

TRABAJO FIN DE GRADO

INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA AISLADA DE LA RED PARA ABASTECER UN CENTRO DEPORTIVO DE 10kW



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Alumno redactor: Iván Fernandez Paniagua
Tutor: Juan Ángel Saiz Jiménez
Curso académico 2019 - 2020

INDICE GENERAL

1. Memoria del proyecto	3
2. Presupuesto	33
3. Ahorro y viabilidad	38
4. Anexo de cálculos	38
5. Pliego de condiciones	97
6. Planos	109
7. Documentación	125

MEMORIA DEL PROYECTO

INDICE

1.1	Introducción al proyecto	5
1.2	Objeto del proyecto	5
1.3	Reglamentación y normativa	6
1.4	Características instalación	7
1.4.1	Descripción centro deportivo	7
1.4.2	Características elementos de consumo	10
1.5	Emplazamiento de la instalación	10
1.6	Consumos y tiempos de funcionamiento	11
1.7	Radiación	13
1.8	Paneles solares	19
1.8.1	Selección del panel solar	20
1.8.2	Soportes y distancias entre placas	22
1.8.2.1	Soportes	22
1.8.2.2	Distancias entre placas	23
1.9	Baterías OPZs	24
1.10	Reguladores	27
1.11	Inversores	29
1.12	Cableado	29
1.13	Protecciones de la instalación	30
1.13.1	Fusibles	30
1.13.2	Toma a tierra	31

1.1 Introducción al proyecto

Hoy por hoy las energías renovables son uno de sectores energéticos en auge. Esto ha generado en nuestra sociedad la idea de un cambio apostando por las ventajas de las fuentes de energía renovables frente a las convencionales.

El abaratamiento del precio de las baterías y el desarrollo de nuevas tecnologías que mejoran el rendimiento de los paneles, han conseguido aumentar la rentabilidad y productividad de las instalaciones solares.

A lo largo del proyecto descrito a continuación, se ejecutará una instalación solar, no siendo esta la única opción en el sector de las energías renovables que se podría llevar a cabo, siendo la energía eólica también una opción interesante.

El objetivo que se plantea en el presente proyecto es el diseño de una instalación fotovoltaica aislada, capaz de garantizar el correcto funcionamiento de un gimnasio.

El diseño, defensa y justificación del uso de este tipo de instalaciones se realizará mediante el cálculo de los consumos, la medición de la radiación solar y la cantidad de horas solares.

El análisis de todos los datos justifica que actualmente, este tipo de instalaciones son lo suficientemente productivas y rentables para implementarlas como método alternativo a la red eléctrica convencional.

Uno de los impedimentos que retrasaba el uso de este tipo de instalaciones es el elevado desembolso inicial, el cual se demostrará a lo largo de proyecto que a medio-largo plazo supone un considerable ahorro económico.

Dejando el aspecto económico de lado, el uso de este tipo de energía contribuye, de una manera activa, en la producción de energía limpia, ayudando así a frenar el cambio climático.

1.2 Objeto del proyecto

El presente proyecto tiene como finalidad el autoabastecimiento energético de las instalaciones deportivas de Olesa de Montserrat haciendo uso de una instalación fotovoltaica aislada de la red.

La instalación proyectada se calculará de forma que prevea posibles ausencias de luz solar otorgándole cierta autonomía mediante el uso de baterías.

Teniendo en cuenta la demanda energética requerida de **20 kW**, se demuestra a lo largo del proyecto será necesaria una planta solar fotovoltaica aislada de **167,98 kW** de potencia nominal, evitando así el apoyo por parte de la red eléctrica convencional.

La instalación esta estará formada por **454 placas** con una potencia pico de **370 W** y se ubicará en el terreno limítrofe al centro deportivo, evitando así mayores pérdidas en funcionamiento y facilitando la instalación.

Estos paneles fotovoltaicos se situarán directamente sobre en soportes de aluminio y acero, estando estos anclados al terreno. Para evitar posibles problemas de sombras, se colocarán en horizontal y separadas 2.5 metros entre sí.

La instalación constará de 88 soportes de 5 paneles y 7 de 2 paneles.

Dicha instalación se completará con el uso de 10 reguladores maximizadores de **100 A** y **480 baterías** modelo OPzS Solar 1990 con una capacidad total de **39000 Ah** funcionando a **48V**, otorgándole estas una autonomía de cuatro días.

Para transformar la corriente continua procedente de las baterías a corriente alterna, se se utilizarán 3 inversores cargadores CONEXT XW+ 8548E de 6,8 kW.

La confección del presente proyecto servirá como documento perceptivo para la obtención de la autorización administrativa pertinente.

1.3 Reglamentación y normativa

Para establecer las condiciones técnicas del Proyecto se han tenido en cuenta las especificaciones contenidas en:

- **Normas UNE**

- **Norma UNE-EN 6047-2:** Instalaciones eléctricas en edificios en la que se regula la selección e instalación de los materiales eléctricos. Intensidades admisibles en sistemas de conducción de cables.

- **Norma UNE-EN 61643-11:** Dispositivos de protección contra sobretensiones de baja tensión. Dispositivos de protección contra sobretensiones transitorias conectados a sistemas eléctricos de baja tensión.

- **Norma UNE-EN 50550:** Dispositivos de protección contra sobretensiones a frecuencia industrial para usos domésticos y análogos.

- **Norma UNE 20460-441:** Instalaciones eléctricas en edificios. Reglas para las instalaciones eléctricas temporales para estructuras.

- **RD 842/2002**, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión. BOE núm. 224 18/09/2004 y sus Instrucciones Técnicas Complementarias

- **RD 560/2010** de 7 de mayo, de Seguridad Industrial, (BOE 22/05/2010. Rect. en BOE.19/06/2010).

- **Ley 15/2012**, de 27 de diciembre, de medidas fiscales para la sostenibilidad energética.

- **RD 738/2015**, de 31 de julio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica y el procedimiento de despacho en los sistemas eléctricos.

- **RD 1995/2000**, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.

- **IEC 60634-7-712**: Instalaciones eléctricas de baja tensión. Requisitos para instalaciones o emplazamientos especiales. Sistemas de alimentación solar fotovoltaica.

- **RD 1627/1997**, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.

1.4 Características instalación

El presente proyecto se establece en el abastecimiento energético de un centro deportivo ya existente y se tendrán en cuenta las necesidades futuras de potencia según la información recibida.

El dimensionamiento como la adecuación de la instalación se hará acorde a las exigencias del cliente, teniendo siempre presente tanto la normativa existente para este tipo de instalaciones, como las peculiaridades de la propia ubicación.

1.4.1 Descripción centro deportivo

El centro deportivo en el que se plantea implantar la instalación de energía fotovoltaica cuenta con una superficie total de **620 m²**, distribuidos en:

Zona	Superficie (m²)
Musculación 1	425
Musculación 2	79
Recepción	14
Cardio	102
Vestuario H	48
Vestuario M	45

Tabla 1. Superficie de zonas del centro deportivo

Al tratarse de un espacio abierto, se acompaña el apartado con un plano de planta de del centro deportivo para ayudar al lector a diferenciar las diferentes zonas de las que consta:

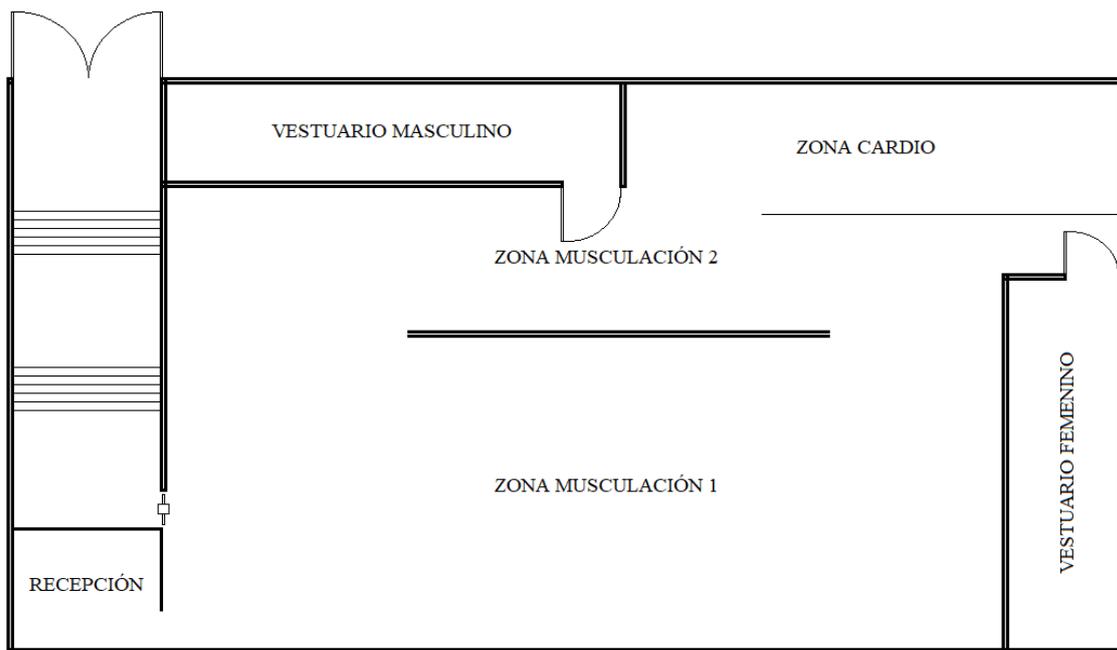


Imagen 1. Plano de planta del centro deportivo

Al encontrarnos con datos insuficientes por parte del cliente, los cálculos se basarán en estimaciones ofrecidas por el cliente de la distribución de elementos de consumo. Por tanto, en este apartado se distribuirá el consumo según las zonas diferenciables del complejo, quedando como:

Zona musculación 1

Siendo esta la sala principal y de mayor tamaño de la instalación. En esta se desarrollan actividades como levantamiento de peso (libre, arrastrado o en máquina) y clases personalizadas por monitores.

La zona de pesos libres la conforman accesorios como las mancuernas, barras olímpicas, bancos de pesas, barras de dominadas, entre otros accesorios los cuales se suelen agrupar entorno a jaulas de potencia y musculación.

Los receptores de esta zona que generan consumo eléctrico son:

- 30 plafones con 2 tubos
- 2 pantallas de televisión de 32''
- Equipo música
- 8 ventiladores de techo
- 8 halógenos LED
- 2 Inverter (Frio y calor)

Zona musculación 2

En esta zona se desarrollan actividades de levantamiento de peso (libre, arrastrado o en máquina), relajamiento muscular y estiramientos. La variedad de maquinaria disponible

en esta zona es menor por su tamaño, siendo estas diferentes a las de la zona de musculación 1. Los receptores de esta zona que generan consumo eléctrico son:

- 3 plafones con 2 tubos
- 2 ventiladores de techo
- Inverter (Frio y calor)

Zona cardio

En esta zona se llevan a cabo actividades para el desarrollo cardiovascular como correr, bicicleta estática o elíptica. Es una zona de poca afluencia por parte de la clientela, pero aun así también genera consumo mediante:

- 5 Máquinas elípticas
- 6 Máquinas de correr (cintas)
- 4 plafones con 2 tubos
- 2 ventiladores de techo
- Inverter (Frio y calor)

Para simular con mayor exactitud el consumo en los elementos de mayor potencia, se adopta un factor en las máquinas de correr del **0,3**. Esto se hace así porque existe mucha variedad (la cual no consume es de uso más asiduo por los clientes) y es poco probable que se estén utilizando a su mayor potencia (alcanzarían velocidades superiores a los 20 km/h).

Vestuario

Es la zona en la que los usuarios tras realizar ejercicio pueden ducharse y cambiarse de ropa. Como elementos de consumo encontramos:

- 5 paneles LED
- Termo agua caliente para 3 duchas

Destacamos por su alto consumo el termo de agua, al que se ha decidido darle un factor de **0,25** para simular que no siempre está en uso ni a su máxima potencia.

Cabe destacar que el consumo del vestuario se multiplica por dos para abastecer al de hombres y al de mujeres.

Recepción

Tras entrar al gimnasio es lo primero que el cliente ve. En ella nos recibe una persona trabajando en la gestión y bienvenida del gimnasio. Los receptores de esta zona que generan consumo eléctrico son:

- Recepción con pc + monitor + impresora
- 2 paneles LED pequeños

Aplicando estos factores y utilizando una hoja de cálculo se obtiene que la potencia requerida por la instalación sería de **18,7 kW**.

En el anexo de cálculos eléctrico se obtendrá el consumo real para la comprobación de la validez de la instalación.

1.4.2 Características elementos de consumo

Con el propósito de reunir toda la información referente al consumo de cada receptor de la instalación, se adjunta una tabla con los receptores disponibles y los consumos independientes de cada uno:

Receptores	kW
Plafón doble tubo	0,072
Pantalla TV 32"	0,12
Equipo de sonido	0,5
Ventilador de techo	0,05
Halógeno	0,01
Máquina elíptica	0,1
Máquina de correr	1,5
Panel LED	0,04
Termo agua caliente	3
Ordenador	0,5
Monitor	0,04
Impresora	0,01
Panel LED pequeño	0,02
Inverter (F/C)	1,875 / 1,945

Tabla 2. Consumos receptores de la instalación

En el anexo de documentación se añadirán la información del fabricante de cada receptor acompañado del consumo real para la comprobación de la validez de la instalación.

1.5 Emplazamiento de la instalación

El centro de deportes en el que basamos el presente proyecto lo situamos en el término municipal de Olesa de Montserrat. Este se encuentra a las afueras de la localidad, más concretamente en Carrer de l'Urgell (73-63).

Se adjuntan las coordenadas geográficas exactas acompañadas de la vista de satélite del emplazamiento:

- Latitud **N 41° 33' 16.549''**
- Longitud **E 1° 53' 26.782''**



Imagen 2. Lugar de emplazamiento del centro deportivo e instalación

En el anexo de planos se distinguirán las diferentes zonas de las que consta la instalación

1.6 Consumos y tiempos de funcionamiento

Siguiendo con los datos del apartado anterior y con la finalidad de obtener unos cálculos lo más ajustados a la realidad, se tendrá en cuenta:

- Horario de apertura al público:

El horario habitual (exceptuando festivos) es de lunes a sábado de las 6:00 a 22:30. Siendo este horario fijo durante todo el año.

- Calendario laboral

Debido a que este es un gimnasio gestionado por una empresa privada, se guiará únicamente por el calendario de festivos que indique la comunidad autónoma y el propio municipio.



Imagen 3. Calendario laborables/festivos

Como podemos ver en la Imagen 3, el uso del gimnasio será muy intenso, por lo que debemos prestar especial atención a la autonomía de las baterías.

A modo resumen y para facilitar los cálculos, se adjunta una pequeña tabla con la cantidad total de días laborales en cada uno de los meses:

Mes	Días apertura	Mes	Días apertura
Enero	25	Julio	27
Febrero	25	Agosto	25
Marzo	26	Septiembre	25
Abril	24	Octubre	25
Mayo	25	Noviembre	25
Junio	24	Diciembre	24
Días totales		300	

Tabla 3. Días laborables por mes

Una vez disponemos de estos datos y los del apartado anterior, podemos iniciar el estudio del consumo total de la instalación. Con ellos podremos dimensionar la nueva instalación fotovoltaica y escoger correctamente los diferentes equipos que la formarán.

Aunque en el apartado de Cálculos del proyecto se desarrollen esto de forma más extendida, en este punto resumiremos los datos obtenidos en diferentes tablas.

1.7 Radiación

El diseño de una instalación solar fotovoltaica eficiente empieza en la colocación óptima de los paneles solares de la misma. Para ello, no solo debemos tener en cuenta la orientación, sino también la inclinación con el objetivo de obtener la máxima cantidad de radiación solar diaria.

Esta radiación máxima se consigue cuando los rayos solares se encuentren perpendiculares a él, por lo que debemos adecuarlos a esto, aunque sin un sistema de seguimiento solar la solución que se ha elegido es la **dobles inclinación**.

Esta solución se adopta porque a lo largo del año el sol índice de forma diferente necesitando en los meses de verano el panel tenga una menor inclinación (alrededor de los 30°) y en invierno mayor (cerca de los 60°). Cabe destacar que la instalación aun no estando completamente perpendicular seguirá produciendo, pero el rendimiento de la misma se verá reducido.

Aunque la inclinación óptima variaría día a día se ha procedido con un estudio para optimizar la colocación de los paneles para conseguir el máximo rendimiento de la instalación modificando la inclinación de los paneles **dos veces al año**.

Los cálculos de la instalación se hacen obteniendo la cantidad de radiación disponible en la zona en la que está situado el centro deportivo. Para ello, utilizaremos la herramienta **PVGIS**, la cual encontramos en la siguiente página web:

https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html#PVP

Esta aplicación nos proporciona la información real sobre la radiación solar y el rendimiento de los sistemas fotovoltaicos en cualquier parte del mundo.

El estudio consta de cuatro inclinaciones en las que se puede ver la radiación media de cinco años y el valor medio de la misma. Para realizar este estudio, se ha hecho uso de la herramienta online de PVGIS (en el anexo de documentación se adjuntarán las tablas obtenidas).

Empezamos el estudio con un ángulo de 15°, en el que podremos ver que los meses más desfavorables son los de otoño e invierno. En contrapartida los que mejor radiación obtienen son los meses de verano:

15

	2012	2013	2014	2015	2016	VALOR MINIMO
Enero	105,23	97,02	87,82	102,93	88,99	87,82
Febrero	136,8	106,58	104,41	110,32	116,22	104,41
Marzo	191,7	141,6	168,78	149,44	157,01	141,6
Abril	160,09	171,89	192,15	195,04	176,64	160,09
Mayo	217,52	200,21	198,28	227,8	209,35	198,28
Junio	230,44	226,04	215,07	226,81	226,7	215,07
Julio	226,91	233,7	220	226,79	241,98	220
Agosto	223,33	195,9	190,26	204,63	215,05	190,26
Septiembre	147,01	170,31	148,81	151,73	174,39	147,01
Octubre	127,42	123,58	145,58	117,38	101,59	101,59
Noviembre	88,69	97,25	75,23	108,32	98,29	75,23
Diciembre	99,04	85,92	89,75	88,22	91,53	85,92
					TOTAL	1727,28

Tabla 4. Radiación obtenida con inclinación 15°

Al colocar la instalación a 15 obtendríamos una radiación total anual de **1727,28**.

Al seguir con el ángulo de 30° nos encontramos que en los meses de abril y agosto la radiación es mayor que en 15 grados, siendo en el resto bastante similar. Aun así, la producción anual es un **4,78%** superior a la de 15°, llegando a los **1809,82**.

30

	2012	2013	2014	2015	2016	VALOR MINIMO
Enero	130,7	119,54	107,14	127,95	108,39	107,14
Febrero	160,95	123,88	120,98	128,27	134,98	120,98
Marzo	211,93	153,51	184,88	162,39	171,07	153,51
Abril	162,84	175,84	196,56	200,07	180,06	162,84
Mayo	212,13	195,05	193,78	222,23	204,18	193,78

Junio	219,58	215,84	205,25	215,83	215,65	205,25
Julio	218,23	225,54	212,01	218,42	233,12	212,01
Agosto	223,63	195,87	190,38	205,34	215,64	190,38
Septiembre	154,26	181,43	157,05	161,02	185,65	154,26
Octubre	143,74	139,26	166,39	131,87	113,38	113,38
Noviembre	105,99	118,2	88,67	132,52	118,77	88,67
Diciembre	126,47	107,62	112,99	110,68	115,27	107,62
					TOTAL	1809,82

Tabla 5. Radiación obtenida con inclinación 30°

La tercera inclinación estudiada es a 45°, siendo los resultados similares a los de 30° con la diferencia de que su producción en los meses cercanos a otoño-invierno es mayor:

45

	2012	2013	2014	2015	2016	VALOR MINIMO
Enero	148,63	135,22	120,42	145,54	121,75	120,42
Febrero	175,7	134,34	130,87	139,04	146,19	130,87
Marzo	219,8	157,22	190,8	166,64	175,87	157,22
Abril	157,52	170,71	190,66	194,63	174,43	157,52
Mayo	196,17	180,62	180,01	205,32	188,83	180,01
Junio	198	195,06	185,6	194,37	194,21	185,6
Julio	198,98	195,06	193,66	199,14	212,43	193,66
Agosto	212,19	185,91	181,01	195,38	204,87	181,01
Septiembre	153,5	182,59	157,07	161,73	186,72	153,5
Octubre	152,14	147,42	177,79	139,34	119,27	119,27
Noviembre	117,53	132,34	97,34	149,02	132,49	97,34
Diciembre	146,53	123,15	129,68	126,78	132,33	123,15
					TOTAL	1799,57

Tabla 6. Radiación obtenida con inclinación 45°

Encontramos que tiene tres meses en los que su producción es mayor al resto, pero su producción es un **0,57%** inferior respecto a la inclinación de 30°, llegando un total de **1799,57**.

