



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA


Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA AISLADA DE 140 KW
PARA URBANIZACIÓN DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ingeniería Mecánica

AUTOR/A: Abarca López, Adrián

Tutor/a: García Martínez, Miguel

Cotutor/a: Donderis Quiles, Vicente

CURSO ACADÉMICO: 2022/2023



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA AISLADA DE 140 KW PARA UNA URBANIZACION DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES

Trabajo Final de Grado Ingeniería Mecánica

REALIZADO POR: ADRIÁN ABARCA LÓPEZ
TUTORIZADO POR: MIGUEL GARCÍA MARTÍNEZ

Valencia, Julio 2023

RESUMEN

En este proyecto se realizará el diseño de una instalación fotovoltaica aislada de la red para garantizar la alimentación eléctrica a un conjunto de 22 viviendas unifamiliares con piscina y jardín comunitario. Para ello, se dispondrá de una parcela adyacente para realizar la instalación de las placas junto con una caseta prefabricada para las baterías e inversor necesarios. Realizando un estudio de viabilidad y económico del proyecto.

ABSTRACT

In this project, the design of a photovoltaic installation isolated from the network will be carried out to guarantee the electrical supply to a set of 22 single-family homes with a community pool and garden. To do this, there will be an adjacent plot to install the panels together with a prefabricated shed for the necessary batteries and inverter. Carrying out a feasibility and economic study of the project.

RESUM

En aquest projecte es farà el disseny d'una instal·lació fotovoltaica aïllada de la xarxa per garantir l'alimentació elèctrica a un conjunt de 22 vivendes unifamiliars amb piscina i jardí comunitari. Per fer-ho, es disposarà d'una parcel·la adjacent per realitzar la instal·lació de les plaques juntament amb una caseta prefabricada per a les bateries i els inversors necessaris. Realitzar un estudi de viabilitat i econòmic del projecte.

ÍNDICE GENERAL

DOCUMENTO I. MEMORIA DESCRIPTIVA

1.	CAPITULO I. INTRODUCCIÓN.....	11
1.1	ANTECEDENTES.....	11
1.1.1	Orígenes de la energía solar fotovoltaica.....	11
1.1.2	Contexto energético actual.	11
1.2	OBJETO DEL PROYECTO	13
1.3	JUSTIFICACIÓN	14
1.3.1	Justificación académica	14
1.3.2	Justificación técnica y económica	14
1.3.3	Justificación legal.....	15
1.3.4	Justificación medioambiental.....	16
1.4	EMPLAZAMIENTO	17
1.4.1	Climatología.....	19
1.4.2	Radiación solar.....	21
2.	CAPITULO II. DISEÑO DE LA INSTALACIÓN	25
2.1	DATOS DISPONIBLES	25
2.1.1	Equipos eléctricos por vivienda.....	25
2.1.2	Cálculo consumo de la instalación	26
2.2	DESCRIPCION Y SELECCIÓN DE EQUPOS.....	28
2.2.1	Placas fotovoltaicas	29
2.2.2	Estructura sujeción placas	33
2.2.3	Inversor Cargador	35
2.2.4	Baterías.....	38
2.2.5	Regulador.....	41
2.2.6	Grupo electrógeno.....	43
2.2.7	Cableado de la instalación.....	44
2.2.8	Caseta prefabricada.....	45
2.2.9	Protecciones	46
2.2.10	Puesta a tierra.....	46
2.3	DISEÑO DE LA INSTALACIÓN	47
2.3.1	Tensión de la instalación	49
2.3.2	Inclinación de los módulos.	49

2.3.3	Módulos fotovoltaicos.....	50
2.3.4	Inversores-cargadores.....	51
3.	CAPITULO III. ESTUDIO ECONÓMICO.....	52
3.1	COSTE WATIO PICO.....	52
3.2	ESTUDIO 25 AÑOS.....	53
3.3	ESTUDIO 45 AÑOS.....	55

DOCUMENTO II. PRESUPUESTO

1.	PRESUPUESTO.....	58
1.1	PRESUPUESTO BATERÍAS DE LITIO.....	59
1.2	PRESUPUESTO BATERÍAS OPZS.....	61

DOCUMENTO III. PLIEGO DE CONDICIONES

1.	DEFINICION Y ALCANCE.....	65
2.	CONDICIONES GENERALES.....	65
3.	ELEMENTOS INSTALACION.....	65
2.1	PLACAS FOTOVOLTAICAS.....	66
2.2	ESTRUCTURA DE SUJECCIÓN.....	66
2.3	REGULADOR.....	67
2.4	BATERIAS.....	67
2.5	INVERSOR-CARGADOR.....	67
2.6	GRUPO ELECTRÓGENO.....	68
2.7	CONEXIONES Y CABLEADO.....	68
4.	EJECUCION DE LA OBRA.....	68
5.	RECEPCION Y PRUEBAS.....	69
6.	MANTENIMIENTO Y GARANTIAS.....	70

DOCUMENTO IV. PLANOS

1.	SITUACIÓN PARCELA.....	72
2.	PARCELA CARTOGRAFÍA CATASTRAL.....	72
3.	DISTRIBUCIÓN PARCELA.....	72
4.	DETALLES PARQUE FOTOVOLTAICO.....	72
5.	DETALLES DISTRIBUCIÓN ELEMENTOS CASETA.....	72

6. ESQUEMA UNIFILAR 1	72
7. ESQUEMA UNIFILAR 2	72

ANEXO I. CÁLCULOS

1. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS	81
1.1 CONSUMO.....	81
1.2 CMD- INCLINACIÓN DE LOS MÓDULOS	83
1.3 NÚMERO DE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS	85
1.4 CÁLCULO INVERSORES CARGADORES.....	86
1.5 CÁLCULO GRUPO ELECTRÓGENO	87
1.6 CÁLCULO REGULADORES	88
1.7 CÁLCULO BATERIAS.....	90
1.8 DISTANCIA ENTRE SEGUIDORES	93
1.9 CABLEADO.....	94
Cableado Corriente continua.	94
Cableado Corriente alterna.....	97
1.10 PROTECCIONES	99
1.11 PUESTA A TIERRA	100

ANEXO II. HOJAS TÉCNICAS

1. MÓDULO FOTOVOLTAICO.....	102
2. INVERSOR-CARGADOR	102
3. BATERIAS	102
4. REGULADOR	102
5. GRUPO ELECTRÓGENO.....	102
6. ESTRUCTURA	102
7. CABLEADO	102

TABLA ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Efecto fotoeléctrico (Fuente: www.renovablesverdes.com/)	11
Ilustración 2. Precio medio anual de la electricidad en España desde 2010 (Fuente: es.statista.com)	12
Ilustración 3. Ubicación de la parcela (Fuente: Google Earth)	17
Ilustración 4. Vista aérea de la parcela (Fuente: https://www.sedecatastro.gob.es/)	17
Ilustración 5. Detalles catastrales de la parcela (Fuente: https://www.sedecatastro.gob.es/)	18
Ilustración 6. Gráfica temperaturas medias Denia (Fuente: Weather Spark)	19
Ilustración 7. Nubosidad en la zona (Fuente: Weather Spark)	20
Ilustración 8. Vista general PVGIS (Fuente: PVGIS)	21
Ilustración 9. Gráfica irradiación solar estimada para ángulo óptimo. (Fuente: PVGIS)	23
Ilustración 10. Irradiación mensual estimada para el año 2016 (Fuente: PVGIS)	23
Ilustración 11. Gráfica consumo mensual hipotético (Fuente: propia)	27
Ilustración 12. Esquema básico sistema aislado (Fuente: Apuntes asignatura)	28
Ilustración 13. Vista frontal modelo Tiger Neo N-type 78HL4-(V) de Jinko solar	31
Ilustración 14. Estructura con seguidor solar. (Fuente: Deger Iberica)	34
Ilustración 15. Modelo elegido de estructura fija hincada (Fuente: Ennova Renovables)	34
Ilustración 16. Esquema básico inversor fotovoltaico (Fuente: www.areatecnologia.com)	35
Ilustración 17. Esquema tipo inversor-cargador Quattro 48/5000/70-100/100 (Fuente: Vitron Energy)	36
Ilustración 18. Esquema tipo inversor-cargador MultiPlus-II 5000VA 48V 70+50 (Fuente: Vitron Energy)	37
Ilustración 19	40
Ilustración 20	40
Ilustración 21. Regulador MPPT 250V 100A Victron Smart Solar (Fuente: Vitron Energy)	41
Ilustración 22. Detalles técnicos grupo electrógeno MWM de 200 KVA (Fuente: https://www.generadoreselectricos.org/)	43
Ilustración 23. Vista grupo electrógeno MWM de 200 KVA (Fuente: https://www.generadoreselectricos.org/)	43
Ilustración 24. Resumen cableado para instalación fotovoltaica (Fuente: https://www.prysmiangroupcatalogue.com)	44
Ilustración 25. Caseta ejemplo instalada por la empresa FORPOL ESTRUCTURAS (Fuente: Forpol estructuras)	45
Ilustración 26. Diseño tipo instalación solar fotovoltaica aislada (Fuente: Vitron Energy)	47
Ilustración 27	50
Ilustración 28. Datos distintos módulos de las baterías proporcionados por el fabricante. (Fuente: Sunlight)	91
Ilustración 29. Esquema y formulas para el cálculo de la distancia entre seguidores (Fuente: Apuntes asignatura)	93
Ilustración 30. Medidas de la estructura con el panel. (Fuente: propia)	93

DOCUMENTO I.

MEMORIA

1. CAPITULO I. INTRODUCCIÓN.

1.1 ANTECEDENTES

1.1.1 Orígenes de la energía solar fotovoltaica.

La energía renovable es aquella obtenida a través de fuentes inagotables de la naturaleza, como la biomasa, radiaciones solares o viento.

La energía solar fotovoltaica es aquella que convierte la luz solar en electricidad mediante tecnología basada en el efecto fotoeléctrico. Mediante un dispositivo semiconductor dopado (célula fotovoltaica) compuesto por dos piezas de silicio junto con boro y fósforo, al ser expuesto a la radiación electromagnética produce una diferencia de potencial, generando energía a la cual se le añade un diodo para poder ser utilizada.

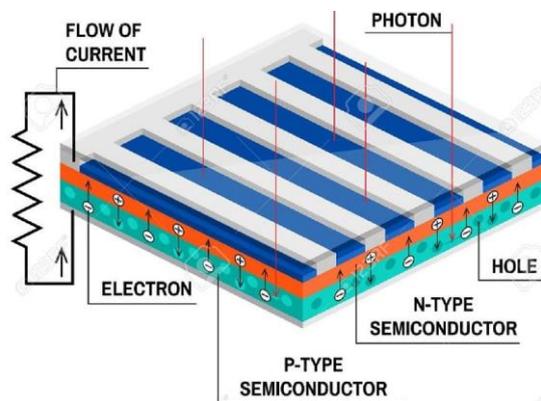


Ilustración 1. Efecto fotoeléctrico (Fuente: www.renovablesverdes.com/)

El descubrimiento del efecto fotovoltaico se atribuye al físico francés Alexandre-Edmond Becquerel en 1839 y en 1883 se creó la primera célula fotovoltaica.

1.1.2 Contexto energético actual.

Durante la última década en España el precio medio de la electricidad se ha incrementado hasta un 560% desde los 45,83 €/MWh en 2010 hasta los más de 252 €/MWh mostrados en la *Ilustración 2*.

Actualmente nos encontramos en una clara crisis energética donde la escasez de materias primas y el contexto socio económico actual sigue provocando subidas en el precio de la electricidad.

En consecuencia, se está incrementado el número de instalaciones solares fotovoltaicas en viviendas particulares, empresas o huertos de producción. Otro punto a considerar son las ayudas proporcionadas por los distintos

organismos públicos fomentando las instalaciones de este tipo de energías renovables con cero emisiones de gases al entorno.

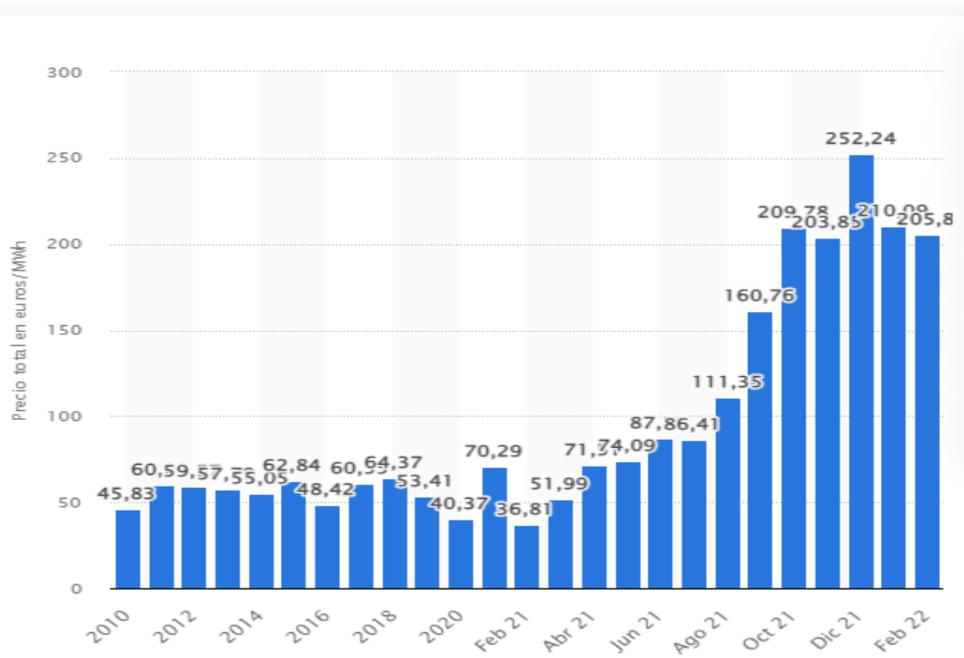


Ilustración 2. Precio medio anual de la electricidad en España desde 2010 (Fuente: es.statista.com)

1.2 OBJETO DEL PROYECTO

El objetivo de este proyecto es el diseño y dimensionamiento de una instalación fotovoltaica aislada de **140 KW** de potencia generadora, anexo a una urbanización de viviendas unifamiliares garantizando el autoabastecimiento eléctrico.

Para ello, se van a desarrollar los siguientes puntos:

- Estudio del emplazamiento: Radiación solar y clima.
- Cálculo del consumo hipotético de la instalación.
- Estudio del dimensionamiento y disposición de los siguientes elementos: paneles, inversor, baterías, grupo electrógeno, estructura, cableado,
- Estudio económico: presupuesto y viabilidad.

El dimensionamiento de la instalación se va a realizar teniendo en cuenta el mes más desfavorable, es decir con mayor consumo energético y menor irradiación.

El grado de autonomía elegido para la instalación será de 2 días de autoabastecimiento únicamente con baterías, teniendo en cuenta una situación de días consecutivos sin producción, pudiendo ser debidos a radiación solar insuficiente o clima adverso.

Por otra parte, para garantizar al 100% el abastecimiento eléctrico, un grupo generador electrógeno alimentado por combustibles fósiles tendrá como función tanto la carga de las baterías cuando se alcancen unos niveles críticos de descarga como el suministro eléctrico cuando sea necesario.

Para el diseño de la instalación y la elección de los componentes se busca siempre la mejor ratio calidad/precio disponible en el mercado actual. Además de cumplir con todas las normativas aplicables para instalaciones fotovoltaicas e instalaciones eléctricas de baja tensión.

1.3 JUSTIFICACIÓN

1.3.1 Justificación académica

Académicamente, la finalidad del trabajo de fin de grado es manifestar la capacidad de aplicación de los conocimientos logrados durante el estudio del grado, en mi caso en Ingeniería Mecánica.

Para ello, he procedido a realizar un proyecto que puede ser una solución real para el caso de una urbanización sin núcleos de población relativamente cerca.

1.3.2 Justificación técnica y económica

Se justifica técnica y económicamente la instalación siendo viable el proyecto gracias a los elementos seleccionados siguiendo un criterio económico y de calidad consiguiendo una ratio coste/Wp instalados competitivo.

Se ha seleccionado el almacenamiento de energía mediante baterías OpzS en lugar de baterías de litio, tal y como se detalla en los datos expuestos en el documento II. Estudio económico, debido a que la reducción de los costes asciende a la cifra aproximada del 50%, dado que el mayor porcentaje del presupuesto son las baterías.

Aunque las baterías de litio proporcionan mejor comportamiento, durabilidad y no necesitan mantenimiento, no justifica el sobre coste a pagar por ellas siendo un monto tan elevado y sabiendo que la tecnología eléctrica, fotovoltaica y el almacenamiento de energía están en continuo desarrollo, no pudiendo saber si en 25 años la instalación que se proyecta quedará obsoleta en comparación a las posibles tecnologías venideras.

1.3.3 Justificación legal

El presente proyecto cumple con todos los requisitos legales referentes a una instalación fotovoltaica aislada de la red. Los cálculos, materiales, ejecución de las obras deben de cumplir la normativa contemplada para el desarrollo de estos.

La normativa a considerar se detalla a continuación:

Normativa de ámbito nacional aplicable.

- **Real Decreto 842/2002**, Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, REBT, junto con sus ITC (instrucciones técnicas complementarias). Tomando la ITC-BT-40 junto con ITC-BT-04 referentes a sistemas fotovoltaicos.
- **Real Decreto 614/2001**, por el cual se establecen las medidas para la protección y seguridad frente al riesgo eléctrico.
- **Real Decreto 1109/2007**, donde se establece la Ley 32/2006, del 18 de octubre, regulando las subcontrataciones dentro del sector de la construcción.
- **Real Decreto 314/2006**, que contiene el Código Técnico de la Edificación y sus consecutivas modificaciones.
- **Real Decreto 1627/1997**, donde se establecen los mínimos de seguridad y salud en trabajos de construcción.
- **Real Decreto 486/1997**, a través del cual se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en el trabajo. Junto con otros **Reales Decretos** como: **1215/1997**, **773/1997** y **485/1997** relativos todos a distintos aspectos de la seguridad y salud dentro del ámbito laboral.
- **Ley 31/1995**, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos laborales.
- **Normas UNE**, de la Asociación Española de la normalización.

Junto con la normativa a nivel nacional, se deben de tener en cuenta también:

- Ordenanzas municipales
- Posibles condiciones impuestas por Organismos Públicos referentes a ayudas o financiación.
- Posibles afectados por las instalaciones.

Por una parte, si se tuviera que realizar una nueva acometida eléctrica, para la realización de la obra y puesta en marcha de la instalación es necesario cumplir el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (RETB), al igual que la normativa establecida en los ITC-BT-06 cumpliendo con todos los distintos trámites administrativos, así como realizando los distintos certificados todos firmados por un técnico y revisado por el colegio oficial pertinente.

Sin embargo, en cuanto a la ejecución de un proyecto de sistema aislado de la red, el proyecto debe ser firmado por un ingeniero colegiado, además de cumplir indispensablemente con la ITC-BT-40 debe disponer de certificado de instalación

eléctrica y fin de instalaciones demostrando en estos la realización de la obra según proyecto. Una vez realizados los trámites burocráticos y presentado todo en el Servicio de industria de la Comunitat Valenciana, la instalación será legal.

Finalmente, para el caso de una instalación aislada los tramites con el ayuntamiento serán más sencillos, siendo indispensable la declaración responsable firmada por ingeniero colegiado y no siendo necesario una solicitud de licencia de obra que puede demorar el proyecto.

1.3.4 Justificación medioambiental

Las energías renovables, potenciadas desde las políticas energéticas de la Unión Europea, nos hacen tomar conciencia del uso de energías limpias que no impliquen la quema de combustibles fósiles.

Es por ello por lo que el *Objetivo 2030*, también conocido como Plan Europeo Verde, tiene como meta principal reducir en al menos un 55% las emisiones de gases de efecto invernadero, tomando como referencia el año 1990, aspirando a ser una economía de cero emisiones netas de cara al año 2050.

En cuanto las políticas a nivel nacional, en España se incluyen las medidas dictadas por Europa por lo que el objetivo también es la descarbonización. Para ello se fomentan el uso de energías renovables tales como eólica, fotovoltaica, térmica, etc. Ayudando y financiando el sector residencial, aprobando **Reales Decretos** como el **477/2021** *“por el que se aprueba la concesión directa a las comunidades autónomas y a las ciudades de Ceuta y Melilla de ayudas para la ejecución de diversos programas de incentivos ligados al autoconsumo y al almacenamiento, con fuentes de energía renovable, así como a la implantación de sistemas térmicos renovables en el sector residencial, en el marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia.”* O el **Real Decreto 377/2022**, que modifica el anterior en algunos puntos.

1.4 EMPLAZAMIENTO

La urbanización sobre la que se va a realizar el estudio se ha proyectado en la localidad de Dénia (Alicante), situadas en *Polígono 21 Parcela 144 caraguso*.

En la *Tabla 1* se exponen los datos de la ubicación exacta como de la referencia catastral, superficie y altitud.

Las *Ilustraciones 3 y 4*, muestran la vista aérea de la parcela, donde se puede observar la ubicación y el detalle de la parcela. Las dos imágenes están orientadas siendo el norte la parte superior de las mismas.

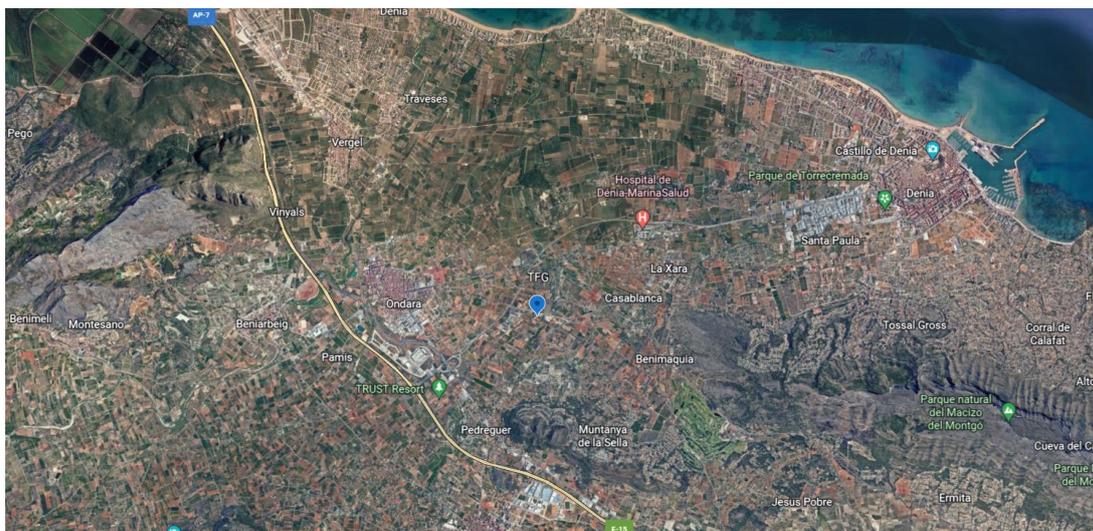


Ilustración 3. Ubicación de la parcela (Fuente: Google Earth)

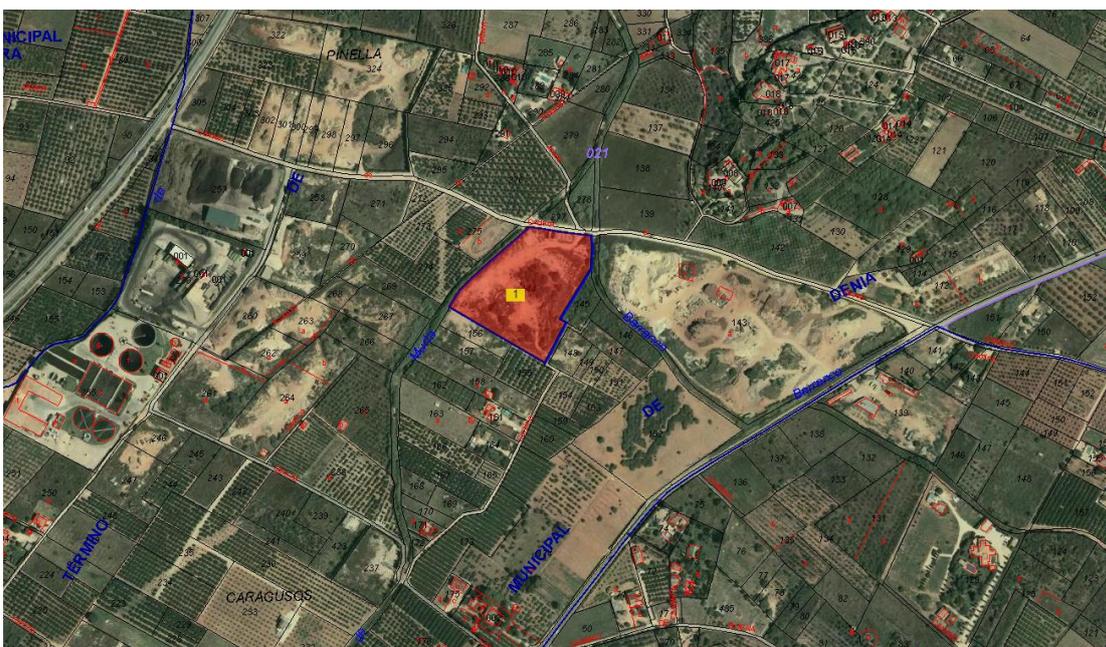
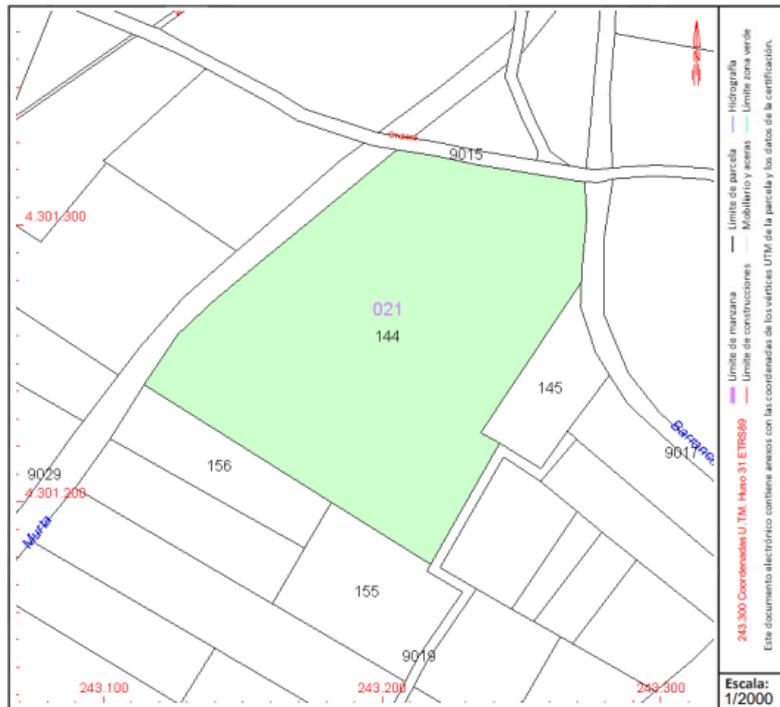


Ilustración 4. Vista aérea de la parcela (Fuente: <https://www.sedecatastro.gob.es/>)

PARCELASuperficie gráfica: 13.386 m²

Participación del inmueble: 100,00 %

Tipo:

Ilustración 5. Detalles catastrales de la parcela (Fuente: <https://www.sedecatastro.gob.es/>)

DATOS	
Ref. catastral	03063A021001440000SA
Latitud	38,8229506
Longitud	0,0433629
Altura	31,8 metros
Superficie	13386 m ²
Coordenadas	38° 49' 21" N 0° 2' 30" E

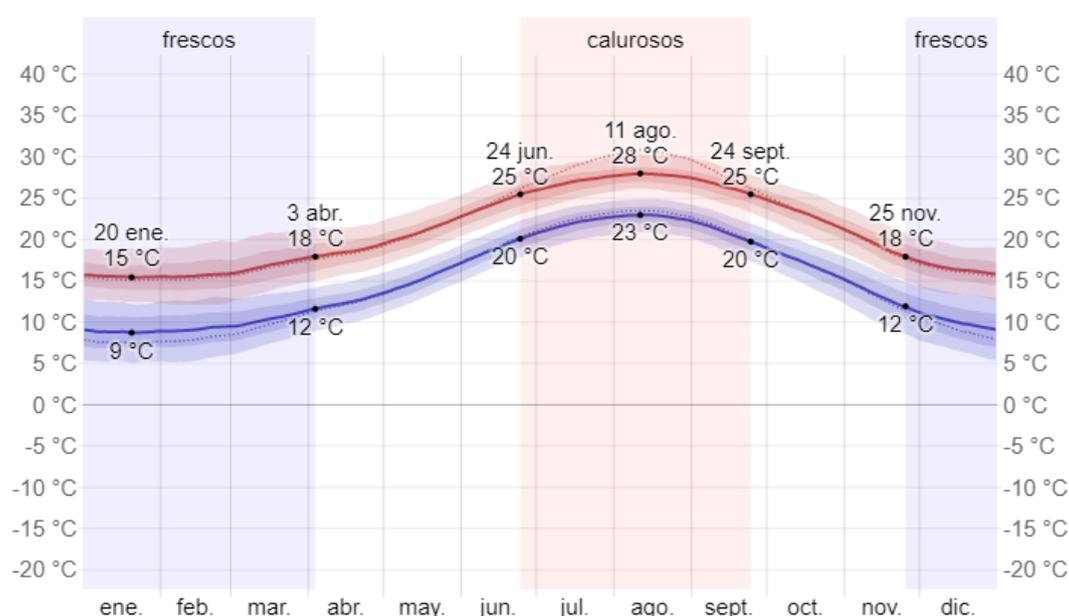
Tabla 1. Datos Ubicación parcela. (Fuente: propia)

1.4.1 Climatología

Procediendo a describir el clima de la zona, la *Ilustración 6* muestra la temperatura media durante los diferentes meses del año, así como las máximas y mínimas promedio desde el año 2014 (*Datos de weatherspark.com*)

Como se observa, en los tres meses de verano la temperatura apenas baja de los 20°C siendo el promedio durante estos meses de más de 25°C.

