

Universidad de La Laguna

Escuela superior de Ingeniería y Tecnología (ESIT)

Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática



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

Trabajo de final de grado

Proyecto fotovoltaico para una nave en Güimar

Autor: Cristo Mourani Mansour

Tutor: Benjamín González Díaz

HOJA DE IDENTIFICACIÓN

TÍTULO DEL PROYECTO:

Proyecto de fotovoltaica nave industrial en Güímar.

EMPLAZAMIENTO:

Camino de los Llanos 7, 38500 Güímar, Santa Cruz de Tenerife.

Término Municipal: Güímar

Provincia: Santa Cruz de Tenerife.

PROYECTISTA:

Nombre del autor: Cristo Mourani Mansour

DNI: 54062380-Y

Correo electrónico: alu0100968620@ull.edu.es

RESPONSABLE DE LA TUTORÍA DEL PROYECTO:

Nombre: Benjamín González Díaz

Localización: Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología - AN.4A ESIT

Despacho: Segunda planta, despacho P2.085

Teléfono: 922 316 502 ext: 6252

Correo electrónico: bgdiaz@ull.edu.es

PROMOTOR:

Escuela Superior de Ingeniería y Tecnologías de la Universidad de La Laguna.

ÍNDICE GENERAL

ABSTRACT	8
1- <u>MEMORIA</u>	
1.1 Objeto del proyecto.....	12
1.2 Alcance	12
1.3 Antecedentes del proyecto	13
1.4 Normas y referencias	14-15
1.4.1 Disposiciones legales y normas aplicadas	15
1.4.2 Software utilizado.....	15
1.4.3 Recursos online y bibliografía	16
1.5 Definiciones y abreviaturas.....	16
1.6 Requisitos del diseño	17-18
1.6.1 Autor del proyecto.....	19
1.6.2 Peticionario.....	19
1.6.3 Situación y emplazamiento	20-21
1.7 Análisis de soluciones	22-23
1.8 Resultados finales	24
1.8.1 Ubicación de los módulos fotovoltaicos	25
1.8.2 Módulos fotovoltaicos	26-27
1.8.3 Inversor	28-29
1.8.4 Estructuras de soporte para paneles	30
1.8.5 Cableado	31
1.8.5.1 Parte continua.....	31
1.8.5.2 Parte alterna	32
1.8.6 Protecciones.....	33
1.8.6.1 CA	33
1.8.6.1.1 Magnetotérmico	33
1.8.6.1.2 Diferencial.....	33
1.8.6.2 CC.....	34
1.8.6.2.1 Fusibles	34
1.8.7 Contador.....	34
1.9 Puesta a tierra	34
1.10 Presupuesto	35
1.11 Orden de prioridad entre los documentos	35
1.12 Conclusion	35

2- ANEXOS

ANEXO I [Cálculos instalación solar fotovoltaica](#)

2.1.1 Orientación	39
2.1.2 Inclinación	40
2.1.3 Cálculo de la distancia mínima entre filas de paneles solares	40
2.1.4 Cálculo de pérdidas.....	40
2.1.4.1 Pérdidas de potencia en la sección	41
2.1.4.1.1 CC	41
2.1.4.1.2 Pérdidas de potencia en CA.....	42
2.1.4.2 Pérdidas por orientación e inclinación.....	43-45
2.1.4.3 Perdida por temperatura.....	46-47
2.1.4.4 Perdida por la suciedad en los paneles.....	47
2.1.5 Performance Ratio (PR).....	47-48
2.1.6 Radiación solar a lo largo de 1 año.....	49
2.1.7 Estimación de energía.....	50

ANEXO II [Cálculos eléctricos y compatibilidad](#)

2.2.1 Cálculos eléctricos	53
2.2.1.1 Calculo de intensidad por string.....	53
2.2.1.2 Cálculo de las secciones de los cables.....	54
2.2.1.2.1 Cableado de CC	55
2.2.1.2.2 Cableado de CA	56
2.2.2 Cálculo de temperatura de los conductores	57
2.2.3 Compatibilidad inversor - Módulo.....	58
2.2.3.1 Compatibilidad por tensión.....	58
2.2.3.2 Compatibilidad por intensidad.....	58

ANEXO III [Cálculos protecciones](#)

2.3.1 Canalizaciones	61-62
2.3.2 Protecciones.....	62
2.3.2.1 Sobretensiones.....	62
2.3.2.2 Protección de intensidad.....	62
2.3.2.2.1 Protección CC.....	62-63
2.3.2.2.2 Protección AC	64-65
2.3.3 Contador.....	65

ANEXO IV Cálculos Puesta a tierra

2.4.1 Cálculos de puesta a tierra	68-70
---	-------

ANEXO V Plan de mantenimiento

2.5. Mantenimiento de la instalación.....	73
2.5.1 Introducción.....	73-74
2.5.2 Objeto.....	74
2.5.3 Mantenimiento Preventivo.....	75
2.5.3.1 Módulos fotovoltaicos.....	75
2.5.3.2 Inversores.....	76
2.5.3.3 Estructura de apoyo.....	76
2.5.3.4 Cableados.....	77
2.5.3.5 Cuadros y protecciones eléctricas.....	77
2.5.4 Mantenimiento correctivo.....	78
2.5.5 Aspectos de seguridad.....	79
2.5.5.1 Seguridad módulos fotovoltaicos.....	80
2.5.5.2 Seguridad inversor.....	80
2.5.5.3 Seguridad en la estructura de soporte.....	80
2.5.5.4 Seguridad en el cableado.....	81
2.5.5.5 Cuadros y protecciones eléctricas.....	81

ANEXO VI Catálogos

2.6.1 Ficha técnica módulo ja-solar 460W.....	84-85
2.6.2 Ficha técnica inversor de red trifásico huawei sun 2000 10Kw.....	86-87
2.6.3 Ficha técnica soporte coplanar continuo fijación a correas.....	88-91
2.6.4 Ficha técnica Interruptor magnetotérmico acti9, iK60N, 3P+N, Curva C 6000A ..	92-94
2.6.5 Ficha técnica interruptor diferencial; Acti9 iID; 4P; 40A; 30mA AC.....	95-97
2.6.5 Fusible CC de 16A.....	98-100
2.6.6 Ficha técnica cable PRYSUN H1Z2Z2-K.....	101-102

ANEXO VII Estudio básico de seguridad y salud

2.7.1 Objeto del estudio básico de seguridad y salud.....	106
2.7.2 Introducción.....	106
2.7.3 Descripción del funcionamiento de la instalación	107
2.7.4 Condiciones de la instalación.....	107
2.7.5 Medidas de auxilio en caso de accidente: centro asistenciales más próximos..	107-108
2.7.6 Análisis y valoración mitigación y revaluación de los riesgos en cada actividad ...	108
2.7.6.1 Trabajo de alturas.....	108-111

2.7.7 Identificación y análisis de los riesgos laborales.....	111
2.7.7.1 Análisis de los riesgos laborales clasificados por fases/ actividades de obra.....	111-120
2.7.8 Análisis de los riesgos laborales clasificados por maquinaria utilizada en obra..	121-125
2.7.9 Análisis de los riesgos laborales clasificados por medios auxiliares utilizados en obra.....	126-131

ANEXO VIII [Documentación cedida](#)

2.8 Facturas.....	133-141
-------------------	---------

ANEXO IX [Estudio de rentabilidad](#)

2.9.1 Estudio de rentabilidad sin baterías.....	144-148
2.9.2 Estudio de rentabilidad con baterías.....	149-151

3- [Planos](#)

Plano I : Plano situación I.....	154
Plano II : Plano situación II.....	155
Plano III Cubierta de instalación.....	156
Plano IV Disposición de paneles.....	157
Plano V : Plano inclinación.....	158
Plano VI : Esquema unifilar.....	159

4- [Pliego de condiciones](#)

4.1 Objeto.....	163
4.2 Documentos que definen las obras.....	163
4.3 Compatibilidad y relación entre los documentos.....	163
4.4 Condiciones técnicas para la instalación fotovoltaica.....	164
4.4.1 objeto.....	164
4.4.2 Campos de aplicación.....	164
4.4.3 Normativa de aplicación.....	164-165
4.5 Diseño.....	166
4.5.1 Diseño del generador fotovoltaico.....	166
4.5.2 Orientación e inclinación.....	166
4.5.3 Componentes y materiales	166-164
4.5.3.1 Módulos fotovoltaicos.....	167-168
4.5.3.2 Inversor.....	168-169

4.5.3.3 Estructura	169
4.5.3.4 Cableado	170
4.5.3.5 Protecciones.....	170
4.5.3.6 Puesta a tierra.....	170
4.6 Condiciones de ejecución de obra.....	171
4.6.1 Replanteo de la instalación	171
4.6.2 Preparación del proyecto	171
4.6.3 Ejecución de la obra	171
4.6.4 Garantías.....	172
4.6.5 Anulación de la garantía	172
4.7 Condiciones facultativas	172
4.7.1 Técnico Director de obra	172-173
4.7.2 Constructor o instalador	173
4.7.3 Plan de seguridad y salud en el trabajo	174
4.7.4 Verificación de los documentos del proyecto.....	174
4.7.5 Presencia del constructor o instalador en la obra	174
4.8 Condiciones económicas	174
4.8.1 Composición de los precios unitarios.....	174-175
4.8.2 Precios añadidos.....	175
4.8.3 Acopio de materiales	175
4.8.4 Pagos	175
4.8.5 Seguro de las obras	175-176

5- Presupuesto

5.1 Paneles solares	179
5.2 Inversor	180
5.3 Estructura	181
5.4 Cableado corriente continua	182
5.5 Cableado corriente alterna	183
5.6 Protección	183
5.7 Contador	184
5.8 Puesta a tierra	184
5.9 Canalización	185
5.10 Camión grúa	185
5.11 Presupuesto total	186

Abstract:

The photovoltaic installation consists of a set of photovoltaic solar panels that will be installed on the roof of an industrial unit. The panels will be connected to a central inverter that will convert the direct current generated by the panels into triphasic alternating current that will be used to power the electrical loads of the builds

The installation will have a maximum generation capacity of 10kWp and is estimated to produce approximately 14,000 kWh for electrical energy per year.

The project includes all relevant regulations and requirements, including connection to the electrical grid. The installation will be monitored and maintained, its efficiency and safety over time.

In summary, the proposed installation is a cost-effective and sustainable solution for the energy generation, with a long term goal to reduce the carbon footprint and energy costs.

ÍNDICE MEMORIA DEL PROYECTO

1.1 Objeto del proyecto.....	12
1.2 Alcance	12
1.3 Antecedentes del proyecto	13
1.4 Normas y referencias	14-15
1.4.1 Disposiciones legales y normas aplicadas	15
1.4.2 Software utilizado.....	15
1.4.3 Recursos online y bibliografía	16
1.5 Definiciones y abreviaturas.....	16
1.6 Requisitos del diseño	17-18
1.6.1 Autor del proyecto.....	19
1.6.2 Peticionario.....	19
1.6.3 Situación y emplazamiento	20-21
1.7 Análisis de soluciones	22-23
1.8 Resultados finales	24
1.8.1 Ubicación de los módulos fotovoltaicos	25
1.8.2 Módulos fotovoltaicos	26-27
1.8.3 Inversor	28-29
1.8.4 Estructuras de soporte para paneles	30
1.8.5 Cableado	31
1.8.5.1 Parte continua.....	31
1.8.5.2 Parte alterna	32
1.8.6 Protecciones.....	33
1.8.6.1 CA	33
1.8.6.1.1 Magnetotérmico	33
1.8.6.1.2 Diferencial.....	33
1.8.6.2 CC.....	34
1.8.6.2.1 Fusibles	34
1.8.7 Contador.....	34
1.9 Puesta a tierra	34
1.10 Presupuesto	35
1.11 Orden de prioridad entre los documentos	35
1.12 Conclusion	35

CONTENIDO DE IMÁGENES DEL PROYECTO

- Imagen 1.1 Tarifa de peajes de la empresa
- Imagen 1.2 Mapa de localización de Güímar
- Imagen 1.3 Localización de la nave
- Imagen 1.4 Ubicación de los módulos fotovoltaicos
- Imagen 1.5 Panel fotovoltaico
- Imagen 1.6 Inversor
- Imagen 1.7 Estructuras
- Imagen 1.8 Cables CC
- Imagen 1.9 Cable AC
- Imagen 1.10 Magnetotérmico
- Imagen 1.11 Diferencial
- Imagen 1.12 Fusibles

CONTENIDO DE TABLAS DEL PROYECTO

- Tabla 1.1 Consumos de energía
- Tabla 1.2 Generación y consumo por mes

Universidad de La Laguna

Escuela superior de Ingeniería y Tecnología (ESIT)

Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

1-MEMORIA

Proyecto fotovoltaico para una nave en Güímar

Autor: Cristo Mourani Mansour

Tutor: Benjamín González Díaz

1. Memoria

La memoria de este proyecto es el documento que tiene como objetivo justificar la elección escogida frente a las demás propuestas, su debido uso de la normativa y en conjunto de planos con el pliego de condiciones.

1.1 Objeto del proyecto

El presente proyecto tiene como objetivo el diseño y dimensionamiento de una instalación fotovoltaica para una empresa cuyo taller se encuentra localizado en el municipio de Güímar.

La instalación fotovoltaica como fuente de energía renovable, proporciona un importante grado de autoconsumo energético, reduciendo la facturación eléctrica anual además de la inyección a la red en caso de no consumirse. Se ha estudiado la posibilidad de incluir baterías para acumular la energía sobrante, la decisión tomada queda reflejada en el apartado 1.7 de esta memoria.

La instalación reducirá considerablemente la emisión de CO₂ mejorando así la imagen y competitividad de la empresa.

Este proyecto estudia la mejor alternativa para tener un máximo aprovechamiento de la instalación y una buena instalación, además se describen las características técnicas y económicas que sean necesarias para el cumplimiento de las normativas vigentes y la seguridad de los instaladores.

1.2 Alcance

Este proyecto consta de la instalación de paneles solares fotovoltaicos para autoconsumo y vertido a la red eléctrica, manteniendo la existente instalación eléctrica se hará el conexionado de esta nueva línea

Gracias a esta instalación se logrará reducir el consumo de energías fósiles para la producción de electricidad reduciendo la emisión de CO₂ y la contaminación

1.3 Antecedentes del proyecto

La principal actividad de la empresa responsable de la nave es la reparación de equipos, y la soldadura de acero inoxidable para formar bidones. Estos procesos requieren de consumo de energía eléctrica para los bancos de soldadura y también para las herramientas que se emplean en las reparaciones, además de tener una grúa de carga para los objetos voluminosos. La empresa también presenta un sistema de ventas en el mismo taller, teniendo conectado en su horario laboral 3 ordenadores.

El horario de trabajo en la nave se realiza durante las horas solares, desde las 8:00 hasta las 16:00

La instalación fotovoltaica se realizará en la cubierta de la nave industriales colocara en la zona inferior de la nave para, en primer lugar, realizar un recorrido de cables de menor distancia, y en segundo lugar, para tener un terreno plano para poder colocar el camión grúa con la que se subirán los paneles.

1.4 Normas y referencias

1.4.1 Disposiciones legales y normas aplicadas.

Para la redacción de este proyecto se ha empleado la siguiente normativa:

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión aprobado por Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto publicado en el B.O.E. No 224 del 18 de septiembre de 2002.
- Norma UNE 157001:2014, criterios generales para la elaboración formal de los documentos que constituyen un proyecto técnico.
- Orden de 16 de abril de 2010, por la que se aprueban las Normas Particulares para las Instalaciones de enlace de la empresa Endesa Distribución Eléctrica, S.L.U. en el ámbito territorial de la Comunidad Autónoma de Canarias publicado en el BOC.
- Orden de 19 de mayo de 2010, por el que se aprueba las Normas particulares para las Instalaciones de Enlace, en el ámbito de suministro de Endesa Distribución Eléctrica, S.L.U., en el territorio de la Comunidad Autónoma de Canarias.
- Decreto 161/2006, de 8 de noviembre, por el que se regulan la autorización, conexión y mantenimiento de las instalaciones eléctricas en el ámbito de la Comunidad Autónoma de Canarias.
- Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.
- Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo.
- Real Decreto 1663/2000, de 29 de septiembre, sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión.
- Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- Real Decreto 477/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba la concesión directa de ayudas para la ejecución de diversos programas de incentivos ligados al autoconsumo y al almacenamiento, con fuentes de energía renovable.
- Decreto 141/2009, de 10 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento por el que se regulan los procedimientos administrativos relativos a la ejecución y puesta en servicio de las instalaciones eléctricas en Canarias.

Normativa aplicadas para el estudio básico de seguridad y salud

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.
- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura.
- Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.

1.4.2 Software utilizado.

- Microsoft Excel
- Microsoft Word
- Google Earth
- Google Maps
- AutoCAD

1.4.3 Recursos online y bibliografía

- Visor de GRAFCAN
- Photovoltaic geographical information system
- Google Maps
- Google Earth
- generador de precios instalación
- Sunny Design
- Agrocabildo https://www.agrocabildo.org/agrometeorologia_estaciones.asp
Estación meteorológica: TOPO (Güímar) **[Accedido en Enero 2023]**
- Pliego de Condiciones Técnicas de instalaciones Conectadas a Red del IDAE https://www.idae.es/sites/default/files/documentos_5654_FV_pliego_condiciones_tecnicas_instalaciones_conectadas_a_red_C20_Julio_2011_3498eaaf.pdf **[Accedido en Febrero 2023]**
- Autosolar <https://autosolar.es/> **[Accedido en Marzo 2023]**
- Plenitude <https://oficinavirtual.eniplenitude.es/> **[Accedido en Enero 2023]**
- Boletín oficial del estado (BOE) <https://www.boe.es/>
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo

1.5 Definiciones y abreviaturas.

- PCT: Pliego de condiciones técnicas.
- IDAE: Instituto para la diversificación y ahorro de la energía.
- Irradiancia: Potencia de la radiación solar incidente sobre una superficie.[kWh/m²]
- Autoconsumo: Gasto de energía que proviene del sistema fotovoltaico.
- String fotovoltaico: Conjunto de paneles solares que se colocan en serie.
- Inversor ON-GRID: Inversor con función de conectarse a la red eléctrica.
- CC: Corriente continua.
- CA: Corriente alterna.
- Performance Ratio (PR): Coeficiente que empleamos para medir el rendimiento de la instalación fotovoltaica afectada por las diferentes pérdidas.
- CGBT: Cuadro general de baja tensión.
- CGP: Caja general de protección.
- DPS: Dispositivo de sobretensión.
- ITC: Instrucciones técnicas complementarias.
- PCT: Pliego de condiciones técnicas.
- REBT: Reglamento electrotécnico de baja tensión.
- EPI: Equipo de protección individual.
- EPC: Equipo de protección colectiva.

1.6 Requisitos del diseño

Abordaremos este apartado para ver los consumos de esta instalación, por ello, emplearemos las facturas que se encuentran en el apartado [documentación cedida](#), para encontrar una solución óptima, con ello, también queda a nuestra disposición el sistema de peajes que emplea la empresa.

1. Temporadas eléctricas

	PENÍNSULA	CANARIAS	BALEARES
Enero	ALTA	MEDIA	MEDIA
Febrero	ALTA	MEDIA	MEDIA
Marzo	MEDIA ALTA	MEDIA	BAJA
Abril	BAJA	BAJA	BAJA
Mayo	BAJA	BAJA	MEDIA ALTA
Junio	MEDIA	BAJA	ALTA
Julio	ALTA	ALTA	ALTA
Agosto	MEDIA	ALTA	ALTA
Septiembre	MEDIA	ALTA	ALTA
Octubre	BAJA	ALTA	MEDIA ALTA
Noviembre	MEDIA ALTA	MEDIA ALTA	BAJA
Diciembre	ALTA	MEDIA ALTA	MEDIA

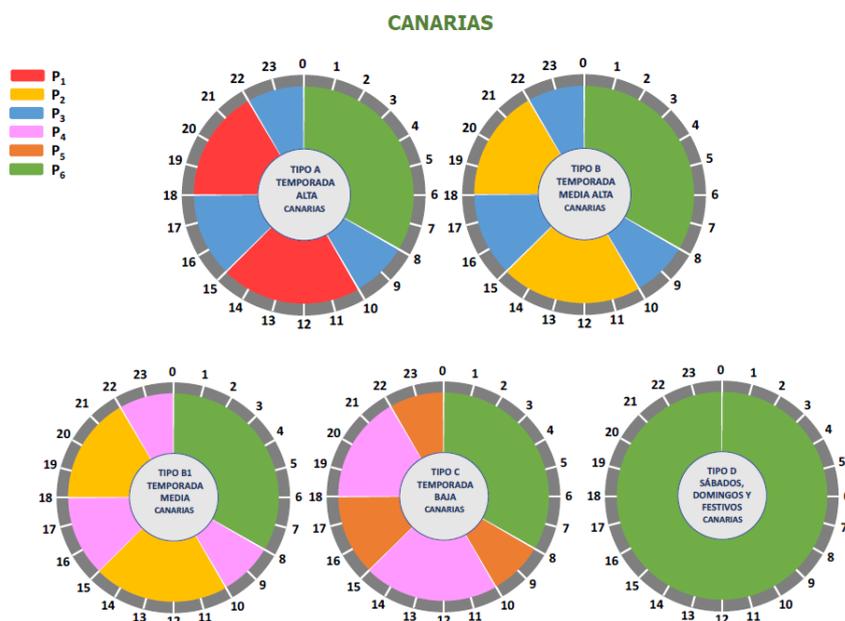


Imagen 1.1 Tarifa de peajes de la empresa

- Potencia contratada P1: 10kW
- Potencia contratada P2: 10kW
- Potencia contratada P3: 10kW
- Potencia contratada P4: 10kW
- Potencia contratada P5: 10kW
- Potencia contratada P6: 26,3kW

Mes	LECTURA ACTIVA					
	CONSUMO 1	CONSUMO 2	CONSUMO 3	CONSUMO 4	CONSUMO 5	CONSUMO 6
junio	0	0	0	444	416	456
mayo	0	0	0	438	409	517
abril	0	0	0	427	380	563
marzo	0	453	0	348	0	532
Febrero	0	405	0	349	0	479
Enero	0	502	0	404	0	538
diciembre	0	430	395	0	0	582
noviembre	0	450	391	0	0	528
octubre	425	0	355	0	0	515
septiembre	458	0	396	0	0	455
agosto	466	0	427	0	0	521

Mes	LECTURA REACTIVA					
	CONSUMO 1	CONSUMO 2	CONSUMO 3	CONSUMO 4	CONSUMO 5	CONSUMO 6
junio	0	0	0	78,48	0	0
mayo	0	0	0	34,46	0	0
abril	0	0	0	49,09	0	0
marzo	0	53,51	0	0	0	0
Febrero	0	50,35	0	0	0	0
Enero	0	81,34	0	0	0	0
diciembre	0	56,1	0	0	0	0
noviembre	0	23,5	0	0	0	0
octubre	0	0	37,85	0	0	0
septiembre	21,86	0	0	0	0	0
agosto	37,22	0	0	0	0	0

Tabla 1.1 Consumos de energía

Como podemos observar de la tabla 1, la empresa requiere aproximadamente 1.4MWh/anuales para su actividad, este dato junto con el del maxímetro serán un requisito fundamental para el dimensionado de la instalación.

Según el RD 244/2019, haremos uso de la modalidad con excedentes, que para ello debemos cumplir una serie de condiciones como marca el decreto:

- La fuente de energía primaria sea de origen renovable
- La potencia total de las instalaciones de producción asociadas no sea superior a 100kW

1.6.1 Autor del proyecto

Proyecto realizado y redactor por

Nombre: Cristo Mourani Mansour

DNI: 54062380-Y

Grado: Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

1.6.2 Peticionario

Promotor: Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología de la Universidad de la Laguna

Dirección: Camino San Francisco de Paula,19. Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología, 38200, San Cristóbal de La Laguna.

Tutor del trabajo de fin de grado: Benjamín González Díaz.

1.6.3 Situación y emplazamiento

La nave en la que queremos realizar la instalación se encuentra en el Camino de los Llanos 7, 38500 Güímar, Santa Cruz de Tenerife. Cuyas coordenadas son (28.309931398427835, -16.399787602546272) .



Imagen 1.2 Mapa de localización de Güímar



Imagen 1.3 Localización de la nave

1.7 Análisis de soluciones

Como pudimos observar en el apartado anterior, debemos analizar el consumo mensual de esta empresa y las tarifas que tienen contratadas. Para ello nos dirigimos a su proveedor para obtener las facturas y proceder a realizar los cálculos.

Para el estudio de este proyecto se ha escogido los datos del año 2021-2022 y se ha representado la generación estimada mensual frente al consumo mensual para tener una representación más visual, para el valor de la generación, se ha escogido la potencia de 10kW.

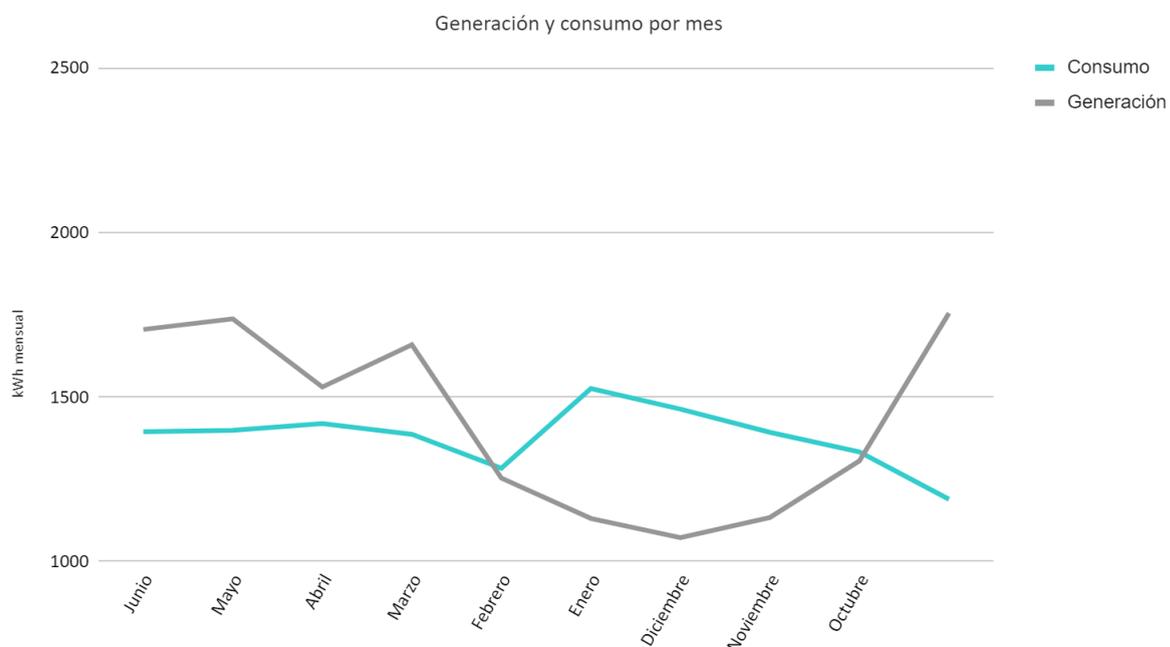


Tabla 1.2 Generación y consumo por mes

Al tratarse de una empresa cuya actividad se realiza siempre en el mismo horario, hemos decantado la situación a 2 posibles propuestas:

1. Instalación conectada a red con excedentes.
2. Instalación conectada a red con baterías.

Como detallamos en el anexo [estudio de rentabilidad](#), vemos que realizando una instalación conectada a red con excedentes presenta mayor rentabilidad económica frente al tiempo de vida de los materiales.

Por ello, con una instalación sin baterías y con las curvas de consumo ya presentadas se ha optado por una instalación de 10.0 kW con salida trifásica, pudiendo amortizarse en aproximadamente 6 años (Todos los detalles en el anexo estudio de viabilidad).

Para su instalación, se ha incluido un camión grúa con el fin de ayudar en la elevación de los paneles y cumplir con las labores de seguridad del trabajador.

Referente a la disposición de los paneles sobre la superficie de la nave, no presentamos problemas en cuanto a espacio se refiere, sin embargo, se ha decidido colocar los paneles en esa situación por los siguientes motivos:

1. Proximidad al inversor

La situación de los paneles como se indica en los planos hacen que el recorrido del cable desde los paneles hasta el inversor sea menor, reduciendo la caída de tensión por longitud derivando así no aumentar el costo de la instalación por escoger una sección de cable mayor.

2. Superficie de apoyo plana

Con motivo de uso correcto del camión grúa, como se detalla en mayor medida en el anexo [Estudio básico de seguridad y salud](#), se ha escogido esa localización para evitar la inclinación presente de la vía pública en los laterales de la nave, y para tener un mayor espacio para operar con el camión grúa.

1.8 Resultados finales

Una vez visto los detalles en los anexos referentes a los cálculos, explicaremos la propuesta que hemos escogido:

Nuestra instalación fotovoltaica será para una potencia de 10kW, hemos llegado hasta esta conclusión analizando, en primer lugar, los horarios laborales de esta empresa. En segundo lugar, en los cálculos de rentabilidad se realiza un estudio para determinar si el empleo de baterías tendría un impacto positivo en la amortización de la instalación, pero se puede observar que el precio inicial por la instalación de baterías aumenta en gran medida para una empresa cuya horas laborales coinciden con las horas solares y su amortización y ahorro frente a la vida útil de la instalación sería menor.

Como se menciona en el RD 244/2019, esta instalación está acogida a la “Modalidad de autoconsumo instalación CON excedentes ACOGIDAS A COMPENSACIÓN”, la cual inyecta la energía generada sobrante a la red de transporte y distribución.

Haciendo referencia al PTC, en esta instalación debe asegurarse de un grado de aislamiento eléctrico de tipo básico clase I que afecta a equipos y materiales, salvo el cableado de continua, que tendrá doble aislamiento de clase II y un grado de protección mínimo IP65.

La instalación debe de tener elementos de seguridad y protección tanto para el equipo como para las personas frente a contactos directos, contactos indirectos, cortocircuitos y sobrecargas.

A continuación, se muestran los detalles de los componentes de la instalación. También se describiría las condiciones que deben cumplir según el PCT para garantizar una buena calidad de la instalación.

1.8.1 Ubicación de los módulos fotovoltaicos



Imagen 1.4. Ubicación de los módulos fotovoltaicos

Para acceder a la colocación de los paneles, dispondremos de una grúa-elevadora que nos ayudará a subir los paneles.

1.8.2 Módulos fotovoltaicos

Los módulos fotovoltaicos seleccionados son el modelo JA Solar 460W 42V Monocrystalino PERC con una eficiencia del 20,7 %

Las características de estos módulos es:

- Potencia nominal (W) = 460
- Tensión nominal (V) = 42,13
- Corriente nominal (A) = 10,92
- Corriente cortocircuito (A) = 11,45
- Tensión en circuito abierto (V) = 50,01
- Tensión del sistema (V) = 1000V

La cubierta donde se instalarán posee una superficie de 3229,65 m² pero nuestra instalación requerirá aproximadamente de 64m². En la siguiente figura se muestran las dimensiones de los paneles

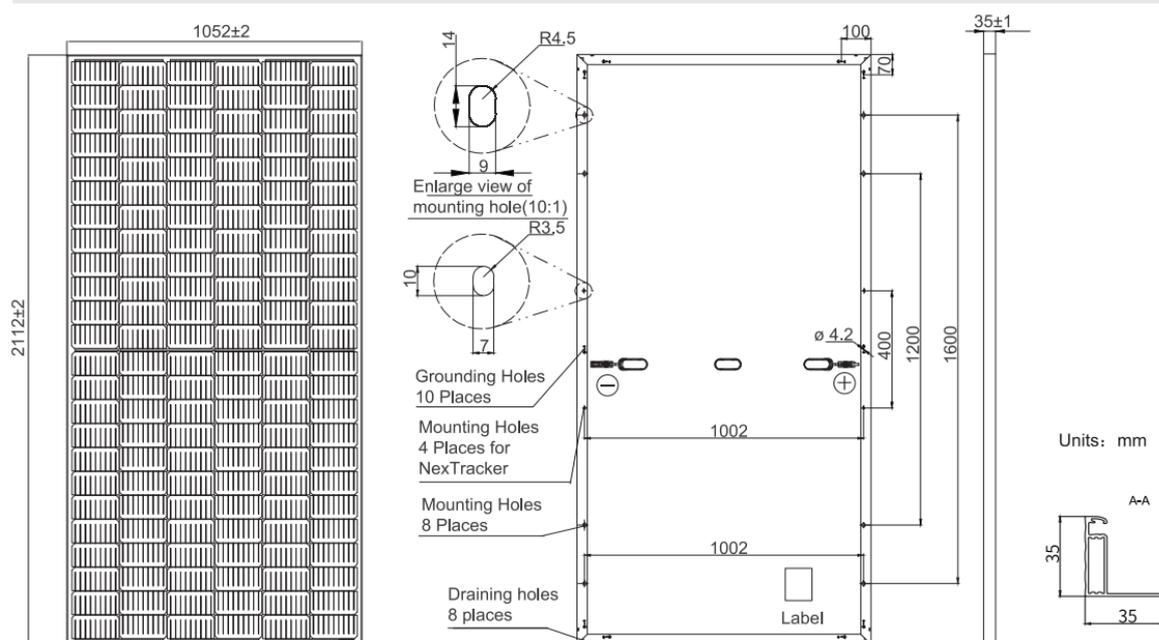


Imagen 1.5 Panel fotovoltaico

Las dimensiones del panel solar son de 2112 mm de largo, 1052 mm de ancho y 35mm de profundidad.

El área del panel es de $2,22 \text{ m}^2$, necesitaremos 22 paneles para cubrir la potencia seleccionada para la instalación dejando espacios de 0.5 metros entre grupos de paneles para realizar de manera más cómoda y segura la instalación y posteriores limpiezas.

La instalación estará compuesta por 2 strings de paneles que estarán conectados por 11 paneles en serie (negativo a positivo del siguiente panel) dejando los extremos del primer panel y el último para colocarlos en los conectores del inversor.

En cuanto a la orientación de los módulos estarán orientados al sur-este con un azimut de -60° que es la orientación del taller, además los paneles mantendrán la inclinación del tejado que es de 17° .

Debido al amplio espacio para montar en la cubierta y que la inclinación que vamos a usar es la del mismo tejado, no tenemos problemas con las sombras que generan unos paneles con otros.

1.8.3 Inversor



Imagen 1.6 Inversor

El inversor es un componente imprescindible para que la instalación fotovoltaica pueda alimentar los elementos ya instalados en el taller, debido a que se encarga de corriente continua (CC) que producen los paneles a la corriente alterna (CA).

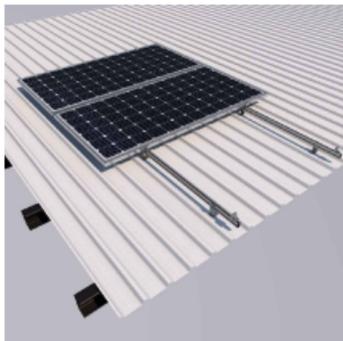
Para elegir el inversor antes debemos de realizar un estudio del taller para saber los consumos que tienen, usaremos los datos que nos proporciona la empresa en su factura de la luz, con este dato ajustamos nuestra instalación para generar una cantidad de energía cercana a la demanda que tienen. Usando los datos de los máxímetros y de las potencias que tienen contratada, se ha decidido dimensionar la instalación para 10kW de potencia con una alimentación de tensión trifásica.