Por último, con inclinación de 60°, la radiación obtenida en los meses de otoño-invierno es mayor al resto de inclinaciones, pero en verano esta disminuye drásticamente, lo que provoca una radiación anual de **1696,36**, siendo esta la más baja estudiada.

	2012	2013	2014	2015	2016	VALOR MINIMO
Enero	157,64	142,85	126,65	154,36	128,04	126,65
Febrero	179,87	137,09	133,24	141,76	148,93	133,24
Marzo	214,53	152,27	185,91	161,71	170,88	152,27
Abril	144,26	156,67	174,62	178,93	159,85	144,26
Mayo	170,93	158,03	158,02	178,56	164,48	158,02
Junio	167,28	165,14	157,64	163,99	163,92	157,64
Julio	170,54	176,55	166,22	170,31	181,34	166,22
Agosto	189,57	166,57	162,71	175,38	183,35	162,71
Septiembre	144,73	173,49	148,66	153,61	177,28	144,73
Octubre	151,87	147,33	178,79	139,09	118,71	118,71
Noviembre	122,41	138,59	100,57	156,52	138,37	100,57
Diciembre	157,69	131,34	138,56	135,32	141,42	131,34
					TOTAL	1696,36

Tabla 7. Radiación obtenida con inclinación 60°

Como hemos podido ver en el estudio de radiación, la influencia de la inclinación es clave, por lo que, en vez de utilizar una sola inclinación, con lo que perderíamos rendimiento, se ha decidido utilizar una doble inclinación comparando cuando se da la radiación máxima. Para ello, como podemos ver en las tablas anteriores se ha pintado de verde los meses más favorables y en azul grisáceo los más desfavorables, obteniendo:

	MEDIA MIN	MEDIA MAX
Enero	87,82	126,65
Febrero	104,41	133,24
Marzo	141,6	157,22
Abril	144,26	162,84
Mayo	158,02	198,28
Junio	157,64	215,07
Julio	166,22	220
Agosto	162,71	190,38
Septiembre	144,73	154,26
Octubre	101,59	119,27
Noviembre	75,23	100,57
Diciembre	85,92	131,34

Tabla 8. Radiación media obtenida (mínimas y máximas-óptimas)

Aplicando una sola inclinación perderíamos rendimiento, por lo que la solución de la doble inclinación es cada vez más atractiva. Se decide dividir en dos posibles combinaciones de inclinación quedando:

	15-45	30-60	OPTIMA
Radiación anual	1878,98	1881,3	1909,12
% Optimización	98,42	98,54	-

Tabla 9. Resumen radiación obtenida y optimización

En la tabla 17 vemos como aumentamos la radiación recibida con ambas combinaciones, pero la opción de inclinaciones de **30-60** arroja un rendimiento del **99,18** (respecto a la opción de utilizar la inclinación optima entre las disponibles cada mes).

Esto supone cambiar la inclinación de las placas **únicamente 2 veces al año**, las cuales haremos coincidir con el mantenimiento de las mismas.

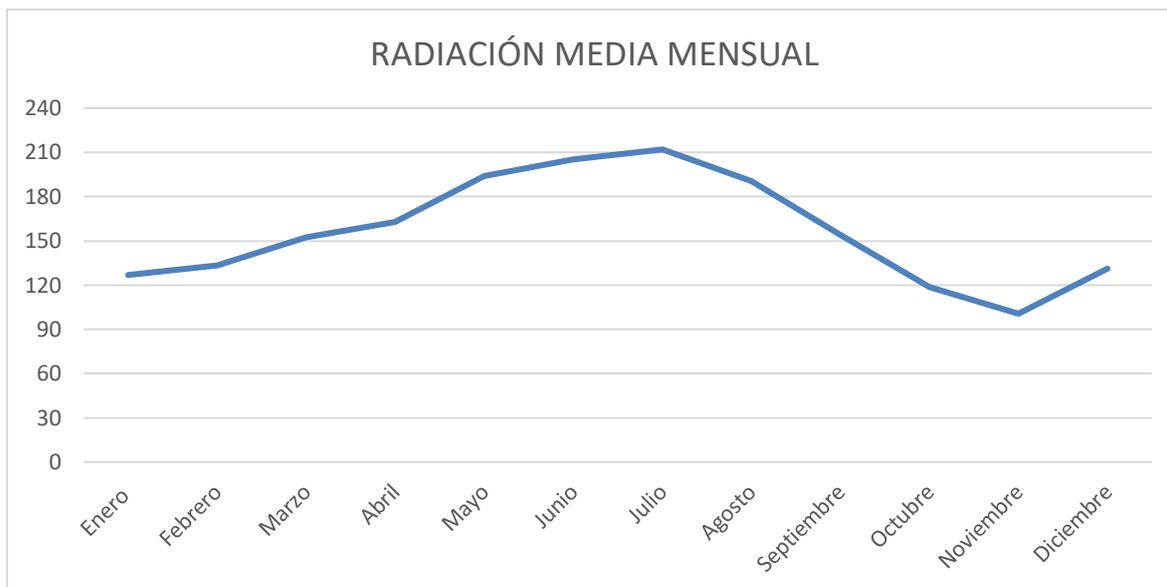
Con la doble inclinación 30-60, obtenemos los siguientes valores de radiación:

30-60		
	RAD.MENSUAL	INCLINACIÓN
Enero	126,65	60
Febrero	133,24	60
Marzo	152,27	60
Abril	162,84	30
Mayo	193,78	30
Junio	205,25	30
Julio	212,01	30
Agosto	190,38	30
Septiembre	154,26	30
Octubre	118,71	60
Noviembre	100,57	60
Diciembre	131,34	60

Tabla 10. Radiación mensual con la inclinación elegida (30-60)

La tabla 18 muestra la radiación mensual con la inclinación elegida para cada mes siguiendo los resultados obtenidos en el **PVGIS**.

Para facilitar la comprensión, se utiliza la siguiente gráfica en la que ilustraremos la evolución de la radiación a lo largo del año:



Gráfica 1. Radiación media mensual

Ahora ya disponemos de datos suficientes para proseguir con el cálculo de la instalación. Para confeccionar la siguiente tabla tendremos en cuenta:

$$\text{Consumo (Ah/mes)} = \frac{\text{Consumo mensual}}{V_{\text{Instalación}} \cdot \text{Rendimiento}_{\text{Inversor}}}$$

Ejemplo Enero

$$\text{Consumo}_{\text{Enero}} = \frac{\text{Consumo mensual}_{\text{Enero}}}{V_{\text{Instalación}} \cdot \text{Rendimiento}_{\text{Inversor}}} = \frac{7426,15 \cdot 1,1 \cdot 1000}{48 \cdot 0,95} = 179139,58 \text{ Ah/mes}$$

Podemos ver nuevos conceptos como la $V_{\text{Instalación}}$, la cual se explicará el motivo de que sea **48 V** a lo largo del proyecto. El rendimiento del inversor viene dado por la tabla de características del mismo (de adjuntará en el anexo de documentación).

Para calcular el consumo del mes de enero se toma el consumo mensual de **7426,15 kWh**. Para conseguir resultados con algo de holgura (por seguridad) volvemos a multiplicar por **1,1** para incrementar en un 10% extra el consumo.

En la siguiente columna vemos la radiación obtenida en la página XX del proyecto.

Finalmente, el coeficiente a partir del que será ejecutado este proyecto se calcula de forma que:

$$\text{Coeficiente} = \frac{\text{Consumo}_{\text{Mensual}} (\text{Ah/mes})}{\text{Radiación}_{\text{Mensual}}}$$

Ejemplo Enero

$$\text{Coeficiente}_{\text{ENERO}} = \frac{179139,58}{126,65} = 1414,45$$

Siguiendo este mismo procedimiento y calculando cada mes se obtienen:

	CONS.(Ah/mes)	RAD.MENSUAL	COEFICIENTE
Enero	179139,58	126,65	1414,45
Febrero	169755,81	133,24	1274,06
Marzo	146158,54	152,27	959,86
Abril	112394,53	162,84	690,21
Mayo	107693,86	193,78	555,75
Junio	120754,53	205,25	588,33
Julio	194467,26	212,01	917,26
Agosto	182323,79	190,38	957,68
Septiembre	125785,96	154,26	815,42
Octubre	111107,24	118,71	935,96
Noviembre	176793,64	100,57	1757,92
Diciembre	171974,00	131,34	1309,38

Tabla 11. Coeficientes mensuales

Aun viendo en el presente apartado los resultados de forma resumida, en el anexo de cálculos se ampliará y explicará cada apartado.

1.8 Paneles solares

En el anterior apartado se ha hablado ampliamente de consumos y radiación que debe obtener el sistema para funcionar, pero ahora se pasará al estudio de las placas. Vemos que se ha elegido un sistema el cual funciona a una tensión de **48 V**.

El efecto Joule es el causante de esta elección, debido a que según explica este, cuando una corriente eléctrica circula por un conductor, una parte de la energía cinética que llevan los electrones se acaba transformando en calor.

Para explicar este efecto nos basaremos en 2 formulas:

Energía

$$E = P \cdot t = V \cdot I \cdot t$$

Ley de Ohm

$$V = R \cdot I \quad \longrightarrow \quad I = \frac{V}{R}$$

De estas podemos deducir que, a mayor tensión, menor intensidad y, por tanto, menores pérdidas en la instalación.

Teniendo ya claro la tensión que se utilizará a lo largo del proyecto, queda despejar la duda de cuantas placas serán necesarias para tal fin. Sabemos que cada placa genera **24V**, así que:

$$\text{n}^\circ \text{ Placas SERIE} = \frac{V_{\text{Instalación}}}{V_{\text{Placa}}} = \frac{48}{24} = \mathbf{2 \text{ placas en serie}}$$

Para el cálculo de las placas totales que necesitaremos para abastecer la instalación haremos uso ahora del coeficiente calculado en el apartado anterior, seleccionando el más desfavorable. Esto lo haremos así, ya que este reúne las peores condiciones a las que hará frente nuestra instalación. Dicho esto, se procede con el cálculo de las líneas de placas en paralelo necesarias:

$$\text{n}^\circ \text{ líneas PARALELO} = \frac{\text{Coeficiente ENERO}}{I_{\text{max_potencia}}} = \frac{1414,45}{9,33} = \mathbf{188,42 \text{ líneas en paralelo}}$$

Conocemos que las placas tendrán un desgaste a lo largo del año y que el cliente puede en algún momento puntual demandar algo más de energía, por lo que, por evitar posibles inconvenientes en la instalación, se decide sobredimensionar esta un 20%, quedando como:

$$\text{n}^\circ \text{ líneas PARALELO} = \frac{\text{Coeficiente ENERO} \cdot 1,2}{I_{\text{max_potencia}}} = \frac{1414,45 \cdot 1,2}{9,33} = \mathbf{226,10 \text{ líneas en paralelo}}$$

Como es de entender, no es posible poner 117,13 placas, por lo se instalarán **227 líneas en paralelo**. Cada línea estará compuesta por 2 placas en serie, siendo el total de placas de:

$$\text{n}^\circ \text{ placas TOTAL} = (\text{n}^\circ \text{ Placas SERIE}) \cdot (\text{n}^\circ \text{ líneas PARALELO}) = \mathbf{454 \text{ placas fotovoltaicas}}$$

1.8.1 Selección del panel solar

Una vez conocida la cantidad de placas a utilizar, procedemos con la elección de la misma. Para ello, tendremos en cuenta tanto sus dimensiones, como su placa de características.

Aunque su precio sea algo más elevado, la búsqueda se centra en placas de alto rendimiento, siendo finalmente la elegida **ASP370M6-72**. Se trata de una placa con dimensiones estándar, por lo que tanto su instalación como transporte serán más sencillos y conseguiremos un mayor número de soportes compatibles.

En el anexo de documentación se incluirá toda la información referente a la placa, pero los aspectos más destacables de la misma son:

Dimensiones y plano

Sus dimensiones son de **1956 x 992 x 40 mm** como podemos ver en la imagen 3 adjunta:

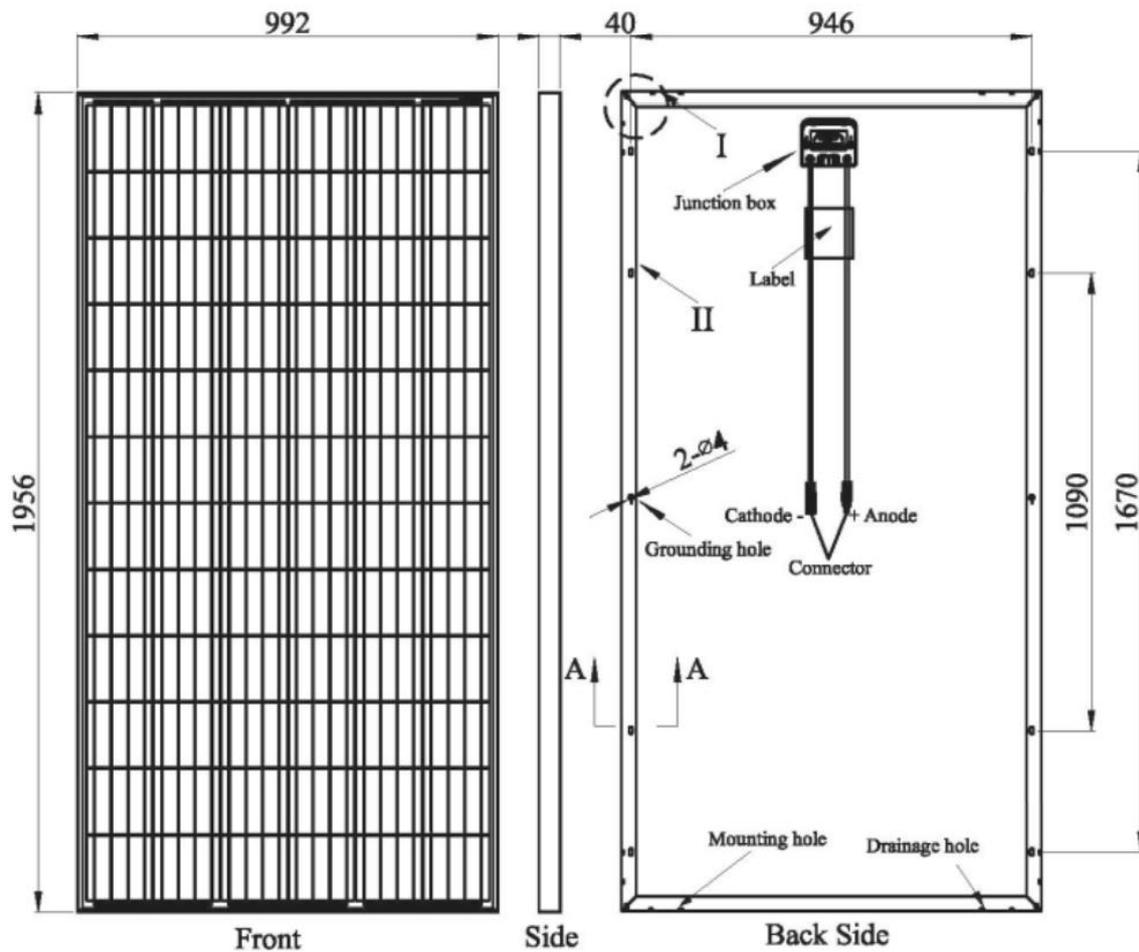


Imagen 3. Plano del panel solar

Placa de características

W_p (W)	370
V_{max} (V)	39,63
I_{max} (A)	9,33
V_{oc} (V)	47,48
I_{sc} (A)	9,69
Eficiencia	19,07%
Tolerancia Potencia	1,50%

Tabla 12. Placa de característica del panel solar

Con una potencia pico de **370 W** por placa, teniendo en cuenta que nuestra instalación constará de **454 paneles**, la potencia total instalada será de:

$$\text{Potencia}_{TOTAL} = 370 \cdot 454 = 167980 \text{ W} = 167,98 \text{ kW}$$

1.8.2 Soportes y distancias entre placas

1.8.2.1 Soportes

Al tratarse de una instalación de gran envergadura, la instalación de los paneles puede convertirse en un problema y más teniendo en cuenta el uso de la doble inclinación. Por ello, se opta por el uso de estructuras de aluminio regulables.

Podemos encontrar gran cantidad de soportes en el mercado, siendo los soportes **STR05H-1642-994** y **STR02H-1642-994** los que mejor se adaptan a nuestras necesidades. En el primer modelo mencionado, se pueden instalar hasta **5 paneles** colocados en horizontal con **inclinación regulable**.

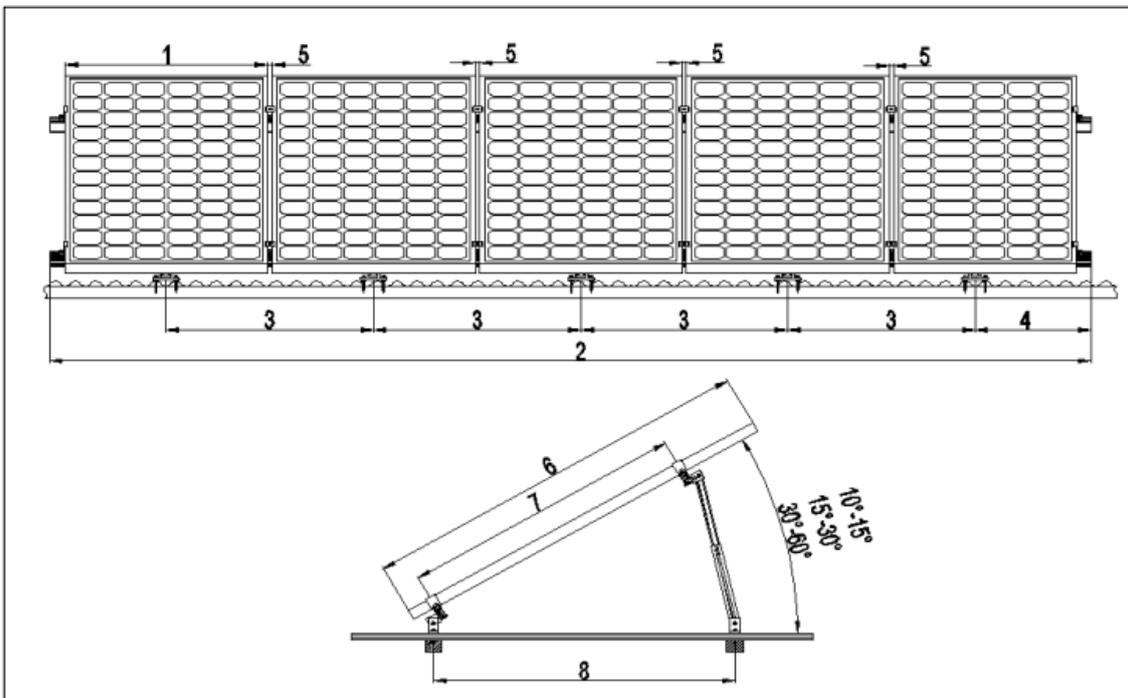


Imagen 5. Plano del soporte de los cinco paneles

El segundo soporte, permite instalar **2 paneles** colocados en horizontal con **inclinación regulable**.