Es interesante también que, durante los meses fríos, la temperatura máxima promedio diaria es menos de 18 °C. El mes más frío del año en Denia es enero, con una temperatura mínima promedio de 9 °C y máxima de 16 °C.



Promedio	ene.	feb.	mar.	abr.	may.	jun.	jul.	ago.	sept.	oct.	nov.	dic.
Máxima	16 °C	16 °C	17 °C	19 °C	21 °C	25 °C	27 °C	28 °C	26 °C	23 °C	19 °C	16 °C
Temp.	12 °C	12 °C	14 °C	16 °C	18 °C	22 °C	25 °C	26 °C	24 °C	20 °C	16 °C	13 °C
Mínima	9 °C	9 °C	10 °C	12 °C	15 °C	19 °C	22 °C	23 °C	21 °C	17 °C	13 °C	10 °C

Ilustración 6. Gráfica temperaturas medias Denia (Fuente: Weather Spark)

La temperatura máxima (línea roja) y la temperatura mínima (línea azul) promedio diario con las bandas de los percentiles 25º a 75º, y 10º a 90º. Las líneas delgadas punteadas son las temperaturas promedio percibidas correspondientes.

En la *ilustración 7* se observa la nubosidad de la zona, siendo los meses de octubre, noviembre y diciembre los que mayor porcentaje de nubosidad tienen, superando el 40%. Por otra parte, los meses veraniegos desde junio hasta septiembre vemos como el porcentaje de cielo despejado es notablemente mayor que el resto del año.

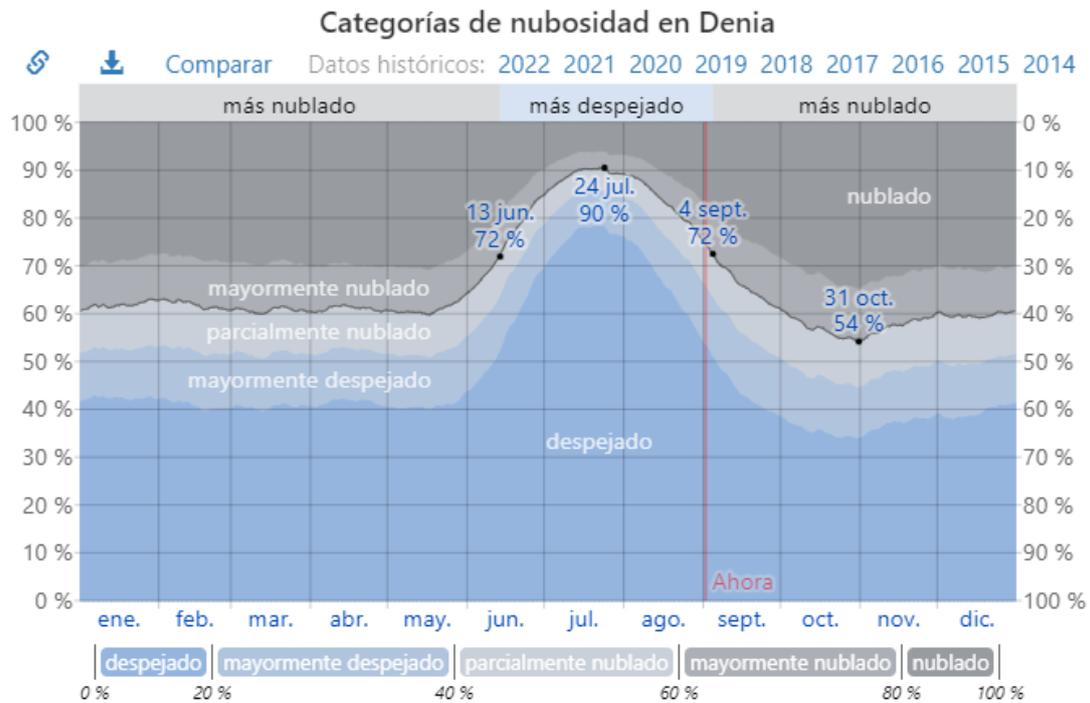


Ilustración 7. Nubosidad en la zona (Fuente: Weather Spark)

El objeto de este estudio es comprobar que no se sobrepasan los 25°C, para el correcto funcionamiento de las placas, sin tener que sobredimensionar la instalación con un coeficiente de temperatura.

1.4.2 Radiación solar

La principal condición climatológica para el diseño de la instalación fotovoltaica es la radiación solar, pues dependiendo de esta será viable o no el proyecto.

Para ello se estudian los datos de irradiación solar mediante la herramienta *PVGIS* (*Photovoltaic Geographical Information System*) accesible desde su web que dispone de una amplia base de datos de distintas ubicaciones alrededor del Europa, África, parte de Asia y América.

En la herramienta, se selecciona la ubicación exacta (*Latitud: 38,8229506/*

Longitud: 0,0433629) para la cual se pueden visualizar los datos de irradiación aproximados desde 2005 con distintas opciones a elección del usuario tales como la irradiación global horizontal, directa normal, con ángulo óptimo y por último con ángulo modificable.

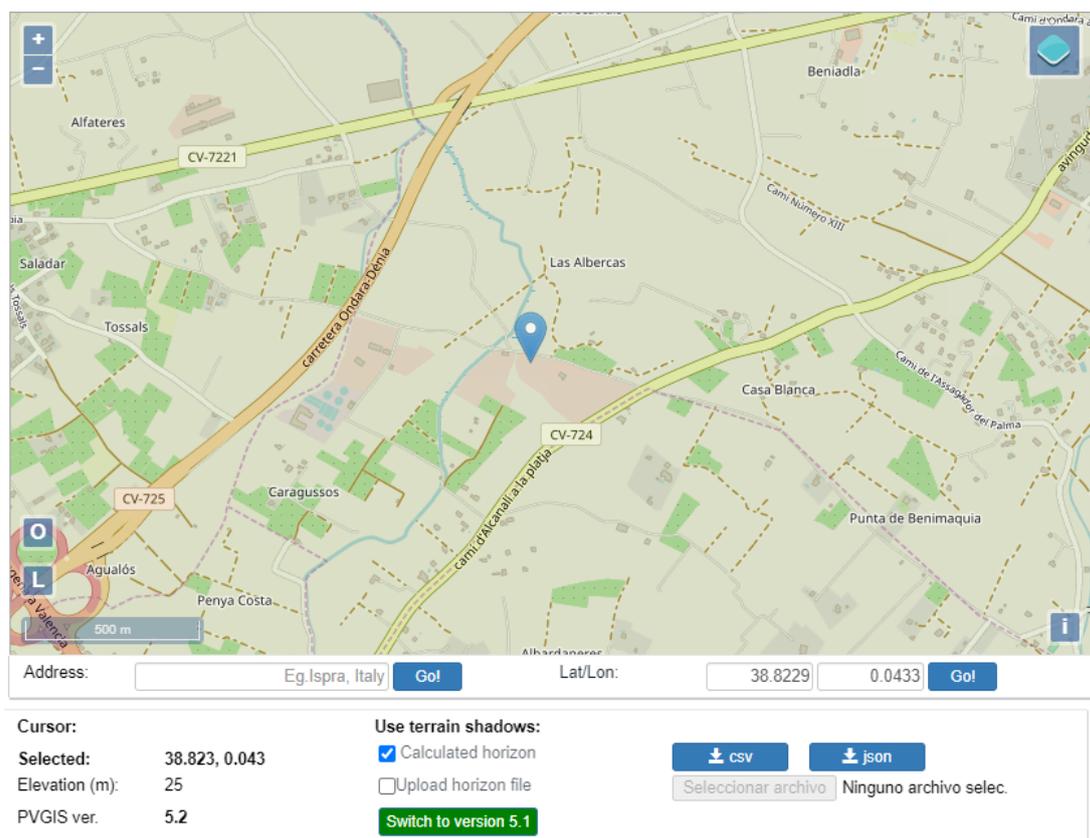


Ilustración 8. Vista general PVGIS (Fuente: PVGIS)

DATOS IRRADIACION SOLAR MENSUAL ÁNGULO OPTIMO KWh/m²		
MES	2012	2016
Enero	149,40	125,26
Febrero	173,15	131,13
Marzo	204,37	177,32
Abril	185,92	175,76
Mayo	214,34	204,90
Junio	212,02	211,83
Julio	212,69	207,36
Agosto	213,30	208,38
Septiembre	181,34	181,03
Octubre	163,23	134,23
Noviembre	98,89	113,72
Diciembre	140,32	94,37
TOTAL	2148,97	1965,29
PROMEDIO	179,08	163,77

Tabla 2. Datos irradiación solar mensual para ángulo óptimo años 2012 y 2016. (Fuente: PVGIS)

Como podemos observar en la *Tabla 2* que compara los dos años más desfavorables (2012 y 2016) en la zona seleccionada desde que disponemos la base de datos de irradiación en la herramienta de PVGIS.

Claramente se toma el año 2016 como el más crítico, debido a ser el año con menos irradiación total de ambos, con menor promedio mensual y sobre todo a tener el mes más desfavorable desde 2005, diciembre de 2016.

Diciembre de 2016, es el mes para el cual teniendo en cuenta el ángulo óptimo posee la menor irradiación dentro de la base de datos *PVGIS-SARAH2*, por ello se va a tener en cuenta este mes para proceder a realizar los cálculos de dimensionamiento de la instalación.

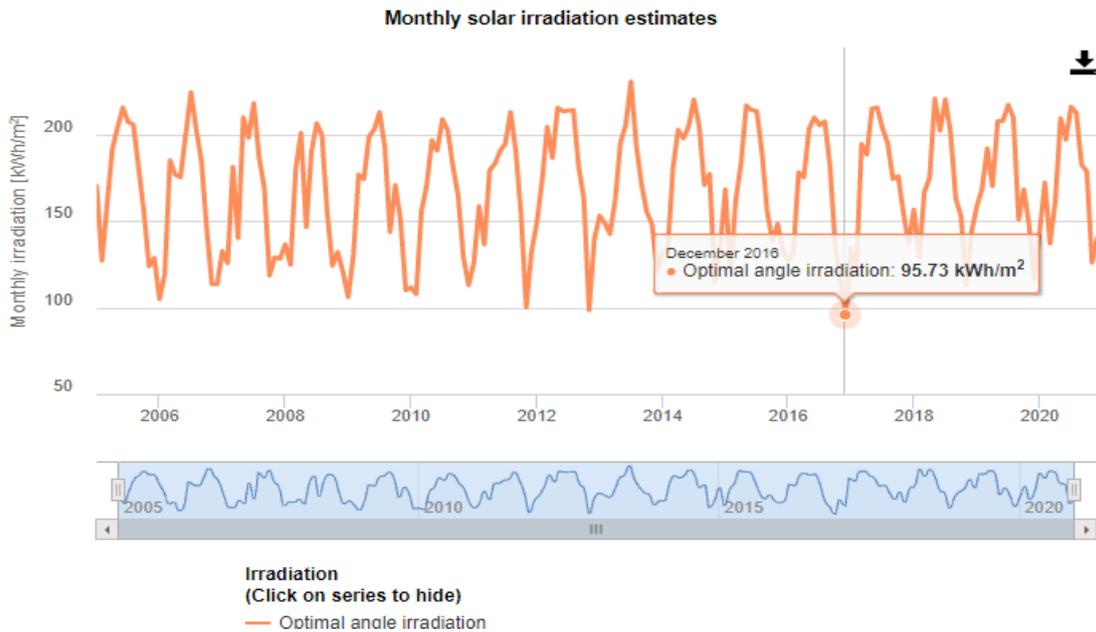


Ilustración 9. Gráfica irradiación solar estimada para ángulo óptimo. (Fuente: PVGIS)

Como se observa en la *Ilustración 9*, la irradiación mensual estimada de diciembre 2016 fue de **94.37 KWh/m²**.

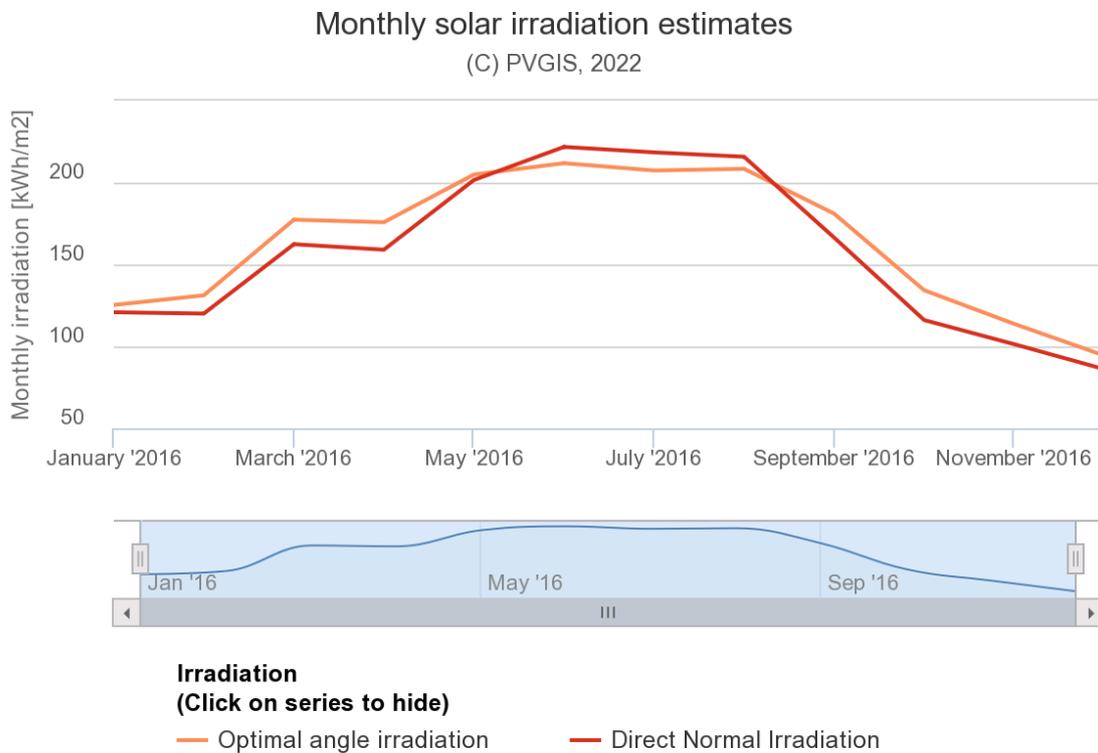


Ilustración 10. Irradiación mensual estimada para el año 2016 (Fuente: PVGIS)

DATOS IRRADIACION SOLAR MENSUAL 2016 KWh/m²					
MES	15°	30°	45°	60°	Optimum angle
Enero	100,58	121,20	134,99	140,88	125,26
Febrero	112,46	128,30	137,09	138,09	131,13
Marzo	163,48	175,73	178,57	171,57	177,32
Abril	174,37	176,57	169,83	154,34	175,76
Mayo	215,42	208,14	190,80	164,15	204,90
Junio	228,30	216,26	194,21	162,84	211,83
Julio	221,52	211,51	191,62	162,35	207,36
Agosto	211,67	210,37	198,30	175,78	208,38
Septiembre	172,27	180,47	179,09	167,94	181,03
Octubre	119,20	132,12	137,97	136,20	134,23
Noviembre	94,69	110,69	120,66	123,80	113,72
Diciembre	75,73	91,28	101,88	106,72	94,37
TOTAL	1889,69	1962,64	1935,01	1697,94	1965,29
PROMEDIO	157,47	163,55	161,25	154,36	163,77

Tabla 3. Datos irradiación mensual año 2016 según los diferentes ángulos de inclinación. (Fuente: PVGIS)

2. CAPITULO II. DISEÑO DE LA INSTALACIÓN

2.1 DATOS DISPONIBLES

En este apartado vamos a proceder a analizar los datos que disponemos para iniciar el proyecto.

Conocido el emplazamiento y la disposición de las viviendas en la urbanización, para proceder al dimensionamiento del parque fotovoltaico debemos realizar una estimación del consumo eléctrico de la urbanización.

La potencia prevista para el parque fotovoltaico anexo es de **140 KWp**.

2.1.1 Equipos eléctricos por vivienda

Las viviendas unifamiliares vendrán equipadas con distintos equipos eléctricos que se muestran en la siguiente tabla:

Equipo	Unidades/vivienda	Potencia Equipo (W)	Total potencia (W)
Luces LED	12	8	96
Lavadora	1	700	700
Extractor	1	180	180
Horno	1	1500	1500
Cocina inducción	1	4000	4000
Microondas	1	800	800
Calentador agua	1	1500	1500
Bomba agua	1	800	800
Aire acondicionado	2	1300	2600
Nevera	1	350	350
TV, Pc, Otros	1	250	250
TOTAL			12776

Tabla 4. Equipos de consumo eléctrico por vivienda y potencia. (Fuente: propia)

Además, la urbanización contará con una serie de equipos para uso y disfrute de los vecinos de la urbanización, tales como: alumbrado común, gimnasio, piscina climatizada y cargadores para coche híbrido o eléctrico.

Equipo	Unidades	Potencia (W)	Total potencia (W)
Farolas LED	30	80	2400
Luces LED área deportiva	10	20	200
Aire acondicionado	2	1500	3000
Depuradora	1	1500	1500
Bomba calor Astrapool	1	8000	8000
Cargador coche eléctrico	2	7000	14000
TOTAL			29100

Tabla 5. Equipos de consumo eléctrico áreas comunes de la urbanización.

2.1.2 Cálculo consumo de la instalación

Para poder disponer de un cálculo lo más real posible, es necesario el estudio del consumo mensual de la instalación, estimando las posibles horas de demanda eléctrica debido al uso de los elementos citados anteriormente.

Tendremos en cuenta la media de uso por vivienda de los diferentes electrodomésticos y así podremos saber la cantidad de energía eléctrica consumida a lo largo de cada mes del año.

Es importante conocer la demanda mensual de la instalación mes a mes dado que se va a estudiar el coeficiente más desfavorable que se dará con mayor ratio consumo eléctrico/ irradiación solar.

En el ANEXO I. CÁLCULOS se disponen de las diferentes tablas calculando el **consumo hipotético diario de la instalación**, para las 22 viviendas se calcula un consumo hipotético de **303,36 KWh** que sumando los **97,4 KWh** de las áreas comunes nos da un consumo total de **400,76 KWh**.

Hay que aclarar que para el cálculo de los consumos se han tenido en cuenta estimaciones al alza del uso de los electrodomésticos.

Según la OCU, “Las viviendas unifamiliares (casas aisladas) duplican el gasto de energía (15.513 kWh como media anual) de los pisos y bloques de viviendas (7.544 kWh).” <https://www.ocu.org/vivienda-y-energia/gas-luz/noticias/cuanta-energia-consume-una-casa-571584>

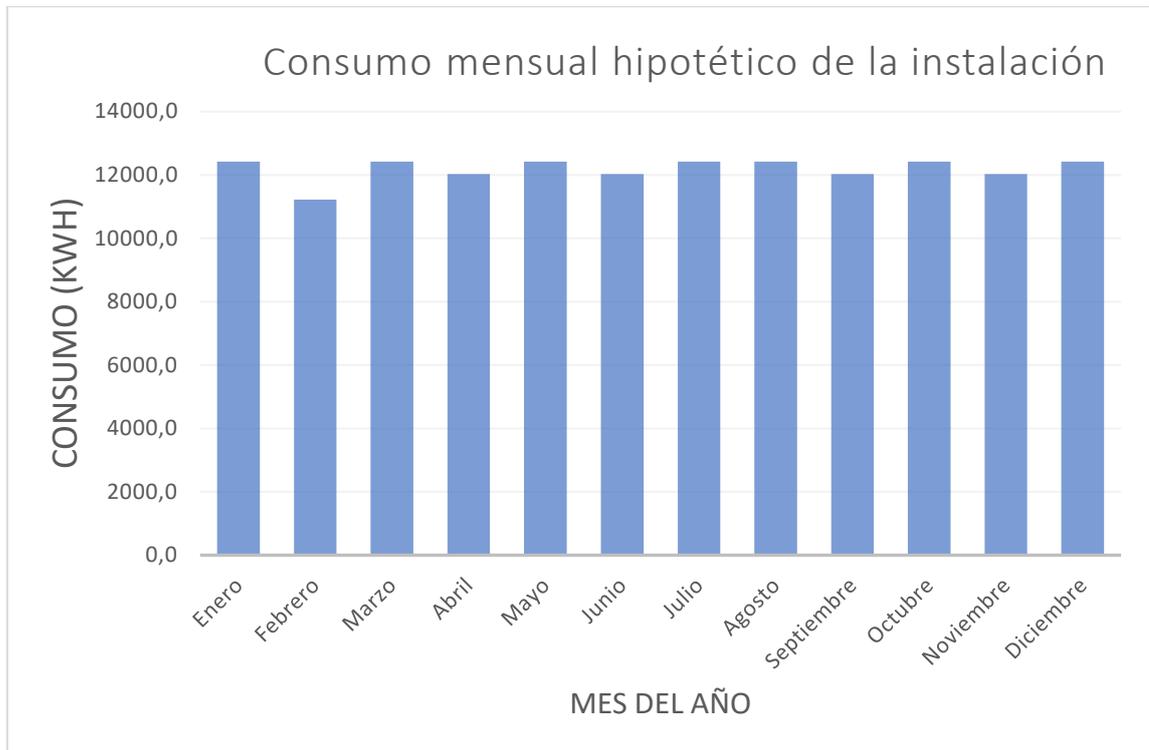


Ilustración 11. Gráfica consumo mensual hipotético (Fuente: propia)

Para el posterior al posterior cálculo de las placas solares de la instalación se debe saber el consumo aproximado mensual de la instalación.

2.2 DESCRIPCIÓN Y SELECCIÓN DE EQUIPOS

La finalidad en este apartado es la elección de los equipos necesarios para el parque fotovoltaico. Para ello deberemos de tener en cuenta las variables técnicas de la instalación con el fin de realizar la elección óptima para el proyecto.

Dado que la instalación se trata de un sistema fotovoltaico autónomo, los elementos que vamos a tratar son:

- Placas fotovoltaicas
- Estructura sujeción placas
- Regulador
- baterías
- Inversor
- Grupo electrógeno
- Cajas de conexión y cableado.

En la *Ilustración 12* se describe el esquema general de una instalación fotovoltaica aislada de la red a la cual le añadimos un grupo electrógeno auxiliar para carga de las baterías.

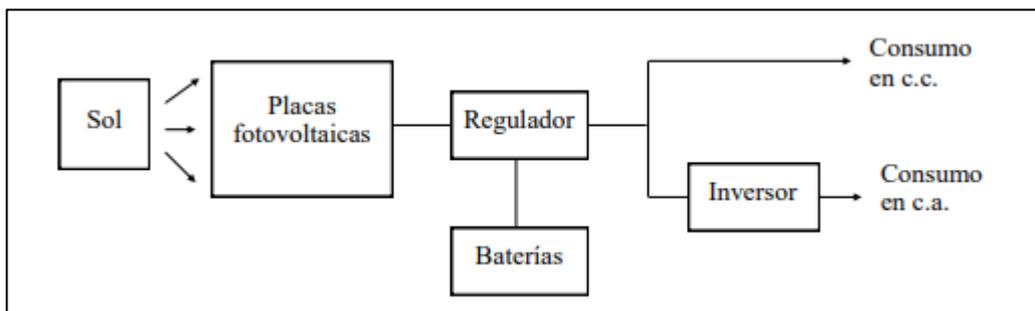


Ilustración 12. Esquema básico sistema aislado (Fuente: Apuntes asignatura)

En cada uno de los apartados siguientes se muestra una tabla en la que se comparan las características técnicas de los equipos de distintas casas comerciales con el fin de seleccionar el más idóneo para la instalación. Todos los enlaces a documentación técnica y catálogos están en la bibliografía. Se compararán las distintas alternativas de dimensionamiento y se elegirá la más adecuada para el proyecto.

2.2.1 Placas fotovoltaicas

Las placas fotovoltaicas son dispositivos que nos permiten convertir la energía del sol en energía eléctrica a través de varias celdas en las cuales incide la luz del sol para poder producir electricidad. Estas celdas generalmente están fabricadas con silicio (14 electrones, monocristalino o policristalino), así como con arseniuro de galio, teniendo en cuenta el carácter semiconductor de cada uno de estos elementos.

El conjunto de placas agrupadas en serie y/o paralelo nos va a permitir obtener la potencia eléctrica deseada. La conexión en serie la conocemos como *string*, donde la tensión total será la suma de la tensión entregada por cada módulo o placa que compone el esquema. El número total de placas depende de la tensión máxima del inversor.

2.2.1.1. Tipos de módulos fotovoltaicos

Dependiendo de la fabricación de las celdas que componen la placa solar podemos clasificar las placas fotovoltaicas en dos grandes grupos:

- **Silicio monocristalinas:**

Las células monocristalinas destacan por estar fabricadas con silicio de muy alta pureza. Por esta razón, este tipo de celdas son las más eficientes. Son las más adecuadas para su instalación en zonas donde la exposición a la luz solar no es muy alta por su alto rendimiento en estas condiciones (por ejemplo, en días nublados).

El precio de las células monocristalinas es más elevado que las policristalinas debido a que requieren más silicio y procesos de fabricación más costosos.

En los últimos años el desarrollo tecnológico de la energía solar ha permitido reducir los costes de las células de silicio monocristalinas siendo actualmente muy competitivas.

- **Silicio policristalinas:**

Las células de silicio policristalinas se fabrican a través de fundición y moldes para dar forma a las celdas. A través de dicho proceso de fabricación se utiliza una menor cantidad de silicio evitando pérdidas de material.

Actualmente es el tipo de célula más utilizado debido al menor coste económico que tienen y la optimización de la eficiencia que se acerca a las monocristalinas.

La mayor desventaja, además de la eficiencia inferior a la alternativa monocristalina, es el mal comportamiento a temperaturas altas.

Los módulos suelen ser de 72 células en serie que pueden ser utilizados tanto en aislada en autoconsumo.

2.2.1.2. Selección modelo comercial

Conociendo los distintos tipos de tecnologías actuales en la fabricación y composición de los paneles fotovoltaicos, se llega a la conclusión de que el tipo de panel que vayamos a utilizar (monocristalino o policristalino) no va a ser la razón principal a la hora de seleccionar el panel, ya que vamos a tener en cuenta las características técnicas de cada uno y la principal premisa va a ser la monetaria y la eficiencia.

Consultando catálogos de los principales fabricantes globales como:

- Canadian Solar
- Vitron Energy
- Longi Solar
- Jinko Solar
- Artesa
- JA Solar
- Trina Solar

La primera criba para los módulos que queremos utilizar va a ser una potencia superior a 400 Wp.

Caja de conexiones mínimo de protección IP67

A continuación, la *Tabla 9* está compuesta por los tres modelos finalistas para la elección del modelo de placa más adecuado para la instalación.

COMPARATIVA PRECIOS VITRON ENERGY BLUE SOLAR SERIES				
POTENCIA (w)	305,00	360,00	270,00	330,00
PRCIO PLACA (€)	286,00	320,00	219,00	264,00
PRECIO PLACA POR MAYOR (€)	214,5	240	164,25	198
€/Wp	0,70	0,67	0,61	0,60
Placas necesarias	623	528	704	576
Coste aproximado (€)	178163,93	168888,89	154111,11	152000,00

Tabla 6. Comparativa precios fabricante Vitron Energy (Fuente: propia)

COMPARATIVA PRECIOS CANADIAN SOLAR HIKU SERIES						
POTENCIA (w)	450,00	460,00	590,00	540,00	455,00	415,00
PRCIO PLACA (€)	200,00	233,00	257,00	268,00	195,73	206,00
PRECIO PLACA POR MAYOR (€)	160	186,4	205,6	214,4	156,584	164,8
€/Wp	0,36	0,41	0,35	0,40	0,34	0,40
Placas necesarias	422	413	322	352	418	458
Coste aproximado (€)	84444,44	96239,13	82762,71	94296,30	81733,41	94313,25

Tabla 7. Comparativa precios fabricante Canadian Solar (Fuente: propia)

CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DEL MODULO FOTOVOLTAICO:

1. Máxima potencia instalable en el terreno disponible.
2. Menores costes
3. Eficiencia de los módulos.

Se selecciona el modelo **Tiger Neo N-type 78HL4-(V)** del fabricante chino **Jinko Solar**, que nos ofrece mejores prestaciones como:

- Potencia máxima superior a los otros dos modelos
- Mejor rendimiento (22%)
- Más económico, 0.332 €/Wp frente a 0.337 €/Wp y a 0.348 €/Wp.
- Menor número de módulos necesarios debido a ser el de mayor potencia pico.