El inversor que se ha seleccionado es el “Inversor Huawei SUN2000-10KTL-M1 10kW Trifásico” un inversor de gran calidad con funciones de monitorización y un alto rendimiento cuyas características son:

- Potencia nominal de salida (W) = 10000
- Tensión máxima de entrada (V) = 980
- Corriente máxima de entrada (A) = 13,5
- Eficiencia Europea (%) = 98,1
- Tensión en circuito abierto (V) = 50,01
- Tensión del sistema (V) = 1000V
- Alto (mm) = 525
- Ancho (mm) = 470
- Profundidad (mm) = 146,5
- Peso (kg) = 17

1.8.4 Estructuras de soporte para paneles

La estructura serán raíles que se acoplarán al techo del local para sujetar los paneles, estos raíles no proporcionan inclinación al sistema



Nota: Comprobar el nº de correas

Tornillo cabeza de martillo M8 para anclaje de guía

Perfil G1

Máx. 130

Tornillo de anclaje M8

Junta de estanqueidad

60



Imagen 1.7 Estructuras

La estructura es capaz de incluir 2 paneles, por ello, necesitaremos emplear 11 estructuras para colocar nuestros paneles.

1.8.5 Cableado

1.8.5.1 Parte continua.

Se utilizará cable unipolar H1Z2Z2-K de Prysun es un cable apto para la instalación fotovoltaica, que aguanta tensión de hasta 1,5 kV y una intensidad máxima admisible de 46A.

La longitud que tendrá el cable desde los paneles solares hasta el inversor será aproximadamente de 15 metros.



DATOS TÉCNICOS | TECHNICAL DATA

NÚMERO DE CONDUCTORES x SECCIÓN mm ² NUMBER OF CONDUCTORS x CROSS-SECTION mm ²	DIÁMETRO MÁXIMO DEL CONDUCTOR mm (1) MAXIMUM CONDUCTOR DIAMETER mm (1)	DIÁMETRO EXTERIOR DEL CABLE (VALOR MÁXIMO) mm CABLE OUTER DIAMETER (MAX.) mm	RADIO MÍNIMO DE CURVATURA DINÁMICO mm MINIMUM DYNAMIC CURVE RADIUS mm	RADIO MÍNIMO DE CURVATURA ESTÁTICO mm MINIMUM STATIC CURVE RADIUS mm	PESO kg/km (1) WEIGHT kg/km (1)	RESISTENCIA DEL CONDUCTOR A 20 °C Ω/km CONDUCTOR RESISTANCE AT 20 °C Ω/km	INTENSIDAD ADMISIBLE AL AIRE (2) A PERMITTED CURRENT SURFACE-MOUNTED (2) A	INTENSIDAD ADMISIBLE AL AIRE. T AMBIENTE 60 °C y T CONDUCTOR 120 °C (3) PERMITTED CURRENT SURFACE-MOUNTED. AMBIENT T 60 °C & CONDUCTOR T 120 °C(3)	CAIDA DE TENSIÓN V/(A·km) (2) VOLTAGE DROP V/(A·km) (2)
1 x 1,5	1,8	5,4	22	16	33	13,7	24	30	27,4
1 x 2,5	2,4	5,9	24	18	45	8,21	34	41	16,42
1 x 4	3,0	6,6	26	20	61	5,09	46	55	10,18
1 x 6	3,9	7,4	30	22	80	3,39	59	70	6,78
1 x 10	5,1	8,8	35	26	124	1,95	82	98	3,90
1 x 16	6,3	10,1	40	30	186	1,24	110	132	2,48
1 x 25	7,8	12,5	63	50	286	0,795	140	176	1,59
1 x 35	9,2	14,0	70	56	390	0,565	182	218	1,13
1 x 50	11,0	16,3	82	65	542	0,393	220	276	0,786
1 x 70	13,1	18,7	94	75	742	0,277	282	347	0,554
1 x 95	15,1	20,8	125	83	953	0,210	343	416	0,42
1 x 120	17,0	22,8	137	91	1206	0,164	397	488	0,328
1 x 150	19,0	25,5	153	102	1500	0,132	458	566	0,264
1 x 185	21,0	28,5	171	114	1843	0,108	523	644	0,216
1 x 240	24,0	32,1	193	128	2394	0,0817	617	775	0,1634

Imagen 1.8 Cables CC

1.8.5.2 Parte alterna

Para la parte de alterna necesitaremos 5 cables de 6mm² de sección, emplearemos los cables RV-K 0.6/1kV, una manguera de XLPE de 5 cables para nuestra instalación trifásica.

Este cable se emplea desde el inversor hasta la caja general de protección de la instalación como se identifica con el cable azul en el plano VI y consta de una longitud de 40 metros

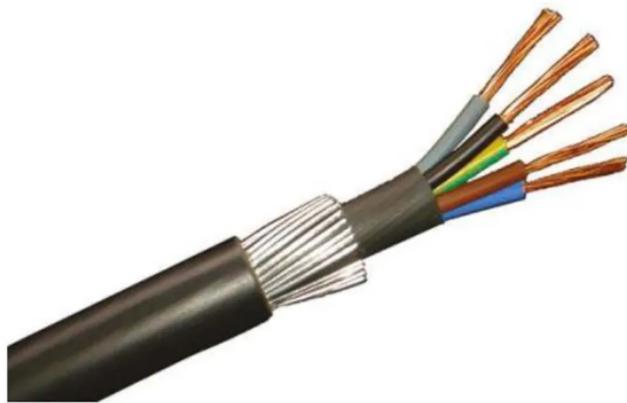


Imagen 1.9 Cable AC

Características de la manguera eléctrica 5x 6mm² RV-K 0.6/1KV

- Denominación comercial: RV- K.
- Norma UNE: 21123.
- Coloración cubierta: Negra.
- Tensión de servicio: 1000 V.
- Temperatura máxima de trabajo: 90 °C.
- No propagación de la llama UNE-EN 60332-1-2.
- Reducida emisión de halógenos UNE-EN 50267-2-1.
- Resistencia a los rayos ultravioleta.
- Resistencia a la absorción del agua.
- Resistencia a las grasas y aceites.
- Resistencia a los agentes químicos.
- Resistencia al frío.
- Cable flexible.
- Sección: 6 mm².
- Número de conductores: 5.

1.8.6 Protecciones

1.8.6.1 CA

1.8.6.1.1 Magnetotérmico

Usaremos un magnetotérmico para proteger el cable que va desde el inversor hasta el cuadro general.

Este magnetotérmico de 3 Polos y Neutro será de una intensidad de corte de 6000A siendo superior al mínimo establecido en la ITC-BT 17 y con un funcionamiento magneto térmico nominal inferior al máximo del cable.



Imagen 1.10 Magnetotérmico

1.8.6.1.2 Diferencial.

Para proteger al usuario frente a contactos directos o indirectos en la instalación debemos hacer uso de un interruptor diferencial de tipo B, en este caso hemos optado por usar de la misma compañía que el magnetotérmico.

El diferencial tiene una intensidad nominal de 40A, por lo que está protegido por el magnetotérmico y tiene una sensibilidad de 30mA.



Imagen 1.11 Diferencial

1.8.6.2 CC

1.8.6.2.1 Fusibles

Para proteger los módulos fotovoltaicos de posibles adversidades meteorológicas debemos incluir fusibles en los strings.

Estos fusibles se encontrarán localizados en la misma sala que el inversor para mayor facilidad de reemplazo en caso de averiarse. Se usarán en serie con el polo positivo de la cadena de paneles.



Imagen 1.12 Fusibles

1.8.7 Contador

Como esta instalación presenta venta de excedentes, debemos de realizar un cambio en el contador de la instalación por uno bidireccional, para que quede registro de la energía que se suministra a la red eléctrica.

1.9 Puesta a tierra

Al tratarse esta de una instalación que ya presenta una puesta a tierra, se ha añadido en paralelo otra pica dimensionada para la instalación fotovoltaica.

Se ha realizado en base a la ITC-BT-18 y los cálculos de esta se encuentran desarrollados en el apartado anexo [puesta a tierra](#).

Se instalará una pica en barra de sección $14,2 \text{ mm}^2$ y de una longitud de 1.5 metros

1.10 Presupuesto

El valor de este presupuesto considerando la compra e instalación de los materiales junto a los equipos que se necesitan alquilar para la elevación asciende a un total de 12.096,81€

Este apartado se encuentra desarrollado en el apartado [presupuesto](#).

1.11 Orden de prioridad entre los documentos

Dejaremos constancia en este apartado el orden de prioridad de los documentos frente a alguna duda.

1. Planos
2. Pliego de condiciones
3. Mediciones
4. Presupuesto

1.12 Conclusion

In conclusion, this photovoltaic installation offers a practical and efficient solution for electrical energy generation. By using the panels, it reduces the use of non-renewable energy sources and contributes to reducing carbon emissions.

Additionally, the installation can have a long lifespan and continue to generate clean and renewable energy for many years.

If all regulations are met and proper maintenance is carried out, the installation can have a long lifespan and provide clean renewable energy for 20 years.

In summary, this photovoltaic installation is a smart and sustainable investment first, to reduce carbon footprint and then to make profits on energy costs in the bill.

Universidad de La Laguna

Escuela superior de Ingeniería y Tecnología (ESIT)

Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

2-ANEXOS

Proyecto fotovoltaico para una nave en Güímar

Autor: Cristo Mourani Mansour

Tutor: Benjamin González Díaz

Universidad de La Laguna

Escuela superior de Ingeniería y Tecnología (ESIT)

Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

ANEXO I

Cálculo instalación solar fotovoltaica

Proyecto fotovoltaico para una
nave en Güímar

Autor: Cristo Mourani Mansour

Tutor: Benjamín González Díaz

2.1.1 Orientación	39
2.1.2 Inclinación	40
2.1.3 Cálculo de la distancia mínima entre filas de paneles solares	40
2.1.4 Cálculo de pérdidas.....	40
2.1.4.1 Pérdidas de potencia en la sección	41
2.1.4.1.1 CC	41
2.1.4.1.2 Pérdidas de potencia en CA.....	42
2.1.4.2 Pérdidas por orientación e inclinación.....	43-45
2.1.4.3 Pérdida por temperatura.....	46-47
2.1.4.4 Pérdida por la suciedad en los paneles.....	47
2.1.5 Performance Ratio (PR).....	47-48
2.1.6 Radiación solar a lo largo de 1 año.....	49
2.1.7 Estimación de energía.....	50

CONTENIDO DE IMÁGENES DEL PROYECTO

Imagen 2.1.1 Orientación azimutal
Imagen 2.1.2 Ángulo de inclinación panel solar
Imagen 2.1.3 Sistema de pérdidas OI
Imagen 2.1.4 Radiación mensuales

CONTENIDO DE TABLAS DEL PROYECTO

Tabla 2.1.1 Pérdidas máximas debido a la OI y a las sombras
Tabla 2.1.2 Irradiancia y temperatura máxima por meses
Tabla 2.1.3 Coeficiente de rendimiento mensual
Tabla 2.1.4 Estimación de energía diaria y mensual

2.1 Anexo

En este apartado desarrollaremos las fórmulas que hemos utilizado para realizar los cálculos de dimensionado de nuestra instalación.

2.1.1 Orientación

La orientación es la posición que debemos colocar los paneles respecto al sur, esto se lo conoce como ángulo de azimut y vendrá denominado por la letra α .

Empleando una proyección horizontal, se medirá de forma positiva si está orientado hacia el oeste y negativo cuando este al este, siendo 0 la orientación al sur.

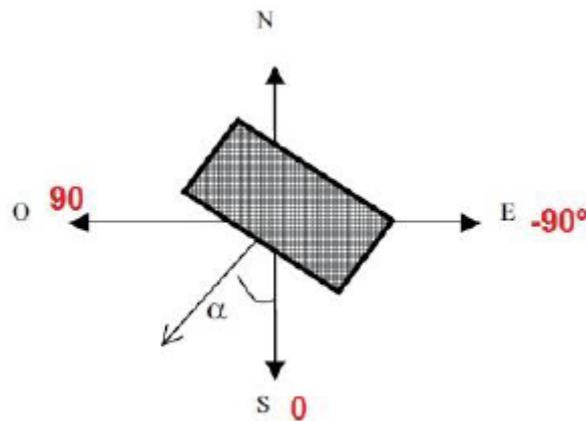


Imagen 2.1.1. Orientación azimutal

En nuestro caso realizaremos la instalación sobre una fachada de la nave, por ello nos adaptamos a las características de la nave siendo el ángulo de azimut de $\alpha = -60^\circ$.

2.1.2 Inclinación

El ángulo de inclinación, denominado con la letra β , es un factor muy importante para optimizar la energía que reciben los paneles solares.



Imagen 2.1.2. Ángulo de inclinación panel solar

Por nuestra situación geográfica la inclinación óptima es de 28° , pero para nuestro caso que se montan sobre una superficie ya diseñada este valor será de $\beta=17^\circ$ debido a la orientación del edificio.

2.1.3 Cálculo de la distancia mínima entre filas de paneles solares

Para nuestra instalación de cubierta inclinada disponemos de mucho más espacio del requerido para los paneles y usaremos unas estructuras a nivel de la cubierta por lo tanto no generará sombras que afecten a otras placas.

2.1.4 Cálculo de pérdidas.

En cuanto a las pérdidas de energía generada de los paneles solares tenemos varios factores que provocan estas pérdidas:

- Pérdidas de potencia en la sección.
 - Pérdida de corriente continua.
 - Pérdida de corriente alterna.
- Pérdidas por orientación e inclinación.
- Pérdidas por temperatura.
- Pérdidas por la suciedad en los paneles.

2.1.4.1 Perdidas de potencia en la sección

En las instalaciones se producen caídas de tensión debido a factores relacionados con los conductores, esto se produce tanto en la parte de CC como en la de CA. Por ello, siguiendo la ITC-BT 40 nos indica que la caída de tensión entre los paneles generadores y el punto de conexión con la red eléctrica, no debe ser superior a 1.5%. Para el cálculo de tensiones se ha tomado para la siguiente distribución de porcentajes:

- CC : 0.5%
- CA : 1%

La sección de CC es la compuesta por los generadores hasta el inversor, y la sección de CA será del inversor hasta el punto de conexión.

2.1.4.1.1 CC

Para la parte de continua calcularemos la caída de tensión para en primera instancia una sección de 4mm².

$$P = \frac{2 \cdot L \cdot I}{C \cdot S \cdot V}$$

Siendo:

- L = Longitud del cable hasta el inversor
- I = Intensidad (debemos sobredimensionar en un 25% por la normativa ITC-BT40)
- C = Constante de conductividad del cobre
- S = Sección de cable
- V = Voltaje de la cadena

$$P = \frac{2 \cdot 15 \text{ m} \cdot (10.92 \cdot 1.25) \text{ A}}{56 \frac{\text{mW}}{\text{mm}^2} \cdot 4 \text{ mm}^2 \cdot 463,43 \text{ V}} = 0,39\%$$

2.1.4.1.2 Pérdidas de potencia en CA

Para el tramo de CA usaremos las siguientes expresiones:

$$u = \frac{\sqrt{3} * L * I * \cos \varphi}{S * C * V}$$

El valor de la intensidad lo hayamos de la potencia que sale del inversor:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} * V} = \frac{10000}{\sqrt{3} * 400} = 14.62A$$

Por lo tanto sustituyendo los valores tenemos que:

- L = Longitud del cable hasta el inversor
- I = Intensidad (debemos sobredimensionar en un 25% por la normativa ITC-BT40)
- C = Constante de conductividad del cobre
- S = Sección de cable
- V = Voltaje de la cadena
- u = Porcentaje de caída de tensión

$$u = \frac{\sqrt{3} * 40 (m) * (14.62 * 1.25) (A) * 0.8}{6 (mm^2) * 56 \frac{mW}{mm^2} * 400 (V)} = 0,74\%$$

2.1.4.2 Pérdidas por orientación e inclinación

Calculamos las pérdidas por orientación e inclinación en base al “Documento Básico HE Ahorro de Energía”.

Este documento nos dicta para diferentes instalaciones cuanto es el valor máximo de pérdidas, para nuestro caso usaremos el valor de pérdidas límite general.

Caso	Orientación e inclinación	Sombras	Total
General	10 %	10 %	15 %
Superposición	20 %	15 %	30 %
Integración arquitectónica	40 %	20 %	50 %

Tabla 2.1.1. Pérdidas máximas debido a la OI y a las sombras

Conociendo el límite de pérdidas permitidos, calcularemos la pérdida debido a la orientación e inclinación, para ello, sabiendo la orientación de la instalación (40° Este).

inclinación máxima = inclinación ($\varnothing = 41^\circ$) – (41° – latitud).

inclinación mínima = inclinación ($\varnothing = 41^\circ$) – (41° – latitud).

Empleamos el sistema de pérdidas OI para calcular el valor del 10% de pérdidas como máximo.

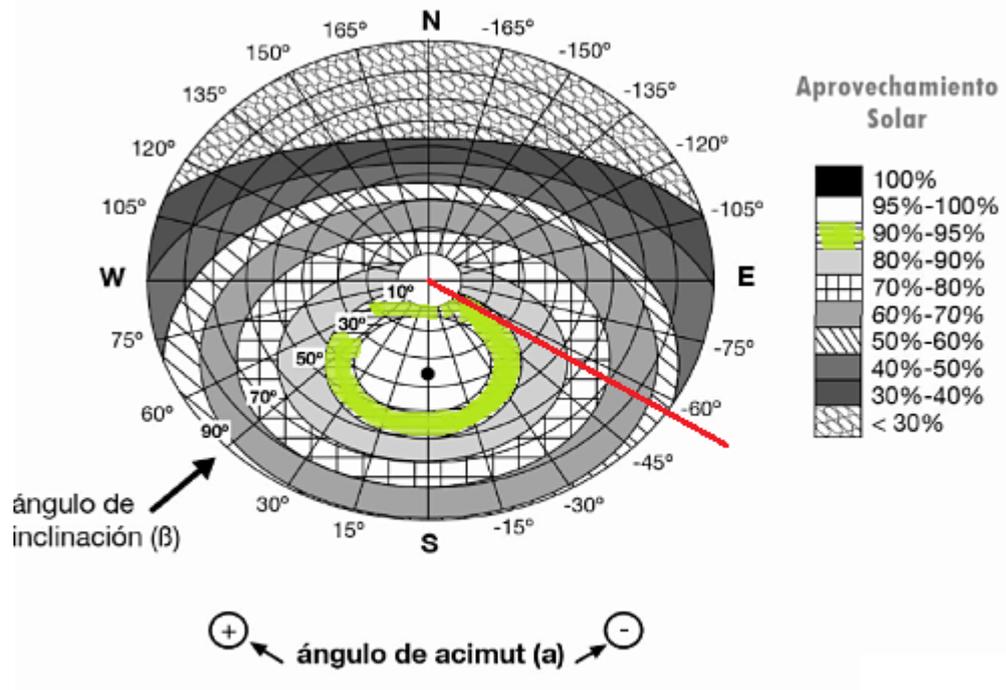


Imagen 2.1.3. Sistema de pérdidas OI

Sombreado de verde se encuentra el área que equivale al 10% de pérdida, por lo tanto, sacaremos los valores de inclinación máxima y mínima gráficamente.

$$\beta_{MAX} = 30^\circ$$

$$\beta_{MIN} = 10^\circ$$

Entonces corrigiendo la latitud de la localización (28° Canarias)

$$\beta_{MAX} = 30^\circ - (41^\circ - 28^\circ) = 17^\circ$$

$$\beta_{MIN} = 10^\circ - (41^\circ - 28^\circ) = -3^\circ,$$

Para los valores inferiores a 5° se toma este valor como el mínimo de inclinación.

Por lo tanto nuestra instalación debe ser de como máximo 17° de inclinación para corregir la desviación por la orientación del edificio.

Calculamos las pérdidas producidas mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Pérdidas (\%)} = 100 \times [1,2 \cdot 10^{-4} (\beta - \phi + 10)^2 + 3,5 \cdot 10^{-5} \cdot \alpha^2] \text{ para } 15^\circ < \beta < 90^\circ$$

Donde:

- $\beta \rightarrow$ Ángulo de inclinación (17°)
- $\alpha \rightarrow$ Ángulo de azimut (58°)
- $\varnothing \rightarrow$ Latitud del lugar (28°)

Sustituimos en la fórmula:

$$P (\%) = 100 \cdot [1,2 \cdot 10^{-4} (17 - 28 - 10)^2 + 3,5 \cdot 10^{-5} \cdot 58^2] = 8,076\%$$

Obtenemos que para nuestra inclinación y nuestra orientación respecto al sur, tendremos una pérdida por orientación del 8,076%.

2.1.4.3 Perdida por temperatura.

Los paneles solares están preparados para trabajar en condiciones STC, que es una temperatura ambiente de 25°C.

Para calcular las pérdidas anuales por temperatura usaremos los datos obtenidos por los satélites de Agrocanarias, y calcularemos las pérdidas mediante la ficha técnica y las temperaturas máximas registradas.

$$P_{temp} = 0,35\%/^{\circ}C$$

Fecha	Irradiancia (W/m ²)	Tmax amb	Tmax celulas
Sep-2021	623,01	29,7	49,17
oct-2021	577,59	32,6	50,65
nov-2021	331,81	26,4	36,77
dic-2021	350,14	26,6	37,54
ene-2022	401,31	24	36,54
feb-2022	521,40	23,1	39,39
mar-2022	643,64	22,7	42,81
abr-2022	745,61	24,6	47,90
may-2022	823,00	23,6	49,32
jun-2022	907,90	29	57,37
jul-2022	972,54	23,1	53,49
ago-2022	822,78	29	54,71

Tabla 2.1.2. Irradiancia y temperatura máxima por meses

La instalación fotovoltaica en su mayoría se encuentra expuesta a agentes externos como lluvia y viento además de cambios de temperatura que afectan a los paneles, estructuras y cableado, por este motivo es importante realizar un buen mantenimiento que dependerá de diferentes factores:

- Complejidad de la instalación
- La climatología del municipio
- La contaminación ambiental

$$T_{\text{MÁX}} = 29 + \left(\frac{45-20}{800}\right) \cdot 907,9 = 57,37 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$P_{\text{temp}} = 0,35\%/^{\circ}\text{C} \cdot (57,37 \text{ }^{\circ}\text{C} - 25^{\circ}\text{C}) = 11,33\%$$

Por lo tanto la mayor pérdida por temperaturas la tenemos en el mes de Junio con una pérdida por temperatura de 11,33%.

2.1.4.4 Perdida por la suciedad en los paneles.

la cantidad de suciedad que se acumula en los paneles es un factor importante para su rendimiento, este puede producirse por polvo en suspensión, contaminación, excrementos de animales etc. Esto en zonas de baja precipitación y de mucho polvo como es el caso de la localización del local puede suponer una pérdida de generación del 5%.

2.1.5 Performance Ratio (PR)

El Performance Ratio (PR) o también conocido como el coeficiente de rendimiento, es el valor que nos indica, independientemente del lugar de la instalación, el rendimiento de esta tras la suma de todos los elementos que provocan una pérdida de rendimiento.

Este coeficiente de rendimiento se indica en porcentaje e indica la relación entre el rendimiento real y el rendimiento nominal de la instalación fotovoltaica, de esta forma indica en proporción la energía real que generan los paneles tras descontar las pérdidas energéticas debido a:

1. Pérdidas de potencia en el cableado.
2. Pérdidas debidas a la orientación e inclinación de los paneles.
3. Pérdidas por temperatura.
4. Pérdidas por suciedad y dispersión.
5. Eficiencia energética del inversor.

Para hallar este coeficiente haremos uso de la siguiente fórmula:

$$PR = \eta \cdot [100\% - (P_{\text{OI}} + P_{\text{DIS}} + P_{\text{SUC}} + P_{\text{CAB CC}} + P_{\text{CAB CA}} + P_{\text{TEMP}})]$$

El rendimiento del inversor lo obtenemos de su ficha técnica y colocamos todos los valores que hemos calculado para obtener PR de nuestra instalación.

Mes	inv	Porientación (%)	Pdis (%)	Psuciedad (%)	Pcable CC (%)	P cable AC (%)	P temperatura (%)	PR (%)
Septiembre	0,986	8,076	2,00	2,00	0,39	0,74	8,459	77,238
octubre	0,986	8,076	2,00	2,00	0,39	0,74	8,977	76,727
noviembre	0,986	8,076	2,00	2,00	0,39	0,74	4,119	81,517
diciembre	0,986	8,076	2,00	2,00	0,39	0,74	4,390	81,251
enero	0,986	8,076	2,00	2,00	0,39	0,74	4,039	81,596
febrero	0,986	8,076	2,00	2,00	0,39	0,74	5,038	80,612
marzo	0,986	8,076	2,00	2,00	0,39	0,74	6,235	79,431
abril	0,986	8,076	2,00	2,00	0,39	0,74	8,015	77,676
mayo	0,986	8,076	2,00	2,00	0,39	0,74	8,512	77,186
junio	0,986	8,076	2,00	2,00	0,39	0,74	11,330	74,407
julio	0,986	8,076	2,00	2,00	0,39	0,74	9,972	75,746
agosto	0,986	8,076	2,00	2,00	0,39	0,74	10,399	75,325

Tabla 2.1.3. Coeficiente de rendimiento mensual

2.1.6 Radiación solar a lo largo de 1 año

En la siguiente gráfica podemos observar el valor de la irradiación solar mensual para la localización de la instalación para el año 2021-2022.

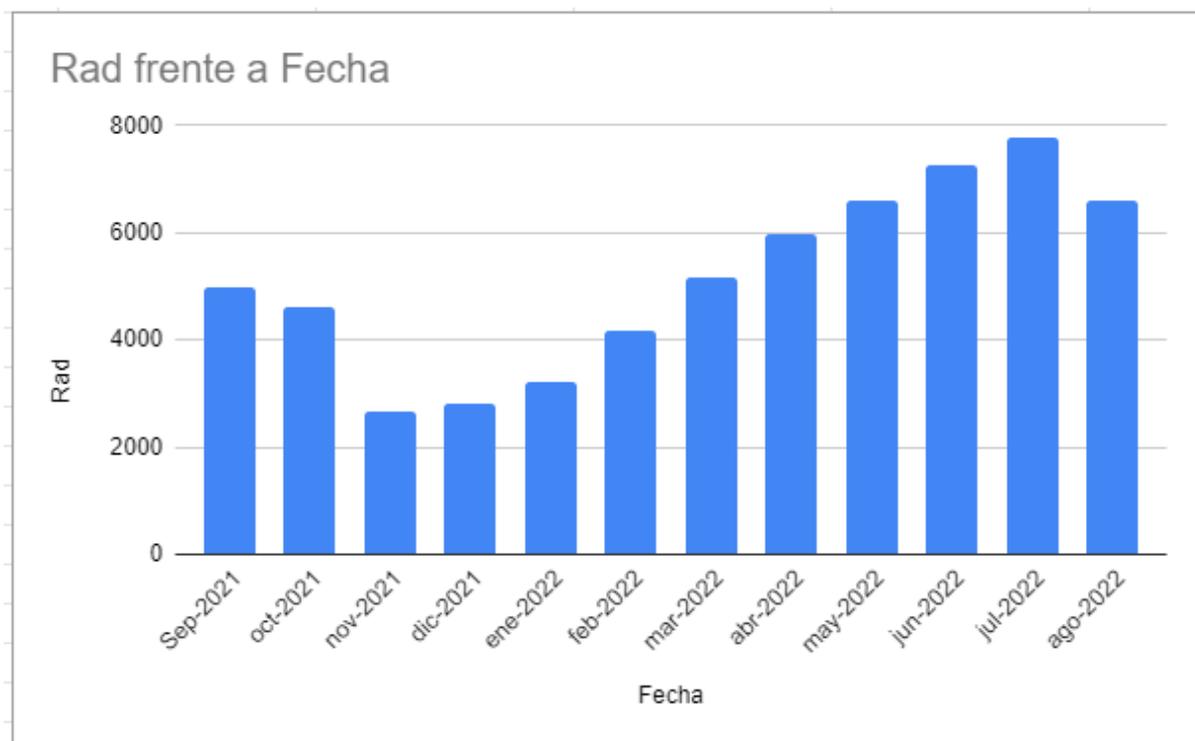


Imagen 2.1.4. Radiación mensuales

Con estos datos sacamos el valor de la horas solar pico estimada a lo largo de un día para realizar los cálculos de energía generada en un día y también en 1 mes.

2.1.7 Estimación de energía

Con los cálculos de de PR realizados y con los datos de radiación obtenidos por la red canaria de satélites a la mano del público en la página Agrocabildo, haremos uso del apartado 7.2.4 del PCT del IDAE para obtener una ecuación que estime la energía generada en nuestra instalación.

$$E_p = \frac{G_{dm}(\alpha, \beta) \cdot P_{mp} \cdot PR}{G_{cem}} \quad [kWh/día]$$

Donde

G_{DM} = Valor mensual de la irradiación diaria sobre el plano del generador $[\frac{kWh}{m^2} \cdot día]$

P_{MP} = Potencia pico del generador

PR = Performance Ratio [%]

G_{CEM} = Máxima irradiación solar en la superficie terrestre = $1 [\frac{kW}{m^2}]$

Sustituyendo en la expresión nos resulta unos valores de producción que se resumen en la siguiente tabla:

Mes	Gdm (60°,17°)	PR	E-día (kWh)	E-mensual (kWh)
Septiembre	4,98	0,77	38,96	1168,75
octubre	4,62	0,77	35,88	1076,36
noviembre	2,65	0,82	21,90	656,95
diciembre	2,80	0,81	23,03	690,97
enero	3,21	0,82	26,51	795,32
febrero	4,17	0,81	34,03	1020,85
marzo	5,15	0,79	41,39	1241,72
abril	5,96	0,78	46,89	1406,67
mayo	6,58	0,77	51,43	1542,88
junio	7,26	0,74	54,69	1640,76
julio	7,78	0,76	59,64	1789,20
agosto	6,58	0,75	50,18	1505,27

Tabla 2.1.4. Estimación de energía diaria y mensual

Universidad de La Laguna

Escuela superior de Ingeniería y Tecnología (ESIT)

Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

ANEXO II

Cálculos eléctricos y compatibilidad

Proyecto fotovoltaico para una
nave en Güímar

Autor: Cristo Mourani Mansour

Tutor: Benjamín González Díaz

2.2.1 Cálculos eléctricos	53
2.2.1.1 Calculo de intensidad por string.....	53
2.2.1.2 Cálculo de las secciones de los cables.....	54
2.2.1.2.1 Cableado de CC	55
2.2.1.2.2 Cableado de CA	56
2.2.2 Cálculo de temperatura de los conductores	57
2.2.3 Compatibilidad inversor - Módulo.....	58
2.2.3.1 Compatibilidad por tensión.....	58
2.2.3.2 Compatibilidad por intensidad.....	58

CONTENIDO DE TABLAS DEL PROYECTO

Tabla 2.2.1. tipos de cables y amperaje máximo frente a sección

2.2.1 Cálculos eléctricos

En este apartado calcularemos los valores eléctricos de la instalación a realizar para comprobar que estamos en los rangos de funcionamiento.

2.2.1.1 Calculo de intensidad por string.

En nuestra instalación vamos a presentar 2 string idénticos formado por 11 paneles en serie, por ello la intensidad que recorre los paneles es la misma, sacando el valor de la hoja de datos del panel y el máximo admisible del inversor:

$$I_{\text{panel}} = 10,92 \text{ A}$$

$$I_{\text{mpp}} = 11 \text{ A}$$

Por lo tanto queda verificado que la $I_{\text{panel}} < I_{\text{mpp}}$

La ficha técnica del inversor nos indica el valor permitido por string, como ambas cadenas son iguales entonces se cumple la condición para ambas.

2.2.1.2 Calculo de las secciones de los cables

Para el dimensionado del cableado de nuestra instalación recurriremos a la **ITC-BT 40** en el 5º apartado donde nos dice “ dice “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 debe ser superior al 1,5 %, para la corriente nominal”.

Para el cálculo lo dividiremos de la siguiente forma:

- Para el cableado CC → Caída de tensión máxima del 0.5%
- Para el cableado CA → Caída de tensión máxima del 1%

Para la elección del cableado usaremos la tabla 1 presente en la **ITC- BT 19**

			3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR						
A		Conductores aislados en tubos empotrados en paredes aislantes											
A2		Cables multiconductores en tubos empotrados en paredes aislantes	3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR						
B		Conductores aislados en tubos ²⁾ en montaje superficial o empotrados en obra				3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR			
B2		Cables multiconductores en tubos ²⁾ en montaje superficial o empotrados en obra		3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR					
C		Cables multiconductores directamente sobre la pared ¹⁾				3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR			
E		Cables multiconductores al aire libre ¹⁾ Distancia a la pared no inferior a 0.3D ⁵⁾					3x PVC	2x PVC	3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR			
F		Cables unipolares en contacto mutuo ⁴⁾ Distancia a la pared no inferior a D ⁵⁾					3x PVC			3x XLPE o EPR ¹⁾			
G		Cables unipolares separados mínimo D ⁵⁾							3x PVC ¹⁾		3x XLPE o EPR		
		mm ²	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Cobre		1,5	11	11,5	13	13,5	15	16	-	18	21	24	-
		2,5	15	16	17,5	18,5	21	22	-	25	29	33	-
		4	20	21	22	24	27	30	-	34	38	45	-
		6	25	27	30	32	36	37	-	44	49	57	-
		10	34	37	40	44	50	52	-	60	68	76	-
		16	45	49	54	59	66	70	-	80	91	105	-
		25	59	64	70	77	84	88	96	106	116	123	166
		35		77	86	96	104	110	119	131	144	154	206
		50		94	103	117	125	133	145	159	175	188	250
		70				149	160	171	188	202	224	244	321
		95				180	194	207	230	245	271	296	391
		120				208	225	240	267	284	314	348	455
		150				236	260	278	310	338	363	404	525
	185				268	297	317	354	386	415	464	601	
	240				315	350	374	419	455	490	552	711	
	300				360	404	423	484	524	565	640	821	

- 1) A partir de 25 mm² de sección.
- 2) Incluyendo canales para instalaciones -canaletas- y conductos de sección no circular.
- 3) O en bandeja no perforada.
- 4) O en bandeja perforada.
- 5) D es el diámetro del cable.

Tabla 2.2.1. tipos de cables y amperaje máximo frente a sección

2.2.1.2.1 Cableado de CC

Determinaremos la sección del cableado de la parte de continua de la siguiente forma:

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot I}{\sigma \cdot \Delta v \cdot V}$$

Donde:

- $L \rightarrow$ Longitud del cable desde los paneles hasta el inversor.
- $I \rightarrow$ intensidad (debemos sobredimensionar en un 25% por la normativa ITC-BT40).
- $\sigma \rightarrow$ Conductividad del material. Se utiliza cobre por lo que el valor es $56 \frac{mW}{mm^2}$. (sometida a temperaturas ambiente).
- $\Delta v \rightarrow$ Caída de tensión admisible.
- $V \rightarrow$ Voltaje de la línea.

$$S = \frac{2 \cdot 15 \text{ m} \cdot (10.92 \cdot 1.25) \text{ A}}{56 \frac{mW}{mm^2} \cdot 0.005 \cdot 463,43 \text{ V}} = 3,16 \text{ mm}^2$$

La sección mínima del cableado de CC obtenida por la fórmula para cumplir estas condiciones debe ser de $3,16 \text{ mm}^2$, por lo tanto escogiendo un valor normalizado este cable debe ser de: 4 mm^2 .

2.2.1.2.2 Cableado de CA

Para determinar la sección del cableado de alterna, usaremos la fórmula y buscaremos normalizar con valores de trifásica.

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi}{\sigma \cdot \Delta v \cdot V}$$

Donde:

- L → longitud del cable del inversor al cuadro general.
- I → intensidad (debemos sobredimensionar en un 25% por la normativa ITC-BT40).
- σ → Conductividad del material. Se utiliza cobre por lo que el valor es $56 \frac{mW}{mm^2}$. (sometida a temperaturas ambiente).
- Δv → Caída de tensión admisible.
- V → Voltaje de la línea.

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot 40m \cdot (14,62 \cdot 1,25)A}{56 \frac{mW}{mm^2} \cdot 0,01 \cdot 400 V} = 5,58 \text{ mm}^2$$

La sección mínima del cableado de CA obtenida por la fórmula para cumplir estas condiciones debe ser de $5,58 \text{ mm}^2$, por lo tanto escogiendo un valor normalizado este cable debe ser de: 6 mm^2 .