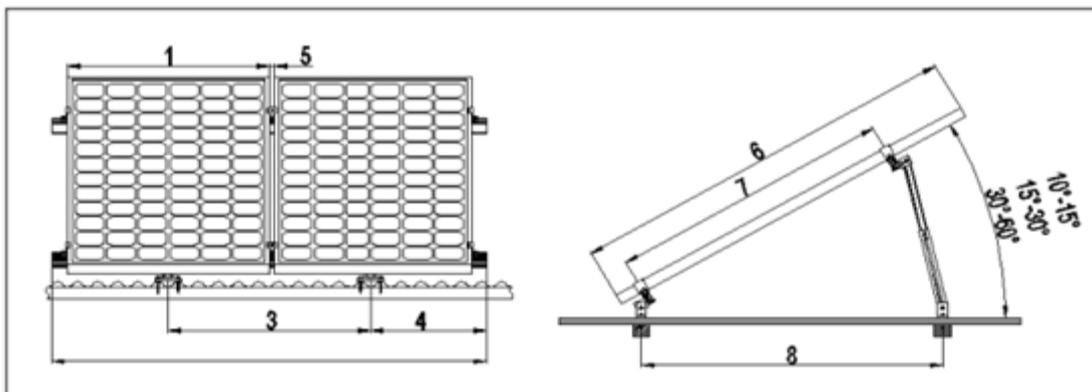


Imagen 6. Plano del soporte de los dos paneles

1.8.2.2 Distancias entre placas

Recordemos que las dimensiones de nuestro panel son **1956 x 992 x 40 mm**, siendo **992 mm** la dimensión que tendremos en cuenta en este apartado.

El terreno sobre el que situaremos nuestras placas no presenta ningún desnivel apreciable, aun así, en el momento de su instalación se verificará para optimizar su inclinación que como hemos visto a lo largo del proyecto es un parámetro importante en el rendimiento de la instalación.

El soporte elegido permite la **doble inclinación** de **30°- 60°** buscada, por lo que no habría que realizar ningún ajuste extra en el o en el terreno.

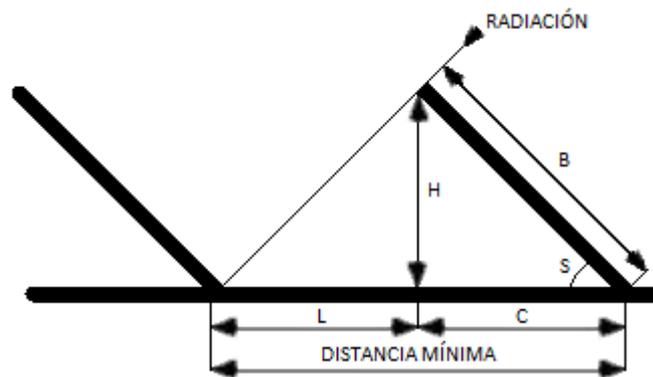


Imagen 7. Esquema del cálculo de la distancia mínima entre filas de paneles

Separación con inclinación de 30°

Siguiendo el esquema de la imagen X:

$$C = \sin 30^\circ \cdot B = \sin 30^\circ \cdot 992 = \mathbf{496 \text{ mm}}$$

Ahora por simple trigonometría hayamos la H:

$$H = \sqrt{B^2 - C^2} = \sqrt{992^2 - 496^2} = \mathbf{859,1 \text{ mm}}$$

A continuación, averiguamos el valor de la constante K:

$$K = \frac{1}{\tan(61 - \text{latitud})} = \frac{1}{\tan(61 - 41.55)} = \mathbf{2.83}$$

Finalmente, la distancia mínima valdrá:

$$d_{\text{MIN}} = H \cdot K = 859,1 \cdot 2.83 = \mathbf{2432.77 \text{ mm}}$$

Separación con inclinación de 60°

Siguiendo el esquema de la imagen X:

$$C = \sin 60^\circ \cdot B = \sin 30^\circ \cdot 992 = \mathbf{859,1 \text{ mm}}$$

Ahora por simple trigonometría hayamos la H:

$$H = \sqrt{B^2 - C^2} = \sqrt{992^2 - 859,1 \text{ mm}^2} = 496 \text{ mm}$$

El valor de la constante K se mantiene en **2.83** y la distancia mínima valdrá:

$$d_{\text{MIN}} = H \cdot K = 496 \cdot 2.83 = 1403,68 \text{ mm}$$

La opción más restrictiva es cuando tenemos los paneles con inclinación de 30°, siendo así y disponiendo de una gran zona para la instalación de las placas, se tomará **2,5 metros** de distancia entre ellas.

1.9 Baterías OPZs

En este punto ya sabemos cuanta energía y la potencia solar instalada necesitamos, pero esta energía no va a ser consumida en el mismo instante que se produce, por lo que necesitaremos almacenarla en baterías.

Estamos hablando de grandes potencias y consumos, para lo que necesitaremos un conjunto de baterías que nos ofrezca tanto capacidad como la posibilidad de satisfacer la demanda de energía del cliente.

Baterías OPZs

Este tipo de batería debido a su capacidad, tamaño y duración, son las que son utilizadas en instalaciones fotovoltaicas aisladas de gran potencia. Existen otro tipo de batería como ahora las de gel o monoblock, siendo estas últimas similares en capacidad, pero no en precio.

Aunque éstas requieren un mantenimiento bianual y que sus ciclos de carga para aumentar la vida útil no superen el 70%, son la mejor opción por su relación precio/capacidad.

Estas baterías constan de vasos independientes de **2V**, los cuales se conectan entre sí para conseguir la tensión que la instalación requiera, siendo en nuestro caso **48V**.

Cálculos y autonomía

En este apartado, tendremos en cuenta la localización de la instalación, debido a que por el buen clima de Barcelona (apenas tiene días lluviosos), podremos trabajar con 5 días de autonomía.

Quizás parezca una autonomía muy amplia porque difícilmente encontraremos 5 días completos de mal tiempo, pero esto también se hace porque al utilizar menor profundidad de batería, estas alargarán su vida útil unos años.

La hora del fabricante nos ofrece información de la capacidad de la batería hasta una descarga de 100 horas, pero 4 días de autonomía nos darán:

$$\text{Autonomía total (h)} = 4 \text{ días} \cdot 24 \frac{\text{h}}{\text{día}} = 96 \text{ horas}$$

La autonomía de las baterías se vería levemente modificada, pero se deja constancia en el proyecto que así podría ser.

En la tabla 21, vemos en conjunto los meses del año y el consumo diario que se tiene en cada mes:

Mes	Consumo total diario (kWh) +10%
Enero	326,75
Febrero	309,63
Marzo	316,25
Abril	213,55
Mayo	196,43
Junio	229,43
Julio	328,43
Agosto	332,56
Septiembre	229,43
Octubre	202,66
Noviembre	322,47
Diciembre	326,75

Tabla 13. Consumo diario medio

Se utiliza en este apartado el consumo diario medio cada mes estimando que el uso de las instalaciones por parte de los usuarios es similar. Esto se hace así por tres principales motivos:

- Los clientes siguen rutinas en las que los entrenamientos se ejecutan con días intermedios de descanso
- No todos los clientes tienen las mismas pautas de días con entrenamiento y días sin este
- La gran mayoría de consumos de la instalación se basa en climatización e iluminación del centro. Ambos factores se tienen un funcionamiento ya adaptado en los cálculos del uso estimado (en horas) del mismo.

Se incluye un 10% de consumo extra para evitar futuros inconvenientes por falta de energía.

El consumo en Ah (diario), se ha calculado como:

$$Ah = \frac{\text{Consumo total diario (kWh)} \cdot 1000}{V_{\text{Instalación}}}$$

Ejemplo enero

$$Ah_{\text{ENERO}} = \frac{326,75 \cdot 1000}{48} = \mathbf{6807,30 \text{ Ah}}$$

Para calcular la cantidad de baterías de nuestra instalación necesitamos:

- Consumo más desfavorable (**Consumo ENERO = 6807,30 Ah**)

- Tensión de la instalación (**48V**)
- Horas de autonomía (**96 horas**)
- Profundidad de descarga elegida (**70%**)

Una vez conocidos todos estos, lo calculamos:

$$C_{96} = \frac{\text{Días autonomía} \cdot \text{Consumo diario}}{\text{Profundidad de descarga}} = \frac{4 \cdot 6807,30}{0.7} = \mathbf{38389,48 \text{ Ah}}$$

En este punto ya conocemos la capacidad que necesitamos en baterías, pero no la cantidad de estas que serán necesarias.

Mirando diferentes catálogos, nos encontramos que no existe ninguna batería que tenga esa capacidad, por lo que habrá que conectar diversas de menor capacidad hasta llegar a la deseada.

Existe una gran variedad de capacidades y siendo las baterías el elemento más caro de la instalación, se hace un estudio en el que se muestran las diferentes capacidades con el precio por Ah de las mismas. Para esto nos dirigimos a la web:

<http://www.lidersolar.es/Baterias/Baterias-OPZS/EXIDE-CLASSIC-SOLAR>

Y basándonos en esta, obtenemos:

Capacidad (Ah)	Precio (€)	(€/Ah)
185	115,11	0,622
240	143,35	0,597
300	166,59	0,555
370	187,55	0,507
440	204,55	0,465
540	208,45	0,386
645	232,93	0,361
750	258,83	0,345
970	285,48	0,294
1055	312,36	0,296
1295	385,82	0,298
1380	420,48	0,305
1620	450,85	0,278
1950	516,62	0,265
2300	728,65	0,317
2445	812,25	0,332
3040	955,6	0,314
3280	1045,19	0,319
3765	1212,42	0,322
4000	1308,01	0,327
4500	1401,34	0,311

Tabla 14. Precios por Ah según batería

Las diferencias de precio a partir de capacidades cercanas a 1000 Ah son de poco más de 4 céntimos el Ah, pero al ser una instalación de grandes dimensiones con altos consumos esto podría encarecer la instalación, por lo que optamos por la opción más económica las **OPzS Solar 1990**, con una capacidad de **1950 Ah** con **C₁₀₀** a **2V**. Por lo que para llegar a la capacidad de **35077,43 Ah**:

$$\text{n}^\circ \text{ líneas de baterías PARALELO} = \frac{C_{96}}{C_{Batería}} = \frac{35077,43}{1950} = \mathbf{19,69 \text{ líneas de baterías en paralelo}}$$

Me decanto por la opción de poner **20 líneas** debido a que el fabricante nos ofrece una capacidad suponiendo una descarga a 100 horas, pero nuestra autonomía es de 96.

La solución de **20 líneas en paralelo**, sería, por tanto, viable para la autonomía deseada.

Nuestra instalación debe funcionar a 48V, siendo necesario calcular cuantas baterías en serie se han de poner:

$$\text{n}^\circ \text{ baterías SERIE} = \frac{V_{\text{Instalación}}}{V_{\text{Batería}}} = \frac{48V}{2V} = \mathbf{24 \text{ baterías en serie}}$$

Con 24 baterías en serie y 20 líneas en paralelo el total de baterías es de:

$$\mathbf{Baterías \text{ TOTALES} = Baterías \text{ SERIE} \cdot \text{Líneas PARALELO} = 480 \text{ baterías}}$$

1.10 Reguladores

En nuestra instalación se trabaja con potencias elevadas y siendo la tensión de **48 V** (el cual es un valor pequeño la magnitud de potencia con la que se trabaja), esto conlleva intensidades muy elevadas y grandes pérdidas.

Esto ha provocado el desarrollo de los **reguladores maximizadores**. Estos, se encargan de optimizar el funcionamiento del campo fotovoltaico. Su funcionamiento se basa en:

- Las tensiones de trabajo de las placas pueden ser superiores a **100 V**. Esto, permite el uso de placas con una tensión pico y una potencia mayor.
- Funcionamiento de las placas conectadas en serie a potencia máxima durante el mayor tiempo posible.

Para el cálculo de los reguladores, es necesario recopilar algunos datos ya conocidos instalación. Algunos de ellos son:

Placa

- Potencia máxima: **370 W**
- Intensidad a máxima potencia: **9.33 A**
- Tensión en el punto de máxima potencia: **39.63 V**
- Tensión de circuito abierto: **47.48 V**

Instalación

- Conjunto de baterías funcionando a **48 V**

Tras el cálculo de las placas necesarias quedando estas en **227 líneas** con 2 placas (454 placas en total), hemos buscado un regulador que pueda gestionar de forma proporcional y eficiente estas. Se ha seleccionado el **Victron MPPT Smart 250/100A** por sus características:

- Intensidad de carga nominal: **100 A**
- Tensión máxima del circuito abierto FV: **245 V**

Como nuestra instalación funciona a **48V**:

- Potencia FV máxima: **5800 W**
- Máxima intensidad de cortocircuito: **70 A**

nº placas en serie por Tensión de Cortocircuito

$$nPS_vca = \frac{V_{Max_C_ABIERTO}}{V_{Circuito_ABIERTO}} = \frac{245}{47,48} = \mathbf{5,16 \text{ placas en serie}}$$

nº placas en serie por Tensión pico

$$nPS_vmp = \frac{V_{Max_C_ABIERTO}}{V_{MAX_Potencia}} = \frac{245}{39,63} = \mathbf{6,18 \text{ placas en serie}}$$

Se escoge la opción más restrictiva, como máximo se podrán conectar **5 placas en serie**, de manera que la tensión de trabajo en el punto de máxima potencia se calculará mediante el producto de la tensión pico por el número de placas en serie:

$$39.63 \cdot 5 \text{ placas en serie} = 198.15 \text{ V}$$

Puesto que el valor que se ha obtenido es menor que la tensión máxima del circuito abierto fotovoltaico que admite el equipo, damos como válida esta solución.

Una vez realizados los cálculos de la potencia instalada, se pasa a los cálculos necesarios para los reguladores y la configuración de las líneas de placas.

nº líneas por regulador

$$n^\circ \text{ líneas por regulador} = \frac{100}{9,33} = 10,72 \text{ líneas por regulador}$$

nº Reguladores

$$n^\circ \text{ Reguladores} = \frac{\text{líneas de placas paralelo}}{\text{líneas por regulador}} = \frac{227}{10} = 22,7 \text{ reguladores}$$

Cada línea de placas está configurada como 2 placas en serie, por lo que la limitación de 5 placas en serie por regulador la cumpliría, siendo la solución del apartado **22 reguladores con 10 líneas de dos placas en serie cada uno y un último regulador con 7 líneas de dos placas en serie.**

Otra solución que podemos adoptar sería el uso de **5 placas en serie**, formando así con las 454 placas fotovoltaicas un total de 91 líneas en paralelo. Utilizando esta solución, recalculamos los reguladores necesarios:

$$\text{n}^\circ \text{ Reguladores} = \frac{\text{líneas de placas paralelo}}{\text{líneas por regulador}} = \frac{91}{10} = 9,1 \text{ reguladores}$$

Cada línea de placas está configurada como 5 placas en serie por regulador, siendo la solución del apartado **9 reguladores con 10 líneas de cinco placas en serie cada uno y un último regulador con 1 línea de cuatro placas en serie**.

1.11 Inversores

Hemos calculado en anteriores apartado las potencias que requiere el cliente y la entregada por las placas, ahora continuaremos con el cálculo de los inversores.

El inversor es el encargado de convertir la corriente continua que proviene de los paneles en corriente alterna a 230 V (en nuestro caso), para poder hacer un uso convencional de esta.

Los parámetros que se han tenido en cuenta para seleccionar el inversor adecuado son:

- Potencia máxima requerida (**10,9 kW**)
- Tensión de la instalación (**48 V**)
- Eficiencia

Aun siendo **18,71 kW** la potencia máxima que se ha estimado en un principio por cálculo, para evitar futuros inconvenientes, se decide añadir un **10% extra** quedando en **20,37 kW** de potencia máxima en la instalación.

El inversor elegido es:

- Conext XW+ 8548 E (**6800W**)

Se necesitarán 3 inversores para conseguir el funcionamiento de la instalación a su potencia máxima. Con ello, conseguimos una potencia máxima final de **20,4 kW**. Pero, las potencias descritas serían para un uso continuo, pero en la propia hoja de características nos indica que para tiempos reducidos pueden llegar a entregar valores cercanos **al doble de potencia máxima**:

Nombre abreviado	XW+ 7048 E	XW+ 8548 E
Salida de CA del inversor		
Potencia de salida (continua) a 25 °C	5500 W	6800 W
Sobrecarga (30 minutos/60 segundos) a 25 °C	7000 W / 9500 W	8500 W / 12000 W

Imagen 8. Características básicas del inversor

En sobrecarga de 30 minutos podríamos trabajar con una potencia máxima de **25,5 kW**, siendo de **36 kW** para sobrecargas de 30 segundos.

1.12 Cableado

Al tratarse de una instalación de gran envergadura, el modo de instarla puede permitirnos economizar a la vez que optimizamos la cantidad de cableado necesario.

Cabe destacar que nuestra instalación únicamente cubrirá hasta la entrada del inversor, por lo que todo el cableado que se utilice será para corriente continua. Este se calculará mediante caída de tensión según normativa e intensidad máxima soportada.

La caída de tensión, se calcula para un porcentaje de la tensión nominal, que variará en función de los equipos que conecta cumpliendo con la normativa vigente:

- Caídas de tensión entre generador y regulador/inversor: **3%**
- Caídas de tensión entre regulador y batería: **1%**
- Caídas de tensión entre inversor y batería: **1%**
- Caídas de tensión entre regulador e inversor: **1%**
- Caídas de tensión entre inversor/regulador y equipos de consumo: **3%**

Vistos los porcentajes máximos permitidos, por criterio del proyectista, se aplicarán los porcentajes recomendados por el IDAE:

- Paneles – Regulador: **1%**
- Regulador – Baterías: **0,5%**
- Baterías – Inversor: **1%**

En el anexo de cálculos se extenderá el estudio de la sección necesaria para cada tramo.

1.13 Protecciones de la instalación

El presente apartado tomará como referencia el pliego de condiciones técnicas de instalaciones aisladas de la red publicado por el IDEA.

Este indica que:

- Todas aquellas instalaciones que cuenten con tensiones nominales superiores o iguales a 48 V contarán con una toma de tierra a la que mínimamente estará conectado la estructura de soporte del panel y sus marcos metálicos.
- La instalación estará protegida frente a cortocircuitos, sobrecargas y sobretensiones.

Como método preceptivo al uso de la instalación, el sistema de protecciones asegurará la protección de las personas frente a contactos indirectos.

1.13.1 Fusibles

Se instalarán como protección ante sobreintensidades. Su funcionamiento está basado en un dispositivo que se convierte en un circuito abierto cuando la intensidad que lo atraviesa supera su intensidad de rotura.

Se colocará un fusible en la línea que unen los cinco paneles conectados en serie con el regulador y otro tras conectar las 10 líneas de paneles al regulador

El cálculo para seleccionar la intensidad nominal admisible del fusible necesario, se hará mediante la siguiente expresión:

$$I_B \leq I_N \leq 0,9 \cdot I_{RMAX}$$

Siendo:

I_B: Intensidad de corriente de la línea

I_N: Intensidad nominal del fusible

I_{RMAX}: Intensidad máxima del conductor

Entre los cinco paneles y el regulador

En el anexo de cálculos vemos que, en este tramo, tenemos:

- Tensión (Suma de tensiones de cinco placas = **198,15 V**)
- Intensidad (**9,33 A**)

Como se ha visto en el cálculo de sección, la máxima corriente admisible $I_{RMAX} = 32$ A.

$$9,33 \leq I_N \leq 0,9 \cdot 32 \qquad 9,33 \leq I_N \leq 28,8$$

El fusible a instalar sería el **NH00** de **20 A**, el cual puede trabajar a un máximo de **500 V** de tensión nominal.

Tras conectar las 10 líneas de paneles al regulador

En el anexo de cálculos vemos que, en este tramo, tenemos:

- Tensión (Suma de tensiones de cinco placas = **198,15 V**)
- Intensidad (**93,3 A**)

Como se ha visto en el cálculo de sección, la máxima corriente admisible $I_{RMAX} = 32$ A.

$$93,3 \leq I_N \leq 0,9 \cdot 32 \qquad 93,3 \leq I_N \leq 252$$

El fusible a instalar sería el **NH00** de **100 A**, el cual puede trabajar a un máximo de **500 V** de tensión nominal.