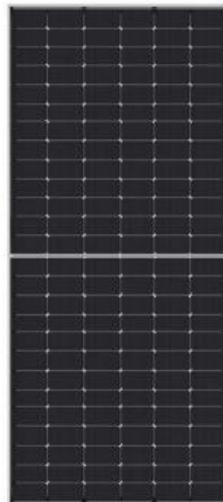


Ilustración 13. Vista frontal modelo Tiger Neo N-type 78HL4-(V) de Jinko solar

FABRICANTE	Jinko Solar	Longi	Canadian Solar
MODELO	Tiger Neo N-type 78HL4-(V)	LR4-72HPH 450/MR	CS7-L-590MS
TIPO	N type Monocristalino	monocristalino	monocristalino
CÉLULAS EN SERIE	156 (2x78)	144 (6x24)	120(2x10x6)
STC (Standard testing conditions) irradiancia 1000W/m2 Cell temperature 25°C AM=1.5			
CARACTERISTICAS ELECTRICAS			
Potencia máxima (Pmax)	615	460	590
Eficiencia (η) (%)	22,0%	21,2%	20,8%
Corr. MPP (Impp) (A)	13,46	10,98	17,11
Tensión MPP (Vmpp)	45,69	41,9	34,5
Corr. Cortocircuito (Isc)(A)	14,18	11,73	18,37
Tensión en Vacío (Voc) (V)	55,4	49,7	40,9
Máx serie de fusibles (A)	30	20	30
Máx tensión del sistema VDC (IEC)	1000/1500	1500	1500
CARACTERISTICAS TÉRMICAS			
Coef. Temp. Isc (α)	+0,046%/°C	+0,046%/°C	+0,05%/°C
Coef. Temp. Voc (β)	-0,25%/°C	-0,25%/°C	-0,26%/°C
Coef. Temp. P (γ)	-0,30%/°C	-0,30%/°C	-0,34%/°C
Temp. Fto. Célula (NOCT)	45+-2°C	45+-2°C	41+-3°C
Rango de Temp.	-40°C/+85°C	-40°C/+85°C	-40°C/+85°C
CARACTERISTICAS MECANICAS			
Dimensiones (mm)	2465 x 1134 x 35	2094 x 1038 x35	2172 x 1303 x 35 mm
Peso (Kg)	30,6	23,5	31
Max carga Frontal	5400Pa	5400Pa	5400Pa
Mac carga trasera	2400Pa	2400Pa	2400Pa
Cristal delantero	3,2 mm Anti-reflection coating. High transmission, low iron, tempered glass	Single glass, 3.2mm coated tempered glass	3.2 mm tempered glass with antireflective coating
Marco	Anodized Aluminium Alloy	Anodized Aluminium Alloy	Anodized aluminium alloy
Caja conexiones	IP68	IP68	IP68, 3 bypass diodes
COSTES			
Precio (€)	204	155,08	205,6
€/Wp	0,332	0,337	0,348

Tabla 8. Comparativa modelos de placas solares (Fuente:propia y catalogos oficiales)

2.2.2 Estructura sujeción placas

La estructura para la sujeción de las placas debe estar a prueba de los esfuerzos requeridos tales como cargas debidas al viento, nieve u otros factores a considerar tales como la resistencia a la intemperie y a las condiciones meteorológicas adversas.

La parcela donde se sitúan las placas se trata de un terreno cohesivo, arcilloso y con un componente medio de roca.

La estructura debe de cumplir:

- La inclinación óptima para el proyecto
- Debe cumplir lo indicado en el Código Técnico de la Edificación (Parte II, DB SE y DB SE-AE).
- Poseer un correcto aislamiento eléctrico.

Por otra parte, se valorarán aspectos como:

- Facilidad para el montaje.
- Precio
- Posibilidad de subcontratar el montaje.

Se estudian diversas posibilidades consultando los distintos modelos disponibles del mercado, valorando las distintas posibilidades, como la de instalar una estructura fija o un seguidor solar de un eje.

Los seguidores solares de un eje se alinean norte-sur, permitiendo al panel moverse de este a oeste siguiendo el sol, siendo menos preciso que el seguidor de dos ejes puede aumentar el rendimiento de los generadores solares entorno al 25-30 %.

Se consultan diferentes modelos de seguidores solares tales como:

FABRICANTE	DEGUER IBERICA	LORENTZ
MODELO	DEGER S100-PF-DR	ETATRACK 600
TIPO	SEGUIDOR 1 EJE	SEGUIDOR 1 EJE
PRINCIPALES CARACTERISTICAS	SEGUIMIENTO MLD	
	30% INCREMENTO DE PRODUCCIÓN	30% INCREMENTO DE PRODUCCIÓN
	FIJACION POSTES HINCADOS	FIJACION CON CIMENTACION
	VIENTO 100 KM/h	VIENTO 120 KM/h

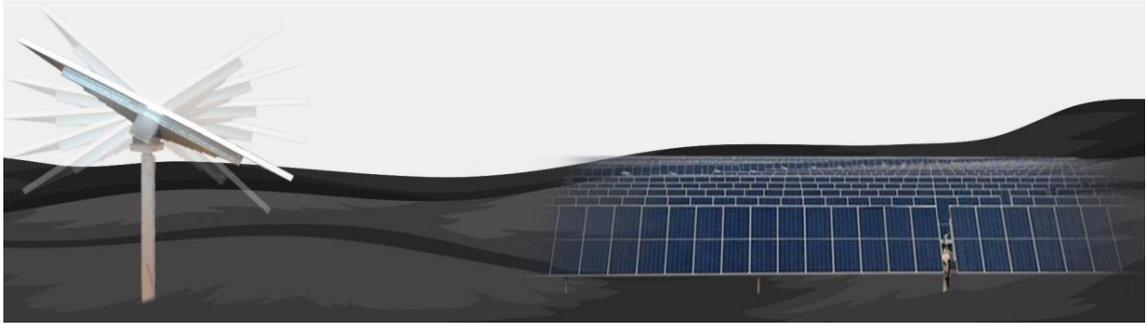


Ilustración 14 Estructura con seguidor solar. (Fuente: Deger Iberica)

Finalmente, por razones económicas se decide instalar una estructura fija, ya que la estructura móvil del seguidor eleva demasiado el presupuesto. Consultando diversos fabricantes, se opta por el modelo de estructura fija con inclinación elegible de la casa **Ennova Renovables S.L.** , que además de la fabricación de la estructura necesaria se encargarán del hincado de la misma y del montaje mecánico proporcionando 10 años de garantía.



Ilustración 15. Modelo elegido de estructura fija hincada (Fuente: Ennova Renovables)

2.2.3 Inversor Cargador

El inversor es el equipo electrónico que permite convertir la potencia eléctrica continua de entrada en potencia alterna necesaria para la alimentación eléctrica de las viviendas.

Para ello, a través de un puente de diodos convierte las entradas de tensión y corriente continua en salidas de alterna.



Ilustración 16. Esquema básico inversor fotovoltaico (Fuente: www.areatecnologia.com)

Estudiando la disponibilidad comercial de los distintos fabricantes, la mejor opción para el proyecto es un inversor cargador, capaz tanto de generar red alterna de las baterías como de las placas solares. Además, debe ser capaz de realizar la carga de las baterías almacenadoras de energía.

Este tipo de inversores, utilizados para aislada, están preparados para trabajar en instalaciones sin conexión a la red eléctrica, utilizando como fuente eléctrica los paneles solares, generador electrógeno o la energía almacenada en baterías.

El equipo debe cumplir una serie de características tanto eléctricas, mecánicas y de fiabilidad.

Consultando los catálogos de los principales fabricantes de este tipo de inversores, realizamos una comparativa entre varios tipos después de una criba inicial, buscando que cumplan las siguientes características:

- Deben suministrar el mismo voltaje de las baterías (48V).
- Garantía mínima de 5 años.
- Debe incluir cargador, de forma que solo haga falta incluir regulador.
- Debe incluir entrada de corriente alterna para poder cargar baterías con generador electrógeno.
- Se valora un inversor 3 en 1 con inversor, cargador y regulador de carga.

- Por último, los datos técnicos del inversor limitan el número y tipo de placas solares.
- Se instalará un inversor por vivienda, **22 unidades**, con el fin de evitar posibles conflictos.
- Se instalarán **5 unidades** para las áreas comunes.
- Un total de **27 inversores-cargadores**

Se calcula una potencia aproximada de 5KW por vivienda

Consultando los distintos catálogos comerciales disponibles y conociendo la dimensión de la instalación, optamos entre modelos de la marca Vitron Energy, escogidos dadas sus prestaciones, calidad-precio y en orden de homogenizar la instalación, ya que los reguladores maximizadores son del mismo proveedor.

El modelo **Quattro 48/5000/70-100/100** con una potencia nominal de 5000 VA, posee un rendimiento del 95% y una corriente de carga a 48 V de 70 A. Este modelo dispone de dos entradas de corriente alterna de 187-265 Vca a 100 A de gran utilidad en el diseño de la instalación ya que permiten la conexión directa de generador eléctrico. El precio PVP de este en las fichas oficiales se cifra en torno a 2799 €.

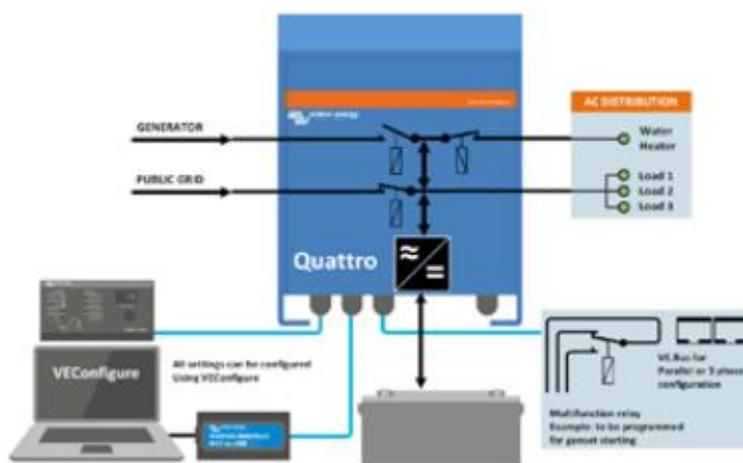
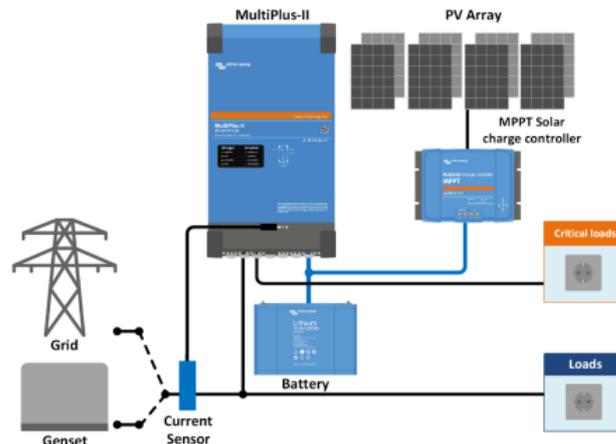


Ilustración 17. Esquema tipo inversor-cargador Quattro 48/5000/70-100/100 (Fuente: Vitron Energy)

El otro modelo consultado es el **MultiPlus-II 5000VA 48V 70+50 A**, con unas características muy similares al Quattro, dispone solo de una entrada de corriente alterna con un máximo de 50 A, la corriente de carga son 70 A y el PVP es de 1830 €.



Topología paralela a la red con controlador de carga solar MPPT

El MultiPlus-II utilizará los datos del sensor de CA externa (pedir por separado) o del medidor de energía para optimizar el autoconsumo y, si lo desea, evitar la devolución a la red del excedente de energía solar. En caso de un corte del suministro eléctrico, el MultiPlus-II seguirá alimentando las cargas críticas.

Ilustración 18. Esquema tipo inversor-cargador MultiPlus-II 5000VA 48V 70+50 (Fuente: Vitron Energy)

Por razones económicas se escoge el **MultiPlus-II 5000VA 48V 70+50 A**, ya que las prestaciones extra que nos ofrece el Quattro no las vamos a necesitar. Las características técnicas quedan expuestas en el “Anexo II”.

Para las áreas comunes se dispondrán del mismo tipo de inversor con el fin de homogeneizar la instalación.

2.2.4 Baterías

Las baterías van a ser el elemento más importante de la instalación, debido principalmente al impacto económico que van a tener en el presupuesto.

Se trata de los elementos encargados del almacenamiento de la energía generada por los paneles solares. Gracias a ellas se dispone de energía fuera de los horarios de producción eléctrica, sea por la noche o en días sin sol.

Existen diversos tipos de baterías en el mercado, caracterizándose principalmente por el material del que están constituidas, siendo las más populares:

- **Litio:** Ofrecen unas características técnicas superiores al resto de tipos disponibles en el mercado. Cuentan con una vida útil y capacidad de carga muy eficientes, además de que no requieren mantenimiento ni emiten ningún tipo de gas, por lo que no hace falta acondicionar el lugar donde se encuentran.
- **Plomo Abierto:** Están compuestas por compartimentos separados y conectados entre sí dentro de una caja de polipropileno a modo de material aislante. Son la solución más económica, pero es indispensable un mantenimiento cada cierto tiempo.
- **AGM o baterías VRLA,** son aquellas baterías de plomo ácido que no requieren mantenimiento ni ventilación. Son económicas y se comportan bien ante una elevada intensidad de descarga.
- **GEL:** Este tipo de baterías destaca por su durabilidad, no necesita mantenimiento ni emite gases nocivos. Son ideales para instalaciones en movimiento como barcos, caravanas, etc.

Después de consultar los distintos tipos se opta por realizar una comparativa entre un tipo de batería de litio seleccionada y otra Estacionarias OPzV.

Las **baterías de litio** son menos económicas, pero disponen de alta durabilidad y mejor comportamiento que el resto, no necesitando mantenimiento ni acondicionar un lugar para gases nocivos.

Por otra parte, las baterías **estacionarias OPzS** cuentan con una larga vida útil, excelente eficiencia y versatilidad de uso, Son baterías de Plomo-Ácido, de diseño tubular compuestas por acumuladores de 2V y están preparadas para usos estacionarios, es decir, constante entrada y salida de energía. Además de que no requieren mantenimiento en comparación a los otros tipos de OPz.

Las principales características para analizar de estos equipos son la capacidad y profundidad de descarga, así como los ciclos que es capaz de aguantar sin perder la capacidad de almacenamiento.

La capacidad de una batería se define como la cantidad de energía eléctrica que puede aportar con una descarga completa. Dicha capacidad se mide en Amperios-

Hora (Ah) y junto con la duración es una característica que da el fabricante. Por ejemplo, una batería con una capacidad C10 = 200Ah proporcionará 20 A durante 10h.

La profundidad de descarga, dada en un valor porcentual, mide cuanto se descarga la batería durante un ciclo. Para instalaciones aisladas, conviene el uso de baterías estacionarias preparadas para descargas profundas.

Finalmente, el último aspecto que vamos a considerar es la vida útil de la batería, es decir el % que pierde de capacidad conforme se van realizando ciclos de carga y descarga.

FABRICANTE	BYD	Pylontech	Freedom won
MODELO	BYD Battery-Box Premium LVS 24.0	Force L1	Lite Hv 80Kwh
TIPO	LITIO	LITIO	LITIO
CARACTERISTICAS ELECTRICAS			
Almacenamiento máximo (KWh)	24,00	24,86	80
energía útil almacenada %	0,9	0,95	0,9
energía útil almacenada (KWh)	21,6	23,617	72
Voltaje Nominal (V)	48V	48V	52V
Amperios -Hora	500	500	1600
Max Corriente Salida(A)	250	100	800
Corriente salida pico (A)	360	105	1000
Tiempo Corriente salida pico (s)	5	15	-
Escalable hasta (KWh)	256	-	-
Número de módulos	6	7	-
Almacenamiento módulo (KWh)	4	3,55	-
máximos módulos en paralelo	64	-	-
Total KWh en paralelo	256	-	-
CARACTERISTICAS MECANICAS			
Dimensiones (mm)	1622X640X298	600 x 380 x 1380 mm	1451x668x566
Peso (Kg)	262	259	637
SERVICIO POSTVENTA			
garantía	10 años	15 años	10 year (or 4000 cycles),
COSTES			
Precio (€)	14352	11893,1	56921
Precio por mayor (€)	11481,6	9514,48	45536,8
€/KWh	478,400	382,722	569,210

Tabla 9. Comparativa modelos baterías de litio (Fuente: propia)

En cuanto a las baterías **estacionarias OPzV**, se escoge el modelo **2V 24 RES OPzS 4620** del fabricante **Sunlight**, cuyas características técnicas se muestran en el “Anexo II. Hojas técnicas, apartado 3. Baterías”.



Ilustración 19. baterías OPzS del fabricante Sunlight (Fuente Sunlight)

Comparando entre los tres modelos, la que mejor precio nos ofrece €/KWh de capacidad es el modelo **Force L1** del fabricante **Pylontech**.

Siendo que las baterías deben de ser un elemento lo más duradero posible, debido al elevado peso que tienen en el presupuesto de la instalación, el fabricante **Pylontech** ofrece 15 años de garantía siendo 5 años superior a la de los otros dos fabricantes consultados.

Por lo tanto, se selecciona la batería Force L1 cuya tabla de características se muestra a continuación, se trata del modelo con 7 módulos de 3,55 KWh cada uno.

SPECIFICATION- (48V)
(Force-L1)

	2	3	4	5	6	7	
Module							
Basic Parameters							
Battery System Capacity(kWh)	7.1	10.65	14.21	17.76	21.31	24.86	
Voltage Range(Vdc)	44.5-54						
Dimension(W*D*H mm)	600*380*530	600*380*700	600*380*870	600*380*1040	600*380*1210	600*380*1380	
Weight(kg)	84	119	154	189	224	259	
Depth of Discharge	95%						
Charge/Discharge Current(A)	(Recommend) (Max) (Peak @15s)	30 75 105	45 100 105	60 100 105	75 100 105	90 100 105	100 100 105
Communication Port	RS485 , CAN						
Protection Class	IP55						
Working Temperature/ °C	0-50						
Shelf Temperature/ °C	-20-60						
Humidity	5%-95%(w/o condensing)						
Altitude	< 2000						
Design Life	15+ Years (25°C /°F)						
Cycle Life	>6000, 25°C						
Authentication level	VDE2510-50/IEC62619/IEC62477/IEC62040/CE/UN38.3						

Ilustración 20. Datos técnico baterías modelo L1 de Pylontech (fuente Pylontech)

2.2.5 Regulador

Los reguladores de carga son los elementos encargados de controlar la transferencia de energía desde los módulos solares a las baterías y de estas a los elementos de consumo asociados a la instalación.

Entre sus funciones también encontramos la protección de los elementos de almacenamiento de energía, evitando sobrecargas o descargas fortuitas.

En el mercado podemos encontrar dos tipos de reguladores de carga:

- MPPT (maximum power point tracker), permiten obtener la máxima potencia desde las placas, haciéndolas trabajar siempre en el punto más alto de potencia, incrementando de este modo la eficiencia. Como desventaja, el coste elevado en comparación al otro tipo.
- PWM (pulse-width modulation), pueden únicamente ser utilizados por placas y baterías de la misma tensión, dependen de la intensidad máxima de las placas y solo pueden trabajar con placas de 36 y 72 celdas. Como principal ventaja encontramos el coste significativamente menor que las MPPT.

En el proyecto se decide el uso de reguladores MPPT, pues queremos optimizar al máximo la instalación intentando sacarle el máximo rendimiento.

Para proceder a la elección del modelo comercial, se debe de tener en cuenta los siguientes puntos:

- Tensión de trabajo
- Tensión en corriente continua de la instalación
- Intensidad máxima de entrada.

Consultando distintos modelos del mercado, se escoge el **Regulador MPPT 250V 100A Victron Smart Solar**, que contiene una pantalla LCD para poder visualizar el funcionamiento de la instalación al igual que realizar una configuración optima del sistema.



Ilustración 21. Regulador MPPT 250V 100A Victron Smart Solar (Fuente: Victron Energy)

Se decide escoger el modelo, debido a la alta tensión de tiene de entrada solar 250 V que nos permitirá reducir las pérdidas de la instalación. Además, se decide comparar distintos modelos del fabricante Victron Energy para decidir cual es el más conveniente para la instalación. Finalmente, por razones económicas se escoge el regulador descrito anteriormente.

Datos Regulador MPPT 150V 85A Victron Smart Solar	
tensión máxima funcionamiento (V)	150
tensión máxima vacío (V)	145
intensidad máxima corto circuito (A)	70
Placas serie	2
Placas paralelo	5
N.º total líneas paralelo	114
N.º reguladores	23
coste PVP unitario (€)	681
Coste total aprox. (€)	15663

Datos Regulador MPPT 250V 60A Victron Smart Solar	
tensión máxima funcionamiento (V)	245
tensión máxima vacío (V)	250
intensidad máxima corto circuito (A)	35
Placas serie	4
Placas paralelo	2
N.º total líneas paralelo	57
N.º reguladores	29
coste PVP unitario (€)	668
Coste total aprox. (€)	19372

Datos Regulador MPPT 250V 100A Victron Smart Solar	
tensión máxima funcionamiento (V)	245
tensión máxima vacío (V)	250
intensidad máxima corto circuito (A)	70
Placas serie	4
Placas paralelo	4
N.º total líneas paralelo	57
N.º reguladores	15
coste PVP unitario (€)	998
Coste total aprox. (€)	14970

Tabla 10 Tablas comparativas modelos Victron de reguladores MPPT (Fuente: propia)

2.2.6 Grupo electrógeno

Como se explica en el “Anexo II”, el grupo electrógeno debe tener un mínimo de 172 KVA, por ello, se elige el grupo electrógeno MWM de 200 KVA insonorizado cuyos detalles se exponen a continuación.

Marca Alternador	MECCALTE
Combustible	Diesel
Depósito del combustible	313 litros
Voltaje	400 V
Revoluciones	1500 rpm
Refrigeración	Agua
Modelo Alternador	ECO38-1S/4
Motor	MWM MAXXFORCE
Fases	Trifásico
Frecuencia	50 Hz
Potencia Nominal	180 kVA / 144 kW
Potencia Máxima	200 kVA / 160 kW

Ilustración 22. Detalles técnicos grupo electrógeno MWM de 200 KVA (Fuente: <https://www.generadoreselectricos.org/>)



Ilustración 23. Vista grupo electrógeno MWM de 200 KVA (Fuente: <https://www.generadoreselectricos.org/>)

2.2.7 Cableado de la instalación.

Para el cableado de la instalación utilizaremos un tipo especial de cobre electrolítico estañado para una correcta conductividad, además debe de disponer un doble aislamiento para mejorar de este modo la resistencia a la intemperie a la que se verán expuestos (rayos del sol, temperatura, lluvia, etc.). Además, compuestos libre de halógenos, para en caso de incendio evitar la llama.

Consultando diferentes fabricantes, se elige **General Cable**, una compañía de Prysmian Group que ofrece una amplia gama de cables especializados en conexiones de instalaciones fotovoltaicas.

El diagrama muestra cinco etapas de cableado en un sistema fotovoltaico:

- 1 Conexión entre paneles fotovoltaicos**
exZellent SOLAR H1Z2Z2-K
 1,0/1,0 kV (1,2/1,2 kVac máx.) - 1,5/1,5 kVdc (1,8/1,8 kVdc máx.)
 Secciones habituales de 4,6 y 10 mm²
- 2 Instalación BT DC entre paneles y cajas de conexión (string combiner box)**
exZellent SOLAR H1Z2Z2-K
 1,0/1,0 kV (1,2/1,2 kVac máx.) - 1,5/1,5 kVdc (1,8/1,8 kVdc máx.)
 Secciones habituales de 4,6 y 10 mm²
- 3 Instalación BT DC entre las cajas de conexiones y los inversores**
HARMOHNY XZ1 Al (S)
 1,8 kV DC - 0,6/1 kV AC
 Secciones habituales desde 1x16 hasta 1x300 mm²
- 4 Instalación BT AC entre inversores y transformador**
HARMOHNY® ALL GROUND® ALL TT
XZ1 Al
 0,6/1 kV
HARMOHNY XZ1 Al (S)
 0,6/1 kV AC
 Secciones habituales desde 1x16 hasta 1x300 mm²
- 5 Cables para el circuito de evacuación (MT/AT)**
Cables aislados con XLPE o EPR
VULPREN HERSATENE
 Cables de MT hasta 30 kV • Cables de AT desde 45 kV hasta 400 kV • Cable con armadura bajo pedido

Ilustración 24. Resumen cableado para instalación fotovoltaica (Fuente: <https://www.prysmiangroupcatalogue.com>)

2.2.8 Caseta prefabricada

La caseta prefabricada será lugar donde se van a ubicar los distintos elementos que no sean los paneles solares, por ello debemos calcular el espacio que van a ocupar dichos elementos y dimensionar la caseta.

Las condiciones que se buscan para la construcción son que sea resistente a la intemperie y que permita una buena ventilación para la correcta refrigeración de los elementos.

Existen en el mercado diferentes casetas prefabricadas de hormigón que se montan por piezas y son bastante económicas.

Para la construcción de la caseta se consultan diversos fabricantes relativamente cercanos como:

- Prehormisa: Fabricante especializado en el hormigón con ubicación el León.
- Prefabricados Agustín: Fabricante de Huesca, prefabricados a medida según las necesidades.
- **FORPOL Estructuras**: Fabricante de estructuras de hormigón y metálicas ubicado en Tarragona, realizan casetas a medida o modelos estándar.

Por proximidad y flexibilidad a la hora de realizar la caseta escogemos el fabricante FORPOL Estructuras, que nos proporciona además un presupuesto online que incluye los costes de transporte y montaje.



Ilustración 25. Caseta ejemplo instalada por la empresa FORPOL ESTRUCTURAS (Fuente: Forpol estructuras)

2.2.9 Protecciones

Las protecciones deben de cumplir con la normativa establecida en el REBT, artículo 11 Real Decreto 1699/2011 y el 244/2019.

Para corriente continua se utilizarán fusibles y para alterna diferenciales-magnetotérmicos.

Se instalarán fusibles de 16 A para las placas fotovoltaicas en serie y 130 A 48 V para los inversores.

La elección queda explicada en el Anexo I. Cálculos, para corriente continua.

Para corriente alterna diferenciales magnetotérmicos de 50 A 30 mA, para poder garantizar el umbral para personas expuestas a corriente eléctrica.

2.2.10 Puesta a tierra

La puesta a tierra debe cumplir la instrucción técnica ITC-BT-18, además de seguir la norma UNE 21022.

Según el RDBT, la instalación debe poseer una tierra independiente de modo que todas las masas estarán conectadas.

Para la parte de corriente continua, los conductores activos deben disponerse aislados de tierra, y se conectaran todas las masas metálicas de la instalación a tierra, tales como armarios, cajas eléctricas, estructuras, etc.

La parte de corriente alterna seguirá el esquema TT con las masas de los diferentes equipos unidas a un conductor que quedará puesto a tierra.

En el Anexo I. Cálculos, se detalla cómo se ha procedido al dimensionamiento de la puesta a tierra.

2.3 DISEÑO DE LA INSTALACIÓN

En este apartado se va a describir detalladamente la solución adoptada para la instalación.

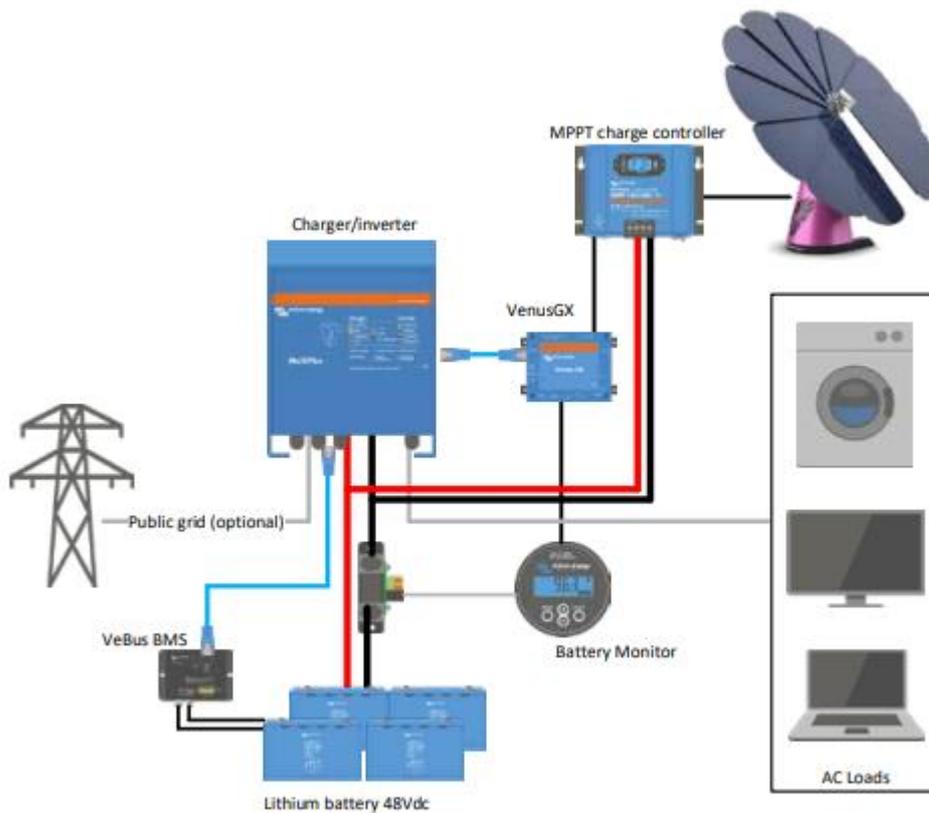
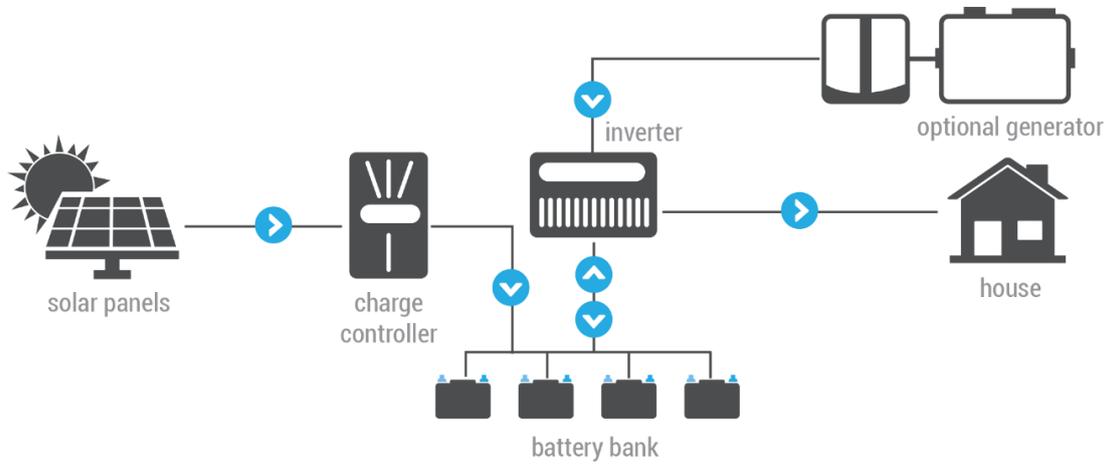


Ilustración 26. Diseño tipo instalación solar fotovoltaica aislada (Fuente: Vitron Energy)



Ilustración 27

2.3.1 Tensión de la instalación

La tensión a la que vamos a trabajar en la instalación es de suma importancia para el resto de los cálculos, por ello es lo primero que se debe saber antes de la elección de los posibles componentes.