2.2.2 Cálculo de temperatura de los conductores

Usaremos para la corriente continua y alterna la misma fórmula para comprobar que la temperatura del conductor no supere el límite.

$$T = T_o + (T_{max} - T_o) \cdot \left(\frac{I_b}{I_z}\right)^2 \text{ (}^\circ\text{C)}$$

Donde:

- T → Temperatura estimada de trabajo.
- T_o → Temperatura del medio (25°C subterráneo, 40°C aéreos).
- T_{max} → Temperatura máxima soportada por el cable.
- I_b → Intensidad de consumo.
- I_z → Intensidad máxima admisible.

Para CC:

$$T = T_o + (T_{max} - T_o) \cdot \left(\frac{I_b}{I_z}\right)^2 \text{ (}^\circ\text{C)}$$

Para AC

$$T = T_o + (T_{max} - T_o) \cdot \left(\frac{I_b}{I_z}\right)^2 \text{ (}^\circ\text{C)}$$

2.2.3 Compatibilidad inversor - Módulo

Vamos a calcular para confirmar que los rangos de los módulos fotovoltaicos y el inversor son compatibles para el correcto funcionamiento.

2.2.3.1 Compatibilidad por tensión

El inversor tiene un rango de funcionamiento que nos marca la ficha técnica de este:

$$V_{\text{MAX}} = 1100 \text{ V}$$

$$V_{\text{MIN}} = 200 \text{ V}$$

Como nuestras strings son de 11 paneles entonces sacamos los datos de la ficha técnica de los paneles:

$$V_{\text{STRING}} = 42,13 * 11 = 463,43 \text{ V}$$

Por lo tanto comprobamos que se cumple la expresión :

$$V_{\text{min}} \leq V_{\text{string}} \leq V_{\text{max}}$$

2.2.3.2 Compatibilidad por intensidad

Comprobamos que los módulos fotovoltaicos y el inversor sean compatibles en cuanto al valor de intensidad:

$$I_{\text{MAX}} = 11\text{A}$$

$$I_{\text{STRING}} = 10,92$$

por ello se cumple que:

$$I_{\text{STRING}} < I_{\text{INVERSOR}}$$

Universidad de La Laguna

Escuela superior de Ingeniería y Tecnología (ESIT)

Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

ANEXO III

Cálculos protecciones

Proyecto fotovoltaico para una
nave en Güímar

Autor: Cristo Mourani Mansour

Tutor: Benjamín González Díaz

2.3.1 Canalizaciones	61-62
2.3.2 Protecciones.....	62
2.3.2.1 Sobretensiones.....	62
2.3.2.2 Protección de intensidad.....	62
2.3.2.2.1 Protección CC.....	62-63
2.3.2.2.2 Protección AC	64-65
2.3.3 Contador.....	65

CONTENIDO DE TABLAS DEL PROYECTO

Tabla 2.3.1. Características mínimas del cable

Tabla 2.3.2. diámetros de tubos mínimos para las secciones de cables

Tabla 2.3.3. Diámetro del tubo para los tramos necesarios

Tabla 2.3.4. Relación entre la intensidad nominal y el funcionamiento

2.3.1 Canalizaciones

Para el dimensionamiento de las canalizaciones de la instalación haremos uso de la ITC-BT-21.

Las características mínimas serán las establecidas en la siguiente tabla del reglamento.

Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión	4	Fuerte
Resistencia al impacto	3	Media
Temperatura mínima de instalación y servicio	2	-5°C
Temperatura máxima de instalación y servicio	1	+60°C
Resistencia al curvado	1-2	Rígido/curvable
Propiedades eléctricas	1-2	Continuidad eléctrica/aislante
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Contra objetos $D \geq 1$ mm
Resistencia a la penetración del agua	2	Contra gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15°
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos	2	Protección interior y exterior media
Resistencia a la tracción	0	No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

Tabla 2.3.1. Características mínimas del cable

En cuanto al diámetro exterior mínimo de los tubos, se realiza en función del número y la sección de los conductores o cables a conducir.

Sección nominal de los conductores unipolares (mm ²)	Diámetro exterior de los tubos (mm)				
	Número de conductores				
	1	2	3	4	5
1,5	12	12	16	16	16
2,5	12	12	16	16	20
4	12	16	20	20	20
6	12	16	20	20	25
10	16	20	25	32	32
16	16	25	32	32	32
25	20	32	32	40	40
35	25	32	40	40	50
50	25	40	50	50	50
70	32	40	50	63	63
95	32	50	63	63	75
120	40	50	63	75	75
150	40	63	75	75	--
185	50	63	75	--	--
240	50	75	--	--	--

Tabla 2.3.2. diámetros de tubos mínimos para las secciones de cables

Por lo tanto las canalizaciones para nuestra instalación quedarían como se indica en la siguiente tabla:

	Sección del conductor (mm ²)	número de conductores	Diametro exterior de los tubos (mm)
STRING 1	4,00	3	20
STRING 2	4,00	3	20
INVERSOR-CGBT	6,00	5	25

Tabla 2.3.3. Diámetro del tubo para los tramos necesarios

2.3.2 Protecciones

Las protecciones son elementos pasivos que garantizan la seguridad de nuestro sistema, estos se dividirán para la parte de corriente continua y para la parte de corriente alterna.

2.3.2.1 Sobretensiones

El inversor instalado presenta ya una protección tanto a la entrada como a las salidas de este, pero incluiremos un extra de protección por seguridad.

- Para el tramo corriente alterna
- Para el tramo de corriente continua

2.3.2.2 Protección de intensidad

2.3.2.2.1 Protección CC

Las protecciones para la parte de corriente continua se colocará entre los paneles y el inversor, será un fusible que deberá cumplir unas condiciones según la ITC-BT 22.

1ª Condición

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

Esta expresión contempla que la intensidad de producción de los paneles (I_b) debe ser menor a la intensidad nominal que soporta el fusible (I_n) y de la intensidad máxima del fusible (I_z).

$$10,92 \leq 11 \leq I_z$$

2ª Condición:

mediante la tabla hacemos relación entre la intensidad nominal y de funcionamiento obteniendo que:

I_n (A)	Tiempo convencional (h)	I_r Corriente convencional de fusión
$I_n \leq 4$	1	$2,1 I_n$
$4 < I_n \leq 16$	1	$1,9 I_n$
$16 < I_n \leq 63$	1	$1,6 I_n$
$63 < I_n \leq 160$	2	$1,6 I_n$
$160 < I_n \leq 400$	3	$1,6 I_n$
$400 < I_n$	4	$1,6 I_n$

Tabla 2.3.4. Relación entre la intensidad nominal y el funcionamiento

$$I_f \leq 1,45 \cdot I_z$$

Como nuestra intensidad nominal está entre el rango de $4 < I_n < 16$ entonces:

$$I_f \leq 1,9 \cdot I_n$$

Tomando el valor de corriente nominal de fusible $I_n = 16A$, por lo tanto.

$$I_f = 1,9 \cdot 16 = 30,4 A$$

Teniendo también que el valor de $I_f \leq 1,45 \cdot I_z$, siendo $I_z = 38A$ tenemos que:

$$I_f = 1,45 \cdot 38 A = 55,1A$$

Cumpliendo así que $30,4 < 46$ ajustando al valor de la protección.

2.3.2.2.2 Protección AC

Para proteger el tramo entre el inversor y la conexión a red utilizaremos un interruptor magnetotérmico y un diferencial. Como la intensidad máxima que puede proporcionar el inversor es de 16,1A entonces:

$$I_{\text{MAX INVERSOR}} < I_{\text{MAGNETOTÉRMICO}} < I_{\text{CONDUCTOR}}$$

Sustituyendo valores tenemos:

$$16,1\text{A} < 25\text{ A} < 34\text{ A}$$

Por otro lado, debemos instalar un interruptor diferencial, para ello, haciendo uso de la ITC- BT 17 “El interruptor general automático de corte omnipolar tendrá poder de corte suficiente para la intensidad de cortocircuito que pueda producirse en el punto de su instalación, de 4.500 A como mínimo”.

$$P_{\text{corte}} \geq I_{\text{cc}}$$

Donde:

$$I_{\text{cc}} = 0,8 * \frac{V}{R}$$

- V → Tensión de la línea trifásica
- R → resistencia del cable
- I_{cc} → Intensidad de cortocircuito

Donde :

$$R = \rho \cdot \frac{L}{S}$$

- ρ → Resistividad del cobre ($0,0171 \frac{\Omega \text{ mm}^2}{\text{m}}$)
- L → Longitud del cableado (m)
- S → Sección de cableado (mm²)

Resultando:

$$R = 0,0171 \cdot \frac{35}{4} = 0,1496 \Omega$$

$$I_{\text{cc}} = 0,8 \cdot \frac{400}{0,1496} = 2,139 \text{ kA}$$

Por lo tanto nuestra instalación tendrá que tener un magnetotérmico trifásico de 25A que soporte un poder de corte de 4.5 kA que es la mínima marcada por la ITC-BT-17 para 400V.

El diferencial que usaremos posee un valor nominal de 40A con una sensibilidad de 30mA.

2.3.3 Contador

Nuestra instalación está pensada para producir excedentes que compensen las horas de falta solar, por ello debemos de instalar un contador bidireccional que sus características sean:

- Voltaje trifásico
- de potencia superior a 10kW

Universidad de La Laguna

Escuela superior de Ingeniería y Tecnología (ESIT)

Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

ANEXO IV

Cálculos puesta a tierra

Proyecto fotovoltaico para una
nave en Güímar

Autor: Cristo Mourani Mansour

Tutor: Benjamín González Díaz

2.4.1 Cálculos de puesta a tierra68-70

CONTENIDO DE IMÁGENES DEL PROYECTO

Imagen 2.4.1. Ejemplo toma a tierra

CONTENIDO DE TABLAS DEL PROYECTO

Tabla 2.4.1. Tipos de toma a tierra

2.4.1 Cálculos de la puesta a tierra en CC

Por seguridad de los equipos y los usuarios, haremos uso de la ITC-BT 18, la cual os ofrece cálculos para el dimensionado de picas a tierra para realizar la derivación y protegerse frente a acontecimientos climatológicos o diferencias de potencial de la instalación potencialmente perjudiciales para el usuario.

Además, siguiendo la ITC- BT 40, en el Punto 8.2.1, “La red de tierras de la instalación conectada a la generación será independiente de cualquier otra red de tierras.”

Tipo de electrodo		Dimensión mínima
Picas	<i>barras</i>	$\varnothing \geq 14,2 \text{ mm}$ (acero-cobre 250 μ) $\varnothing \geq 20 \text{ mm}$ (acero galvanizado 78 μ)
	<i>perfiles</i>	Espesor $\geq 5 \text{ mm}$ y Sección $\geq 350 \text{ mm}^2$
	<i>tubos</i>	$\varnothing_{\text{ext}} \geq 30 \text{ mm}$ y Espesor $\geq 3 \text{ mm}$
Placas	<i>rectangular</i>	1 m x 0,5 m Espesor $\geq 2 \text{ mm}$ (cobre); Espesor $\geq 3 \text{ mm}$ (acero galvanizado 78 μ)
	<i>cuadrada</i>	1 m x 1 m Espesor $\geq 2 \text{ mm}$ (cobre); Espesor $\geq 3 \text{ mm}$ (acero galvanizado 78 μ)
Conductor desnudo		35 mm ² (cobre)

Tabla 2.4.1. tipos de toma a tierra

en nuestro caso usaremos una barra de:

- 1,5 metros de longitud
- 14,2 mm de diámetro

Para el cálculo de la resistencia necesitaremos la resistencia de la pica y del conductor enterrado.

$$\frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_c} + \frac{1}{R_p}$$

Donde:

R_t → Resistencia total (Por normativa 25 Ω)

R_c → Resistencia conductor enterrado

R_p → Resistencia de las picas

Como nuestra instalación será en un “Terrenos cultivables y fértiles, terraplenes compactos y húmedos” el valor medio de la resistividad será de 50Ω .

Usaremos una pica vertical para nuestra instalación por lo tanto la resistencia de la pica será:

$$R_c = \frac{\rho}{L} = \frac{50}{1,5} = 33,33 \Omega$$

Despejamos:

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_t} - \frac{1}{R_c} = \frac{1}{25} - \frac{1}{33,33} = 0,01 \Omega^{-1}$$

Por lo tanto $R_p = 100 \Omega$

Sabiendo esto calcularemos el número de picas necesarias:

$$R_p = \frac{\rho}{n \cdot L_{pica}}$$

$$n = \frac{\rho}{R_p \cdot L_{pica}} = \frac{50}{100 \cdot 1,5} = 0,33 = 1 \text{ pica}$$

Por lo tanto necesitaremos instalar 1 pica adicional al ya presente en la instalación de longitud 1,5 de forma vertical para nuestra instalación generadora, la conectaremos en paralelo a las ya presentes de la instalación.

Componentes del sistema de puesta tierra

El sistema de electrodo de puesta a tierra comprende:

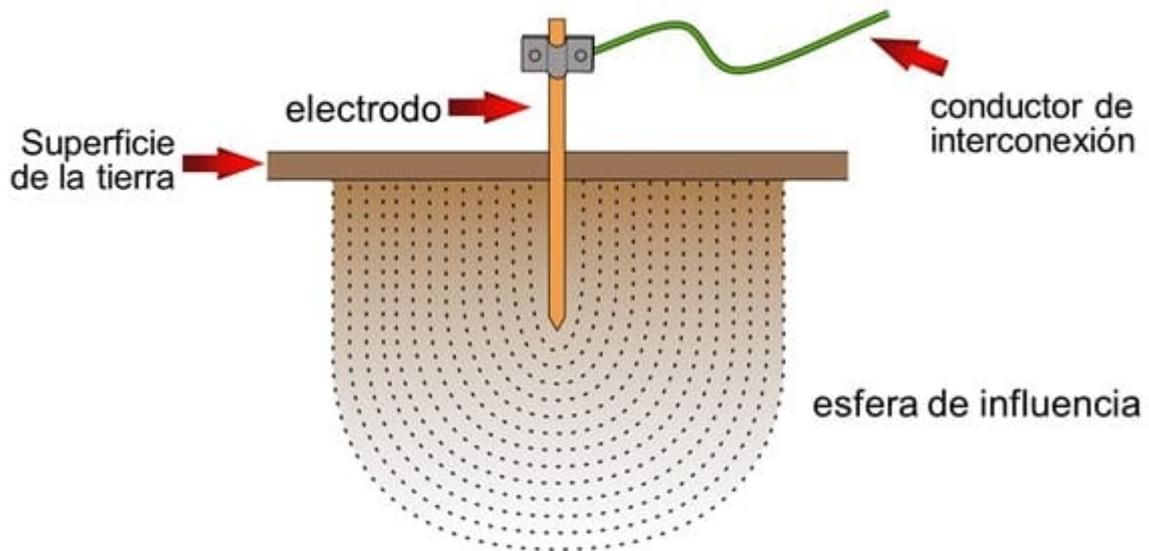


Imagen 2.4.1. Ejemplo toma a tierra

Universidad de La Laguna

Escuela superior de Ingeniería y Tecnología (ESIT)

Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

ANEXO V

Plan de mantenimiento

Proyecto fotovoltaico para una
nave en Güímar

Autor: Cristo Mourani Mansour

Tutor: Benjamín González Díaz

2.5. Mantenimiento de la instalación.....	73
2.5.1 Introducción.....	73-74
2.5.2 Objeto.....	74
2.5.3 Mantenimiento Preventivo.....	75
2.5.3.1 Módulos fotovoltaicos.....	75
2.5.3.2 Inversores.....	76
2.5.3.3 Estructura de apoyo.....	76
2.5.3.4 Cableados.....	77
2.5.3.5 Cuadros y protecciones eléctricas.....	77
2.5.4 Mantenimiento correctivo.....	78
2.5.5 Aspectos de seguridad.....	79
2.5.5.1 Seguridad módulos fotovoltaicos.....	80
2.5.5.2 Seguridad inversor.....	80
2.5.5.3 Seguridad en la estructura de soporte.....	80
2.5.5.4 Seguridad en el cableado.....	81
2.5.5.5 Cuadros y protecciones eléctricas.....	81

CONTENIDO DE IMÁGENES DEL PROYECTO

Imagen 2.5.1. Tipos de mantenimiento

Imagen 2.5.2. Señal de peligro riesgo eléctrico

2.5 Mantenimiento de la instalación

2.5.1 Introducción

Los elementos de la instalación presentan medidas que permiten el menor deterioro posible de estos, pero eso no implica que, al estar expuestos a diversas consecuencias meteorológicas como es la lluvia, la calima, el viento, pueden provocar un mal funcionamiento de la instalación e incluso perjudicarla si no se realiza el correcto mantenimiento. Por ellos los mantenimientos más importantes son:

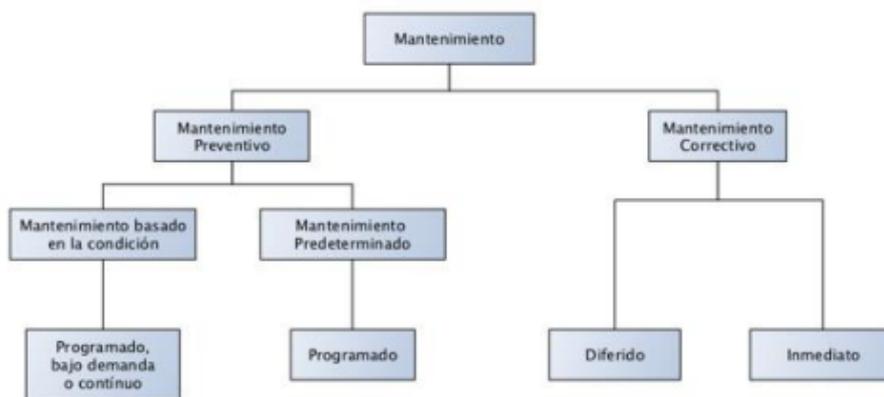


Imagen 2.5.1. Tipos de mantenimiento

Mantenimiento correctivo: se realiza después del reconocimiento de una avería y que está destinado a poner a un elemento en un estado en que pueda realizar una función requerida.

En el existen dos tipos:

- Correctivo diferido: Se trata de una avería que no requiere urgencia y se puede realizar posteriormente.
- Correctivo Inmediato: Se trata de una avería que requiere urgencia y se debe reparar lo antes posible.

Mantenimiento preventivo: se realiza para mantener el sistema sin averías y que funcione todo correctamente.

En el existen dos tipos:

- Mantenimiento basado en la condición: Se trata de tareas que persiguen conocer e informar permanentemente el estado y operatividad de las instalaciones mediante el conocimiento de determinadas variables representativas del estado y operatividad.

-
- Mantenimiento predeterminado o programado: En este tipo de mantenimiento se realizan un conjunto de tareas programado en el tiempo que se realizan sin importar cuál es el estado del equipo, además, se realizará labores de medición y pruebas que nos servirán para decidir si es necesario realizar otras tareas de mayor importancia.

2.5.2 Objeto

El objetivo del plan de mantenimiento es realizar una serie de medidas con la finalidad de mantener, prevenir y corregir la instalación para su buen funcionamiento y conllevando así un impacto económico en la actividad.

El plan de mantenimiento, que se desarrolla más adelante, está compuesto por 2 tipos:

- Plan de mantenimiento correctivo
- Plan de mantenimiento preventivo

2.5.3 Mantenimiento Preventivo

2.5.3.1 Módulos fotovoltaicos

MENSUAL:

- Comprobación del estado de los módulos: detección de módulos dañados y situación respecto al proyecto original.
- Verificación del estado de las conexiones. Revisión de los anclajes sobre la estructura de apoyo.
- Limpieza de los módulos fotovoltaicos con agua, productos no abrasivos, y los medios mecánicos necesarios para eliminar aquellos residuos que pudieran afectar al óptimo funcionamiento de los mismos, especialmente los que puedan dar lugar a puntos calientes.
- Comprobación de la estanqueidad, tanto del vidrio como de las cajas de conexión.
- Comprobación de la posible interferencia de sombras en la planta fotovoltaica, debido al crecimiento de arbustos, árboles, colocación de infraestructuras o maquinaria en la zona de la instalación, etc.

SEMESTRAL:

- Verificación de la solidez estructural del mismo.
- Comprobación de la solidez del marco y de los puntos de sujeción del marco a la estructura, realizando reaprietes de los mismos de forma periódica.
- Comprobación de la potencia instalada y de las características eléctricas del generador (V_{oc} , I_{sc} , V_{max} , I_{max} etc.) en operación.

No se recomienda la limpieza de los módulos en las horas de máximas producción por las siguientes causas:

- a. Pérdidas en la producción de energía.
- b. Contraste de temperaturas entre el agua y el de la superficie pudiendo agrietar el vidrio del panel solar.

2.5.3.2 Inversores

MENSUAL:

- Comprobación del estado del inversor: funcionamiento, lámparas de señalizaciones, alarmas, etcétera, y sus características eléctricas (V_{in} , I_{in} , I_{out} , V_{red} , rendimiento...)
- Comprobación de las protecciones eléctricas (fallo de aislamiento, etc.) así como de sus tiempos de actuación.
- Comprobación de la presencia de roedores.

SEMESTRAL:

- Pruebas de arranque y parada en distintos instantes de funcionamiento.

2.5.3.3 Estructura de apoyo:

ANUAL:

- Revisión general de la estructura, tornillería, existencia de oxidaciones o corrosiones y verificación de su anclaje.
- Realizar reapriete de la estructura Búsqueda y saneamiento de posibles puntos de entrada de oxidación.
- Limpieza de la estructura, posibles puntos de acumulación de papeles, hojas, plásticos, etc.
- Comprobación del conexionado a tierra de la estructura.
- Comprobación, en su caso, de la impermeabilidad de la cubierta o de la superficie donde se sustenta la estructura de la fotovoltaica.

2.5.3.4 Cableados:

ANUAL

- Comprobación del estado mecánico de cables y terminales (incluyendo cables de tomas de tierra y reapriete de bornas), pletinas, transformadores, ventiladores/extractores, uniones, limpieza, etc.
- Reapriete de conexiones en caso necesario.
- Reapriete de tornillería y fijaciones en caso necesario.

SEMESTRAL

- Comprobación de la conexión a tierra y medida de la misma.
- Comprobación de los elementos de protección: estado de conexiones y pruebas de funcionamiento.
- Comprobación de las medidas de los parámetros eléctricos, tensiones e intensidades, descubriendo posibles fallos o desviaciones que hagan posible la detección de futuros problemas y de esta forma proceder a la corrección de las causas de los mismos antes de que estos se muestren.

2.5.3.5 Cuadros y protecciones eléctricas

MENSUAL

- Inspección visual de la instalación.

SEMESTRAL

- Reapriete de conexiones en caso necesario.
- Disparo diferencial.
- Limpieza de cuadros.
- Comprobación de la continuidad de los fusibles.
- Comprobación de la estanqueidad.
- Toma de temperatura.

2.5.4 Mantenimiento correctivo

Se entiende como plan de mantenimiento correctivo todas las operaciones de reparación o sustitución necesaria para que el sistema funcione correctamente, el plan incluye:

- Visita para identificar cualquier avería que deberá cumplir con los plazos de:
 - En el plazo máximo de 48 horas por avería que afecte al funcionamiento (72 horas en caso de viernes o festivo).
 - En el plazo máximo de 72 horas si la avería no afecta al funcionamiento (96 horas en caso de viernes o festivo).
- En la visita de identificación de la avería, los técnicos desplazados a la instalación irán dotados del material necesario para identificar convenientemente y por completo la avería. En caso de que las actuaciones necesarias sean de pequeño mantenimiento, se realizarán en ese momento las reparaciones o actuaciones necesarias.

2.5.5 Aspectos de seguridad

La seguridad es el elemento más importante a la hora de realizar tanto una instalación como un mantenimiento de los equipos.

Por ello en este apartado estableceremos una serie de medidas para la operación con seguridad de cada elemento, podemos identificar 3 tipos de seguridad:

- Seguridad en la instalación.
- Seguridad en el mantenimiento.
- Seguridad durante el funcionamiento.

Cualquier labor debe realizarse con una serie de medidas de seguridad para evitar el daño del operario como el del material.

Precaución: Los trabajos en los sistemas fotovoltaicos, como la instalación, puesta en marcha, mantenimiento y posibles reparaciones, debe realizarlos sólo por personal cualificado con títulos profesionales de esta área de conocimiento. Hay que seguir las instrucciones de seguridad para todos los componentes del sistema.

Una manipulación o instalación incorrecta del equipo puede ocasionar daños, tanto para operarios como materiales. En concreto la manipulación de elementos bajo tensión puede producir lesiones leves o graves por electrocución al operario que lo está manipulando en ese momento. Una instalación defectuosa o mantenimiento incorrecto puede ocasionar posibles riesgos de incendio.



Imagen 2.5.2. Señal de peligro riesgo eléctrico

2.5.5.1 Seguridad módulos fotovoltaicos

- Leer las instrucciones de limpieza de los módulos proporcionada por el fabricante.
- Revisar que ningún módulo esté roto ya que no se debe aplicar agua sobre los módulos defectuosos.
- Verificar la temperatura de los módulos antes de realizar la limpieza, ya que la diferencia de temperatura podría ocasionar agrietamiento en el vidrio de los paneles.
- No utilizar agua a presión.
- Equipo de protección personal para evitar accidentes.
- Usar adecuadamente la línea de vida debido a la altura de trabajo.
- Señalizar la zona de trabajo para evitar riesgos.
- Verificar el funcionamiento normal después de realizar la actividad de mantenimiento.

2.5.5.2 Seguridad inversor

Debemos tener especial precaución en el mantenimiento del inversor para evitar daños al equipo y a los operarios.

Por ello, antes de trabajar con el inversor debemos desconectarlo de la tensión de:

- Tensión del generador fotovoltaico.
- Otras tensiones externas auxiliares.
- Asegurarse que no haya conexiones accidentales.
- Verificar que no haya tensión en los demás componentes.
- Respetar las etiquetas de seguridad que coloca el fabricante del equipo.
- Personal de mantenimiento con experiencia.
- Uso debido de los EPI.
- Verificar el correcto funcionamiento posterior a la actividad de mantenimiento.

2.5.5.3 Seguridad en la estructura de soporte

- Personal de mantenimiento con experiencia.
- Uso correcto de los EPI además de la línea de vida por las alturas.

2.5.5.4 Seguridad en el cableado

- Personal de mantenimiento cualificado.
- Uso correcto de los EPI frente a riesgos eléctricos.
- si se va a realizar algún cambio de cable verificar su correcto funcionamiento a posterior.

2.5.5.5 Cuadros y protecciones eléctricas

- Personal de mantenimiento cualificado.
- Uso correcto de los EPI.
- si se va a realizar algún cambio de cable verificar su correcto funcionamiento a posterior.
- Cortar correctamente aguas arriba para trabajar en los cuadros.

Universidad de La Laguna

Escuela superior de Ingeniería y Tecnología (ESIT)

Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

ANEXO VI

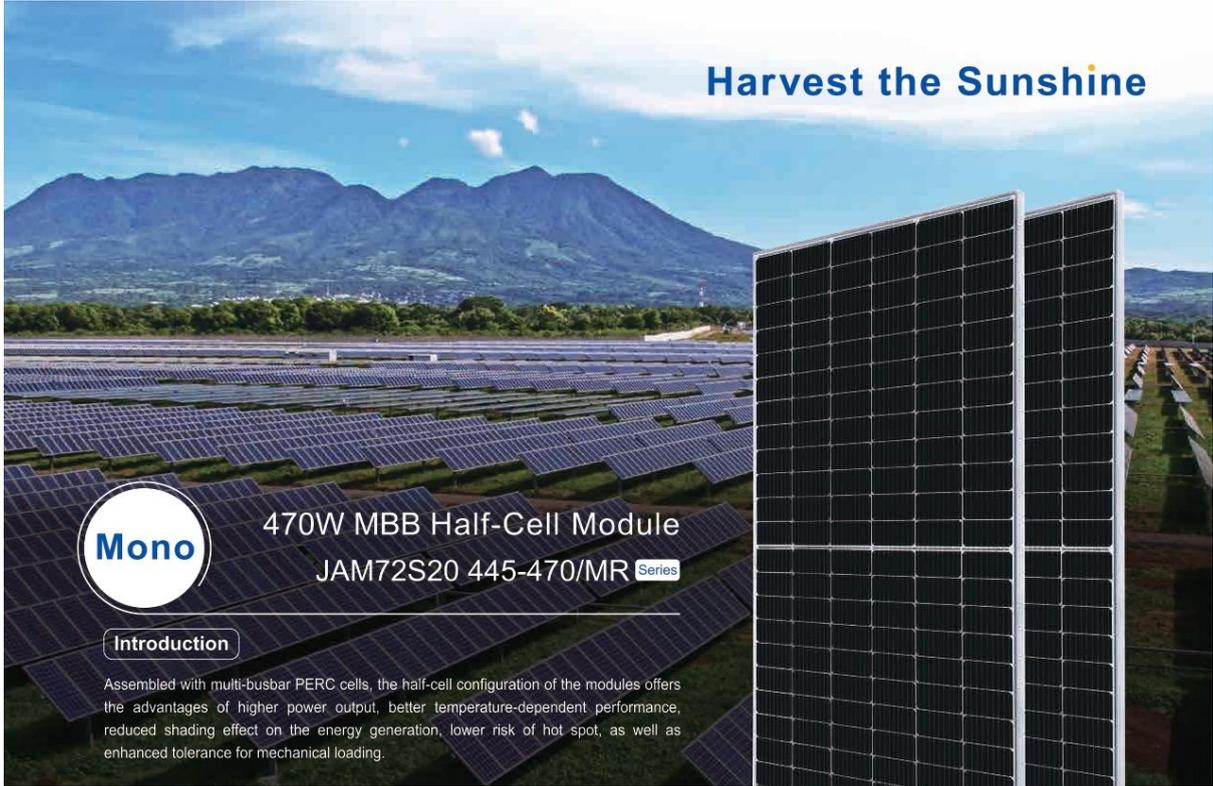
Catálogos

Proyecto fotovoltaico para una nave en Güímar

Autor: Cristo Mourani Mansour

Tutor: Benjamín González Díaz

2.6.1 Ficha técnica módulo ja-solar 460W.....	84-85
2.6.2 Ficha técnica inversor de red trifásico huawei sun 2000 10Kw.....	86-87
2.6.3 Ficha técnica soporte coplanar continuo fijación a correas.....	88-91
2.6.4 Ficha técnica Interruptor magnetotérmico acti9, iK60N, 3P+N, Curva C 6000A ..	92-94
2.6.5 Ficha técnica interruptor diferencial; Acti9 iID; 4P; 40A; 30mA AC.....	95-97
2.6.5 Fusible CC de 16A.....	98-100
2.6.6 Ficha técnica cable PRYSUN H1Z2Z2-K.....	101-102



Introduction

Assembled with multi-busbar PERC cells, the half-cell configuration of the modules offers the advantages of higher power output, better temperature-dependent performance, reduced shading effect on the energy generation, lower risk of hot spot, as well as enhanced tolerance for mechanical loading.



Higher output power



Lower LCOE



Less shading and lower resistive loss

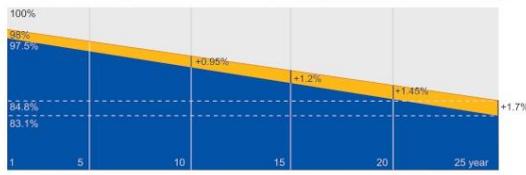


Better mechanical loading tolerance

Superior Warranty

- 12-year product warranty
- 25-year linear power output warranty

0.55% Annual Degradation
Over 25 years



■ New linear power warranty ■ Standard module linear power warranty

Comprehensive Certificates

- IEC 61215, IEC 61730, UL 61215, UL 61730
- ISO 9001: 2015 Quality management systems
- ISO 14001: 2015 Environmental management systems
- ISO 45001:2018 Occupational health and safety management systems
- IEC TS 62941: 2016 Terrestrial photovoltaic (PV) modules – Guidelines for increased confidence in PV module design qualification and type approval



JA SOLAR

www.jasolar.com

Specifications subject to technical changes and tests.
JA Solar reserves the right of final interpretation.



Smart Energy Controller



Active Safety

AI Powered
Active Arcing Protection



Higher Yields

Up to 30% More Energy
with Optimizer ¹



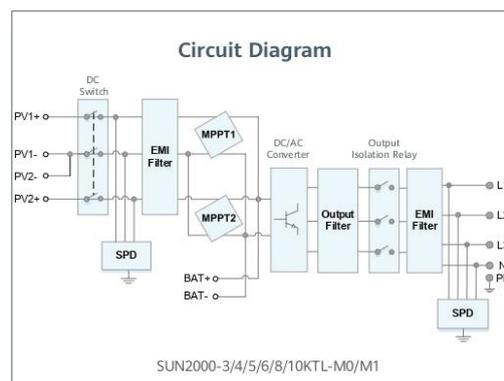
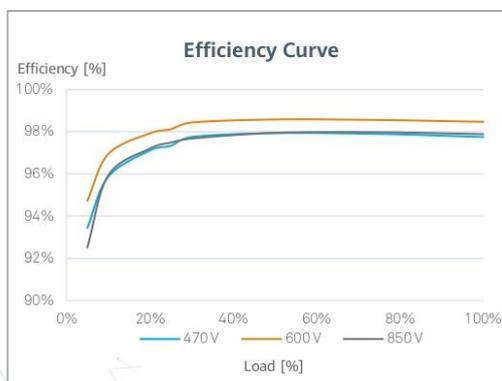
Battery Ready

Plug & Play battery interface ²



Flexible Communication

WLAN, Fast Ethernet, 4G
Communication Supported



^{*1} Only applicable to SUN2000-3/4/5/6/8/10KTL-M1 smart energy center.
^{*2} SUN2000-3/4/5/6/8/10KTL-M0 will be compatible with HUAWEI smart string ESS in Q1, 2021

SUN2000-3/4/5/6/8/10KTL-M1
Technical Specification

Technical Specification	SUN2000 -3KTL-M1	SUN2000 -4KTL-M1	SUN2000 -5KTL-M1	SUN2000 -6KTL-M1	SUN2000 -8KTL-M1	SUN2000 -10KTL-M1
Efficiency						
Max. efficiency	98.2%	98.3%	98.4%	98.6%	98.6%	98.6%
European weighted efficiency	96.7%	97.1%	97.5%	97.7%	98.0%	98.1%
Input (PV)						
Recommended max. PV power ¹	4,500 Wp	6,000 Wp	7,500 Wp	9,000 Wp	12,000 Wp	15,000 Wp
Max. input voltage ²				1,100 V		
Operating voltage range ³				140 V ~ 980 V		
Start-up voltage				200 V		
Rated input voltage				600 V		
Max. input current per MPPT				11 A		
Max. short-circuit current				15 A		
Number of MPP trackers				2		
Max. input number per MPP tracker				1		
Input (DC Battery)						
Compatible Battery	HUAWEI Smart String ESS 5kWh – 30kWh					
Operating voltage range	600 V ~ 980 V					
Max operating current	16 A					
Max charge Power	10,000 W					
Max discharge Power	3,300 W	4,400 W	5,500 W	6,600 W	8,800 W	10,000 W
Output (On Grid)						
Grid connection	Three-phase					
Rated output power	3,000 W	4,000 W	5,000 W	6,000 W	8,000 W	10,000 W
Max. apparent power	3,300 VA	4,400 VA	5,500 VA	6,600 VA	8,800 VA	11,000 VA ⁴
Rated output voltage	220 Vac / 380 Vac, 230 Vac / 400 Vac, 3W / N+PE					
Rated AC grid frequency	50 Hz / 60 Hz					
Max. output current	5.1 A	6.8 A	8.5 A	10.1 A	13.5 A	16.9 A
Adjustable power factor	0.8 leading ... 0.8 lagging					
Max. total harmonic distortion	≤ 3 %					
Output (Backup Power via Backup Box-B1)						
Maximum apparent power	3,300 VA					
Rated output voltage	220 V / 230 V					
Maximum output current	15 A					
Power factor range	0.8 leading ... 0.8 lagging					
Features & Protections						
Input-side disconnection device	Yes					
Anti-islanding protection	Yes					
DC reverse polarity protection	Yes					
Insulation monitoring	Yes					
DC surge protection	Yes, compatible with TYPE II protection class according to EN/IEC 61643-11					
AC surge protection	Yes, compatible with TYPE II protection class according to EN/IEC 61643-11					
Residual current monitoring	Yes					
AC overcurrent protection	Yes					
AC short-circuit protection	Yes					
AC overvoltage protection	Yes					
Arc fault protection	Yes					
Ripple receiver control	Yes					
Integrated PID recovery ⁵	Yes					
Battery reverse charging from grid	Yes					
General Data						
Operating temperature range	-25 ~ + 60 °C (-13 °F ~ 140 °F)					
Relative operating humidity	0 %RH ~ 100 %RH					
Operating altitude	0 ~ 4,000 m (13,123 ft.) (Derating above 2000 m)					
Cooling	Natural convection					
Display	LED Indicators; Integrated WLAN + FusionSolar App					
Communication	RS485; WLAN/Ethernet via Smart Dongle-WLAN-FE; 4G / 3G / 2G via Smart Dongle-4G (Optional)					
Weight (incl. mounting bracket)	17 kg (37.5 lb)					
Dimension (incl. mounting bracket)	525 x 470 x 146.5 mm (20.7 x 18.5 x 5.8 inch)					
Degree of protection	IP65					
Nighttime Power Consumption	< 5.5 W ⁶					
Optimizer Compatibility						
DC MBUS compatible optimizer	SUN2000-450W-P					
Standard Compliance (more available upon request)						
Certificate	EN/IEC 62109-1, EN/IEC 62109-2, IEC 62116					
Grid connection standards	G98, G99, EN 50438, CEI 0-21, VDE-AR-N-4105, AS 4777, C10/11, ABNT, UTE C15-712, RD 1699, TOR D4, NRS 097-2-1, IEC61727, IEC62116, DEWA					

¹ Inverter max input PV power is 20,000 Wp when long strings are designed and fully connected with SUN2000-450W-P power optimizers.

