos fijos estarán debidamente aislados respecto a tierra (Art. 59 de la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el trabajo).

Trabajos en instalaciones de Baja Tensión (Art. 67 de la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el trabajo).

Antes de iniciar cualquier trabajo en baja tensión se procederá a identificar el conductor o instalación en donde se tiene que efectuar el mismo. Toda la instalación será considerada bajo tensión mientras no se compruebe lo contrario con aparatos destinados al efecto. Además de un equipo de protección personal (casco, gafas, calzado, etcétera), se emplearán en cada caso el material de seguridad más adecuado entre los siguientes:

- a) Guantes aislantes
- b) Banquetas o alfombras aislantes
- c) Vainas o caperuzas aislantes
- d) Comprobadores o discriminadores de tensión
- e) Herramientas aislantes
- f) Material de señalización (discos, bandera, banderines, etc.).
- g) Lámparas portátiles
- h) Transformadores de seguridad
- i) Transformadores de separación de circuito

En los trabajos que se efectúen sin tensión:

- a) Será aislada la parte en que se vaya a trabajar de cualquier posible alimentación, mediante la apertura de los aparatos de seccionamiento más próximos a la zona de trabajo.
- b) Será bloqueado en posición de apertura, si es posible, cada uno de los aparatos de seccionamiento citados, colocando en su mando un letrero con la prohibición de maniobrarlo.
- c) Se comprobará mediante un verificador la ausencia de tensión en cada una de las partes eléctricamente separadas de la instalación (fases, ambos extremos de los fusibles, etc.).
- d) No se restablecerá el servicio al finalizar los trabajos sin comprobar que no existe peligro alguno.

Cuando se realicen trabajos en instalaciones eléctricas en tensión el personal encargado de realizarlos estará adiestrado en los métodos de

trabajo a seguir en cada caso y en el empleo de material de seguridad, equipo y herramientas mencionados en el epígrafe 1.

9. Identificación y valoración de riesgos.

Identificar los factores de riesgo, los riesgos de accidente de trabajo y/o enfermedad profesional derivados de los mismos, procediendo a su posterior evaluación, de manera que sirva de base a la posterior planificación de la acción preventiva en la cual se determinarán las medidas y acciones necesarias para su corrección (Ley 31/1995, de 8 de noviembre, sobre Prevención de Riesgos Laborales).

Tras el análisis de las características de la instalación y del personal expuesto a los riesgos se han determinado los riesgos que afectan al conjunto de la obra, a los trabajadores de una sección o zona de la obra y a los de un puesto de trabajo determinado.

La metodología utilizada en el presente informe consiste en identificar el factor de riesgo y asociarle los riesgos derivados de su presencia. En la identificación de los riesgos se ha utilizado la lista de “Riesgos de accidente y enfermedad profesional”, basada en la clasificación oficial de formas de accidente y en el cuadro de enfermedades profesionales de la Seguridad Social.

Para la evaluación de los riesgos se utiliza el concepto “Grado de Riesgo” obtenido de la valoración conjunta de la probabilidad de que se produzca el daño y la severidad de las consecuencias del mismo.

Se han establecido cinco niveles de grado de riesgo de las diferentes combinaciones de la probabilidad y severidad, las cuales se indican en la tabla siguiente

GRADO DE RIESGO		GRAVEDAD O SEVERIDAD		
		ALTA	MEDIA	BAJA
PROBABILIDAD	ALTA	MUY ALTO	ALTO	MODERADO
	MEDIA	ALTO	MODERADO	BAJO
	BAJA	MODERADO	BAJO	MUY BAJO

Tabla 10: niveles de Grado de Riesgo

La probabilidad se valora teniendo en cuenta las medidas de prevenciones existentes y su adecuación a los requisitos legales, a las normas técnicas y a los objetos sobre prácticas correctas. La severidad

se valora en base a las más probables consecuencias de accidente o enfermedad profesional.

Los niveles bajo, medio y alto de severidad pueden asemejarse a la clasificación A, B y C de los peligros, muy utilizada en las inspecciones generales:

- Peligro Clase A: condición o práctica capaz de causar incapacidad permanente, pérdida de vida y/o una pérdida material muy grave.
- Peligro Clase B: condición o práctica capaz de causar incapacidades transitorias y/o pérdida material grave.
- Peligro Clase C: condición o práctica capaz de causar lesiones leves no incapacitantes, y/o una pérdida material leve.
- Alta: cuando la frecuencia posible estimada es ocasional
- Media: cuando la frecuencia posible estimada es ocasional
- Baja: cuando la ocurrencia es rara. Se estima que puede suceder el daño pero es difícil que ocurra.

10. Planificación de la acción preventiva.

Tras el análisis de las características de los trabajos y del personal expuesto a los riesgos se establecen las medidas y acciones necesarias para llevarse a cabo por parte de la empresa instaladora, para tratar cada uno de los riesgos de accidente de trabajo y/o enfermedad profesional detectados. (Ley 31/1995, de 8 de noviembre, sobre Prevención de Riesgos Laborales).

EVALUACIÓN DE RIESGOS

Actividad: **INSTALACION ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN**

Centro de trabajo:

Evaluación nº:

Sección:

Puesto de Trabajo:

Fecha:

Evaluación:

Periódica

Inicial

Hoja nº:

Riesgos	Probabilidad				Severidad				Riesgo
									G. Riesgo
01.- Caídas de personas a distinto nivel									
02.- Caídas de personas al mismo nivel									
03.- Caídas objetos por desplome o derrumbamiento									
04.- Caídas de objetos en manipulación									
05.- Caídas de objetos desprendidos									
06.- Pisadas sobre objetos									
07.- Choque contra objetos inmóviles									
08.- Choque contra objetos móviles (de máquinas)									
09.- Golpes por objetos y herramientas									
10.- Proyección de fragmentos o partículas									
11.- Atrapamiento por o entre objetos									
12.- Atrapamiento vuelco máquinas, tractores o vehículos.									
13.- Sobreesfuerzos									
14.- Exposición a temperaturas ambientales extremas									
15.- Contactos térmicos									
16.- Exposición a contactos eléctricos									
17.- Exposición a sustancias nocivas									
18.- Contactos sustancias cáusticas y/o corrosivas									
19.- Exposición a radiaciones									
20.- Explosiones									
21.- Incendios									
22.- Accidentes causados por seres vivos									
23.- Atropello o golpes con vehículos									
24.- E.P. producida por agentes químicos									
25.- E.P. infecciosa o parasitaria									
26.- E.P. producida por agentes físicos									
27.- Enfermedad sistemática									
28.- Otros :									
Nº de trabajadores especialmente sensibles	Maternidad						FIRMA		
	Menor de edad								
	Sensibilidad Especial								
Si	No								

GESTION DE RIESGO - PLANIFICACIÓN PREVENTIVA				
Actividad: INSTALACION ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN				
Centro de trabajo:			Evaluación nº: Fecha:	
Sección:				
Puesto de Trabajo:			Hoja nº	
Riesgos	Medidas de control	Formación e información	Normas de Trabajo	Riesgo Controlado
01.- Caídas de personas a distinto nivel	Orden y limpieza			
02.- Caídas de personas al mismo nivel	Protecciones colectivas			
03.- Caídas de objetos por desplome	E.P.I.			
04.- Caídas de objetos en manipulación	Protección colectiva			
05.- Caídas de objetos desprendidos	Orden y Limpieza			
06.- Pisadas sobre objetos				
07.- Choque contra objetos inmóviles	Protecciones colectivas			
08.- Choque contra objetos móviles	E.P.I.			
09.- Golpes por objetos y herramientas	Gafas o pantallas de seguridad (E.P.I.)			
10.- Proyección de fragmentos o partículas				
11.- Atrapamiento por o entre objetos	Manejo correcto			
12.- Atrapamiento por vuelco.	Limitación de pesos y levantamiento correcto			
13.- Sobreesfuerzos				
14.- Exposición a temp. ambientales extremas	Cumplir el R.E.B.T. y normas de seguridad			
15.- Contactos térmicos	Cumplimiento R.E.B.T y uso de E.P.I.			
16.- Exposición a contactos eléctricos	E.P.I.			
17.- Exposición a sustancias nocivas	E.P.I.			
18.- Contactos sustancias cáusticas y/o corrosivas	E.P.I.			
19.- Exposición a radiaciones	Prohibición de hacer fuego y fumar			
20.- Explosiones	Prohibición de hacer fuego y fumar			
21.- Incendios				
22.- Accidentes causados por seres vivos	Normas de circulación y pasillo de seguridad			
23.- Atropello o golpes con vehículos	E.P.I.			
24.- E.P. producida por agentes químicos				
25.- E.P. infecciosa o parasitaria	E.P.I.			
26.- E.P. producida por agentes físicos	Orden y limpieza			
27.- Enfermedad sistemática				
28.- Otros				



Grado en Ingeniería Mecánica

Trabajo Fin de Grado

Anexo III: Fichas técnicas

**Instalación fotovoltaica en La Gomera
para carga de vehículos eléctricos**

Autor: Airam Jesús Conrado Cabello

Profesor: Juan Fernando Figueras Torres

Julio 2021

Índice anexo III: Fichas técnicas

1. Paneles	72
2. Soportes.....	72
3. Inversor	72
4. Contador inteligente.....	72
5. Cableado.....	72
6. Cargador	72

1. Paneles
2. Soportes
3. Inversor
4. Contador inteligente
5. Cableado
6. Cargador

ESPSC

Monocrystalline Solar Module

Q High-quality
With 72 cells and 5 bypass diodes in power classes from 380 to 400 Wp for grid connected systems.

\$ Reliable
The high quality level of ERA SOLAR guarantees long life-time and high earnings.

kg Solid
An Aluminium hollow-chamber frame on each side combined with low-iron and tempered solar glass ensures high load capacity resistance.

Wp Performance guarantee
ERA SOLAR grants a power guarantee of 90% of nominal power output up to 10 years and 80% up to 25 years.

+ WATTS POSITIVE TOLERANCE

10 YEARS PRODUCT WARRANTY

10 YEARS PERFORMANCE GUARANTEE 90%

25 YEARS PERFORMANCE GUARANTEE 80%



ESPSC

Monocrystalline Solar Module

SPECIFICATIONS

Dimensions	1979 x 1002 x 40mm
Weight	22.5 kg
Frame	Aluminium hollow-chamber frame on each side
Glass	Low-iron and tempered glass 3.2 mm
Cells	72 pcs Mono PERC (158.75 x 158.75 mm)
Cell Embedding	EVA
Back-Foil	FEVE / PET / FEVE
Junction Box	TÜV certified
Cable	4 mm ² solar cable 2 x 900 mm or Customized Length
Temperature Range	-40°C ... +85°C
Load Capacity	5400 Pa(IEC61215),40mm

Application class	Class A
Electrical protection class	Class II
Fire safety class	Class C
Product warranty	10 years
Power Guarantee	10 years 90% 25 years 80%

Packaging Configuration
(Two pallets = One stack)
27pcs/pallet, 54pcs/stack,
594pcs/40'HQ Container

CHARACTERISTICS

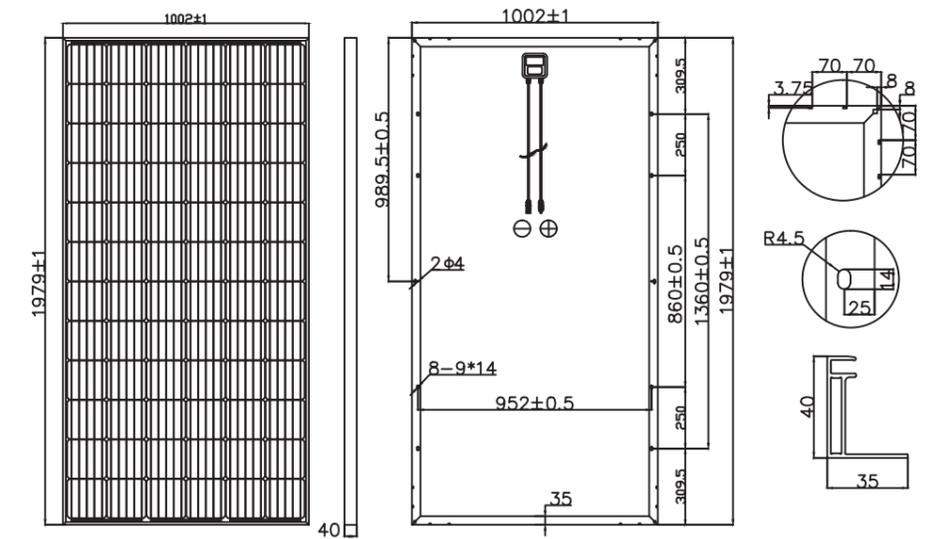
Max. System Voltage	1000V/DC
Temperature-Coefficient I _{sc}	+0.02973%/°K
Temperature-Coefficient V _{oc}	-0.38038%/°K
Temperature-Coefficient P _{mpp}	-0.57402%/°K
NOCT***	45°C

CERTIFICATES

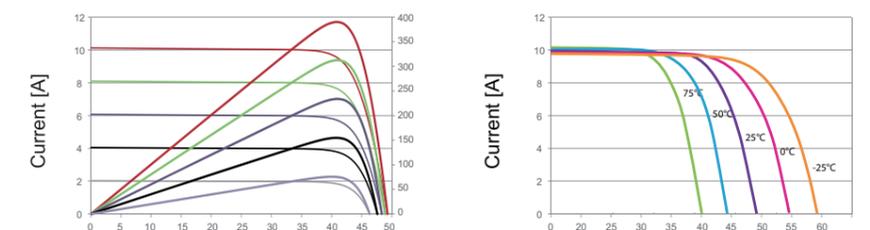
IEC 61215 edition 2 (TÜV Nord)
(TÜV Rheinland)
IEC 61730 MCS INMETRO
CE CEC SALT-MIST
UL1703 CSA
PID Resistant

INSURANCE

Chubb



CURRENT-VOLTAGE CURVES



Module characteristics at constant module temperatures of 25°C and variable levels of irradiance

Module characteristics at variable module temperatures and constant module irradiance of 1.000 W/m²

ESPSC TYPE	380M	385M	390M	395M	400M
Power Class	380Wp	385Wp	390Wp	395Wp	400Wp
Max. Power Voltage (V _{mpp})* at STC**	40.5V	40.8V	41.1V	41.4V	41.7V
Max. Power Current (I _{mpp}) at STC	9.39A	9.44A	9.49A	9.55A	9.60A
Open Circuit Voltage (V _{oc}) at STC	48.9V	49.1V	49.3V	49.5V	49.8V
Short Circuit Current (I _{sc}) at STC	9.75A	9.92A	10.12A	10.23A	10.36A
Module Efficiency	19.16%	19.42%	19.67%	19.92%	20.17%

* MPP: Maximum Power Point

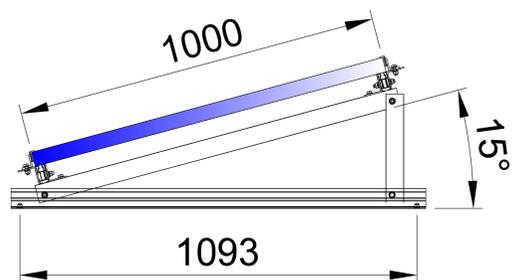
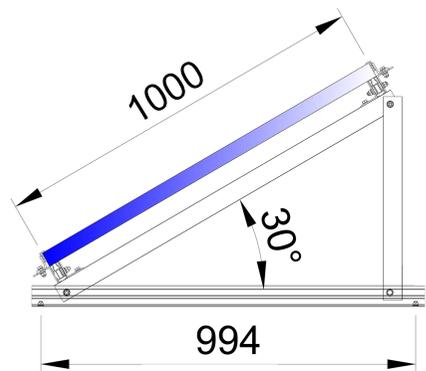
** STC (Standard Test Conditions): 1000W/m², 25°C, AM 1.5

*** Normal Operating Cell Temperature



11H

Soporte inclinado cerrado para cubierta de chapa metálica, horizontal



Distancia máxima entre pórticos: ≤2050 mm.

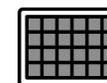


Válido para:

- Todo cubierta de chapa metálica, subestructura.
- Anclaje a correas.
- Soporte premontado.