Como observamos en los anteriores apartados los elementos como baterías poseen una tensión de trabajo de **48V** en corriente continua, por lo cual la instalación trabajará a dicha tensión. De las posibilidades existentes, las más populares son 12V, 24V y 48V. La elección de estas no es al azar, ya que para grandes potencias como la de esta instalación se usarán 48V, para potencias medianas 24V y para pequeñas 12V.

La ventaja del incremento de tensión es la disminución de posibles pérdidas debido a que para conseguir una misma potencia hará falta menos intensidad, por la ley de Ohm.

2.3.2 Inclinación de los módulos.

Como se muestra en el Anexo I. Cálculos apartado 1.3, el coeficiente CMD para el mes más desfavorable de la base de datos es **2585,8**, siendo **diciembre 2016**.

La **inclinación** escogida es la de **60º**, ya que posee el valor CMD más bajo para el mes más desfavorable y además es la recomendada por el instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE) para instalaciones aisladas de la red.

COSNUMO MENSUAL TOTAL DE LA INSTALACION			Coeficiente CMD			
Mes	Potencia consumida (KWh)	Consumo (Ah)	15º	30º	45º	60º
Enero	12583,52	275954,4	2743,6	2276,9	2044,3	1958,8
Febrero	11365,76	249249,1	2216,3	1942,7	1818,1	1805,0
Marzo	12583,52	275954,4	1688,0	1570,3	1545,4	1608,4
Abril	12177,6	267052,6	1531,5	1512,4	1572,5	1730,3
Mayo	12583,52	275954,4	1281,0	1325,8	1446,3	1681,1
Junio	12177,6	267052,6	1169,7	1234,9	1375,1	1640,0
Julio	12583,52	275954,4	1245,7	1304,7	1440,1	1699,7
Agosto	12583,52	275954,4	1303,7	1311,8	1391,6	1569,9
Septiembre	12177,6	267052,6	1550,2	1479,8	1491,2	1590,2
Octubre	12583,52	275954,4	2315,1	2088,7	2000,1	2026,1
Noviembre	12177,6	267052,6	2820,3	2412,6	2213,3	2157,1
Diciembre	12583,52	275954,4	3643,9	3023,2	2708,6	2585,8

Tabla 11. Coeficiente CMD y consumo mensual de la instalación. (Fuente: propia)

2.3.3 Módulos fotovoltaicos

Sabiendo el modelo de módulo que se va a instalar, es necesario el cálculo del número de placas necesarias en la instalación. Como se ha calculado en el *Anexo / Cálculos*, el número de módulos a instalar es de 228, generando una potencia máxima de 140 KW.

$$\text{Potencia máxima instalada en placas} = 615 W_{\text{placa}} \times 228 = 140,22 \text{ KW}$$

La disposición de los módulos en la parcela se detalla en PLANOS, estando estos orientados hacia el sur, con una inclinación de 60°.

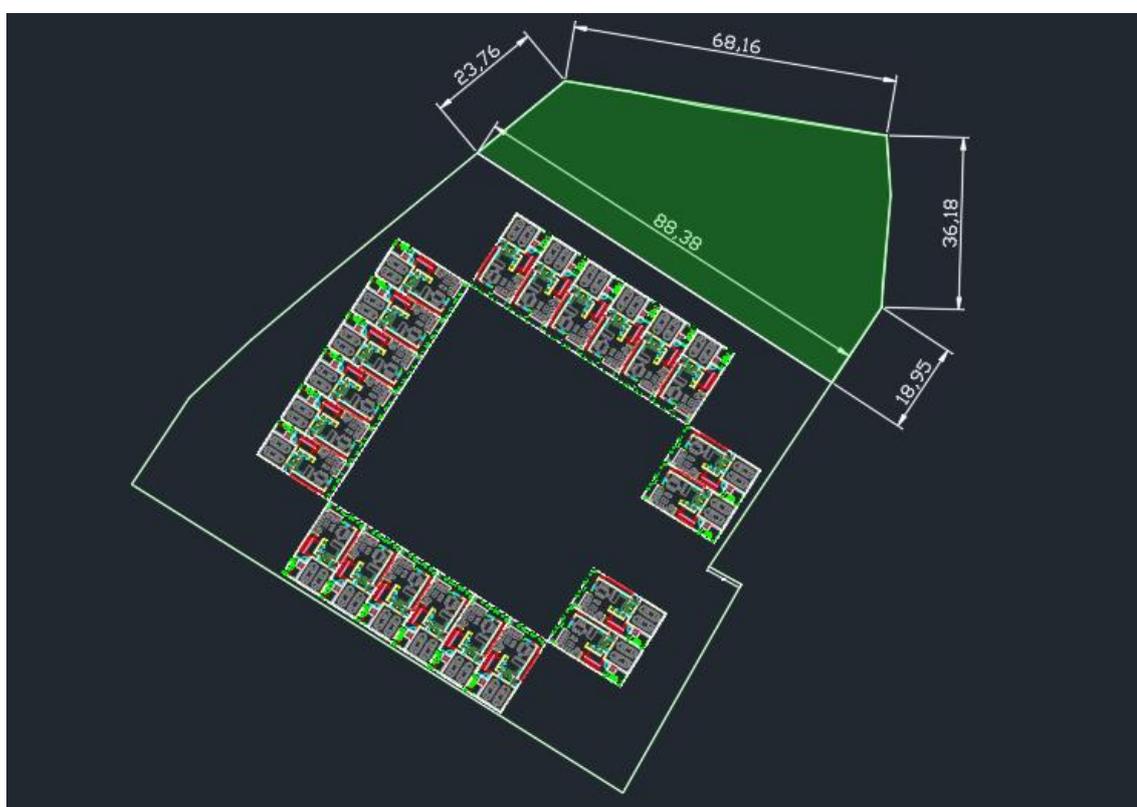


Ilustración 28. Área disponible para la realización de la instalación.

El área disponible para el huerto solar es de 3017,6 m².

2.3.4 Inversores-cargadores

Según los cálculos realizados, se instalan 27 inversores, teniendo en cuenta posibles ampliaciones de la instalación de consumo eléctrico.

Estos se colocarán de tal forma que cada vivienda disponga del suyo y se dispongan de 5 extra para las áreas comunes con disponibilidad de intercambio rápido por uno de vivienda en caso de fallo.

3. CAPITULO III. ESTUDIO ECONÓMICO.

En el estudio de rentabilidad se procede a comprobar si la instalación cumple con una cierta viabilidad económica. Para ello vamos a estudiar la rentabilidad de los dos presupuestos que hemos realizado, el primero para baterías litio con un importe total sin IVA de 917.014,58 € y el segundo con baterías OpzS con un importe de 523.123,24 €.

3.1 COSTE WATIO PICO

El cálculo del Watio pico, sirve para ver si la instalación se encuentra en unos rangos razonables para su viabilidad económica.

$$\text{Coste } W_{pico} = \frac{\text{Coste total instalación}}{W_{pico} \text{ placas}}$$

Para baterías Litio:

$$\text{Coste } W_{pico} = \frac{917.014,58 \text{ €}}{140\ 000W} = \mathbf{6,55 \text{ €/Wpico}}$$

Para baterías OpzS:

$$\text{Coste } W_{pico} = \frac{523.123,24 \text{ €}}{140\ 000 W} = \mathbf{3,73\text{€/Wpico}}$$

3.2 ESTUDIO 25 AÑOS

Para poder saber si la instalación será rentable, se realiza el estudio a 25 años siendo el periodo de tiempo máximo de garantía que proporcionan los fabricantes. Para ello, se calculará la energía que se genera anualmente.

El coste a 25 años viene dado por:

$$\text{Coste 25 litio} = \text{Coste inicial} + C \text{ inversores} + C \text{ Reguladores} + C \text{ Baterias} \\ + \text{Mano de obra}$$

$$\text{Coste 25 litio} = 1509858,98€$$

$$\text{Coste 25 OpzS} = \text{Coste inicial} + C \text{ inversores} + C \text{ Reguladores} + C \text{ Baterias} + \text{Mano de obra} =$$

$$\text{Coste 25 OpzS} = 767391,24 €$$

Tenemos en cuenta los costes iniciales de la instalación, de reposición de elementos que deban ser sustituidos por finalización de vida útil, costes de la energía generada y utilizada.

La energía producida se obtiene con las horas de sol pico anuales, en el caso del proyecto las estimamos en 1530 h/año, también tenemos en cuenta a la hora del cálculo de los KWh generados, la pérdida de eficiencia de los paneles indicada por los fabricantes que será del 0,4% anual en los primeros 30 años, por lo tanto $25 \times 0,4 = 10\%$.

$$\text{KWh 25 años} = W_{\text{pico placa}} \times \text{HSP} \times \text{eficiencia placas 25 años} \times \text{años}$$

$$\text{KWh 25 años} = 140 \text{ KW} \times 1530 \times 0,9 \times 25 = 4\ 819\ 500 \text{ KWh}$$

Por lo tanto, el Coste por KWh generado viene dado por:

$$\frac{\text{Coste}}{\text{KWh}} \text{Baterias litio} = \frac{\text{Coste total}}{\text{KWh total}} = \frac{1509858,98€}{4\ 819\ 500 \text{ KWh}} = 0,313 \frac{€}{\text{KWh}}$$

$$\frac{\text{Coste}}{\text{KWh}} \text{Baterias OpzS} = \frac{767391,24 €}{4\ 819\ 500 \text{ KWh}} = 0,159 \frac{€}{\text{KWh}}$$

Sabiendo que no se consumirá toda la energía que se produce, según se ha calculado el consumo anual total de la instalación será de **146 276,67 KWh** que en 25 años serán **3 656 900 KWh**.

Por lo tanto, por KWh que se consume:

$$\frac{\text{Coste}}{\text{KWh}} \text{Baterias litio} = \frac{\text{Coste total}}{\text{KWh consumidos}} = \frac{1509858,98\text{€}}{3\,656\,900\text{KWh}} = 0,412 \frac{\text{€}}{\text{KWh}}$$

$$\frac{\text{Coste}}{\text{KWh}} \text{Baterias OpzS} = \frac{767391,24\text{€}}{3\,656\,900\text{KWh}} = 0,2098 \frac{\text{€}}{\text{KWh}}$$

3.3 ESTUDIO 45 AÑOS

Para 45 años, se procede a calcular igual que para 25 años, pero teniendo en cuenta que los equipos habrá que cambiarlos 2 veces durante dicho periodo de tiempo.

$$\text{Coste 45 litio} = \text{Coste 25} + C \text{ inversores} + C \text{ Reguladores} + C \text{ Baterias} \\ + \text{Mano de obra}$$

$$\text{Coste 45 litio} = \mathbf{2\ 106\ 291\text{€}}$$

$$\text{Coste 45 OpzS} = \text{Coste 25} + C \text{ inversores} + C \text{ Reguladores} + C \text{ Baterias} + \text{Mano de obra} =$$

$$\text{Coste 45 OpzS} = \mathbf{1\ 015\ 247\text{€}}$$

$$\text{KWh 45 años} = 140 \text{ KW} \times 1530 \times 0,82 \times 45 = \mathbf{7\ 903\ 980\ \text{KWh}}$$

Por lo tanto, el Coste por KWh generado viene dado por:

$$\frac{\text{Coste}}{\text{KWh}} \text{Baterias litio} = \frac{\text{Coste total}}{\text{KWh total}} = \frac{\mathbf{2\ 106\ 291\text{€}}}{\mathbf{7\ 903\ 980\ \text{KWh}}} = 0,266 \frac{\text{€}}{\text{KWh}}$$

$$\frac{\text{Coste}}{\text{KWh}} \text{Baterias OpzS} = \frac{\mathbf{1\ 015\ 247\text{€}}}{\mathbf{7\ 903\ 980\ \text{KWh}}} = 0,128 \frac{\text{€}}{\text{KWh}}$$

Sabiendo que el consumo de la instalación en 45 años serán **6 582 420 KWh**.

Por lo tanto, por KWh que se consume:

$$\frac{\text{Coste}}{\text{KWh}} \text{Baterias litio} = \frac{\text{Coste total}}{\text{KWh consumidos}} = \frac{\mathbf{2\ 106\ 291\text{€}}}{\mathbf{6\ 582\ 420\ \text{KWh}}} = \mathbf{0,319} \frac{\text{€}}{\text{KWh}}$$

$$\frac{\text{Coste}}{\text{KWh}} \text{Baterias OpzS} = \frac{\mathbf{1\ 015\ 247\text{€}}}{\mathbf{6\ 582\ 420\ \text{KWh}}} = \mathbf{0,154} \frac{\text{€}}{\text{KWh}}$$

Se llega a la conclusión de que las instalaciones aisladas no poseen una gran rentabilidad, dado que a los 40 años debemos cambiar los elementos de almacenamiento que son los más costosos 2 veces y una a los 25 años. Por lo tanto, el costo KWh no disminuye sustancialmente.

DOCUMENTO II.

PRESUPUESTO

1. PRESUPUESTO

Con el objetivo de calcular el presupuesto más adecuado para la instalación, se calculan los costes de los distintos componentes y servicios sin IVA, añadiendo el mismo al final.

Se han realizado dos presupuestos, el primero seleccionando baterías de litio y el segundo batería OpzS con el objetivo de calcular que opción será más viable.

Para ello se han consultado los precios en las webs de distribuidores oficiales y contactado con distintos comerciales para ajustar el presupuesto lo máximo posible. Se ha aplicado un 20 % aproximado de descuento al precio venta público.

1.1 PRESUPUESTO BATERÍAS DE LITIO

MATERIALES						
1. INSTALACION FOTOVOLTAICA						
Número	U.M	Elemento	Modelo	Unidades	Coste unitario (€)	Importe (€)
1.1	u	Placas solares	<i>Jinko Solar Tiger Neo N-type 78HL4-(V)</i>	228	204	46512
1.2	u	Reguladores	<i>Regulador MPPT 250V 100A Victron Smart Solar</i>	15	780	11700
1.3	u	Inversor/cargador	<i>MultiPlus-II 5000VA 48V 70+50 A</i>	27	1464	39528
1.4	u	Grupo electrógeno	<i>MWM 200 KVA insonorizado</i>	1	18320	18320
1.5	m	Estructura	<i>Ennova Estructura 1V para huerto solar</i>	281	540	151740
1.6	u	Caseta prefabricada	<i>FORPOL Estructuras a medida</i>	1	15500	15500

Total **283300,00**

2. ALMACENAMIENTO DE ENERGIA						
Número	U.M	Elemento	Modelo	Unidades	Coste unitario (€)	Importe (€)
2.1	u	baterías	<i>Pylontech Force L1</i>	55	9514,48	523296,4

Total **523296,40**

3. CABLEADO						
Número	U.M	Elemento	Modelo	Unidades	Coste unitario (€)	Importe (€)
3.1	m	Cable 6 mm2	<i>H1Z2Z2-K</i>	105	2,1	220,5
3.2	m	Cable 16 mm2	<i>Harmohny CLASS AL XZ1 (S)</i>	245,74	2,85	700,359
3.3	m	Cable 25 mm2	<i>Harmohny CLASS AL XZ1 (S)</i>	30,6	3,2	97,92
3.4	m	Cable 50 mm2	<i>Harmohny CLASS AL XZ1 (S)</i>	93,34	5,75	536,705
3.5	m	Cable 70 mm2	<i>Harmohny CLASS AL XZ1 (S)</i>	114,5	6,4	732,8
3.6	m	Cable 95 mm2	<i>Harmohny CLASS AL XZ1 (S)</i>	102,3	8,1	828,63
3.7	m	Cable 240 mm2	<i>Harmohny CLASS AL XZ1 (S)</i>	30	15,86	475,8
3.8	m	Cable 630 mm2	<i>Harmohny CLASS AL XZ1 (S)</i>	7,5	28,78	215,85

Total **3808,56**

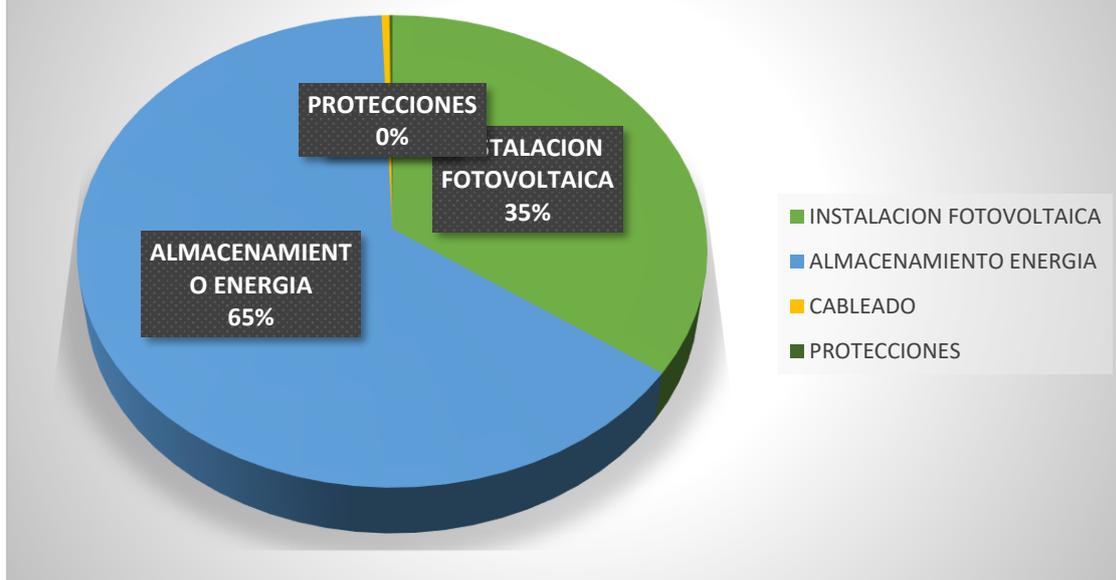
4. PROTECCIONES						
Número	U.M	Elemento	Modelo	Unidades	Coste unitario (€)	Importe (€)
4.1	u	Picas/electrodos	<i>Picas puesta a tierra Cu 2m</i>	4	9,65	38,6
4.2	m	Cable	<i>Cable tierra Cu PAT 16mm2</i>	280	3,85	1078
4.3	u	Fusible	<i>Fusible de cartucho 130A</i>	2	7,83	15,66
4.4	u	Fusible	<i>Fusible de cartucho 16A</i>	58	5,28	84,48
4.5	u	Base Fusible	<i>Base para Fusible de cartucho 130A</i>	2	8,22	16,44
4.6	u	Base Fusible	<i>Base para Fusible de cartucho 16A</i>	58	6,23	99,68

Total **1816,28**

TOTAL PRESUPUESTO MATERIALES SIN IVA **812221,24**

TOTAL PRESUPUESTO MATERIALES CON IVA **982787,71**

Distribución costes con baterías de litio



MANO DE OBRA Y BANEFICIO		Importe (€)
BENEFICIO 10 % DEL COSTE DE LOS MATERIALES		81222,12
MANO DE OBRA 3% DEL COSTE		24366,64
Total		105588,76
TOTAL PRESUPUESTO SIN IVA		917810,01
TOTAL PRESUPUESTO CON IVA		1088376,47

1.2 PRESUPUESTO BATERÍAS OPZS

MATERIALES						
1. INSTALACION FOTOVOLTAICA						
Número	U.M	Elemento	Modelo	Unidades	Coste unitario (€)	Importe (€)
1.1	u	Placas solares	<i>Jinko Solar Tiger Neo N-type 78HL4-(V)</i>	228	204	46512
1.2	u	Reguladores	<i>Regulador MPPT 250V 100A Victron Smart Solar</i>	15	780	11700
1.3	u	Inversor/cargador	<i>MultiPlus-II 5000VA 48V 70+50 A</i>	27	1464	39528
1.4	u	Grupo electrógeno	<i>MWM 200 KVA insonorizado</i>	1	18320	18320
1.5	m	Estructura	<i>Ennova Estructura 1V para huerto solar</i>	281	540	151740
1.6	u	Caseta prefabricada	<i>FORPOL Estructuras a medida</i>	1	15500	15500

Total **283300,00**

2. ALMACENAMIENTO DE ENERGIA						
Número	U.M	Elemento	Modelo	Unidades	Coste unitario (€)	Importe (€)
2.1	u	baterías	<i>Batteries OPzS 2V 24 RES 4620 Sunlight</i>	168	1040	174720

Total **174720,00**

3. CABLEADO						
Número	U.M	Elemento	Modelo	Unidades	Coste unitario (€)	Importe (€)
3.1	m	Cable 6 mm2	<i>H1Z2Z2-K</i>	105	2,1	220,5
3.2	m	Cable 16 mm2	<i>Harmohny CLASS AL XZ1 (S)</i>	245,74	2,85	700,359
3.3	m	Cable 25 mm2	<i>Harmohny CLASS AL XZ1 (S)</i>	30,6	3,2	97,92
3.4	m	Cable 50 mm2	<i>Harmohny CLASS AL XZ1 (S)</i>	93,34	5,75	536,705
3.5	m	Cable 70 mm2	<i>Harmohny CLASS AL XZ1 (S)</i>	114,5	6,4	732,8
3.6	m	Cable 95 mm2	<i>Harmohny CLASS AL XZ1 (S)</i>	102,3	8,1	828,63
3.7	m	Cable 240 mm2	<i>Harmohny CLASS AL XZ1 (S)</i>	30	15,86	475,8
3.8	m	Cable 630 mm2	<i>Harmohny CLASS AL XZ1 (S)</i>	7,5	28,78	215,85

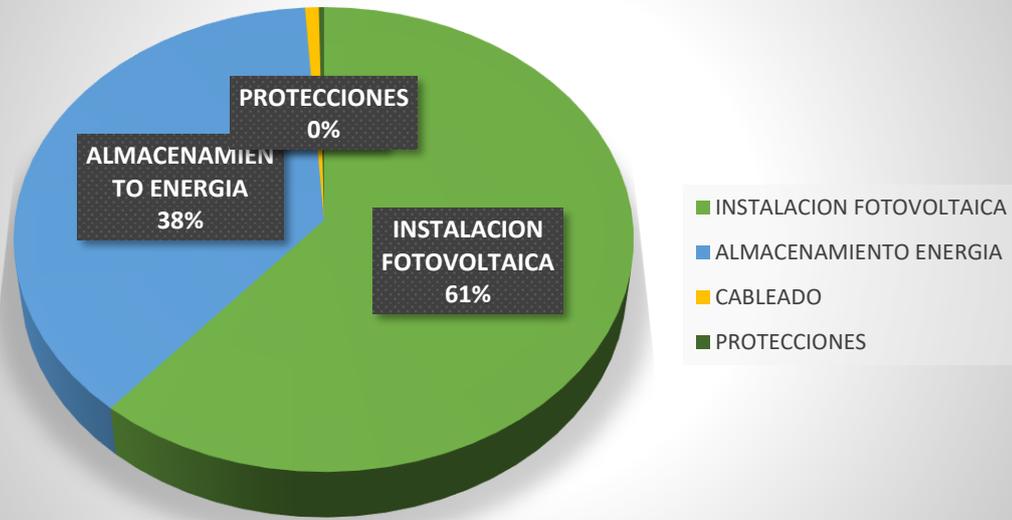
Total **3808,56**

4. PROTECCIONES						
Número	U.M	Elemento	Modelo	Unidades	Coste unitario (€)	Importe (€)
4.1	u	Picas/electrodos	<i>Picas puesta a tierra Cu 2m</i>	4	9,65	38,6
4.2	m	Cable	<i>Cable tierra Cu PAT 16mm2</i>	280	3,85	1078
4.3	u	Fusible	<i>Fusible de cartucho 130A</i>	2	7,83	15,66
4.4	u	Fusible	<i>Fusible de cartucho 16A</i>	58	5,28	84,48
4.5	u	Base Fusible	<i>Base para Fusible de cartucho 130A</i>	2	8,22	16,44
4.6	u	Base Fusible	<i>Base para Fusible de cartucho 16A</i>	58	6,23	99,68

Total **1816,28**

TOTAL PRESUPUESTO MATERIALES SIN IVA	463644,84
TOTAL PRESUPUESTO MATERIALES CON IVA	561010,26

Distribución costes con baterías OpzS



MANO DE OBRA Y BANEFICIO		Importe (€)
BENEFICIO 10 % DEL COSTE DE LOS MATERIALES		46364,48
MANO DE OBRA 3% DEL COSTE		13909,35
Total		60273,83
TOTAL PRESUPUESTO SIN IVA		523918,67
TOTAL PRESUPUESTO CON IVA		621284,09

**DOCUMENTO III.
PLIEGO DE
CONDICIONES**

1. DEFINICION Y ALCANCE

El presente pliego de condiciones técnicas recoge las mínimas condiciones para el correcto desarrollo de los trabajos de instalación de la estación fotovoltaica. En concreto, este apartado norma la ejecución, el desarrollo del montaje, el control de la actividad y la gestión de los materiales.

El alcance del presente pliego de condiciones técnicas se refiere a todos los sistemas mecánicos, electrónicos y eléctricos que no hayan quedado debidamente explicados en los demás apartados del presente documento. Así mismo, se deberá de entender como explicados aquellos aspectos técnicos debidamente reflejados en la memoria y los planos.

2. CONDICIONES GENERALES

La seguridad en el momento de realización de los trabajos, así como durante el funcionamiento y la calidad de los trabajos serán los objetivos. Para ello, la instalación cumple con elementos y requisitos admitidos por la normativa vigente.

Los elementos eléctricos no deberán de crear alteraciones fuera de la normativa vigente RD 1663/2000 (Art.11) y deberá asumir las condiciones de seguridad para el trabajo de la instalación y el mantenimiento. Y por supuesto, para la explotación de la instalación.

Los elementos expuestos a la intemperie contarán con una protección especial contra los agentes ambientales tales como humedad, lluvia, tormentas, y radiación ultravioleta del sol.

Tras ser adjudicada, el ingeniero responsable deberá de contar con la documentación mínima necesaria para el correcto desarrollo de los trabajos.

3. ELEMENTOS INSTALACION

La calidad de los elementos eléctricos presentes en este proyecto deberá de corresponder con la “Norma Técnica para instalaciones de Baja y Media Tensión. Criterios Técnicos de Ejecución” de acuerdo con NT-IMBT 1400/0201/1 (DOGV NUM 1760 DE 7/04/1992). Además, todos los componentes y equipos utilizados deberán de estar marcados con las siglas CE (comercio europeo).

Siempre se deberá de seguir las recomendaciones de marcas sugeridas por el ingeniero responsable. Y en caso de no ser posible, se notificará a la dirección del proyecto y la

calidad se ceñirá a los datos de la ficha técnica, así como a los certificados mínimos requeridos.

2.1 PLACAS FOTOVOLTAICAS

La totalidad de los módulos fotovoltaicos deberá de cumplir con la norma UNE-EN-61215 para módulos de silicio cristalino, y estar certificados por el correspondiente laboratorio autorizado.

Ello se reflejará de acuerdo con las normas de etiquetado (que garantizan la visibilidad y legibilidad) junto al logotipo y el nombre del fabricante.

Las condiciones técnicas referentes a la potencia de la instalación y la corriente de cortocircuito no deberán de superar un margen del 5% respecto a los valores nominales reflejados en los catálogos de venta.

Toda estructura metálica deberá de tener una toma a tierra. RD 1663/2000 (Art.12)

Y con el fin de impedir la aparición de averías: células, circuitos y cajas contarán con un nivel de protección IP65.

Deberá de rechazarse cualquier componente en mas estado (manchado, roto, desalineado).

2.2 ESTRUCTURA DE SUJECCIÓN

La estructura deberá de resistir las acciones de la instalación fotovoltaica, así como de agentes ambientales tales como la nieve o el viento de acuerdo con el Código técnico de edificación (CTE). Para ello el proyecto se acoge a lo reflejado en el RD 314/2006 cumpliendo con la norma MV-103.

El diseño y la construcción de la estructura de sujeción permitirá que las dilataciones térmicas no produzcan cargas que afecten a la integridad de la placa. Del mismo modo la estructura deberá de contar con los suficientes puntos de fijación para no producir flexiones superiores a las permitidas que puedan afectar a la integridad de la placa.

La orientación de la estructura, así como su ángulo de inclinación tendrán en consideración el montaje y mantenimiento de esta, así como la búsqueda del mejor rendimiento posible evitando el fenómeno de sombreado (aparición de sombras).

La tornillería de la estructura deberá de presentar el mismo material y los mismos tratamientos que tenga la propia estructura, así como cumplir con la norma MV106.

El acabado de los materiales perimetrales de la estructura deberá de cumplir con la siguiente normativa:

- Acero laminado conformado en frío: MV102
 - (garantiza las propiedades mecánicas y químicas)
- Acero laminado galvanizado en caliente: UNE-EN ISO 1461:2010.

2.3 REGULADOR

Para cumplir con la normativa referente a los reguladores de carga o tensión eléctricas debemos de acogernos al Real Decreto 842/2002 del 2 de agosto de 2002 por el que se aprueba el nuevo Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT). Este texto es por el que se rigen actualmente todas los equipos eléctricos, móviles o fijos, provisionales o permanentes.

2.4 BATERIAS

La instalación contará con baterías de acuerdo con la normativa vigente (de litio) en sistemas rack. El correcto conexionado de las mismas, así como su ventilación vendrá dispuesto por el fabricante.