² The maximum input voltage is the upper limit of the DC voltage. Any higher input DC voltage would probably damage inverter.

³ Any DC input voltage beyond the operating voltage range may result in inverter improper operating.

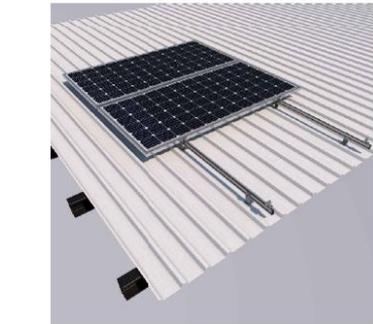
⁴ C10 / 11: 10,000 VA

⁵ SUN2000-3-10KTL-M1 raises potential between PV- and ground to above zero through integrated PID recovery function to recover module degradation from PID. Supported module types include: P-type (mono, poly).

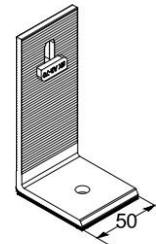
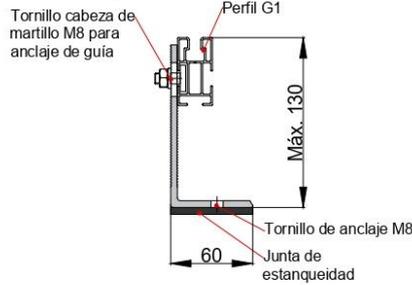
⁶ <10W when PID recovery function is activated.

Version No.:04-(20201006)

SOLAR.HUAWEI.COM/EU/



Nota: Comprobar el nº de correas



Reservado el derecho a efectuar modificaciones. Las ilustraciones de productos son a modo de ejemplo y pueden diferir del original.

- Soporte coplanar para anclaje a correas metálicas
- Valido para de cubiertas metálicas
- La fijación incluye junta de estanqueidad
- Disposición de los módulos: Vertical.
- Valido para espesores de módulos de 30 hasta 45 mm
- No recomendado para viguetas de hormigón pretensado.
- Kits disponibles de 1 a 6 módulos.

Viento: Hasta 150 Km/h (Ver documento de velocidades del viento)
Materiales: Perfilera de aluminio EN AW 6005A T6
Tornillería de acero inoxidable A2-70
Comprobar el buen estado y la capacidad portante de la cubierta antes de cualquier instalación.
Comprobar la impermeabilidad de la fijación una vez colocada.

Dos opciones:

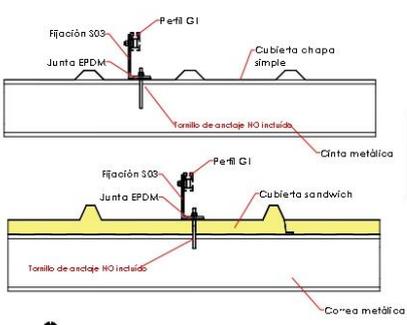
Para módulos de hasta 2279x1150 - **Sistema Kit**
2279x1150 (Ver página 2)

Para módulos de hasta 2400x1350 - **Sistema PS**
2400x1350 (Ver página 3)

Carga de nieve: 40 kg/m²

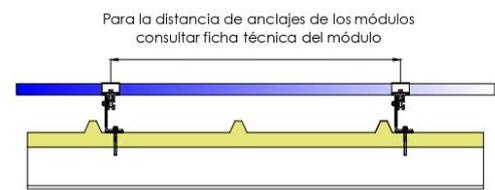


*Para anclaje, se recomienda usar un tornillo con arandela de sellado



Par de apriete:

Tornillo Presor	7 Nm
Tornillo M8 Hexagonal	20 Nm
Tornillo M10 Hexagonal	40 Nm
Tornillo M4, 2/4,8 Hexagonal	6 Nm



Perfiles perpendiculares a la cumbra

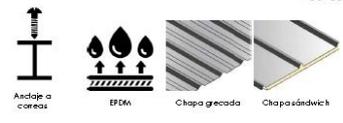
Herramientas necesarias:



Seguridad:



100% Reciclabre
Marcado ES19/86524 CE



R1-01/21

Ficha técnica - Sistema KIT

Para módulos de hasta 1150

Página 2

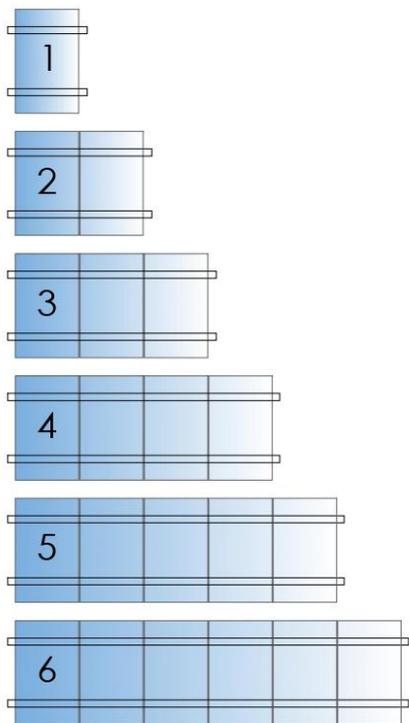


Para módulos de hasta 2279x1150 - Sistema KIT

2279x1150

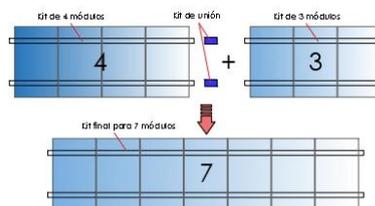


Kits disponibles:

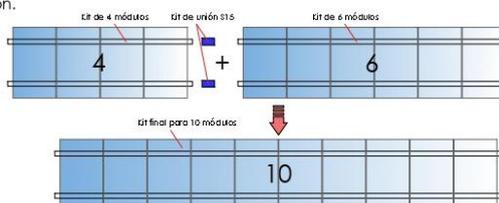


EJEMPLOS DE CONFIGURACIÓN

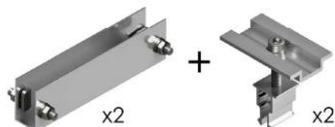
Para realizar una fila de 7 módulos se realizaría con 1 Kit de 4 + 1 Kit de 3 + 1 Kit de unión



Para realizar una fila de 10 módulos se realizaría con 1 kit de 4 + 1 Kit de 6 + 1 Kit de unión.



S15 Kit de unión



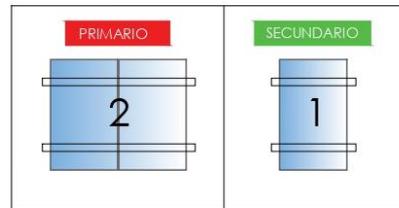
* Por dilataciones se recomienda no exceder de más de 20 metros por fila

Reservado el derecho a efectuar modificaciones. Las ilustraciones de productos son a modo de ejemplo y pueden diferir del original.

Marcado ES19/86524 CE



Kits disponibles:



Sistema modular para instalaciones con módulos de gran formato de hasta 2400x1350.

El sistema consta de **1 kit primario** y X número de **kit secundario**

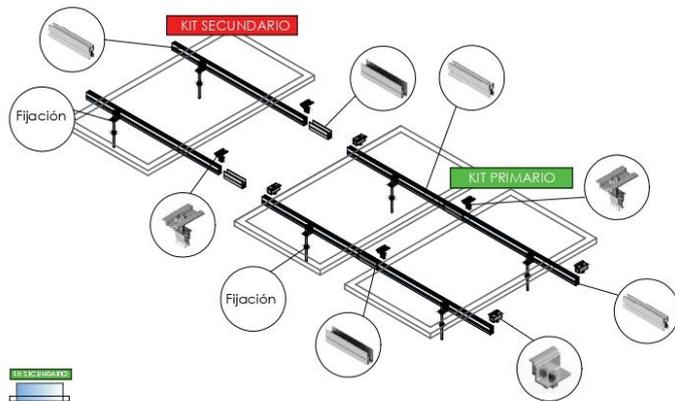
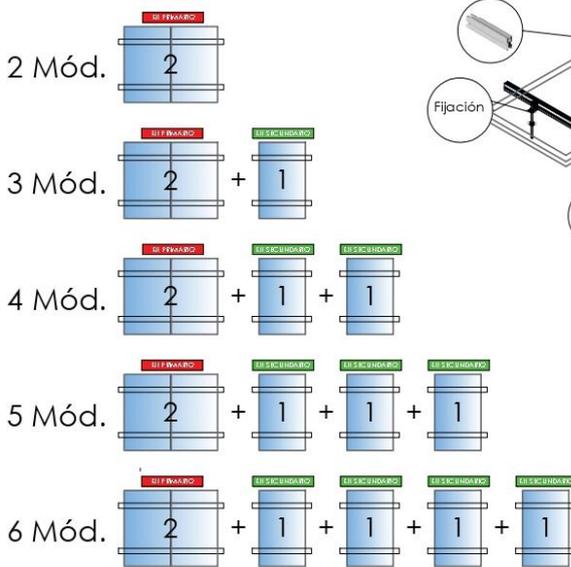
El Kit primario es un Kit para 2 módulos.

El Kit secundario es un producto complementario de 1 módulo para unirse al Kit primario al incorporar el Kit de unión.

Reservado el derecho a efectuar modificaciones. Las ilustraciones de productos son a modo de ejemplo y pueden diferir del original.



EJEMPLOS DE CONFIGURACIÓN



* Por dilataciones se recomienda no exceder de más de 20 metros por fila

Marcado ES19/86524 CE

R2-07/22

Velocidades de viento

Soporte coplanar continuo fijación a correas

03V
Sistema kit



SUNFER

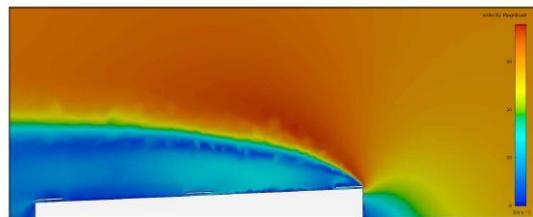
Reservado el derecho a efectuar modificaciones. Las ilustraciones de productos son a modo de ejemplo y pueden diferir del original.

- **Cargas de viento:** Según túnel del viento en modelo computacional CFD
- **Cálculo estructural:** Modelo computacional comprobado mediante EUROCÓDIGO 9 "PROYECTO ESTRUCTURAS DE ALUMINIO"

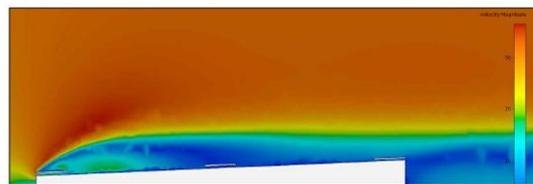
Cuadro de velocidades máx. admisibles de viento							
Tamaño del módulo	1	2	3	4	5	6	nº de módulos
2000x1000	150	150	150	150	150	150	Velocidad de viento km/h
2279x1150	150	150	150	150	150	150	

Tabla 1 - Velocidades máximas de viento admisibles.

- Para garantizar la resistencia a la velocidad máxima de diseño se deberán utilizar anclajes adecuados.



Flujo viento norte - En estructura coplanar.



Flujo viento sur - En estructura coplanar.

Para cumplir con las velocidades máximas admisibles de viento especificadas en la tabla 1, se deberán respetar todas las instrucciones indicadas en los planos de montaje.
Se debe comprobar que los puntos de anclaje para los módulos son compatibles con las especificaciones del fabricante.

Marcado ES19/86524 

Hoja de características del producto

Especificaciones



Interruptor magnetotérmico; Acti9
iK60N; 3P+N; 25 A; curva C; 6000 A

A9K24725

Principal

Aplicación del dispositivo	Para corriente > 0,1 A
Gama	Acti9
Nombre del producto	Acti 9 iKQ
Tipo de producto o componente	Interruptor automático en miniatura
Nombre corto del dispositivo	iK60N
Número de polos	3P + N
Número de polos protegidos	3
Posición de neutro	Izquierda
[In] Corriente nominal	25 A en 30 °C
Tipo de red	AC
Tecnología de unidad de disparo	Térmico-magnético
Código de curva	C
Capacidad de corte	6000 A Icn en 400 V AC 50/60 Hz acorde a EN/IEC 60898-1
Poder de seccionamiento	Sí acorde a EN/IEC 60898-1
Normas	EN/IEC 60898-1
Certificaciones de producto	Aenor

Complementario

Frecuencia de red	50/60 Hz
Límite de enlace magnético	5...10 x In
[Ics] poder de corte en servicio	6000 A 100 % acorde a EN/IEC 60898-1 - 400 V AC 50/60 Hz
Clase de limitación	3 acorde a EN/IEC 60898-1
[Ui] Tensión nominal de aislamiento	440 V AC 50/60 Hz acorde a EN/IEC 60898-1
[Uimp] Resistencia a picos de tensión	4 kV acorde a EN/IEC 60898-1
Tipo de control	Maneta
Señalizaciones en local	Indicación de encendido/apagado
Tipo de montaje	Ajustable en clip

Aviso Legal: Esta documentación no pretende sustituir ni debe utilizarse para determinar la adecuación o la fiabilidad de estos productos para aplicaciones específicas de los usuarios

Soporte de montaje	Carril DIN
Pasos de 9 mm	8
Altura	85 mm
Anchura	72 mm
Profundidad	78,5 mm
Peso del producto	400 g
Color	Blanco
Durabilidad mecánica	20000 ciclos
Durabilidad eléctrica	10000 ciclos
Descripción de las opciones de bloqueo	Dispositivo de cierre con candado
Conexiones - terminales	Terminal tipo túnel - tipo de cable: arriba o abajo) 1...25 mm ² rígido Terminal tipo túnel - tipo de cable: arriba o abajo) 1...16 mm ² flexible
Longitud de cable pelado para conectar bornas	14 mm para arriba o abajo conexión
Par de apriete	2 N.m arriba o abajo
Protección contra fugas a tierra	Sin

Entorno

Grado de protección IP	IP20 acorde a IEC 60529
Grado de contaminación	2 acorde a EN/IEC 60898-1
Categoría de sobretensión	III
Temperatura ambiente de funcionamiento	-25...60 °C
Temperatura ambiente de almacenamiento	-40...85 °C

Unidades de embalaje

Unit Type of Package 1	PCE
Number of Units in Package 1	1
Package 1 Height	7,2 cm
Package 1 Width	7,3 cm
Package 1 Length	9,2 cm
Package 1 Weight	406 g
Unit Type of Package 2	BB1
Number of Units in Package 2	3
Package 2 Height	8,8 cm
Package 2 Width	9,8 cm
Package 2 Length	21,8 cm
Package 2 Weight	1,274 kg
Unit Type of Package 3	S03
Number of Units in Package 3	33
Package 3 Height	30 cm
Package 3 Width	30 cm
Package 3 Length	40 cm
Package 3 Weight	14,501 kg

Sostenibilidad de la oferta

Estado de oferta sostenible	Producto Green Premium
Reglamento REACH	Declaración de REACH
Conforme con REACH sin SVHC	Sí
Directiva RoHS UE	Conforme Declaración RoHS UE
Sin metales pesados tóxicos	Sí
Sin mercurio	Sí
Información sobre exenciones de RoHS	Sí
Normativa de RoHS China	Declaración RoHS China Declaración proactiva de RoHS China (fuera del alcance legal de RoHS China)
Comunicación ambiental	Perfil ambiental del producto
RAEE	En el mercado de la Unión Europea, el producto debe desecharse de acuerdo con un sistema de recolección de residuos específico y nunca terminar en un contenedor de basura.

Información Logística

País de Origen	ES
----------------	----

Sustituciones recomendadas

Hoja de características del producto

Especificaciones



Interruptor diferencial; Acti9 iID; 4P;
40A; 30mA AC

A9R81440

Principal

Gama	Acti 9
Nombre del producto	Acti 9 iID40
Tipo de producto o componente	Interruptor diferencial (RCCB)
Nombre corto del dispositivo	iID
Número de polos	4P
Posición de neutro	Izquierda
[In] Corriente nominal	40 A
Tipo de red	AC
Sensibilidad de fuga a tierra	30 mA
Retardo de la protección contra fugas a tierra	Instantáneo
Clase de protección contra fugas a tierra	Tipo AC

Complementario

Ubicación del dispositivo en el sistema	Salida
Frecuencia de red	50/60 Hz
[Ue] Tensión nominal de empleo	380...415 V AC 50/60 Hz
Tecnología de disparo corriente residual	Independiente de la tensión
Poder de conexión y de corte	I _{dm} 1500 A I _m 1500 A
Corriente condicional de cortocircuito	10 kA
[Ui] Tensión nominal de aislamiento	500 V AC 50/60 Hz
[U _{imp}] Resistencia a picos de tensión	6 kV
Corriente de sobretensión	250 A
Indicador de posición del contacto	Sí
Tipo de control	Maneta

Aviso Legal: Esta documentación no pretende sustituir ni debe utilizarse para determinar la adecuación o la fiabilidad de estos productos para aplicaciones específicas de los usuarios

Tipo de montaje	Ajustable en clip
Soporte de montaje	Carril DIN
Pasos de 9 mm	8
Altura	91 mm
Anchura	72 mm
Profundidad	73,5 mm
Peso del producto	0,37 kg
Color	Blanco
Durabilidad mecánica	20000 ciclos
Durabilidad eléctrica	AC-1, estado 1 15000 ciclos
Descripción de las opciones de bloqueo	Dispositivo de cierre con candado
Conexiones - terminales	Terminal simple arriba o abajo1...35 mm ² rígido Terminal simple arriba o abajo1...25 mm ² flexible Terminal simple arriba o abajo1...25 mm ² flexible con terminal
Longitud de cable pelado para conectar bornas	14 mm para arriba o abajo conexión
Par de apriete	3,5 N.m arriba o abajo

Entorno

Normas	EN/IEC 61008-1
Grado de protección IP	IP20 conforming to IEC 60529 IP40 (envolvente modular) conforming to IEC 60529
Grado de contaminación	3
Compatibilidad electromagnética	Resistencia a impulsos 8/20 µs, 250 A acorde a EN/IEC 61008-1
Temperatura ambiente de funcionamiento	-5...60 °C
Temperatura ambiente de almacenamiento	-40...85 °C

Unidades de embalaje

Tipo de unidad de paquete 1	PCE
Número de unidades en el paquete 1	1
Paquete 1 Altura	7,5 cm
Paquete 1 Ancho	8,2 cm
Paquete 1 Longitud	10,0 cm
Paquete 1 Peso	380,0 g
Tipo de unidad de paquete 2	S03
Número de unidades en el paquete 2	27
Paquete 2 Altura	30,0 cm
Paquete 2 Ancho	30,0 cm
Paquete 2 Longitud	40,0 cm
Paquete 2 Peso	10,747 kg

Sostenibilidad de la oferta

Estado de oferta sostenible	Producto Green Premium
-----------------------------	------------------------

Reglamento REACH	Declaración de REACH
Directiva RoHS UE	Conforme Declaración RoHS UE
Sin mercurio	Sí
Normativa de RoHS China	Declaración RoHS China Producto fuera del ámbito de RoHS China. Declaración informativa de sustancias
Información sobre exenciones de RoHS	Sí
Comunicación ambiental	Perfil ambiental del producto
RAEE	En el mercado de la Unión Europea, el producto debe desecharse de acuerdo con un sistema de recolección de residuos específico y nunca terminar en un contenedor de basura.
Presencia de halógenos	Producto con contenido plástico sin halógenos

Información Logística

País de Origen	ES
-----------------------	----

Garantía contractual

Periodo de garantía	18 months
----------------------------	-----------

Sustituciones recomendadas

DC

SOLAR ENERGY

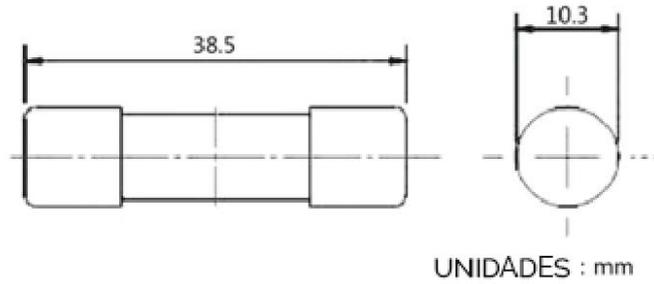
Ficha técnica
FUSIBLE SOLAR DC
10X38 ZTPV-25

PARÁMETROS TÉCNICOS

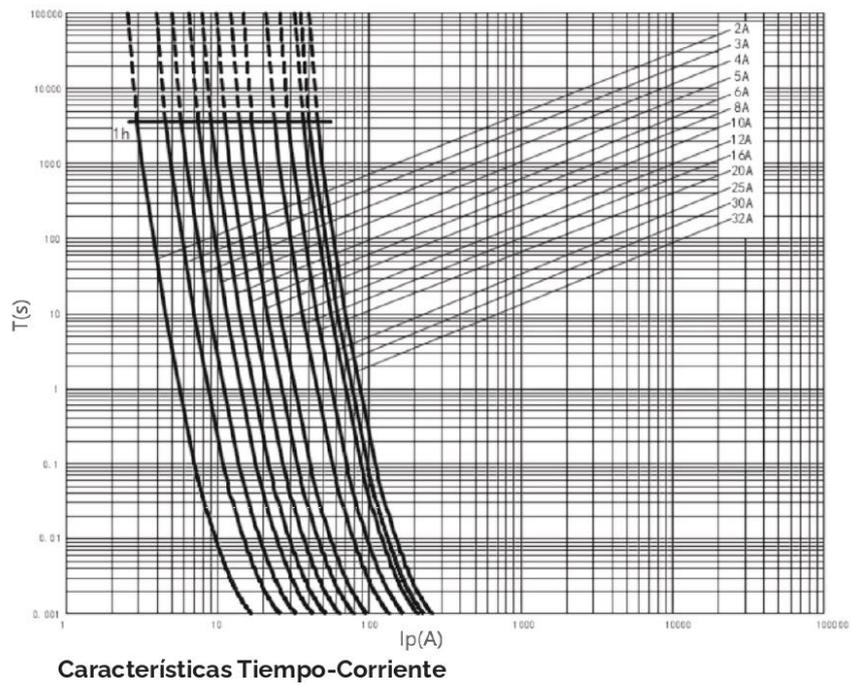
MODELO	ZTPV 25			
Imagen				
Tamaño (mm)	10x38			
Tensión nominal Ue (V)	DC1000			
Corriente nominal In (A)	1 2 3 4 5 6 8 10 12 15 16 20 25 30 32			
Capacidad de ruptura nominal (33)	33			
Clase de operación	gPV			
Temperatura de trabajo	-50~105			
Altitud (m)	≤ 2000			
Peso (g)	10			
Estándar	IEC60269.6			
Detalles del material				
Nombre de la pieza	Tapa	Cuerpo	Elemento fusible	Agente extintor de arcos
Material	Cobre rojo	Óxido de aluminio	Plata	Silicio

FUSIBLE SOLAR ZTPV-25 10X38

DIBUJO ACOTADO



CURVA DE CARACTERÍSTICAS



Cables de energía para baja tensión / Low voltage power cables

- Cables solares fotovoltaicos / Photovoltaic cables

PRYSUN
H1Z2Z2-K

Tensión asignada / Rated voltage:

1,0/1,0 kV (1,2/1,2 kVAc máx.) - 1.5/1.5 kVdc (1.8/1.8 kVdc máx.)

Norma diseño / Design standard:

EN 50618 / IEC 62930

Designación genérica / Generic designation:

H1Z2Z2-K



ECOLÓGICO
ECOLOGICAL



DESCÁRGATE
la DoP (Declaración de
Prestaciones) en este código QR.
<https://es.prysmiangroup.com/DoP>

DOWNLOAD
the DoP (Declaration of
Performance) with this QR code.
<https://es.prysmiangroup.com/DoP>



Nº DoP 1009483



L C I E

CARACTERÍSTICAS Y ENSAYOS | CHARACTERISTICS AND TESTING



NO PROPAGACIÓN DE LA LLAMA | FLAME RETARDANT
EN 60332-1-2
IEC 60332-1-2
NF C 32070-C2



LIBRE DE HALÓGENOS | HALOGEN-FREE
IEC 62821-1 Annex B
EN 50525-1 Annex B



BAJA OPACIDAD DE HUMOS | LOW SMOKE OPACITY
EN 61034-2
IEC 61034-2



MÁXIMA RESISTENCIA AL AGUA (AD8) | MAXIMUM RESISTANCE TO WATER (AD8)



RESISTENCIA AL FRÍO | COLD RESISTANT



CABLE FLEXIBLE | FLEXIBLE CABLE



RESISTENCIA A LOS RAYOS ULTRAVIOLETA | RESISTANCE TO ULTRAVIOLET RAYS



RESISTENCIA A LOS GOLPES | IMPACT RESISTANT



RESISTENCIA A LOS AGENTES QUÍMICOS | RESISTANCE TO CHEMICAL AGENTS



RESISTENCIA AL OZONO | OZONE RESISTANCE



RESISTENCIA AL CALOR HÚMEDO | RESISTANCE TO WET HEAT



ENSAYOS ADICIONALES CABLE FV PRYSUN
FV PRYSUN CABLE: ADDITIONAL TESTING & DATA

Vida estimada Estimated service life	25 años 25 years
Certificación Certification	Bureau Veritas LCIE
Servicios móviles Mobile services	SI Yes
Doble aislamiento (clase II) Double insulation (class II)	SI Yes
Tª máxima de conductor Maximum conductor temperature	90°C (120°C 20 000 h)
Resistencia al ozono Ozone resistance	IEC 62930 Tab.3 según as per IEC 60811-403; EN 50618 Tab.2 según as per EN 50396 tipo de prueba type of test B
Resistencia a los rayos UVA UV resistance	IEC 62930 Anexo Annex E; EN 50618 Anexo Annex E
Protección contra el agua Water resistance	AD8 (sumersión) (submersion)
Resistencia a ácidos y bases Resistance to acids and bases	IEC 62930 y and EN 50618 Anexo B Annex B) 7 días, 23 °C N-ácido oxálico, N-hidróxido sódico 7 days, 23 °C N-Oxalic acid, N-Sodium hydroxide (según as per IEC 60811-404; EN 60811-404).
Prueba de contracción Cold resistance test	IEC 62930 Tab 2 según as per IEC 60811-503; EN 50618 Tab 2 según as per EN 60811-503 (máxima contracción maximum shrinkage 2 %)
Resistencia al calor húmedo Resistance to humid heat	IEC 62930 Tab.2 y EN 50618 Tab.2 1000h a at 90°C y and 85% de humedad para humidity for IEC 60068-2-78, EN- 60068-2-78
Resistencia de aislamiento a largo plazo Long-term insulation resistance	IEC 62821-2; EN 50395-9 (240h/85°C water/1,8kV DC)
Respetuoso con el medioambiente Environmental protection	Directiva Directive RoHS 2011/65/EU de la Unión Europea European Union
Ensayo de penetración dinámica Dynamic penetration test	IEC 62930 Anexo Annex D; EN 50618 Anexo Annex D
Doblado a baja temperatura Bending at low temperature	Doblado y alargamiento a Bending and stretching at -40°C según as per IEC 60811-504 y and -505 y EN 50618 Tab.2 según as per N 60811-1-4 y and EN 60811-504 y and -505
Resistencia al impacto en frío Cold impact resistance	Resistencia al impacto a Resistance to impact at -40° C según as per IEC 62930 Anexo Annex C según as per IEC 60811-506 y and EN 50618 Anexo Annex C según as per EN 60811-506
Durabilidad del mercado Marking durability	IEC 62930, EN 50396

Cables de energía para baja tensión / Low voltage power cables

• Cables solares fotovoltaicos / Photovoltaic cables

PRYSUN H1Z2Z2-K

- Temperatura de servicio: -40 °C, +90 °C (120 °C, 20 000 h).
- Tensión continua de diseño: 1,5/1,5 kV.
- Tensión continua máxima: 1,8/1,8 kV.
- Tensión alterna de diseño: 1/1 kV.
- Tensión alterna máxima: 1,2/1,2 kV.
- Ensayo de tensión alterna durante 5 min: 6,5 kV.
- Ensayo de tensión continua durante 5 min: 15 kV.
- Radio mínimo de curvatura estático (posición final instalado): 4D (D = diámetro exterior del cable máximo).

Prestaciones frente al fuego en la Unión Europea:

- Clase de reacción al fuego (CPR): **Eca**. (secciones desde 1x4 a 1x25).
- Requerimientos de fuego: EN 50575:2014 + A1:2016.
- Clasificación respecto al fuego: EN 13501-6.
- Aplicación de los resultados: CLC/TS 50576.
- Métodos de ensayo: **EN 60332-1-2**.

Normativa de fuego también aplicable a países que no pertenecen a la Unión Europea:

- No propagación de la llama: **EN 60332-1-2**; IEC 60332-1-2; NFC 32070-C2.
- Libre de halógenos: IEC 62821-1 Anexo B, EN 50525-1 Anexo B.
- Baja opacidad de humos: EN 61034-2; IEC 61034-2.

- Operating temperature: -40 °C, +90 °C (120 °C, 20 000 h).
- Design continuous voltage: 1.5/1.5 kV
- Maximum continuous voltage: 1.8/1.8 kV
- Design alternating voltage: 1/1 kV
- Maximum alternating voltage: 1.2/1.2 kV
- Alternating voltage test for 5 min.: 6.5 kV
- Continuous voltage test for 5 min.: 15 kV
- Minimum static bend radius (final installation position): 4D (D = maximum cable outer diameter).

Fire safety performance in the European Union:

- Fire performance rating (CPR): **Eca**. (cross-sections between 1x4 & 1x25).
- Fire requirements: EN 50575:2014 + A1:2016.
- Fire classification: EN 13501-6.
- Application of results: CLC/TS 50576.
- Test methods: **EN 60332-1-2**.

Fire standards also applicable in countries not in the European Union:

- Flame retardant: **EN 60332-1-2**; IEC 60332-1-2; NFC 32070-C2.
- Halogen-free: IEC 62821-1 Anexo B, EN 50525-1 Anexo B.
- Low smoke opacity: EN 61034-2; IEC 61034-2.

CONSTRUCCIÓN | STRUCTURE

CONDUCTOR

Metal: cobre estañado.
Flexibilidad: flexible, clase 5, según UNE EN 60228.
Temperatura máxima en el conductor: 90 °C (120 °C, por 20 000 h).
Compuesto reticulado libre de halógenos: 250 °C en cortocircuito.

AISLAMIENTO

Material: compuesto reticulado libre de halógenos según tabla B.1 de anexo B de EN 50618.

CUBIERTA

Material: compuesto reticulado libre de halógenos según tabla B.1 de anexo B de EN 50618.
Colores: negro, rojo o azul.

CONDUCTOR

Metal: tinned copper.
Flexibility: flexible, class 5, as per UNE EN 60228.
Maximum temperature in conductor: 90 °C (120 °C, for 20 000 h).
Cross-linked halogen-free compound: 250 °C in short circuit.

INSULATION

Material: cross-linked halogen-free compound as per table B.1, Annex B, EN 50618.

SHEATH

Material: cross-linked halogen-free compound as per table B.1, Annex B, EN 50618.
Colours: black, red or blue.

APLICACIONES | APPLICATIONS

- Especialmente diseñado para instalaciones solares fotovoltaicas interiores, exteriores, industriales, agrícolas, fijas o móviles (con seguidores...). Pueden ser instalados en bandejas, conductos y equipos.

Indicado también el lado de corriente continua en instalaciones de autoconsumo solar fotovoltaico.

- Specially designed for interior, exterior, industrial, agricultural, fixed or mobile (with supports) photovoltaic installations. Can be installed in trays, ducts and equipment.

Also suitable for direct current side in photovoltaic systems for self-consumption.

DATOS TÉCNICOS | TECHNICAL DATA

NÚMERO DE CONDUCTORES x SECCIÓN mm ² NUMBER OF CONDUCTORS x CROSS-SECTION mm ²	DIÁMETRO MÁXIMO DEL CONDUCTOR mm (1) MAXIMUM CONDUCTOR DIAMETER mm (1)	DIÁMETRO EXTERIOR DEL CABLE (VALOR MÁXIMO) mm CABLE OUTER DIAMETER (MAX.) mm	RADIO MÍNIMO DE CURVATURA DINÁMICO mm MINIMUM DYNAMIC CURVE RADIUS mm	RADIO MÍNIMO DE CURVATURA ESTÁTICO mm MINIMUM STATIC CURVE RADIUS mm	PESO kg/km (1) WEIGHT kg/km (1)	RESISTENCIA DEL CONDUCTOR A 20 °C Ω/km CONDUCTOR RESISTANCE AT 20 °C Ω/km	INTENSIDAD ADMISIBLE AL AIRE (2) A PERMITTED CURRENT SURFACE-MOUNTED (2) A	INTENSIDAD ADMISIBLE AL AIRE: T AMBIENTE 60 °C y T CONDUCTOR 120 °C (3) PERMITTED CURRENT SURFACE-MOUNTED, AMBIENT T 60 °C & CONDUCTOR T 120 °C (3)	CAÍDA DE TENSIÓN V/(A·km) (2) VOLTAGE DROP V/(A·km) (2)
1 x 1,5	1,8	5,4	22	16	33	13,7	24	30	27,4
1 x 2,5	2,4	5,9	24	18	45	8,21	34	41	16,42
1 x 4	3,0	6,6	26	20	61	5,09	46	55	10,18
1 x 6	3,9	7,4	30	22	80	3,39	59	70	6,78
1 x 10	5,1	8,8	35	26	124	1,95	82	98	3,90
1 x 16	6,3	10,1	40	30	186	1,24	110	132	2,48
1 x 25	7,8	12,5	63	50	286	0,795	140	176	1,59
1 x 35	9,2	14,0	70	56	390	0,565	182	218	1,13
1 x 50	11,0	16,3	82	65	542	0,393	220	276	0,786
1 x 70	13,1	18,7	94	75	742	0,277	282	347	0,554
1 x 95	15,1	20,8	125	83	953	0,210	343	416	0,42
1 x 120	17,0	22,8	137	91	1206	0,164	397	488	0,328
1 x 150	19,0	25,5	153	102	1500	0,132	458	566	0,264
1 x 185	21,0	28,5	171	114	1843	0,108	523	644	0,216
1 x 240	24,0	32,1	193	128	2394	0,0817	617	775	0,1634

(1) Valores aproximados.