- Tornillería de anclaje NO incluida

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



1650/2000x1000



El kit incluye:

Triángulos 11H
Perfiles G1
Uniones UG1
Presores laterales
Presores centrales
Arriostramientos

Número de paneles

Horizontal: de 1 a 3 módulos
Inclinaciones: 15° y 30°



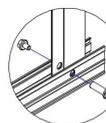
Para módulos de 60 y 72 células (1650/2000x1000) de 33 a 50 mm de espesor.



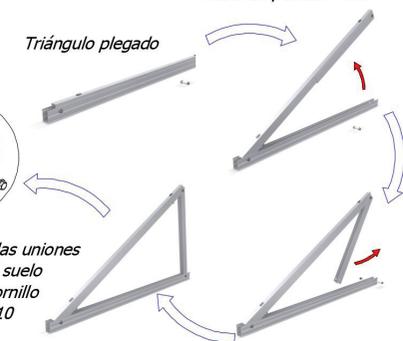
Montaje Triángulo

Despliegue fácil del triángulo hasta su posición final

Triángulo plegado



Apriete de las uniones y anclaje al suelo mediante tornillo de hasta M10

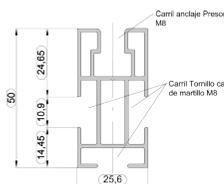


Viento 150 Km/h

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

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

Para más información consultar



Perfil compatible: G1

Herramientas necesarias:



Seguridad:



Par de apriete:

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

FRONIUS PRIMO

/ El inversor comunicativo para la optimización de la gestión de energía



/ Tecnología SnapINverter



/ Comunicación de datos integrada



/ Diseño SuperFlex



/ Seguimiento inteligente GMPP



/ Smart Grid Ready



/ Inyección cero



/ Dentro de la gama SnapINverter y con un rango de potencia entre 3,0 y 8,2 kW, el inversor monofásico Fronius Primo es el equipo perfecto para cubrir las necesidades de cualquier hogar. Gracias a su doble MPPT y su innovador diseño SuperFlex, es capaz de sacar el máximo rendimiento de las instalaciones en tejado. Con el sistema de montaje SnapInverter, la instalación y mantenimiento son más fáciles que nunca. El inversor Fronius Primo puede completarse de manera opcional con un Fronius Smart Meter, que es un equipo que envía la información más completa al sistema de monitorización, consiguiendo además que el inversor no inyecte energía a la red eléctrica.

DATOS TÉCNICOS FRONIUS PRIMO (3.0-1, 3.5-1, 3.6-1, 4.0-1, 4.6-1)

DATOS DE ENTRADA	PRIMO 3.0-1	PRIMO 3.5-1	PRIMO 3.6-1	PRIMO 4.0-1	PRIMO 4.6-1
Máxima corriente de entrada ($I_{dc\ máx.1} / I_{dc\ máx.2}$)			12 A / 12 A		
Máxima corriente de cortocircuito por serie FV (MPP ₁ /MPP ₂)			18 A / 18 A		
Mínima tensión de entrada ($U_{dc\ mín.}$)			80 V		
Tensión CC mínima de puesta en servicio ($U_{dc\ arranque}$)			80 V		
Tensión de entrada nominal ($U_{dc,r}$)			710 V		
Máxima tensión de entrada ($U_{dc\ máx.}$)			1.000 V		
Rango de tensión MPP ($U_{mpp\ mín.} - U_{mpp\ máx.}$)		200 - 800 V		210 - 800 V	240 - 800 V
Número de seguidores MPP			2		
Número de entradas CC			2 + 2		
Máxima salida del generador FV ($P_{dc\ máx.}$)	4,5 kW _{pico}	5,3 kW _{pico}	5,5 kW _{pico}	6,0 kW _{pico}	6,9 kW _{pico}

DATOS DE SALIDA	PRIMO 3.0-1	PRIMO 3.5-1	PRIMO 3.6-1	PRIMO 4.0-1	PRIMO 4.6-1
Potencia nominal CA ($P_{ac,r}$)	3.000 W	3.500 W	3.680 W	4.000 W	4.600 W
Máxima potencia de salida	3.000 VA	3.500 VA	3.680 VA	4.000 VA	4.600 VA
Corriente de salida CA ($I_{ac\ nom.}$)	13,0 A	15,2 A	16,0 A	17,4 A	20,0 A
Acoplamiento a la red (rango de tensión)	1 - NPE 220 V / 230 V (180 V - 270 V)				
Frecuencia (rango de frecuencia)	50 Hz / 60 Hz (45 - 65 Hz)				
Coefficiente de distorsión no lineal	< 5 %				
Factor de potencia ($\cos \varphi_{ac,r}$)	0,85 - 1 ind. / cap.				

DATOS TÉCNICOS FRONIUS PRIMO (3.0-1, 3.5-1, 3.6-1, 4.0-1, 4.6-1)

DATOS GENERALES	PRIMO 3.0-1	PRIMO 3.5-1	PRIMO 3.6-1	PRIMO 4.0-1	PRIMO 4.6-1
Dimensiones (altura x anchura x profundidad)	645 x 431 x 204 mm				
Peso	21,5 kg				
Tipo de protección	IP 65				
Clase de protección	1				
Categoría de sobretensión (CC / CA) ¹⁾	2 / 3				
Consumo nocturno	< 1 W				
Concepto de inversor	Sin transformador				
Refrigeración	Refrigeración de aire regulada				
Instalación	Instalación interior y exterior				
Margen de temperatura ambiente	-40 - +55 °C				
Humedad de aire admisible	0 - 100 %				
Máxima altitud	4.000 m				
Tecnología de conexión CC	Conexión de 4x CC+ y 4x CC- bornes roscados 2,5 - 16 mm ²				
Tecnología de conexión principal	Conexión de 3 polos CA bornes roscados 2.5 - 16 mm ²				
Certificados y cumplimiento de normas	DIN V VDE 0126-1-1/A1, IEC 62109-1/-2, IEC 62116, IEC 61727, AS 4777-2, AS 4777-3, G83/2, G59/3, CEI 0-21, VDE AR N 4105				

RENDIMIENTO	PRIMO 3.0-1	PRIMO 3.5-1	PRIMO 3.6-1	PRIMO 4.0-1	PRIMO 4.6-1
Máximo rendimiento	97,9 %	98,0 %	98,0 %	98,0 %	98,0 %
Rendimiento europeo (η _{EU})	96,1 %	96,8 %	96,8 %	97,0 %	97,0 %
η con 5 % P _{ac,r} ²⁾	80,8 / 82,5 / 82,5 %	80,8 / 82,5 / 82,5 %	80,8 / 82,5 / 82,5 %	80,8 / 82,5 / 82,5 %	80,8 / 82,5 / 82,5 %
η con 10 % P _{ac,r} ²⁾	84,1 / 86,5 / 86,1 %	86,3 / 93,6 / 91,8 %	86,3 / 93,6 / 91,8 %	86,6 / 93,9 / 92,2 %	88,9 / 94,4 / 92,9 %
η con 20 % P _{ac,r} ²⁾	90,3 / 95,5 / 94,8 %	91,6 / 96,2 / 95,2 %	91,6 / 96,2 / 95,2 %	92,2 / 96,7 / 95,6 %	93,0 / 97,0 / 95,9 %
η con 25 % P _{ac,r} ²⁾	91,8 / 96,4 / 95,1 %	92,7 / 96,9 / 95,8 %	92,7 / 96,9 / 95,8 %	93,2 / 97,2 / 96,1 %	93,9 / 97,2 / 96,6 %
η con 30 % P _{ac,r} ²⁾	92,7 / 96,9 / 96,0 %	93,5 / 97,2 / 96,3 %	93,5 / 97,2 / 96,3 %	94,0 / 97,2 / 96,8 %	94,5 / 97,3 / 96,9 %
η con 50 % P _{ac,r} ²⁾	94,5 / 97,4 / 97,0 %	95,0 / 97,7 / 97,3 %	95,0 / 97,7 / 97,3 %	95,2 / 97,8 / 97,4 %	95,6 / 97,9 / 97,6 %
η con 75 % P _{ac,r} ²⁾	95,4 / 97,9 / 97,7 %	95,6 / 97,8 / 97,8 %	95,6 / 97,8 / 97,8 %	95,8 / 97,9 / 97,8 %	96,0 / 97,9 / 97,8 %
η con 100 % P _{ac,r} ²⁾	95,7 / 97,9 / 97,8 %	95,8 / 98,0 / 97,8 %	95,8 / 98,0 / 97,8 %	95,9 / 98,0 / 97,9 %	96,2 / 97,9 / 98,0 %
Rendimiento de adaptación MPP	> 99,9 %				

EQUIPAMIENTO DE SEGURIDAD	PRIMO 3.0-1	PRIMO 3.5-1	PRIMO 3.6-1	PRIMO 4.0-1	PRIMO 4.6-1
Medición del aislamiento CC	Sí				
Comportamiento de sobrecarga	Desplazamiento del punto de trabajo, limitación de potencia				
Seccionador CC	Sí				
Protección contra polaridad inversa	Sí				

INTERFACES	PRIMO 3.0-1	PRIMO 3.5-1	PRIMO 3.6-1	PRIMO 4.0-1	PRIMO 4.6-1
WLAN / Ethernet LAN	Fronius Solar.web, Modbus TCP SunSpec, Fronius Solar API (JSON)				
6 inputs y 4 inputs/outputs digitales	Interface receptor del control de onda				
USB (Conector A) ³⁾	Datalogging, actualización de inversores vía USB				
2 conectores RJ 45 (RS422) ³⁾	Fronius Solar Net				
Salida de aviso ³⁾	Gestión de la energía (salida de relé libre de potencial)				
Datalogger y Servidor web	Incluido				
Input externo ³⁾	Interface SO-Meter / Input para la protección contra sobretensión				
RS485	Modbus RTU SunSpec o conexión del contador				

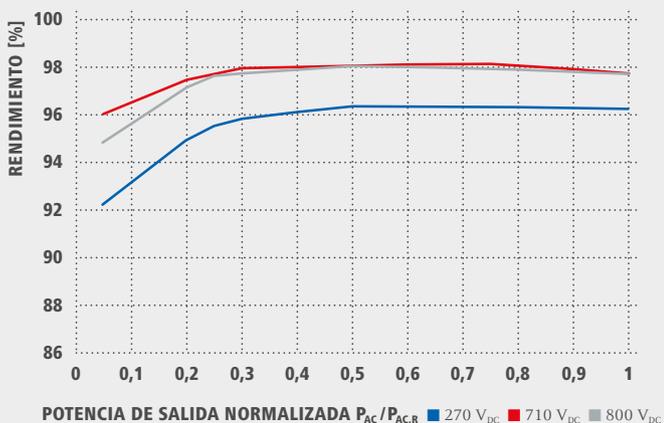
¹⁾ De acuerdo con IEC 62109-1.

²⁾ Y con Umpp mín. / Udc,r / Umpp máx.

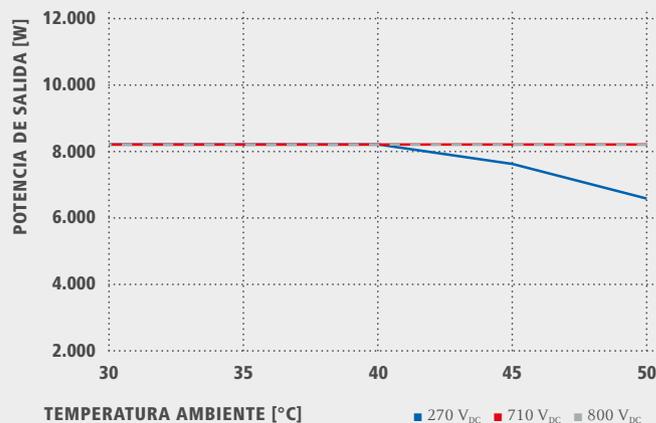
³⁾ También disponible en la versión light.

Más información sobre la disponibilidad de inversores en su país en www.fronius.es

CURVA DE RENDIMIENTO FRONIUS PRIMO 8.2-1



REDUCCIÓN DE TEMPERATURA FRONIUS PRIMO 8.2-1



DATOS TÉCNICOS FRONIUS PRIMO (5.0-1, 6.0-1, 8.2-1)

DATOS DE ENTRADA	PRIMO 5.0-1	PRIMO 6.0-1	PRIMO 8.2-1
Máxima corriente de entrada ($I_{dc\ máx.1} / I_{dc\ máx.2}$)	12 A / 12 A		18 A / 18 A
Máxima corriente de cortocircuito por serie FV (MPP_1/MPP_2)	18 A / 18 A		27 A / 27 A
Mínima tensión de entrada ($U_{dc\ mín.}$)		80 V	
Tensión CC mínima de puesta en servicio (U_{dc} arranque)		80 V	
Tensión de entrada nominal ($U_{dc,r}$)		710 V	
Máxima tensión de entrada ($U_{dc\ máx.}$)		1.000 V	
Rango de tensión MPP ($U_{mpp\ mín.} - U_{mpp\ máx.}$)		240 - 800 V	270 - 800 V
Número de seguidores MPP		2	
Número de entradas CC		2 + 2	
Máxima salida del generador FV ($P_{dc\ máx.}$)	7,5 kW _{pico}	9,0 kW _{pico}	12,3 kW _{pico}

DATOS DE SALIDA	PRIMO 5.0-1	PRIMO 6.0-1	PRIMO 8.2-1
Potencia nominal CA ($P_{ac,r}$)	5.000 W	6.000 W	8.200 W
Máxima potencia de salida	5.000 VA	6.000 VA	8.200 VA
Corriente de salida CA ($I_{ac\ nom.}$)	21,7 A	26,1 A	35,7 A
Acoplamiento a la red (rango de tensión)		1 - NPE 220 V / 230 V (180 V - 270 V)	
Frecuencia (rango de frecuencia)		50 Hz / 60 Hz (45 - 65 Hz)	
Coefficiente de distorsión no lineal		< 5 %	
Factor de potencia ($\cos \varphi_{ac,r}$)		0,85 - 1 ind. / cap.	

DATOS GENERALES	PRIMO 5.0-1	PRIMO 6.0-1	PRIMO 8.2-1
Dimensiones (altura x anchura x profundidad)		645 x 431 x 204 mm	
Peso		21,5 kg	
Tipo de protección		IP 65	
Clase de protección		1	
Categoría de sobretensión (CC / CA) ¹⁾		2 / 3	
Consumo nocturno		< 1 W	
Concepto de inversor		Sin transformador	
Refrigeración		Refrigeración de aire regulada	
Instalación		Instalación interior y exterior	
Margen de temperatura ambiente		-40 - +55 °C	
Humedad de aire admisible		0 - 100 %	
Máxima altitud		4.000 m	
Tecnología de conexión CC		Conexión de 4x CC+ y 4x CC- bornes roscados 2,5 - 16 mm ²	
Tecnología de conexión principal		Conexión de 3 polos CA bornes roscados 2.5 - 16 mm ²	
Certificados y cumplimiento de normas	DIN V VDE 0126-1-1/A1, IEC 62109-1/2, IEC 62116, IEC 61727, AS 4777-2, AS 4777-3, G83/2, G59/3, CEI 0-21, VDE AR N 4105		

¹⁾ De acuerdo con IEC 62109-1.