El cable comunicación de encargará de comunicar las baterías a la unidad maestra con el fin de gestionar el funcionamiento correcto del sistema.

Se deberá de comprobar que las protecciones de las baterías, así como los avisos luminosos funcionen correctamente.

2.5 INVERSOR-CARGADOR

El inversor cumplirá la función de generador de corriente y deberá de ser del tipo adecuado para su conexión con la red eléctrica. Permitirá el paso de una potencia de entrada de intensidad variable y será capaz de conseguir la mayor potencia generada por la placa fotovoltaica en cada momento.

Referente al consumo energético, las pérdidas por vacío del equipo serán inferior al 2% de la potencia de salida nominal.

El fabricante en este caso garantizará el cumplimiento de las directivas de seguridad eléctrica y compatibilidad electromagnética. No permitirá el control manual debidamente señalizado para la operación, supervisión, y

mantenimiento de este. El inversor contará como mínimo con un grado de protección IP30, adecuado para emplazamientos de interior.

2.6 GRUPO ELECTRÓGENO

Para cumplir con la normativa referente a los grupos electrógenos debemos de acogernos al Real Decreto 842/2002 del 2 de agosto de 2002 por el que se aprueba el nuevo Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT). Este texto es por el que se rigen actualmente todas las instalaciones eléctricas, móviles o fijas, provisionales o permanentes.

2.7 CONEXIONES Y CABLEADO

Los conductores eléctricos serán hechos en cobre y contarán con una sección adecuada para evitar el sobrecalentamiento del conductor o caídas de tensión superiores al 1.5%. Además, contarán con una longitud necesaria que garantice la sujeción de estos, el tránsito de personal y no deberán de generar cargas mecánicas (tensiones mecánicas) en la instalación.

Todo lo anterior queda recogido de acuerdo con las normas UNE 21123 y UNE 211435. Siendo esta última la que recoge el correcto cableado de intemperie.

4. EJECUCION DE LA OBRA

El personal designado para los trabajos de instalación deberá de disponer de la formación correspondiente a trabajos eléctricos, así como para la manipulación de equipo empleado durante la obra.

Los materiales deberán de transportarse sin sufrir daño alguno empleado maquinaria si fuera necesario por peso o volumen.

Los trabajos se realizarán de acuerdo con el presente pliego de condiciones con el objetivo de garantizar la seguridad y salud de los trabajadores y la calidad del trabajo.

El ingeniero responsable deberá de estar al corriente de toda anomalía que aparezca durante el desarrollo de los trabajos.

5. RECEPCION Y PRUEBAS

Tras la finalización de la actividad, se despejará y aseará debidamente la zona de trabajo. La recepción constará de un documento firmado por ambas partes en el que se acuerda el suministro de los elementos de la instalación y los manuales de uso.

Antes de comenzar la explotación de la instalación se revisará el conexionado y los valores eléctricos de los elementos.

Las pruebas de funcionamiento las realizará el instalador y se corresponden a:

1. Puesta en marcha de todos los sistemas
2. Arranque y parada de puntos concretos de la instalación
3. Prueba de los elementos de protección y seguridad

6. MANTENIMIENTO Y GARANTIAS

El mantenimiento se llevará a cabo de la siguiente manera. El cliente firmará un contrato de mantenimiento dispensado por el instalador en el que figurará un calendario con el mantenimiento preventivo aconsejado por los fabricantes.

El detalle de las actuaciones del mantenimiento figurará en un documento independiente y las realizarán los técnicos de la empresa instaladora, que asumirá dicha responsabilidad. Tras cada labor, deberá de redactarse un informe técnico explicando el estado actual y las incidencias.

Las visitas deberán de prestar especial atención a los módulos fotovoltaicos y a la sala de inversores. Tanto a su funcionamiento como a su limpieza.

Queda establecido que, en caso de fallo de la red, el servicio técnico acuda hasta en un plazo 2h.

En lo referente a la garantía, se expedirá el debido certificado al comprador con la fecha de la instalación. La instalación se dispondrá de nuevo con las condiciones generales del proyecto si tras sufrir una avería, se comprueba que se ha seguido correctamente el manual de uso. Todo ello con el fin de evitar conflictos o reclamaciones a organismos terceros. El certificado de garantía avalará el funcionamiento de la instalación durante 2 años, y la integridad funcional de la placa durante 8 años más.

En el caso de avería por defectos producidos por errores en el diseño transporte o montaje, la empresa instaladora será obligada a asumir la reparación de dichos desperfectos: tanto en el aspecto técnico como en el económico.

Tras un aviso por avería, la empresa instaladora realizará las reparaciones sin responsabilizarse de los perjuicios causados por la demora de esta siempre que se produzcan en un periodo no superior a 7 días laborables.

DOCUMENTO IV.

PLANOS

1. SITUACIÓN PARCELA
2. PARCELA CARTOGRAFÍA CATASTRAL
3. DISTRIBUCIÓN PARCELA
4. DETALLES PARQUE FOTOVOLTAICO
5. DETALLES DISTRIBUCIÓN ELEMENTOS CASETA
6. ESQUEMA UNIFILAR 1
7. ESQUEMA UNIFILAR 2



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE HACIENDA Y FUNCIÓN PÚBLICA

SECRETARÍA DE ESTADO DE HACIENDA



DIRECCIÓN GENERAL DEL CATASTRO

Sede Electrónica del Catastro

Provincia de ALICANTE

Municipio de DENIA

Coordenadas U.T.M. Huso: 31 ETRS89

ESCALA 1:20,000



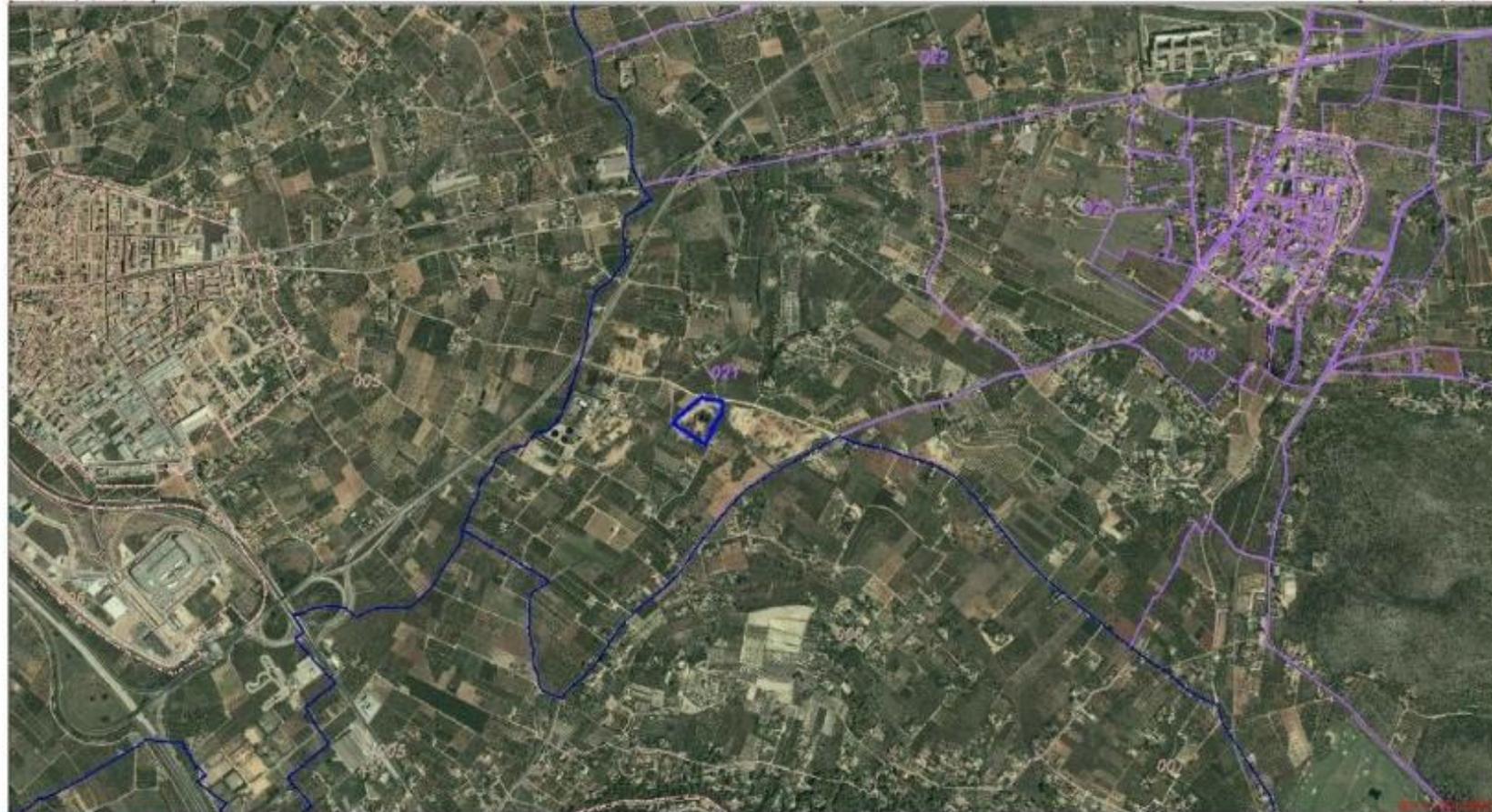
500m 0 500 1000m

[240,983 ; 4,302,587]

CARTOGRAFÍA CATASTRAL

Parcela Catastral: 03063A02100144

[245,783 ; 4,302,587]



[240,983 ; 4,299,987]

[245,783 ; 4,299,987]

Coordenadas del centro: X = 243,383 Y = 4,301,287

Este documento no es una certificación catastral

© Dirección General del Catastro 15/09/22

TRABAJO FIN DE GRADO INGENIERÍA MECÁNICA



Proyecto:

Instalación fotovoltaica de 140 KW aislada para una urbanización de viviendas unifamiliares.

Fecha:

Agosto 2022

Autor:

Adrián Aberca López

PLANO Nº

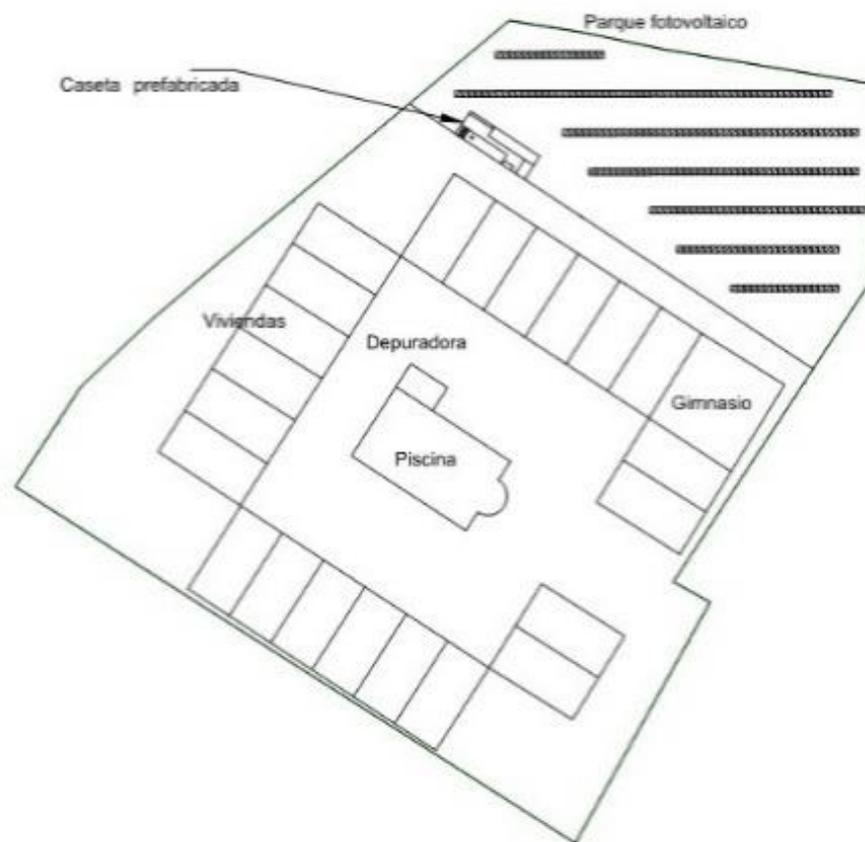
2

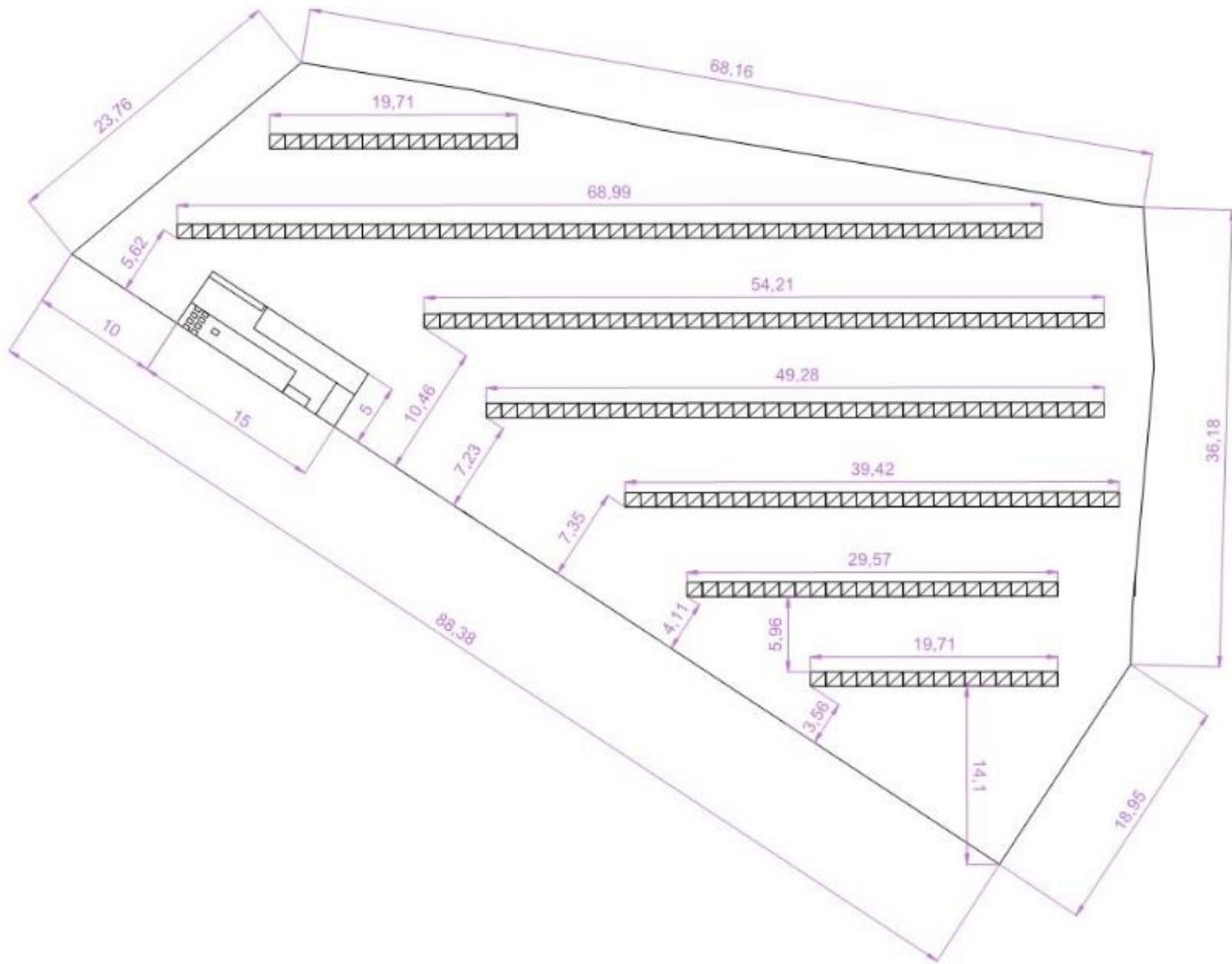
Plano:

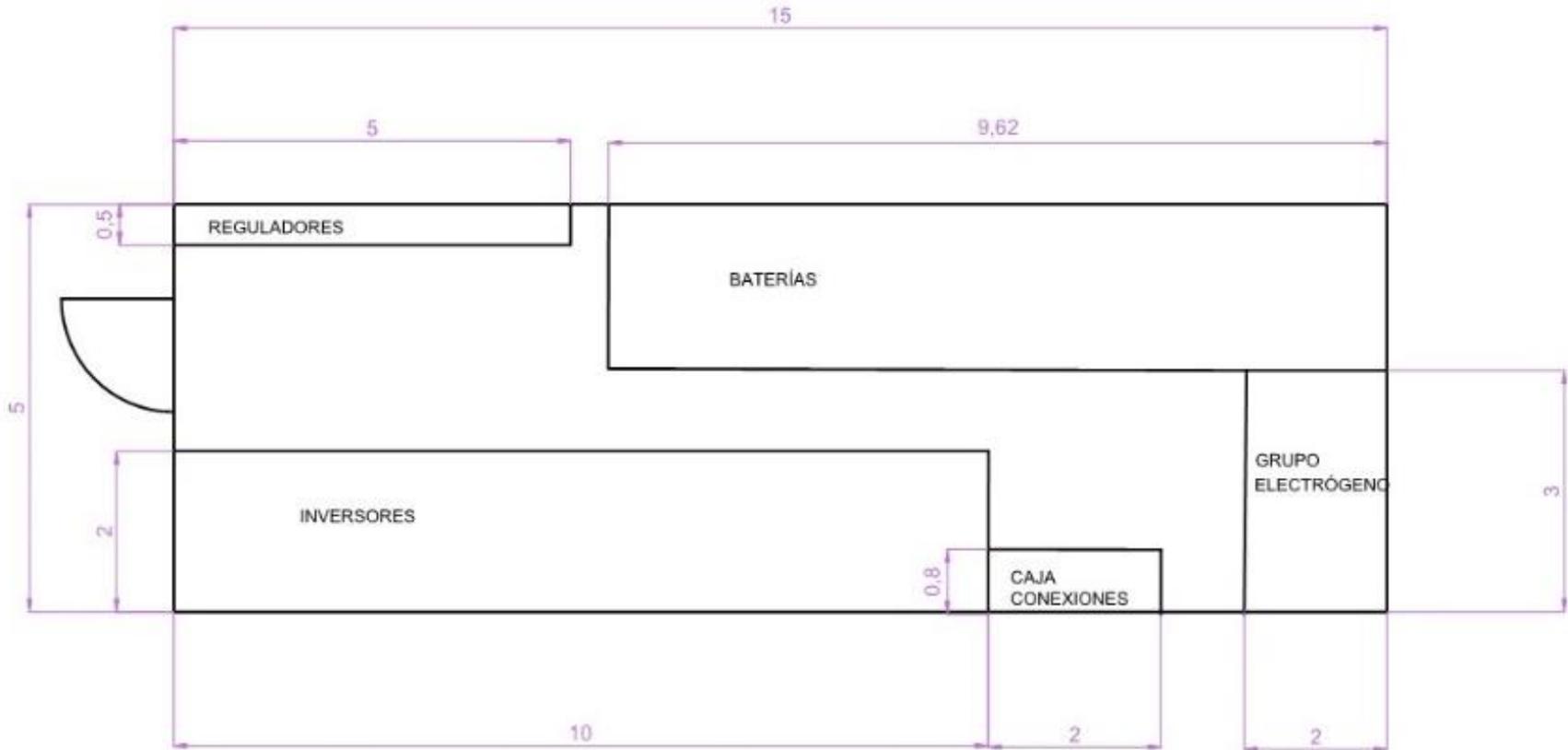
PARCELA CARTOGRAFIA CATASTRAL

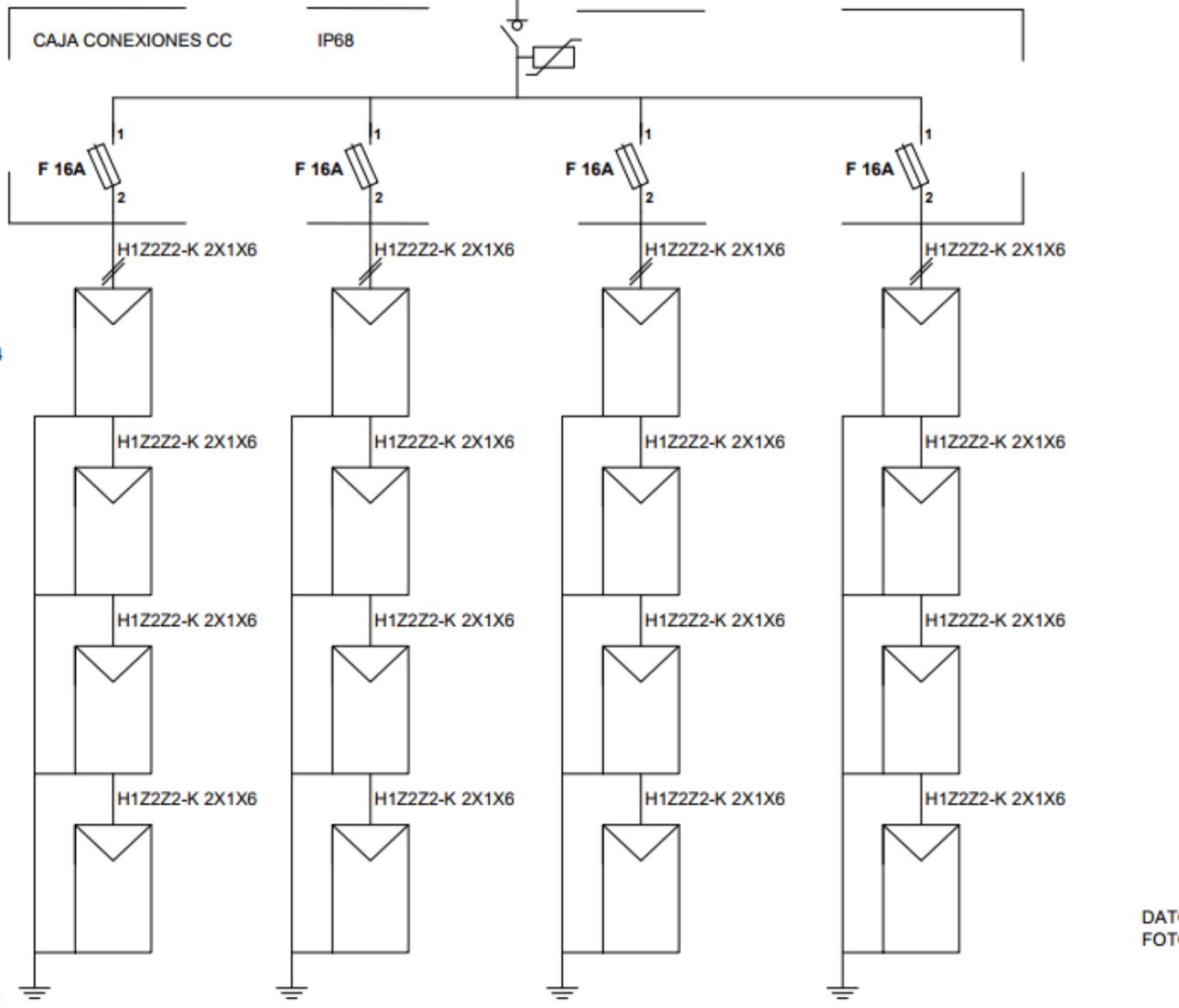
Escala:

1:20000









CADA STRING CON FUSIBLE EN POLO POSITIVO Y NEGATIVO

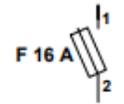
POR CADA REGULADOR 4 LINEAS EN PARALELO DE 4 PANELES EN SERIE

*UN REGULADOR CON 4 PLACAS

PUESTA A TIERRA ITC-BT-18

LEYENDA

FUSIBLE DE PROTECCIÓN



DISPOSITIVO INTERRUPTOR SELECCIONADOR



PROTECCION CONTRA SOBRETENSION



REGULADOR MPPT 250V 100A Victron Smart Solar

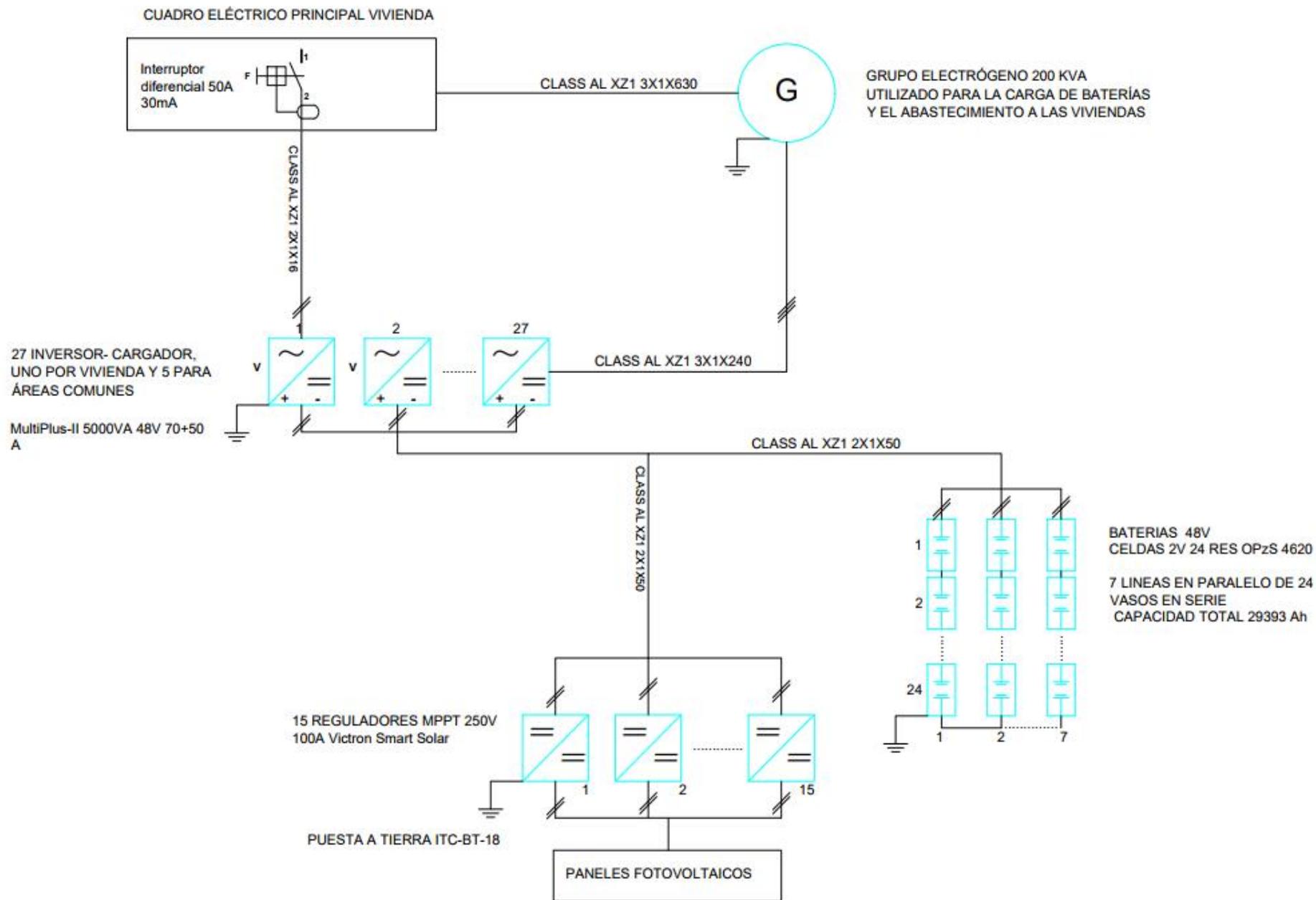


PANEL FOTOVOLTAICO



DATOS PANEL FOTOVOLTAICO

P_n= 615W
 V_{mpp}= 45.69 V
 I_{mpp}= 13,46 A
 V_{oc}= 55.4 V
 I_{sc}= 14,18A
 Eficiencia= 22%



ANEXO I. CÁLCULOS

1. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

El dimensionamiento y elección de la disposición de los elementos de la instalación debe de respaldarse en diferentes cálculos que los justifiquen. Para ello, se han utilizado distintas metodologías de cálculo, teniendo en cuenta distintas variables como el consumo hipotético de la instalación, condiciones climatológicas, pérdidas, etc.

1.1 CONSUMO

CONSUMO APROXIMADO DIARIO POR VIVIENDA					
Equipo	Unidades/vivienda	Potencia Equipo (W)	Total potencia (W)	Horas al día	Potencia consumida diaria (KWh)
Luces LED	12	8	96	4	0,384
Lavadora	1	700	700	1	0,7
Extractor	1	180	180	1	0,18
Horno	1	1500	1500	1	1,5
Cocina inducción	1	4000	4000	1	4
Microondas	1	800	800	0,25	0,2
Calentador agua	1	1500	1500	1,25	1,875
Bomba agua	1	800	800	1	0,8
Aire acondicionado	2	1300	2600	1	2,6
Nevera	1	350	350	3	1,05
TV, Pc, Otros	1	250	250	2	0,5
TOTAL			12776		13,79

Tabla 12. Consumo hipotético diario por vivienda. (Fuente: propia)

Por lo tanto, para las 22 viviendas, será $13,79 \text{ KWh} \times 22 = 303,36 \text{ KWh}$

CONSUMO APROXIMADO DIARIO AREAS COMUNES					
Equipo	Unidades	Potencia (W)	Total potencia (W)	Horas al día	Potencia consumida diaria (KWh)
Farolas LED	30	80	2400	10	24
Luces LED área deportiva	10	20	200	2	0,4
Aire acondicionado	2	1500	3000	2	6
Depuradora	1	1500	1500	6	9
Bomba calor Astrapool	1	8000	8000	2	16
Cargador coche eléctrico	2	7000	14000	3	42
TOTAL			29100		97,4

Tabla 13. Consumo hipotético diario áreas comunes. (Fuente: propia)

En la siguiente tabla que refiere al consumo mes a mes de la instalación, teniendo en cuenta un día estándar con unos consumos que generalmente serán superiores a cualquier día durante el año con el fin de sobredimensionar la instalación.