(2) Instalación monofásica o corriente continua en bandeja perforada al aire (40 °C).
Con exposición directa al sol, multiplicar la corriente por 0,85.
→ XLPE2 con instalación tipo F → columna 13. (UNE-HD 60364-5-52 e IEC 60364-5-52).

(3) Instalación de conductores separados con renovación eficaz del aire en toda su cubierta (cables suspendidos).
Temperatura ambiente 60 °C (a la sombra) y temperatura máxima en el conductor 120 °C.
Valor que puede soportar el cable, 20 000 h a lo largo de su vida estimada (25 años).

(1) Approximate values.

(2) Single-phase or direct current installation in outdoor perforated tray (40 °C).
Multiply current by 0.85 if exposed directly to sunlight.
→ XLPE2 with type F installation → column 13. (UNE-HD 60364-5-52 e IEC 60364-5-52).

(3) Conductors installed separately with efficient air renewal throughout their surface (suspended cables).
Ambient temperature 60 °C (in shade) and maximum temperature of 120 °C in the conductor.
Value which cable can withstand: 20,000 h throughout its estimated service life (25 years).

Universidad de La Laguna

Escuela superior de Ingeniería y Tecnología (ESIT)

Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

ANEXO VII

Estudio básico de seguridad y salud

Proyecto fotovoltaico para una nave en Güímar

Autor: Cristo Mourani Mansour

Tutor: Benjamín González Díaz

2.7.1 Objeto del estudio básico de seguridad y salud.....	106
2.7.2 Introducción.....	106
2.7.3 Descripción del funcionamiento de la instalación	107
2.7.4 Condiciones de la instalación.....	107
2.7.5 Medidas de auxilio en caso de accidente: centro asistenciales más próximos..	107-108
2.7.6 Análisis y valoración mitigación y reevaluación de los riesgos en cada actividad ...	108
2.7.6.1 Trabajo de alturas.....	108-111
2.7.7 Identificación y análisis de los riesgos laborales.....	111
2.7.7.1 Análisis de los riesgos laborales clasificados por fases/ actividades de obra.....	111-120
2.7.8 Análisis de los riesgos laborales clasificados por maquinaria utilizada en obra..	121-125
2.7.9 Análisis de los riesgos laborales clasificados por medios auxiliares utilizados en obra.....	126-131

CONTENIDO DE IMÁGENES DEL PROYECTO

Imagen 2.7.1. Ruta hasta el centro de salud.

Imagen 2.7.2 Señal de riesgo de caída de altura.

Imagen 2.7.3. Señal de aviso caída al mismo o distinto nivel.

Imagen 2.7.4. Señal peligro pisadas sobre objetos.

CONTENIDO DE TABLAS DEL PROYECTO

Tabla 2.7.1. Dirección centro de salud más cercano al lugar de trabajo.

2.7.1 Objeto del estudio básico de seguridad y salud

El presente Estudio Básico de Seguridad y Salud tiene objeto servir de base para que la Empresa Contratistas y cualquier otra que participe en la ejecución de las obras a que hace referencia el proyecto en el que se encuentra incluido este Estudio Básico, las lleven a efecto en las condiciones que puedan alcanzarse respecto a garantizar el mantenimiento de la salud, la integridad física y la vida de los trabajadores de las mismas, cumpliendo así lo que prescribe el R.D. 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción, y el resto de la normativa complementaria y de aplicación. Los objetivos que se pretende estudiar en este plan son los siguientes:

- Descubrir los tiempos de riesgos posibles y plantear una solución de mejora.
- Evitar toda posibilidad de riesgo durante el proceso de instalación.
- Imponer medidas de seguridad.
- Definir las protecciones individuales y colectivas en función del tipo de riesgo expuesto.
- Ofrecer a los trabajadores toda la información necesaria para cumplir con las normativas.

Además, el objetivo de este estudio es que cada trabajador sea capaz de:

- Conocer los aspectos más importantes de las medidas de emergencia.
- Cómo realizar de forma segura los primeros auxilios en caso de accidente.

2.7.2 Introducción

El estudio de riesgos en una instalación fotovoltaica se basa en evaluar los riesgos que existen para la seguridad y salud de los trabajadores.

Analizaremos las actividades de los trabajos que se van a realizar para poder analizar los riesgos que estas actividades producen.

Una vez se haya valorado los riesgos y se haya decidido su tolerabilidad procederemos a preparar un plan de control de riesgos, donde se intentará eliminar o reducir dichos riesgos.

2.7.3 Descripción del funcionamiento de la instalación

Los módulos fotovoltaicos son capaces de convertir la energía solar en energía eléctrica, de los módulos fotovoltaicos se transporta la energía hasta el inversor en donde pasa de corriente continua a corriente alterna, para poder conectar los elementos eléctricos de la instalación.

2.7.4 Condiciones de la instalación

Esta instalación estará instalada en la cubierta de una nave industrial, por lo que tendremos riesgos de caídas a distintas alturas que debemos prevenir.

Durante este estudio básico de seguridad y salud estudiaremos para informar y prevenir de diferentes riesgos que puedan aparecer en la instalación.

2.7.5 Medidas de auxilio en caso de accidente: centro asistenciales más próximos

NIVEL ASISTENCIAL	NOMBRE, EMPLAZAMIENTO Y TELÉFONO	DISTANCIA (KM)
Primeros auxilios	Botiquín portátil	En la obra
asistencia primaria (urgencias)	C. del Poeta Aristides Hernandez Mora, 0, 38500 Güímar, Santa Cruz de Tenerife Tlf: 922 47 83 50	1,9 Km

Tabla 2.7.1. Dirección centro salud más cercano al lugar de trabajo

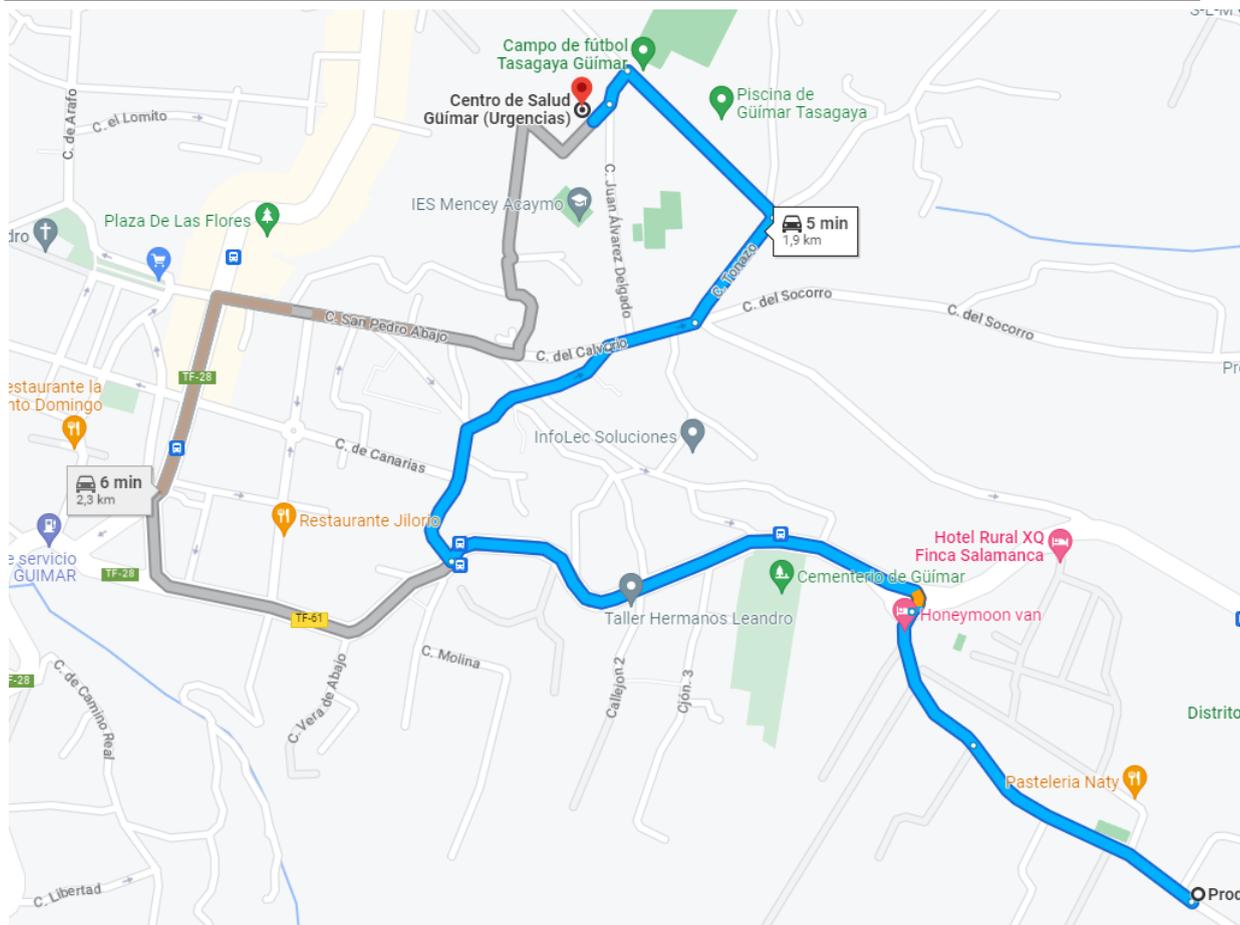


Imagen 2.7.1. Ruta hasta el centro de salud

2.7.6 Análisis y valoración mitigación y reevaluación de los riesgos en cada actividad

Teniendo claro el tipo de actividad a realizar, se analizarán los riesgos que pueden ocurrir en el proceso de instalación y puesta en marcha que afecten al trabajador. En los siguientes apartados se expondrán los riesgos más frecuentes de cada actividad, su posterior medida acción preventiva y, como medida de seguridad se aclara los equipos de protección colectiva e individual que deberán usar los trabajadores.

2.7.6.1 Trabajo de alturas

Se trata de una actividad extremadamente peligrosa la cual necesita medidas de control para mejorar la calidad de trabajo y así, garantizar la seguridad del trabajador y reducir los accidentes de este tipo. Este tipo de trabajo está regulado por el RD 2177/2004, “por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en alturas”.



Imagen 2.7.2. Señal de riesgo de caída de altura

Riesgos frecuentes en trabajos de altura

- Caídas a distinto nivel.
- Caídas de objetos en manipulación.
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento.
- Exposición a contaminantes químicos como vapor o gases.
- Exposición a contaminantes en partículas como polvo, humo, niebla
- Pisada sobre objetos.
- Choques contra objetos móviles.
- Choques contra objetos inmóviles.
- Exposición a temperaturas ambiente extremas perjudiciales para el operario
- Sobreesfuerzo.

Medidas de acción preventivas

La **Ley 31/1995**, de Prevención de Riesgos Laborales, específica que se deben adoptar medidas que antepongan la protección colectiva a la individual. Para reducir el nivel de riesgo de los peligros detectados se debe implementar medidas de acción preventivas, con el objetivo de reducir en su máxima capacidad el riesgo de accidente.

- Riesgo de caídas al mismo/distinto nivel o golpes/choques contra objetos.

Según el Real Decreto 485/1997, “de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo”, la delimitación de las zonas donde exista riesgo de caídas de personas, objetos o choques y golpes, se realizará mediante un color de seguridad. Esta señalización se efectuará mediante la alteración de franjas amarillas y negras con una inclinación aproximada de 45°.



Imagen 2.7.3. Señal de aviso caída al mismo o distinto nivel

- Riesgo de pisada sobre objetos:

En el supuesto caso de que haya una mala organización en el área de trabajo, siempre está la posibilidad de pisadas sobre obstáculos y, por consiguiente, originar riesgo sobre los operarios. A continuación, se hará un pequeño listado sobre las medidas a tomar para reducir de forma considerable estos riesgos incensarios:

- Intentar mantener la zona de trabajo bien señalizada y totalmente libre de obstáculos para evitar riesgo de caídas por parte de los operarios.
- Eliminar lo más rápido posible los objetos no necesarios en la zona de trabajo, además, eliminar toda basura generada durante el proceso de trabajo. Si es necesario, señalizar la zona afectada para evitar el paso de personas hasta finalizar la limpieza.
- Además, se debe garantizar una correcta iluminación del área de trabajo para poder visualizar cualquier peligro a la vista.



Imagen 2.7.4. Señal peligro pisadas sobre objetos

- Riesgo de exposición a temperaturas ambientales extremas:

Al realizar trabajos con exposición a temperaturas muy altas, puede producir accidentes, por ello se debe implantar medidas de precaución para evitar riesgos de este tipo:

- Habilitar zonas de sombra para el descanso de los operarios.
- Planificar las actividades más costosas en horas de menor calor.
- Planificar varios descansos si las condiciones de trabajo no son favorables.
- Suministrar bebidas hidratantes a cada uno de los trabajadores.

EPC para reducir los riesgos y asegurar a los trabajadores:

- **Barandillas:** Se instalarán en zonas de trabajo donde exista la posibilidad de riesgo de caída de distinto nivel de altura.
- **Redes:** Se instalarán en zonas de trabajo donde exista la posibilidad de caídas en altura de distinto nivel, con el objetivo de detener la caída tanto de objetos como de personas implicadas en el trabajo.
- **Entablado:** Se tratan de protecciones horizontales usadas para proteger huecos y evitar atrapamientos de extremidades o lesiones más graves.
- **Líneas de vida:** Si debido a distintas circunstancias, la posibilidad de instalar protecciones colectivas es imposible, se hará uso de líneas de vida que pueden ser de dos tipos.
 - **Horizontales:** Instaladas conforme la norma técnica **UNE/EN 795 2012**.
 - **Verticales:** No dispone de norma técnica para su instalación, pueden ser de cuerda o cable y se debe utilizar con un equipo anticaída en base a la norma **UNE/353-2**.

Estas líneas de vida deberán ser instaladas por personal cualificado y con acreditada experiencia.

2.7.7 Identificación y análisis de los riesgos laborales

Diariamente, al inicio de los trabajos, se revisarán todos los medios de protección colectiva, reparando o reponiendo los que se encuentren deteriorados. Así mismo, cuando se entreguen los equipos de protección individual a los trabajadores.

2.7.7.1 Análisis de los riesgos laborales clasificados por fases/ actividades de obra

Las secuencias de trabajo serán las siguientes:

Actuaciones previas > Estructura metálica para fijación de los paneles > Instalación paneles fotovoltaicos > Instalación eléctrica

Fase de obra : Actuación previa

Riesgos y causas

- Atropellos originados por maquinaria.
- Vuelcos o deslizamientos de vehículos.
- Caídas en el mismo nivel.
- Desplome de material acopiado.
- Aplazamiento de articulaciones.
- Sobreesfuerzos.

Equipos de protección colectiva:

- Señalización.
- Vallado de la obra.

Equipos de protección individual:

- Guantes de protección.
- Botas de seguridad.
- Casco homologado.
- Chaleco reflectante.

Medidas preventivas:

Se realizará un reconocimiento del terreno comprobando que no existe ningún riesgo.

Se realizará un previo aviso del día para realizar el vallado de la obra para impedir la entrada a la misma.

En cada fase de obra se colocarán las señales de obra necesarias.

Fase de obra: Estructura metálica para fijación de los paneles

Riesgos y causas:

- Caídas al mismo nivel o distinto nivel.
- Golpes o cortes con objetos o máquinas.
- Proyección de objetos.
- Ruido.
- Pisada sobre objetos punzantes.
- Caída de objetos o máquinas.
- Sobreesfuerzo trabajo de rodillas, agachado o doblado.

Equipos de protección colectiva:

- Utilizar maquinaria con marcado CE provista de todos los elementos de seguridad necesarios.
- Iluminación adecuada.
- Señalización.
- Barandilla de protección de perímetros de cubiertas, compuesta por guardacuerpos metálicos cada 2,5m.

Equipos de protección individual:

- Guantes de uso general.
- Botas de seguridad.
- Casco homologado.
- Gafas protectoras de ojos y cara.
- Protección auditiva contra el ruido.
- Cinturón portaherramientas.
- Cinturón de línea de vida.
- Traje impermeable de material plástico sintético.
- Guantes de material aislante.

Medidas preventivas:

- Estará prohibido el conexionado de cables eléctricos a los cuadros de alimentación sin utilizar clavijas macho-hembra.

Fase de obra: Instalación de paneles solares

Riesgos y causas:

- Suelo resbaladizo.
- Corrientes de aire.
- Exposición de condiciones meteorológicas adversas como calor intenso.
- Caídas al mismo o distinto nivel.
- Caída de objetos o máquinas.
- Golpes o cortes con objetos o máquinas.
- Pisada sobre objetos punzantes.
- Sobreesfuerzos trabajo de rodillas, agachado o doblado.
- Contactos eléctricos directos por mala conservación de las máquinas.
- Contactos eléctricos indirectos.

Equipo de protección colectiva

- Señalización.
- Barandilla de protección de perímetros de forjado, compuesta por un guarda cuerpos metálicos cada 2.5m.

Equipo de protección individual:

- Guantes de uso general.
- Botas de seguridad.
- Casco homologado.
- Gafas protectoras de ojos y caras.
- Protección auditiva contra el ruido.
- Cinturón portaherramientas.
- Línea de vida.
- Línea horizontal de seguridad.
- Guantes aislantes.

Medidas preventivas:

- La escalera se apoyará en la cota horizontal más elevada del hueco a pasar, para reducir la sensación de vértigo.
- Los paneles se acopiaron repartidos por los faldones para evitar sobrecargas.
- Se paralizarán todos los trabajos sobre cubiertas cuando existan vientos superiores a 60 km/h.
- Estará prohibida la circulación bajo cargas suspendidas.

Además de lo anterior se comprobará que:

- Los operarios tienen los EPIS correspondientes para la realización de las tareas, y que vienen definidos en el plan de seguridad y salud.
- Que utilicen correctamente los EPIS, definidos anteriormente.
- Que el estado de anclaje de las líneas de vida está en servicio.
- Que se mantenga la limpieza y el orden en la obra.
- Que los operarios que realizan el trabajo son cualificados para esta tarea.
- Que en los bordes de los forjados se colocan redes de seguridad.
- Que se paralicen los trabajos con vientos superiores a 60 km/h.
- Que no se acopian materiales al borde del forjado.
- Que la iluminación en el tejado sea apropiada.
- Que no permanecen operarios en las zonas de circulación bajo cargas suspendidas.
- Que se guarda la distancia de seguridad con las líneas eléctricas aéreas.

Fase de obra: Instalación eléctrica

Riesgos y causas:

- Caídas al mismo o distinto nivel.
- Golpes, cortes o atrapamientos con objetos o máquinas.
- Contactos eléctricos directos.
- Contactos eléctricos indirectos.
- Cortocircuitos y arcos eléctricos.

Equipos de protección colectiva:

- Señalización.

Equipos de protección individual:

- Guantes de material aislante.
- Casco aislante.
- Ropa aislante.
- Botas de seguridad aislante.

Medidas preventivas:

Trabajo sin tensión

Antes de comenzar la aplicación del procedimiento para suprimir la tensión es necesario un paso previo: La identificación de la zona de los elementos de la instalación donde se va a realizar el trabajo.

haciendo uso RD 614/2001, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico, del conocido como las 5 reglas de oro:

1. **Desconectar:** Aislar a instalación en la que se va a efectuar las actividades de cualquier fuente de alimentación.
Mantener especial atención a las instalaciones con condensadores y motores eléctricos



1. Desconectar.

2. **Prevenir cualquier realimentación:** Se utilizaran una serie de dispositivos de maniobra par que no permita la reconexión de la alimentación, tales como:
- bloqueo mecánico
 - controlados a distancia
 - alimentados por energía auxiliar



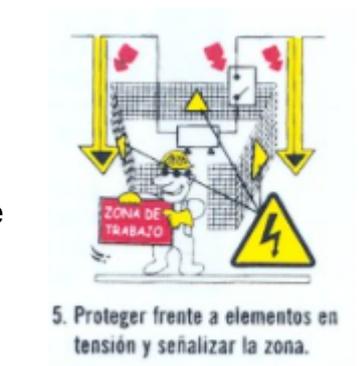
3. **Verificar ausencia de tensión:** Este tercer paso debe hacerse inmediatamente antes de realizar la puesta a tierra o cortocircuito. Ya que comprobar el correcto funcionamiento del dispositivo verificar antes y después de la maniobra. Existe dos tipos de verificadores:
- Verificadores capacitivos → **UNE-EN 61243-1**
 - Verificadores resistivos → **UNE-EN 61243-2**



4. **Poner a tierra y en cortocircuito:** Se realizará en instalaciones de AT y en BT si hay riesgo de que pueda ponerse accidentalmente en tensión. Si no existe tomas de tierra en el área de trabajo se utilizarán dispositivo acorde a la norma **UNE -EN 61230**



5. **Proteger y señalizar la zona de trabajo:** Se debe instalar señales que permitan considerar la zona como fuera de peligro. La zona de peligro no puede tener ningún tipo de pasillo de acceso. La señalización de la zona de trabajo se realizará acorde al **RD 485/1997**, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.



Reposición de la tensión

En general para restablecer la tensión se seguirá el proceso inverso al empleado para suprimir la tensión:

1. Retirada, si las hubiera, de las protecciones adicionales y de las señalizaciones que inca los límites de la zona de trabajo.
2. Retirada, si la hubiera, de la puesta a tierra y en cortocircuito, empezando por retirar las pinzas de los elementos más próximos y al final la panza de la puesta a tierra.
3. Desbloqueo u la retirada de la señalización de los dispositivos de corte.
4. Cierre de los circuitos para reponer la tensión.

Es imprescindible la precaución antes de comenzar dichas etapas, se debe prestar atención a los siguientes aspectos:

- Notificación previa a todos los trabajadores involucrados de qué va a comenzar la reposición de la tensión.
- Comprobación de que todos los trabajadores han abandonado la zona, salvo los que deban actuar en la reposición de la tensión.
- Asegurarse de que han sido retiradas la totalidad de las puestas a tierra y en cortocircuito.
- Informar al responsable de la instalación que se va a realizar la conexión.
- Accionar los aparatos de maniobra correspondientes.

Trabajos con tensión:

Los trabajos en tensión deberán ser realizados por trabajadores cualificados, y, cuando su complejidad o novedad lo requiera, ensayarlo sin tensión

Los trabajos en lugares donde la comunicación sea difícil, deberán realizarse estando presentes, al menos 2 trabajadores con formación en materia de primeros auxilios.

Principales precauciones que deben ser adoptadas:

- Mantener las manos protegidas mediante guantes aislantes adecuados.
- Realizar el trabajo sobre un aislamiento, asegurando un apoyo seguro y estable.
- Vestir ropa de trabajo evitando elementos conductores (cremalleras, botones metálicos...).
- No portar pulseras, cadenas y otros elementos conductores.

- Usar herramientas aisladas.
- Aislar, en la medida de lo posible, las partes activas y elementos metálicos en la zona de trabajo.

Los equipos y materiales para la realización de trabajos en tensión se elegirán teniendo en cuenta:

- Las características del trabajo y de los trabajadores.
- La tensión de servicio.

Los trabajadores dispondrán de un apoyo sólido y estable que les permita tener las manos libres, no llevarán elementos conductores que puedan originar contactos accidentalmente con elementos en tensión.

La zona de trabajo deberá señalizarse adecuadamente siempre que exista la posibilidad de que otros trabajadores o personas ajenas accedan a elementos en tensión.

En la realización de trabajos al aire libre, se tendrá que tener en cuenta las condiciones ambientales desfavorables, de forma que los trabajos al aire libre deben estar protegidos en todo momento. Los trabajos se suspenderán en caso de adversidades meteorológicas.

La reposición de fusibles en instalaciones de baja tensión:

- No será necesario que la efectúe un trabajador cualificado, pudiendo realizarla un trabajador autorizado.
- Se realizará mediante el reemplazo de una misma intensidad.
- Se realizará el cambio sin carga.

Se recomienda que durante los elementos en tensión, evitar todos los elementos que pudieran sorprender al trabajador como es el caso de teléfonos, pulseras etc...

En cuantos a los EPIS necesarios durante el trabajo, destacar por encima de los demás los guantes dieléctricos, que deberán cumplir una serie de requisitos:

- 1) Marcas obligatorias:
 - Símbolo (doble triángulo).
 - Nombre, marca registrada o identificación de fábrica.
 - Categoría, si procede.
 - Talla.
 - Clase.
 - Mes y año de fabricación.

2) Recomendaciones para la utilización de los guantes

Para la correcta utilización de los guantes se tendrán en cuenta las indicaciones del fabricante. Pero a título orientativo señalar:

Almacenamiento:

Los guantes se deben almacenar en su embalaje.

Se tendrá cuidado de que los guantes no queden expuestos a fuentes de calor que puedan producir su deterioro.

2.7.8 Análisis de los riesgos laborales clasificados por maquinaria utilizada en obra

Camion grua

Riesgo y causas

- Accidentes en trayecto hacia el punto de trabajo.
- Vuelco del camión-grúa.
- Caídas al subir o bajar a la zona de mandos.
- Corrimientos de tierra inducidos en excavaciones próximas.
- Aplastamiento por caída de carga suspendida.
- Contacto eléctrico de la pluma con líneas aéreas.
- Incendios por sobretensión.
- Quemaduras en trabajos de reparación o mantenimiento.
- Atropello de personas.
- Desplome de la carga.
- Golpes por la carga a paramentos.

Medidas preventivas:

Se prohíbe sobrepasar la carga máxima admisible fijada por el fabricante del camión en función de la extensión brazo-grúa.

Las rampas de acceso a los tajos no superarán la pendiente del 20% en prevención de atoramientos o vuelcos.

Se prohíbe realizar suspensión de cargas de forma lateral cuando la superficie de apoyo del camión esté inclinada hacia el lado de la carga, en previsión de los accidentes por vuelco.

Se prohíbe arrastrar cargas con el camión-grúa.

Las cargas en suspensión, para evitar golpes y balanceos se guiarán mediante cabos de gobierno.

Se prohíbe la permanencia de personas en torno al camión-grúa a distancias inferiores a 5 m.

Se prohíbe la permanencia bajo las cargas en suspensión.

Mantenga la máquina alejada de terrenos inseguros, propensos a hundimientos.

Evite pasar el brazo de la grúa sobre el personal.

Asegure la inmovilización del brazo de la grúa antes de iniciar ningún desplazamiento.

No intente sobrepasar la carga máxima autorizada para ser izada.

Levante una sola carga cada vez.

No abandone la máquina con la carga suspendida.

Utilice siempre las prendas de protección que se le indiquen en la obra.

El conductor tendrá prohibido dar marcha atrás sin la presencia y ayuda de un señalista, así como abandonar el camión con una carga suspendida.

El gruista tendrá siempre a la vista la carga suspendida y, si ello no fuera posible en alguna ocasión, todas sus maniobras estarán dirigidas por un señalista experto.

No se permitirá que persona alguna ajena al operador acceda a la cabina del camión o maneje sus mandos.

Radial eléctrica

Riesgos y causas

- Contactos eléctricos directos.
- Anulación de protecciones.
- Conexión mediante hilos desnudos.
- Contactos térmicos.
- Cortes o amputaciones.
- Abrasiones.
- Ruido.

Equipos de protección individual:

Calzado de seguridad.

Protectores auditivos.

Gafas de seguridad.

Guantes de cuero.

Mascarilla con filtro mecánico recambiable, contra las partículas de polvo.

Medidas preventivas:

Antes de depositar el aparato en el suelo, desconectarlo y esperar a que se pare.

Apagar y desenchufar los equipos antes de realizar cualquier operación de mantenimiento, cambio de disco, etc.

Bajo ningún concepto se conectará ningún aparato eléctrico a la red mediante hilos desnudos.

Comprobar siempre el estado del disco a utilizar.

Cualquier tipo de anomalía en el aislamiento de la máquina será puesta en conocimiento de un responsable para su retirada.

Las labores de mantenimiento y reparación de la máquina, se llevarán a cabo siempre por personal experto.

No someter al disco a sobreesfuerzos laterales de torsión o aplicación de una presión excesiva.

No usar aparatos eléctricos con las manos mojadas o sobre superficies húmedas.

No utilizar la máquina en posturas que obliguen a mantenerla por encima del nivel de los hombros, ya que, en caso de pérdida de control, las lesiones pueden afectar a la cara, pecho o extremidades superiores.

Prohibido dejar la sierra abandonada en el suelo.

Usar siempre el disco adecuado al material que se va a cortar.

Usar siempre en lugares ventilados.

Prohibido usar la radial sin los elementos de protección.

Taladro portátil

Riesgos y causas:

- Contactos eléctricos directos.
- Anulación de protecciones.
- Conexión mediante hilos desnudos.
- Contactos térmicos.
- Cortes o golpes por objetos o herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Rotura de la broca.

Equipos de protección individual

Calzado de seguridad.

Gafas de seguridad.

Guantes de cuero.

Medidas preventivas:

Comprobar el cable de conexión eléctrica, de forma que no existan empalmes, ni conexiones inadecuadas.

Se deberá desconectar el taladro de la red eléctrica, para sustituir la broca.

En caso de ser necesario orificios de mayor diámetro, se debe cambiar la broca por otra de mayor sección, nunca intentar aumentar el orificio con movimientos oscilatorios del taladro.

No utilizar la broca de forma inclinada.

Se comprobará diariamente el buen estado de los taladros, retirando de la obra aquellos que ofrezcan deterioros que impliquen riesgos para los operarios.

Herramientas manuales

- Quemaduras físicas y químicas.
- Proyecciones de objetos y/o fragmentos.
- Ambiente pulvígeno.
- Riesgo por impericia.
- Caída de las herramientas a distinto nivel.
- Caídas al mismo nivel por tropiezo.
- Caída de objetos y/o de máquinas.
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Contactos eléctricos directos o indirectos.
- Cuerpos extraños en los ojos.
- Golpes y/o cortes con objetos punzantes.
- Ruido.

Equipos de protección individual:

1. Casco homologado.
2. Protecciones auditivas y oculares, en caso necesario.
3. Guantes de cuero.
4. Calzado con puntera reforzada.
5. Cinturón de seguridad para trabajos en altura.

Medidas preventivas:

Se desecharon las herramientas que se detecten defectos en su estado de conservación.

Se mantendrán limpias de grasa u otro material deslizante.

evitar depositarlas de manera aleatoria para evitar caídas al mismo nivel con ellas .

Todas las herramientas eléctricas, estarán dotadas de doble aislamiento de seguridad.

La desconexión de las herramientas, no se hará con un tirón brusco.

Los trabajos con estas herramientas se realizan siempre en posición estable.

2.7.9 Análisis de los riesgos laborales clasificados por medios auxiliares utilizados en obra

Plataforma elevadora

Riesgos y causas:

- Caídas a distinto nivel.
- Vuelco del equipo.
- Caída de materiales sobre personas y/o bienes.
- Caídas al vacío.
- Caída de personas a distinto nivel o mismo nivel.
- Golpes, choques o atrapamientos del operario o de la propia plataforma contra objetos.
- fijos o móviles.
- Contactos eléctricos directos o indirectos.
- Caídas al mismo nivel.
- Atrapamiento entre alguna de las partes móviles de la estructura y entre ésta y el chasis.

Equipo de protección individual

1. Casco homologado.
2. Calzado con puntera reforzada.
3. Cinturón de seguridad.

Medidas preventivas:

características constructivas de seguridad

Fundamentalmente están relacionadas con las características de estructura y estabilidad, la presencia de estabilizadores y las estructuras extensibles.

- a. Cálculos de estructura y estabilidad.

El fabricante es responsable del cálculo de resistencia de estructuras, determinación de su valor, puntos de aplicación, direcciones y combinaciones de cargas y fuerzas específicas que originan las condiciones más desfavorables.

b. Chasis y estabilizadores.

La plataforma de trabajo debe estar provista de los siguientes dispositivos de seguridad:

Dispositivo que impida su traslación cuando no esté en posición de transporte.

Dispositivo (por ej. un nivel de burbuja) que indique si la inclinación o pendiente del chasis está dentro de los límites establecidos por el fabricante.

Las bases de apoyo de los estabilizadores deben estar construidas de forma que puedan adaptarse a suelos que presenten una pendiente o desnivel de al menos 10°.

c. Estructura extensible.

Las PEMP deben estar equipadas con dispositivos de control que reduzcan el riesgo de vuelco o de sobrepasar las tensiones admisibles. Distinguimos entre las PEMP del grupo A y las del grupo B para indicar los métodos aconsejables en cada caso:

Grupo A

- Sistema de control de carga y registrador de posición.
- Control de posición con criterios de estabilidad y de sobrecarga reforzada.

Grupo B:

- Sistema de control de carga y registrador de posición.
- Sistemas de control de la carga y del momento.
- Sistemas de control del momento con criterio de sobrecarga reforzado.
- Control de posición con criterios de estabilidad y de sobrecarga reforzada.

Conviene destacar que los controles de carga y de momento no pueden proteger contra una sobrecarga que sobrepasa largamente la capacidad de carga máxima.

Sistemas de accionamiento de las estructuras extensibles

Los sistemas de accionamiento deben estar concebidos y contruidos de forma que impidan todo movimiento intempestivo de la estructura extensible.

a) Sistemas de accionamiento por cables.

Los sistemas de accionamiento por cables deben comprender un dispositivo o sistema que en caso de un fallo se limite a 0,2 m. el movimiento vertical de la plataforma de trabajo con la carga máxima de utilización.

Los cables de carga deben ser de acero galvanizado sin empalmes excepto en sus extremos no siendo aconsejables los de acero inoxidable.

Las características técnicas que deben reunir son:

- Diámetro mínimo 8 mm.
- No mínimo de hilos 114.
- Clase de resistencia de los hilos comprendida entre 1.570 N/mm² y 1.960 N/mm².

La unión entre el cable y su terminal debe ser capaz de resistir al menos el 80 % de la carga mínima de rotura del cable.

b) Sistema de accionamiento por cadenas.

Los sistemas de accionamiento por cadena deben comprender un dispositivo o sistema que en caso de un fallo se limite a 0,2 m. el movimiento vertical de la plataforma de trabajo con la carga máxima de utilización. No deben utilizarse cadenas con eslabones redondos.

La unión entre las cadenas y su terminal debe ser capaz de resistir al menos el 100 % de la carga mínima de rotura de la cadena.

c) Sistema de accionamiento por piñón y cremallera.

La tensión de utilización de piñones y cremalleras debe ser al menos igual a $1/6$ de la tensión de rotura del material utilizado. Deben estar provistos de un dispositivo de seguridad accionado por un limitador de sobrevelocidad que pare progresivamente la plataforma de trabajo con la carga máxima de utilización y mantenerla parada en caso de fallo del mecanismo de elevación. Si el dispositivo de seguridad está accionado, la alimentación de la energía debe ser detenida automáticamente.

Plataforma de trabajo

Equipamiento:

La plataforma estará equipada con barandillas o cualquier otra estructura en todo su perímetro a una altura mínima de 0,90 m. y dispondrá de una protección que impida el paso o deslizamiento por debajo de las mismas o la caída de objetos sobre personas de acuerdo con el RD 486/1997 sobre lugares de trabajo: Anexo I.A.3.3 y el RD 1215/1997 sobre equipos de trabajo: Anexo 1.1.6. (La norma UNE-EN 280 especifica que la plataforma debe tener un pretil superior a 1,10 m. de altura mínima, un zócalo de 0,15 m. de altura y una barra intermedia a menos de 0,55 m. del zócalo o del pretil superior; en los accesos de la plataforma, la altura del zócalo puede reducirse a 0,1 m. La barandilla debe tener una resistencia a fuerzas específicas de 500 N por persona aplicadas en los puntos y en la dirección más desfavorable, sin producir una deformación permanente).

Tendrá una puerta de acceso o en su defecto elementos móviles que no deben abrirse hacia el exterior.