1.13.2 Toma a tierra

Se trata de una seguridad adicional que según, **ITC-BT-18**, crea una unión eléctrica directa, sin fusibles ni protección alguna, mediante una toma de tierra con un electrodo enterrado en el suelo.

Los conductores de cobre utilizados como electrodos serán de construcción y resistencia eléctrica según la clase 2 de la norma **UNE 21.022**.

El tipo y la profundidad de enterramiento de las tomas de tierra deben ser tales que la posible pérdida de humedad del suelo, la presencia del hielo u otros efectos climáticos, no aumenten la resistencia de la toma de tierra por encima del valor previsto, con una profundidad nunca será inferior a 0.50 m, según **ITC-BT-18**.

La Habrá dos instalaciones de toma de tierra:

- La primera para los marcos metálicos de los paneles solares
- Otra para proteger al propietario de posibles derivaciones en los inversores.

El conductor estará enterrado al menos 0,8 m, por lo que se realizarán dos zanjas de aproximadamente un metro.

Los marcos metálicos de los módulos irán conectados al embarrado de puesta a tierra, dentro de una arqueta destinada para ello donde se encontrará una pica de 2 metros.

Las conexiones deberán ser inoxidables, estar preparadas para la intemperie y tener una sección del conductor es de 16 mm².

PRESUPUESTO

Panel fotovoltaico

PANEL FOTOVOLTAICO ASP370M6-72

Se trata de un panel fotovoltaico con una potencia de salida de **370 W** (funcionando a **39.63V** y **9.33 A**) y unas dimensiones de 1956 x 992 x 40 mm.

Siguiendo las indicaciones de la página de compras, el W_{PICO} tiene un valor de 0,22€, siendo el precio unitario es de **81,40 €**.

Al precio del panel habría que incluir la mano de obra del instalador:

- 20€/hora Electricista 1ª
- 8€/hora aprendiz/ayudante de electricista

Estimaremos 0,25 horas (15 minutos) para instalar el cableado del panel, aumentando el coste por panel en 7€

El total de **454** paneles ya instalados sería de **40133,60 €**

Soportes

SOPORTE STR05H-1642-994

Se trata de un soporte para 5 paneles fotovoltaicos colocados horizontalmente

El precio unitario es de **23.24€**, al que añadiremos el tiempo necesario por los instaladores:

- 8€/hora aprendiz/ayudante de electricista

Estimaremos 0,5 horas (30 minutos) para instalar el soporte del panel, aumentando el coste por soporte en 4€

El total de **88** soportes ya instalados sería de **2397,12 €**

SOPORTE STR02H-1642-994

Se trata de un soporte para 2 paneles fotovoltaicos colocados horizontalmente

El precio unitario es de **19.27€**, al que añadiremos el tiempo necesario por los instaladores:

- 8€/hora aprendiz/ayudante de electricista

Estimaremos 0,5 horas (30 minutos) para instalar el soporte del panel, aumentando el coste por soporte en 4€

El total de **7** soportes ya instalados sería de **162,89 €**

Inversores

INVERSOR CARGADOR CONEXT XW+ 8548E

Se trata de un inversor que permite 8,5kW (48V/230VAC) con 5,5kW continuos y función cargador a 140Ah

El precio unitario es de **2399 €**, al que añadiremos el tiempo necesario por los instaladores:

- 20€/hora Electricista 1ª

Estimaremos 1,5 horas (90 minutos) para instalar inversor, aumentando el coste por inversor en 30€

El total de **3** inversores ya instalados sería de **7287 €**

Reguladores

REGULADOR-MAXIMIZADOR MPPT 250V/100A VICTRON SMART

Se trata de un regulador con una potencia FV máxima de **5800 W** (funcionando a 48V) y soporta unas intensidades de 100A.

El precio unitario es de **755,57 €**. Al precio del regulador habría que incluir la mano de obra del instalador:

- 20€/hora Electricista 1ª
- 8€/hora aprendiz/ayudante de electricista

Estimaremos 0,25 horas (15 minutos) para instalar el cableado regulador, aumentando el coste por regulador en 7€

El total de **10** reguladores ya instalados sería de **7625,7 €**

Baterías

BATERÍA OPZS SOLAR 1990

Se trata de una batería con una capacidad C100 de 1950 Ah y 2V de tensión.

El precio unitario es de **516,62€**. Al precio de cada batería, habría que incluir la mano de obra del instalador:

- 20€/hora Electricista 1ª
- 8€/hora aprendiz/ayudante de electricista

Estimaremos 0,2 horas (12 minutos) para instalar cada batería, aumentando el coste por regulador en 5,6€. Tras consultar con más proveedores, para compras de esta envergadura, el descuento aplicable ha sido en el caso más desfavorable de un 12%, quedando el precio final por batería instalada en **460,22 €**.

El total de **480** baterías ya instaladas sería de **220908,29 €**

Caseta

Se utilizará para este fin una caseta formada por módulos prefabricados con la intención de abaratar el coste total de la instalación. El coste de esta sería, una vez instalada y con la adecuación necesaria del terreno de **12000€**.

Cableado

En este punto del apartado se recogen los precios partiendo con los precios actuales, pudiendo estos variar de forma apreciable. Dicho esto, los precios actuales de mercado para la instalación son:

Cableado de 95 mm² - Manguera de cable flexible negro 1x90mm RVK 1kV (**8,95€/m**)

Los cálculos de las distancias, presentes en el anexo de cálculos, estiman una distancia de 145 metros necesarios de cableado de 95 mm², esto representaría un coste de **1.297,75 €**.

Cableado de 70 mm² - Manguera de cable flexible negro 1x70mm RVK 1kV (**7,20€/m**)

Se necesitarán 65 metros de cableado con 70 mm² de sección con un coste total de **468 €**.

Cableado de 50 mm² - Manguera de cable flexible negro 1x90mm RVK 1kV (**4,60€/m**)

Se necesitarán 25 metros de cableado con 50 mm² de sección con un coste total de **115 €**.

Cableado de 35 mm² - Manguera de cable flexible negro 1x90mm RVK 1kV (**3,50€/m**)

Se necesitarán 20 metros de cableado con 35 mm² de sección con un coste total de **70 €**.

Cableado de 25 mm² - Manguera de cable flexible negro 1x90mm RVK 1kV (**2,5€/m**)

Se necesitarán 10 metros de cableado con 25 mm² de sección con un coste total de **25 €**.

Cableado de 16 mm² - Manguera de cable flexible negro 1x90mm RVK 1kV (**1,80 €/m**)

Se necesitarán 65 metros de cableado con 16 mm² de sección con un coste total de **117 €**.

Cableado de 10 mm² - Manguera de cable flexible negro 1x90mm RVK 1kV (**1,20€/m**)

Se necesitarán 10 metros de cableado con 10 mm² de sección con un coste total de **12 €**.

Cableado de 4 mm² - Manguera de cable flexible negro 1x90mm RVK 1kV (**0,60€/m**)

Se necesitarán 1000 metros de cableado con 4mm² de sección con un coste total de **600€**.

Protecciones

Entre los cinco paneles y el regulador

El fusible a instalar sería el **NH00** de **20 A**, el cual puede trabajar a un máximo de **500 V** de tensión nominal.

El precio unitario es de **2,57 €**. Al precio del regulador habría que incluir la mano de obra del instalador:

- 8€/hora aprendiz/ayudante de electricista

Estimaremos 6 minutos para instalar el fusible, aumentando el coste por fusible en 0,8€

El total de **91** reguladores ya instalados sería de **306,67 €**

Tras conectar las 10 líneas de paneles al regulador

El fusible a instalar sería el **NH00** de **100 A**, el cual puede trabajar a un máximo de **500 V** de tensión nominal.

El precio unitario es de **3,30 €**. Al precio del regulador habría que incluir la mano de obra del instalador:

- 8€/hora aprendiz/ayudante de electricista

Estimaremos 6 minutos para instalar el fusible, aumentando el coste por fusible en 0,8€

El total de **10** reguladores ya instalados sería de **41 €**

Total

El presupuesto total de la instalación será de:

Coste TOTAL = Coste PANELES + Coste SOPORTES_5 + Coste SOPORTES_2 + Coste INVERSORES + Coste REGULADORES + Coste CASETA + Coste BATERÍAS + Coste CABLEADO + Coste PROTECCIONES = 40133,60 + 2397,12 + 162,89 + 7287 + 7625,70 + 12000 + 220908,29 + 2704,75 + 306,67 + 41 = 293.567,02€

Una vez calculado todo, el sueldo del proyectista para esta instalación será del 4% del total de la misma, siendo el presupuesto final de **305309,70 €** (incluyendo en estos los **11.742,68 €** que se pagaran al proyectista).

A esto habría que incluir el 21% de IVA, por lo que el coste total de la instalación ascendería a **369424,73 €**

AHORRO Y VIABILIDAD

INDICE

3.1 Coste W_{PICO}	40
3.2 Ahorro anual	40
3.3 Coste de la generación del kWh	40
3.3.1 Coste de la generación del kWh a los 25 años	40
3.3.2 Coste de la generación del kWh a los 40 años	41
3.4 Viabilidad económica de la instalación	42

3.1 Coste W_{PICO}

Una vez resuelto el proyecto y disponiendo del presupuesto final, con el cálculo del W_{PICO} obtendremos la relación entre la potencia instalada y el precio total de la instalación:

$$\text{Coste } W_{PICO} = \frac{\text{Coste instalación}}{W \text{ instalados}} = \frac{369424,73}{167980} = \mathbf{2,19 \text{ €/}W_{PICO}}$$

Para este tipo de instalaciones el precio estaría entre 2 y 3,5€ por lo que entra dentro de nuestras expectativas económicas. Puede, en principio, parecer un precio elevado, pero hay que tener en cuenta la envergadura de la instalación y la gran autonomía con la que ha sido diseñada.

3.2 Ahorro anual

Disponemos de una instalación sobredimensionada para cumplir las exigencias energéticas del mes más desfavorable (enero en nuestro caso). Esto lleva a que produzcamos energía sobrante la cual podríamos llegar a vender, pero en el presente proyecto no entraremos en esas tesituras.

Continuamos con el cálculo de la energía total que se producirá a lo largo del primer año. Para ello tendremos en cuenta que nuestra instalación tiene un total de **167980 W** instalados y disponemos de **2095** horas solares, por tanto:

$$\mathbf{kWh \text{ generados } 1^{\text{º}}\text{AÑO}} = 167,98 \text{ kW} \cdot 2095 \frac{\text{horas}}{\text{año}} \cdot 1 \text{ año} = \mathbf{351918,10 \text{ kWh}}$$

Anualmente nuestra instalación requiere **83017,76 kWh**, consumiendo solo el **23,59 %** de la energía producida disponible. Contando únicamente la energía consumida, el ahorro es de:

$$\mathbf{Ahorro \text{ AÑO}} = 83017,76 \text{ kWh} \cdot 0,18\text{€/kWh} = \mathbf{14943,19 \text{ €}}$$

* Se toma 0,18€/kWh como valor medio de este sin tener en cuenta los valores de discriminación horaria

3.3 Coste de la generación del kWh

Aun siendo un dato interesante, el ahorro que recibimos el primer año no es totalmente adecuado para estimar la viabilidad de nuestra instalación. Esto es así por el desgaste, mantenimiento y reposición que año a año incrementarán los costes de la instalación.

3.3.1 Coste de la generación del kWh a los 25 años

Tanto los inversores, reguladores y baterías se cambiarán entre los 15 y 20 años, por ello, completaremos el presente proyecto con el cálculo de costes y ahorro de la instalación a 25 años:

$$\mathbf{kWh \text{ generados}} = 167,98 \text{ kW} \cdot 0,9 \cdot 2095 \frac{\text{horas}}{\text{año}} \cdot 25 \text{ años} = \mathbf{7918157,25 \text{ kWh}}$$

- Se ha tenido en cuenta un desgaste en las placas del **10%** en 25 años

$$\text{Coste instalación } 25 \text{ AÑOS} = \text{Coste INICIAL} + \text{Coste BATERÍAS} + \text{Coste INVERSORES} + \text{Coste REGULADORES} = 369424,73 + (220908,29 + 7287 + 7625,70) \cdot 1,21 = \mathbf{654768,12 \text{ €}}$$

Al coste de la instalación le sumariamos el del mantenimiento y acondicionamiento de los paneles. La instalación requiere de una limpieza de paneles cada 3 meses y un cambio de inclinación, que haremos coincidir para revisar el estado del resto de elementos. Por tanto:

$$\text{Coste instalación } 25 \text{ AÑOS_FINAL} = \text{Coste instalación } 25 \text{ AÑOS} + \text{Coste MANTENIMIENTO} = 654768,12 + (3000 \cdot 4 + 1200 \cdot 2) \cdot 25 = \mathbf{1014768,12 \text{ €}}$$

Si hemos producido **7918157,25 kWh**, el coste por kWh será de:

$$\text{Coste kWh } 25 \text{ AÑOS} = \frac{1014768,12}{7918157,25} = 0,1282 \text{ €/kWh}$$

Este precio se asemeja mucho al utilizado para el cálculo del ahorro, siendo este incluso inferior.

3.3.2 Coste de la generación del kWh a los 40 años

De nuevo, tanto los inversores, como reguladores y baterías se cambiarán entre los 15 y 20 años, por ello, completaremos el presente proyecto con el cálculo de costes y ahorro de la instalación a 40 años:

$$\text{kWh generados} = 167,98 \text{ kW} \cdot 0,85 \cdot 2095 \frac{\text{horas}}{\text{año}} \cdot 40 \text{ años} = \mathbf{11965215,4 \text{ kWh}}$$

- Se ha tenido en cuenta un desgaste en las placas del **15%** en 40 años

$$\text{Coste instalación } 40 \text{ AÑOS} = \text{Coste instalación } 25 \text{ AÑOS} + \text{Coste BATERÍAS} + \text{Coste INVERSORES} + \text{Coste REGULADORES} = 654768,12 + (220908,29 + 7287 + 7625,70) \cdot 1,21 = \mathbf{940111,53 \text{ €}}$$

Al coste de la instalación le sumariamos el del mantenimiento y acondicionamiento de los paneles. La instalación requiere de una limpieza de paneles cada 3 meses y un cambio de inclinación, que haremos coincidir para revisar el estado del resto de elementos. Por tanto:

$$\text{Coste instalación } 40 \text{ AÑOS_FINAL} = \text{Coste instalación } 40 \text{ AÑOS} + \text{Coste MANTENIMIENTO} = 940111,53 + (3000 \cdot 4 + 1200 \cdot 2) \cdot 40 = \mathbf{1516111,53 \text{ €}}$$

Si hemos producido **11965215,4 kWh**, el coste por kWh será de:

$$\text{Coste kWh } 25 \text{ AÑOS} = \frac{1516111,53}{11965215,4} = 0,1267 \text{ €/kWh}$$

Este precio se asemeja mucho al utilizado para el cálculo del ahorro, siendo este incluso inferior que en el caso anterior.

3.4 Viabilidad económica de la instalación

Tras el estudio del coste del kWh durante la vida útil de la instalación; resulta interesante conocer el momento en el que esta recuperaría la inversión económica. Por ello, se realiza un estudio de los 25 primeros años de vida de la instalación teniendo en cuenta:

- Precio de kWh en red a 0,15€/kWh
- Degradación de las placas un 0,8% los primeros 5 años, un 0,4% hasta los 20 años y un 0,3% a partir de los 20 años

Con todo esto, obtenemos:

Año	Energía producida anual (kWh)	Eficiencia instalación (%)	Energía generada total (kWh)	Coste acumulado instalación (€)	Beneficio instalación (€)
1	351918,10	100	351918,10	383824,73	52787,72
2	349102,76	99,20	701020,86	398224,73	105153,13
3	346309,93	98,41	1047330,79	412624,73	157099,62
4	343539,45	97,62	1390870,24	427024,73	208630,54
5	340791,14	96,84	1731661,38	441424,73	259749,21
6	338064,81	96,06	2069726,19	455824,73	310458,93
7	336712,55	95,68	2406438,74	470224,73	360965,81
8	335365,70	95,30	2741804,44	484624,73	411270,67
9	334024,24	94,92	3075828,68	499024,73	461374,30
10	332688,14	94,54	3408516,81	513424,73	511277,52
11	331357,39	94,16	3739874,20	527824,73	560981,13
12	330031,96	93,78	4069906,16	542224,73	610485,92
13	328711,83	93,41	4398617,99	556624,73	659792,70
14	327396,98	93,03	4726014,97	571024,73	708902,25
15	326087,39	92,66	5052102,37	870768,13	757815,36
16	324783,05	92,29	5376885,41	885168,13	806532,81
17	323483,91	91,92	5700369,32	899568,13	855055,40
18	322189,98	91,55	6022559,30	913968,13	903383,90
19	320901,22	91,19	6343460,52	928368,13	951519,08
20	319617,61	90,82	6663078,13	942768,13	999461,72
21	318339,14	90,46	6981417,27	957168,13	1047212,59
22	317384,12	90,19	7298801,40	971568,13	1094820,21
23	316431,97	89,92	7615233,37	985968,13	1142285,01
24	315482,68	89,65	7930716,05	1000368,13	1189607,41
25	314536,23	89,38	8245252,27	1014768,13	1236787,84

Tabla 15. Viabilidad económica de la instalación

Podemos ver que, en el **onceavo año**, la instalación quedaría haberá generado suficiente energía para compensar el desembolso inicial.

En el momento que haya que cambiar las baterías, reguladores e inversores, de nuevo tendremos que hacer un pequeño desembolso económico (hemos supuesto que todo esto pasaría a lo largo del quinceavo año), pero en solo cuatro años se compensaría.

ANEXO CÁLCULOS

INDICE

4.1 Cableado de la instalación	46
4.1.1 Criterios de dimensionamiento y diseño	46
4.1.2 Calculo de la sección del cable entre paneles y regulador	47
4.1.3 Calculo de la sección del cable entre paneles	57
4.1.4 Calculo de la sección del cable entre reguladores-baterías	58
4.1.5 Calculo de la sección del cable entre baterías e inversores	58
4.2 Cálculos del apartado características instalación	59
4.3 Cálculos del apartado radiación	91
4.4 Cálculos del apartado Baterías	93
4.5 Cálculos del emplazamiento de la instalación	94
4.5.1 Distribución de los paneles solares	94
4.5.2 Caseta	95

4.1 Cableado de la instalación

La selección de la correcta sección de cable adecuada para componente, evitará las posibles caídas de tensión y con ello, el aumento de la corriente, evitando así pérdidas.

Cada conexión requiere una sección diferente, la cual se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot I}{k \cdot U}$$

Siendo:

L: Longitud de la conducción

I: Intensidad máxima

K: Conductividad del material ($m/\Omega mm^2$) [Cu = 56 $m/\Omega mm^2$]

U: Caída de tensión

La caída de tensión (U) se calcula para un porcentaje de la tensión nominal, que variará en función de los equipos que conecta cumpliendo con la normativa vigente:

- Caídas de tensión entre generador y regulador/inversor: **3%**
- Caídas de tensión entre regulador y batería: **1%**
- Caídas de tensión entre inversor y batería: **1%**
- Caídas de tensión entre regulador e inversor: **1%**
- Caídas de tensión entre inversor/regulador y equipos de consumo: **3%**

Vistos los porcentajes máximos permitidos, por criterio del proyectista, se aplicarán los porcentajes recomendados por el IDAE:

- Paneles – Regulador: **1%**
- Regulador – Baterías: **0,5%**
- Baterías – Inversor: **1%**

El desarrollo de este apartado se centrará en el cableado existente únicamente hasta los inversores, dejando claro que la instalación del cliente debe estar adaptada previamente para las exigencias energéticas que ha demandado.

4.1.1 Criterios de dimensionamiento y diseño

Para los cálculos de la sección del cableado se tendrán en cuenta dos posibles criterios, escogiendo siempre el más desfavorable:

Máxima intensidad admisible

Este criterio será en función de la máxima intensidad que puede soportar una sección determinada y de la intensidad que puede circular por la misma.

Caída de tensión máxima admisible

Vendrá definida por la caída de tensión máxima para un tramo de cable y la sección a elegir tendrá que, como máximo, provocará la caída de tensión anteriormente mencionada.