RENDIMIENTO	PRIMO 5.0-1	PRIMO 6.0-1	PRIMO 8.2-1
Máximo rendimiento	98,0 %	98,0 %	98,1 %
Rendimiento europeo (η_{EU})	97,1 %	97,3 %	97,5 %
η con 5 % $P_{ac,r}$ ¹⁾	80,8 / 82,5 / 82,5 %	84,6 / 86,5 / 86,0 %	85,5 / 89,6 / 88,5 %
η con 10 % $P_{ac,r}$ ¹⁾	89,6 / 94,8 / 93,1 %	90,5 / 95,5 / 94,6 %	92,2 / 96,0 / 94,8 %
η con 20 % $P_{ac,r}$ ¹⁾	93,4 / 97,2 / 96,2 %	94,0 / 97,2 / 96,8 %	94,9 / 97,4 / 97,2 %
η con 25 % $P_{ac,r}$ ¹⁾	94,1 / 97,3 / 96,8 %	94,7 / 97,4 / 97,0 %	95,5 / 97,7 / 97,6 %
η con 30 % $P_{ac,r}$ ¹⁾	94,7 / 97,4 / 97,0 %	95,1 / 97,6 / 97,3 %	95,8 / 97,9 / 97,7 %
η con 50 % $P_{ac,r}$ ¹⁾	95,8 / 97,9 / 97,7 %	96,0 / 97,9 / 97,8 %	96,3 / 98,0 / 98,0 %
η con 75 % $P_{ac,r}$ ¹⁾	96,1 / 98,0 / 97,9 %	96,2 / 98,0 / 98,0 %	96,3 / 98,1 / 97,9 %
η con 100 % $P_{ac,r}$ ¹⁾	96,2 / 97,9 / 97,9 %	96,2 / 98,0 / 97,9 %	96,2 / 97,7 / 97,7 %
Rendimiento de adaptación MPP		> 99,9 %	

EQUIPAMIENTO DE SEGURIDAD	PRIMO 5.0-1	PRIMO 6.0-1	PRIMO 8.2-1
Medición del aislamiento CC		Sí	
Comportamiento de sobrecarga		Desplazamiento del punto de trabajo, limitación de potencia	
Seccionador CC		Sí	
Protección contra polaridad inversa		Sí	

INTERFACES	PRIMO 5.0-1	PRIMO 6.0-1	PRIMO 8.2-1
WLAN / Ethernet LAN	Fronius Solar.web, Modbus TCP SunSpec, Fronius Solar API (JSON)		
6 inputs y 4 inputs/outputs digitales	Interface receptor del control de onda		
USB (Conector A) ²⁾	Datalogging, actualización de inversores vía USB		
2 conectores RJ 45 (RS422) ²⁾	Fronius Solar Net		
Salida de aviso ²⁾	Gestión de la energía (salida de relé libre de potencial)		
Datalogger y Servidor web	Incluido		
Input externo ²⁾	Interface SO-Meter / Input para la protección contra sobretensión		
RS485	Modbus RTU SunSpec o conexión del contador		

¹⁾ Y con Umpp mín. / Udc,r / Umpp máx.

²⁾ También disponible en la versión light.

/ Perfect Welding / Solar Energy / Perfect Charging

SOMOS TRES DIVISIONES CON UNA MISMA PASIÓN: SUPERAR LÍMITES.

/ No importa si se trata de tecnología de soldadura, energía fotovoltaica o tecnología de carga de baterías, nuestra exigencia está claramente definida: ser líder en innovación. Con nuestros más de 3.000 empleados en todo el mundo superamos los límites y nuestras más de 1.000 patentes concedidas son la mejor prueba. Otros se desarrollan paso a paso. Nosotros siempre damos saltos de gigante. Siempre ha sido así. El uso responsable de nuestros recursos constituye la base de nuestra actitud empresarial.

Para obtener información más detallada sobre todos los productos de Fronius y nuestros distribuidores y representantes en todo el mundo visite www.fronius.com

v04 Nov 2014 ES

Fronius España S.L.U.
Parque Empresarial LA CARPETANIA
Miguel Faraday 2
28906 Getafe (Madrid)
España
Teléfono +34 91 649 60 40
Fax +34 91 649 60 44
pv-sales-spain@fronius.com
www.fronius.es

Fronius International GmbH
Froniusplatz 1
4600 Wels
Austria
Teléfono +43 7242 241-0
Fax +43 7242 241-953940
pv-sales@fronius.com
www.fronius.com

FRONIUS SMART METER TS

Contador bidireccional para la gestión inteligente de energía



Fronius Smart Meter TS es un contador bidireccional que optimiza el autoconsumo, controla los diferentes flujos de energía y registra la curva de consumo. Gracias a la medición de alta precisión y la rápida comunicación a través del interface Modbus RTU, la limitación de potencia, cuando hay límites configurados, es más rápida y precisa que con el controlador S0.

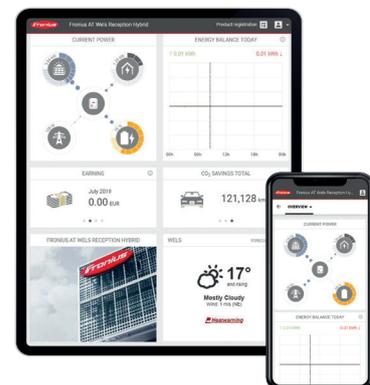
Junto con Fronius Solar.web, ofrece una visión detallada del consumo de energía. En combinación con las soluciones de almacenamiento Fronius, este dispositivo garantiza una coordinación perfecta de diferentes flujos de energía, optimizando así la energía total. El Smart Meter TS es perfecto para su uso junto con los inversores GEN24 Plus y Tauro, así como con otros inversores que contengan un Fronius Datamanager 2.0.

FRONIUS SMART METER TS

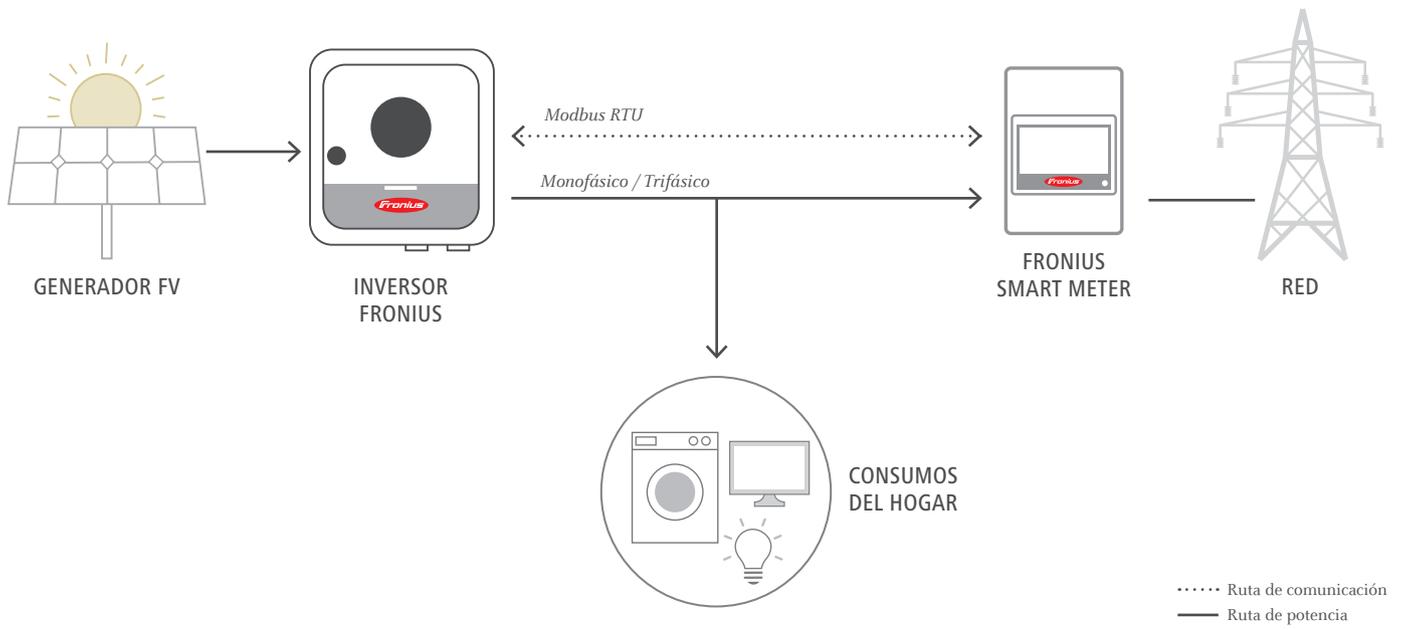
DATOS TÉCNICOS	FRONIUS SMART METER TS 100A -1	FRONIUS SMART METER TS 65A -3	FRONIUS SMART METER TS 5KA -3
Tensión nominal	230 V	208 - 400 V	220 - 480 V
Tolerancia	-30% - +20%	-20% - +20%	-20% - +15%
Frecuencia nominal		50 a 60 Hz	
Rango de frecuencia de red		45 a 65 Hz	
Máxima corriente	1 x 100 A	3 x 65 A	3 x 5000 A
Sección de cable de alimentación	1 - 25 mm ²	1 - 16 mm ²	1 - 4 mm ²
Sección de cable neutro	1 - 25 mm ²	0,05 - 1,5 mm ²	1 - 4 mm ²
Sección de cable de comunicación		0,05 - 1,5 mm ²	
Consumo de energía		<=1W	
Intensidad de inicio	40 mA	20 mA	10 mA
Clase de protección		1	
Precisión de energía activa		Clase 1 (EN62053-21) / Clase B (EN50470-3)	
Precisión de energía reactiva		Clase 2 (EN 62053-23)	
Sobrecorriente de corta duración	3000A/10ms	1950A/10ms	25A/500ms
Montaje		Interior (Carril DIN)	
Carcasa	2 módulos DIN 43880	3 módulos DIN 43880	3 módulos DIN 43880
Tipo de protección		IP 51 (marco frontal), IP 20 (terminales)	
Rango de temperatura de operación		-25 a +65°C	
Dimensiones (altura x anchura x profundidad)	91,5 x 35,8 x 63,0 mm	91,5 x 53,8 x 63,0 mm	91,5 x 53,8 x 63,0 mm
Interface para el inversor		Modbus RTU (RS485)	
Display		3 x 8 dígito / Pantalla táctil	

VENTAJAS

- / Limitación de potencia rápida y precisa
- / Junto con Fronius Solar.web ofrece una visión detallada del consumo de energía
- / Gestión de energía con solución de almacenamiento Fronius
- / Identificación de oportunidades para optimizar el sistema FV
- / Monitorización y análisis de cargas



ESQUEMA DE CONFIGURACIÓN



El Fronius Smart Meter es compatible con todos los inversores con un Interface RS485 (Modbus RTU). También puede ser instalado en cualquier momento junto con el Fronius Datamanager 2.0, después de la puesta en marcha de un inversor.

/ Perfect Welding / Solar Energy / Perfect Charging

TRES UNIDADES DE NEGOCIO, UNA MISMA PASIÓN: TECNOLOGÍA QUE ESTABLECE ESTÁNDARES.

Lo que en 1945 comenzó como una empresa unipersonal, en la actualidad marca los estándares tecnológicos en los sectores de tecnología de soldadura, energía fotovoltaica y carga de baterías. En la actualidad contamos en todo el mundo con 4.550 empleados y 1.241 patentes concedidas por desarrollos de productos, poniendo de manifiesto nuestro innovador espíritu. La expresión "desarrollo sostenible" significa para nosotros fomentar aspectos sociales y relevantes para el medio ambiente, teniendo en cuenta los factores económicos. Nuestro objetivo siempre ha sido el mismo: ser líderes en innovación.

Para obtener información más detallada sobre todos los productos de Fronius y nuestros distribuidores y representantes en todo el mundo visite www.fronius.com v08 Aug 2017 ES

Fronius España S.L.U.
Parque Empresarial LA CARPETANIA
Miguel Faraday 2
28906 Getafe (Madrid)
España
Teléfono +34 91 649 60 40
pv-sales-spain@fronius.com
www.fronius.es

Fronius International GmbH
Froniusplatz 1
4600 Wels
Austria
Teléfono + 43 7242 241-0
Fax +43 7242 241-952560
pv-sales@fronius.com
www.fronius.com

TOPSOLAR[®] PV H1Z2Z2-K

TÜV solar PV cable.

BASED ON: EN 50618 / IEC 62930 / UTE C 32-502

DESIGN



Conductor

Class 5 (flexible) tinned copper, based on EN 60228 and IEC 60228.

Insulation

Low smoke zero halogen (LSHF) cross linked rubber insulation.

Outer sheath

Low smoke zero halogen (LSHF) cross linked rubber outer sheath, red or black colour.

APPLICATIONS

The Topsolar[®] PV H1Z2Z2-K cable, which is TÜV certified according to IEC 62930 and EN 50618, is suitable for both fixed and mobile solar installations (solar farms, rooftop solar installations and floating plants).

It is a highly flexible cable compatible with all major connectors and specially designed for the connection of photovoltaic panels. This versatile single-conductor cable is designed to meet the varying needs of the solar industry. Suitable for wet, damp and humid locations.

- Solar PV installations - string cable.

PV WIRE ALSO
AVAILABLE



More information at: www.topcable.com

TOP CABLE TOPSOLAR PV H1Z2Z2-K

FEATURES



Electrical performance

Low voltage 1,5/1,5 1kV (1,8) kV DC.
1,0/1,0 kV (U_0/U).



Based on

EN 50618/ IEC 62930 / UTE C 32-502.



Standards and approvals

TÜV / RETIE / RoHS / CE.



CPR (Construction Products Regulation)

C_{ca} -s1b, d2, a1.



Thermal performance

Maximum service temperature: 120°C.
Maximum short-circuit temperature: 250°C (max. 5 s).
Minimum service temperature: -40°C (fixed and protected installations).



Fire performance

Flame non-propagation based on EN 60332-1 and IEC 60332-1-2.
Fire non-propagation based on EN 50399.
Reaction to fire CPR: C_{ca} -s1b, d2, a1, according to EN 50575.
LSHF (Low Smoke Zero Halogen) based on UNE-EN 60754-1 and IEC 60754-1.
Low smoke emission based on EN 61034 and IEC 61034: Light transmittance > 60%.
Low corrosive gases emission based on UNE-EN 60754-2 and IEC 60754-2.



Mechanical performance

Minimum bending radius: x5 cable diameter.
Impact resistance: AG2 Medium severity.



Chemical performance

Chemical & Oil resistance: Excellent.
Grease & mineral oils resistance: Excellent.
UV UV Resistant based on EN 50618.
O₃ Ozone resistant based on EN 50618.



Water performance

Water presence: AD8 submerged.



Other

Meter by meter marking.
Estimated lifetime 25 years based on EN 50618.
 Optional: rodent proof and termite proof.



Installation conditions

Open Air.
Buried.
On conduit.



Packaging

Available in rolls (lengths of 100 m) and reels.

SOLAR CABLES



TOPSOLAR® PV
H1ZZZ2-K



TOPSOLAR® PV
H1ZZZ2-K DUAL



TOPSOLAR® PV
AL 1500 V



TOPSOLAR® PV
AL 2kV PV WIRE

DECLARATION OF PERFORMANCE DECLARACIÓN DE PRESTACIONES

DoP Nr/ n°: **TC054** Rev.1



Code of the product-type / Código de producto tipo:
TOPSOLAR PV C H1Z2Z2-K

Identification of the product / Identificación del producto de construcción:
H1Z2Z2-K full range according to EN 50618

Intended use/s: / Uso/s previsto/s:

Supply of electricity in buildings and other civil engineering works with the objective of limiting the generation and spread of fire and smoke. Power Cables.

Suministro de electricidad en edificios y otras obras de ingeniería civil con el objetivo de limitar la generación y propagación de fuego y humo. Cables de potencia.

Authorized representative: / Representante autorizado: N/A

System/s of AVCP: / Sistema/s de EVCP:

System 1+ / Sistema 1+

Harmonized standard: / Norma armonizada:

EN 50575:2014 and EN 50575:2014/A1: 2016

Notified body/ies: / Organismo/s notificado/s:

AENOR – 0099

Manufacturer / Fabricante:

TOP CABLE S.A.
Leonardo da Vinci, 1
08191 Rubí (Barcelona) SPAIN
Tel. +34 93 588 09 11
Fax: +34 93 588 04 11
Email: ventas@topcable.com

Notified product certification body issued the Certificate of Constancy of Performances for characteristics of reaction to fire.

Organismo notificado de certificación de producto que ha emitido el Certificado de Constancia de las Prestaciones para las características de reacción al fuego.

Declared performances: / Prestaciones declaradas:

Essential characteristics / Características esenciales

Reaction to fire / Reacción al fuego

Dangerous substances / sustancias peligrosas

Performance / Prestaciones

C_{ca} - s1b, d2, a1

NPD (Non Performance declaration / Prestación no determinada)

The performance of the product identified above is in conformity with the set of declared performances. This declaration of performance is issued, in accordance with Regulation (EU) No 305/2011, under the sole responsibility of the manufacturer identified above.

Las prestaciones del producto identificado anteriormente son conformes con el conjunto de prestaciones declaradas. La presente declaración de prestaciones se emite, de conformidad con el Reglamento (UE) n° 305/2011, bajo la responsabilidad exclusiva del fabricante arriba identificado.