Deben estar concebidos para cerrarse y bloquearse automáticamente o que impidan todo movimiento de la plataforma mientras no estén en posición cerrada y bloqueada. Los distintos elementos de las barandillas de seguridad no deben ser extraíbles salvo por una acción directa intencionada.

El suelo, comprendida toda trampilla, debe ser antideslizante y permitir la salida del agua (por ej. enrejado o metal perforado). Las aberturas deben estar dimensionadas para impedir el paso de una esfera de 15 mm. de diámetro.

Las trampillas deben estar fijadas de forma segura con el fin de evitar toda apertura intempestiva. No deben poder abrirse hacia abajo o lateralmente.

El suelo de la plataforma debe poder soportar la carga máxima de utilización calculada según la siguiente expresión:

$$m = n \cdot m_p + m_e$$

Donde:

m_p = Masa de una persona .

m_e = Masa equipo (mínimo 40 kg).

número de personas sobre la plataforma de trabajo.

Deberá disponer de puntos de enganche para poder anclar los cinturones de seguridad o arneses para cada persona que ocupe la plataforma.

Sistema de mandos.

La plataforma debe tener dos sistemas de mando, uno primario que debe estar sobre la plataforma y accesible para el operador, y el secundario estar situados para ser accesibles desde el suelo. Los sistemas de mando deben estar perfectamente marcados de forma indeleble de fácil comprensión según códigos normalizados.

Sistemas de seguridad de inclinación máxima.

La inclinación de la plataforma de trabajo no debe variar más de 5º respecto a la horizontal o al plano del chasis durante los movimientos de la estructura extensible o bajo el efecto de las cargas y fuerzas de servicio. En caso de fallo del sistema de mantenimiento de la horizontalidad, debe existir un dispositivo de seguridad que mantenga el nivel de la plataforma con una tolerancia suplementaria de 5º.

Sistema de bajada auxiliar.

Todas las plataformas de trabajo deben estar equipadas con sistemas auxiliares de descenso, sistema retráctil o de rotación en caso de fallo del sistema primario.

Sistema de paro de emergencia.

La plataforma de trabajo debe estar equipada con un sistema de paro de emergencia fácilmente accesible que desactive todos los sistemas de accionamiento de una forma efectiva, conforme a la norma UNE-EN 418 Seguridad de las máquinas. Equipo de parada de emergencia, aspectos funcionales.

Sistemas de advertencia.

La plataforma de trabajo debe estar equipada con una alarma u otro sistema de advertencia que se active automáticamente cuando la base de la plataforma se inclina más de 5° de la inclinación máxima permitida en cualquier dirección.

Universidad de La Laguna

Escuela superior de Ingeniería y Tecnología (ESIT)

Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

ANEXO VIII

Documentación cedida

Proyecto fotovoltaico para una nave en Güímar

Autor: Cristo Mourani Mansour

Tutor: Benjamín González Díaz



Aldro Energía S.L.
CIF: B39793294
Domicilio social: Avda. Palencia nº1 bajo 39300 Torrelavega (Cantabria)

DATOS DE FACTURA DE ELECTRICIDAD



IMPORTE FACTURA: 233,95 €
Nº de factura: F22ES-01655395
Periodo de consumo: 01/06/2022 a 30/06/2022
Fecha de factura : 05/07/2022
Fecha de cargo: 12/07/2022

FACTURA RESUMEN



Por potencia contratada:	59,7437 €
Por energía consumida:	150,7528 €
Por energía reactiva:	7,3634 €
Descuento sobre T. Energía:	-2,8690 €
Impuesto electricidad:	1,0750 €
Alquiler equipos de medida y control:	10,6521 €
Impuesto aplicado:	7,23 €
TOTAL IMPORTE FACTURA	233,95 €

PRODEL AGRICOLA SL
 CALLE ALVARO FARIÑA Nº2
 38350 TACORONTE, SANTA CRUZ DE TENERIFE

¿Son correctos sus datos personales?
 Puede actualizarlos online en su **Oficina Virtual** de la web entrando en <https://eniplenitude.es/>

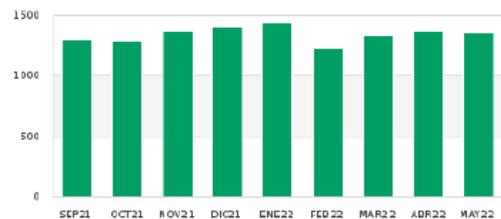
INFORMACIÓN DEL CONSUMO ELÉCTRICO



	Consumo en el periodo P1	Consumo en el periodo P2	Consumo en el periodo P3	Consumo en el periodo P4	Consumo en el periodo P5	Consumo en el periodo P6
Lectura anterior (Visual) (31-05-2022)	5.663,00 kWh	15.668,00 kWh	6.510,00 kWh	5.409,00 kWh	5.483,00 kWh	10.096,00 kWh
Lectura actual (Visual) (30-06-2022)	5.663,00 kWh	15.668,00 kWh	6.510,00 kWh	5.853,00 kWh	5.899,00 kWh	10.552,00 kWh
Consumo en el periodo	0,00 kWh	0,00 kWh	0,00 kWh	444,00 kWh	416,00 kWh	456,00 kWh

Su contador mide en 6 periodos, para convertirlo en 3 periodos debe operar:
 $P1+P4=P1 / P2+P5=P2 / P3+P6=P3$

Su consumo medio diario en el periodo facturado ha sido de 0,09 €
 Su consumo medio diario en los últimos 14 meses ha sido de 0,27 €
 Su consumo acumulado del último año ha sido de 14.854,00 kWh



DATOS DEL CONTRATO: 21300031200



Titular: D/Dña PRODEL AGRICOLA SL NIF: B38462644
 Dirección de suministro: CAMINO LOS LLANOS NºS/N, GÚIMAR, (SANTA CRUZ DE TENERIFE)
 Peaje de acceso: 3.0TD Potencia contratada P1: 10,000 kW P2: 10,000 kW P3: 10,000 kW P4: 10,000 kW P5: 10,000 kW P6: 26,300 kW

DETALLE FACTURA



ALDRO ENERGÍA Y SOLUCIONES S.L. C. I. F. B-30750264. Domicilio social: Avena, Palencia. - bajo 01 - 39000 Torrelavega. inscrita en el Registro Mercantil de Cantabria Tomo 1072, Folio 100. Hoja número S29720. Inscrición 1ª

Facturación por potencia contratada:

Periodo P1 (01/06/2022 - 30/06/2022): 10,0000 kW * 0,0505203 €/kW día * 30 días	15,1561 €
Periodo P2 (01/06/2022 - 30/06/2022): 10,0000 kW * 0,0414443 €/kW día * 30 días	12,4333 €
Periodo P3 (01/06/2022 - 30/06/2022): 10,0000 kW * 0,0249957 €/kW día * 30 días	7,4987 €
Periodo P4 (01/06/2022 - 30/06/2022): 10,0000 kW * 0,0225687 €/kW día * 30 días	6,7706 €
Periodo P5 (01/06/2022 - 30/06/2022): 10,0000 kW * 0,0179657 €/kW día * 30 días	5,3897 €
Periodo P6 (01/06/2022 - 30/06/2022): 26,3000 kW * 0,0158369 €/kW día * 30 días	12,4953 €

Facturación por energía consumida:

Importe por peaje de acceso:

Periodo P4 (01/06/2022 - 30/06/2022): 444,0000 kWh * 0,005361 €/kWh	2,3803 €
Periodo P5 (01/06/2022 - 30/06/2022): 416,0000 kWh * 0,003321 €/kWh	0,1335 €
Periodo P6 (01/06/2022 - 30/06/2022): 456,0000 kWh * 0,003321 €/kWh	0,1464 €

Importe por cargos del sistema eléctrico:

Periodo P4 (01/06/2022 - 30/06/2022): 444,0000 kWh * 0,005198 €/kWh	2,3079 €
Periodo P5 (01/06/2022 - 30/06/2022): 416,0000 kWh * 0,003332 €/kWh	1,3861 €
Periodo P6 (01/06/2022 - 30/06/2022): 456,0000 kWh * 0,002079 €/kWh	0,9480 €

Importe por coste de la energía:

Periodo P4 (01/06/2022 - 30/06/2022): 444,0000 kWh * 0,113700 €/kWh	50,4828 €
Periodo P5 (01/06/2022 - 30/06/2022): 416,0000 kWh * 0,106194 €/kWh	44,1767 €
Periodo P6 (01/06/2022 - 30/06/2022): 456,0000 kWh * 0,106998 €/kWh	48,7911 €

Descuento sobre T. Energía:

Periodo P4 (01/06/2022 - 30/06/2022): 2,00 % s/ 50,4828 €	-1,0097 €
Periodo P5 (01/06/2022 - 30/06/2022): 2,00 % s/ 44,1767 €	-0,8835 €
Periodo P6 (01/06/2022 - 30/06/2022): 2,00 % s/ 48,7911 €	-0,9758 €

Facturación por energía reactiva:

Periodo P4 (01/06/2022 - 30/06/2022): 78,4800 kVAh * 0,041554 €/kVAh	3,2612 €
Periodo P5 (01/06/2022 - 30/06/2022): 98,7200 kVAh * 0,041554 €/kVAh	4,1022 €

Subtotal **214,9909 €**

Impuesto de electricidad: Impuesto especial al tipo de 0,50% sobre el producto de facturación de la electricidad suministrada

Impuesto electricidad (214,9909 * 0,50%)	1,0750 €
--	----------

Alquiler de equipos de medida y control: Precio establecido que se paga por el alquiler de equipos de medida y control.

Alquiler de equipos de medida y control (30 días * 0,355070 €/día)	10,6521 €
--	-----------

Subtotal otros conceptos **11,7271 €**

Base imponible **226,72 €**

Impuestos:

IGIC Reducido (3%)	3,00 % s/216,07 €	6,48 €
IGIC General (7%)	7,00 % s/10,65 €	0,75 €

TOTAL IMPORTE FACTURA **233,95 €**

Precios de los términos de peaje de acceso publicados en la Resolución de 16 de diciembre de 2021, de la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia, por la que se establecen los valores de los peajes de acceso a las redes de transporte y distribución de electricidad de aplicación a partir del 1 de enero de 2022.

Precio de los cargos del sistema eléctrico publicados en la Orden TED/1484/2021 de 28 de diciembre 2021, modificados por el RD 6/2022 a partir del 31 de marzo de 2022.

Precio de los equipos de medida y control establecidos en la Orden ITC/3860/2007, de 28 de diciembre, o normativa que le sustituya.

Descuento asociado al ahorro de cargos establecido en el RDL 06/2022 de 29 de marzo: -52,72€.

MAXÍMETROS			
PERIODO HORARIO	DESDE	HASTA	LECTURA POTENCIA
MAXIMETRO P1	01/06/2022	30/06/2022	0 kW
MAXIMETRO P2	01/06/2022	30/06/2022	0 kW
MAXIMETRO P3	01/06/2022	30/06/2022	0 kW

MAXIMETRO P4	01/06/2022	MAXIMETROS	30/06/2022	8 KW
MAXIMETRO P5	01/06/2022		30/06/2022	9 KW
PERIODO CIERRE MAXIMETRO P6	DESDE 01/06/2022		HASTA 30/06/2022	LECTURA POTENCIA 4 KW



Aldro Energía S.L.
CIF: B39793294
Domicilio social: Avda. Palencia nº1 bajo 39300 Torrelavega (Cantabria)

DATOS DE FACTURA DE ELECTRICIDAD



IMPORTE FACTURA: 241,50 €

Nº de factura: F22ES-01079411

Periodo de consumo: 01/04/2022 a 30/04/2022

Fecha de factura : 05/05/2022

Fecha de cargo: 12/05/2022

FACTURA RESUMEN



Por potencia contratada:	59,7437 €
Por energía consumida:	156,3915 €
Por energía reactiva:	4,2672 €
Descuento sobre T. Energía:	-2,9829 €
Impuesto electricidad:	1,1114 €
Alquiler equipos de medida y control:	10,6521 €
Excesos Potencia:	4,8700 €
Impuesto aplicado:	7,45 €

TOTAL IMPORTE FACTURA 241,50 €

PRODEL AGRICOLA SL
CALLE ALVARO FARIÑA Nº2
38350 TACORONTE, SANTA CRUZ DE TENERIFE

¿Son correctos sus datos personales?
Puede actualizarlos online en su **Oficina Virtual** de la web entrando en
<https://eniplenitude.es/>

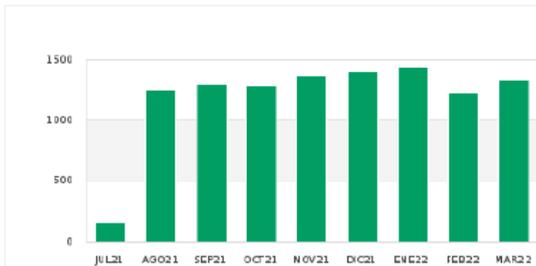
INFORMACIÓN DEL CONSUMO ELÉCTRICO



	Consumo en el periodo P1	Consumo en el periodo P2	Consumo en el periodo P3	Consumo en el periodo P4	Consumo en el periodo P5	Consumo en el periodo P6
Lectura anterior (Visual) (31-03-2022)	5.663,00 kWh	15.668,00 kWh	6.510,00 kWh	4.544,00 kWh	4.694,00 kWh	9.016,00 kWh
Lectura actual (Visual) (30-04-2022)	5.663,00 kWh	15.668,00 kWh	6.510,00 kWh	4.971,00 kWh	5.074,00 kWh	9.579,00 kWh
Consumo en el periodo	0,00 kWh	0,00 kWh	0,00 kWh	427,00 kWh	380,00 kWh	563,00 kWh

Su contador mide en 6 periodos, para convertirlo en 3 periodos debe operar:
 $P1+P4=P1 / P2+P5=P2 / P3+P6=P3$

Su consumo medio diario en el periodo facturado ha sido de 0,09 €
Su consumo medio diario en los últimos 14 meses ha sido de 0,31 €
Su consumo acumulado del último año ha sido de 12.174,00 kWh



DATOS DEL CONTRATO: 21300031200



Titular: D/Dña PRODEL AGRICOLA SL NIF: B38462644
Dirección de suministro: CAMINO LOS LLANOS NºS/N, GÜIMAR, (SANTA CRUZ DE TENERIFE)
Peaje de acceso: 3.0TD Potencia contratada P1: 10,000 kW P2: 10,000 kW P3: 10,000 kW P4: 10,000 kW P5: 10,000 kW P6: 26,300 kW

DETALLE FACTURA



Facturación por potencia contratada:

Periodo P1 (01/04/2022 - 30/04/2022): 10,0000 kW * 0,0505203 €/kW día * 30 días	15,1561 €
Periodo P2 (01/04/2022 - 30/04/2022): 10,0000 kW * 0,0414443 €/kW día * 30 días	12,4333 €
Periodo P3 (01/04/2022 - 30/04/2022): 10,0000 kW * 0,0249957 €/kW día * 30 días	7,4987 €
Periodo P4 (01/04/2022 - 30/04/2022): 10,0000 kW * 0,0225687 €/kW día * 30 días	6,7706 €
Periodo P5 (01/04/2022 - 30/04/2022): 10,0000 kW * 0,0179657 €/kW día * 30 días	5,3897 €
Periodo P6 (01/04/2022 - 30/04/2022): 26,3000 kW * 0,0158369 €/kW día * 30 días	12,4953 €

Facturación por excesos de potencia:

(Circular 3/2020 CNMC: Si TPM 4 o 5: $\sum tp^2 * (Pdj - Pcp)$ Si TPM 1, 2 o 3: $\sum Ki * tep * Aei$)

Periodo P4: Máximo : 11.0000 kW	4,8700 €
---------------------------------	----------

Facturación por energía consumida:

Importe por peaje de acceso:

Periodo P4 (01/04/2022 - 30/04/2022): 427,0000 kWh * 0,005361 €/kWh	2,2891 €
Periodo P5 (01/04/2022 - 30/04/2022): 380,0000 kWh * 0,000321 €/kWh	0,1220 €
Periodo P6 (01/04/2022 - 30/04/2022): 563,0000 kWh * 0,000321 €/kWh	0,1807 €

Importe por cargos del sistema eléctrico:

Periodo P4 (01/04/2022 - 30/04/2022): 427,0000 kWh * 0,005198 €/kWh	2,2195 €
Periodo P5 (01/04/2022 - 30/04/2022): 380,0000 kWh * 0,003332 €/kWh	1,2662 €
Periodo P6 (01/04/2022 - 30/04/2022): 563,0000 kWh * 0,002079 €/kWh	1,1705 €

Importe por coste de la energía:

Periodo P4 (01/04/2022 - 30/04/2022): 427,0000 kWh * 0,113700 €/kWh	48,5499 €
Periodo P5 (01/04/2022 - 30/04/2022): 380,0000 kWh * 0,106194 €/kWh	40,3537 €
Periodo P6 (01/04/2022 - 30/04/2022): 563,0000 kWh * 0,106998 €/kWh	60,2399 €

Descuento sobre T. Energía:

Periodo P4 (01/04/2022 - 30/04/2022): 2,00 % s/ 48,5499 €	-0,9710 €
Periodo P5 (01/04/2022 - 30/04/2022): 2,00 % s/ 40,3537 €	-0,8071 €
Periodo P6 (01/04/2022 - 30/04/2022): 2,00 % s/ 60,2399 €	-1,2048 €

Facturación por energía reactiva:

Periodo P4 (01/04/2022 - 30/04/2022): 49,0900 kVAh * 0,041554 €/kVAh	2,0399 €
Periodo P5 (01/04/2022 - 30/04/2022): 53,6000 kVAh * 0,041554 €/kVAh	2,2273 €

Subtotal

222,2895 €

Impuesto de electricidad: Impuesto especial al tipo de 0,50% sobre el producto de facturación de la electricidad suministrada

Impuesto electricidad (222,2895 * 0,50%)	1,1114 €
--	----------

Alquiler de equipos de medida y control: Precio establecido que se paga por el alquiler de equipos de medida y control.

Alquiler de equipos de medida y control (30 días * 0,355070 €/día)	10,6521 €
--	-----------

ALDRO ENERGÍA Y SOLUCIONES S.L. C. I. F. B-59759254. Domicilio social: Avda. Palencia, s/n - bajo C1 - 38000 Torrelavega. Inscrita en el Registro Mercantil de Cantabria Tomo 1072, Folio 100, Hoja número S28720. Inscripción 1ª



ALDRO ENERGÍA Y SOLUCIONES S.L. C. I. F. B-36753254 Domicilio social: Avda. Palencia, * - bajo 01 - 38000 Torrelavega. Inscrita en el Registro Mercantil de Cantabria Tomo 1072, Folio 100, Hoja número S28720. Inscripción 1ª

Subtotal otros conceptos		11,7635 €
Base imponible		234,05 €
Impuestos:		
IGIC Reducido (3%)	3,00 % s/223,40 €	6,70 €
IGIC General (7%)	7,00 % s/10,65 €	0,75 €

TOTAL IMPORTE FACTURA 241,50 €

Precios de los términos de peaje de acceso publicados en la Resolución de 16 de diciembre de 2021, de la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia, por la que se establecen los valores de los peajes de acceso a las redes de transporte y distribución de electricidad de aplicación a partir del 1 de enero de 2022.

Precio de los cargos del sistema eléctrico publicados en la Orden TED/1484/2021 de 28 de diciembre 2021, modificados por el RD 6/2022 a partir del 31 de marzo de 2022.

Precio de los equipos de medida y control establecidos en la Orden ITC/3860/2007, de 28 de diciembre, o normativa que le sustituya.

Descuento asociado al ahorro de cargos establecido en el RDL 06/2022 de 29 de marzo: -54,65€.

MAXÍMETROS			
PERIODO HORARIO	DESDE	HASTA	LECTURA POTENCIA
MAXIMETRO P1	01/04/2022	30/04/2022	0 kW
MAXIMETRO P2	01/04/2022	30/04/2022	0 kW
MAXIMETRO P3	01/04/2022	30/04/2022	0 kW
MAXIMETRO P4	01/04/2022	30/04/2022	11 kW
MAXIMETRO P5	01/04/2022	30/04/2022	10 kW
MAXIMETRO P6	01/04/2022	30/04/2022	4 kW





Aldro Energía S.L.
CIF: B39793294
Domicilio social: Avda. Palencia nº1 bajo 39300 Torrelavega (Cantabria)

DATOS DE FACTURA DE ELECTRICIDAD



IMPORTE FACTURA: 265,67 €
Nº de factura: F22ES-00860326
Periodo de consumo: 01/03/2022 a 31/03/2022
Fecha de factura : 07/04/2022
Fecha de cargo: 14/04/2022

FACTURA RESUMEN



Por potencia contratada:	67,2886 €
Por energía consumida:	177,0163 €
Por energía reactiva:	3,9755 €
Descuento sobre T. Energía:	-3,0078 €
Impuesto electricidad:	1,2264 €
Alquiler equipos de medida y control:	11,0071 €
Impuesto aplicado:	8,16 €
TOTAL IMPORTE FACTURA	265,67 €

PRODEL AGRICOLA SL
CALLE ALVARO FARIÑA Nº2
38350 TACORONTE, SANTA CRUZ DE TENERIFE

¿Son correctos sus datos personales?
Puede actualizarlos online en su **Oficina Virtual** de la web entrando en <https://eniplenitude.es/>

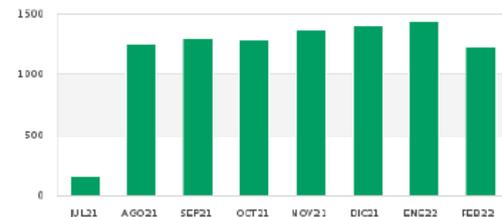
INFORMACIÓN DEL CONSUMO ELÉCTRICO



	Consumo en el periodo P1	Consumo en el periodo P2	Consumo en el periodo P3	Consumo en el periodo P4	Consumo en el periodo P5	Consumo en el periodo P6
Lectura anterior (Visual) (28-02-2022)	5.663,00 kWh	15.215,00 kWh	6.510,00 kWh	4.196,00 kWh	4.694,00 kWh	8.484,00 kWh
Lectura actual (Visual) (31-03-2022)	5.663,00 kWh	15.668,00 kWh	6.510,00 kWh	4.544,00 kWh	4.694,00 kWh	9.016,00 kWh
Consumo en el periodo	0,00 kWh	453,00 kWh	0,00 kWh	348,00 kWh	0,00 kWh	532,00 kWh

Su contador mide en 6 periodos, para convertirlo en 3 periodos debe operar:
 $P1+P4=P1 / P2+P5=P2 / P3+P6=P3$

Su consumo medio diario en el periodo facturado ha sido de 0,29 €
Su consumo medio diario en los últimos 14 meses ha sido de 0,34 €
Su consumo acumulado del último año ha sido de 10.804,00 kWh



DATOS DEL CONTRATO: 21300031200



Titular: D/Dña PRODEL AGRICOLA SL NIF: B38462644
 Dirección de suministro: CAMINO LOS LLANOS NºS/N, GÜIMAR, (SANTA CRUZ DE TENERIFE)
 Peaje de acceso: 3.0TD Potencia contratada P1: 10,000 kW P2: 10,000 kW P3: 10,000 kW P4: 10,000 kW P5: 10,000 kW P6: 26,300 kW

DETALLE FACTURA



Facturación por potencia contratada:

Periodo P1 (01.03/2022 - 31.03/2022): 10,0000 kW * 0,0564332 €/kW día * 31 días	17,4943 €
Periodo P2 (01.03/2022 - 31.03/2022): 10,0000 kW * 0,0444035 €/kW día * 31 días	13,7651 €
Periodo P3 (01.03/2022 - 31.03/2022): 10,0000 kW * 0,0271458 €/kW día * 31 días	8,4152 €
Periodo P4 (01.03/2022 - 31.03/2022): 10,0000 kW * 0,0247187 €/kW día * 31 días	7,6628 €
Periodo P5 (01.03/2022 - 31.03/2022): 10,0000 kW * 0,0201158 €/kW día * 31 días	6,2359 €
Periodo P6 (01.03/2022 - 31.03/2022): 26,3000 kW * 0,0168224 €/kW día * 31 días	13,7153 €

Facturación por energía consumida:

Importe por peaje de acceso:

Periodo P2 (01.03/2022 - 31.03/2022): 453,0000 kWh * 0,014567 €/kWh	6,5989 €
Periodo P4 (01.03/2022 - 31.03/2022): 348,0000 kWh * 0,005361 €/kWh	1,8656 €
Periodo P6 (01.03/2022 - 31.03/2022): 532,0000 kWh * 0,000321 €/kWh	0,1708 €

Importe por cargos del sistema eléctrico:

Periodo P2 (01.03/2022 - 30.03/2022): 438,3871 kWh * 0,030119 €/kWh	13,2038 €
Periodo P2 (31.03/2022 - 31.03/2022): 14,6129 kWh * 0,019244 €/kWh	0,2812 €
Periodo P4 (01.03/2022 - 30.03/2022): 336,7742 kWh * 0,008136 €/kWh	2,7400 €
Periodo P4 (31.03/2022 - 31.03/2022): 11,2258 kWh * 0,005198 €/kWh	0,0584 €
Periodo P6 (01.03/2022 - 30.03/2022): 514,8387 kWh * 0,003254 €/kWh	1,6753 €
Periodo P6 (31.03/2022 - 31.03/2022): 17,1613 kWh * 0,002079 €/kWh	0,0357 €

Importe por coste de la energía:

Periodo P2 (01.03/2022 - 31.03/2022): 453,0000 kWh * 0,118976 €/kWh	53,8961 €
Periodo P4 (01.03/2022 - 31.03/2022): 348,0000 kWh * 0,113700 €/kWh	39,5676 €
Periodo P6 (01.03/2022 - 31.03/2022): 532,0000 kWh * 0,106998 €/kWh	56,9229 €

Descuento sobre T. Energía:

Periodo P2 (01.03/2022 - 31.03/2022): 2,00 % s/ 53,8961 €	-1,0779 €
Periodo P4 (01.03/2022 - 31.03/2022): 2,00 % s/ 39,5676 €	-0,7914 €
Periodo P6 (01.03/2022 - 31.03/2022): 2,00 % s/ 56,9229 €	-1,1385 €

Facturación por energía reactiva:

Periodo P2 (01.03/2022 - 31.03/2022): 53,5100 kVArh * 0,041554 €/kVArh	2,2236 €
Periodo P4 (01.03/2022 - 31.03/2022): 42,1600 kVArh * 0,041554 €/kVArh	1,7519 €

ALDRO ENERGÍA Y SOLUCIONES S.L. C. I. F. B-50750254. Domicilio social: Avda. Palencia, s/n bajo 01 - 39000 Torrelavega. Inscrita en el Registro Mercantil de Cantabria Tomo 1072, Folio 100. Hoja número S28720. Inscripción 1ª.



ALDRO ENERGÍA Y SOLUCIONES S.L. C. I. F. B-39793254. Domicilio social: Avda. Palencia, 1 - Bajío 01 - 39000 Torrelavega. Inscrita en el Registro Mercantil de Cantabria Tomo 1072, Folio 100, Hoja número S28720, Inscripción 1ª

Subtotal		245,2726 €
Impuesto de electricidad: Impuesto especial al tipo de 0,50% sobre el producto de facturación de la electricidad suministrada		
Impuesto electricidad (245,2726 * 0,50%)		1,2264 €
Alquiler de equipos de medida y control: Precio establecido que se paga por el alquiler de equipos de medida y control.		
Alquiler de equipos de medida y control (31 días * 0,355068 €/día)		11,0071 €
Subtotal otros conceptos		12,2335 €
Base imponible		257,51 €
Impuestos:		
IGIC Reducido (3%)	3,00 % s/246,50 €	7,40 €
IGIC General (7%)	7,00 % s/11,01 €	0,77 €

TOTAL IMPORTE FACTURA **265,67 €**

Precios de los términos de peaje de acceso publicados en la Resolución de 18 de marzo de 2021, de la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia, por la que se establecen los valores de los peajes de acceso a las redes de transporte y distribución de electricidad de aplicación a partir del 1 de junio de 2021. Precio de los cargos del sistema eléctrico publicados en la Orden TED/371/2021 de 19 de abril 2021, modificados por el RD 17/2021 a partir del 16 de septiembre 2021.

Precio de los equipos de medida y control establecidos en la Orden ITC/3860/2007, de 28 de diciembre, o normativa que le sustituya.

Descuento asociado al ahorro de cargos establecido en el RDL 17/2021 de 14 septiembre: -69,90€.

MAXIMETROS			
PERIODO HORARIO	DESDE	HASTA	LECTURA POTENCIA
MAXIMETRO P1	01/03/2022	31/03/2022	0 kW
MAXIMETRO P2	01/03/2022	31/03/2022	9 kW
MAXIMETRO P3	01/03/2022	31/03/2022	0 kW
MAXIMETRO P4	01/03/2022	31/03/2022	9 kW
MAXIMETRO P5	01/03/2022	31/03/2022	0 kW
MAXIMETRO P6	01/03/2022	31/03/2022	5 kW



Universidad de La Laguna

Escuela superior de Ingeniería y Tecnología (ESIT)

Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

ANEXO IX

Estudio de rentabilidad

Proyecto fotovoltaico para una nave en Güímar

Autor: Cristo Mourani Mansour

Tutor: Benjamín González Díaz

2.9.1 Estudio de rentabilidad sin baterías.....	144-148
2.9.2 Estudio de rentabilidad con baterías.....	149-151

CONTENIDO DE TABLAS DEL PROYECTO

Tabla 2.9.1 Energía generada por meses sin baterías
Tabla 2.9.2. Energía consumida por meses
Tabla 2.9.3. Energía generada frente energía consumida por meses
Tabla 2.9.4. Energía generada frente energía consumida anual
Tabla 2.9.5. Cálculos de ahorro económico sin baterías
Tabla 2.9.6: Rentabilidad del proyecto
Tabla 2.9.7. Energía generada por meses con baterías
Tabla 2.9.8. Energía de consumos
Tabla 2.9.9. Energía generada frente energía consumida por meses
Tabla 2.9.10. Energía generada frente energía consumida anual
Tabla 2.9.11. Cálculos de ahorro económico con baterías
Tabla 2.9.12: Estudio de viabilidad con baterías

2.9.1 Estudio de rentabilidad sin baterías

Con los datos obtenidos por “agrocabildo”, incluyendo el rendimiento de nuestra instalación obtenemos los siguientes datos de energía generada.

Mes	E generada (kWh)
Enero	797,05
febrero	1023,09
marzo	1244,5
abril	1409,88
mayo	1546,43
junio	1644,68
julio	1793,4
agosto	1508,82
septiembre	1171,43
octubre	1078,85
noviembre	658,38
diciembre	692,48
Total anual	14568,99

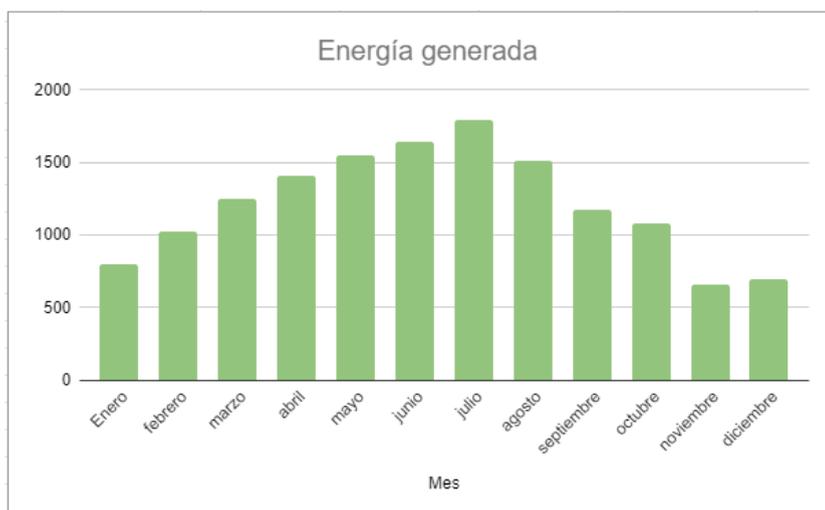


Tabla 2.9.1. Energía generada por meses sin baterías

Podemos observar que la energía generada realiza una curva en los meses con mayor irradiación solar, pero el valor del consumo energético es más constante.

Estos valores de consumo son valores extraídos de las facturas proporcionadas por la empresa para realizar el proyecto.

Mes	E consumida (kWh)
Enero	1525,34
febrero	1283,35
marzo	1386,51
abril	1419,09
mayo	1398,46
junio	1394,48
julio	1189,15
agosto	1265,35
septiembre	1339,2
octubre	1332,85
noviembre	1392,5
diciembre	1463,1
Total anual	16389,38

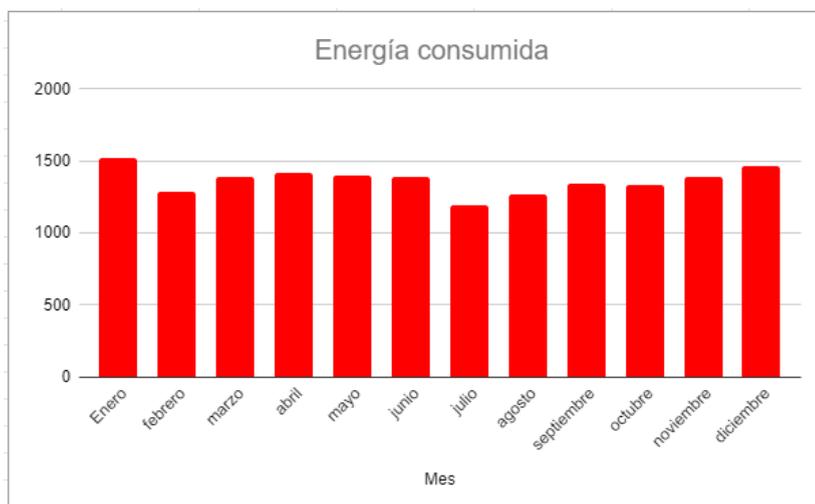


Tabla 2.9.2. Energía consumida por meses

Por lo tanto juntando ambos datos podemos observar:

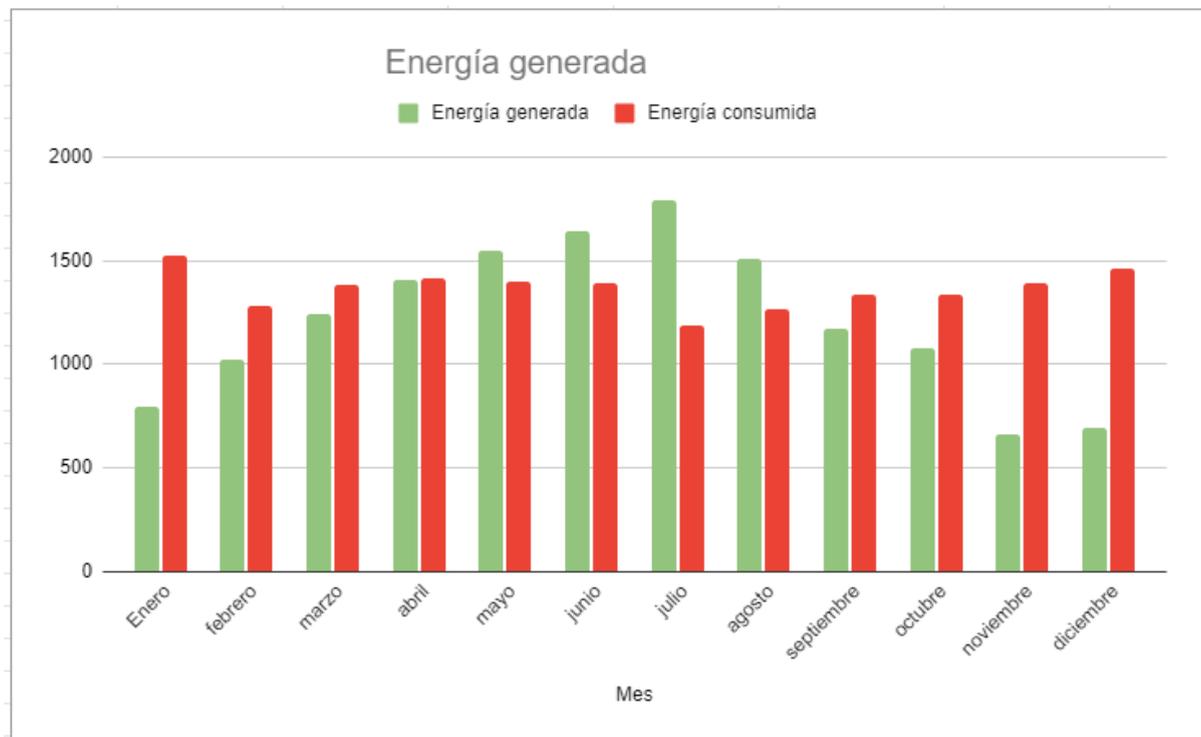


Tabla 2.9.3. Energía generada frente energía consumida por meses

- En los meses de invierno la producción de energía es del 60,8% respecto a la energía generada, en estos meses.
- Los meses de mayo hasta agosto tenemos una generación superior al consumo, por ello nuestra instalación tiene vertido de excedentes a la red para recibir una compensación económica.
- Se ha escogido una potencia de generación de 10kW para que los meses de verano la generación no sea muy superior a la energía consumida.