4.1.2 Cálculo de la sección del cable entre paneles y regulador

Calcularemos la sección entre los paneles fotovoltaicos y el regulador (situado dentro de la caseta) teniendo en cuenta:

- Intensidad de cada serie de paneles **9,33 A**
- Número de líneas series por línea **10**

$$\text{Intensidad máxima} = 10 \cdot 9,33 = \mathbf{93,3 A}$$

Placas - Regulador 1

Nos pondremos en el caso más desfavorable en el que la placa está situada al extremo inverso de la caseta, lo que supondría una distancia de **55** metros entre las placas y el regulador.

El cálculo de la distancia entre la placa más alejada y el regulador se hace teniendo en cuenta que la última fila de estas estará a **50** metros a lo que sumaremos el espacio sin placas hasta el regulador, quedando **55** metros.

La tensión de trabajo en este tramo es de **198,15 V** y su caída de tensión máxima es del 1%. Sustituimos todos estos datos en la fórmula del cálculo de sección:

$$S = \frac{2 \cdot 55 \cdot 93,3}{56 \cdot 1,9815} = \mathbf{92,49 \text{ mm}^2}$$

Se selecciona la de entre los valores comerciales del cable de cobre, seleccionando el inmediatamente superior al calculado, siendo este **95 mm²**.

El método de instalación del cable entre las placas y el regulador, sería cable multiconductor en conducto enterrado. Este tramo iría bajo tierra desde la última placa hasta el interior de la caseta.

Cada tramo soporta una corriente máxima debido a su método de instalación, se comprobará la corriente máxima admisible del cable según este requisito, siguiendo las tablas siguientes extraídas de la norma **UNE 20460-5-523**:

Secciones nominales de los conductores mm ²	Método de instalación de la tabla 52 – B1					
	A1	A2	B1	B2	C	D
						
1	2	3	4	5	6	7
Cobre						
1,5	19	18,5	23	22	24	26
2,5	26	25	31	30	33	34
4	35	33	42	40	45	44
6	45	42	54	51	58	56
10	61	57	75	69	80	73
16	81	76	100	91	107	95
25	106	99	133	119	138	121
35	131	121	164	146	171	146
50	158	145	198	175	209	173
70	200	183	253	221	269	213
95	241	220	306	265	328	252
120	278	253	354	305	382	287
150	318	290	–	–	441	324
185	362	329	–	–	506	363
240	424	386	–	–	599	419
300	486	442	–	–	693	474

Imagen 9. Tabla 52-C2 Intensidades admisibles_S95

Por intensidad con un cable de **16 mm²** sería suficiente, pero nos decantamos por el de **95 mm²** como hemos calculado anteriormente para cumplir la caída de tensión exigida.

$$252 > 93,3 \text{ A}$$

Placas - Regulador 2

El cálculo de la distancia entre la placa y el regulador se hace teniendo en cuenta que la fila estará a **42,5** metros a lo que sumaremos el espacio sin placas hasta el regulador, quedando **47,5** metros.

La tensión de trabajo en este tramo es de **198,15 V** y su caída de tensión máxima es del 1%. Sustituimos todos estos datos en la fórmula del cálculo de sección:

$$S = \frac{2 \cdot 47,5 \cdot 93,3}{56 \cdot 1,9815} = 79,88 \text{ mm}^2$$

Se selecciona la de entre los valores comerciales del cable de cobre, seleccionando el inmediatamente superior al calculado, siendo este **95 mm²**.

El método de instalación del cable entre las placas y el regulador, sería cable multiconductor en conducto enterrado. Este tramo iría bajo tierra desde la placa hasta el interior de la caseta.

Cada tramo soporta una corriente máxima debido a su método de instalación, se comprobará la corriente máxima admisible del cable según este requisito, siguiendo las tablas siguientes extraídas de la norma **UNE 20460-5-523**:

Secciones nominales de los conductores mm ²	Método de instalación de la tabla 52 – B1					
	A1	A2	B1	B2	C	D
						
1	2	3	4	5	6	7
Cobre						
1,5	19	18,5	23	22	24	26
2,5	26	25	31	30	33	34
4	35	33	42	40	45	44
6	45	42	54	51	58	56
10	61	57	75	69	80	73
16	81	76	100	91	107	95
25	106	99	133	119	138	121
35	131	121	164	146	171	146
50	158	145	198	175	209	173
70	200	183	253	221	269	213
95	241	220	306	265	328	252
120	278	253	354	305	382	287
150	318	290	–	–	441	324
185	362	329	–	–	506	363
240	424	386	–	–	599	419
300	486	442	–	–	693	474

Imagen 10. Tabla 52-C2 Intensidades admisibles_S95

Por caída intensidad con un cable de 16 mm² sería suficiente, pero nos decantamos por el de **95 mm²** como hemos calculado anteriormente para cumplir la caída de tensión exigida.

$$252 > 93,3 \text{ A}$$

Placas - Regulador 3

El cálculo de la distancia entre la placa y el regulador se hace teniendo en cuenta que la fila estará a **37,5** metros a lo que sumaremos el espacio sin placas hasta el regulador, quedando **42,5** metros.

La tensión de trabajo en este tramo es de **198,15 V** y su caída de tensión máxima es del 1%. Sustituimos todos estos datos en la fórmula del cálculo de sección:

$$S = \frac{2 \cdot 42,5 \cdot 93,3}{56 \cdot 1,9815} = 71,47 \text{ mm}^2$$

Se selecciona la de entre los valores comerciales del cable de cobre, seleccionando el inmediatamente superior al calculado, siendo este **95 mm²**.

El método de instalación del cable entre las placas y el regulador, sería cable multiconductor en conducto enterrado. Este tramo iría bajo tierra desde la placa hasta el interior de la caseta.

Cada tramo soporta una corriente máxima debido a su método de instalación, se comprobará la corriente máxima admisible del cable según este requisito, siguiendo las tablas siguientes extraídas de la norma **UNE 20460-5-523**:

Secciones nominales de los conductores mm ²	Método de instalación de la tabla 52 – B1					
	A1	A2	B1	B2	C	D
						
1	2	3	4	5	6	7
Cobre						
1,5	19	18,5	23	22	24	26
2,5	26	25	31	30	33	34
4	35	33	42	40	45	44
6	45	42	54	51	58	56
10	61	57	75	69	80	73
16	81	76	100	91	107	95
25	106	99	133	119	138	121
35	131	121	164	146	171	146
50	158	145	198	175	209	173
70	200	183	253	221	269	213
95	241	220	306	265	328	252
120	278	253	354	305	382	287
150	318	290	–	–	441	324
185	362	329	–	–	506	363
240	424	386	–	–	599	419
300	486	442	–	–	693	474

Imagen 11. Tabla 52-C2 Intensidades admisibles_S95

Por caída intensidad con un cable de 16 mm² sería suficiente, pero nos decantamos por el de **95 mm²** como hemos calculado anteriormente para cumplir la caída de tensión exigida.

$$252 > 93,3 \text{ A}$$

Placas - Regulador 4

El cálculo de la distancia entre la placa y el regulador se hace teniendo en cuenta que la fila estará a **30** metros a lo que sumaremos el espacio sin placas hasta el regulador, quedando **35** metros.

La tensión de trabajo en este tramo es de **198,15 V** y su caída de tensión máxima es del 1%. Sustituimos todos estos datos en la fórmula del cálculo de sección:

$$S = \frac{2 \cdot 35 \cdot 93,3}{56 \cdot 1,9815} = 58,86 \text{ mm}^2$$

Se selecciona la de entre los valores comerciales del cable de cobre, seleccionando el inmediatamente superior al calculado, siendo este **70 mm²**.

El método de instalación del cable entre las placas y el regulador, sería cable multiconductor en conducto enterrado. Este tramo iría bajo tierra desde la placa hasta el interior de la caseta.

Cada tramo soporta una corriente máxima debido a su método de instalación, se comprobará la corriente máxima admisible del cable según este requisito, siguiendo las tablas siguientes extraídas de la norma **UNE 20460-5-523**:

Secciones nominales de los conductores mm ²	Método de instalación de la tabla 52 – B1					
	A1	A2	B1	B2	C	D
						
1	2	3	4	5	6	7
Cobre						
1,5	19	18,5	23	22	24	26
2,5	26	25	31	30	33	34
4	35	33	42	40	45	44
6	45	42	54	51	58	56
10	61	57	75	69	80	73
16	81	76	100	91	107	95
25	106	99	133	119	138	121
35	131	121	164	146	171	146
50	158	145	198	175	209	173
70	200	183	253	221	269	213
95	241	220	306	265	328	252
120	278	253	354	305	382	287
150	318	290	–	–	441	324
185	362	329	–	–	506	363
240	424	386	–	–	599	419
300	486	442	–	–	693	474

Imagen 12. Tabla 52-C2 Intensidades admisibles_S70

Por caída intensidad con un cable de 16 mm² sería suficiente, pero nos decantamos por el de **25 mm²** como hemos calculado anteriormente para cumplir la caída de tensión exigida.

$$213 > 93,3 \text{ A}$$

Placas - Regulador 5

El cálculo de la distancia entre la placa y el regulador se hace teniendo en cuenta que la fila estará a **25** metros a lo que sumaremos el espacio sin placas hasta el regulador, quedando **30** metros.

La tensión de trabajo en este tramo es de **198,15 V** y su caída de tensión máxima es del 1%. Sustituimos todos estos datos en la fórmula del cálculo de sección:

$$S = \frac{2 \cdot 30 \cdot 93,3}{56 \cdot 1,9815} = 50,45 \text{ mm}^2$$

Se selecciona la de entre los valores comerciales del cable de cobre, seleccionando el inmediatamente superior al calculado, siendo este **70 mm²**.

El método de instalación del cable entre las placas y el regulador, sería cable multiconductor en conducto enterrado. Este tramo iría bajo tierra desde la placa hasta el interior de la caseta.

Cada tramo soporta una corriente máxima debido a su método de instalación, se comprobará la corriente máxima admisible del cable según este requisito, siguiendo las tablas siguientes extraídas de la norma **UNE 20460-5-523**:

Secciones nominales de los conductores mm ²	Método de instalación de la tabla 52 – B1					
	A1	A2	B1	B2	C	D
						
1	2	3	4	5	6	7
Cobre						
1,5	19	18,5	23	22	24	26
2,5	26	25	31	30	33	34
4	35	33	42	40	45	44
6	45	42	54	51	58	56
10	61	57	75	69	80	73
16	81	76	100	91	107	95
25	106	99	133	119	138	121
35	131	121	164	146	171	146
50	158	145	198	175	209	173
70	200	183	253	221	269	213
95	241	220	306	265	328	252
120	278	253	354	305	382	287
150	318	290	–	–	441	324
185	362	329	–	–	506	363
240	424	386	–	–	599	419
300	486	442	–	–	693	474

Imagen 12. Tabla 52-C2 Intensidades admisibles_S70

Por caída intensidad con un cable de 16 mm² sería suficiente, pero nos decantamos por el de **70 mm²** como hemos calculado anteriormente para cumplir la caída de tensión exigida.

$$213 > 93,3 \text{ A}$$

Placas - Regulador 6

El cálculo de la distancia entre la placa más alejada y el regulador se hace teniendo en cuenta que la fila estará a **17,5** metros a lo que sumaremos el espacio sin placas hasta el regulador, quedando **22,5** metros.

La tensión de trabajo en este tramo es de **198,15 V** y su caída de tensión máxima es del 1%. Sustituimos todos estos datos en la fórmula del cálculo de sección:

$$S = \frac{2 \cdot 22,5 \cdot 93,3}{56 \cdot 1,9815} = 37,84 \text{ mm}^2$$

Se selecciona la de entre los valores comerciales del cable de cobre, seleccionando el inmediatamente superior al calculado, siendo este **50 mm²**.

El método de instalación del cable entre las placas y el regulador, sería cable multiconductor en conducto enterrado. Este tramo iría bajo tierra desde la placa hasta el interior de la caseta.

Cada tramo soporta una corriente máxima debido a su método de instalación, se comprobará la corriente máxima admisible del cable según este requisito, siguiendo las tablas siguientes extraídas de la norma **UNE 20460-5-523**:

Secciones nominales de los conductores mm ²	Método de instalación de la tabla 52 – B1					
	A1	A2	B1	B2	C	D
						
1	2	3	4	5	6	7
Cobre						
1,5	19	18,5	23	22	24	26
2,5	26	25	31	30	33	34
4	35	33	42	40	45	44
6	45	42	54	51	58	56
10	61	57	75	69	80	73
16	81	76	100	91	107	95
25	106	99	133	119	138	121
35	131	121	164	146	171	146
50	158	145	198	175	209	173
70	200	183	253	221	269	213
95	241	220	306	265	328	252
120	278	253	354	305	382	287
150	318	290	–	–	441	324
185	362	329	–	–	506	363
240	424	386	–	–	599	419
300	486	442	–	–	693	474

Imagen 13. Tabla 52-C2 Intensidades admisibles_S16

Por caída intensidad con un cable de 16 mm² sería suficiente, pero nos decantamos por el de **50 mm²** como hemos calculado anteriormente para cumplir la caída de tensión exigida.

$$173 > 93,3 \text{ A}$$

Placas - Regulador 7

El cálculo de la distancia entre la placa más alejada y el regulador se hace teniendo en cuenta que la fila estará a **12,5** metros a lo que sumaremos el espacio sin placas hasta el regulador, quedando **17,5** metros.

La tensión de trabajo en este tramo es de **198,15 V** y su caída de tensión máxima es del 1%. Sustituimos todos estos datos en la fórmula del cálculo de sección:

$$S = \frac{2 \cdot 17,5 \cdot 93,3}{56 \cdot 1,9815} = 29,43 \text{ mm}^2$$

Se selecciona la de entre los valores comerciales del cable de cobre, seleccionando el inmediatamente superior al calculado, siendo este **35 mm²**.

El método de instalación del cable entre las placas y el regulador, sería cable multiconductor en conducto enterrado. Este tramo iría bajo tierra desde la placa hasta el interior de la caseta.

Cada tramo soporta una corriente máxima debido a su método de instalación, se comprobará la corriente máxima admisible del cable según este requisito, siguiendo las tablas siguientes extraídas de la norma **UNE 20460-5-523**:

Secciones nominales de los conductores mm ²	Método de instalación de la tabla 52 – B1					
	A1	A2	B1	B2	C	D
						
1	2	3	4	5	6	7
Cobre						
1,5	19	18,5	23	22	24	26
2,5	26	25	31	30	33	34
4	35	33	42	40	45	44
6	45	42	54	51	58	56
10	61	57	75	69	80	73
16	81	76	100	91	107	95
25	106	99	133	119	138	121
35	131	121	164	146	171	146
50	158	145	198	175	209	173
70	200	183	253	221	269	213
95	241	220	306	265	328	252
120	278	253	354	305	382	287
150	318	290	–	–	441	324
185	362	329	–	–	506	363
240	424	386	–	–	599	419
300	486	442	–	–	693	474

Imagen 14. Tabla 52-C2 Intensidades admisibles_S35

Por caída intensidad con un cable de 16 mm² sería suficiente, pero nos decantamos por el de **35 mm²** como hemos calculado anteriormente para cumplir la caída de tensión exigida.

$$146 > 93,3 \text{ A}$$

Placas - Regulador 8

El cálculo de la distancia entre la placa más alejada y el regulador se hace teniendo en cuenta que la fila estará a **5** metros a lo que sumaremos el espacio sin placas hasta el regulador, quedando **10** metros.

La tensión de trabajo en este tramo es de **198,15 V** y su caída de tensión máxima es del 1%. Sustituimos todos estos datos en la fórmula del cálculo de sección:

$$S = \frac{2 \cdot 10 \cdot 93,3}{56 \cdot 1,9815} = 16,82 \text{ mm}^2$$

Se selecciona la de entre los valores comerciales del cable de cobre, seleccionando el inmediatamente superior al calculado, siendo este **25 mm²**.

El método de instalación del cable entre las placas y el regulador, sería cable multiconductor en conducto enterrado. Este tramo iría bajo tierra desde la placa hasta el interior de la caseta.

Cada tramo soporta una corriente máxima debido a su método de instalación, se comprobará la corriente máxima admisible del cable según este requisito, siguiendo las tablas siguientes extraídas de la norma **UNE 20460-5-523**:

Secciones nominales de los conductores mm ²	Método de instalación de la tabla 52 – B1					
	A1	A2	B1	B2	C	D
						
1	2	3	4	5	6	7
Cobre						
1,5	19	18,5	23	22	24	26
2,5	26	25	31	30	33	34
4	35	33	42	40	45	44
6	45	42	54	51	58	56
10	61	57	75	69	80	73
16	81	76	100	91	107	95
25	106	99	133	119	138	121
35	131	121	164	146	171	146
50	158	145	198	175	209	173
70	200	183	253	221	269	213
95	241	220	306	265	328	252
120	278	253	354	305	382	287
150	318	290	–	–	441	324
185	362	329	–	–	506	363
240	424	386	–	–	599	419
300	486	442	–	–	693	474

Imagen 15. Tabla 52-C2 Intensidades admisibles_S25

Por caída intensidad con un cable de 16 mm² sería suficiente, pero nos decantamos por el de **25 mm²** como hemos calculado anteriormente para cumplir la caída de tensión exigida.

$$121 > 93,3 \text{ A}$$

Placas - Regulador 9

El cálculo de la distancia entre la placa más alejada y el regulador se hace teniendo en cuenta que la fila estará a **0** metros a lo que sumaremos el espacio sin placas hasta el regulador, quedando **5** metros.

La tensión de trabajo en este tramo es de **198,15 V** y su caída de tensión máxima es del 1%. Sustituimos todos estos datos en la fórmula del cálculo de sección:

$$S = \frac{2 \cdot 5 \cdot 93,3}{56 \cdot 1,9815} = 8,41 \text{ mm}^2$$

Se selecciona la de entre los valores comerciales del cable de cobre, seleccionando el inmediatamente superior al calculado, siendo este **10 mm²**.

El método de instalación del cable entre las placas y el regulador, sería cable multiconductor en conducto enterrado. Este tramo iría bajo tierra desde la placa hasta el interior de la caseta.

Cada tramo soporta una corriente máxima debido a su método de instalación, se comprobará la corriente máxima admisible del cable según este requisito, siguiendo las tablas siguientes extraídas de la norma **UNE 20460-5-523**:

Secciones nominales de los conductores mm ²	Método de instalación de la tabla 52 – B1					
	A1	A2	B1	B2	C	D
						
1	2	3	4	5	6	7
Cobre						
1,5	19	18,5	23	22	24	26
2,5	26	25	31	30	33	34
4	35	33	42	40	45	44
6	45	42	54	51	58	56
10	61	57	75	69	80	73
16	81	76	100	91	107	95
25	106	99	133	119	138	121
35	131	121	164	146	171	146
50	158	145	198	175	209	173
70	200	183	253	221	269	213
95	241	220	306	265	328	252
120	278	253	354	305	382	287
150	318	290	–	–	441	324
185	362	329	–	–	506	363
240	424	386	–	–	599	419
300	486	442	–	–	693	474

Imagen 16. Tabla 52-C2 Intensidades admisibles_S10

Por caída intensidad necesitaríamos un cable de 16 mm² y nos decantamos por el de **16 mm²**, aunque por caída de tensión sería suficiente con 10 mm².

$$95 > 93,3 \text{ A}$$

Placas - Regulador 10

El cálculo de la distancia entre la placa más alejada y el regulador se hace teniendo en cuenta que la fila estará a **57,5** metros a lo que sumaremos el espacio sin placas hasta el regulador, quedando **62,5** metros.

La tensión de trabajo en este tramo es de **198,15 V** y su caída de tensión máxima es del 1%. Sustituimos todos estos datos en la fórmula del cálculo de sección:

$$S = \frac{2 \cdot 62,5 \cdot 9,33}{56 \cdot 1,9815} = 10,51 \text{ mm}^2$$

Se selecciona la de entre los valores comerciales del cable de cobre, seleccionando el inmediatamente superior al calculado, siendo este **16 mm²**.

El método de instalación del cable entre las placas y el regulador, sería cable multiconductor en conducto enterrado. Este tramo iría bajo tierra desde la placa hasta el interior de la caseta.