Signed for and on behalf of the manufacturer by / Firmado por y en nombre del fabricante por:

Felipe DIAZ RUBIO,
Technical Department



Rubí (Barcelona) Spain, 30/04/2020

Zertifikat

Certificate



Zertifikat Nr. *Certificate No.*
R 60113828

Blatt *Page*
0001

Ihr Zeichen *Client Reference*

Unser Zeichen *Our Reference*

Ausstellungsdatum

Date of Issue

0010--21243325 001

13.10.2016

(day/mo/yr)

Genehmigungsinhaber *License Holder*

TOP CABLE S.A.
P.A.E. Can Sant Joan
Leonardo da Vinci 1
08191 Rubi - Barcelona
Spain

Fertigungsstätte *Manufacturing Plant*

AKAN Cables S.L.
P.L. Plans de la Sala, Parcela 11
08650 Barcelona
Spain

Prüfzeichen *Test Mark*

Geprüft nach *Tested acc. to*
EN 50618:2014



Zertifiziertes Produkt (Geräteidentifikation)

Certified Product (Product Identification)

Lizenzentgelte - Einheit

License Fee - Unit

PV-Cables

Identification: TOPSOLAR PV H1Z2Z2-K
Code designation: H1Z2Z2-K
Rated diameter: 2,5 mm²; 4,0 mm²; 6,0 mm²;
10,0 mm²; 16,0 mm²; 25,0 mm²
Rated voltage: AC U0/U 1,0/1,0 kV
Rated voltage: DC 1500 V (conductor-conductor and
conductor-earth)
Max. permitted voltage: DC 1,8 kV
Light transmission: 82,1 %
Ambient temperature: -40 °C to +90 °C
max. Core temperature: +120 °C @ 20.000 h
Material of Insulation: Halogene Free thermosetting rubber
Material of Sheath: Halogene Free thermosetting rubber
Colour of Sheath: black

16

16

Dem Zertifikat liegt unsere Prüf- und Zertifizierungsordnung zugrunde und es bestätigt die Konformität des Produktes mit den oben genannten Standards und Prüfgrundlagen. Zusätzliche Anforderungen in Ländern, in denen das Produkt in Verkehr gebracht werden soll, müssen zusätzlich betrachtet werden. Die Herstellung des zertifizierten Produktes wird überwacht.
This certificate is based on our Testing and Certification Regulation and states the conformity of the product with the standards and testing requirements as indicated above. Any additional requirements in countries where the product is going to be marketed have to be considered additionally. The manufacturing of the certified product is subject to surveillance.

TÜV Rheinland LGA Products GmbH, Tillystraße 2, 90431 Nürnberg

Tel.: +49 221 806-1371 e-mail: cert-validity@de.tuv.com
Fax: +49 221 806-3935 http://www.tuv.com/safety



Guido Volberg

Zertifikat

Certificate



Zertifikat Nr. *Certificate No.*
R 60113828

Blatt *Page*
0002

Ihr Zeichen *Client Reference*

Unser Zeichen *Our Reference*
0010--21243325 002

Ausstellungsdatum
29.11.2016

Date of Issue
(day/mo/yr)

Genehmigungsinhaber *License Holder*

TOP CABLE S.A.
P.A.E. Can Sant Joan
Leonardo da Vinci 1
08191 Rubi - Barcelona
Spain

Fertigungsstätte *Manufacturing Plant*

AKAN Cables S.L.
P.L. Plans de la Sala, Parcela 11
08650 Barcelona
Spain

Prüfzeichen *Test Mark*



Geprüft nach *Tested acc. to*
EN 50618:2014

Zertifiziertes Produkt (Geräteidentifikation)
Certified Product (Product Identification)

Lizenzentgelte - Einheit
License Fee - Unit

PV-Cables

as page 0001
Amendment

additional Colour of sheath: RED

Dem Zertifikat liegt unsere Prüf- und Zertifizierungsordnung zugrunde und es bestätigt die Konformität des Produktes mit den oben genannten Standards und Prüfgrundlagen. Zusätzliche Anforderungen in Ländern, in denen das Produkt in Verkehr gebracht werden soll, müssen zusätzlich betrachtet werden. Die Herstellung des zertifizierten Produktes wird überwacht.
This certificate is based on our Testing and Certification Regulation and states the conformity of the product with the standards and testing requirements as indicated above. Any additional requirements in countries where the product is going to be marketed have to be considered additionally. The manufacturing of the certified product is subject to surveillance.

TÜV Rheinland LGA Products GmbH, Tillystraße 2, 90431 Nürnberg

Tel.: +49 221 806-1371 e-mail: cert-validity@de.tuv.com
Fax: +49 221 806-3935 http://www.tuv.com/safety

Zertifizierungsstelle



Guido Volberg

DECLARATION OF PERFORMANCE DECLARACIÓN DE PRESTACIONES

DoP Nr/ n°: **TC054** Rev.1



Code of the product-type / Código de producto tipo:
TOPSOLAR PV C H1Z2Z2-K

Identification of the product / Identificación del producto de construcción:
H1Z2Z2-K full range according to EN 50618

Intended use/s: / Uso/s previsto/s:

Supply of electricity in buildings and other civil engineering works with the objective of limiting the generation and spread of fire and smoke. Power Cables.

Suministro de electricidad en edificios y otras obras de ingeniería civil con el objetivo de limitar la generación y propagación de fuego y humo. Cables de potencia.

Authorized representative: / Representante autorizado: N/A

System/s of AVCP: / Sistema/s de EVCP:

System 1+ / Sistema 1+

Harmonized standard: / Norma armonizada:

EN 50575:2014 and EN 50575:2014/A1: 2016

Notified body/ies: / Organismo/s notificado/s:

AENOR – 0099

Manufacturer / Fabricante:

TOP CABLE S.A.
Leonardo da Vinci, 1
08191 Rubí (Barcelona) SPAIN
Tel. +34 93 588 09 11
Fax: +34 93 588 04 11
Email: ventas@topcable.com

Notified product certification body issued the Certificate of Constancy of Performances for characteristics of reaction to fire.

Organismo notificado de certificación de producto que ha emitido el Certificado de Constancia de las Prestaciones para las características de reacción al fuego.

Declared performances: / Prestaciones declaradas:

Essential characteristics / Características esenciales

Reaction to fire / Reacción al fuego

Dangerous substances / sustancias peligrosas

Performance / Prestaciones

C_{ca} - s1b, d2, a1

NPD (Non Performance declaration / Prestación no determinada)

The performance of the product identified above is in conformity with the set of declared performances. This declaration of performance is issued, in accordance with Regulation (EU) No 305/2011, under the sole responsibility of the manufacturer identified above.

Las prestaciones del producto identificado anteriormente son conformes con el conjunto de prestaciones declaradas. La presente declaración de prestaciones se emite, de conformidad con el Reglamento (UE) n° 305/2011, bajo la responsabilidad exclusiva del fabricante arriba identificado.

Signed for and on behalf of the manufacturer by / Firmado por y en nombre del fabricante por:

Felipe DIAZ RUBIO,
Technical Department



Rubí (Barcelona) Spain, 30/04/2020

Wallbox Pulsar Plus

Wallbox Pulsar Plus es un práctico e inteligente sistema de carga para vehículos eléctricos e híbridos enchufables, que se conecta a la plataforma de gestión de carga myWallbox mediante wifi o Bluetooth. El modelo Pulsar Plus incorpora protección contra fugas de DC de serie.

Pulsar Plus es compacto, cuenta con la tecnología más avanzada para proporcionar el máximo rendimiento de carga. Pulsar Plus se adapta fácilmente a cualquier instalación, ya sea en garajes privados o aparcamientos compartidos.

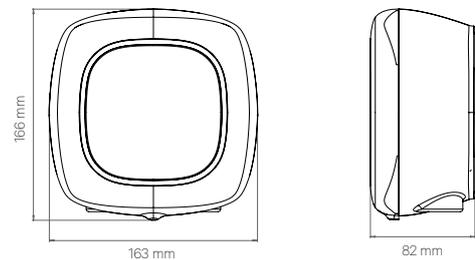
Funcionalidades destacadas

- Siempre conectado por wifi o Bluetooth.
- Diseño compacto.
- Luces de estado de carga integradas.
- Optimiza tu infraestructura de carga y reduce los tiempos de carga con la tecnología Power Boost.
- Protección contra fugas de DC integrada.

Especificaciones generales

Modelo	Pulsar Plus
Longitud del cable	5 m (7 m opcional) ^[1]
Color	Blanco or negro
Modo de carga	Modo 3
Dimensiones	166x163x82 mm (sin cable)
Peso	1 kg (sin cable)
Temperatura de funcionamiento	-25 °C to 40 °C
Temperatura de almacenamiento	-40 °C to 70 °C
Estandar	Marca CE (LVD 2014/35/EU, EMCD 2014/30/EU) EC 61851-1, IEC 61851-22, IEC 62196-2

Dimensiones



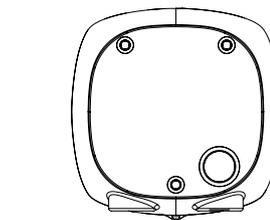
Especificaciones eléctricas

Potencia máxima	7,4 kW	11 kW	22 kW
Voltaje de entrada	220 V - 240 V	400 V	400 V
Corriente máxima	32 A (1P)	16 A (3P)	32 A (3P)
Tipo de conector	Tipo 1/ Tipo 2	Tipo 2	Tipo 2

Grosor de cable	5 x 10 mm ²
Corriente de carga configurable	de 6 A a 32 A
Frecuencia nominal	50 Hz / 60 Hz
Grado de protección	IP54 / IK08
Categoría de sobrevoltaje	CAT III
Detección de corriente residual	DC 6 mA
RCCB	Requiere RCCB externo ^[2]

Interfaz de usuario y comunicaciones

Conectividad	Wi-Fi / Bluetooth
Identificación del usuario	Wallbox App / myWallbox Portal
Interfaz de usuario	Wallbox App / myWallbox Portal
Información de estado del cargador	Halo RGB LED / Wallbox App / myWallbox Portal
Características incluidas	Power Sharing Smart
Funciones opcionales	Power Boost



[1] Solo disponible para cargadores 3P 32 A de tipo 2.
[2] Tipo A o Tipo B según la normativa local.

Estructura del número de pieza

XXXX-X-X-X-XXX-X
1 2 3 4 5 6 7

Posición	1 - MODELO	2 - CABLE	3 - CONECTOR	4 - POTENCIA	5 - FUNCIONALIDAD ADICIONAL	6 - PERSONALIZACIÓN	7 - REVISIÓN
Variantes - Definición	PLP1 - Pulsar Plus	0 - 5 m M - 7 m	1 - Tipo 1 2 - Tipo 2	2 - 7,4 kW 3 - 11 kW 4 - 22 kW	3 - Detección de corriente residual	XX1 - Blanco XX2 - Negro	X - Revisión X

myWallbox-portal

La plataforma online myWallbox te permite configurar, monitorizar y gestionar a distancia tu cargador mediante la aplicación para móvil o el portal web. Es apto para uso privado y de empresa.



- **Información y gestión en tiempo real:** Acceso desde cualquier dispositivo para informarse sobre el consumo, el tiempo de carga, el coste de la energía o las sesiones activas y cargadas de tu cargador.
- **Informes periódicos:** Descarga fácilmente toda la información sobre consumo de energía, costes, sesiones cargadas, datos históricos y mucho más, siempre que lo necesites.
- **Configuración remota:** Ajusta la corriente de carga según tus necesidades, o bloquea y desbloquea tu cargador para evitar un uso indebido. Todo con solo pulsar un botón.

Wallbox-app

Gestiona todos los ajustes de tu dispositivo desde el teléfono móvil o tablet a través de la aplicación Wallbox.

- Actúa como enlace entre el cargador y el portal myWallbox a través de Bluetooth.
- Configura tu dispositivo y accede a tu consumo.
- Programa las sesiones de carga cuando la tarifa eléctrica sea más barata.
- Ajusta la corriente de carga según tus necesidades, o bloquea y desbloquea tu cargador para evitar un uso indebido. Todo con solo pulsar un botón.





Grado en Ingeniería Mecánica

Trabajo Fin de Grado

Anexo IV: Baterías

Instalación fotovoltaica en La Gomera para carga de vehículos eléctricos

Autor: Airam Jesús Conrado Cabello

Profesor: Juan Fernando Figueras Torres

Índice anexo IV: Baterías

1. Información acerca de baterías	75
2. Cómo seleccionar la tensión correcta de las baterías en función del consumo energético.....	75
3. Qué información se debe tener en cuenta para seleccionar una batería...	76
4. Qué información se debe tener en cuenta para dimensionar una batería .	77
5. Inviabilidad.....	77

1. Información acerca de baterías

Se denomina batería o acumulador eléctrico al dispositivo capaz de almacenar energía en forma de energía química y, posteriormente, usando procedimientos electroquímicos, producir energía eléctrica. En las baterías o baterías fotovoltaicas este ciclo puede repetirse por un determinado número de veces, por ejemplo, las de ciclo profundo lo pueden repetir muchas veces.

Una batería o acumulador solar es un generador eléctrico secundario, es decir, no puede funcionar sin que se le haya suministrado electricidad de forma previa mediante el denominado 'proceso de carga'.

El principio de funcionamiento de las baterías se basa en el proceso químico de reducción-oxidación (redox), en el cual uno de los componentes se oxida (pierde electrones) y el otro se reduce (gana electrones). Los parámetros de una batería son el voltaje, la corriente, la capacidad de carga, la capacidad eléctrica, la energía, la resistencia, la masa, el rendimiento, la constante de carga/descarga y el efecto memoria.

Las baterías o acumuladores solares experimentan un proceso químico que libera y genera energía por lo que su uso reduce la vida útil

2. Cómo seleccionar la tensión correcta de las baterías en función del consumo energético

Una parte importante para poder dimensionar bien nuestra instalación es seleccionar bien la tensión de baterías para que así la vida útil se alargue lo máximo posible.

El cálculo de la tensión correcta de las baterías debe realizarse en función del consumo energético de la vivienda teniendo los consumos de la vivienda con los Wh que consume al día, y así hacer una prueba para comprobar cuál será la tensión correcta para nuestra instalación fotovoltaica.

Por ejemplo, teniendo unos consumos de unos 3200 Wh/día, vamos probando con las diferentes tensiones posibles.

Estos 3200Wh/día se dividen entre la tensión que se requiere y a continuación se debe multiplicar el resultado por 2 para que la batería no se descargue a más de la mitad. El resultado obtenido se debe multiplicar de nuevo por 2 para obtener el valor correspondiente a 2 días de autonomía.

Para un sistema a 12 voltios: $3200/12= 266.67 \times 2 = 533.33 \times 2 = 1066.67$ Ah

Visto esto nos damos cuenta que nos sale una capacidad de baterías muy elevada.

Para un sistema a 24V: $3200/24= 133.33 \times 2= 266.66 \times 2= 533.33$ Ah

Esta capacidad para una instalación de estas características vemos una capacidad de baterías acorde.

Para un sistema a 48V: $3200/48 = 66.67 \times 2 = 133.33 \times 2 = 266.66$ Ah

En esta última opción aunque se reduzca la capacidad de las baterías, puede que sea incluso demasiado ya que con el sistema a 24V podemos funcionar bien y se reducirá la inversión necesaria.

Analizando estos puntos con unos consumos como los que se han planteado, solo se seleccionará la opción de 12V si realmente es necesario si los consumos trabajan a este voltaje. La opción más adecuada para esta instalación de 3200 Wh/día es una tensión de baterías de 24V, ya que la de 48V es demasiado aunque sería interesante si se prevé una ampliación de la instalación.

3. Qué información se debe tener en cuenta para seleccionar una batería

Para seleccionar correctamente una batería se debe elegir el tipo de placa (que puede ser plana o tubular) y la construcción o su tecnología interna (que puede ser electrolito líquido o inmobilizado), así como dimensionar, es decir, determinar tanto el número de celdas como la capacidad de las mismas.

Para elegir correctamente la batería solar se debe tener en cuenta:

- La aplicación para determinar si se requiere una batería monoblock, una batería de plomo ácido abierto o es preferible una batería estacionaria.

- La Ubicación física para saber si se podrá o no realizar mantenimiento periódico, por lo que se debiera elegir entre baterías de plomo ácido abierto, baterías GEL, baterías AGM, batería de litio o baterías estacionarias.
- Las condiciones ambientales, para determinar la temperatura y ventilación disponible, teniendo en cuenta que las baterías monoblock no emiten gases ni requieren de mantenimiento, donde se engloban las: baterías GEL, baterías AGM, batería de litio y las Baterías Estacionarias OpzV.
- Las características físicas de la batería, para saber si se dispone del espacio con los requisitos necesarios para que pueda ser instalada sin problemas y su funcionamiento sea acorde con lo establecido por el fabricante.
- La recarga, es decir, que las condiciones de la recarga sean óptimas.