COSNUMO MENSUAL DE LA INSTALACION (KWh)				
Mes	N.º días	Consumo diario viviendas (KWh)	Consumo diario áreas comunes (KWh)	Potencia consumida (KWh)
Enero	31	303,358	97,4	12423,498
Febrero	28	303,358	97,4	11221,224
Marzo	31	303,358	97,4	12423,498
Abril	30	303,358	97,4	12022,74
Mayo	31	303,358	97,4	12423,498
Junio	30	303,358	97,4	12022,74
Julio	31	303,358	97,4	12423,498
Agosto	31	303,358	97,4	12423,498
Septiembre	30	303,358	97,4	12022,74
Octubre	31	303,358	97,4	12423,498
Noviembre	30	303,358	97,4	12022,74
Diciembre	31	303,358	97,4	12423,498

Tabla 14. Consumo mensual de la instalación. (Fuente: propia)

1.2 CMD- INCLINACIÓN DE LOS MÓDULOS

Para proceder al cálculo del CMD, debemos primero disponer del consumo del mes en Amperios hora, por ello:

$$\text{Consumo (Ah)} = \frac{\text{Consumo (KWh)} * 1000}{\text{Tensión de la instalación (V)} * \eta_{\text{inversor}}}$$

Una vez sepamos el consumo mes (Ah), se procederá a evaluar el coeficiente más desfavorable CMD.

$$\text{CMD} = \frac{\text{Consumo (Ah/mes)}}{\text{Irradiación mensual} \left(\frac{\text{KWh}}{\text{m}^2} \right)}$$

DATOS IRRADIACION SOLAR MENSUAL 2016 KWh/m2					
MES	15º	30º	45º	60º	Optimum angle
Enero	100,58	121,20	134,99	140,88	125,26
Febrero	112,46	128,30	137,09	138,09	131,13
Marzo	163,48	175,73	178,57	171,57	177,32
Abril	174,37	176,57	169,83	154,34	175,76
Mayo	215,42	208,14	190,80	164,15	204,90
Junio	228,30	216,26	194,21	162,84	211,83
Julio	221,52	211,51	191,62	162,35	207,36
Agosto	211,67	210,37	198,30	175,78	208,38
Septiembre	172,27	180,47	179,09	167,94	181,03
Octubre	119,20	132,12	137,97	136,20	134,23
Noviembre	94,69	110,69	120,66	123,80	113,72
Diciembre	75,73	91,28	101,88	106,72	94,37
TOTAL	1889,69	1962,64	1935,01	1697,94	1965,29
PROMEDIO	157,47	163,55	161,25	154,36	163,77

Tabla 15. Datos irradiación mensual año 2016 (Fuente: PVGIS)

El valor CMD nos indica el mes más desfavorable, que es aquel en el cual la ratio de consumo en relación con la radiación es mayor.

Como se puede observar en la *Tabla 16*, se han seleccionado los ángulos comerciales más comunes en instalaciones fotovoltaicas, el ángulo de 60º es el más favorable para los meses más críticos que serían noviembre, diciembre y enero.

Por lo tanto, se escoge la **inclinación de 60º**.

El coeficiente CMD para el mes de diciembre con la inclinación de 60º será **2552,9**

COSNUMO MENSUAL TOTAL DE LA INSTALACION			Coeficiente CMD			
Mes	Potencia consumida (KWh)	Consumo (Ah)	15º	30º	45º	60º
Enero	12423,5	272445,1	2708,7	2247,9	2018,3	1933,9
Febrero	11221,2	246079,5	2188,2	1918,0	1795,0	1782,0
Marzo	12423,5	272445,1	1666,5	1550,4	1525,7	1588,0
Abril	12022,7	263656,6	1512,1	1493,2	1552,5	1708,3
Mayo	12423,5	272445,1	1264,7	1309,0	1427,9	1659,7
Junio	12022,7	263656,6	1154,9	1219,2	1357,6	1619,1
Julio	12423,5	272445,1	1229,9	1288,1	1421,8	1678,1
Agosto	12423,5	272445,1	1287,1	1295,1	1373,9	1549,9
Septiembre	12022,7	263656,6	1530,5	1460,9	1472,2	1569,9
Octubre	12423,5	272445,1	2285,6	2062,1	1974,7	2000,3
Noviembre	12022,7	263656,6	2784,4	2381,9	2185,1	2129,7
Diciembre	12423,5	272445,1	3597,6	2984,7	2674,2	2552,9

Tabla 16 Coeficiente CMD para los distintos meses del año e inclinaciones más comunes (Fuente: propia)

1.3 NÚMERO DE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

Sabiendo el modelo de módulo que se va a instalar, es necesario el cálculo del número de placas necesarias en la instalación.

$$N^{\circ} \text{ Placas en serie} = \frac{\text{Tension instalacion (V)}}{\text{Tension placa (V)}} = \frac{48V}{24V} = 2$$

$$N^{\circ} \text{ lineas en paralelo} = \frac{\text{CMDx coeficiente sobradimensionamiento}}{\text{Ipico (A)}}$$

$$N^{\circ} \text{ lineas en paralelo} = \frac{2552,9 \times 1,2}{13,46 \text{ A}} = 227,60 \approx \mathbf{228}$$

$$\text{Potencia máxima instalada en placas} = 615 \text{ W}_{\text{placa}} \times 228 = \mathbf{140,22 \text{ KW}}$$

$$\text{Intensidad máxima instalada en placas} = 13,46 \text{ A} \times 228 = \mathbf{3068,88 \text{ A}}$$

Con el objetivo de reducir pérdidas, el regulador maximizador permite conectar en serie paneles para trabajar a mayor tensión y por tanto siendo más eficiente la instalación. Quedando calculado en el apartado “1.6 Cálculo reguladores”, que se conectarán en **4 líneas en paralelo** de **4 paneles en serie** por cada regulador, teniendo cada regulador 16 paneles conectados excepto uno que tendrá solo 4.

1.4 CÁLCULO INVERSORES CARGADORES

En el apartado “2.2 Descripción y selección de equipos”, se expone que se han escogido 22 inversores-cargadores, uno para cada vivienda. Además de otros 5 adicionales para el consumo eléctrico de las áreas comunes de la urbanización.

En función de la potencia máxima que se va a consumir por vivienda, se instalan 5000 VA por cada una de ellas.

Estos inversores irán conectados a la caja eléctrica de cada vivienda, todos ellos a resguardo en una caseta prefabricada de hormigón. Con el fin de que, si un inversor fallara, se podría realizar la conexión para poder salir del paso a uno de los disponibles para las áreas comunes.

1.5 CÁLCULO GRUPO ELECTRÓGENO

Debemos conocer la potencia que necesitaremos para suministrar a la instalación y escoger el modelo adecuado. Para ello, hay que calcular la potencia máxima con la que vamos a abastecer a cada vivienda, teniendo en cuenta la demanda simultánea de esta potencia:

$$\begin{aligned} \text{Potencia máxima instantánea (KW)} &= (22 \text{ viviendas} \times 5\text{KW}) + 25\text{KW} \\ &= 135 \text{ KW} \end{aligned}$$

Tengo en cuenta una demanda instantánea de las áreas comunes con la potencia máxima que pueden proporcionar los 5 inversores instalados.

Suponiendo un factor de potencia de 0,8,

$$\text{Potencia aparente } S \text{ (KVA)} = \frac{135 \text{ KW}}{0,8} = 168,75 \text{ KVA}$$

A parte del abastecimiento de las viviendas, se debe tener en cuenta que carga las baterías, por lo tanto:

$$\text{Potencia } S \text{ baterías (VA)} = V_{\text{bat}} \times I_{\text{carga inversor}} = 48\text{V} \times 70\text{A} = 3360\text{VA}$$

Es decir 3,36 KVA que se sumarán a los 168,75 KVA para buscar una potencia mínima del generador de 172,11 KVA.

1.6 CÁLCULO REGULADORES

La tensión de carga del regulador será la de la instalación de baterías en corriente continua. Es decir, 48V.

$$N^{\circ} \text{ placas paralelo por regulador} = \frac{\text{Maxima corriente regulador (A)}}{I_{co} \text{ placa (A)}} = \frac{70A}{14,18 A} = 4,93 \approx \mathbf{4}$$

Para el cálculo de numero de placas en serie, se deben tener en cuenta dos condiciones limitadoras, la V_{pm} y la V_{oc} .

$$N_{ps} = \frac{\text{Tensión Regulador máxima en funcionamiento (V)}}{V_{pm} \text{ placa(V)}} = \frac{245 V}{45,69 V} = 5,36 \approx 5$$

$$N_{ps} = \frac{\text{Tensión Regulador máxima en circuito abierto (V)}}{V_{oc} \text{ placa(V)}} = \frac{250 V}{55,4 V} = 4,42 \approx \mathbf{4}$$

Por lo tanto, podríamos conectar 4 placas en serie teniendo en cuenta la tensión de circuito abierto.

Al conectar 4 placas en serie la tensión de trabajo sería:

$$\begin{aligned} V \text{ trabajo punto maxpotencia} &= V_{pm} \text{ placa(V)} \times N_{ps} = 45,69 V \times 4 \\ &= \mathbf{182,36 V} \end{aligned}$$

Y la corriente de entrada solar de cada regulador será:

$$I \text{ entrada regulador(A)} = N^{\circ} \text{ placas paralelo por regulador} \times I_{pm} \text{ (A)}$$

$$I \text{ entrada regulador(A)} = 4 \times 13,46 A = \mathbf{53,84 A}$$

Al disponer de 228 módulos, calculamos en N° líneas en paralelo total:

$$N^{\circ} \text{ líneas paralelo} = \frac{N^{\circ} \text{ paneles}}{N_{ps}} = \frac{228}{4} = 57$$

$$N^{\circ} \text{ reguladores} = \frac{N^{\circ} \text{ líneas paralelo}}{N^{\circ} \text{ líneas paralelo por regulador}} = \frac{57}{4} = 14,25 \approx \mathbf{15}$$

**Todos los datos son extraídos de las fichas técnicas oficiales proporcionadas*

Para la instalación harán falta 15 reguladores, que se conectarán en 4 líneas en paralelo de 4 paneles en **serie** por cada regulador, teniendo cada regulador 16 paneles conectados excepto uno que tendrá solo 4

1.7 CÁLCULO BATERIAS

Para el cálculo de baterías, es necesario conocer datos tales como:

- Tensión de carga del regulador que serán 48 V
- Pd (profundidad de descarga)
- Nda (número de días de autonomía)
- Cmd (consumo día más desfavorable)

$$Cn = \frac{Nda \times Cmd}{Pd}$$

Siendo n el valor de las horas de descarga previstas, $n = 24h \times 2$
 $= 48$

Siendo que en la ubicación seleccionada y como se ha comentado en apartados anteriores, la autonomía que se debería seleccionar sería de 5 días debido a la improbabilidad de tantos días consecutivos de clima incompatible con la generación por parte de las placas. Puesto que se decide de incorporar un grupo electrógeno y con el fin de reducir los costes al máximo, la autonomía se reduce a 2 días, garantizando siempre el suministro eléctrico por parte de los generadores y obteniendo un ahorro considerable puesto que los almacenadores son los elementos de mayor coste de la instalación.

Por otra parte, con el fin de dimensionar correctamente la capacidad de las baterías, se estudia el consumo más crítico para un día del año. Para ello, supondremos un 20% más del consumo diario hipotético, siendo 400 KWh/día $\times 1.2 = 480$ KWh/día, para tensión de 48 V de la instalación tendremos:

$$Cmd = \frac{480 \frac{\text{KWh}}{\text{día}} * 1000}{48V} = 10000Ah$$

Tomando una profundidad de descarga del 70%, tenemos que:

$$C_{48} = \frac{Nda \times Cmd}{Pd} = \frac{2 \times 10000 Ah}{0.7} = \mathbf{28571 Ah}$$
 de batería se necesitan

O lo que es lo mismo **1371 KWh**, ya que muchas especificaciones técnicas vienen en estas unidades.

Para buscar batería, debemos tener en cuenta que deben de cumplir el valor C_{48} .

Para evaluar la viabilidad económica, se decide comparar la elección de dos tipos de batería, una de litio puesto que dispone de mayor durabilidad y sin mantenimiento y la otra elección será de una batería **Estacionaria OPzV** con larga vida útil y versatilidad de uso.

La batería de **litio** elegida es el **modelo Force L1** especificado en el apartado 2.2 DESCRIPCIÓN Y SELECCIÓN DE EQUIPOS.

Consta de 7 módulos de 3.55 KWh que hacen un total de 24.86 KWh, con 48V de tensión nominal.

$$Total\ de\ conjunto\ de\ 7\ módulos = \frac{Capacidad\ instalación\ (KWh)}{Capacidad\ batería\ (KWh)}$$

$$Total\ de\ conjunto\ de\ 7\ módulos = \frac{1371KWh}{24,86\ KWh} \approx \mathbf{55\ conjuntos}$$

Con esta cantidad de baterías quedarán cubiertos 2 días consecutivos con un consumo muy elevado y producción 0.

Y la batería **Estacionaria OPzS**, escogida es **2V 24 RES OPzS 4620**, especificado en el apartado 2.2 DESCRIPCIÓN Y SELECCIÓN DE EQUIPOS.

Como sabemos que las baterías poseen 2V de tensión por vaso:

$$N^{\circ}\ baterías\ en\ serie = \frac{48V}{2V} = \mathbf{24\ vasos\ en\ serie.}$$

De las tablas proporcionadas por el fabricante, se busca el dato C₄₈ siendo el valor de capacidad para 48 horas de descarga. Como se observa en la tabla el valor más alto para C₄₈ es de 4199 Ah, necesitando 7 grupos en paralelo del vaso 2V 24 RES OPzS 4620.

$$N^{\circ}\ líneas\ en\ paralelo\ baterías = \frac{Capacidad\ necesaria\ (Ah)}{Capacidad\ batería\ (Ah)}$$

$$N^{\circ}\ líneas\ en\ paralelo\ baterías = \frac{28571\ Ah}{4199\ Ah} = 6,8 \approx 7$$

Por tanto, las **baterías OPzS** necesarias para la instalación son:

$$N^{\circ}\ baterías\ necesarias = 7\ líneas\ en\ paralelo\ x\ 24\ vasos\ serie \\ = \mathbf{168\ conjuntos\ necesarios}$$

Type	Positive Plates Number	Number of Poles	Nom. capacity (Ah at 20°C)					Length (mm)	Width (mm)	Height (mm)	Height ₂ * (mm)	Poles Distance	Filled Weight (approx. kg)	Dry Weight (approx. kg)	Internal Resistance (mOhm)	Short Circuit Current (A)
			C240 1.85 Vpc	C120 1.85 Vpc	C48 1.80V pc	C24 1.80 Vpc	C12 1.80 Vpc									
2V 14 RES OPzS 2765	14	6	2868	2770	2505	2224	2069	397	212	772	786	110	143	96	0.195	10350
2V 15 RES OPzS 2920	15	6	3019	2921	2650	2361	2208	397	212	772	786	110	149	103	0.176	11500
2V 16 RES OPzS 2970	16	6	3065	2972	2710	2424	2279	397	212	772	786	110	155	109	0.160	12600
2V 18 RES OPzS 3780	18	8	3917	3780	3419	3038	2811	487	212	772	786	110	184	125	0.140	14450
2V 20 RES OPzS 4075	20	8	4217	4076	3696	3291	3057	487	212	772	786	110	201	135	0.125	16200
2V 24 RES OPzS 4620	24	8	4769	4620	4199	3747	3508	576	212	772	786	140	230	158	0.108	18800

Ilustración 29. Datos distintos módulos de los baterías proporcionados por el fabricante. (Fuente: Sunlight)

Comprobamos como la capacidad de la batería da una mayor autonomía que los 2 días previstos, para ello, podemos calcular:

$$\text{Capacidad batería (Ah)} = 7 \times 4199 \text{Ah} = \mathbf{29393 \text{ Ah}}$$

$$\text{Días de autonomía} = \frac{\text{Capacidad batería (Ah)}}{\text{Capacidad necesaria para 1 día (Ah)}}$$

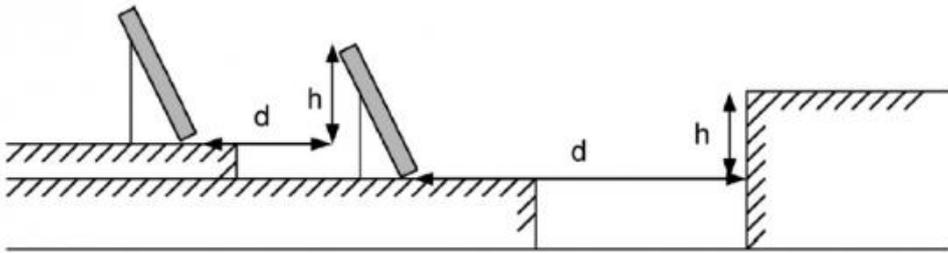
$$\text{Días de autonomía} = \frac{29393 \text{ (Ah)}}{14285,5 \text{ (Ah)}} = 2,05 \text{ días}$$

1.8 DISTANCIA ENTRE SEGUIDORES

Como se explica en los apuntes de Juan Ángel Saiz “La disposición física de las placas debe realizarse en filas consecutivas. Se colocan a una distancia entre ellas suficiente como para que cada fila no produzca sombra sobre la siguiente.”

Como se explica en el anexo de cálculos, la distancia entre seguidores viene dada por:

Filas de placas solares: Cálculo de la distancia “d”



Expresión a utilizar para el cálculo de la distancia d :

$$d = \frac{h}{\tan(61 - \text{latitud})} = k * h$$

$d = k * h$

Donde:

h es la altura máxima del obstáculo.

El coeficiente “ k ” sería = $\frac{1}{\tan(61 - \text{latitud})}$

Ilustración 30 Esquema y formulas para el cálculo de la distancia entre seguidores (Fuente: Apuntes asignatura)

Donde:

$$d = k \times h = 2.45 \times 2.434 = \mathbf{5.96 \text{ metros}}$$

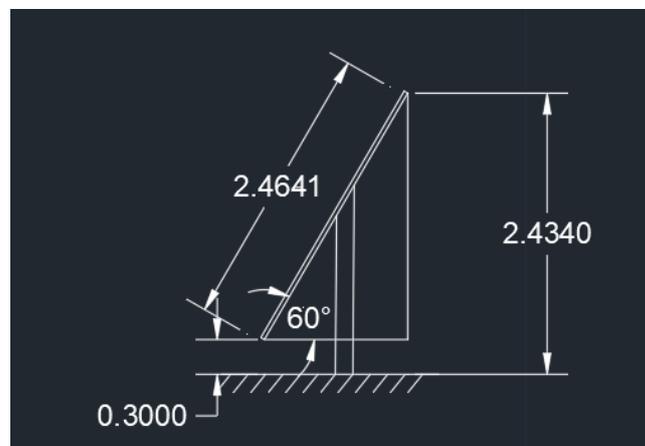


Ilustración 31. Medidas de la estructura con el panel. (Fuente: propia)

1.9 CABLEADO

Para el cálculo del cableado, se procede a distinguir entre el necesario para corriente continua y el necesario para corriente alterna. Para poder saber la sección mínima se empleará la siguiente expresión:

$$S = \frac{2 * L * I_{max}}{U * K}$$

Donde:

- S: Sección mínima necesario (mm²)
- L: longitud del cable
- I_{max}: Corriente máxima que atraviesa el cable (A)
- U: Caída de tensión (V)
- K: Conductividad del material (m/Ωmm²)

La instalación debe cumplir con toda la normativa expuesta en el Real Decreto 1663/2000, de 29 de septiembre, que trata sobre la conexión de instalaciones de baja tensión fotovoltaicas, así como el REBT.

El cableado será adecuado para uso en condiciones de intemperie según la norma UNE 22123.

Se seguirá el criterio de caída de tensión, limitando la caída al 1% así como se deberá de cumplir el criterio térmico establecido en la ITC-BT-40 del REBT.

Cableado Corriente continua.

En la instalación, el factor U lo tomaremos como el 1% y calcularemos k para la temperatura máxima admitida por el cable, que son 90°C.

Tomando un valor de resistividad a 20°C del cobre de 18,5 mΩmm²/m, calculamos la resistividad a dicha temperatura con el fin de sobredimensionar el cable.

Por lo tanto

$$K_{90} = 18,5 * (1 + 0.004 * (90 - 20)) = \mathbf{23,68 \text{ m}\Omega\text{mm}^2/\text{m}}$$

Tomando un valor de resistividad a 20°C del aluminio de 26,5 mΩmm²/m, calculamos la resistividad a dicha temperatura con el fin de sobredimensionar el cable.

Por lo tanto

$$K_{90} = 26,5 \times (1 + 0.004 \times (90 - 20)) = \mathbf{33,92 \text{ m}\Omega\text{mm}^2/\text{m}}$$

Como corriente máxima por ramal tendremos en cuenta la I_{co} de las placas, siendo de **14,18 A** y como tensión máxima la $V_{co} = \mathbf{55,4 V}$

Cada regulador dispondrá de 4 líneas en paralelo de 4 placas en serie, por lo tanto:

$$I_{\text{máx por cable regulador}} = 14,18 \text{ A} \times 4 = \mathbf{56,72 \text{ A}}$$

$$V_{\text{máx por cable regulador}} = 55,4 \text{ V} \times 4 = \mathbf{221,6 \text{ V}}$$

Si la instalación tiene una tensión de 221,6 V antes de entrar en los reguladores maximizadores, se calcula U:

$$U = 221,6 \text{ V} / 100 = 2,21 \text{ V}$$

Utilizando una tabla Excel y calculando las medidas de cable necesarias según plano se calculan las diferentes secciones para cada cable de placa a regulador.

Teniendo en cuenta que habrá un regulador al cual solo se le conectarán 4 placas en serie, con posibilidad de aumentar el número de placas para la generación de más energía por parte del parque fotovoltaico.

Tomando el modelo de cable **Harmohny ALL GROUND AL XZ1 (S)** y el **Harmohny CLASS AL XZ1 (S)**, teniendo en cuenta su composición de aluminio se obtienen los resultados expuestos en las *tablas 17 y 18*.

Para el cableado entre placas se utilizarán Cables de **6mm²** de sección, recomendados por el fabricante, **H1Z2Z2-K**.

DATOS CABLEADO PLACAS-REGULADORES								
REGULADOR	1	2	3	4	5	6	7	8
Longitud cable (m)	55,30	43,10	47,00	35,70	35,70	22,40	22,40	22,40
Intensidad (A)	56,72	56,72	56,72	56,72	56,72	56,72	56,72	56,72
Tensión (V)	221,60	221,60	221,60	221,60	221,60	221,60	221,60	221,60
Sección calculada (mm²)	83,46	65,05	70,93	53,88	53,88	33,81	33,81	33,81
Sección catálogo (mm²)	95,00	70,00	95,00	70,00	70,00	50,00	50,00	50,00
Iz (A)	289,00	237,00	289,00	237,00	237,00	184,00	184,00	184,00
e (%)	0,9%	0,9%	0,7%	0,8%	0,8%	0,7%	0,7%	0,7%

Tabla 17 Datos cableado placas-reguladores (Fuente: propia)

DATOS CABLEADO PLACAS-REGULADORES							
REGULADOR	9	10	11	12	13	14	15
Longitud cable (m)	15,30	15,30	7,18	7,18	7,18	20,14	21,70
Intensidad (A)	56,72	56,72	56,72	56,72	56,72	56,72	14,18
Tensión (V)	221,60	221,60	221,60	221,60	221,60	221,60	221,60
Sección calculada (mm²)	23,09	23,09	10,84	10,84	10,84	30,39	8,19
Sección catálogo (mm²)	25,00	25,00	16,00	16,00	16,00	50,00	16,00
Iz (A)	121,00	121,00	95,00	95,00	95,00	184,00	95,00
e (%)	0,9%	0,9%	0,7%	0,7%	0,7%	0,6%	0,5%

Tabla 18 Datos cableado placas-reguladores (Fuente: propia)

Se selecciona la sección del catálogo inmediatamente superior a la calculada en las tablas, de esta forma se establece un sobredimensionamiento para cubrir la caída de tensión con mayor seguridad.

Posteriormente, se calculan las secciones necesarias de los reguladores a las baterías y a los inversores, donde la intensidad máxima vendrá dada por la establecida en condiciones del regulador a máxima potencia, siendo en este caso 100 A. En cuanto a la tensión, es de 48V, a los que se aplicará un margen del 1 % de caída de tensión.

DATOS CABLEADO REGULADORES – BATERIAS- INVERSORES	
Longitud cable (m)	3,00
Intensidad (A)	100,00
Tensión (V)	48,00
Sección calculada (mm2)	36,85
Sección catálogo (mm2)	50,00
Iz (A)	184,00
e (%)	0,7%

Tabla 19. Datos cableado-reguladores- baterías- inversores (Fuente: propia)

Cableado Corriente alterna.

Se calcula el cableado desde el inversor hasta el cuadro principal.

DATOS CABLEADO INVERSOR - CUADRO	
LONGITUD CABLE (m)	8,00
Intensidad (A)	50,00
Tension (V)	230,00
Seccion calculada (mm2)	10,25
Seccion catalogo (mm2)	16,00
Iz (A)	95,00
e (%)	0,6%

Tabla 20 Datos cableado inversor-cuadro (Fuente: propia)

Finalmente, se calcula la sección necesaria para el grupo electrógeno a los inversores y al cuadro principal. Para ello es necesario conectar el grupo que nos proporciona una tensión de 400V en trifásica, a 230V monofásica, utilizando fase y neutro.

La corriente máxima del generador en trifásica viene dada por:

$$I_{m\acute{a}x\ trfif\acute{a}sica} = \frac{200000VA}{400\ V/\sqrt{3}} = 866\ A$$

Para el correcto conexionado del grupo electrógeno habría que repartir cargas utilizando 3 fases y neutro, conectando cada fase a diversos elementos de consumo de modo que quede un sistema aproximadamente con la misma carga por fase (equilibrado).

DATOS CABLEADO GRUPO ELECTROGENO - CUADRO	
LONGITUD CABLE (m)	2,50
Intensidad (A)	866,00
Tension (V)	230,00
Seccion calculada (mm2)	72,15
Seccion catalogo (mm2)	630,00
Iz (A)	996,00
e (%)	0,1%

DATOS CABLEADO GRUPO ELECTROGENO - INVERSOR	
LONGITUD CABLE (m)	10,00
Intensidad (A)	450,00
Tension (V)	230,00
Seccion calculada (mm2)	149,97
Seccion catalogo (mm2)	240,00
Iz (A)	530,00
e (%)	0,5%

Tabla 21. Datos cableado grupo electrógeno (Fuente: propia)

RESUMEN CABLES NECESARIOS				
Equipo	Sección Normalizada (mm2)	Nº	Distancia (m)	Total (m)
Placas-Regulador	16	1	43,24	43,24
	25	1	30,60	30,6
	50	1	87,34	87,34
	70	1	114,50	114,5
	95	1	102,30	102,3
Regulador-batería- inversor	50	2	3	6
Inversor-cuadro eléctrico	16	27	7,5	202,5
Grupo electrógeno- inversor	240	3	10	30
Grupo electrógeno- cuadro eléctrico	630	3	2,5	7,5

Tabla 22. Resumen cables necesarios (Fuente: propia)

1.10 PROTECCIONES

El cálculo de protecciones, cumpliendo la normativa ya descrita en apartados anteriores, será según el tipo de corriente que circule por el conductor.

Para corriente continua se instalarán fusibles que deben de cumplir dos condiciones:

- $I_b \leq I_n \leq I_z$
- $I_2 \leq 1,45 \times I_z$

Donde:

- I_b : intensidad del tramo.
- I_n : intensidad nominal del fusible.
- I_z : intensidad máxima conductor.
- $I_2 = 1,6 \times I_n$ (Fusible tipo gG)

	Placas-Regulador															Regulador- batería- inversor
I_b (A)	14,2	14,2	14,2	14,2	14,2	14,2	14,2	14,2	14,2	14,2	14,2	14,2	14,2	14,2	14,2	100,0
I_n (A)	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	130,0
I₂ (A)	25,6	25,6	25,6	25,6	25,6	25,6	25,6	25,6	25,6	25,6	25,6	25,6	25,6	25,6	25,6	240,0
I_z (A)	289,0	289,0	237,0	289,0	237,0	237,0	184,0	184,0	184,0	121,0	121,0	95,0	95,0	95,0	184,0	184,0
I_z (A) x 1,45	419,1	419,1	343,7	419,1	343,7	343,7	266,8	266,8	266,8	175,5	175,5	137,8	137,8	137,8	266,8	266,8

Tabla 23 Cálculo para la selección de fusible adecuado (Fuente: propia)

Como se observa en la tabla se usará fusible de 16 A que cumple las condiciones para el circuito de corriente continua Placas-Regulador, pero para el circuito Regulador-baterías-inversor se escoge un fusible de 130 A.

Para corriente alterna se instalarán **interruptores diferenciales** de 50 A y sensibilidad de 30 mA.

1.11 PUESTA A TIERRA

Para el cálculo de la puesta a tierra se debe conocer la resistividad del terreno en el cual se va a hincar la pica. Para un terreno tipo de arena arcillosa, según el MIE-RAT 13, se obtiene un valor de 50 a 500 Ωm . Se dimensiona para el caso más desfavorable por lo tanto se procederá al dimensionamiento para 500 Ωm .

Por otra parte, se puede calcular la resistencia máxima admisible dada por la siguiente expresión donde UL depende de la humedad, siendo 50V en seco y 24V en húmedo e IAn la sensibilidad del dispositivo diferencial.

$$R_{adm} = UL/I_{An} = 800 \Omega$$

Se escogen picas de 2m de longitud normalizadas compuestas de cobre de 14,6mm de diámetro.