Cada tramo soporta una corriente máxima debido a su método de instalación, se comprobará la corriente máxima admisible del cable según este requisito, siguiendo las tablas siguientes extraídas de la norma **UNE 20460-5-523**:

Secciones nominales de los conductores mm ²	Método de instalación de la tabla 52 – B1					
	A1	A2	B1	B2	C	D
						
1	2	3	4	5	6	7
Cobre						
1,5	19	18,5	23	22	24	26
2,5	26	25	31	30	33	34
4	35	33	42	40	45	44
6	45	42	54	51	58	56
10	61	57	75	69	80	73
16	81	76	100	91	107	95
25	106	99	133	119	138	121
35	131	121	164	146	171	146
50	158	145	198	175	209	173
70	200	183	253	221	269	213
95	241	220	306	265	328	252
120	278	253	354	305	382	287
150	318	290	–	–	441	324
185	362	329	–	–	506	363
240	424	386	–	–	599	419
300	486	442	–	–	693	474

Imagen 17. Tabla 52-C2 Intensidades admisibles_S16

Por caída intensidad con un cable de 16 mm² sería suficiente y nos decantamos por el de **16 mm²** como hemos calculado anteriormente para cumplir también la caída de tensión exigida.

$$95 > 93,3 \text{ A}$$

4.1.3 Calculo de la sección del cable entre paneles

Calcularemos la sección entre paneles fotovoltaicos y teniendo en cuenta:

- Intensidad de cada serie de paneles **9,33 A**
- Distancia entre paneles máxima **2 metros**

$$\text{Intensidad máxima} = 9,33 \text{ A}$$

El cálculo de la distancia entre placas ha teniendo en cuenta que la longitud máxima entre sus puntos de conexión será de 2 metros.

La tensión de trabajo máxima en este tramo es de 198,15 V y su caída de tensión máxima es del 1%. Sustituimos todos estos datos en la fórmula del cálculo de sección:

$$S = \frac{2 \cdot 2 \cdot 9,33}{56 \cdot 1,9815} = 3,36 \text{ mm}^2$$

Se selecciona la de entre los valores comerciales del cable de cobre, seleccionando el inmediatamente superior al calculado, siendo este **4 mm²**.

Cada tramo soporta una corriente máxima debido a su método de instalación, se comprobará la corriente máxima admisible del cable según este requisito, siguiendo las tablas siguientes extraídas de la norma **UNE 20460-5-523**:

El tipo de cable entre las placas y el regulador, sería **cable rv-h**. Este tramo iría entre placas.

Corroboramos que la sección seleccionada es admisible para su uso entre placas:

$$32 > 9,33 \text{ A}$$

4.1.4 Calculo de la sección del cable entre reguladores y baterías

Reguladores - Baterías

Los reguladores irán instalados en el interior de la caseta con una distancia máxima hasta las baterías de **12 metros**. Por la proximidad entre estos, se utilizará la misma sección entre todos ellos y las baterías.

- El cable contará con un aislamiento XLPE pero en este caso, la instalación se realizará en un tubo empotrado en la obra.
- Se utilizará un conductor unipolar.
- La tensión, en este caso es de **48 V**.
- La intensidad máxima que circulará por la instalación será en el momento de máxima potencia de las placas (**93,3 A**)

La tensión de trabajo en este tramo es de **198,15 V** y su caída de tensión máxima es del 0,15%. Sustituimos todos estos datos en la fórmula del cálculo de sección:

$$S = \frac{2 \cdot 12 \cdot 93,3}{56 \cdot 0,015 \cdot 48} = 20,01 \text{ mm}^2$$

Se selecciona la de entre los valores comerciales del cable de cobre, seleccionando el inmediatamente superior al calculado, siendo este **25 mm²**.

Cada tramo soporta una corriente máxima debido a su método de instalación, se comprobará la corriente máxima admisible del cable según este requisito, siguiendo las tablas siguientes extraídas de la norma **UNE 20460-5-523**.

Nonos decantamos por el de **25 mm²** como hemos calculado anteriormente para cumplir la caída de tensión exigida.

4.1.5 Calculo de la sección del cable entre baterías e inversores

Los inversores irán instalados en el interior de la caseta con una distancia máxima hasta las baterías de **12 metros**. Por la proximidad entre estos, se utilizará la misma sección entre todos ellos y las baterías.

- El cable contará con un aislamiento XLPE pero en este caso, la instalación se realizará en un tubo empotrado en la obra.
- Se utilizará un conductor unipolar.
- La tensión, en este caso es de **48 V**.
- La potencia máxima por inversor será de **6,8kW**
- La intensidad máxima que circulará por la instalación será en el momento de máxima demanda (**141,67A**)

La tensión de trabajo en este tramo es de **48 V** y su caída de tensión máxima es del 0,15%. Sustituimos todos estos datos en la fórmula del cálculo de sección:

$$S = \frac{2 \cdot 12 \cdot 141,67}{56 \cdot 0,015 \cdot 48} = 42,16 \text{ mm}^2$$

Se selecciona la de entre los valores comerciales del cable de cobre, seleccionando el inmediatamente superior al calculado, siendo este **50 mm²**.

Cada tramo soporta una corriente máxima debido a su método de instalación, se comprobará la corriente máxima admisible del cable según este requisito, siguiendo las tablas siguientes extraídas de la norma **UNE 20460-5-523**.

Nos decantamos por el de **50 mm²** como hemos calculado anteriormente para cumplir la caída de tensión exigida.

4.2 Cálculos del apartado características instalación

Siguiendo las estimaciones ofrecidas por el cliente de la distribución de elementos de consumo y los consumos de la Tabla 1, el consumo de la instalación será:

Zona musculación 1

Zona musculación 1 – Potencias (por unidad)

- 30 plafones con 2 tubos	0,072 kW
- 2 pantallas TV 32''	0,12 kW
- Equipo música	0,5 kW
- 8 ventiladores de techo	0,05 kW
- 8 halógenos LED	0,01 kW
- Inverter (Frio/Calor)	1,875 / 1,945 kW

Zona musculación 1 – Consumo diario ENERO

Zona musculación 1_Enero

Receptor	kW	Cantidad	Tiempo uso (h)	Consumo (kWh)
Plafón doble tubo	0,072	30	16,5	35,64
Pantalla TV 32"	0,12	2	16,5	3,96
Equipo de sonido	0,5	1	16,5	8,25
Ventilador de techo	0,05	8	0	0
Inverter (F/C)	1,945	2	16,5	64,19
Halogeno	0,01	8	16,5	1,32

Cons.tot (kWh)	113,36
-----------------------	---------------

Calculándose los consumos como:

Consumo Plafón doble tubo = 0,072 (kW) · 30 (unidades) · 16,5 (horas) = **35,64 kWh**

Consumo Pantalla TV 32" = 0,12 (kW) · 2 (unidades) · 16,5 (horas) = **3,96 kWh**

Consumo Equipo de sonido = 0,5 (kW) · 1 (unidad) · 16,5 (horas) = **8,25 kWh**

Consumo Ventilador de techo = 0,05 (kW) · 8 (unidades) · 0 (horas) = **0 kWh**

Consumo Halógeno = 0,01 (kW) · 8 (unidades) · 16,5 (horas) = **1,32 kWh**

Consumo Inverter = 1,945 (kW) · 2 (unidades) · 16,5 (horas) = **64,19 kWh**

Consumo TOTAL_diario_Zona Musculación 1 = Consumo Plafón doble tubo + Consumo Pantalla TV 32" +
+ Consumo Equipo de sonido + Consumo Ventilador de techo + Consumo Halógeno + Consumo Inverter =
= **113,36 kWh**

Para el cálculo del mes de enero, la climatización está activada como bomba de **calor** durante todo el horario de apertura al público. Los ventiladores de techo no se utilizarán para mejorar la sensación de calor.

Zona musculación 1 – Consumo diario FEBRERO

Zona musculación 1_Febrero

Receptor	kW	Cantidad	Tiempo uso(h)	Consumo (kWh)
Plafón doble tubo	0,072	30	16,5	35,64
Pantalla TV 32"	0,12	2	16,5	3,96
Equipo de sonido	0,5	1	16,5	8,25
Ventilador de techo	0,05	8	0	0
Inverter (F/C)	1,945	2	14,5	56,41
Halogeno	0,01	8	16,5	1,32

Cons.tot (kWh)	105,58
-----------------------	---------------

Calculándose los consumos como:

Consumo Plafón doble tubo = 0,072 (kW) · 30 (unidades) · 16,5 (horas) = **35,64 kWh**

Consumo Pantalla TV 32" = 0,12 (kW) · 2 (unidades) · 16,5 (horas) = **3,96 kWh**

Consumo Equipo de sonido = 0,5 (kW) · 1 (unidad) · 16,5 (horas) = **8,25 kWh**

Consumo Ventilador de techo = 0,05 (kW) · 8 (unidades) · 0 (horas) = **0 kWh**

Consumo Halógeno = 0,01 (kW) · 8 (unidades) · 16,5 (horas) = **1,32 kWh**

Consumo Inverter = 1,945 (kW) · 2 (unidades) · 14,5 (horas) = **56,41 kWh**

Consumo TOTAL_diario_Zona Musculación 1 = Consumo Plafón doble tubo + Consumo Pantalla TV 32" +
+ Consumo Equipo de sonido + Consumo Ventilador de techo + Consumo Halógeno + Consumo Inverter =
= **105,58 kWh**

Para el cálculo del mes de febrero, la climatización está activada como bomba de **calor** durante 14,5 horas (de 6:00 a 12:00 y de 14:00 a 22:30). Los ventiladores de techo no se utilizarán para mejorar la sensación de calor.

Zona musculación 1 – Consumo diario MARZO

Zona musculación 1_Marzo

Receptor	kW	Cantidad	Tiempo uso(h)	Consumo (kWh)
Plafón doble tubo	0,072	30	16,5	35,64
Pantalla TV 32"	0,12	2	16,5	3,96
Equipo de sonido	0,5	1	16,5	8,25
Ventilador de techo	0,05	8	0	0
Inverter (F/C)	1,945	2	14	54,46
Halógeno	0,01	8	16,5	1,32

Cons.tot (kWh) 103,63

Calculándose los consumos como:

Consumo Plafón doble tubo = 0,072 (kW) · 30 (unidades) · 16,5 (horas) = **35,64 kWh**

Consumo Pantalla TV 32" = 0,12 (kW) · 2 (unidades) · 16,5 (horas) = **3,96 kWh**

Consumo Equipo de sonido = 0,5 (kW) · 1 (unidad) · 16,5 (horas) = **8,25 kWh**

Consumo Ventilador de techo = 0,05 (kW) · 8 (unidades) · 0 (horas) = **0 kWh**

Consumo Halógeno = 0,01 (kW) · 8 (unidades) · 16,5 (horas) = **1,32 kWh**

Consumo Inverter = 1,945 (kW) · 2 (unidades) · 14 (horas) = **54,46 kWh**

Consumo TOTAL_diario_Zona Musculación 1 = Consumo Plafón doble tubo + Consumo Pantalla TV 32" +
+ Consumo Equipo de sonido + Consumo Ventilador de techo + Consumo Halógeno + Consumo Inverter =
= **103,63 kWh**

Para el cálculo del mes de marzo, la climatización está activada como bomba de **calor** durante 14 horas (de 6:00 a 12:00 y de 14:00 a 22:00). Los ventiladores de techo no se utilizarán para mejorar la sensación de calor.

Zona musculación 1 – Consumo diario ABRIL

Zona musculación 1_Abril

Receptor	kW	Cantidad	Tiempo uso(h)	Consumo (kWh)
Plafón doble tubo	0,072	30	16,5	35,64
Pantalla TV 32"	0,12	2	16,5	3,96
Equipo de sonido	0,5	1	16,5	8,25
Ventilador de techo	0,05	8	0	0
Inverter (F/C)	1,945	2	2	7,78
Halogeno	0,01	8	16,5	1,32

Cons.tot (kWh)	56,95
-----------------------	--------------

Calculándose los consumos como:

Consumo Plafón doble tubo = 0,072 (kW) · 30 (unidades) · 16,5 (horas) = **35,64 kWh**

Consumo Pantalla TV 32" = 0,12 (kW) · 2 (unidades) · 16,5 (horas) = **3,96 kWh**

Consumo Equipo de sonido = 0,5 (kW) · 1 (unidad) · 16,5 (horas) = **8,25 kWh**

Consumo Ventilador de techo = 0,05 (kW) · 8 (unidades) · 0 (horas) = **0 kWh**

Consumo Halógeno = 0,01 (kW) · 8 (unidades) · 16,5 (horas) = **1,32 kWh**

Consumo Inverter = 1,945 (kW) · 2 (unidades) · 2 (horas) = **7,78 kWh**

Consumo TOTAL_diario_Zona Musculación 1 = Consumo Plafón doble tubo + Consumo Pantalla TV 32" +
+ Consumo Equipo de sonido + Consumo Ventilador de techo + Consumo Halógeno + Consumo Inverter =
= **56,95 kWh**

Para el cálculo del mes de abril, la climatización está activada como bomba de **calor** durante 2 horas (de 6:00 a 8:00 y de 14:00 a 22:00). Los ventiladores de techo no se utilizarán para mejorar la sensación de calor.

Zona musculación 1 – Consumo diario MAYO

Zona musculación 1_Mayo

Receptor	kW	Cantidad	Tiempo uso(h)	Consumo (kWh)
Plafón doble tubo	0,072	30	16,5	35,64
Pantalla TV 32"	0,12	2	16,5	3,96
Equipo de sonido	0,5	1	16,5	8,25
Ventilador de techo	0,05	8	16,5	6,6
Inverter (F/C)	1,945	2	0	0
Halogeno	0,01	8	16,5	1,32

Cons.tot (kWh)	55,77
-----------------------	--------------

Calculándose los consumos como:

$$\text{Consumo Plafón doble tubo} = 0,072 \text{ (kW)} \cdot 30 \text{ (unidades)} \cdot 16,5 \text{ (horas)} = \mathbf{35,64 \text{ kWh}}$$

$$\text{Consumo Pantalla TV 32"} = 0,12 \text{ (kW)} \cdot 2 \text{ (unidades)} \cdot 16,5 \text{ (horas)} = \mathbf{3,96 \text{ kWh}}$$

$$\text{Consumo Equipo de sonido} = 0,5 \text{ (kW)} \cdot 1 \text{ (unidad)} \cdot 16,5 \text{ (horas)} = \mathbf{8,25 \text{ kWh}}$$

$$\text{Consumo Ventilador de techo} = 0,05 \text{ (kW)} \cdot 8 \text{ (unidades)} \cdot 0 \text{ (horas)} = \mathbf{6,6 \text{ kWh}}$$

$$\text{Consumo Halógeno} = 0,01 \text{ (kW)} \cdot 8 \text{ (unidades)} \cdot 16,5 \text{ (horas)} = \mathbf{1,32 \text{ kWh}}$$

$$\text{Consumo Inverter} = 1,945 \text{ (kW)} \cdot 2 \text{ (unidades)} \cdot 0 \text{ (horas)} = \mathbf{0 \text{ kWh}}$$

$$\begin{aligned} \text{Consumo TOTAL_diario_Zona Musculación 1} &= \text{Consumo Plafón doble tubo} + \text{Consumo Pantalla TV 32"} + \\ &+ \text{Consumo Equipo de sonido} + \text{Consumo Ventilador de techo} + \text{Consumo Halógeno} + \text{Consumo Inverter} = \\ &= \mathbf{55,77 \text{ kWh}} \end{aligned}$$

Para el cálculo del mes de mayo, la climatización está **desactivada**. Los ventiladores de techo se utilizarán para mejorar la sensación ambiental.

Zona musculación 1 – Consumo diario JUNIO

Zona musculación 1_Junio

Receptor	kW	Cantidad	Tiempo uso(h)	Consumo (kWh)
Plafón doble tubo	0,072	30	16,5	35,64
Pantalla TV 32"	0,12	2	16,5	3,96
Equipo de sonido	0,5	1	16,5	8,25
Ventilador de techo	0,05	8	16,5	6,6
Inverter (F/C)	1,875	2	4	15
Halogeno	0,01	8	16,5	1,32

Cons.tot (kWh)	70,77
-----------------------	--------------

Calculándose los consumos como:

$$\text{Consumo Plafón doble tubo} = 0,072 \text{ (kW)} \cdot 30 \text{ (unidades)} \cdot 16,5 \text{ (horas)} = \mathbf{35,64 \text{ kWh}}$$

$$\text{Consumo Pantalla TV 32"} = 0,12 \text{ (kW)} \cdot 2 \text{ (unidades)} \cdot 16,5 \text{ (horas)} = \mathbf{3,96 \text{ kWh}}$$

$$\text{Consumo Equipo de sonido} = 0,5 \text{ (kW)} \cdot 1 \text{ (unidad)} \cdot 16,5 \text{ (horas)} = \mathbf{8,25 \text{ kWh}}$$

$$\text{Consumo Ventilador de techo} = 0,05 \text{ (kW)} \cdot 8 \text{ (unidades)} \cdot 16,5 \text{ (horas)} = \mathbf{6,6 \text{ kWh}}$$

$$\text{Consumo Halógeno} = 0,01 \text{ (kW)} \cdot 8 \text{ (unidades)} \cdot 16,5 \text{ (horas)} = \mathbf{1,32 \text{ kWh}}$$

$$\text{Consumo Inverter} = 1,875 \text{ (kW)} \cdot 2 \text{ (unidades)} \cdot 4 \text{ (horas)} = \mathbf{15 \text{ kWh}}$$

$$\begin{aligned} \text{Consumo TOTAL_diario_Zona Musculación 1} &= \text{Consumo Plafón doble tubo} + \text{Consumo Pantalla TV 32"} + \\ &+ \text{Consumo Equipo de sonido} + \text{Consumo Ventilador de techo} + \text{Consumo Halógeno} + \text{Consumo Inverter} = \\ &= \mathbf{70,77 \text{ kWh}} \end{aligned}$$

Para el cálculo del mes de junio, la climatización está activada como bomba de **frio** durante 4 horas (de 12:00 a 16:00). Los ventiladores de techo se utilizarán para mejorar la sensación ambiental.

Zona musculación 1 – Consumo diario JULIO

Zona musculación 1_Julio

Receptor	kW	Cantidad	Tiempo uso(h)	Consumo (kWh)
Plafón doble tubo	0,072	30	16,5	35,64
Pantalla TV 32"	0,12	2	16,5	3,96
Equipo de sonido	0,5	1	16,5	8,25
Ventilador de techo	0,05	8	16,5	6,6
Inverter (F/C)	1,875	2	16	60
Halogeno	0,01	8	16,5	1,32

Cons.tot (kWh)	115,77
-----------------------	---------------

Calculándose los consumos como:

Consumo Plafón doble tubo = 0,072 (kW) · 30 (unidades) · 16,5 (horas) = **35,64 kWh**

Consumo Pantalla TV 32" = 0,12 (kW) · 2 (unidades) · 16,5 (horas) = **3,96 kWh**

Consumo Equipo de sonido = 0,5 (kW) · 1 (unidad) · 16,5 (horas) = **8,25 kWh**

Consumo Ventilador de techo = 0,05 (kW) · 8 (unidades) · 16,5 (horas) = **6,6 kWh**

Consumo Halógeno = 0,01 (kW) · 8 (unidades) · 16,5 (horas) = **1,32 kWh**

Consumo Inverter = 1,875 (kW) · 2 (unidades) · 16 (horas) = **60 kWh**

Consumo TOTAL_diario_Zona Musculación 1 = Consumo Plafón doble tubo + Consumo Pantalla TV 32" +
+ Consumo Equipo de sonido + Consumo Ventilador de techo + Consumo Halógeno + Consumo Inverter =
= **115,77 kWh**

Para el cálculo del mes de junio, la climatización está activada como bomba de **frio** durante 16 horas (de 6:00 a 22:00). Los ventiladores de techo se utilizarán para mejorar la sensación ambiental.