4. Qué información se debe tener en cuenta para dimensionar una batería

A continuación se determinan qué puntos tener en cuenta para el correcto dimensionamiento de la batería:

- Tensión nominal y límites de tensión compatibles con el equipo o sistema de alimentación.
- Corriente o potencia de descarga.
- Duración de la corriente o potencia de descarga.
- Temperatura promedio de donde se va a instalar la batería.

5. Inviabilidad económica.

En la actualidad, la instalación de baterías en una instalación de autoconsumo sigue siendo inviable económicamente. Debido a que si realizamos la selección de baterías según lo expuesto anteriormente, el presupuesto de la instalación de las baterías puede equipararse en precio al del resto de la instalación o superarse, por lo que no conseguiríamos amortizar la instalación.

Tipo de batería	Precio
Batería estacionaria 24V 525 Ah	2.668,05 €
Batería estacionaria 48V 287 Ah	3.682,54 €

Batería estacionaria 12 V 1120 Ah	2.038,29 €
-----------------------------------	------------

Tabla 11: Precio para los distintos tipos de baterías nombrados anteriormente.

Cabe recordar que el fin de este proyecto es reducir el consumo eléctrico de la red, para disminuir así la factura de la luz. Por lo que no es lógico aumentar el coste de la instalación si esta no va a ser amortizada.

<<Baterías>> [En línea].

Disponible en:

<https://autosolar.es/baterias>

[Accedido: julio-21]



**Escuela Superior
de Ingeniería y Tecnología**
Universidad de La Laguna

Grado en Ingeniería Mecánica

Trabajo Fin de Grado

**Anexo V: Sello de calidad UNEF para instaladores
fotovoltaicos**

**Instalación fotovoltaica en La Gomera
para carga de vehículos eléctricos**

Autor: Airam Jesús Conrado Cabello

Profesor: Juan Fernando Figueras Torres

Julio 2021

Índice Anexo V: Sello de calidad UNEF para instaladores fotovoltaicos

1. ¿Por qué un sello de calidad?	81
2. ¿Quién certifica?	81
3. ¿Qué es y para qué sirve?	82
4. ¿A quién va dirigido?	82
5. ¿Cómo se puede solicitar?	82
6. ¿En qué consiste el proceso de certificación?	82
7. Mantenimiento del certificado de sello de calidad	83
8. Seguimiento: comité de revisión del sello.	83

A continuación detallaremos la información que presenta UNEF (Unión Española Fotovoltaica) en su página web con respecto al sello de calidad. Se ha considerado esta información algo fundamental, puesto que como prevé dicha organización, la relevancia del autoconsumo crecerá exponencialmente en los próximos años y debemos dar confianza al consumidor final.

1. ¿Por qué un sello de calidad?

El autoconsumo se ha convertido en uno de los pilares fundamentales para la transición energética. Desde la publicación del Real Decreto Ley 15/18 y posteriormente del Real Decreto 244/2019, está teniendo lugar un crecimiento exponencial del autoconsumo. En 2020 se instalaron 596 MW nuevos en autoconsumo, lo que supone un crecimiento del 30% en un año marcado por la pandemia de Covid-19.

Sin embargo, sigue habiendo barreras que ralentizan el desarrollo de las instalaciones de autoconsumo, relacionadas con trámites administrativos muy largos y desiguales en función de la CCAA y del ayuntamiento, la aplicación e interpretación de la Ley de Propiedad Horizontal para el desarrollo del autoconsumo colectivo y la calidad de las instalaciones de autoconsumo.

Para un crecimiento ordenador del sector y para convertir el autoconsumo en una de las herramientas fundamentales de la transición energética, es imprescindible asegurar la calidad de las instalaciones, a través de la formación de los instaladores eléctricos y de auditorías a las empresas instaladoras de autoconsumo.

Por todo ello, y siguiendo el mandato del Grupo de Trabajo para Autoconsumo, UNEF ha elaborado un sistema de certificación propio para las empresas de instalación de sistemas fotovoltaicos para autoconsumo

2. ¿Quién certifica?

El proyecto del sello de calidad ha contado con el respaldo principal de dos certificadoras, socias de UNEF, como son CERE y SGS.

CERE es una entidad independiente de pruebas, simulación, certificación e inspección que se estableció como Entidad Certificadora para Energías Renovables en 2015. Sus servicios incluyen desde evaluaciones técnicas, inspección, pruebas de simulación y certificación de acuerdo con estándares de seguridad, calidad de red, requisitos de conexión a red, requisitos de diseño y certificados para instalaciones y componentes.

SGS es líder mundial en inspección, verificación, análisis y certificación. Está considerada como principal referente mundial en calidad e integridad, contamos con más de 89.000 empleados y con una red de más de 2.600 oficinas y laboratorios por todo el mundo. Sus servicios se dividen en cuatro categorías principales: inspección, ensayos, verificación y certificación.

3. ¿Qué es y para qué sirve?

UNEF ha desarrollado un Sello de Calidad de aplicación nacional que permitirá aportar confianza al consumidor final. Certificará tanto a la empresa instaladora como a sus instaladores de autoconsumo, ya sea en el segmento residencial, comercial o industrial.

4. ¿A quién va dirigido?

Está destinado a las empresas e instaladores que realizan instalaciones de autoconsumo en el territorio español. La certificación respaldará su capacidad técnica y buenas prácticas en el diseño y ejecución de las instalaciones.

Cualquier empresa del sector puede solicitar el Sello de Calidad UNEF, tanto empresas asociadas como empresas no asociadas.

5. ¿Cómo se puede solicitar?

Para solicitar el Sello de Calidad UNEF, deberán descargar el formulario que encontrarán en la sección «descargas», rellenarlo y remitirlo a UNEF.

6. ¿En qué consiste el proceso de certificación?

1. Una vez recibida la solicitud por parte de la empresa instaladora, la certificadora reconocerá acuse de recibo de la documentación y si es conforme se iniciará el proceso de certificación.
2. Tras la aceptación de la solicitud, UNEF contactará con la empresa instaladora para organizar la sesión de formación de buenas prácticas y los instaladores deberán superar un examen. Acciones que se realizarán telemáticamente.
3. Una vez aprobado el examen por parte de un instalador, desde UNEF se concederá un diploma de "Instalador Capacitado" a nombre del instalador y relacionando con la empresa instaladora.
4. Una vez que todos los instaladores listados en la solicitud de una empresa instaladora han obtenido el diploma de instalador capacitado, se podrá realizar la primera visita de auditoría a la empresa.

5. En esta visita el auditor verificará el cumplimiento de los requisitos indicados en la Especificación Técnica y se verificará también que no se está haciendo uso indebido del sello de calidad UNEF.
6. El auditor utilizará el Informe de visita para auditoria en la empresa, que deberá ser firmado por ambas partes.
7. Una vez realizadas todas las auditorias y evaluados lo planes de acciones correctoras, la certificadora reconocida comunicará su decisión sobre la concesión del certificado.
8. En caso de concesión, una vez emitido y recibido el certificado por la empresa instaladora, esta podrá empezar a hacer uso del logotipo según indican las reglas.

7. Mantenimiento del certificado de sello de calidad

Una vez concedido el certificado, la empresa instaladora recibirá todos los años una auditoria para para mantener el certificado. El primer año de seguimiento se realizará una auditoría en una instalación. Al año siguiente se realizará la auditoria en la empresa. Se irán así alternando sucesivamente cada año las auditorias, un año en instalación y al año siguiente en empresa.

8. Seguimiento: comité de revisión del sello.

El objetivo del Comité es apoyar a UNEF en su mandato de velar por el buen funcionamiento del sistema de certificación y entre otras actividades propondrá cambios a las reglas de certificación. El Comité estará formado por una composición equilibrada representando las partes interesadas en el sello de calidad: usuarios, administración, instaladoras, certificadoras.



Reglas del Sistema de Certificación para el sello de calidad UNEF

INSTALACIÓN DE SISTEMAS SOLARES FOTOVOLTAICOS PARA
AUTOCONSUMO EN SECTOR INDUSTRIAL, COMERCIAL Y
RESIDENCIAL

Contenido

1.	Introducción	2
2.	Campo y objeto de aplicación	2
3.	Definiciones	3
4.	Sello Calidad UNEF.....	3
4.1.	Significado	3
4.2.	Propiedad	3
4.3.	Protección	3
4.4.	Diseño.....	3
4.5.	Responsabilidad UNEF.....	4
4.6.	Comité de Certificación UNEF	4
4.7.	Gestión Reclamaciones	4
4.8.	Gestión Económica y Tarifas	5
4.9.	Certificadoras Reconocidas	5
4.10.	Audidores Calificados.....	6
5.	Procedimiento de Certificación para la concesión del certificado	6
5.1.	Solicitud de empresa instaladora a la certificadora	6
5.2.	Formación y examen para la capacitación de instaladores.....	6
5.3.	Auditoria a la empresa instaladora	7
5.4.	Comunicación de decisión de la certificadora a la empresa instaladora	8
5.5.	Reglas para el uso del sello de calidad UNEF	8
6.	Procedimiento de Certificación para el mantenimiento del certificado	9
6.1.	Auditoria en una instalación instaladora.....	9
6.2.	Auditoria en la empresa	10
6.3.	Comunicación de decisión a la empresa instaladora	10

1. Introducción

Unión Española Fotovoltaica (UNEF) es la asociación sectorial de la energía solar fotovoltaica en España. Formada por más de 460 empresas, entidades y agrupaciones de toda la cadena de valor de la tecnología, representa a más del 85% de la actividad del sector en España y aglutina a su práctica totalidad: productores, instaladores, ingenierías, fabricantes de materias primas, módulos y componentes, distribuidores y consultores. Fomentamos el desarrollo del sector a nivel nacional e internacional mediante la representación de intereses y la defensa de un marco regulatorio y jurídico estable.

UNEF ostenta además la presidencia y co-secretaría de FOTOPLAT, la plataforma fotovoltaica tecnológica española. La plataforma agrupa a las universidades, centros de investigación y empresas referentes del I+D fotovoltaico en España.

El autoconsumo se ha convertido en uno de los pilares fundamentales para la transición energética. Desde la publicación del RDL 15/18 y posteriormente del RD 244/2019, está teniendo lugar un crecimiento exponencial del autoconsumo.

Sin embargo, sigue habiendo barreras que ralentizan el desarrollo de las instalaciones de autoconsumo, relacionadas con trámites administrativos muy largos y desiguales en función de la CCAA y del ayuntamiento, la aplicación e interpretación de la Ley de Propiedad Horizontal para el desarrollo del autoconsumo colectivo y la calidad de las instalaciones de autoconsumo.

Para un crecimiento ordenador del sector y para convertir el autoconsumo en una de las herramientas fundamentales de la transición energética, es imprescindible asegurar la calidad de las instalaciones, a través de la formación de los instaladores eléctricos y de auditorías a las empresas instaladoras de autoconsumo.

Por todo ello, y siguiendo el mandato del Grupo de Trabajo para Autoconsumo, UNEF ha elaborado un sistema de certificación propio para las empresas de instalación de sistemas fotovoltaicos para autoconsumo que se define en este documento.

2. Campo y objeto de aplicación

Este documento describe el sistema de certificación para el sello de calidad UNEF para las empresas instaladoras de sistemas fotovoltaicos para el autoconsumo en centros industriales, comerciales y residenciales.

El documento describe las obligaciones y la gestión que debe realizar UNEF como dueño del sistema de certificación, los requisitos a las certificadoras reconocidas, el procedimiento de certificación que deben seguir las empresas instaladoras para obtener el correspondiente certificado, así como las condiciones de uso del sello.

El documento puede ser utilizado por las certificadoras como reglamento para la certificación.

3. Definiciones

- **Certificadora Reconocida:** Entidad de certificación que ha firmado un acuerdo de colaboración con UNEF y que por lo tanto ha obtenido el derecho de colaborar en este sistema de certificación.
- **Empresa instaladora:** Empresa cuya actividad es la instalación de sistemas fotovoltaicos para autoconsumo en el ámbito residencial, comercial o industrial. Es la empresa que solicita el certificado y se somete al procedimiento de certificación para obtener finalmente un certificado, emitido por la certificadora reconocida. Es la empresa que usará el logotipo del sello de calidad mientras el certificado esté vigente
- **Instalador capacitado:** Profesional que colabora o trabaja de manera indefinida con una empresa instaladora y que ha realizado la formación, aprobado el examen, y recibido el correspondiente diploma por UNEF.
- **No conformidad:** Un incumplimiento con las reglas de certificación descritas en este documento que se ha detectado durante una auditoria a la empresa. Las conclusiones del informe de visita incluyen las no conformidades detectadas. La empresa instaladora tiene que responder a todas las no conformidades detectadas.

4. Sello Calidad UNEF

4.1. Significado

El sello calidad UNEF es una marca de certificación de tercera parte que demuestra conformidad con las Especificación Técnica definida en el [Anexo A](#).

4.2. Propiedad

El sello de calidad UNEF es propiedad de UNEF.

4.3. Protección

El sello de calidad UNEF está registrado y protegido legalmente con derecho de protección intelectual.

El uso del sello de calidad UNEF está sujeto a las reglas indicadas en este documento. En particular, solo podrán hacer uso del logotipo las empresas instaladoras que tengan el certificado en vigor.

4.4. Diseño

La representación gráfica del logotipo se encuentra en el [Anexo F](#).

Las condiciones de uso del sello para la empresa instaladora se definen en el apartado [5.6](#).

4.5. Responsabilidad UNEF

Como dueña del sistema de certificación y del sello de calidad, las obligaciones de UNEF son:

- Gestionar anualmente las reuniones del Comité del sello de calidad UNEF
- Mantener las reglas de certificación actualizadas con los cambios acordados
- Realizar gestión financiera
- Proteger el sello contra el mal uso
- Promocionar el sello
- Mantener actualizado el contenido de los cursos y de examen del instalador
- Gestionar los cursos y exámenes de los instaladores
- Mantener actualizado un listado de instaladores capacitados
- Mantener actualizado un listado de empresas instaladoras certificadas
- Mantener un listado de inspectores calificados
- Mantener una reunión anual de inspectores y apoyar en su formación continua

4.6. Comité de Certificación UNEF

UNEF gestionará la reunión anual del Comité de Certificación UNEF(en adelante el Comité). El objetivo del Comité es apoyar a UNEF en su mandato de velar por el buen funcionamiento del sistema de certificación y entre otras actividades propondrá cambios a las reglas de certificación. El Comité estará formado por una composición equilibrada representando las partes interesadas en el sello de calidad: usuarios, administración, instaladoras, certificadoras.

Las reglas de funcionamiento del Comité se encuentran en el [Anexo D](#).

4.7. Gestión Reclamaciones

UNEF será responsable, como dueña del Sello, de gestionar las reclamaciones relacionadas con el sello. UNEF no será responsable de una actuación indebida de una empresa instaladora certificada.

Estas reclamaciones comprenden:

- Una reclamación de una empresa instaladora contra una certificadora
- Una reclamación contra una empresa instaladora por el uso indebido del sello
- Una reclamación contra un empresa instaladora certificada por incumplir los requisitos de las especificaciones técnicas en una instalación

Cualquier entidad o persona individual puede enviar una reclamación a UNEF.

4.8. Gestión Económica y Tarifas

Las certificadoras reconocidas facturarán anualmente los conceptos de:

- Empresa certificada
- Auditoria en empresa
- Auditoria en instalación
- Gestión Sello UNEF

La certificadora reconocida coleccionará la cantidad del concepto Gestión Sello UNEF al principio de cada proceso de certificación y cada año en enero y remitirá a UNEF. Esta cantidad se gestionará por UNEF de manera transparente mediante el Comité del sello de calidad UNEF y se usará para la gestión del sello y potenciales actividades de promoción y defensa del Sello.

Las tarifas se actualizarán todos los años y aparecen descritas en el [Anexo E](#).