Realizando un sumatorio de toda la energía generada y la energía consumida podemos observar que la instalación se aproxima la generación al consumo.

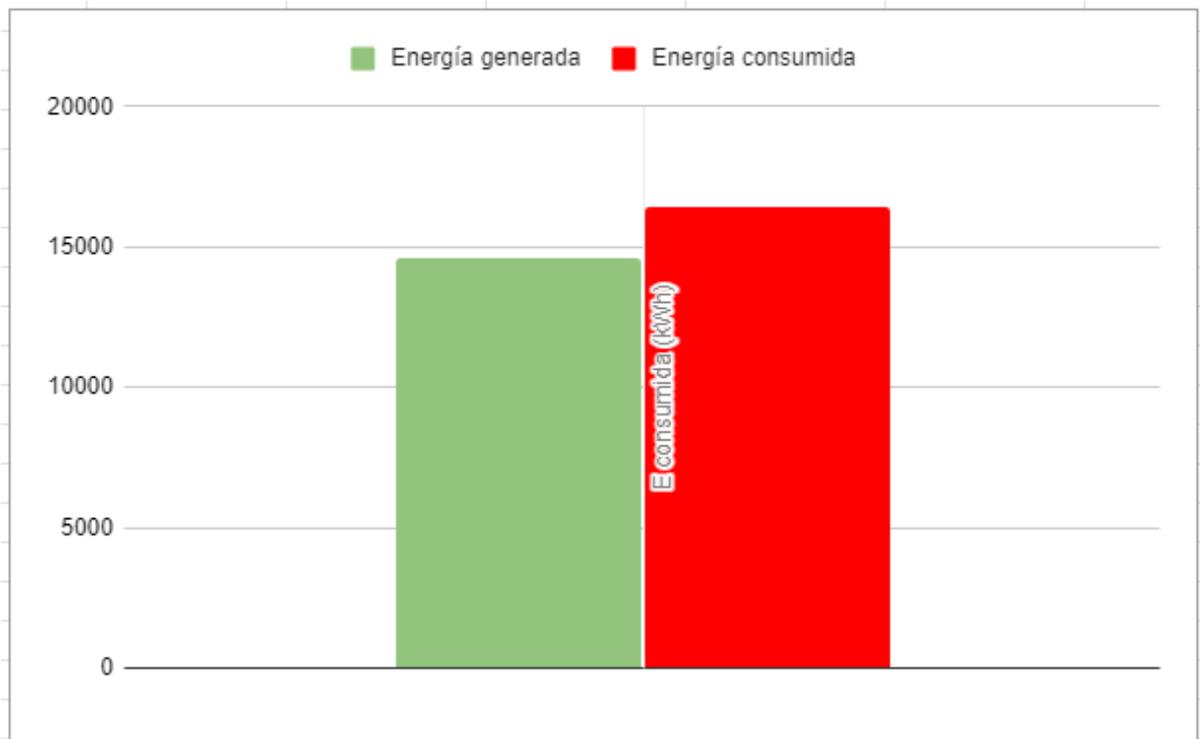


Tabla 2.9.4. Energía generada frente energía consumida anual

Con los datos de las facturas, obtenemos el precio que se paga por la energía y mediante la diferencia entre la generada y la consumida, hacemos un cálculo aproximado del ahorro que se obtendría con la instalación.

Para los meses cuyos diferencia es un valor negativo, el restante de la energía generada se ha obtenido el dato de la compensación de la empresa "Plenitude" que proporciona 0,15€/kWh.

Mes	E generada (kWh)	E consumida (kWh)	diferencia	Precio energia	Ahorro
Enero	797,05	1525,34	728,29	193,03 €	100,87 €
febrero	1023,09	1283,35	260,26	163,64 €	130,45 €
marzo	1244,5	1386,51	142,01	177,01 €	158,88 €
abril	1409,88	1419,09	9,21	156,39 €	155,38 €
mayo	1546,43	1398,46	-147,97	155,91 €	178,11 €
junio	1644,68	1394,48	-250,2	150,75 €	188,28 €
julio	1793,4	1189,15	-604,25	164,64 €	255,28 €
agosto	1508,82	1265,35	-243,47	289,20 €	325,72 €
septiembre	1171,43	1339,2	167,77	285,81 €	250,00 €
octubre	1078,85	1332,85	254	245,63 €	198,82 €
noviembre	658,38	1392,5	734,12	202,47 €	95,73 €
diciembre	692,48	1463,1	770,62	183,17 €	86,69 €
Total anual	14568,99	16389,38	Ahorro anual		2.124,21 €

Tabla 2.9.5. Cálculos de ahorro económico sin baterías

Por lo tanto, tenido el ahorro anual calculamos la rentabilidad de la instalación:

Año	Ahorro neto	Ahorro acumulado	Rentabilidad
0	0,00 €	0	-11.782,89 €
1	2.149,90 €	2.149,90 €	-9.632,99 €
2	2.128,40 €	4.278,30 €	-7.504,59 €
3	2.107,12 €	6.385,42 €	-5.397,47 €
4	2.086,05 €	8.471,46 €	-3.311,43 €
5	2.065,19 €	10.536,65 €	-1.246,24 €
6	2.044,53 €	12.581,18 €	798,29 €
7	2.024,09 €	14.605,27 €	2.822,38 €
8	2.003,85 €	16.609,12 €	4.826,23 €
9	1.983,81 €	18.592,93 €	6.810,04 €
10	1.963,97 €	20.556,90 €	8.774,01 €
11	1.944,33 €	22.501,23 €	10.718,34 €
12	1.924,89 €	24.426,12 €	12.643,23 €

13	1.905,64 €	26.331,76 €	14.548,87 €
14	1.886,58 €	28.218,34 €	16.435,45 €
15	1.867,72 €	30.086,05 €	18.303,16 €
16	1.849,04 €	31.935,09 €	20.152,20 €
17	1.830,55 €	33.765,64 €	21.982,75 €
18	1.812,24 €	35.577,89 €	23.795,00 €
19	1.794,12 €	37.372,01 €	25.589,12 €
20	1.776,18 €	39.148,19 €	27.365,30 €
21	1.758,42 €	40.906,61 €	29.123,72 €
22	1.740,83 €	42.647,44 €	30.864,55 €
23	1.723,43 €	44.370,87 €	32.587,98 €
24	1.706,19 €	46.077,06 €	34.294,17 €
25	2.132,84 €	48.209,89 €	36.427,00 €

Tabla 2.9.6: Rentabilidad del proyecto

A este valor debemos de incluir la actual subvención “Next Generation El Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia, con más de 140.000 millones de euros, traza la hoja de ruta para la modernización de la economía española, la recuperación del crecimiento económico y la creación de empleo, para la reconstrucción económica sólida, inclusiva y resiliente tras la crisis de la COVID, y para responder a los retos de la próxima década.” que para el caso de esta empresa solicitante, la subvención le proporciona el 45% de los gastos por la compra e instalación del sistema fotovoltaico.

2.9.2 Estudio de rentabilidad con baterías

De la misma forma que hemos realizado el estudio anterior, empleamos los datos que hemos calculado para realizar la tabla de energía generada.

Pero si queremos colocar baterías, debemos poner 10 paneles más para generar lo que las baterías van a acumular y descargar durante las horas que no se produzca energía, para ello vamos a aumentar el valor al que nos indica el maxímetro de la factura

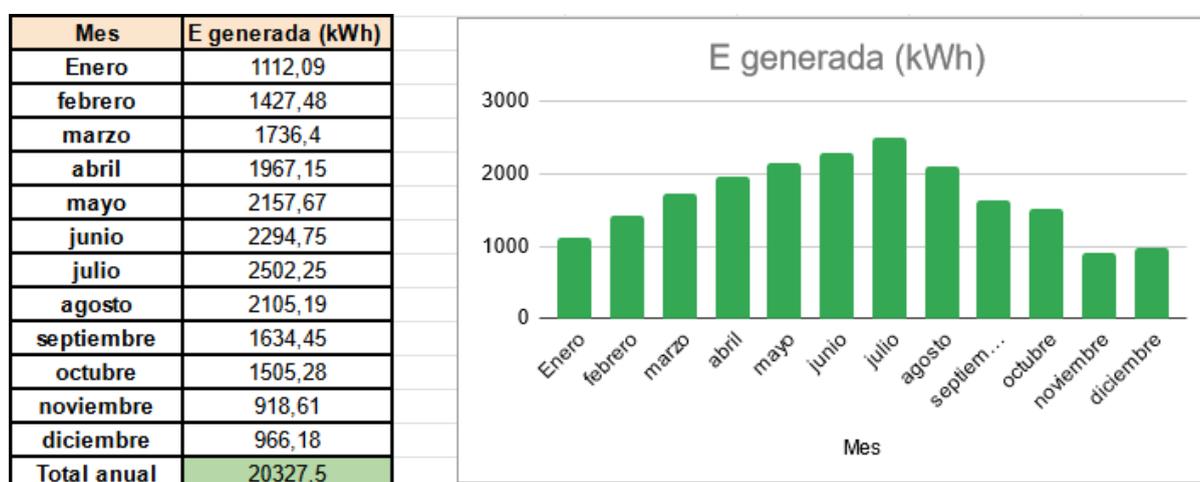


Tabla 2.9.7. Energía generada por meses con baterías

Observamos que al tener que incluir un mayor número de paneles solares nuestra generación de energía es mayor que en el caso anterior.

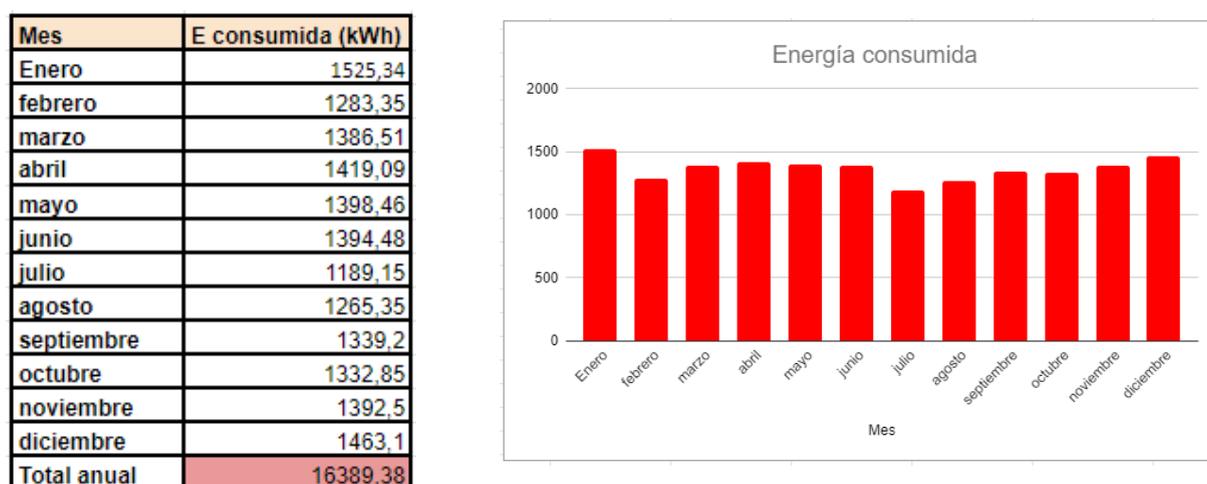


Tabla 2.9.8. Energía de consumos

Cuando juntamos ambas gráficas, podemos observar que el valor de la energía generada supera el valor de la energía consumida en un gran porcentaje, esto, además de ser una sobre producción de energía que no va a tener tanto el mismo impacto en nuestra factura, vamos a tener problema con la subvención puesto que nuestra generación excede por creces nuestro consumo.

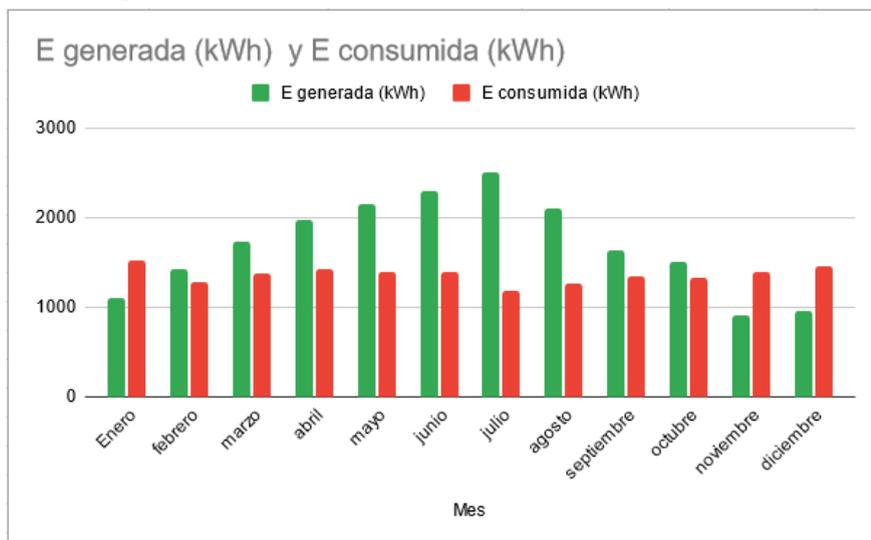


Tabla 2.9.9. Energía generada frente energía consumida por meses

Tenemos 400 kWh de energía producida por encima de la consumida.

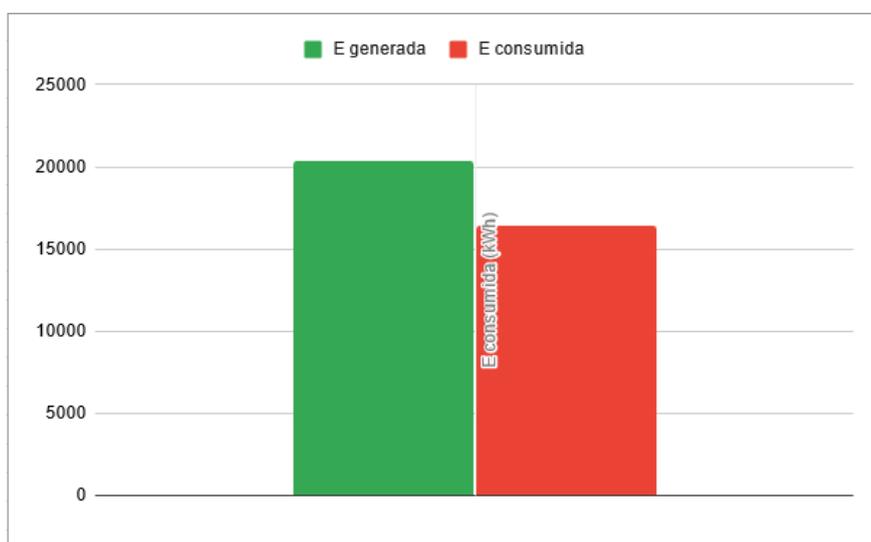


Tabla 2.9.10. Energía generada frente energía consumida anual

Mes	E generada (kWh)	E consumida (kWh)	diferencia	Precio energia	Ahorro
Enero	1112,09	1525,34	413,25	193,03 €	140,73 €
febrero	1427,48	1283,35	-144,13	163,64 €	182,02 €
marzo	1736,4	1386,51	-349,89	177,01 €	221,68 €
abril	1967,15	1419,09	-548,06	156,39 €	216,79 €
mayo	2157,67	1398,46	-759,21	155,91 €	269,79 €
junio	2294,75	1394,48	-900,27	150,75 €	285,79 €
julio	2502,25	1189,15	-1313,1	164,64 €	361,61 €
agosto	2105,19	1265,35	-839,84	289,20 €	415,18 €
septiembre	1634,45	1339,2	-295,25	285,81 €	348,82 €
octubre	1505,28	1332,85	-172,43	245,63 €	277,41 €
noviembre	918,61	1392,5	473,89	202,47 €	133,57 €
diciembre	966,18	1463,1	496,92	183,17 €	120,96 €
Total anual	20327,5	16389,38	Ahorro anual		2.974,34 €

Tabla 2.9.11. Cálculos de ahorro económico con baterías

Año	Ahorro neto	Ahorro acumulado	Rentabilidad
0	0,00 €	0	-22.006,69 €
1	2974,36	2974,36	-19.032,33 €
2	2.944,62 €	5.918,98 €	-16.087,71 €
3	2.915,17 €	8.834,15 €	-13.172,54 €
4	2.886,02 €	11.720,17 €	-10.286,52 €
5	2.857,16 €	14.577,32 €	-7.429,37 €
6	2.828,59 €	17.405,91 €	-4.600,78 €
7	2.800,30 €	20.206,21 €	-1.800,48 €
8	2.772,30 €	22.978,51 €	971,82 €
9	2.744,57 €	25.723,08 €	3.716,39 €
10	2.717,13 €	28.440,21 €	6.433,52 €
11	2.689,96 €	31.130,17 €	9.123,48 €
12	2.663,06 €	33.793,23 €	11.786,54 €
13	2.636,43 €	36.429,66 €	14.422,97 €
14	2.610,06 €	39.039,72 €	17.033,03 €
15	2.583,96 €	41.623,68 €	19.616,99 €
16	2.558,12 €	44.181,81 €	22.175,12 €
17	2.532,54 €	46.714,35 €	24.707,66 €
18	2.507,22 €	49.221,56 €	27.214,87 €
19	2.482,14 €	51.703,71 €	29.697,02 €
20	2.457,32 €	54.161,03 €	32.154,34 €
21	2.432,75 €	56.593,78 €	34.587,09 €
22	2.408,42 €	59.002,20 €	36.995,51 €
23	2.384,34 €	61.386,54 €	39.379,85 €
24	2.360,49 €	63.747,04 €	41.740,35 €
25	2.126,30 €	65.873,33 €	43.866,64 €

Tabla 2.9.12: Estudio de viabilidad con baterías

Universidad de La Laguna

Escuela superior de Ingeniería y Tecnología (ESIT)

Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

3 - PLANOS

Proyecto fotovoltaico para una
nave en Güímar

Autor: Cristo Mourani Mansour

Tutor: Benjamín González Díaz

Planos:

Plano I : Plano situación I.....	154
Plano II : Plano situación II.....	155
Plano III Cubierta de instalación.....	156
Plano IV Disposición de paneles.....	157
Plano V : Plano inclinación.....	158
Plano VI : Esquema unifilar.....	159

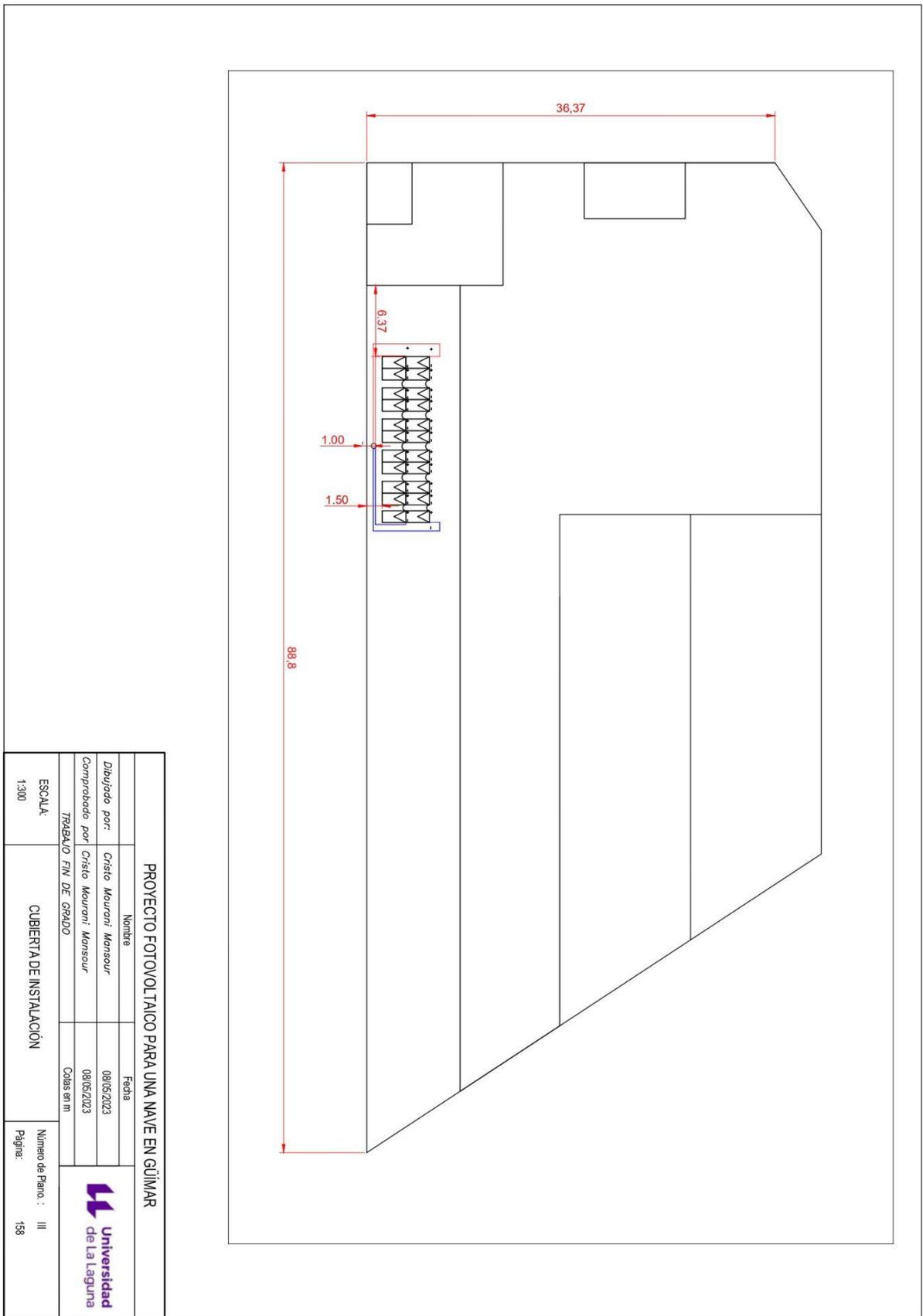




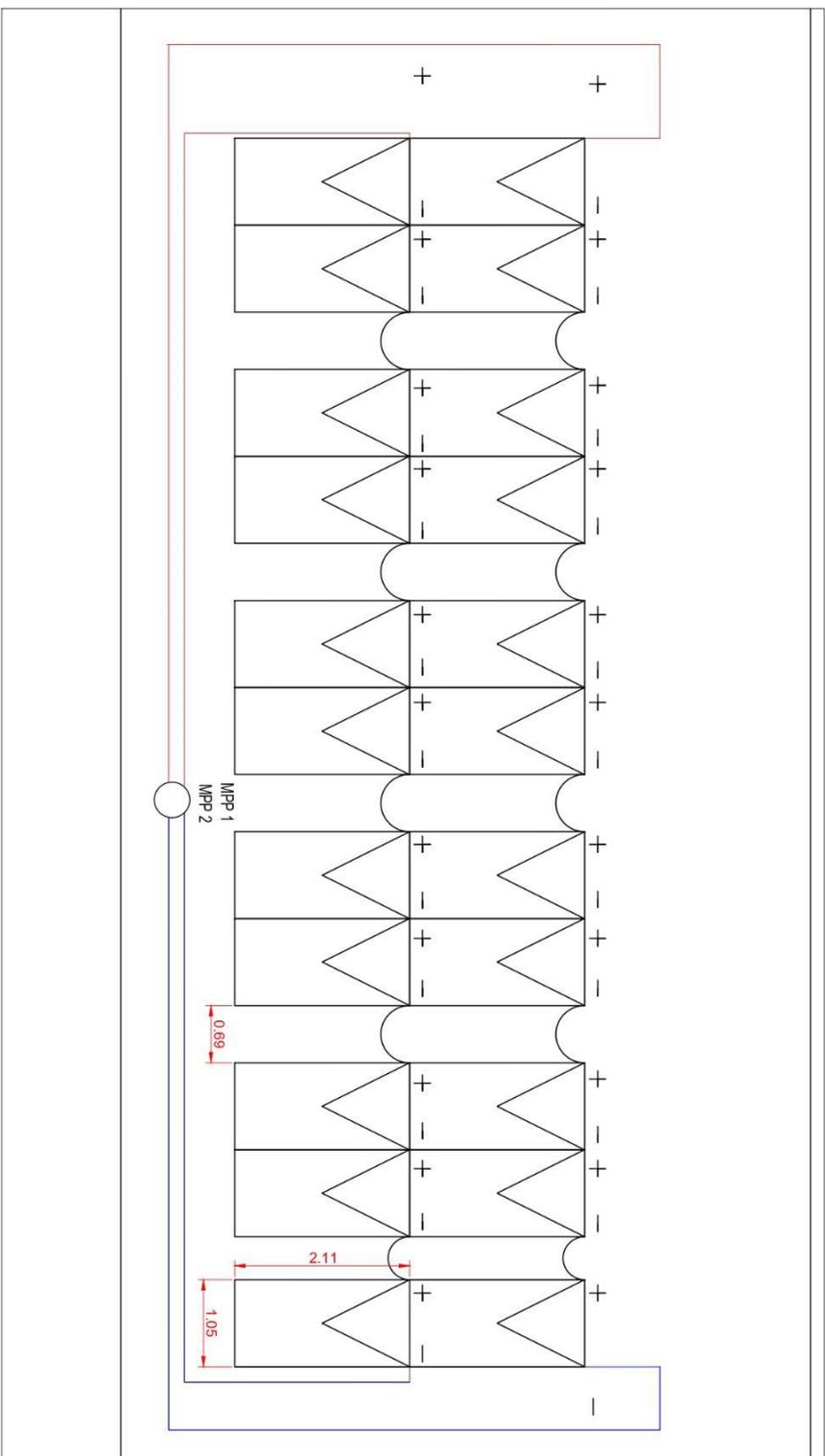
PROYECTO FOTOVOLTAICO PARA UNA NAVE EN GÚIMAR			
<i>Dibujado por:</i>	Cristó Mourani Mansour	<i>Fecha</i>	08/05/2023
<i>Comprobado por:</i>	Cristó Mourani Mansour	<i>Trabajo fin de grado</i>	08/05/2023
<i>ESCALA:</i>		PLANO SITUACION I	
		<i>Número de Plano :</i>	1
		<i>Página:</i>	156



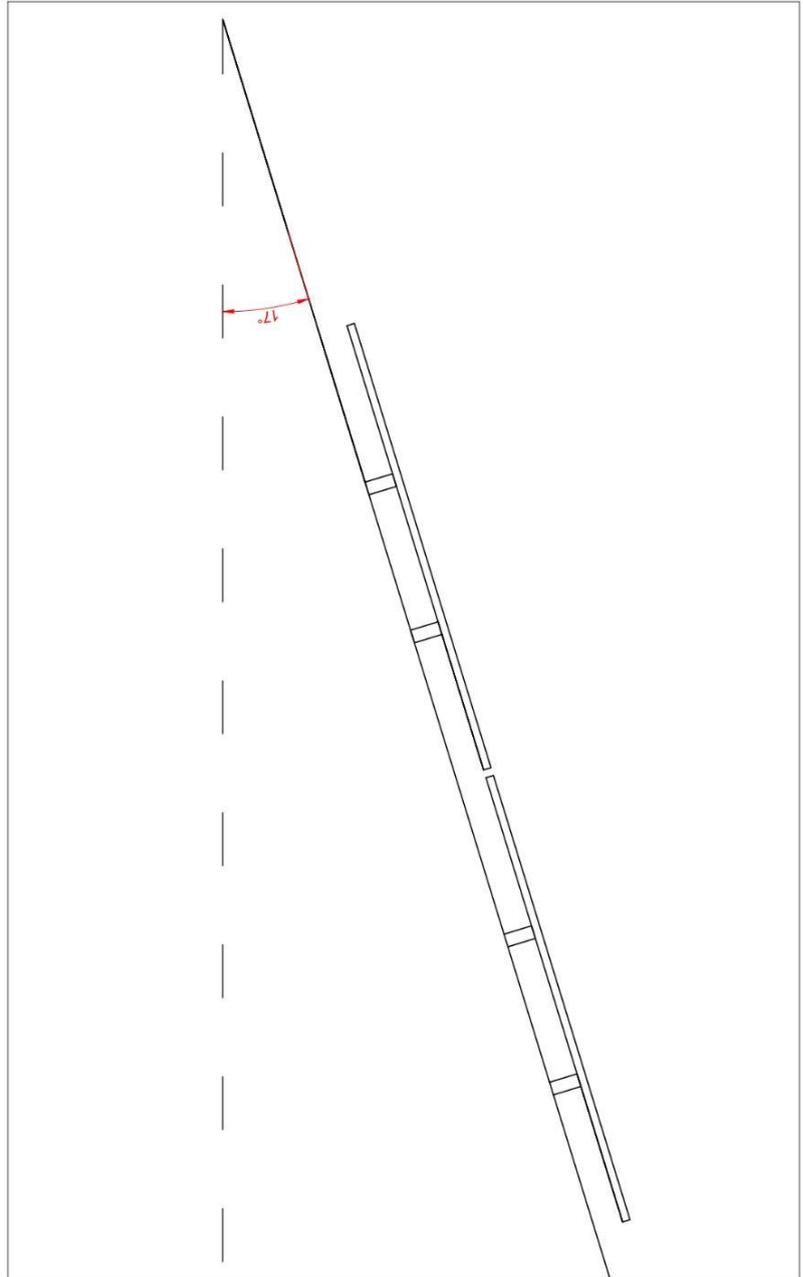
Universidad
de La Laguna



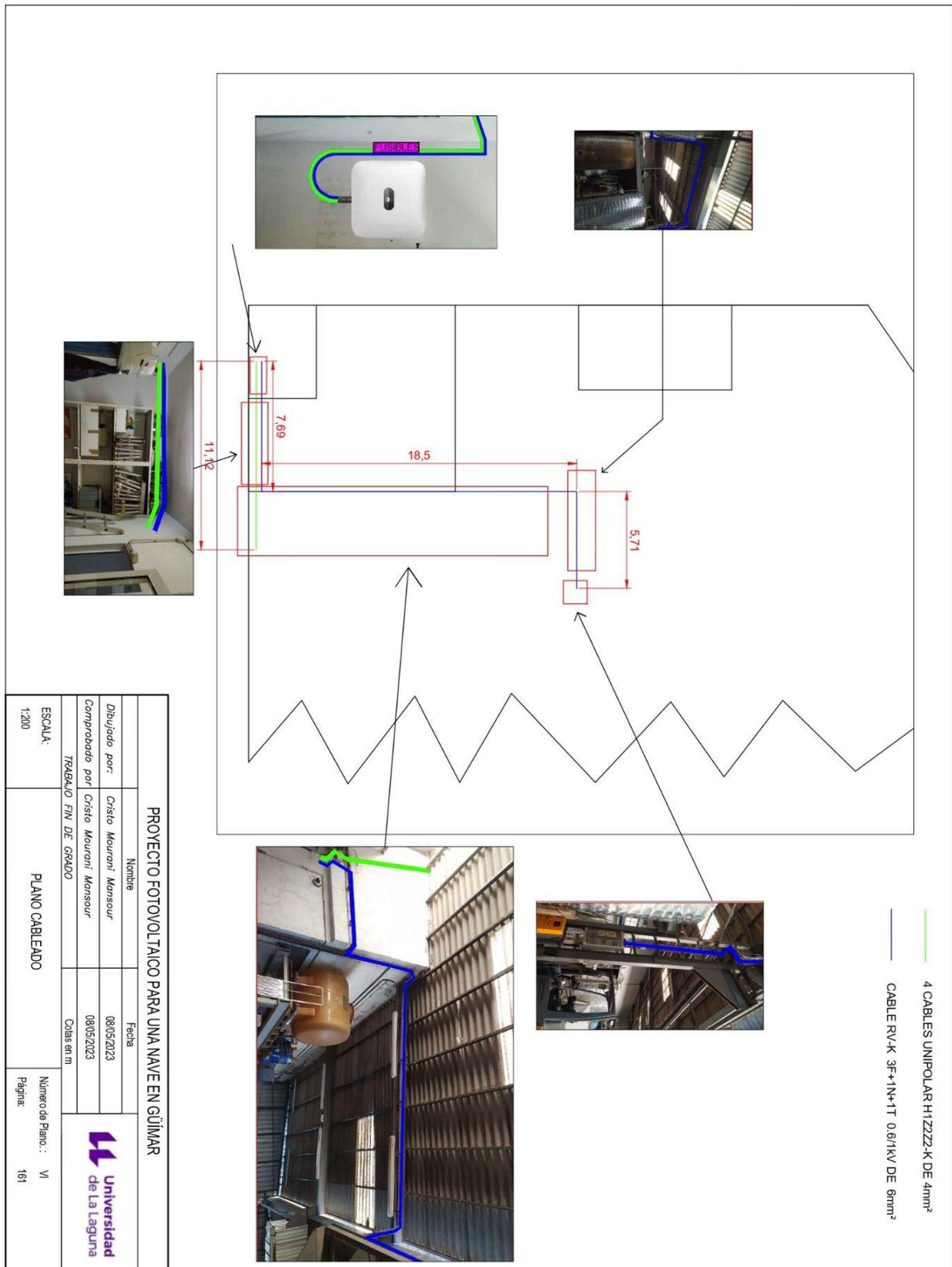
2 Cadenas formadas cada una por 11 paneles colocados en serie.