Zona musculación 1 – Consumo diario AGOSTO

Zona musculación 1_Agosto

Receptor	kW	Cantidad	Tiempo uso(h)	Consumo (kWh)
Plafón doble tubo	0,072	30	16,5	35,64
Pantalla 32"	0,12	2	16,5	3,96
Equipo de sonido	0,5	1	16,5	8,25
Ventilador de techo	0,05	8	16,5	6,6
Inverter (F/C)	1,875	2	16,5	61,875
Halogeno	0,01	8	16,5	1,32
Cons.tot (kWh)				117,645

Calculándose los consumos como:

Consumo Plafón doble tubo = 0,072 (kW) · 30 (unidades) · 16,5 (horas) = **35,64 kWh**

Consumo Pantalla TV 32" = 0,12 (kW) · 2 (unidades) · 16,5 (horas) = **3,96 kWh**

Consumo Equipo de sonido = 0,5 (kW) · 1 (unidad) · 16,5 (horas) = **8,25 kWh**

Consumo Ventilador de techo = 0,05 (kW) · 8 (unidades) · 16,5 (horas) = **6,6 kWh**

Consumo Halógeno = 0,01 (kW) · 8 (unidades) · 16,5 (horas) = **1,32 kWh**

Consumo Inverter = 1,875 (kW) · 2 (unidades) · 16,5 (horas) = **61,88 kWh**

Consumo TOTAL_diario_Zona Musculación 1 = Consumo Plafón doble tubo + Consumo Pantalla TV 32" +
+ Consumo Equipo de sonido + Consumo Ventilador de techo + Consumo Halógeno + Consumo Inverter =
= **117,65 kWh**

Para el cálculo del mes de agosto, la climatización está activada como bomba de **frio** durante todo el horario de apertura al público la jornada. Los ventiladores de techo se utilizarán para mejorar la sensación ambiental.

Zona musculación 1 – Consumo diario SEPTIEMBRE

Zona musculación 1_Septiembre

Receptor	kW	Cantidad	Tiempo uso(h)	Consumo (kWh)
Plafón doble tubo	0,072	30	16,5	35,64
Pantalla 32"	0,12	2	16,5	3,96
Equipo de sonido	0,5	1	16,5	8,25
Ventilador de techo	0,05	8	16,5	6,6
Inverter (F/C)	1,875	2	4	15
Halogeno	0,01	8	16,5	1,32

Cons.tot (kWh)	70,77
-----------------------	--------------

Calculándose los consumos como:

Consumo Plafón doble tubo = 0,072 (kW) · 30 (unidades) · 16,5 (horas) = **35,64 kWh**

Consumo Pantalla TV 32" = 0,12 (kW) · 2 (unidades) · 16,5 (horas) = **3,96 kWh**

Consumo Equipo de sonido = 0,5 (kW) · 1 (unidad) · 16,5 (horas) = **8,25 kWh**

Consumo Ventilador de techo = 0,05 (kW) · 8 (unidades) · 16,5 (horas) = **6,6 kWh**

Consumo Halógeno = 0,01 (kW) · 8 (unidades) · 16,5 (horas) = **1,32 kWh**

Consumo Inverter = 1,875 (kW) · 2 (unidades) · 4 (horas) = **15 kWh**

$$\text{Consumo TOTAL_diario_Zona Musculación 1} = \text{Consumo Plafón doble tubo} + \text{Consumo Pantalla TV 32"} + \\ + \text{Consumo Equipo de sonido} + \text{Consumo Ventilador de techo} + \text{Consumo Halógeno} + \text{Consumo Inverter} = \\ = \mathbf{70,77 \text{ kWh}}$$

Para el cálculo del mes de septiembre, la climatización está activada como bomba de **frio** durante 4 horas (de 12:00 a 16:00). Los ventiladores de techo se utilizarán para mejorar la sensación ambiental.

Zona musculación 1 – Consumo diario OCTUBRE

Zona musculación 1_Octubre

Receptor	kW	Cantidad	Tiempo uso(h)	Consumo (kWh)
Plafón doble tubo	0,072	30	16,5	35,64
Pantalla 32"	0,12	2	16,5	3,96
Equipo de sonido	0,5	1	16,5	8,25
Ventilador de techo	0,05	8	0	0
Inverter (F/C)	1,945	2	2	7,78
Halogeno	0,01	8	16,5	1,32

Cons.tot (kWh)	56,95
-----------------------	--------------

Calculándose los consumos como:

$$\text{Consumo Plafón doble tubo} = 0,072 \text{ (kW)} \cdot 30 \text{ (unidades)} \cdot 16,5 \text{ (horas)} = \mathbf{35,64 \text{ kWh}}$$

$$\text{Consumo Pantalla TV 32"} = 0,12 \text{ (kW)} \cdot 2 \text{ (unidades)} \cdot 16,5 \text{ (horas)} = \mathbf{3,96 \text{ kWh}}$$

$$\text{Consumo Equipo de sonido} = 0,5 \text{ (kW)} \cdot 1 \text{ (unidad)} \cdot 16,5 \text{ (horas)} = \mathbf{8,25 \text{ kWh}}$$

$$\text{Consumo Ventilador de techo} = 0,05 \text{ (kW)} \cdot 8 \text{ (unidades)} \cdot 16,5 \text{ (horas)} = \mathbf{6,6 \text{ kWh}}$$

$$\text{Consumo Halógeno} = 0,01 \text{ (kW)} \cdot 8 \text{ (unidades)} \cdot 16,5 \text{ (horas)} = \mathbf{1,32 \text{ kWh}}$$

$$\text{Consumo Inverter} = 1,945 \text{ (kW)} \cdot 2 \text{ (unidades)} \cdot 2 \text{ (horas)} = \mathbf{7,78 \text{ kWh}}$$

$$\text{Consumo TOTAL_diario_Zona Musculación 1} = \text{Consumo Plafón doble tubo} + \text{Consumo Pantalla TV 32"} + \\ + \text{Consumo Equipo de sonido} + \text{Consumo Ventilador de techo} + \text{Consumo Halógeno} + \text{Consumo Inverter} = \\ = \mathbf{56,95 \text{ kWh}}$$

Para el cálculo del mes de septiembre, la climatización está activada como bomba de **calor** durante 2 horas (de 6:00 a 8:00). Los ventiladores de techo se utilizarán para mejorar la sensación ambiental.

Zona musculación 1 – Consumo diario NOVIEMBRE

Zona musculación 1_Noviembre

Receptor	kW	Cantidad	Tiempo uso(h)	Consumo (kWh)
Plafón doble tubo	0,072	30	16,5	35,64
Pantalla 32"	0,12	2	16,5	3,96
Equipo de sonido	0,5	1	16,5	8,25
Ventilador de techo	0,05	8	0	0
Inverter (F/C)	1,945	2	16	62,24
Halogeno	0,01	8	16,5	1,32

Cons.tot (kWh)	111,41
-----------------------	---------------

Calculándose los consumos como:

Consumo Plafón doble tubo = 0,072 (kW) · 30 (unidades) · 16,5 (horas) = **35,64 kWh**

Consumo Pantalla TV 32" = 0,12 (kW) · 2 (unidades) · 16,5 (horas) = **3,96 kWh**

Consumo Equipo de sonido = 0,5 (kW) · 1 (unidad) · 16,5 (horas) = **8,25 kWh**

Consumo Ventilador de techo = 0,05 (kW) · 8 (unidades) · 16,5 (horas) = **6,6 kWh**

Consumo Halógeno = 0,01 (kW) · 8 (unidades) · 16,5 (horas) = **1,32 kWh**

Consumo Inverter = 1,945 (kW) · 2 (unidades) · 16 (horas) = **62,24 kWh**

Consumo TOTAL_diario_Zona Musculación 1 = Consumo Plafón doble tubo + Consumo Pantalla TV 32" +
+ Consumo Equipo de sonido + Consumo Ventilador de techo + Consumo Halógeno + Consumo Inverter =
= **111,41 kWh**

Para el cálculo del mes de septiembre, la climatización está activada como bomba de **calor** durante 16 horas (de 6:00 a 22:00). Los ventiladores de techo se utilizarán para mejorar la sensación ambiental.

Zona musculación 1 – Consumo diario DICIEMBRE

Zona musculación 1_Diciembre

Receptor	kW	Cantidad	Tiempo uso(h)	Consumo (kWh)
Plafón doble tubo	0,072	30	16,5	35,64
Pantalla 32"	0,12	2	16,5	3,96
Equipo de sonido	0,5	1	16,5	8,25
Ventilador de techo	0,05	8	0	0
Inverter (F/C)	1,945	2	16,5	64,185
Halogeno	0,01	8	16,5	1,32

Cons.tot (kWh)	113,355
-----------------------	----------------

Calculándose los consumos como:

Consumo Plafón doble tubo = 0,072 (kW) · 30 (unidades) · 16,5 (horas) = **35,64 kWh**

Para el cálculo del mes de enero, la climatización está activada como bomba de **calor** durante todo el horario de apertura al público. Los ventiladores de techo no se utilizarán para mejorar la sensación de calor.

Zona musculación 2 – Consumo diario FEBRERO

Zona musculación 2_Febrero

Receptor	kW	Cantidad	Tiempo uso(h)	Consumo (kWh)
Plafón doble tubo	0,072	3	16,5	3,56
Inverter (F/C)	1,945	1	14,5	28,20
Ventilador de techo	0,05	2	0	0

Cons.tot (kWh) 31,77

Calculándose los consumos como:

Consumo Plafón doble tubo = 0,072 (kW) · 3 (unidades) · 16,5 (horas) = **3,56 kWh**

Consumo Ventilador de techo = 0,05 (kW) · 2 (unidades) · 0 (horas) = **0 kWh**

Consumo Inverter = 1,945 (kW) · 1 (unidad) · 14,5 (horas) = **28,20 kWh**

Consumo TOTAL_diario_Zona Musculación 2 = Consumo Plafón doble tubo + Consumo Ventilador de techo + Consumo Inverter = **31,77 kWh**

Para el cálculo del mes de febrero, la climatización está activada como bomba de **calor** durante 14,5 horas (de 6:00 a 12:00 y de 14:00 a 22:30). Los ventiladores de techo no se utilizarán para mejorar la sensación de calor.

Zona musculación 2 – Consumo diario MARZO

Zona musculación 2_Marzo

Receptor	kW	Cantidad	Tiempo uso(h)	Consumo (kWh)
Plafón doble tubo	0,072	3	16,5	3,56
Inverter (F/C)	1,945	1	14	27,23
Ventilador de techo	0,05	2	0	0

Cons.tot (kWh) 30,79

Calculándose los consumos como:

Consumo Plafón doble tubo = 0,072 (kW) · 3 (unidades) · 16,5 (horas) = **3,56 kWh**

Consumo Ventilador de techo = 0,05 (kW) · 2 (unidades) · 0 (horas) = **0 kWh**

Consumo Inverter = 1,945 (kW) · 1 (unidad) · 14 (horas) = **27,23 kWh**

Consumo TOTAL_diario_Zona Musculación 2 = Consumo Plafón doble tubo + Consumo Ventilador de techo + Consumo Inverter = **30,79 kWh**

Para el cálculo del mes de marzo, la climatización está activada como bomba de **calor** durante 14 horas (de 6:00 a 12:00 y de 14:00 a 22:00). Los ventiladores de techo no se utilizarán para mejorar la sensación de calor.

Zona musculación 2 – Consumo diario ABRIL

Zona musculación 2_Abril

Receptor	kW	Cantidad	Tiempo uso(h)	Consumo (kWh)
Plafón doble tubo	0,072	3	16,5	3,56
Inverter (F/C)	1,945	1	2	3,89
Ventilador de techo	0,05	2	0	0

Cons.tot (kWh)	7,45
-----------------------	-------------

Calculándose los consumos como:

Consumo Plafón doble tubo = 0,072 (kW) · 3 (unidades) · 16,5 (horas) = **3,56 kWh**

Consumo Ventilador de techo = 0,05 (kW) · 2 (unidades) · 0 (horas) = **0 kWh**

Consumo Inverter = 1,945 (kW) · 1 (unidad) · 2 (horas) = **3,89 kWh**

Consumo TOTAL_diario_Zona Musculación 2 = Consumo Plafón doble tubo + Consumo Ventilador de techo + Consumo Inverter = **7,45 kWh**

Para el cálculo del mes de abril, la climatización está activada como bomba de **calor** durante 2 horas (de 6:00 a 8:00). Los ventiladores de techo no se utilizarán para mejorar la sensación de calor.

Zona musculación 2 – Consumo diario MAYO

Zona musculación 2_Mayo

Receptor	kW	Cantidad	Tiempo uso(h)	Consumo (kWh)
Plafón doble tubo	0,072	3	16,5	3,56
Inverter (F/C)	1,945	1	0	0,00
Ventilador de techo	0,05	2	16,5	1,65

Cons.tot (kWh)	5,21
-----------------------	-------------

Calculándose los consumos como:

Consumo Plafón doble tubo = 0,072 (kW) · 3 (unidades) · 16,5 (horas) = **3,56 kWh**

Consumo Ventilador de techo = 0,05 (kW) · 2 (unidades) · 16,5 (horas) = **1,65 kWh**

Consumo Inverter = 1,945 (kW) · 1 (unidad) · 0 (horas) = **0 kWh**

Consumo TOTAL_diario_Zona Musculación 2 = Consumo Plafón doble tubo + Consumo Ventilador de techo + Consumo Inverter = **5,21 kWh**

Para el cálculo del mes de mayo, la climatización está **desactivada**. Los ventiladores de techo se utilizarán para mejorar la sensación ambiental.

Zona musculación 2 – Consumo diario JUNIO

Zona musculación 2_Junio

Receptor	kW	Cantidad	Tiempo uso(h)	Consumo (kWh)
Plafón doble tubo	0,072	3	16,5	3,56
Inverter (F/C)	1,875	1	4	7,50
Ventilador de techo	0,05	2	16,5	1,65

Cons.tot (kWh) 12,71

Calculándose los consumos como:

Consumo Plafón doble tubo = 0,072 (kW) · 3 (unidades) · 16,5 (horas) = **3,56 kWh**

Consumo Ventilador de techo = 0,05 (kW) · 2 (unidades) · 16,5 (horas) = **1,65 kWh**

Consumo Inverter = 1,875 (kW) · 1 (unidad) · 4 (horas) = **7,50 kWh**

Consumo TOTAL_diario_Zona Musculación 2 = Consumo Plafón doble tubo + Consumo Ventilador de techo + Consumo Inverter = **12,71 kWh**

Para el cálculo del mes de junio, la climatización está activada como bomba de **frio** durante 4 horas (de 12:00 a 16:00). Los ventiladores de techo se utilizarán para mejorar la sensación ambiental.

Zona musculación 2 – Consumo diario JULIO

Zona musculación 2_Julio

Receptor	kW	Cantidad	Tiempo uso(h)	Consumo (kWh)
Plafón doble tubo	0,072	3	16,5	3,56
Inverter (F/C)	1,875	1	16	30,00
Ventilador de techo	0,05	2	16,5	1,65

Cons.tot (kWh) 35,21

Calculándose los consumos como:

Consumo Plafón doble tubo = 0,072 (kW) · 3 (unidades) · 16,5 (horas) = **3,56 kWh**

Consumo Ventilador de techo = 0,05 (kW) · 2 (unidades) · 16,5 (horas) = **1,65 kWh**

Consumo Inverter = 1,875 (kW) · 1 (unidad) · 16 (horas) = **30,00 kWh**

Consumo TOTAL_diario_Zona Musculación 2 = Consumo Plafón doble tubo + Consumo Ventilador de techo + Consumo Inverter = **35,21 kWh**

Para el cálculo del mes de junio, la climatización está activada como bomba de **frio** durante 16 horas (de 6:00 a 22:00). Los ventiladores de techo se utilizarán para mejorar la sensación ambiental.

Zona musculación 2 – Consumo diario AGOSTO

Zona musculación 2_Agosto

Receptor	kW	Cantidad	Tiempo uso(h)	Consumo (kWh)
Plafón doble tubo	0,072	3	16,5	3,56
Inverter (F/C)	1,875	1	16,5	30,94
Ventilador de techo	0,05	2	16,5	1,65

Cons.tot (kWh)	36,15
-----------------------	--------------

Calculándose los consumos como:

Consumo Plafón doble tubo = 0,072 (kW) · 3 (unidades) · 16,5 (horas) = **3,56 kWh**

Consumo Ventilador de techo = 0,05 (kW) · 2 (unidades) · 16,5 (horas) = **1,65 kWh**

Consumo Inverter = 1,875 (kW) · 1 (unidad) · 16,5 (horas) = **30,94 kWh**

Consumo TOTAL_diario_Zona Musculación 2 = Consumo Plafón doble tubo + Consumo Ventilador de techo +
+ Consumo Inverter = **36,15 kWh**

Para el cálculo del mes de agosto, la climatización está activada como bomba de **frio** durante todo el horario de apertura al público la jornada. Los ventiladores de techo se utilizarán para mejorar la sensación ambiental.

Zona musculación 2 – Consumo diario SEPTIEMBRE

Zona musculación 2_Septiembre

Receptor	kW	Cantidad	Tiempo uso(h)	Consumo (kWh)
Plafón doble tubo	0,072	3	16,5	3,56
Inverter (F/C)	1,875	1	4	7,50
Ventilador de techo	0,05	2	16,5	1,65

Cons.tot (kWh)	12,71
-----------------------	--------------

Calculándose los consumos como:

Consumo Plafón doble tubo = 0,072 (kW) · 3 (unidades) · 16,5 (horas) = **3,56 kWh**

Consumo Ventilador de techo = 0,05 (kW) · 2 (unidades) · 16,5 (horas) = **1,65 kWh**

Consumo Inverter = 1,875 (kW) · 1 (unidad) · 4 (horas) = **7,50 kWh**

Consumo TOTAL_diario_Zona Musculación 2 = Consumo Plafón doble tubo + Consumo Ventilador de techo +
+ Consumo Inverter = **12,71 kWh**

Para el cálculo del mes de septiembre, la climatización está activada como bomba de **frio** durante 4 horas (de 12:00 a 16:00). Los ventiladores de techo se utilizarán para mejorar la sensación ambiental.

Zona musculación 2 – Consumo diario OCTUBRE

Zona musculación 2_Octubre

Receptor	kW	Cantidad	Tiempo uso(h)	Consumo (kWh)
Plafón doble tubo	0,072	3	16,5	3,56
Inverter (F/C)	1,945	1	2	3,89
Ventilador de techo	0,05	2	0	0

Cons.tot (kWh)	7,45
-----------------------	-------------

Calculándose los consumos como:

Consumo Plafón doble tubo = 0,072 (kW) · 3 (unidades) · 16,5 (horas) = **3,56 kWh**

Consumo Ventilador de techo = 0,05 (kW) · 2 (unidades) · 0 (horas) = **0 kWh**

Consumo Inverter = 1,945 (kW) · 1 (unidad) · 2 (horas) = **3,89 kWh**

Consumo TOTAL_diario_Zona Musculación 2 = Consumo Plafón doble tubo + Consumo Ventilador de techo +
+ Consumo Inverter = **7,45 kWh**

Para el cálculo del mes de octubre, la climatización está activada como bomba de **calor** durante 2 horas (de 6:00 a 8:00). Los ventiladores de techo no se utilizarán para mejorar la sensación de calor.

Zona musculación 2 – Consumo diario NOVIEMBRE

Zona musculación 2_Noviembre

Receptor	kW	Cantidad	Tiempo uso(h)	Consumo (kWh)
Plafón doble tubo	0,072	3	16,5	3,56
Inverter (F/C)	1,945	1	16	31,12
Ventilador de techo	0,05	2	0	0

Cons.tot (kWh)	34,68
-----------------------	--------------

Calculándose los consumos como:

Consumo Plafón doble tubo = 0,072 (kW) · 3 (unidades) · 16,5 (horas) = **3,56 kWh**

Consumo Ventilador de techo = 0,05 (kW) · 2 (unidades) · 0 (horas) = **0 kWh**

Consumo Inverter = 1,945 (kW) · 1 (unidad) · 16 (horas) = **31,12 kWh**

Consumo TOTAL_diario_Zona Musculación 2 = Consumo Plafón doble tubo + Consumo Ventilador de techo +
+ Consumo Inverter = **34,68 kWh**

Para el cálculo del mes de noviembre, la climatización está activada como bomba de **calor** durante 16 horas (de 6:00 a 22:00). Los ventiladores de techo no se utilizarán para mejorar la sensación de calor.