4.9. Certificadoras Reconocidas

Las entidades de certificación que deseen colaborar en el sistema de certificación deberán cumplir con los requisitos establecidos en estas Reglas. Antes de comenzar dicha colaboración, la entidad de certificación deberá:

- Demostrar capacidad técnica para realizar el trabajo de certificación
- Firmar un acuerdo de colaboración con UNEF
- Compartir un listado de auditores calificados para las visitas a empresa y para las visitas a instalaciones

Una vez firmado el acuerdo de colaboración descrito en el [Anexo G](#), la entidad de certificación aparecerá en el listado UNEF como una "Certificadora Reconocida" y tendrá las siguientes obligaciones y derechos:

- Realizará las labores propias de una entidad de certificación, gestionando clientes desde la solicitud de la certificación, vistas iniciales, concesión de certificado y trabajos de mantenimiento anuales.
- Podrá retirar certificados o sancionar con suspensión temporal por incumplimiento de las reglas de certificación
- Mantendrá actualizado el listado de auditores calificados para las visitas e instalaciones
- Asistirá a la reunión anual del Comité de Certificación del Sello
- Sus inspectores calificados recibirán apoyo formativo por parte de UNEF y participarán en una reunión anual de inspectores
- En caso de reclamaciones, seguirán lo indicado en el procedimiento de estas Reglas y si es necesario facilitarán información técnica a un grupo de trabajo específico para reclamaciones

UNEF podrá anular un acuerdo de colaboración de manera unilateral por incumplimiento reiterado, siempre y cuando haya realizado al menos dos avisos previos a la entidad de certificación.

4.10. Auditores Calificados

Cada certificadora reconocida deberá compartir y mantener actualizado un listado de auditores calificados a UNEF. Este listado vendrá acompañado de un breve CV de cada auditor, indicando también de manera breve la forma en la que se califica internamente por la certificadora calificada.

UNEF mantendrá un listado público de auditores calificados y velará por la formación continuada de los auditores. UNEF gestionará una reunión anual de auditores para compartir experiencias y problemáticas surgidas durante las visitas con la intención de mantener un sistema de mejora continua del sistema de certificación.

5. Procedimiento de Certificación para la concesión del certificado

5.1. Solicitud de empresa instaladora a la certificadora

La empresa instaladora que desee obtener un certificado deberá comenzar el proceso mediante el envío de una solicitud utilizando el [Anexo H](#) y el [Anexo I](#) a la certificadora reconocida de su elección.

En el momento de enviar dicha solicitud, la empresa instaladora se compromete a conocer las reglas de certificación y cumplir con todos los requisitos para obtener el certificado.

Una vez recibida la solicitud, la certificadora reconocida deberá acusar recibo a la empresa instaladora en un plazo de dos días hábiles. La empresa certificadora deberá analizar la documentación. Si la documentación es conforme, la certificadora reconocida deberá comunicarle a la empresa instaladora que se da comienzo al proceso de certificación y deberá enviar a UNEF copia de la solicitud, todo ello en un plazo de cinco días hábiles. La empresa instaladora deberá entonces hacer pago del 50% de los costes de la certificación, que serán facturadas por la Certificadora reconocida. La certificadora reconocida realizará el pago de la "tarifa UNEF" a UNEF.

En caso de que la documentación no esté correctamente cumplimentada, la certificadora reconocida deberá comunicárselo a la empresa instaladora y se deberá repetir el proceso. En caso de que la información no se envíe correctamente cumplimentada, la certificadora reconocida le comunicará a la empresa instaladora que no puede comenzar el proceso de certificación, comunicándole este hecho también a UNEF.

5.2. Formación y examen para la capacitación de instaladores

Una vez recibida la solicitud en UNEF se contactará con la empresa instaladora para organizar la sesión de formación y el examen de sus instaladores. Ambas acciones se realizarán telemáticamente. Los cursos se podrán visionar a lo largo de un día. El material de las transparencias se podrá descargar por la empresa instaladora. El examen se podrá realizar en un periodo de una semana desde que se ha visionado el curso. Para la realización del examen, será necesario tener una cámara que permita la visualización de los instaladores de cuerpo completo, para que se pueda comprobar que se realiza el examen sin apoyo externo.

En caso de suspender un examen, un instalador podrá repetirlo una vez más, siempre y cuando visiones el curso de nuevo. En caso de suspender el examen dos veces, será necesario implementar una acción de formación extraordinaria por parte de la empresa instaladora. Esta formación extraordinaria deberá ser comunicada por escrito a UNEF y mantenerse en los archivos de la empresa para la auditoria inicial.

Una vez aprobado el examen por parte de un instalador, y una vez comprobado el pago de las dos tarifas iniciales, desde UNEF se concederá un diploma de “Instalador Capacitado” a nombre del instalador y relacionando con la empresa instaladora.

En caso de que se trate de un instalador autónomo que colabore con más de una empresa de instalación, deberá obtener un diploma con la primera empresa instaladora que le incluya en su solicitud mediante el curso y el examen. En caso de trabajar con más de una empresa instaladora que deba incorporarle en sus archivos, con cada solicitud se le entregará un nuevo diploma, haciendo referencia a la nueva empresa instaladora.

Los diplomas tienen una caducidad de tres años, momento en el que será necesario tomar un nuevo curso de refresco, con el correspondiente examen.

5.3. Auditoria a la empresa instaladora

Una vez que todos los instaladores listados en la solicitud de una empresa instaladora han obtenido el diploma de instalador capacitado, se podrá realizar la primera visita de auditoria a la empresa.

En esta visita el auditor verificará el cumplimiento de los requisitos indicados en la Especificación Técnica del [Anexo A](#). Se verificará también que no se está haciendo uso indebido del sello de calidad UNEF. La duración de la visita dependerá del tamaño de la empresa y se realizará en media jornada (4h) o en una jornada completa (8), siendo la entidad certificadora quien tome la decisión de la duración basada en su experiencia, si bien se utilizará esta tabla como guía:

kW instalados año anterior	Hasta 500 kW	500 a 1000 kW	>1000 kW
Tiempo dedicación Auditoria en empresa	media jornada		jornada completa

En cualquier caso, la duración quedará fijada antes de la visita.

Durante la visita, el auditor utilizará el Informe de visita para auditoria en la empresa del [Anexo B](#). El informe de visita se firmará por ambas partes, siendo posible terminar de redactarlo y firmarlo digitalmente en un periodo máximo de una semana tras la visita, siempre y cuando las no conformidades detectadas hayan sido explicadas y entendidas por parte de la empresa instaladora. La empresa instaladora puede indicar que no está de acuerdo con una no conformidad, pero debe siempre firmar el informe.

Una vez recibido el informe, en caso de haberse detectado no conformidades en el mismo, la empresa instaladora deberá enviar, en un plazo no superior a 30 días naturales, un Plan de acciones correctoras, que incluya para cada no conformidad, la siguiente información:

- **Copia de la no conformidad detectada**
- En caso de no estar de acuerdo con la no conformidad, una alegación indicando el motivo. En caso contrario, la información descrita a continuación.
- **Causa de la no conformidad:** Indicar el motivo que ha generado la no conformidad, es decir el motivo que ha causado el incumplimiento de una regla de este documento.
- **Acción inmediata:** Indicar cual es la acción que se realiza para arreglar el problema causado de forma inmediata.
- **Acción correctora:** En base a la causa de la no conformidad, indicar que se va a hacer para solucionar la causa y evitar que la no conformidad se repita en el futuro. La acción correctora siempre corrige la causa de la no conformidad.
- **Plan de acción:** Indicar el plan que se va a seguir para cerrar la no conformidad. El plan puede tener una serie de acciones realizadas en un periodo de tiempo, y deber incluir una fecha de cierre de la no conformidad.

La certificadora reconocida analizará este plan de acciones correctoras y responderá a la empresa si lo considera adecuado. Esta respuesta incluye la posibilidad de alegaciones a alguna no conformidad detectada. En caso de que la certificadora reconocida considere que las actuaciones son insuficientes, podrá solicitar una de las dos opciones:

- una ampliación del plan de acciones correctoras a la empresa instaladora, que deberá responder en un plazo no superior a 30 días hábiles, ó
- una visita extraordinaria, para verificar in situ el cierre de las no conformidades

Una vez resueltas las no conformidades detectadas durante la visita de auditoria a la empresa, se podrá proceder con la concesión del certificado según el siguiente apartado.

5.4. Comunicación de decisión de la certificadora a la empresa instaladora

Una vez realizadas todas las auditorias y evaluados lo planes de acciones correctoras, la certificadora reconocida comunicará su decisión sobre la concesión del certificado.

En caso de concesión, una vez emitido y recibido el certificado por la empresa instaladora, esta podrá empezar a hacer uso del logotipo según las reglas indicadas en el [apartado 5.6](#).

En caso de no concesión, la certificadora reconocida explicará los motivos a la empresa instaladora. La empresa instaladora podrá reiniciar el proceso, una vez que haya solucionado las no conformidades que hayan dado lugar a la no concesión.

5.5. Reglas para el uso del sello de calidad UNEF

La empresa instaladora podrá reproducir el logotipo en las siguientes condiciones:

- Cualquier publicidad que esté relacionada estrictamente con la instalación de sistemas fotovoltaicos para autoconsumo

- Cualquier documentación de la empresa que esté relacionada estrictamente con la instalación de sistemas fotovoltaicos para autoconsumo
- En la página web o redes sociales de la empresa instaladora, indicando claramente que es un sello de calidad exclusivamente para la instalación de sistemas fotovoltaicos para autoconsumo
- En cualquier publicidad de la empresa que se de carácter general, el logotipo se podrá utilizar, siempre y cuando vaya acompañado de la frase “Sello de calidad para la instalación de sistemas fotovoltaicos para autoconsumo”

El diseño del logotipo que se debe reproducir está definido en el [Anexo F](#).

6. Procedimiento de Certificación para el mantenimiento del certificado

Una vez concedido el certificado, la empresa instaladora recibirá todos los años una auditoria para mantener el certificado. El primer año de seguimiento se realizará una auditoría en una instalación. Al año siguiente se realizará la auditoria en la empresa. Se irán así alternando sucesivamente cada año las auditorias, un año en instalación y al año siguiente en empresa.

6.1. Auditoria en una instalación instaladora

Comenzando en el primer año de seguimiento, y posteriormente en años alternos, un auditor realizará la visita a una o más instalaciones, pudiendo hacerse en el proceso de ejecución o una vez terminada. La certificadora reconocida escogerá la instalación o instalaciones a visitar, partiendo de la información ofrecida por la empresa.

El número e instalaciones a auditar dependerá de la siguiente tabla, y estará basado en la información del trabajo realizado el año anterior.

kW instalados	Hasta 500 kW	500 a 1000 kW	>1000 kW
Número de Auditorias en instalaciones	1		2

Realizando una vista durante la instalación, el auditor comprobará los requisitos establecidos en el [Anexo A Especificaciones técnicas](#) emitirá un informe siguiendo el [Anexo C](#). El inspector habrá recibido toda la documentación referente a la instalación previamente (Tramitaciones, Planos, esquemas, memoria o proyecto técnico). Durante la visita se comprobará que:

- Se está instalando siguiendo la documentación.
- La instalación cumple con el plan de seguridad y uso adecuado de EPIS
- La instalación es segura y cumple con reglamentos electrotécnico de aplicación, sea de baja tensión (REBT) o alta tensión (REAT)

Se repetirá el proceso descrito en el [apartado 5.3](#) referente a la actuación de la empresa instaladora para la contestación de las no conformidades detectadas, así como por parte de la certificadora reconocida.

Una vez evaluados los planes de acciones correctoras por parte de la certificadora reconocida, se procederá con lo indicado en el [apartado 6.3](#).

6.2. Auditoria en la empresa

En el segundo año de seguimiento, y posteriormente en cada año alterno, se realizará una auditoria en la empresa, siguiendo el proceso definido en el [apartado 5.4](#). El auditor verificará el correcto uso del sello de calidad UNEF.

Una vez evaluados los planes de acciones correctoras por parte de la certificadora reconocida, se procederá con lo indicado en el [apartado 6.3](#).

6.3. Comunicación de decisión a la empresa instaladora

Una vez evaluados los planes de acciones correctoras, la certificadora reconocida comunicará la decisión de mantener el certificado por un año más.

En caso de que el plan de acciones correctoras siga siendo no conforme (y esto incluye también tras haberse realizado una visita extraordinaria), la certificadora reconocida indicará claramente los motivos de una de las siguientes decisiones:

- **Suspensión temporal:** Durante un periodo indefinido la empresa instaladora, no podrá hacer uso del logotipo del sello de calidad UNEF. Se levantará la suspensión temporal una vez que la empresa instaladora haya enviado un nuevo plan de acciones y cerrado las no conformidades pendientes, o se hayan realizado visitas extraordinarias para cerrarlas in situ. La empresa instaladora tiene que pagar las tarifas anuales mientras dura la situación de suspensión temporal del certificado.
- **Retirada del certificado:** El certificado se anula y la empresa ya no puede usar el logotipo del sello de calidad. Para recuperar el certificado, la empresa instaladora tiene que reiniciar el proceso de certificación.



**Escuela Superior
de Ingeniería y Tecnología**
Universidad de La Laguna

Grado en Ingeniería Mecánica

Trabajo Fin de Grado

Anexo VII: Subvención del Gobierno de Canarias

Instalación fotovoltaica en La Gomera para carga de vehículos eléctricos

Autor: Airam Jesús Conrado Cabello

Profesor: Juan Fernando Figueras Torres

Julio 2021

Índice Anexo VII: Subvención del Gobierno de Canarias

1. Objeto	86
A quién está dirigido.....	86
Inicio del trámite	86
Beneficiarios	86
Grado de administración electrónica.....	86
Se publica en la Ventanilla de la Única Europea	86
Requisitos Previos	86
Cuantía	86
Criterios de valoración y baremación	87
Forma de abono.....	87
2. Medios de presentación.....	87
Plazo de presentación.....	87

1. Objeto

Subvenciones para el ejercicio 2021 destinadas a instalaciones de autoconsumo de energías renovables en el sector residencial realizadas en el ámbito de la comunidad Autónoma de Canarias

A quién está dirigido

Mayores y comunidades de propietarios

Inicio del trámite

Interesado

Beneficiarios

Podrán ser beneficiarias las personas físicas titulares de las viviendas, entendiéndose como tales los que ostenten los derechos necesarios para realizar la actividad objeto de subvención, las comunidades de propietarios y la agrupación de propietarios de viviendas para el autoconsumo colectivo, en los términos y condiciones establecidos en las presentes bases.

No podrán ser beneficiarios otras agrupaciones de personas físicas o jurídicas, públicas o privadas, las comunidades de bienes o cualquier tipo de unidad económica o patrimonio separado, salvo la agrupación de propietarios de viviendas para el autoconsumo colectivo, en las condiciones establecidas en la base 5.2

Grado de administración electrónica

Nivel 4: tramitación electrónica completa

Se publica en la Ventanilla de la Única Europea

No

Requisitos Previos

No se exigen

Cuantía

1. La cuantía de la subvención será:

- a) Solar térmica: 700 euros para instalaciones individuales con circulación natural y 400 euros por metro cuadrado útil para instalaciones con circulación forzada, hasta 700 por vivienda alimentada.
- b) Solar fotovoltaica aislada. A 4 euros por vatio de potencia nominal, hasta un máximo de 10.000 euros por vivienda.
- c) Solar fotovoltaica de autoconsumo conectada a red, a 0,75 euros por vatio de potencia nominal, hasta un máximo de 2.250 euros por vivienda. En caso de instalación de baterías, se aumentará la subvención a 1,5 euros por vatio de potencia nominal, hasta un máximo de 4.500 euros. En autoconsumo colectivo se asignarán estos límites por cada vivienda, según la

- inversión efectivamente realizada por la persona beneficiaria en la instalación generadora, respecto la potencia total instalada.
2. En todos los tipos de inversión anteriores, a), b) y c), las actuaciones realizadas en viviendas de carácter social tendrán un incremento de la ayuda de un 30%, salvo las instalaciones aisladas.

Criterios de valoración y baremación

La prelación de las solicitudes presentadas y que cumplan con los requisitos que se establecen en las presentes bases se realizará en función de su fecha y presentación y hasta agotar el crédito disponible en la convocatoria correspondiente.