La resistencia de las picas viene dada por:

$$R_{pica} = \frac{\rho}{\text{Longitud pica}} = \frac{500 \Omega\text{m}}{2 \text{ m}} = 250 \Omega$$

$$R_{total} = R_{pica} \times \frac{k}{n}$$

Donde K debe ser un valor entre 1,2-1,7 y n es el numero de picas.

Si se instalan 4 picas:

$$R_{picas \text{ paral}} = \frac{250}{4} = 62.5 \Omega$$

Para un K=1,7 se tiene que con 4 picas se obtiene un valor de resistencia de tierra de 106,25 Ω

En cuanto a la resistencia del conductor de puesta a tierra se debe calcular de esta forma, teniendo en cuenta una distancia de 80 metros entre picas.

$$R_{conductor} = \frac{2\rho}{\text{Distancia}} = \frac{2 \times 500 \Omega\text{m}}{80\text{m}} = 12.5 \Omega$$

La resistencia total de la puesta a tierra vendrá dada por:

$$R_{pt} = \frac{R_{picas \text{ paral}} \times R_{conductor}}{R_{picas \text{ paral}} + R_{conductor}} = \frac{62,5 \times 12,5}{62,5 + 12,5} = 10,41 \Omega$$

Se comprueba finalmente el diferencial $U_c = 0.03 \times 10,41 = 0.31\text{V}$, cumple.

ANEXO II. HOJAS TÉCNICAS

1. MÓDULO FOTOVOLTAICO
2. INVERSOR-CARGADOR
3. BATERIAS
4. REGULADOR
5. GRUPO ELECTRÓGENO
6. ESTRUCTURA
7. CABLEADO

Tiger Neo N-type 78HL4-(V) 595-615 Watt MONO-FACIAL MODULE

N-Type

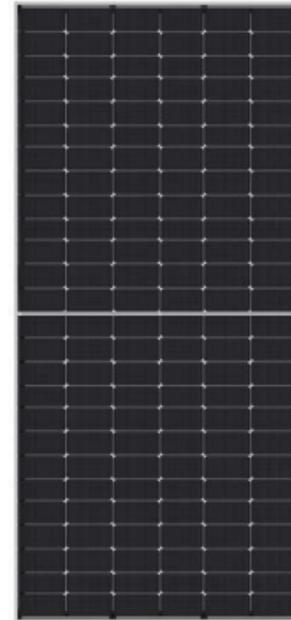
Positive power tolerance of 0~+3%

IEC61215(2016), IEC61730(2016)

ISO9001:2015: Quality Management System

ISO14001:2015: Environment Management System

ISO45001:2018
Occupational health and safety management systems



Key Features



SMBB Technology

Better light trapping and current collection to improve module power output and reliability.



PID Resistance

Excellent Anti-PID performance guarantee via optimized mass-production process and materials control.



Durability Against Extreme Environmental Conditions

High salt mist and ammonia resistance.



Hot 2.0 Technology

The N-type module with Hot 2.0 technology has better reliability and lower LID/LETID.



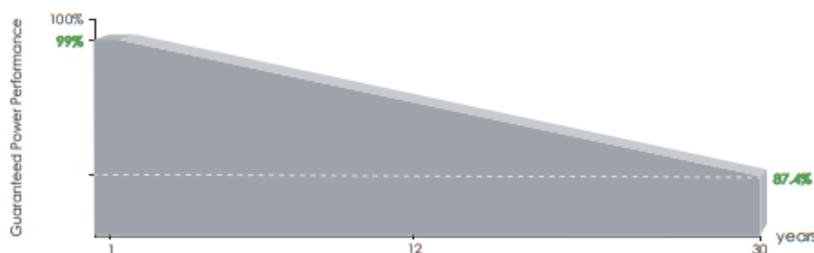
Enhanced Mechanical Load

Certified to withstand: wind load (2400 Pascal) and snow load (5400 Pascal).



POSITIVE QUALITY™
Continual Quality Assurance

LINEAR PERFORMANCE WARRANTY

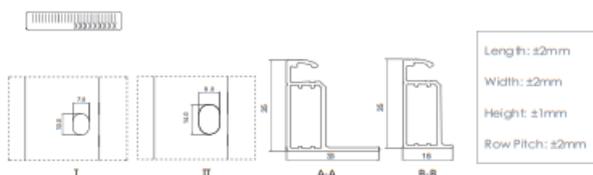
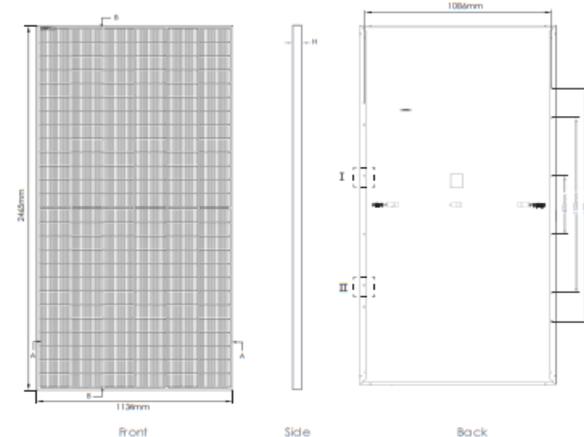


12 Year Product Warranty

30 Year Linear Power Warranty

0.40% Annual Degradation Over 30 years

Engineering Drawings



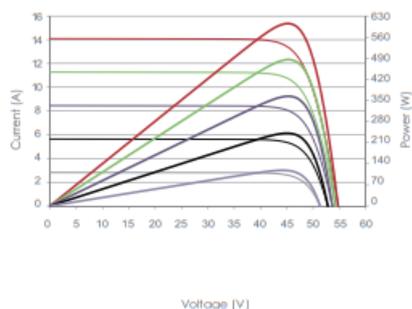
Packaging Configuration

(Two pallets = One stack)

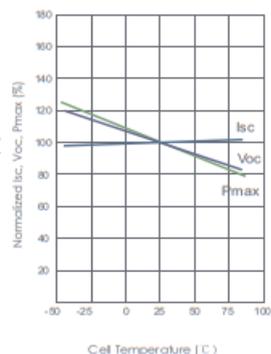
31 pcs/pallets, 62pcs/stack, 496pcs/ 40'HQ Container

Electrical Performance & Temperature Dependence

Current-Voltage & Power-Voltage Curves (605W)



Temperature Dependence of Isc, Voc, Pmax



Mechanical Characteristics

Cell Type	N type Mono-crystalline
No. of cells	156 (2×78)
Dimensions	2465×1134×35mm (97.05×44.65×1.38 inch)
Weight	30.6 kg (67.46 lbs)
Front Glass	3.2mm, Anti-Reflection Coating, High Transmission, Low Iron, Tempered Glass
Frame	Anodized Aluminium Alloy
Junction Box	IP68 Rated
Output Cables	TUV 1×4.0mm' (+): 400mm, (-): 200mm or Customized Length

SPECIFICATIONS

Module Type	JKM595N-78HL4		JKM600N-78HL4		JKM605N-78HL4		JKM610N-78HL4		JKM615N-78HL4	
	JKM595N-78HL4-V	JKM600N-78HL4-V	JKM605N-78HL4-V	JKM610N-78HL4-V	JKM615N-78HL4-V	JKM615N-78HL4-V	JKM615N-78HL4-V	JKM615N-78HL4-V	JKM615N-78HL4-V	JKM615N-78HL4-V
	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Maximum Power (Pmax)	595Wp	447Wp	600Wp	451Wp	605Wp	455Wp	610Wp	459Wp	615Wp	462Wp
Maximum Power Voltage (Vmp)	45.29V	41.93V	45.39V	42.05V	45.49V	42.16V	45.59V	42.28V	45.69V	42.39V
Maximum Power Current (Imp)	13.14A	10.67A	13.22A	10.73A	13.30A	10.79A	13.38A	10.85A	13.46A	10.91A
Open-circuit Voltage (Voc)	54.80V	52.05V	54.95V	52.20V	55.10V	52.34V	55.25V	52.48V	55.40V	52.62V
Short-circuit Current (Isc)	13.90A	11.22A	13.97A	11.28A	14.04A	11.34A	14.11A	11.39A	14.18A	11.45A
Module Efficiency STC (%)	21.29%		21.46%		21.64%		21.82%		22.00%	
Operating Temperature(°C)	-40°C~+85°C									
Maximum system voltage	1000/1500VDC (IEC)									
Maximum series fuse rating	30A									
Power tolerance	0~+3%									
Temperature coefficients of Pmax	-0.30%/°C									
Temperature coefficients of Voc	-0.25%/°C									
Temperature coefficients of Isc	0.046%/°C									
Nominal operating cell temperature (NOCT)	45±2°C									

*STC: Irradiance 1000W/m²

Cell Temperature 25°C

AM=1.5

NOCT: Irradiance 800W/m²

Ambient Temperature 20°C

AM=1.5

Wind Speed 1m/s

©2022 Jinko Solar Co., Ltd. All rights reserved.

Specifications included in this datasheet are subject to change without notice.

JKM595-615N-78HL4-(V)-F1-EN (IEC 2016)

Inversor/cargador MultiPlus-II

► [Página del producto en línea](#)

<https://ve3.nl/6H>

Un MultiPlus, con funcionalidad ESS (Sistema de almacenamiento de energía)

El MultiPlus-II es un inversor/cargador multifuncional con todas las funciones del MultiPlus, más un sensor de corriente externa opcional que amplía las funciones PowerControl y PowerAssist hasta 50 A y 100 A respectivamente. El MultiPlus-II es ideal para su uso profesional en el ámbito marino, navegación de recreo, vehículos y aplicaciones terrestres no conectadas a la red. También dispone de una funcionalidad antiisla incorporada y homologaciones en cada vez países para su uso como ESS. Existen varias configuraciones del sistema posibles. Podrá encontrar información más detallada en el Manual de diseño y configuración de sistemas ESS.



PowerControl y PowerAssist – aumento de la capacidad de la red o de un generador

Se puede establecer una corriente máxima del generador o de la red. El MultiPlus-II tendrá en cuenta las demás cargas de CA y utilizará la corriente sobrante para cargar la batería, evitando así sobrecargar el generador o la red (función PowerControl). PowerAssist lleva el principio de PowerControl a otra dimensión. Cuando se requiera un pico de potencia durante un corto espacio de tiempo, como pasa a menudo, el MultiPlus-II compensará la falta de potencia del generador, de la toma de puerto o de la red con energía de la batería. Cuando se reduce la carga, la potencia sobrante se utiliza para recargar la batería.

Energía solar: Energía CA disponible incluso durante un apagón

El MultiPlus II puede utilizarse en sistemas fotovoltaicos, conectados a la red eléctrica o no, y en otros sistemas de energía alternativos. Es compatible tanto con controladores de carga solar como con inversores conectados a la red.

Dos salidas CA

La salida principal dispone de la función "no-break" (sin interrupción). El MultiPlus II se encarga del suministro a las cargas conectadas en caso de apagón o de desconexión de la toma de puerto/generador. Esto ocurre tan rápidamente (menos de 20 milisegundos) que los ordenadores y demás equipos electrónicos continúan funcionando sin interrupción. La segunda salida sólo está activa cuando la entrada del MultiPlus II tiene alimentación CA. A esta salida se pueden conectar aparatos que no deberían descargar la batería, como un calentador de agua, por ejemplo.

Potencia prácticamente ilimitada gracias al funcionamiento en paralelo y trifásico (no disponible para los modelos de 8k y 10k).

Hasta 6 Multis pueden funcionar en paralelo para alcanzar una mayor potencia de salida. Seis unidades 48/5000/70, por ejemplo, darán una potencia de salida de 25 kW/30 kVA y una capacidad de carga de 420 amperios. Además de la conexión en paralelo, se pueden configurar tres unidades del mismo modelo para una salida trifásica. Pero eso no es todo: se pueden conectar en paralelo hasta 6 juegos de tres unidades que proporcionarán una capacidad de inversor de 75 kW / 90 kVA y más de 1200 amperios de capacidad de carga.

Configuración, seguimiento y control del sistema in situ

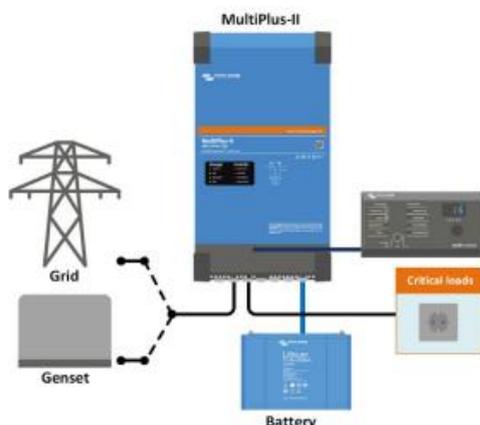
La configuración puede cambiarse en cuestión de minutos con el software VEConfigure (se necesita un ordenador o un portátil y una interfaz MK3-USB).

Hay varias opciones de seguimiento y control disponibles: Color Control GX, Venus GX, Octo GX, CANvu GX, portátil, ordenador, bluetooth (con la mochila opcional VE.Bus Smart), monitor de baterías, panel Digital Multi Control.

Configuración y seguimiento remotos

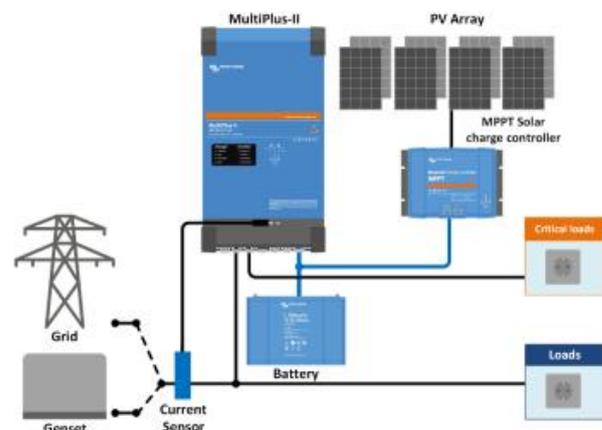
Instale un Color Control GX u otro producto GX para conectarse a Internet.

Los datos de funcionamiento se pueden almacenar y mostrar gratuitamente en la web VRM (Victron Remote Management). Una vez conectado a Internet, se puede acceder a los sistemas de forma remota y se puede cambiar la configuración.



Aplicación estándar marina, móvil o no conectada a la red

Las cargas que deberían apagarse cuando no hay energía en la entrada de CA pueden conectarse a una segunda salida (no se muestra en la imagen). La función PowerControl y PowerAssist tendrá en cuenta estas cargas para limitar la entrada de CA a un valor seguro.



Topología paralela a la red con controlador de carga solar MPPT

El MultiPlus-II utilizará los datos del sensor de CA externa (pedir por separado) o del medidor de energía para optimizar el autoconsumo y, si lo desea, evitar la devolución a la red del excedente de energía solar. En caso de un corte del suministro eléctrico, el MultiPlus-II seguirá alimentando las cargas críticas.

Controladores de carga SmartSolar 250V y 99% de eficiencia

MPPT 250/60, 250/70, 250/85 & 250/100

www.victronenergy.com

Seguimiento ultrarrápido del Punto de Máxima Potencia (MPPT)

Especialmente con cielos nubosos, cuando la intensidad de la luz cambia continuamente, un controlador MPPT ultrarrápido mejorará la recogida de energía hasta en un 30%, en comparación con los controladores de carga PWM, y hasta en un 10% en comparación con controladores MPPT más lentos.

Detección avanzada del Punto de Máxima Potencia en caso de nubosidad parcial

En casos de nubosidad parcial, pueden darse dos o más puntos de máxima potencia (MPP) en la curva de tensión de carga.

Los MPPT convencionales suelen seleccionar un MPP local, que no necesariamente es el MPP óptimo.

El innovador algoritmo de SmartSolar maximizará siempre la recogida de energía seleccionando el MPP óptimo.

Excepcional eficiencia de conversión

Sin ventilador. La eficiencia máxima excede el 98%.

Algoritmo de carga flexible

Un algoritmo de carga totalmente programable (consulte la página de *software* de nuestra página web) y ocho algoritmos de carga preprogramados, que se pueden elegir con un selector giratorio (consulte más información en el manual).

Amplia protección electrónica

Protección de sobretensión y reducción de potencia en caso de alta temperatura.

Protección de cortocircuito y polaridad inversa en los paneles FV.

Protección de corriente inversa FV.

Sensor de temperatura interna

Compensa la tensión de carga de absorción y flotación, en función de la temperatura.

Bluetooth Smart integrado: no necesita mochila

La solución inalámbrica para configurar, supervisar y actualizar el controlador con un teléfono inteligente, una tableta u otro dispositivo Apple o Android.

VE.Direct

Para una conexión de datos con cable a un Color Control, un Venus GX, un PC u otros dispositivos.

On/Off remoto

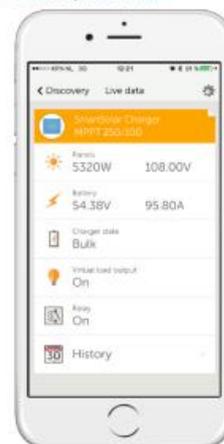
Para conectarse a un VE.BUS BMS, por ejemplo.

Relé programable

Se puede programar (entre otros, con un teléfono inteligente) para activar una alarma u otros eventos.

Opcional: pantalla LCD conectable

Simplemente retire el protector de goma del enchufe de la parte frontal del controlador y conecte la pantalla.



Controlador de carga SmartSolar MPPT 250/100-Tr
Con dispositivo conectable



Controlador de carga SmartSolar MPPT 250/100-MC4
Sin pantalla

Controlador de carga SmartSolar	MPPT 250/60	MPPT 250/70	MPPT 250/85	MPPT 250/100
Tensión de la batería	Ajuste automático a 12, 24 ó 48V (Se precisa una herramienta de <i>software</i> para ajustar el sistema en 36V)			
Corriente de carga nominal	60A	70A	85A	100A
Potencia FV máxima, 12 V 1a,b)	860W	1000W	1200W	1450W
Potencia FV máxima, 24 V 1a,b)	1720W	2000W	2400W	2900W
Potencia FV máxima, 48 V 1a,b)	3440W	4000W	4900W	5800W
Máxima corriente de corto circuito FV 2)	35A (máx. 30A x con. MC4)		70A (max 30A x MC4 con.)	
Tensión máxima del circuito abierto FV	250V máximo absoluto en las condiciones más frías 245V en arranque y funcionando al máximo			
Eficacia máxima	99%			
Autoconsumo	Menos de 35mA a 12V / 20mA a 48V			
Tensión de carga de "absorción"	Valores predeterminados: 14,4 / 28,8 / 43,2 / 57,6V (Regulable con: selector giratorio, pantalla, VE.Direct o Bluetooth)			
Tensión de carga de "flotación"	Valores predeterminados: 13,8 / 27,6 / 41,4 / 55,2V (Regulable con: selector giratorio, pantalla, VE.Direct o Bluetooth)			
Algoritmo de carga	adaptativo multifase			
Compensación de temperatura	-16 mV / -32 mV / -68 mV / °C			
Protección	Polaridad inversa de la batería (fusable, no accesible por el usuario) Polaridad inversa/Cortocircuito de salida/Sobretensión			
Temperatura de trabajo	-30 a +60°C (potencia nominal completa hasta los 40°C)			
Humedad	95%, sin condensación			
Puerto de comunicación de datos	VE.Direct o Bluetooth			
Interruptor on/off remoto	Sí (conector bifásico)			
Relé programable	DPST Capacidad nominal CA 240 V AC / 4 A Capacidad nominal CC 4 A hasta 35 V CC, 1 A hasta 60 V CC			
Funcionamiento en paralelo	Sí (no sincronizado)			
CARCASA				
Color	Azul (RAL 5012)			
Terminales FV 3)	35mm ² / AWG2 (modelos Tr). Dos pares de conectores MC4 (modelos MC4 de 250/60 y 250/70) Tres pares de conectores MC4 (modelos MC4 de 250/85 y 250/100)			
Bornes de batería	35mm ² / AWG2			
Grado de protección	IP43 (componentes electrónicos), IP22 (área de conexión)			
Peso	3 kg		4,5 kg	
Dimensiones (al x an x p) en mm	Modelos Tr: 185 x 250 x 95 mm Modelos MC4: 215x250x95 mm		Modelos Tr: 216 x 295 x 103 mm Modelos MC4: 246x295x103 mm	
NORMATIVAS				
Seguridad	EN/IEC 62109			
1a) Si se conecta más potencia FV, el controlador limitará la potencia de entrada al máximo estipulado. 1b) La tensión FV debe exceder en 5 V la Vbat (tensión de la batería) para que arranque el controlador. Una vez arrancado, la tensión FV mínima será de Vbat + 1 V.				
2) Unos paneles FV con una corriente de cortocircuito más alta podría dañar el controlador en caso de polaridad inversa de dichos paneles FV.				
3) Modelos MC4: se podrían necesitar varios separadores para conectar en paralelo las cadenas de paneles solares. Corriente máxima por conector MC4: 30A (los conectores MC4 están conectados en paralelo a un rastreador MPPT)				



GX Touch 50 y Cerbo GX

Facilita un control y un seguimiento intuitivos del sistema. Además del control y seguimiento del sistema, el Cerbo GX permite acceder a nuestra web de seguimiento remoto gratuita: el portal en línea VRM.



Portal VRM

Nuestra web gratuita de seguimiento remoto (VRM) mostrará todos los datos de su sistema en un completo formato gráfico. Los ajustes del sistema pueden modificarse a distancia a través del portal. Se pueden recibir alarmas por email.



App VRM

Controle y gestione su sistema Victron Energy desde su *smartphone* o tableta. Disponible tanto para iOS como para Android.



Mochila VE.Bus Smart

Mide la tensión y temperatura de la batería y permite el seguimiento y control mediante *smartphone* u otro dispositivo bluetooth.



Área de conexión

MultiPlus-II	12/3000/120-32 24/3000/70-32 48/3000/35-32	24/5000/120-50 48/5000/70-50	48/8000/110-100	48/10000/140-100
PowerControl y PowerAssist	Sí			
Conmutador de transferencia	32 A	50 A	100 A	50 A
Corriente máxima de entrada CA	32 A	50 A	100 A	50 A
INVERSOR				
Rango de tensión de entrada CC	12V - 9,5-17 V	24 V - 19-33 V	48 V - 38-66 V	
Salida	Tensión de salida: 230 V CA ± 2 % Frecuencia: 50 Hz ± 0,1 % (1)			
Potencia cont. de salida a 25 °C (3)	3000 VA	5000 VA	8000 VA	10000 VA
Potencia cont. de salida a 25 °C	2400 W	4000 W	6400 W	8000 W
Potencia cont. de salida a 40 °C	2200 W	3700 W	5500 W	7000 W
Potencia cont. de salida a 65 °C	1700 W	3000 W	4000 W	6000 W
Balance neto máximo aparente (corriente retornada a la red)	3000 VA	5000 VA	8000 VA	10000 VA
Pico de potencia	5500 W	9000 W	15000 W	18000 W
Eficacia máxima	93 % / 94 % / 95 %	96 %	95 %	96 %
Consumo en vacío	13 / 13 / 11 W	18 W	29 W	38 W
Consumo en vacío en modo AES	9 / 9 / 7 W	12 W	19 W	27 W
Consumo en vacío en modo búsqueda	3 / 3 / 2 W	2 W	3 W	4 W
CARGADOR				
Entrada de CA	Rango de tensión de entrada: 187-265 V CA Frecuencia de entrada: 45 - 65 Hz			
Tensión de carga de "absorción"	28,8 V		57,6 V	
Tensión de carga de "flotación"	27,6 V		55,2 V	
Modo de almacenamiento	26,4 V		52,8 V	
Máxima corriente de carga de la batería (4)	120 / 70 / 35 A	120 / 70 A	110 A	140 A
Sensor de temperatura de la batería	Sí			
GENERAL				
Salida auxiliar	Sí (32 A)		Sí (50 A)	
Sensor de CA externa (opcional)	50 A		100 A	
Relé programable (5)	Sí			
Protección (2)	a - g			
Puerto de comunicación VE.Bus	Para funcionamiento paralelo (no para los modelos de 8k y 10k) y trifásico, control remoto e integración del sistema			
Puerto de comunicaciones de uso general	Sí, 2 puertos			
On/Off remoto	Sí			
Temperatura de trabajo	-40 a +65 °C (refrigerado por ventilador)			
Humedad (sin condensación)	máx. 95 %			
CARCASA				
Material y color	acero, azul RAL 5012			
Grado de protección	IP22			
Conexión de la batería	Pernos MB		Cuatro pernos M8 (2 conexiones positivas y 2 negativas)	
Conexión 230 V CA	Bornes de tornillo de 13 mm ² (6AWG)		Pernos M6	Pernos M6
Peso	19 kg	30 kg	42 kg	49 kg
Dimensiones (al x an x p)	546 x 275 x 147 499 x 268 x 141 499 x 268 x 141	565 x 328 x 240 560 x 320 x 141	642 x 363 x 206	677 x 363 x 206
NORMAS				
Seguridad	EN-IEC 60335-1, EN-IEC 60335-2-29, EN-IEC 62109-1, EN-IEC 62109-2			
Emissiones, Inmunidad	EN 55014-1, EN 55014-2 EN-IEC 61000-3-2, EN-IEC 61000-3-3 IEC 61000-6-1, IEC 61000-6-2, IEC 61000-6-3			
Sistema de alimentación ininterrumpida	Puede consultar los certificados en nuestro sitio web			
Antiisla	Puede consultar los certificados en nuestro sitio web			
1) Puede ajustarse a 60 Hz	3) Carga no lineal, factor de cresta 3:1			
2) Claves de protección:	4) A 25 °C de temperatura ambiente			
a) cortocircuito de salida	5) Relé programable que puede configurarse para las funciones de alarma general, subtensión CC o señal de arranque para el generador. Capacidad nominal CA: 230V/4 A, Capacidad nominal CC: 4 A hasta 35 VCC y 1 A hasta 60 VCC			
b) sobrecarga				
c) tensión de la batería demasiado alta				
d) tensión de la batería demasiado baja				
e) temperatura demasiado alta				
f) 230 VCA en la salida del inversor				
g) ondulación de la tensión de entrada demasiado alta				



Sensor de corriente de 100 A:50 mA

Para implementar PowerControl y PowerAssist y optimizar el autoconsumo con sensor de corriente externo. Corriente máxima: 50 A y 100 A resp. Longitud del cable de conexión 1 m



Panel Digital Multi Control

Una solución práctica y de bajo coste para el seguimiento remoto, con un selector giratorio con el que se pueden configurar los niveles de PowerControl y PowerAssist.

RES OPzS OVERVIEW

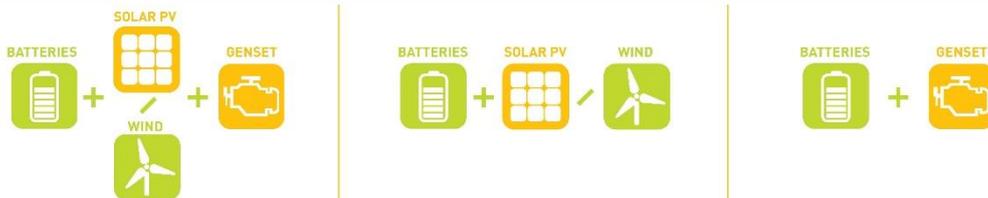
Vented Tubular Plate Batteries for Renewable Energy Applications

RES OPzS is a **premium range**, developed for applications **requiring regular deep cycling**. It is a **low maintenance** energy storage solution that offers significant benefits in terms of cost per cycle, combined with the highest level of **reliability** and **performance** even for remote installations where long discharges occur and excellent recharging properties are essential.

Optimum design, exclusive use of high quality materials, robust construction and state of the art manufacturing processes make RES OPzS batteries an **ideal solution for demanding Renewable Energy Storage applications**.

APPLICATIONS

Indicative Battery-Based Power Supply Systems



- **Telecom Networks**
Autonomous remote communication hubs such as cellular base stations, repeaters and VSATs.
- **Mini-Grids**
Electricity to isolated off-grid areas or regions with unstable power supply
- **Residential Installations**
Off-grid or smart grid connected power systems electrifying homes, hotels, hospitals, schools or factories
- **Traffic systems**
Signaling and lighting to roads, railways, airports and marines



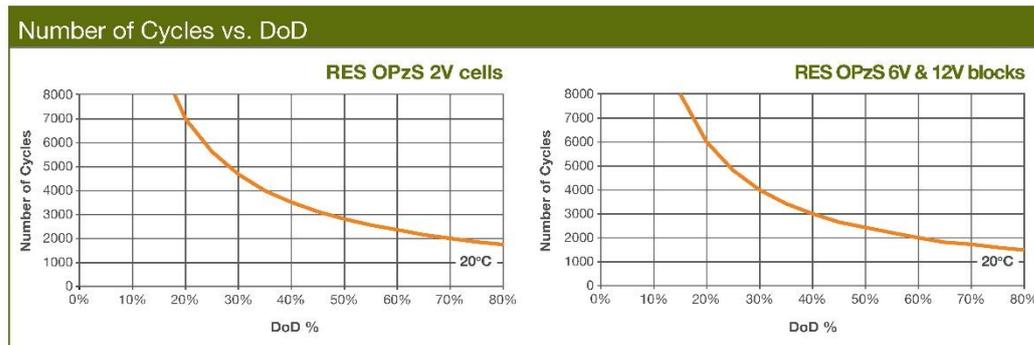
CERTIFIED QUALITY

- Compliant with IEC 61427 requirements for photovoltaic energy systems
- Fully compliant with IEC 60896-11 requirements for vented lead-acid batteries
- Full conformity to DIN 40736-1 specifications for OPzS cells and DIN 40737-3 for OPzS blocks
- Compliant with the safety requirements of EN 50272-2 for stationary batteries
- Manufactured at SUNLIGHT's European production facilities, certified with ISO 9001, ISO 14001, BS OHSAS 18001

QUALITY FEATURES & PRODUCT BENEFITS

Long cycle life

Tubular positive plates, unique sliding pole design and special alloys composition offer a 60% DoD cycle life of 2300 cycles for 2V cells and 2000 cycles for 6V & 12V blocks.