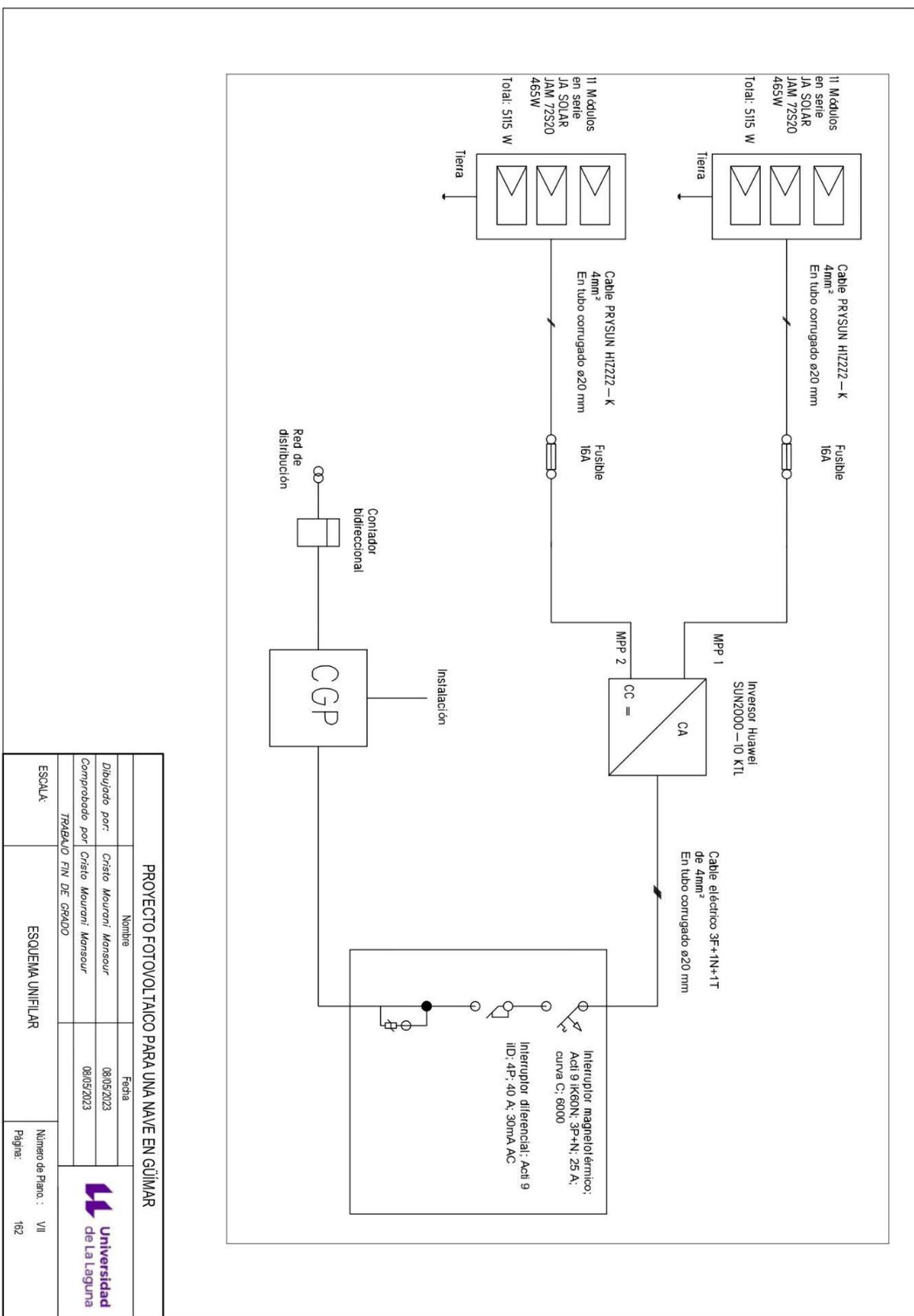


PROYECTO FOTOVOLTAICO PARA UNA NAVE EN GÚIMAR	
Nombre	
Dibujado por:	Cristó Mourani Mansour
Comprobado por:	Cristó Mourani Mansour
Fecha	08/05/2023
TRABAJO FIN DE GRADO	08/05/2023
Cada sin m	
ESCALA:	
1:50	
CUBIERTA DE INSTALACION	
Numero de Plano : Página:	IV 159



PROYECTO FOTOVOLTAICO PARA UNA NAVE EN GÚIMAR			
Nombre		Fecha	
Dibujado por:	Cristo Maurani Mansour	08/05/2023	 <p>Universidad de La Laguna</p>
Comprobado por:	Cristo Maurani Mansour	08/05/2023	
TRABAJO FIN DE GRADO			
ESCALA:	PLANO INCLINACION	Número de Plano: V	Página: 160





PROYECTO FOTOVOLTAICO PARA UNA NAVE EN GÚIMAR	
Nombre	
Dibujado por:	Cristo Mourani Mansour
Comprobado por:	Cristo Mourani Mansour
Fecha	08/05/2023
TRABAJO FIN DE GRADO	08/05/2023
ESCALA:	ESQUEMA UNIFILAR
Numero de Plano:	VII
Página:	162

Universidad de La Laguna

Escuela superior de Ingeniería y Tecnología (ESIT)

Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

4 - Pliego de condiciones

Proyecto fotovoltaico para una
nave en Güímar

Autor: Cristo Mourani Mansour

Tutor: Benjamín González Díaz

4.1 Objeto.....	163
4.2 Documentos que definen las obras.....	163
4.3 Compatibilidad y relación entre los documentos.....	163
4.4 Condiciones técnicas para la instalación fotovoltaica.....	164
4.4.1 objeto.....	164
4.4.2 Campos de aplicación.....	164
4.4.3 Normativa de aplicación.....	164-165
4.5 Diseño.....	166
4.5.1 Diseño del generador fotovoltaico.....	166
4.5.2 Orientación e inclinación.....	166
4.5.3 Componentes y materiales	166-164
4.5.3.1 Módulos fotovoltaicos.....	167-168
4.5.3.2 Inversor.....	168-169
4.5.3.3 Estructura	169
4.5.3.4 Cableado	170
4.5.3.5 Protecciones.....	170
4.5.3.6 Puesta a tierra.....	170
4.6 Condiciones de ejecución de obra.....	171
4.6.1 Replanteo de la instalación	171
4.6.2 Preparación del proyecto	171
4.6.3 Ejecución de la obra	171
4.6.4 Garantías.....	172
4.6.5 Anulación de la garantía	172
4.7 Condiciones facultativas	172
4.7.1 Técnico Director de obra	172-173
4.7.2 Constructor o instalador	173
4.7.3 Plan de seguridad y salud en el trabajo	174
4.7.4 Verificación de los documentos del proyecto.....	174
4.7.5 Presencia del constructor o instalador en la obra	174
4.8 Condiciones económicas	174
4.8.1 Compòsición de los precios unitarios.....	174-175
4.8.2 Precios añadidos.....	175
4.8.3 Acopio de materiales	175
4.8.4 Pagos	175
4.8.5 Seguro de las obras	175-176

CONTENIDO DE IMÁGENES DEL PROYECTO

Tabla 3.1. Pérdidas máximas por orientación e inclinación

4 Pliego de condiciones

4.1 Objeto

El principal objetivo del pliego es establecer las condiciones técnicas que deben cumplir la instalación fotovoltaica de este proyecto. El pliego pretende definir las especificaciones mínimas que debe cumplir la instalación para garantizar su calidad, en beneficio del usuario y del desarrollo de la tecnología.

4.2 Documentos que definen las obras

Los documentos que definen las obras y que la propiedad entrega, pueden ser documentos de carácter contractual o meramente informativos.

Son datos contractuales:

- Los planos.
- Pliego de condiciones.
- Cuadros de precios.
- Presupuesto parcial y total.

Los datos y las marcas comerciales incluidas en la Memoria y Anexos, así como la justificación de los precios tienen carácter meramente informativo.

Cualquier cambio en la obra respecto al proyecto deberá ponerse en conocimiento de la dirección técnica para que lo apruebe si procede.

4.3 Compatibilidad y relación entre los documentos

En caso de contradicción entre los planos y el pliego de condiciones, prevalecerá el pliego de condiciones. Lo mencionado en los planos y omitido en el Pliego de Condiciones o viceversa, habrá de ser ejecutado como si estuviera expuesto en ambos documentos.

4.4 Condiciones técnicas para la instalación fotovoltaica

4.4.1 objeto

El objeto del Pliego de Condiciones - Condiciones técnicas para la instalación fotovoltaica es establecer las características mínimas admisibles para la Instalación Solar Fotovoltaica conectadas a red. Pretende servir de guía para instaladores y fabricantes de equipos, definiendo las especificaciones mínimas que debe cumplir una instalación para asegurar su calidad, en beneficio del usuario y del propio desarrollo de esta tecnología.

4.4.2 Campos de aplicación

Este Pliego se aplica exclusivamente a la instalación solar fotovoltaica conectadas a la red de distribución. Quedan excluidas expresamente las instalaciones aisladas de la red.

4.4.3 Normativa de aplicación

Se aplicarán las siguientes normas y reglamentos:

- Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico.
- Norma UNE-EN 62466: Sistemas fotovoltaicos conectados a red.
- Resolución de 31 de mayo de 2001 por la que se establecen modelo de contrato tipo y modelo de factura para las instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.
- Real Decreto 1663/2000, de 29 de septiembre, sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (B.O.E. de 18-9-2002).
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Real Decreto 1578/2008, de 26 de septiembre, de retribución de la actividad

de producción de energía eléctrica mediante tecnología solar fotovoltaica para instalaciones posteriores a la fecha límite de mantenimiento de la retribución del Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, para dicha tecnología.

- ITC-BT-40 Instalaciones generadoras de baja tensión.
- Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.
- Artículo 9 de la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.

4.5 Diseño

4.5.1 Diseño del generador fotovoltaico

Todos los módulos instalados serán el mismo modelo sin capacidad de sustituirlos por uno similar ni en diseño ni en capacidad.

4.5.2 Orientación e inclinación

La orientación e inclinación del generador fotovoltaico serán tales que las pérdidas sean inferiores a los límites de la siguiente tabla. Se considerarán tres casos: general, superposición de módulos e integración arquitectónica.

Casos	Orientación e inclinación (OI)
General	10%
Superposición	20%
Integración arquitectónica	40%

Tabla 3.1 Pérdidas máximas por orientación e inclinación

4.5.3 Componentes y materiales

A juicio del director facultativo, serán retirados, desmontados o reemplazados dentro de cualquier etapa de la instalación los productos que a su parecer perjudiquen la obra.

A petición de la dirección facultativa presentará muestras de los materiales a emplear en la instalación.

En caso de solicitud se entregará a la dirección facultativa las especificaciones técnicas de cada uno de los materiales que considere oportuno, con su certificado CE.

Los materiales no especificados en el presente proyecto que hayan de ser empleados para la realización del mismo, serán de primera calidad y no podrán utilizarse sin previo conocimiento y aprobación de la dirección facultativa.

Cuando los materiales o aparatos no fueran de la calidad requerida o no estuviesen

perfectamente preparados, el ingeniero dará orden para los reemplace por otros que se ajusten a las condiciones requeridas en el pliego.

Como normal general los componentes como módulos e inversor deben poseer un grado mínimo de aislamiento eléctrico de tipo básico clase I, como a los diferentes materiales (conductores, puntos de conexión, etc.). Por otro lado, el cableado de continua debe disponer de doble aislamiento de clase II y un grado de protección mínimo IP65 (tiene protección frente al polvo y chorros de agua). Además, los materiales situados en la intemperie se protegerán contra los agentes ambientales, en este proyecto serán:

- Módulos fotovoltaicos.
- Estructuras de soporte.
- Inversor.
- Cableado de continua.

El funcionamiento de esta instalación no debe provocar averías en la red, ni alteraciones en las condiciones de seguridad. Del mismo modo, el funcionamiento de esta no podrá derivar a condiciones peligrosas de trabajo para los operarios que realicen los trabajos de instalación, puesta en marcha y mantenimiento de la planta.

Se instalarán todos los elementos que se consideren necesarios para la seguridad y protección de las personas y de la propia instalación FV, asegurando de este modo la protección frente a contactos directos e indirectos, sobrecargas, etc.

Por otro lado, por motivos de seguridad, las etiquetas de cada componente deben permanecer en los equipos, dejando claramente visibles las características del elemento.

4.5.3.1 Módulos fotovoltaicos

Los paneles fotovoltaicos que forman parte de la instalación deben tener incorporado el marcado de conformidad europea [CE], según dicta la Directiva 2006/95/CE del Parlamento Europeo. Además, estos paneles deben cumplir la norma UNE-EN 61730, sobre la cualificación de la seguridad de los módulos y, la norma UNE-EN 50380, sobre las hojas de datos y de las placas de características para los módulos. También, dependiendo de la tecnología de los paneles, este deberá cumplir las siguientes normas:

- UNE-EN 61215: Módulos fotovoltaicos de silicio cristalino para uso terrestre. Cualificación del diseño y homologación.
- UNE-EN 61646: Módulos fotovoltaicos de lámina delgada para aplicaciones terrestres. Cualificación del diseño y aprobación de tipo.

- UNE-EN 62108: Módulos y sistemas fotovoltaicos de concentración. Cualificación del diseño y homologación.

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.

Los módulos instalados deberán cumplir los siguientes requisitos expuestos:

- Los módulos deberán llevar los diodos de derivación para evitar las posibles averías de las células que forman los módulos y sus circuitos por sombreados parciales y tendrán un grado de protección IP65, estanco contra polvos y protegido contra chorros de agua en todas las direcciones.
- Los marcos laterales de los paneles serán de aluminio o acero inoxidable.
- Para que un panel sea aceptable, su potencia máxima y corriente de cortocircuito referidas a condiciones estándar deberán estar comprendidas en el margen del $\pm 3 \%$ de los correspondientes valores nominales del datasheet del fabricante seleccionado para la instalación.
- Será rechazado cualquier módulo que presente defectos de fabricación como roturas o manchas en cualquiera en cualquier parte, como el vidrio, marco de aluminio, caja de conexión, etc.

4.5.3.2 Inversor

El inversor seleccionado será el adecuado para la conexión a la red eléctrica, con una PIN que sea capaz de extraer la máxima potencia que el generador FV proporciona a lo largo de cada día. Las características básicas del inversor seleccionado son las siguientes:

- Principio de funcionamiento: fuente de corriente.
- Autoconmutados.
- Seguimiento automático del punto de máxima potencia del generador, es decir, MPPT.
- No funcionarán en modo aislado.

Además, la representación de los inversores deberá hacerse según las siguientes normas:

- UNE-EN 62093: Componentes de acumulación, conversión y gestión de energía de sistemas fotovoltaicos. Cualificación del diseño y ensayos ambientales.
- UNE-EN 61683: Sistemas fotovoltaicos. Acondicionadores de potencia. Procedimiento para la medida del rendimiento.

Características eléctricas del inversor serán las siguientes:

- El autoconsumo de los equipos en stand-by deberá estar por debajo del 2 % de su potencia nominal de salida.
- A partir de potencias mayores del 10 % de su potencia nominal, el inversor deberá inyectar en red.
- El factor de potencia de la potencia generada deberá ser superior a 0,95, entre el 25 % y el 100 % de la potencia nominal del inversor.
- Los inversores deberán incluir ciertos grados de protección dependiendo en la zona donde estén instalados. Para inversores que instalados en el interior de edificios y lugares inaccesibles tendrán un grado de protección mínima IP 20, un grado de protección IP 30 para inversores en el interior de edificios y lugares accesibles, y de IP 65 para inversores instalados a la intemperie.
- Los inversores deberán garantizar una operación de funcionamiento en las siguientes condiciones ambientales: para temperaturas entre 0 °C y 40 °C, además, una humedad relativa entre 0 y 85%.

4.5.3.3 Estructura

Las estructuras soporte deben resistir el peso de los módulos instalados, sobrecargas de vientos y posibles aglomeraciones de nieve, de acuerdo con lo que indica el Código Técnico de Edificación [CTE]. Las estructuras estarán instaladas en la intemperie por lo que se protegerán contra la acción de agentes ambientales, como se ha especificado anteriormente.

El diseño de la estructura permitirá necesarias dilataciones térmicas ante posibles cambios de temperatura, sin que estas afecten a la integridad de los módulos. También, estos serán diseñados para la orientación e inclinación especificados en el Anexo.

La tornillería será de acero inoxidable para evitar posibles corrosiones en la estructura. En el caso de que estas estructuras sean galvanizadas se admitirán tornillos galvanizados, exceptuando la fijación de los paneles a la misma, que serán de acero inoxidable. Cabe destacar que los topes de sujeción de paneles y estructuras no proyectarán sombra sobre los módulos.

Si está construida con perfiles de acero laminado conformado en frío, cumplirán las normas UNE-EN 10219-1 y UNE-EN 10219-2 para garantizar todas sus características mecánicas y de composición química.

Si es del tipo galvanizada en caliente, cumplirá las normas UNE-EN ISO 14713 y UNE-EN ISO 10684 y los espesores se regirán con los mínimos exigibles en la norma UNE-EN ISO 1461.

4.5.3.4 Cableado

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

Los conductores tanto de alterna como de continua serán de cobre y tendrán sección suficiente para evitar posibles caídas de tensión y sobrecalentamientos. Para cualquier condición de trabajo, estos conductores deberán tener el diámetro adecuado para que la caída de tensión sea inferior al 1,5%.

El cable deberá tener la longitud necesaria para no producir esfuerzos en los distintos elementos ni la posibilidad de enganche por el paso de personas.

Todo el cableado de DC será de doble aislamiento y adecuado para su uso en intemperie, aire o enterrada, según con la norma UNE 21123.

4.5.3.5 Protecciones

El sistema de protección cumplirá con lo dictado por el Real Decreto 1663/2000, concretamente, con el artículo 11. Para el correcto y seguro funcionamiento de la instalación fotovoltaica, debe contar con la conveniente protección eléctrica para proteger la integridad de las personas y componentes de la propia instalación.

4.5.1 Protección contra sobreintensidad

Para la protección de la instalación contra sobreintensidades se usarán interruptor magnetotérmico, diferencial y fusible, con las características de funcionamiento que correspondan a las propias exigencias de la instalación que están protegiendo, es decir, los niveles de corriente de consumo, admisible, etc.

Entre los diferentes elementos de protección utilizados en la instalación, se establecerá una correcta coordinación de actuación entre ellos.

4.5.3.6 Puesta a tierra

Las instalaciones cumplirán con el Real Decreto 1699/2011 (artículo 15) sobre protecciones en instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.

La puesta a tierra de las instalaciones se hará siempre de forma que se asegure que no se produzcan transferencias de defectos a la red de distribución.

4.6 Condiciones de ejecución de obra

4.6.1. Replanteo de la instalación

Antes del inicio de la obra se deben definir las condiciones y características mínimas que debe cumplir el diseño del proyecto e instalación de los equipos y materiales que serán utilizados dentro de este presente proyecto. Además, se deberá tener detallado los anclajes de las estructuras, distribución de los módulos, colocación del inversor y demás materiales antes de comenzar con la obra con el objetivo de realizar un trabajo lo más fluido posible.

4.6.2 Preparación del proyecto

Una vez que el propio cliente haya aceptado la oferta presentada del proyecto, el Director de este debe juntar toda información de la propuesta para realizar un detallado análisis que permita los siguientes aspectos:

- Detectar fallos o divergencias en el documento de la oferta que puedan afectar a los costes del proyecto.
- Verificar que la empresa de ingeniería dispone de medios y recursos suficientes para realizar el proyecto según dicta el propio contrato presentado al cliente.

El Director del Proyecto debe incluir todos los recursos necesarios que definen el proyecto y que se han especificado en este documento, tanto como medios humanos, materiales y financieros.

4.6.3 Ejecución de la obra

Los trabajos de obra se deberán realizar sobre el espacio que se ha indicado. Además, se deberá realizar las siguientes comprobaciones:

- Comprobar la disposición de los diferentes equipos y materiales que harán falta para realizar el diseño, tales como módulos, estructuras, cableado, inversor, etc.
- Comprobar que todos los materiales suministrados cumplen con las normativas y verificar que no hay indicios de defectos en ellos.

Si existiese alguna divergencia entre documentos que repercutirá a los trabajos de obra, será de obligación comunicar al director de obra para que éste tome las medidas necesarias para la puesta en marcha de la obra.

4.6.4 Garantías

La instalación se reparará de acuerdo a lo establecido en las condiciones, si sufre una avería ya sea por defecto de fábrica o error al montarlo, siempre que se les haya dado un uso adecuado a las instalaciones.

La garantía se concederá al propietario de la instalación debiendo justificarse mediante un certificado de garantía entregado al comprador con la fecha de inicio y fin de la garantía.

La garantía incluirá la reparación o recambio de los componentes y las piezas dañados, así como la mano de obra y traslado de un profesional mientras esté dentro de plazo.

4.6.5 Anulación de la garantía

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

4.7 Condiciones facultativas

4.7.1 Técnico Director de obra

Corresponde al técnico director:

- Redactar los complementos o rectificaciones del proyecto que se precisen.
- Asistir a las obras, cuantas veces lo requiera su naturaleza y complejidad, a fin de resolver las contingencias que se produzcan e impartir las órdenes complementarias que sean precisas para conseguir la correcta solución técnica.
- Aprobar las certificaciones parciales de obra, la liquidación final y asesorar al promotor en el acto de la recepción.
- Redactar cuando sea requerido el estudio de los sistemas adecuados a los riesgos del trabajo en la realización de la obra y aprobar el Plan de Seguridad y Salud para la aplicación del mismo.
- Efectuar el replanteo de la obra y preparar el acta correspondiente, suscribiéndola en unión del Constructor o Instalador.
- Comprobar las instalaciones provisionales, medios auxiliares y sistemas de seguridad e higiene en el trabajo, controlando su correcta ejecución.

- Ordenar y dirigir la ejecución material con arreglo al proyecto, a las normas técnicas y a las reglas de la buena construcción.
- Realizar o disponer las pruebas o ensayos de materiales, instalaciones y demás unidades de obra 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 o Instalador, impartiendo, en su caso, las órdenes oportunas.
- Realizar las mediciones de obra ejecutada y dar conformidad, según las relaciones establecidas, a las certificaciones valoradas y a la liquidación de la obra.
- Suscribir el certificado final de la obra.

4.7.2 Constructor o instalador

Corresponde al constructor o instalador:

- Organizar los trabajos, redactando los planes de obras que se precisen y proyectando o autorizando las instalaciones provisionales y medios auxiliares de la obra.
- Elaborar, cuando se requiera, el Plan de Seguridad e Higiene de la obra en aplicación del estudio correspondiente y disponer en todo caso la ejecución de las medidas preventivas, velando por su cumplimiento y por la observancia de la normativa vigente en materia de seguridad e higiene en el trabajo.
- Suscribir con el Técnico Director el acta de replanteo de la obra.
- Ostentar la jefatura de todo el personal que intervenga en la obra 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 preparativos en obra y rechazando 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 de la obra, y dar el enterado a las anotaciones que se practiquen en el mismo.
- Facilitar al Técnico Director con antelación suficiente los materiales precisos para el cumplimiento de su cometido.
- Preparar las certificaciones parciales de obra y la propuesta de liquidación final.
- Suscribir con el Promotor las actas de recepción provisional y definitiva.
- Concertar los seguros de accidentes de trabajo y de daños a terceros durante la obra.

4.7.3 Plan de seguridad y salud en el trabajo

El Constructor o Instalador, a la vista del Proyecto, conteniendo, en su caso, el Estudio de Seguridad y Salud, presentará el Plan de Seguridad y Salud de la obra a la aprobación del Técnico de la Dirección Facultativa.

4.7.4 Verificación de los documentos del proyecto

Antes de dar comienzo a las obras, el Constructor o Instalador consignará por escrito que la documentación aportada le resulta suficiente para la comprensión de la totalidad de la obra contratada o, en caso contrario, solicitará las aclaraciones pertinentes.

El Contratista se sujetará a las Leyes, Reglamentos y Ordenanzas vigentes, así como a las que se dicten durante la ejecución de la obra.

4.7.5 Presencia del constructor o instalador en la obra

El Constructor o Instalador viene obligado a comunicar a la propiedad la persona designada como delegado suyo en la obra, que tendrá carácter de Jefe de la misma, con dedicación plena y con facultades para representarle y adoptar en todo momento cuantas disposiciones competan a la contrata.

4.5 Condiciones económicas

4.5.1 Composición de los precios unitarios

El cálculo de los precios de las distintas unidades de la obra es el resultado de sumar los costes directos, los indirectos, los gastos generales y el beneficio industrial.

Se considerarán costes directos:

- La mano de obra, con sus pluses, cargas y seguros sociales, que intervienen directamente en la ejecución de la unidad de obra.
- Los materiales, a los precios resultantes a pie de la obra, que queden integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.

- Los equipos y sistemas técnicos de seguridad e higiene para la prevención y protección de accidentes y enfermedades profesionales.
- Los gastos de personal, combustible, energía, etc., que tenga lugar por accionamiento o funcionamiento de la maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obras.
- Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria, instalaciones, sistemas y equipos anteriormente citados.

Se considerarán costes indirectos:

- Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones, edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para obreros, laboratorios, seguros, etc., los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos. Todos estos gastos, se cerrarán en un porcentaje de los costes directos.

4.8.2 Precios añadidos

Se producirán cuando el propietario, una vez hablado con el Técnico, decida un cambio de calidad de los materiales utilizados, o en el caso de que se tenga que afrontar un gasto imprevisto.

4.8.3 Acopio de materiales

El Contratista queda obligado a ejecutar los acopios de materiales o aparatos de obra que la Propiedad ordena por escrito.

Los materiales acopiados, una vez abonados por el Propietario son, de la exclusiva propiedad de éste; de su guarda y conservación será responsable el Contratista.

4.8.4 Pagos

Los pagos se efectuarán por el Propietario en los plazos previamente establecidos, y su importe corresponderá precisamente al de las certificaciones de obra conformadas por el Técnico Director, en virtud de las cuales se verifican aquéllos.

4.8.5 Seguro de las obras

El Contratista estará obligado a asegurar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución hasta la recepción definitiva; la cuantía del seguro coincidirá

en cada momento con el valor que tengan por contrata los objetos asegurados. Los riesgos asegurados y las condiciones que figuren en la póliza o pólizas de Seguros, los pondrá el Contratista, antes de contratarlos en conocimiento del Propietario, al objeto de recabar de éste su previa conformidad o reparos.

Universidad de La Laguna

Escuela superior de Ingeniería y Tecnología (ESIT)

Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

5- PRESUPUESTO

Proyecto fotovoltaico para una
nave en Güímar

Autor: Cristo Mourani Mansour

Tutor: Benjamín González Díaz

Presupuesto

5.1 Paneles solares	179
5.2 Inversor	180
5.3 Estructura	181
5.4 Cableado corriente continua	182
5.5 Cableado corriente alterna	183
5.6 Protección	183
5.7 Contador	184
5.8 Puesta a tierra	184
5.9 Canalización	185
5.10 Camión grúa	185
5.11 Presupuesto total	186

5.1 Paneles solares

Código	Descripción	Cantidad	Unidades	Precio unidad	Importe total
1	Material				
	Módulo solar fotovoltaico, JAM72S20 460 de la marca JASOLAR Características: Potencia nominal (W) = 460 Tensión nominal (V) = 42,13 Corriente nominal (A) = 10,92 Corriente cortocircuito (A) = 11,45 A Tensión en circuito abierto (V) = 50,01 Tensión del sistema (V) = 1000V Longitud (mm) = 2112 Ancho (mm) = 1052 Alto (mm) = 35 Peso (kg) = 24,7	22	uds	203,04 €	4.466,88 €
		subtotal material:			4.466,88 €
2	Mano de obra				
	1er oficial instalador paneles solares	6,5	Horas	22,00 €	143,00 €
	ayudante instalador paneles solares	6,5	Horas	20,30 €	131,95 €
		subtotal mano de obra:			274,95 €
3	Otros costos complementarios				
	Costes directos complementarios	2	%	4.741,83 €	94,84 €
		Subtotal costes (1+2+3):			4.836,67 €

5.2 Inversor

Código	Descripción	Cantidad	Unidades	Precio unidad	Importe total
1	Material				
	Inversor Huawei SUN2000-10KTL-M1 (HC) 10kW Trifásico Potencia nominal de salida (W) = 10000 Tensión máxima de entrada (V) = 980 Corriente máxima de entrada (A) = 13,5 Eficiencia Europea (%) = 98,1 Tensión en circuito abierto (V) = 50,01 Tensión del sistema (V) = 1000V Alto (mm) = 525 Ancho (mm) = 470 Profundidad (mm) = 146,5 Peso (kg) = 17	1	uds	2.497,79 €	2.497,79 €
		subtotal material:			2.497,79 €
2	Mano de obra				
	1er oficial electricista	0,6	Horas	22,00 €	13,20 €
	ayudante electricista	0,6	Horas	20,30 €	12,18 €
		subtotal mano de obra:			25,38 €
3	Otros costos complementarios				
	Costes directos complementarios	2	%	2.523,17 €	50,46 €
		Subtotal costes (1+2+3):			2.573,63 €

5.3 Estructura

Código	Descripción	Cantidad	Unidades	Precio unidad	Importe total
1	Material				
	Estructura cubierta metálica para 2 paneles especial para mantener la inclinación de la cubierta	11	uds	82,22 €	904,42 €
		subtotal material:			904,42 €
2	Mano de obra				
	1er oficial instalador paneles solares	2	Horas	22,00 €	44,00 €
	ayudante instalador paneles solares	2	Horas	20,30 €	40,60 €
		subtotal mano de obra:			84,60 €
3	Otros costos complementarios				
	Costes directos complementarios	2	%	989,02 €	19,78 €
		Subtotal costes (1+2+3):			1.008,80 €

5.4 Cableado continua

Código	Descripción	Cantidad	Unidades	Precio unidad	Importe total
1	Material				
	Cable Prysmian PRYSOLAR negro de 4mm ² de sección resistente al agua (AD8 y WET-I 1500) para instalaciones fotovoltaicas.Tipo H1Z2Z2-K, conductor de cobre flexible estañado, tensión asignada 1,5/1,5 kVdc(máx 1,8/1,8 kV dc), clase CPR Eca, diseño s/ EN 50618 e IEC 62930	30	Metros	0,44 €	13,26 €
	Cable Prysmian PRYSOLAR rojo de 4 mm ² resistente al agua (AD8 y WET-I 1500) para instalaciones fotovoltaicas.Tipo H1Z2Z2-K, conductor de cobre flexible estañado, tensión asignada 1,5/1,5 kVdc(máx 1,8/1,8 kV dc), clase CPR Eca, diseño s/ EN 50618 e IEC 62930	30	Metros	0,44 €	13,26 €
		subtotal material:			26,52 €
2	Mano de obra				
	1er oficial instalador paneles solares	0,5	Horas	22,00 €	11,00 €
	ayudante instalador paneles solares	0,5	Horas	20,30 €	10,15 €
		subtotal mano de obra:			21,15 €
3	Otros costos complementarios				
	Costes directos complementarios	2	%	47,67 €	0,95 €
		Subtotal costes (1+2+3):			48,62 €

5.5 Cableado alterna

Código	Descripción	Cantidad	Unidades	Precio unidad	Importe total
1	Material				
	Manguera Flexible Libre de Halógenos 5x6mm ² 600/1000V CPR RZ1-K	50	Metros	4,66 €	233,00 €
		subtotal material:			233,00 €
2	Mano de obra				
	1er oficial instalador paneles solares	1	Horas	22,00 €	22,00 €
	ayudante instalador paneles solares	1	Horas	20,30 €	20,30 €
		subtotal mano de obra:			42,30 €
3	Otros costos complementarios				
	Costes directos complementarios	2	%	275,30 €	5,51 €
		Subtotal costes (1+2+3):			280,81 €

5.6 Protecciones

Código	Descripción	Cantidad	Unidades	Precio unidad	Importe total
1	Material				
	Fusible CC para 16A	1	Unidad	1,17 €	1,17 €
	Porta fusible	1	Unidad	2,15 €	2,15 €
	Diferencial trifásico; Acti 9 iID;4P; 40A; 30mA AC	1	Unidad	561,44 €	561,44 €
	Interruptor magnetotérmico; Acti9 iK60N; 3P+N; 25A; Curva C; 6000A	1	Unidad	142,69 €	142,69 €
	Caja distribución eléctrica superficie IP65 de 12 módulos blancos	1	Unidad	25,00 €	25,00 €
		subtotal material:			732,45 €
2	Mano de obra				
	1er oficial instalador paneles solares	1	Horas	22,00 €	22,00 €
	ayudante instalador paneles solares	1	Horas	20,30 €	20,30 €
		subtotal mano de obra:			42,30 €
3	Otros costos complementarios				
	Costes directos complementarios	2	%	774,75 €	15,50 €
		Subtotal costes (1+2+3):			790,25 €

5.7 Contador

Código	Descripción	Cantidad	Unidades	Precio unidad	Importe total
1	Material				
	Contador de energía monofásico homologado por ENDESA, con sistema PLC y PRIME, necesario para la legalización de instalaciones de autoconsumo fotovoltaico	1	Unidad	269,00 €	269,00 €
		subtotal material:			269,00 €
2	Mano de obra				
	1er oficial instalador paneles solares	0,5	Horas	22,00 €	11,00 €
	ayudante instalador paneles solares	0,5	Horas	20,30 €	10,15 €
		subtotal mano de obra:			21,15 €
3	Otros costos complementarios				
	Costes directos complementarios	2	%	290,15 €	5,80 €
		Subtotal costes (1+2+3):			295,95 €

5.8 Puesta a tierra

Código	Descripción	Cantidad	Unidades	Precio unidad	Importe total
1	Material				
	Pica-barra de tierra 1,5 metros, 14,2 mm Ø	1	Unidad	12,10 €	12,10 €
	grapa para conexión de pica	1	Unidad	1,10 €	1,10 €
		subtotal material:			12,10 €
2	Mano de obra				
	1er oficial instalador paneles solares	0,25	Horas	22,00 €	5,50 €
	ayudante instalador paneles solares	0,25	Horas	20,30 €	5,08 €
		subtotal mano de obra:			10,58 €
3	Otros costos complementarios				
	Costes directos complementarios	2	%	22,68 €	0,45 €
		Subtotal costes (1+2+3):			23,13 €

5.9 Canalización

Código	Descripción	Cantidad	Unidades	Precio unidad	Importe total
1	Material				
	Tubo corrugado para interior/exterior de 20mmØ	15	Metros	0,29 €	4,35 €
	Tubo corrugado para interior/exterior de 25mmØ	35	Metros	0,39 €	13,65 €
	Tubo rígido PVC gris de 20mmØ	20	Metros	0,62 €	12,40 €
	Abrazadera tubo rígido PVC gris M20	20	Unidades	0,25 €	5,00 €
	subtotal material:				35,40 €
2	Mano de obra				
	1er oficial instalador paneles solares	4	Horas	22,00 €	88,00 €
	ayudante instalador paneles solares	4	Horas	20,30 €	81,20 €
	subtotal mano de obra:				169,20 €
3	Otros costos complementarios				
	Costes directos complementarios	2	%	204,60 €	4,09 €
	Subtotal costes (1+2+3):				208,69 €

5.10 Camión grúa

Código	Descripción	Cantidad	Unidades	Precio unidad	Importe total
1	Material				
	Camión grúa destinado a elevar los paneles para su colocación	1	días	163,00 €	163,00 €
	subtotal material:				163,00 €
2	Otros costos complementarios				
	Costes directos complementarios	2	%	163,00 €	3,26 €
	Subtotal costes (1+2+3):				166,26 €

5.11 Presupuesto total

Código	Descripción	Importe total
1	Material fotovoltaico	
	Material	4.466,88 €
	Mano de obra	274,95 €
	costes directos	94,84 €
	Subtotal:	4.836,67 €
2	Inversor	
	Material	2.497,79 €
	Mano de obra	25,38 €
	costes directos	50,46 €
	Subtotal:	2.573,63 €
3	Estructura	
	Material	904,42 €
	Mano de obra	84,60 €
	costes directos	19,78 €
	Subtotal:	1.008,80 €
4	Cableado CC	
	Material	26,52 €
	Mano de obra	21,15 €
	costes directos	0,95 €
	Subtotal:	48,62 €
5	Cableado CA	
	Material	233,00 €
	Mano de obra	42,30 €
	costes directos	1,21 €
	Subtotal:	280,81 €
6	Protecciones	
	Material	732,45 €
	Mano de obra	42,30 €
	costes directos	15,50 €
	Subtotal:	57,80 €

7	Contador		
	Material		269,00 €
	Mano de obra		21,15 €
	costes directos		5,80 €
		Subtotal:	295,95 €
8	Puesta a tierra		
	Material		12,10 €
	Mano de obra		10,58 €
	costes directos		0,45 €
		Subtotal:	23,13 €
9	Canalizaciones		
	Material		35,4 €
	Mano de obra		169,20 €
	costes directos		3,56 €
		Subtotal:	208,69 €
10	Camión grúa		
	Material		163,00 €
	costes directos		3,26 €
		Subtotal:	166,26 €

SUBTOTAL MATERIALES	9.500,36 €
Gastos generales del 13%	1.235,05 €
Beneficio industrial del 6%	570,02 €
SUBTOTAL	11.305,43 €
I.G.I.C del 7%	791,38 €
TOTAL	12.096,81 €