Forma de abono

Abono anticipado o en firme, según el Alta de Terceros declarada

2. Medios de presentación

La solicitud se podrá presentar tanto de manera electrónica como presencial

Plazo de presentación

Fecha inicio: 30/12/2020 09:00

Fecha Fin: 31/12/2021 23:59



**Escuela Superior
de Ingeniería y Tecnología**
Universidad de La Laguna

Grado en Ingeniería Mecánica

Trabajo Fin de Grado

Planos

Instalación fotovoltaica en La Gomera para carga de vehículos eléctricos

Autor: Airam Jesús Conrado Cabello

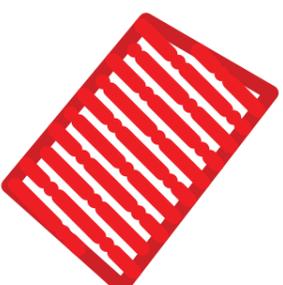
Profesor: Juan Fernando Figueras Torres

Julio 2021

Índice de planos

1. Situación	90
2. Emplazamiento	90
3. Distribución de los paneles	90
4. Distribución línea de cableado	90
5. Esquema unifilar	90

1. Situación
2. Emplazamiento
3. Distribución de los paneles
4. Distribución línea de cableado
5. Esquema unifilar



AZOTEA DE LA VIVIENDA

INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EN LA GOMERA PARA CARGA DE VEHICULOS ELÉCTRICOS

Autor: AIRAM CONRADO

Id. s. normas:

UNE-EN-DIN



Universidad
de La Laguna

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

Grado Ingeniería Mecánica
Universidad de La Laguna

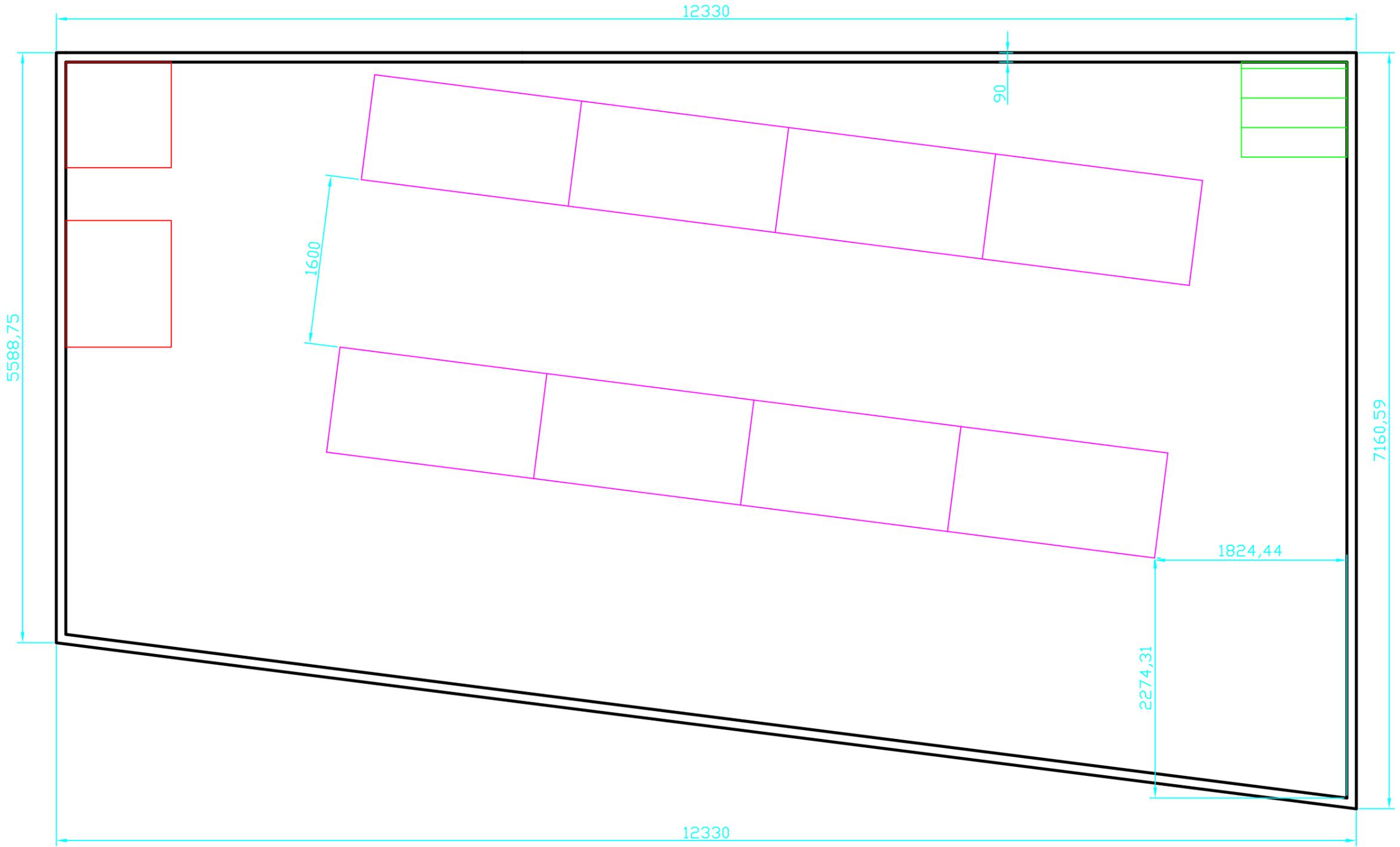
Comprobado: JUNIO 2021

ESCALA:

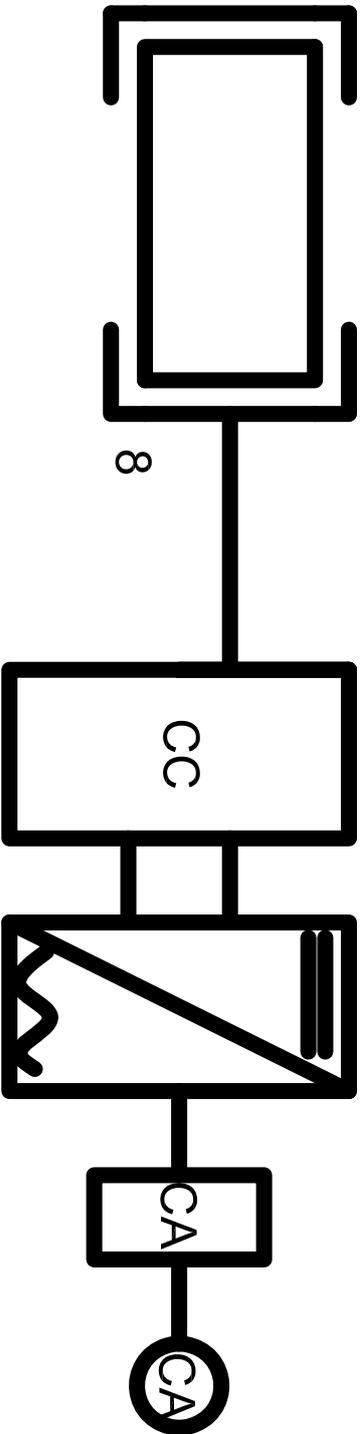
1:207

PLANO DE EMPLAZAMIENTO

Nº PLANO:



INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EN LA GOMERA PARA CARGA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS			
Autor: AIRAM CONRADO	Id. s. normas: UNE-EN-DIN	 Universidad de La Laguna	ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA <i>Grado Ingeniería Mecánica</i> <i>Universidad de La Laguna</i>
Comprobado: JUNIO 2021	ESCALA: 1:40		Nº PLANO:
PLANO DE PLANTA DE LA AZOTEA			



INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EN LA GOMERA PARA CARGA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

Autor: AIRAM CONRADO

Comprobado: JUNIO 2021



Universidad
de La Laguna

Id. s. normas:
UNE-EN-DIN

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

Grado Ingeniería Mecánica
Universidad de La Laguna

ESCALA:

SIN ESCALA

DISTRIBUCIÓN DE PANELES

Nº PLANO:



**Escuela Superior
de Ingeniería y Tecnología**
Universidad de La Laguna

Grado en Ingeniería Mecánica

Trabajo Fin de Grado

Pliego de condiciones

Instalación fotovoltaica en La Gomera para carga de vehículos eléctricos

Autor: Airam Jesús Conrado Cabello

Profesor: Juan Fernando Figueras Torres

Julio 2021

Índice de pliego de condiciones

1. Objeto.....	93
2. Documentos del proyecto.....	93
3. Normativa.....	93

1. Objeto

El presente pliego afectará a la ejecución de todas las obras que comprende el Proyecto al que se hace referencia. Al mismo tiempo, se hace constar las condiciones que se exigen en el presente Pliego serán las mínimas aceptables.

En este caso es de aplicación toda la normativa que afecte a instalaciones fotovoltaicas de autoconsumo conectadas a red.

2. Documentos del proyecto

Los documentos que comprenden el presente proyecto, son: Memoria, Planos, Pliego de condiciones, mediciones y presupuesto, y anexos.

3. Normativa

Serán de aplicación todas las normativas que afecten a instalaciones fotovoltaicas de autoconsumo conectadas a red:

- Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector eléctrico.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.
- Norma UNE-EN 62093 para los componentes de acumulación, conversión y gestión de energía de sistemas fotovoltaicos.
- Norma UNE-EN 61683 para sistemas fotovoltaicos, acondicionadores de potencia, procedimiento para la medida del rendimiento.
- Real Decreto 1699/2011 en el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.

4. Condiciones generales

Integran el contrato los siguientes documentos relacionados por el orden de prelación en cuanto al valor de sus especificaciones en caso de omisión aparente o contradicción:

- Las condiciones fijadas en el propio documento de contrato de empresa o arrendamiento de obra, si existiese.
- El presente Pliego General de Condiciones.
- El resto de documentación del Proyecto (memoria, planos, mediciones y presupuesto).

- Serán de aplicación las normas indicadas en el capítulo correspondiente de la Memoria, y cuantas normas sean de aplicación, de acuerdo con la naturaleza del presente proyecto.

Las órdenes e instrucciones de la Dirección facultativa del proyecto se incorporan a este como interpretación, complemento o precisión de sus determinaciones.

En cada documento, las especificaciones literales prevalecen sobre las gráficas y en los planos, la cota prevalece sobre la medida de la escala.

En lo referente a permisos y licencias, el peticionario deberá obtener todos los permisos y licencias necesarias para la ejecución del proyecto y abonará todas las cargas, tasas e impuestos derivados de la obtención de aquellos permisos.

Concerniente a los plazos, el suministrador garantizará la instalación durante un período mínimo de 5 años, para todos los materiales utilizados en el montaje. Para los módulos fotovoltaicos la garantía será de 25 años y para el inversor será de 7 años.

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

5. Condiciones particulares

5.1 Condiciones legales

Leyes laborales de accidentes de trabajo:

El contratista viene obligado a cumplir rigurosamente todas las legislaciones vigentes, o que puedan dictarse en el curso de los trabajos.

Igualmente, está obligado a tener a todo el personal a sus órdenes debidamente asegurado contra accidentes de trabajo, debiendo así probarlo si a ello fuera invitado por la Dirección Técnica o la Propiedad.

Mano de obra:

El contratista deberá tener siempre en el emplazamiento del proyecto y durante la ejecución de este un número de operarios proporcional a la extensión y clase de los trabajos a juicio de la Dirección Técnica. Estos serán de aptitud reconocida experimentados en su oficio y en todo momento habrá un técnico o encargado apto que vigile e interprete los planos, y haga cumplir las órdenes de la Dirección y cuanto en este Pliego se especifica.

Daños en propiedades vecinas:

Si con motivo de las obras el contratista causara algún desperfecto en las propiedades colindantes, tendrá que repararla por su cuenta. Asimismo, adoptará las medidas que sean necesarias para evitar la caída de materiales o herramientas que puedan ser motivo de accidentes.

Rescisión del contrato:

La rescisión, si se produjera, se regirá por el Reglamento General de Contratación para Aplicación de la Ley de Contratos de Estado, por el Pliego de Cláusulas Administrativas Generales y demás disposiciones vigentes.

Serán causas suficientes de rescisión las siguientes:

- Muerte o incapacitación del contratista.
- Quiebra del contratista.
- Alteraciones del contrato por las causas siguientes:
 - Modificación del proyecto en forma tal que represente alteraciones fundamentales a juicio del Director del proyecto, y siempre que la variación del presupuesto sea de 25% como mínimo de su importe.
 - Variaciones en las unidades de obra en 40%.
 - Suspensión del proyecto comenzado.
 - No dar comienzo la Contrata a los trabajos en el plazo señalado.
 - Incumplimiento de las condiciones del contrato, cuando implique descuido o mala fe con perjuicio de los intereses del proyecto.
 - Abandono del proyecto sin causa justificada.

Formalizaciones del contrato:

La formalización del contrato se verificará por documento privado con el compromiso por ambas partes, Propiedad y Contratista de elevarlo a Documento Público a petición de cualquiera de ellos, como complemento del Contrato los Planos y demás documentos del Proyecto irán firmados por ambos.

5.2 Condiciones facultativas

La junta rectora de la Propiedad designará al Ingeniero Técnico Director del proyecto (representante de la propiedad frente al Contratista) en quien recaerán las siguientes funciones:

- Planificar, a la vista del proyecto, del contrato y de la normativa técnica de aplicación, el control de calidad y económico del proyecto.

- Redactar, cuando se requiera expresamente por el constructor, el estudio de los sistemas adecuados a los riesgos del trabajo en la realización del proyecto y aprobar el Plan de seguridad e higiene para la aplicación de este.
- Efectuar el replanteo del proyecto y preparar el acta correspondiente, suscribiéndola en unión del Constructor.
- Ordenar, dirigir y vigilar la ejecución material con arreglo al proyecto a las normas técnicas y a las reglas de buena construcción.
- Asistir al lugar del emplazamiento del proyecto, cuantas veces lo requiera su naturaleza y complejidad, a fin de resolver las contingencias que se produzcan e impartir las instrucciones complementarias que sean precisas para conseguir la correcta solución.
- Realizar o disponer las pruebas y ensayos de materiales, instalaciones y demás unidades del proyecto según las frecuencias de muestreo programadas en el plan de control, así como efectuar las demás comprobaciones que resulten necesarias para asegurar la calidad constructiva, de acuerdo con el proyecto y la normativa técnica aplicable. De los resultados informará puntualmente al constructor, impartándole en su caso, las órdenes oportunas.
- Realizar las mediciones del proyecto ejecutado, realizar y aprobar las certificaciones parciales, realizar y aprobar la certificación final del proyecto, y asesorar al promotor en el acto de la recepción.
- Suscribir el certificado final del proyecto

Variaciones y planos de detalle:

Este proyecto queda sujeto a cualquier variación que se juzgue conveniente por la Dirección Facultativa, y que no altere esencialmente el proyecto, precios y condiciones del contrato, a su vez se reserva el derecho al dictamen sobre todos aquellos puntos que no quedasen suficientemente aclarados en los documentos del proyecto.

La dirección Facultativa se reserva el derecho de presentar a lo largo de la ejecución del proyecto cuantos planos de detalles sean necesarios y convenientes para realizar el presente proyecto, con la obligatoriedad por parte del contratista de ser respetados.

Responsabilidad de la dirección facultativa en el retraso en la ejecución del proyecto:

El contratista no podrá excusarse de no haber cumplido con los plazos estipulados, alegando como causa la carencia de planos u órdenes de la Dirección.

5.3 Condiciones del contratista

El constructor o contratista habrá de proporcionar toda clase de facilidades al Director del proyecto, o a sus subalternos a fin de que estos puedan desempeñar su trabajo con el máximo de eficacia. Específicamente corresponde al Constructor:

- Organizar los trabajos de construcción, redactando los planes del proyecto que se precisen y proyectando o autorizando las instalaciones provisionales y medios auxiliares del proyecto.
- Elaborar el Plan de Seguridad e Higiene acorde con lo dispuesto en Estudio Básico de Seguridad y Salud contemplado en este proyecto, antes del inicio del proyecto y presentarlo al Coordinador de Seguridad y Salud del proyecto.
- Suscribir con el Director del proyecto el acta de replanteo del proyecto.
- Ostentar la jefatura de todo el personal que intervenga en el proyecto y coordinar las intervenciones de los subcontratistas.
- Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales y elementos constructivos que se utilicen, comprobando los preparados en el proyecto y rechazando, por iniciativa propia o prescripción del Director del proyecto, los suministros o prefabricados que no cuenten con las garantías o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación.
- Custodiar el Libro de órdenes y seguimiento del proyecto, y dar el enterado a las anotaciones que se practiquen en el mismo.
- Facilitar al Director del proyecto con antelación suficiente, los materiales precisos para el cumplimiento de su cometido.
- Preparar las certificaciones parciales del proyecto y la propuesta de liquidación final.
- Suscribir con el promotor las actas de recepción provisional y definitiva.
- Concretar los seguros de accidentes de trabajo y de daños a terceros durante la ejecución del proyecto.
- Estar al día en sus obligaciones tributarias, así como con la Seguridad social en el momento de inicio de ejecución del proyecto.