Outstanding performance and reliability

Products of optimum design made from high quality raw materials in European state-of-the-art production facilities and cumulative experience on advanced submarine battery manufacturing, ensure reliability in applications demanding high performance.

Minimum maintenance

Low maintenance design with reduced topping up needs. Transparent container for easy visual electrolyte level monitoring.

Space optimization

Racks designed for optimal space utilization, quick installation and easy battery maintenance.

Operational safety

Extensive compliance testing performed under European and Global norms and verified by independent 3rd party certification agencies.

Complete battery solution

Complete and ready to install systems, filled and charged or dry charged form with all the necessary accessories. Extensive range of adding value products and services.

Flexibility

Design and production of customized products and services, high volume orders handling capability, fast delivery.

Peace-of-mind

24x7 experienced pre-sales and after sales support through SUNLIGHT Global Partners Network.

Optimum Total Cost of Ownership (TCO)

Low cost per cycle. Lifetime value maximized especially at hybrid systems where using batteries can greatly reduce the Genset daily run time resulting on fuel savings and less CO₂ emission.

The ideal energy solution for Renewable Energy Storage applications

TECHNICAL FEATURES & PRODUCT BENEFITS

1 Positive Plates

- Tubular plate design
- Special low antimony lead alloy ($\leq 1.65\%$ Sb)
- Red Lead in-house production by 99,9% Pure Lead
- Dry Filling process

- ✓ Long cycle life
- ✓ Excellent cycling properties
- ✓ Quality and homogeneity
- ✓ High capacity performance
- ✓ Reduced corrosion
- ✓ Reduced self-discharge rate
- ✓ Increased tolerance even in cases of poor charging conditions

2 Negative Plates

- Paste mixture ensures high adherence and cohesion
- Pasted negative plates of grid design
- Optimized low antimony lead alloy
- Robust construction
- Long life expander

- ✓ Stability
- ✓ Increased cyclic performance
- ✓ Long battery life

3 Gauntlet

- Highly microporous material
- Fine pore structure
- Low electrical resistance

- ✓ Effective active material retention
- ✓ Eliminates active mass shedding

13 Monoblocks' Internal Intercell Connectors

- Copper bars premium design
- Outside of the container connection

- ✓ High conductivity
- ✓ Safe and long operational life

12 External Intercell Connectors

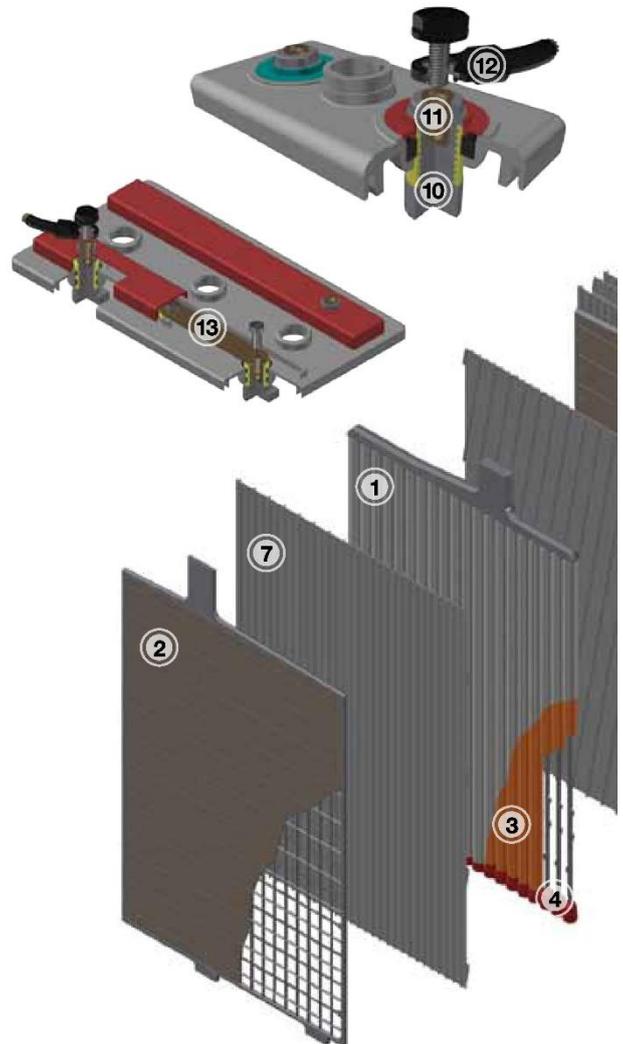
- Flexible
- Copper
- Fully insulated
- Fixed with plastic head bolt safety screw and probe hole on the top

- ✓ Allow voltage measurements
- ✓ High conductivity
- ✓ Increased safety

11 Pole Insert

- Brass insert
- Threaded female M10 terminal posts

- ✓ High conductivity
- ✓ Maximum torque retention



4 Bottom Bar

- Ultrasonic welding

- ✓ Secured fit to the gauntlet
- ✓ Long battery life

5 Pole bridge

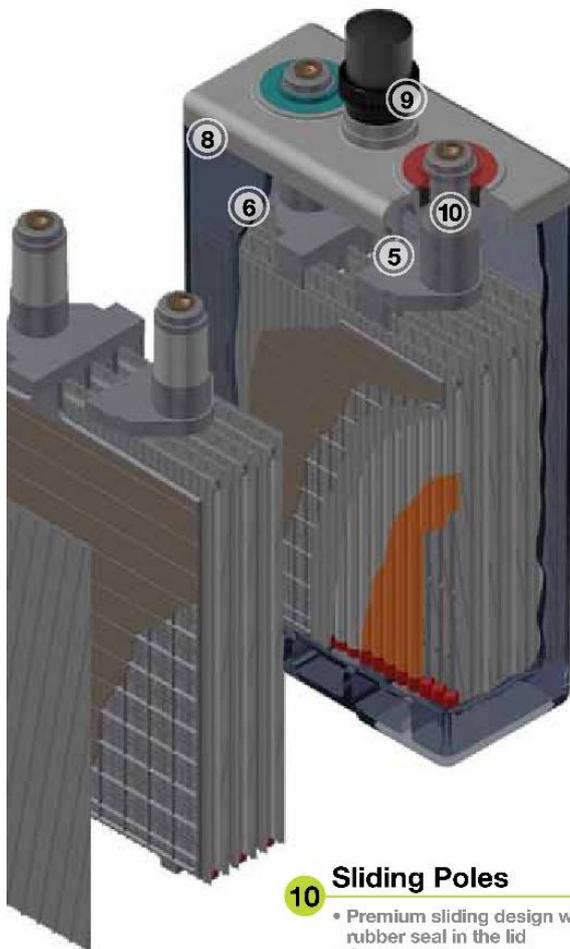
- Welding with high quality alloy
- Optimized design

- ✓ Increased robustness and durability
- ✓ Consistent and uniform poles-bridge-plate block connection

6 Electrolyte

- High purity sulphuric acid with nominal density of 1.24 +/- 0,01 kg/l (20°C)

- ✓ Low self discharge rates
- ✓ Excellent performance on deep discharges



7 Separators

- Manufactured from microporous silica-based PVC material
- Allow migration of ions during charge/discharge
- More acid in the surrounding area of the plates

- ✓ Secured protection against short circuits
- ✓ High temperature stability
- ✓ Mechanical strength
- ✓ Low internal resistance

8 Container / Lid

- High impact resistant, transparent SAN (Styrene Acrylonitrile) for the container
- Robust ABS (Acrylonitrile Butadiene Styrene) Material for the lid
- Sealing between container - lid with polyurethane Stobicoll resin
- 100% leakage quality control with high precision Froehlich equipment

- ✓ Easy visual electrolyte level monitoring
- ✓ Long term leakage free operation
- ✓ Unsurpassed mechanical strength
- ✓ Robust and durable battery construction

10 Sliding Poles

- Premium sliding design with rubber seal in the lid
- Corrosion resistance

- ✓ Effectively prevents top lid cracks and acid leakages
- ✓ Positive plate's expansion is safely absorbed
- ✓ Optimum current conductivity
- ✓ Perfect sealing
- ✓ Allow impedance measurements
- ✓ Safe and long operational life

9 Ceramic Vent Plugs

- Low maintenance design
- Flame arresting
- Funnel plugs also available

- ✓ Efficient containment of acid fumes
- ✓ No electrolyte spillage
- ✓ Reduced water evaporation
- ✓ Funnel plugs allow topping-up and electrolyte density measuring without plug removal
- ✓ Increased safety

PRODUCT RANGE

Type	Positive Plates Number	Number of Poles	Nom. capacity (Ah at 20°C)					Length (mm)	Width (mm)	Height (mm)	Height* (mm)	Poles Distance	Filled Weight (approx. kg)	Dry Weight (approx. kg)	Internal Resistance (mOhm)	Short Circuit Current (A)
			C240 1.85 Vpc	C120 1.85 Vpc	C48 1.80V pc	C24 1.80 Vpc	C12 1.80 Vpc									
2V 2 RES OPzS 185	2	2	197	187	168	148	132	103	206	355	369	-	14	8	1.620	1240
2V 3 RES OPzS 260	3	2	274	263	235	209	188	103	206	355	369	-	16	11	1.083	1860
2V 4 RES OPzS 300	4	2	310	300	272	243	224	103	206	355	369	-	18	13	0.847	2380
2V 5 RES OPzS 375	5	2	391	378	343	307	281	124	206	355	369	-	21	15	0.671	3000
2V 6 RES OPzS 450	6	2	470	454	411	368	338	145	206	355	369	-	26	19	0.575	3500
2V 5 RES OPzS 550	5	2	574	553	498	444	413	124	206	471	485	-	28	21	0.608	3300
2V 6 RES OPzS 660	6	2	686	661	596	530	494	145	206	471	485	-	34	24	0.518	3900
2V 7 RES OPzS 750	7	2	780	750	676	602	564	166	206	471	485	-	39	28	0.453	4450
2V 5 RES OPzS 900	5	2	948	904	797	695	639	145	206	646	660	-	42	29	0.537	3750
2V 6 RES OPzS 965	6	2	1006	966	859	754	703	145	206	646	660	-	46	33	0.447	4500
2V 7 RES OPzS 1230	7	4	1286	1230	1088	950	877	191	210	646	660	80	60	43	0.378	5350
2V 8 RES OPzS 1275	8	4	1330	1278	1139	1001	934	191	210	646	660	80	64	47	0.327	6200
2V 9 RES OPzS 1480	9	4	1546	1484	1319	1157	1076	233	210	646	660	110	73	53	0.292	6950
2V 10 RES OPzS 1590	10	4	1656	1592	1419	1248	1165	233	210	646	660	110	78	57	0.261	7750
2V 12 RES OPzS 1905	12	4	1985	1908	1695	1487	1391	275	210	646	660	140	91	66	0.228	8850
2V 11 RES OPzS 2285	11	4	2369	2286	2064	1830	1698	275	210	797	811	140	111	76	0.238	8500
2V 12 RES OPzS 2225	12	4	2294	2226	2024	1807	1701	275	210	797	811	140	115	81	0.225	9000
2V 14 RES OPzS 2765	14	6	2868	2770	2505	2224	2069	397	212	772	786	110	143	96	0.195	10350
2V 15 RES OPzS 2920	15	6	3019	2921	2650	2361	2208	397	212	772	786	110	149	103	0.176	11500
2V 16 RES OPzS 2970	16	6	3065	2972	2710	2424	2279	397	212	772	786	110	155	109	0.160	12600
2V 18 RES OPzS 3780	18	8	3917	3780	3419	3038	2811	487	212	772	786	110	184	125	0.140	14450
2V 20 RES OPzS 4075	20	8	4217	4076	3696	3291	3057	487	212	772	786	110	201	135	0.125	16200
2V 24 RES OPzS 4620	24	8	4769	4620	4199	3747	3508	576	212	772	786	140	230	158	0.108	18800
6V 3 RES OPzS 240	3	2	252	242	221	199	184	233	224	345	377	-	41	30	1.138	1780
6V 4 RES OPzS 280	4	2	293	283	261	237	223	272	205	332	361	-	47	35	0.900	2240
6V 5 RES OPzS 385	5	2	403	389	355	320	298	380	205	332	361	-	61	44	0.760	2660
6V 6 RES OPzS 405	6	2	422	408	376	341	323	380	205	332	361	-	67	51	0.667	3040
12V 1 RES OPzS 85	1	2	91	86	78	71	65	272	205	332	361	-	38	24	3.226	620
12V 2 RES OPzS 130	2	2	137	132	121	111	106	272	205	332	361	-	49	38	1.613	1260
12V 3 RES OPzS 190	3	2	199	191	176	161	155	380	205	332	361	-	70	53	1.138	1780

* Includes installed connectors and shrouds

DRAWINGS





ADDED VALUE SERVICES

Design and implementation of turnkey solutions

Installation & maintenance services according to EN50272-2 safety requirements (CE compliance)

360° Technical Support 24x7 through SUNLIGHT Global Partners Network

Training and consulting

Battery Collection and Recycling Services

WHY SUNLIGHT

30 years of Experience in Battery Business

- TOP 3 in the global advanced technology battery sector
- TOP 5 in the European industrial battery sector
- 98% of battery production is being exported
- Design and manufacturing of numerous premium solutions complying to demanding requirements

“One Stop Solution”

- From single components/products to turn-key solutions
- Robust high quality products & services portfolio
- Lifetime value maximization & total cost of ownership approach

Extensive Global Know-how

- Co-operation with TOP market players and equipment providers worldwide
- A fast growing Global Partners Network
- More than 300 totally independent off-grid Power Supply Systems installed worldwide

Exceptional Customer Service

- Highly experienced engineering team for design & development
- Pre-Sales & After-Sales Service providing global support
- Project Management competence

SPECIFICATION- (48V)

(Force-L1)



Module	2	3	4	5	6	7
Basic Parameters						
Battery System Capacity(kWh)	7.1	10.65	14.21	17.76	21.31	24.86
Voltage Range(Vdc)	44.5~54					
Dimension(W*D*H mm)	600*380*530	600*380*700	600*380*870	600*380*1040	600*380*1210	600*380*1380
Weight(kg)	84	119	154	189	224	259
Depth of Discharge	95%					
Charge/ (Recommend)	30	45	60	75	90	100
Discharge (Max)	75	100	100	100	100	100
Current(A) (Peak @15s)	105	105	105	105	105	105
Communication Port	RS485 , CAN					
Protection Class	IP55					
Working Temperature/ °C	0~50					
Shelf Temperature/ °C	-20~60					
Humidity	5%~95%(w/o condensing)					
Altitude	< 2000					
Design Life	15+ Years (25°C/°F)					
Cycle Life	>6000, 25°C					
Authentication level	VDE2510-50/IEC62619/IEC62477/IEC62040/CE/UN38.3					

Descripción

DATOS TÉCNICOS DEL MOTOR

Fabricante NAVISTAR
Modelo MAXXFORCE 7.2P/180kW
Potencia HP/kW 261/180
Potencia según norma DIN6271/ISO3050
Régimen de velocidad r.p.m. 1500
Cilindrada litros 7,20
Cilindros, nº y configuración 6 en línea
Diámetro x Carrera mm 105 x 137
Relación de compresión 17:1

SISTEMA DE REFRIGERACIÓN

Tipo de refrigeración Líquido
Temperatura de funcionamiento normal °C 80/90
Temperatura máxima nominal °C 105
Temperatura ambiente máxima para radiador °C 45
Caudal de aire para refrigeración m³/min 410
Volumen de refrigerante en bloque motor litros 10
Volumen de refrigerante en sistema completo litros 25
Calor de irradiación superficies motor kW 15,8
Calor emitido al refrigerante kW 78

SISTEMA DE ADMISIÓN

Tipo de aspiración Turbo+postenfriador
Tipo de filtro de aire Radial, dual, seco
Caudal de aire de admisión (aire 1,2 kg/m³) m³/min 10,41
Postenfriador aire de carga / agua Si
Calor para el postenfriador kW 36

SISTEMA DE LUBRICACIÓN

Capacidad de aceite máxima en cárter con filtro litros 19,8
Especificaciones mínimas del aceite API-CH4/CI4
Viscosidad del aceite de fábrica 15W40

SISTEMA DE COMBUSTIBLE

Tipo de inyección y regulación Mecánica, inyección directa
Consumo de combustible a 100% carga continua litros/hora 38,20
Consumo de combustible a 75% carga continua litros/hora 28,65
Consumo de combustible a 50% carga continua litros/hora 19,10

SISTEMA DE ESCAPE

Temperatura máxima del gas de escape °C 650

Caudal de gas de escape kg/h 2315

Máxima restricción (contrapresión) del escape mm H₂O 1019

Calor emitido por el escape kW 140

SISTEMA ELÉCTRICO

Sistema de carga Alternador

Especificaciones de baterías V/Amperios CCA 24/1000

MANIOBRA, PROTECCION E INDICACION EN CUADRO ELÉCTRICO

Protección contra sobrecargas Magnetotérmico + controladora

Protección diferencial Relé diferencial electrónico

Pulsador seta parada de emergencia Incluido

Disyuntor motorizado (consultar posibilidad de contactor) Opcional. Incluido en versión "Paralelo"

DATOS TÉCNICOS DEL ALTERNADOR

Fabricante MECCALTE

Modelo ECO38-1S/4

Frecuencia Hz 50

Tensión nominal V 400

Tipo de conexión Estrella-serie

Nº de fases 3

Nº Polos 4

Potencia $\Delta T= 125\text{ }^{\circ}\text{C}$, $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ en CONTINUO kVA 180

Potencia $\Delta T= 163\text{ }^{\circ}\text{C}$, $27\text{ }^{\circ}\text{C}$ en STANDBY kVA 196

Factor de potencia 0,8

Clase de aislamiento / ΔT H/H

Grado de protección IP21

Corriente de cortocircuito (durante 20seg) 3 I_n

Regulador de tensión Electrónico-AVR

Nota: Fabricante y modelo de alternador por defecto. El fabricante y modelo del alternador pueden variar según disponibilidad, entre Meccalte y Marelli, siempre con prestaciones y características similares.

INFORMACIÓN LOGÍSTICA

Peso aprox. con líquidos en radiador y cárter kg 3150

Volumen de combustible en depósito litros 313



ESTRUCTURA FIJA ENNOVA



La estructura fija de **Ennova Renovables S.L.** es una solución robusta y duradera que permite orientar los módulos hacia su posición óptima.

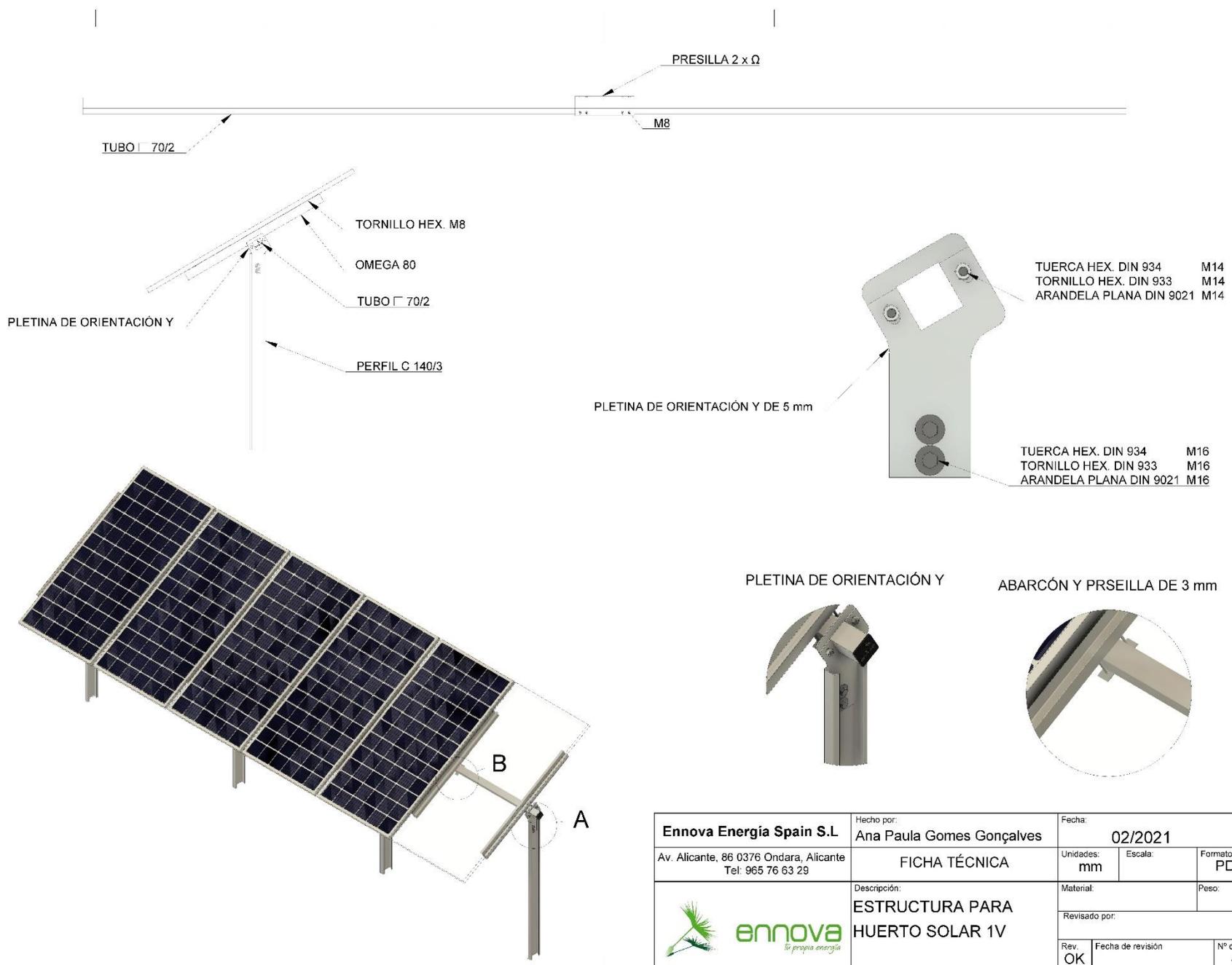
Esta estructura está formada por: tornillería inox y perfiles y piezas de acero galvanizado.

Su aplicación es ideal para huertos solares; ya sea hincado directamente al suelo en zonas donde sea posible o bien anclada con zapatas.

Esta solución se presenta en estructura con 1 fila de módulos en vertical o bien 2 filas de módulos en vertical.

ENNOVA OFRECE 10 AÑOS DE GARANTÍA EN ESTRUCTURAS Y SOPORTES.





	Hecho por: Ana Paula Gomes Gonçalves	Fecha: 02/2021		
	Av. Alicante, 86 0376 Ondara, Alicante Tel: 965 76 63 29	FICHA TÉCNICA	Unidades: mm	Escala:
Descripción: ESTRUCTURA PARA HUERTO SOLAR 1V		Material:	Peso:	
Revisado por:		Rev. OK	Fecha de revisión:	Nº de plano 1/1

HARMOHNY® CLASS

HARMOHNY^{class}

AL XZ1 (S) - Libre de halógenos

0,6/1,0 kV (1,2/1,2 kVac máx.) -

1,5/1,5 kVdc (1,8/1,8 kVdc máx.)



APLICACIONES:

Cable de baja tensión libre de halógenos para instalaciones subterráneas e instalaciones al aire. Apto para instalación en sistemas fotovoltaicos cuya tensión entre conductores o entre conductor y tierra no supere los 1800 Vdc. Incluidos sistemas en isla (IT). Permitted for direct earthing (in tube or conductor).

CONSTRUCCIÓN:

1. Conductor:

Metal: aluminio clase 2 según a IEC 60228.

2. Aislamiento:

Material: mezcla polietileno reticulado (XLPE) tipo DIX 3 según HD 603-1.

3. Cubierta externa:

Material: mezcla LSOH tipo DMO 1, según UNE HD 603-1.

Color: negro.

CARACTERÍSTICAS Y ENSAYOS:

- Norma de diseño: UNE HD 603-5X-1.
- Temperatura de servicio: -25 + 90 °C.
- Temperatura máx. en régimen de cortocircuito: 250 °C.
- Radio mín. de curvatura: 5D (D = diámetro exterior).
- Máximo esfuerzo de tracción: 30 N/mm².
- Carga mínima de rotura (cubierta) : 12,5 N/mm².
- Alargamiento mínimo hasta la rotura (cubierta): 300%.
- Resistencia al desgarro (cubierta): 9 N/mm² (UNE HD 605-1).
- Tensión asignada ac: U₀/U = 0,6/1 kV.
- Tensión asignada en dc: 1,5/1,5 kVdc.
- Tensión máxima en ac-dc: 1,2/1,2 kVac - 1,8/1,8 kVdc; EN 50618, IEC 60502-1.
- Ensayo de tensión durante 5 min (EN 50618): 6,5 kVac y 15 kVdc.
- Ensayo de tensión durante 5 min. (HD 603-5X): 3,5 kV.
- Posibilidad intermitente parcial o total de estar cubierto en agua: AD7 (inmersión).
- Ensayo de abrasión: HD 603-1 Tabla 4C DMO 1.
- Resistencia a la abrasión: / Abrasion resistance:
 - Masa aplicada: 18 kg.
 - N° de desplazamientos: 8.
- Resistencia UV: UNE HD 605 S2.
- Resistencia UV: EN 50618.
- Resistencia al ozono: EN 50618.
- Resistencia de aislamiento a 90 °C conductor: 1012 Ω·cm.
- Constante de resistencia aislamiento Ki: 3,67 MΩ·cm.
- Resistencia a la penetración de la humedad por la unión entre aislamiento y cubierta.
- Menor impacto ambiental por la eliminación de estabilizantes con plomo y plastificantes.

ENSAYOS DE FUEGO:

Prestaciones frente al fuego en la Unión Europea:

- Clase de reacción al fuego (CPR): Eca.
- 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
- Opacidad humos: IEC 61034-1/-2
- Libre de halógenos: IEC 60754-1/-2
- Emisión gases corrosivos: EN 60754-2, IEC 60754-2, NFC 20453.

PRESTACIONES:



CERTIFICACIÓN:



HARMOHNY® CLASS

HARMOHNY class

Al XZ1 (S) - Libre de halógenos
0,6/1,0 kV (1,2/1,2 kVac máx.) -
1,5/1,5 kVdc (1,8/1,8 kVdc máx.)



CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y ELÉCTRICAS:

Sección mm ²	Diámetro conductor* mm	Espesor de aislam.* mm	Ø nom. aislam. mm	Diámetro exterior* mm	Radio mínimo de curvatura (posición final) mm	Peso aprox. kg/km	Intensidad máxima de corriente al aire (1)		Intensidad máxima de corriente directamente enterrada (2)		Intensidad máxima de corriente bajo tubo y enterrado (3)		Resistencia del cond. (Ω/km)	Máxima caída de tensión dc V/(A·Km)
							2 Cables A	3 Cables A	2 Cables A	3 Cables A	2 Cables A	3 Cables A		
1 x 16	4,65	0,7	6,1	8,3	41,5	85	95	76	76	64	71	59	1,910	3,82
1 x 25	5,85	0,9	7,7	9,9	49,5	124	121	103	98	82	90	75	1,200	2,40
1 x 35	6,75	0,9	8,6	10,8	54	153	150	129	117	98	108	90	0,868	1,736
1 x 50	8,0	1	10,1	12,5	62,5	200	184	159	139	117	128	106	0,641	1,282
1 x 70	10,0	1,1	11,9	14,5	72,5	265	237	206	170	144	158	130	0,443	0,886
1 x 95	11,2	1,1	13,8	15,8	79	340	289	253	204	172	186	154	0,320	0,640
1 x 120	12,6	1,2	15,3	17,4	87	420	337	296	233	197	211	174	0,253	0,506
1 x 150	13,85	1,4	17	19,3	96,5	515	389	343	261	220	238	197	0,206	0,412
1 x 185	16,0	1,6	19,4	21,4	107	645	447	395	296	250	267	220	0,164	0,328
1 x 240	18,0	1,7	22,1	24,2	121	825	530	471	343	290	307	253	0,125	0,250
1x 300	20,0	1,8	24,3	26,7	133,5	1035	613	547	386	326	346	286	0,100	0,200
1 x 400	22,6	2,0	27,0	30,0	150	1345	740	663	448	370	415	350	0,0778	0,156
1 x 500	26,0	2,2	30,4	33,6	252	1660	856	770	510	420	470	400	0,0605	0,121
1 x 630	30,0	2,4	34,8	38,6	290	2160	996	899	590	480	545	460	0,0469	0,094

● Instalación al aire ● Directamente enterrada ● Enterrada bajo tubo

* Valores sujetos a tolerancias de fabricación .

(1) Considerando 2 o 3 conductores cargados tendidos en contacto al aire a temperatura ambiente de 30 °C. Instalación tipo F, tabla B.52.13 de UNE-HD 60364-5-52 y IEC 60364-5-52 .

(2) Considerando 2 o 3 conductores cargados tendidos en contacto y directamente enterrados a una profundidad de 0,7 m, temperatura del terreno 20 °C y resistividad térmica del suelo de 2,5 K-m/W.

Según tabla B.52.3 y tabla B.52.5 de UNE-HD 60364-5-52, (IEC 60364-5-52). Instalación tipo D2.

(3) Considerando 2 o 3 conductores unipolares cargados tendidos en contacto y enterrados bajo tubo a una profundidad de 0,7 m, temperatura del terreno 20 °C y resistividad térmica del suelo de 2,5 K-m/W según tabla B.52.3 y tabla B.52.5 de UNE-HD 60364-5-52, (IEC 60364-5-52). Instalación tipo D1.

Secciones superiores a 300 mm², intensidades de corriente calculadas según IEC 60287.