El contratista tiene responsabilidad de la calidad y buena ejecución del proyecto.

También será el único responsable, no teniendo derecho a indemnización alguna por el mayor precio que pudieran costearle, ni por las erradas maniobras que cometiera durante la construcción, siendo a su cuenta y riesgo independientemente de la inspección que de ellas haya podido haber hecho el Técnico Director del proyecto.

El contratista está obligado a adoptar todas las medidas de seguridad que las disposiciones vigentes preceptúan, para evitar en lo posible accidentes a los obreros o a los viandantes, en todos los lugares peligrosos del emplazamiento.

Así mismo será responsable ante los tribunales de los accidentes que por inexperiencia o descuido sobrevinieran en el curso del proyecto, debiendo atenerse en todo a las normas de prudencia, así como a las disposiciones y Reglamentos de Policía de la materia.

El contratista con carácter general viene obligado a ejecutar esmeradamente todas las partes del proyecto que se le confían, así como a cumplir rigurosamente todas las condiciones estipuladas en este Pliego o en el Contrato, al igual que cuantas ordenes se le den verbalmente o por escrito por el Técnico Director del proyecto.

Verificación de los documentos del proyecto:

Antes de dar comienzo a la ejecución del proyecto e inmediatamente después de recibidos, el Constructor deberá confrontar la documentación relacionada con el proyecto que le haya sido aportada y deberá informar con la mayor brevedad posible al Director del proyecto sobre cualquier discrepancia, contradicción u omisión solicitando las aclaraciones pertinentes.

Plan de seguridad e higiene:

El Constructor, a la vista del Proyecto de ejecución contenido, en su caso el Estudio de Seguridad e Higiene, presentará el Plan de Seguridad e Higiene del proyecto a la aprobación del Director de proyecto de la dirección facultativa.

Oficina en la obra:

El contratista habilitará en el lugar de emplazamiento del proyecto, o en una zona indicada para ello, una oficina en la que existirá una mesa o tablero adecuado, en el que puedan extenderse y consultarse los planos. Dicha oficina deberá de estar siempre a disposición del Director del proyecto de la Dirección Facultativa, convenientemente acondicionada para que en ella se pueda trabajar con normalidad a cualquier hora de la jornada.

En esta oficina se guarda y gestiona la siguiente documentación:

- El Proyecto de Ejecución completo, incluidos los complementos que en su caso redacte el Ingeniero proyectista o Director del proyecto.
- La licencia de obras o del proyecto.

- El Libro de Órdenes y Asistencias.
- El Plan de Seguridad e Higiene.
- El Libro de incidencias.
- El Reglamento y Ordenanza de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- La documentación de los seguros mencionada según el punto 10 relativo a las funciones del Contratista.

Responsabilidad del constructor o contratista en el bajo rendimiento de los obreros:

Si de los partes mensuales del proyecto ejecutado que preceptivamente debe presentar el Constructor al Director del proyecto, este advirtiese que los rendimientos de la mano de obra, en todas o algunas de las unidades de obra ejecutada, fuesen notoriamente inferiores a los rendimientos normales generalmente admitidos para unidades de obra iguales o similares, se lo notificará por escrito al Constructor, con el fin de que este haga las gestiones precisas para aumentar la producción en la cuantía señalada por el Director del proyecto.

Si hecha esta notificación al Constructor, en los meses sucesivos, los rendimientos no llegasen a los normales, el Propietario queda facultado para resarcirse de la diferencia, rebajando su importe de quince por ciento (15%) que por los conceptos antes expresados correspondería abonarle al Constructor en las liquidaciones quincenales que preceptivamente deban efectuársele. En caso de no llegar ambas partes a un acuerdo en cuanto a los rendimientos de la mano de obra, se someterá el caso a arbitraje.

Limpieza de las obras:

Es obligación del contratista mantener limpias las obras y sus alrededores de material sobrante, hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como adoptar las medidas y ejecutar todos los trabajos que sean necesarios para que el proyecto ejecutado ofrezca un buen aspecto.

Representación del contratista:

El constructor viene obligado a comunicar a la propiedad la persona designada como delegado suyo del proyecto, que tendrá carácter de Jefe de la misma, con dedicación plena, y con facultades para representarle y adoptar en todo momento cuantas decisiones competan a la contrata. Serán sus funciones las del Constructor según se especifica el principio

de este apartado. El Delegado del Contratista será un facultativo de grado superior o grado medio, según los casos.

El incumplimiento de esta obligación o, en general, la falta de cualificación suficiente por parte del personal según la naturaleza de los trabajos, facultará al Director del proyecto para ordenar la paralización del proyecto, sin derecho a reclamación alguna, hasta que se subsanase la deficiencia.

Trabajos no estipulados expresamente:

Es obligación de la contrata el ejecutar cuando sea necesario para la buena construcción y aspecto del proyecto, aun cuando no se halle expresamente determinado en los documentos del Proyecto, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta de interpretación, lo disponga el Director del proyecto dentro de los límites de posibilidades que los presupuestos habiliten para cada unidad de obra de tipo y ejecución.

Se entenderá que requiere reformado de proyecto con consentimiento expreso de la propiedad, toda variación que suponga incremento de precios de alguna unidad de obra en más de 20 por 100 o del total del presupuesto en más de un 10 por 100.

Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones de los documentos del proyecto:

Cuando se trate de aclarar, interpretar o modificar preceptos de los Pliegos de condiciones o indicaciones de los planos o croquis, las ordenes e instrucciones correspondientes se comunicarán precisamente por escrito al Constructor, estando este obligado a su vez a devolver los originales o las copias suscribiendo con su firma el enterado, que figurará al pie de todas las órdenes, avisos o instrucciones que reciba del Director del Proyecto.

Cualquier reclamación que en contra de las disposiciones tomadas por estos creo oportuno hacer el Constructor, habrá de dirigirla, dentro del plazo de tres días a quien la hubiere dictado, el cual dará al Constructor el correspondiente recibo, si este lo solicitase.

El Constructor podrá requerir al Director del Proyecto las instrucciones o aclaraciones que se precisen para la correcta interpretación y ejecución de lo proyectado.

Reclamaciones contra las órdenes de la dirección facultativa:

Las reclamaciones que el Contratista quiera hacer contra las órdenes o instrucciones dimanadas de la Dirección Facultativa, sólo podrá presentarlas, a través del Director de proyecto, ante la propiedad, si son de orden económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en los Pliegos de Condiciones correspondientes. Contra disposiciones de orden técnico del Ingeniero Técnico Director del proyecto, no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el contratista salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante exposición razonada dirigida al Director del proyecto, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo, que en todo caso será obligatorio para este tipo de reclamaciones.

Recusación por el contratista del personal nombrado por el director del proyecto:

El constructor no podrá recusar al Director del Proyecto o personal encargado por éstos de la vigilancia de la ejecución del proyecto, ni pedir que por parte de la propiedad se designen otros facultativos para los reconocimientos y mediciones.

Cuando se crea perjudicado por la labor de éstos, procederá de acuerdo con lo estipulado en el asunto "reclamaciones contra las órdenes de la dirección facultativa", pero sin que por esta causa puedan interrumpirse ni perturbarse la marcha de los trabajos.

Faltas de personal:

El director del proyecto, en supuestos de desobediencia a sus instrucciones, manifiesta incompetencia o negligencia grave que comprometan o perturben la marcha de los trabajos, podrá requerir al Contratista que aparte del proyecto a los dependientes u operarios causantes de la perturbación.

El contratista podrá subcontratar capítulos o unidades de obra a otros contratistas e industriales, con sujeción en su caso a lo estipulado en el Pliego de Condiciones particulares, y sin perjuicio de sus obligaciones como Contratista general del proyecto.

5.4 Condiciones económicas

La garantía, cuyo ámbito de aplicación se muestra a continuación, incluye tanto la reparación o reposición de los componentes y las piezas que pudieran resultar defectuosas, como la mano de obra.

El ámbito general de la garantía es el siguiente, constando de dos puntos principales:

- Sin perjuicio de una posible reclamación a terceros, la instalación será preparada de acuerdo con estas condiciones generales si ha sufrido una avería a causa de un defecto de montaje o de cualquiera de los componentes, siempre que haya sido manipulada correctamente de acuerdo con lo establecido en el manual de instrucciones.
- La garantía se concede a favor del comprador de la instalación, lo que deberá justificarse debidamente mediante el correspondiente certificado de garantía, con la fecha que se acredite en la entrega de la instalación.
- 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.

6. Condiciones técnicas.

6.1 Sistemas fotovoltaicos.

Módulos fotovoltaicos:

Todos los módulos deberán satisfacer las especificaciones UNE-EN 61215 para módulos de silicio cristalino, o UNE-EN 61646 para módulos fotovoltaicos de capa delgada, así como estar cualificados por algún laboratorio reconocido, lo que se acreditará mediante la presentación del certificado oficial correspondiente.

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

Se utilizarán módulos que se ajusten a las características técnicas descritas a continuación.

En caso de variaciones respecto de esas características, estas deberán ser aprobadas por la dirección facultativa. Los módulos deberán llevar los diodos de derivación para evitar las posibles averías de las células y sus circuitos por sombreados parciales y tendrán un grado de protección IP54.

Para que un módulo resulte aceptable su potencia máxima y corriente de cortocircuito reales referidas a condiciones estándar deberán estar comprendidas en el margen del $\pm 5\%$ de los correspondientes valores nominales de catálogo. Será rechazado cualquier módulo que presente defectos de fabricación como roturas o manchas en cualquiera de sus elementos, así como falta de alineación en las células o burbujas en el encapsulante.

Se valorará positivamente una alta eficiencia de las células. La estructura del generador se conectará a tierra.

Por motivos de seguridad y para facilitar el mantenimiento y reparación del generador, el inversor contará con los elementos necesarios (fusibles, interruptores, etc.) para la desconexión, de forma independiente y en ambos terminales, de cada una de las ramas del resto del generador.

Inversor:

El inversor que se instalará en este proyecto es el Fronius Primo 3kW monofásico. La ficha técnica correspondiente se podrá encontrar en el anexo correspondiente a fichas técnicas de los equipos.

El inversor utilizado deberá ser capaz de extraer en todo momento la máxima potencia por modo de un seguidor de máxima potencia.

El inversor utilizado deberá satisfacer la norma UNE-EN 62093 para los componentes de acumulación, conversión y gestión de energía de sistemas fotovoltaicos. Cualificación del diseño y ensayos ambientales. Además, también deberá satisfacer la norma UNE-EN 61683 para sistemas fotovoltaicos, acondicionadores de potencia, procedimiento para la medida del rendimiento.

El inversor cumplirá con las directivas comunitarias de seguridad eléctrica y compatibilidad electromagnética, incorporando protecciones:

- Cortocircuitos en alterna.
- Tensión de red fuera de rango.
- Sobretensiones, mediante varistores o similares.
- Perturbaciones presentes en la red.

El inversor tendrá el control manual de encendido y apagado y conexión al interfaz CA.

El rendimiento de potencia del inversor (cociente entre la potencia activa de salida y la potencia activa de entrada), para una potencia de salida en corriente alterna igual al 50% y al 100% de la potencia nominal, será como mínimo del 92% y del 94% respectivamente. El cálculo del rendimiento se realizará de acuerdo con la norma UNE-EN 6168: sistemas fotovoltaicos. Acondicionadores de potencia. El autoconsumo de los equipos (pérdidas en “vacío”) en “stand-by” o modo nocturno deberá ser inferior al 2% de su potencia nominal de salida.

El factor de potencia de la potencia generada deberá ser superior a 0,95, entre el 25% y el 100% de la potencia nominal.

Los inversores tendrán un grado de protección mínima de IP 65 para inversores instalados a la intemperie. En cualquier caso, se cumplirá la legislación vigente.

Los inversores estarán garantizados para operación entre 0°C y 40°C de temperatura y entre 0% y 85% de humedad relativa. Los inversores para instalaciones fotovoltaicas estarán garantizados por el fabricante durante un período mínimo de 3 años.

Cableado:

En toda la instalación se usará el conductor PV ZZ-F.

Basado en la norma UNE-EN 60228. Para más información consultar ficha técnica.

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

Los conductores serán de cobre y tendrán la sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos. Concretamente, para cualquier condición de trabajo, los conductores de la parte CC deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior del 1,5% y los de la parte de CA para que la caída de tensión sea inferior del 2%.

Se incluirá toda la longitud de cable de CC y CA. Deberá tener la longitud necesaria para no generar esfuerzos en los diversos elementos ni posibilidad de enganche por el tránsito normal de personas.

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

Armarios de protección:

El armario de inversor y protecciones presente en la instalación deberá contar con un grado de protección IP65.

Protecciones:

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1699/2011 en el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.

Puesta a tierra:

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1699/2011 en el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.

7. Normas generales de montaje

Las instalaciones se realizarán siguiendo las prácticas normales para obtener un buen funcionamiento, por lo que se respetarán las especificaciones e instrucciones de las empresas suministradoras.

El montaje de la instalación se realizará ajustándose a las indicaciones y planos del proyecto.

Cuando en el proyecto sea necesario hacer modificaciones en estos planos o condiciones previstas o sustituir por otros los aparatos aprobados, se solicitará permiso a la Dirección facultativa.

En todos los equipos se dispondrán las protecciones pertinentes para evitar accidentes. En aquellas partes móviles de las máquinas y motores se dispondrán envolventes o rejillas metálicas de protección.

Durante el proceso de instalación se protegerán debidamente todos los aparatos, colocándose tapones o cubiertas en las tuberías que vayan a quedar abiertas durante algún tiempo.

Una vez finalizado el montaje se procederá a la limpieza total de los tubos tanto exterior como interiormente.

8. Recepción y pruebas.

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

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

Las pruebas a realizar por el instalador, con independencia de lo indicado con anterioridad en este Pliego de Condiciones Técnicas, serán, como mínimo, las siguientes:

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

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

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

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

Todos los elementos suministrados, así como la instalación en su conjunto, estarán protegidos frente a defectos de fabricación, instalación o diseño por una garantía de tres años, salvo los módulos fotovoltaicos, para los que la

garantía mínima será de 10 años contados a partir de la fecha de la firma del acta de recepción provisional.

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



**Escuela Superior
de Ingeniería y Tecnología**
Universidad de La Laguna

Grado en Ingeniería Mecánica

Trabajo Fin de Grado

Mediciones y presupuesto

Instalación fotovoltaica en La Gomera para carga de vehículos eléctricos

Autor: Airam Jesús Conrado Cabello

Profesor: Juan Fernando Figueras Torres

Julio 2021

A continuación mostramos el presupuesto previsto para la instalación que hemos diseñado. Como se observa a simple vista la instalación de baterías en el sistema encarecería demasiado el coste por lo que no se conseguiría su amortización, y debemos recordar que el fin de esta instalación es el ahorro en la factura de la luz, no tiene sentido diseñar una instalación que nos suponga un desembolso que no amortizaremos.

Para el cálculo del presupuesto nos hemos ayudado de Autosolar, una distribuidora de material para instalaciones de autoconsumo, que se ha hecho un nombre dentro del sector a nivel nacional, con unos precios muy competitivos dentro del mercado.

Descripción	Cantidad	Precio	Importe	Total	
Cable rojo conductor de 4 mm ²	15	1,8	27		
Cable negro conductor de 4 mm ²	15	1,8	27		
Porta Fusibles individual	1	6,57	6,57		
Fusible 16 A 500 V	1	8,65	8,65		
Caja General de protección	2	6,66	13,32		
Limitador sobretensiones	1	70,4	70,4		
Interruptor magnetotérmico 32 A	1	35,09	35,09		
Diferencial	1	182,43	182,43		
Contador bidireccional	1	121,63	121,63		
Inversor Fronius 3 kW	1	2838,03	2838,03		
Módulos fotovoltaicos 400 W	8	144,95	1159,6		
Cargador Wallbox	1	839	839		
Estructura módulos fotovoltaicos	4	203,26	813,04		
					6141,76 €

descripción	subtotal	total
13% Gastos generales	798,4288	
6% Beneficio industrial	368,5056	
		7308,6944 €

7% de IGIC	511,608608	€
------------	------------	---

Total del presupuesto general	7820,30301	€
-------------------------------	------------	---