Zona musculación 2 – Consumo diario DICIEMBRE

Zona musculación 2_Diciembre

Receptor	kW	Cantidad	Tiempo uso(h)	Consumo (kWh)
Plafón doble tubo	0,072	3	16,5	3,56
Inverter (F/C)	1,945	1	16,5	32,09
Ventilador de techo	0,05	2	0	0

Cons.tot (kWh) 35,66

Calculándose los consumos como:

Consumo Plafón doble tubo = 0,072 (kW) · 3 (unidades) · 16,5 (horas) = **3,56 kWh**

Consumo Ventilador de techo = 0,05 (kW) · 2 (unidades) · 0 (horas) = **0 kWh**

Consumo Inverter = 1,945 (kW) · 1 (unidad) · 16,5 (horas) = **32,09 kWh**

Consumo TOTAL_diario_Zona Musculación 2 = Consumo Plafón doble tubo + Consumo Ventilador de techo + Consumo Inverter = **35,66 kWh**

Para el cálculo del mes de diciembre, la climatización está activada como bomba de **calor** durante todo el horario de apertura al público. Los ventiladores de techo no se utilizarán para mejorar la sensación de calor.

Zona Cardio

Zona Cardio – Potencias (por unidad)

- 5 Máquinas elípticas 0,1 kW
- 6 Máquinas de correr (cintas) 1,5 kW
- 4 plafones con 2 tubos 0,072 kW
- 2 ventiladores de techo 0,05 kW
- 1 Inverter (Frio/Calor) 1,875 / 1,945 kW

Zona Cardio – Consumo diario ENERO

Zona Cardio_Enero

Receptor	kW	Cantidad	Tiempo uso(h)	Consumo (kWh)
Plafón doble tubo	0,072	4	16,5	4,75
Máquina elípticas	0,1	5	4	2
Máquina de correr	1,5	6	5	45
Inverter (F/C)	1,945	1	16,5	32,10
Ventilador de techo	0,05	2	0	0

Cons.tot (kWh) 83,84

Calculándose los consumos como:

Consumo Máquinas elípticas = 0,1 (kW) · 5 (unidades) · 4 (horas) = **2 kWh**

Consumo Máquinas de correr = 1,5 (kW) · 6 (unidades) · 5 (horas) = **45 kWh**

Consumo Plafón doble tubo = 0,072 (kW) · 4 (unidad) · 16,5 (horas) = **4,75 kWh**

Consumo Ventilador de techo = 0,05 (kW) · 2 (unidades) · 0 (horas) = **0 kWh**

Consumo Inverter = 1,945 (kW) · 1 (unidad) · 16,5 (horas) = **32,10 kWh**

Consumo TOTAL_diario_Zona Cardio = Consumo Plafón doble tubo + Consumo Máquinas elípticas +
+ Consumo Máquinas de correr + Consumo Ventilador de techo + Consumo Inverter = **83,84 kWh**

Para el cálculo del mes de enero, la climatización está activada como bomba de **calor** durante todo el horario de apertura al público. Los ventiladores de techo no se utilizarán para mejorar la sensación de calor.

Zona Cardio – Consumo diario FEBRERO

Zona Cardio_Febrero

Receptor	kW	Cantidad	Tiempo uso(h)	Consumo (kWh)
Plafón doble tubo	0,072	4	16,5	4,75
Máquina elípticas	0,1	5	4	2
Máquina de correr	1,5	6	5	45
Inverter (F/C)	1,945	1	14,5	28,20
Ventilador de techo	0,05	2	0	0

Cons.tot (kWh) 79,95

Calculándose los consumos como:

Consumo Máquinas elípticas = 0,1 (kW) · 5 (unidades) · 4 (horas) = **2 kWh**

Consumo Máquinas de correr = 1,5 (kW) · 6 (unidades) · 5 (horas) = **45 kWh**

Consumo Plafón doble tubo = 0,072 (kW) · 4 (unidad) · 16,5 (horas) = **4,75 kWh**

Consumo Ventilador de techo = 0,05 (kW) · 2 (unidades) · 16,5 (horas) = **0 kWh**

Consumo Inverter = 1,945 (kW) · 1 (unidad) · 14,5 (horas) = **28,20 kWh**

Consumo TOTAL_diario_Zona Cardio = Consumo Plafón doble tubo + Consumo Máquinas elípticas +
+ Consumo Máquinas de correr + Consumo Ventilador de techo + Consumo Inverter = **79,95 kWh**

Para el cálculo del mes de febrero, la climatización está activada como bomba de **calor** durante 14,5 horas (de 6:00 a 12:00 y de 14:00 a 22:30). Los ventiladores de techo no se utilizarán para mejorar la sensación de calor.

Zona Cardio – Consumo diario MARZO

Zona Cardio_Marzo

Receptor	kW	Cantidad	Tiempo uso(h)	Consumo (kWh)
Plafón doble tubo	0,072	4	16,5	4,75
Máquina elípticas	0,1	5	4	2
Máquina de correr	1,5	6	5	45
Inverter (F/C)	1,945	1	14	27,23
Ventilador de techo	0,05	2	0	0

Cons.tot (kWh) 78,98

Calculándose los consumos como:

Consumo Máquinas elípticas = 0,1 (kW) · 5 (unidades) · 4 (horas) = **2 kWh**

Consumo Máquinas de correr = 1,5 (kW) · 6 (unidades) · 5 (horas) = **45 kWh**

Consumo Plafón doble tubo = 0,072 (kW) · 4 (unidad) · 16,5 (horas) = **4,75 kWh**

Consumo Ventilador de techo = 0,05 (kW) · 2 (unidades) · 0 (horas) = **0 kWh**

Consumo Inverter = 1,945 (kW) · 1 (unidad) · 14 (horas) = **27,23 kWh**

Consumo TOTAL_diario_Zona Cardio = Consumo Plafón doble tubo + Consumo Máquinas elípticas +
+ Consumo Máquinas de correr + Consumo Ventilador de techo + Consumo Inverter = **78,98 kWh**

Para el cálculo del mes de marzo, la climatización está activada como bomba de **calor** durante 14 horas (de 6:00 a 12:00 y de 14:00 a 22:00). Los ventiladores de techo no se utilizarán para mejorar la sensación de calor.

Zona Cardio – Consumo diario ABRIL

Zona Cardio_Abril

Receptor	kW	Cantidad	Tiempo uso(h)	Consumo (kWh)
Plafón doble tubo	0,072	4	16,5	4,75
Máquina elípticas	0,1	5	4	2
Máquina de correr	1,5	6	5	45
Inverter (F/C)	1,945	1	2	3,89
Ventilador de techo	0,05	2	0	0

Cons.tot (kWh) 55,64

Calculándose los consumos como:

Consumo Máquinas elípticas = 0,1 (kW) · 5 (unidades) · 4 (horas) = **2 kWh**

Consumo Máquinas de correr = 1,5 (kW) · 6 (unidades) · 5 (horas) = **45 kWh**

Consumo Plafón doble tubo = 0,072 (kW) · 4 (unidad) · 16,5 (horas) = **4,75 kWh**

$$\text{Consumo Ventilador de techo} = 0,05 \text{ (kW)} \cdot 2 \text{ (unidades)} \cdot 0 \text{ (horas)} = \mathbf{0 \text{ kWh}}$$

$$\text{Consumo Inverter} = 1,945 \text{ (kW)} \cdot 1 \text{ (unidad)} \cdot 2 \text{ (horas)} = \mathbf{3,89 \text{ kWh}}$$

$$\begin{aligned} \text{Consumo TOTAL_diario_Zona Cardio} &= \text{Consumo Plafón doble tubo} + \text{Consumo Máquinas elípticas} + \\ &+ \text{Consumo Máquinas de correr} + \text{Consumo Ventilador de techo} + \text{Consumo Inverter} = \mathbf{55,64 \text{ kWh}} \end{aligned}$$

Para el cálculo del mes de abril, la climatización está activada como bomba de **calor** durante 2 horas (de 6:00 a 8:00). Los ventiladores de techo no se utilizarán para mejorar la sensación de calor.

Zona Cardio – Consumo diario MAYO

Zona Cardio_Mayo

Receptor	kW	Cantidad	Tiempo uso(h)	Consumo (kWh)
Plafón doble tubo	0,072	4	16,5	4,75
Máquina elípticas	0,1	5	4	2
Máquina de correr	1,5	6	5	45
Inverter (F/C)	1,945	1	0	0
Ventilador de techo	0,05	2	16,5	1,65

Cons.tot (kWh)	53,40
-----------------------	--------------

Calculándose los consumos como:

$$\text{Consumo Máquinas elípticas} = 0,1 \text{ (kW)} \cdot 5 \text{ (unidades)} \cdot 4 \text{ (horas)} = \mathbf{2 \text{ kWh}}$$

$$\text{Consumo Máquinas de correr} = 1,5 \text{ (kW)} \cdot 6 \text{ (unidades)} \cdot 5 \text{ (horas)} = \mathbf{45 \text{ kWh}}$$

$$\text{Consumo Plafón doble tubo} = 0,072 \text{ (kW)} \cdot 4 \text{ (unidad)} \cdot 16,5 \text{ (horas)} = \mathbf{4,75 \text{ kWh}}$$

$$\text{Consumo Ventilador de techo} = 0,05 \text{ (kW)} \cdot 2 \text{ (unidades)} \cdot 16,5 \text{ (horas)} = \mathbf{1,65 \text{ kWh}}$$

$$\text{Consumo Inverter} = 1,945 \text{ (kW)} \cdot 1 \text{ (unidad)} \cdot 0 \text{ (horas)} = \mathbf{0 \text{ kWh}}$$

$$\begin{aligned} \text{Consumo TOTAL_diario_Zona Cardio} &= \text{Consumo Plafón doble tubo} + \text{Consumo Máquinas elípticas} + \\ &+ \text{Consumo Máquinas de correr} + \text{Consumo Ventilador de techo} + \text{Consumo Inverter} = \mathbf{53,40 \text{ kWh}} \end{aligned}$$

Para el cálculo del mes de mayo, la climatización está **desactivada**. Los ventiladores de techo se utilizarán para mejorar la sensación ambiental.

Zona Cardio – Consumo diario JUNIO

Zona Cardio_Junio

Receptor	kW	Cantidad	Tiempo uso(h)	Consumo (kWh)
Plafón doble tubo	0,072	4	16,5	4,75
Máquina elípticas	0,1	5	4	2
Máquina de correr	1,5	6	5	45
Inverter (F/C)	1,875	1	4	7,50
Ventilador de techo	0,05	2	16,5	1,65

Cons.tot (kWh)	60,90
-----------------------	--------------

Calculándose los consumos como:

Consumo Máquinas elípticas = 0,1 (kW) · 5 (unidades) · 4 (horas) = **2 kWh**

Consumo Máquinas de correr = 1,5 (kW) · 6 (unidades) · 5 (horas) = **45 kWh**

Consumo Plafón doble tubo = 0,072 (kW) · 4 (unidad) · 16,5 (horas) = **4,75 kWh**

Consumo Ventilador de techo = 0,05 (kW) · 2 (unidades) · 16,5 (horas) = **1,65 kWh**

Consumo Inverter = 1,875 (kW) · 1 (unidad) · 4 (horas) = **7,50 kWh**

Consumo TOTAL_diario_Zona Cardio = Consumo Plafón doble tubo + Consumo Máquinas elípticas +
+ Consumo Máquinas de correr + Consumo Ventilador de techo + Consumo Inverter = **60,90 kWh**

Para el cálculo del mes de junio, la climatización está activada como bomba de **frio** durante 4 horas (de 12:00 a 16:00). Los ventiladores de techo se utilizarán para mejorar la sensación ambiental.

Zona Cardio – Consumo diario JULIO

Zona Cardio_Julio

Receptor	kW	Cantidad	Tiempo uso(h)	Consumo (kWh)
Plafón doble tubo	0,072	4	16,5	4,75
Máquina elípticas	0,1	5	4	2
Máquina de correr	1,5	6	5	45
Inverter (F/C)	1,875	1	16	30
Ventilador de techo	0,05	2	16,5	1,65

Cons.tot (kWh) 83,40

Calculándose los consumos como:

Consumo Máquinas elípticas = 0,1 (kW) · 5 (unidades) · 4 (horas) = **2 kWh**

Consumo Máquinas de correr = 1,5 (kW) · 6 (unidades) · 5 (horas) = **45 kWh**

Consumo Plafón doble tubo = 0,072 (kW) · 4 (unidad) · 16,5 (horas) = **4,75 kWh**

Consumo Ventilador de techo = 0,05 (kW) · 2 (unidades) · 16,5 (horas) = **1,65 kWh**

Consumo Inverter = 1,875 (kW) · 1 (unidad) · 16 (horas) = **30 kWh**

Consumo TOTAL_diario_Zona Cardio = Consumo Plafón doble tubo + Consumo Máquinas elípticas +
+ Consumo Máquinas de correr + Consumo Ventilador de techo + Consumo Inverter = **83,40 kWh**

Para el cálculo del mes de junio, la climatización está activada como bomba de **frio** durante 16 horas (de 6:00 a 22:00). Los ventiladores de techo se utilizarán para mejorar la sensación ambiental.

Zona Cardio – Consumo diario AGOSTO

Zona Cardio_Agosto

Receptor	kW	Cantidad	Tiempo uso(h)	Consumo (kWh)
Plafón doble tubo	0,072	4	16,5	4,75
Máquina elípticas	0,1	5	4	2
Máquina de correr	1,5	6	5	45
Inverter (F/C)	1,875	1	16,5	30,94
Ventilador de techo	0,05	2	16,5	1,65

Cons.tot (kWh) 84,34

Calculándose los consumos como:

Consumo Máquinas elípticas = 0,1 (kW) · 5 (unidades) · 4 (horas) = **2 kWh**

Consumo Máquinas de correr = 1,5 (kW) · 6 (unidades) · 5 (horas) = **45 kWh**

Consumo Plafón doble tubo = 0,072 (kW) · 4 (unidad) · 16,5 (horas) = **4,75 kWh**

Consumo Ventilador de techo = 0,05 (kW) · 2 (unidades) · 16,5 (horas) = **1,65 kWh**

Consumo Inverter = 1,875 (kW) · 1 (unidad) · 16,5 (horas) = **30,94 kWh**

Consumo TOTAL_diario_Zona Cardio = Consumo Plafón doble tubo + Consumo Máquinas elípticas +
+ Consumo Máquinas de correr + Consumo Ventilador de techo + Consumo Inverter = **84,34 kWh**

Para el cálculo del mes de agosto, la climatización está activada como bomba de **frio** durante todo el horario de apertura al público la jornada. Los ventiladores de techo se utilizarán para mejorar la sensación ambiental.

Zona Cardio – Consumo diario SEPTIEMBRE

Zona Cardio_Septiembre

Receptor	kW	Cantidad	Tiempo uso(h)	Consumo (kWh)
Plafón doble tubo	0,072	4	16,5	4,75
Máquina elípticas	0,1	5	4	2
Máquina de correr	1,5	6	5	45
Inverter (F/C)	1,875	1	4	7,5
Ventilador de techo	0,05	2	16,5	1,65

Cons.tot (kWh) 60,90

Calculándose los consumos como:

Consumo Máquinas elípticas = 0,1 (kW) · 5 (unidades) · 4 (horas) = **2 kWh**

Consumo Máquinas de correr = 1,5 (kW) · 6 (unidades) · 5 (horas) = **45 kWh**

Consumo Plafón doble tubo = 0,072 (kW) · 4 (unidad) · 16,5 (horas) = **4,75 kWh**

$$\text{Consumo Ventilador de techo} = 0,05 \text{ (kW)} \cdot 2 \text{ (unidades)} \cdot 16,5 \text{ (horas)} = \mathbf{1,65 \text{ kWh}}$$

$$\text{Consumo Inverter} = 1,875 \text{ (kW)} \cdot 1 \text{ (unidad)} \cdot 4 \text{ (horas)} = \mathbf{7,50 \text{ kWh}}$$

$$\begin{aligned} \text{Consumo TOTAL_diario_Zona Cardio} &= \text{Consumo Plafón doble tubo} + \text{Consumo Máquinas elípticas} + \\ &+ \text{Consumo Máquinas de correr} + \text{Consumo Ventilador de techo} + \text{Consumo Inverter} = \mathbf{60,90 \text{ kWh}} \end{aligned}$$

Para el cálculo del mes de septiembre, la climatización está activada como bomba de **frio** durante 4 horas (de 12:00 a 16:00). Los ventiladores de techo se utilizarán para mejorar la sensación ambiental.

Zona Cardio – Consumo diario OCTUBRE

Zona Cardio_Octubre

Receptor	kW	Cantidad	Tiempo uso(h)	Consumo (kWh)
Plafón doble tubo	0,072	4	16,5	4,75
Máquina elípticas	0,1	5	4	2
Máquina de correr	1,5	6	5	45
Inverter (F/C)	1,945	1	2	3,89
Ventilador de techo	0,05	2	0	0

Cons.tot (kWh)	55,64
-----------------------	--------------

Calculándose los consumos como:

$$\text{Consumo Máquinas elípticas} = 0,1 \text{ (kW)} \cdot 5 \text{ (unidades)} \cdot 4 \text{ (horas)} = \mathbf{2 \text{ kWh}}$$

$$\text{Consumo Máquinas de correr} = 1,5 \text{ (kW)} \cdot 6 \text{ (unidades)} \cdot 5 \text{ (horas)} = \mathbf{45 \text{ kWh}}$$

$$\text{Consumo Plafón doble tubo} = 0,072 \text{ (kW)} \cdot 4 \text{ (unidad)} \cdot 16,5 \text{ (horas)} = \mathbf{4,75 \text{ kWh}}$$

$$\text{Consumo Ventilador de techo} = 0,05 \text{ (kW)} \cdot 2 \text{ (unidades)} \cdot 0 \text{ (horas)} = \mathbf{0 \text{ kWh}}$$

$$\text{Consumo Inverter} = 1,945 \text{ (kW)} \cdot 1 \text{ (unidad)} \cdot 2 \text{ (horas)} = \mathbf{3,89 \text{ kWh}}$$

$$\begin{aligned} \text{Consumo TOTAL_diario_Zona Cardio} &= \text{Consumo Plafón doble tubo} + \text{Consumo Máquinas elípticas} + \\ &+ \text{Consumo Máquinas de correr} + \text{Consumo Ventilador de techo} + \text{Consumo Inverter} = \mathbf{55,64 \text{ kWh}} \end{aligned}$$

Para el cálculo del mes de octubre, la climatización está activada como bomba de **calor** durante 2 horas (de 6:00 a 8:00). Los ventiladores de techo no se utilizarán para mejorar la sensación de calor.

Zona Cardio – Consumo diario NOVIEMBRE

Zona Cardio_Noviembre

Receptor	kW	Cantidad	Tiempo uso(h)	Consumo (kWh)
Plafón doble tubo	0,072	4	16,5	4,75
Máquina elípticas	0,1	5	4	2
Máquina de correr	1,5	6	5	45
Inverter (F/C)	1,945	1	16	31,12
Ventilador de techo	0,05	2	0	0

Cons.tot (kWh)	82,87
-----------------------	--------------

Calculándose los consumos como:

Consumo Máquinas elípticas = 0,1 (kW) · 5 (unidades) · 4 (horas) = **2 kWh**

Consumo Máquinas de correr = 1,5 (kW) · 6 (unidades) · 5 (horas) = **45 kWh**

Consumo Plafón doble tubo = 0,072 (kW) · 4 (unidad) · 16,5 (horas) = **4,75 kWh**

Consumo Ventilador de techo = 0,05 (kW) · 2 (unidades) · 0 (horas) = **0 kWh**

Consumo Inverter = 1,945 (kW) · 1 (unidad) · 16 (horas) = **31,12 kWh**

Consumo TOTAL_diario_Zona Cardio = Consumo Plafón doble tubo + Consumo Máquinas elípticas +
+ Consumo Máquinas de correr + Consumo Ventilador de techo + Consumo Inverter = **82,87 kWh**

Para el cálculo del mes de noviembre, la climatización está activada como bomba de **calor** durante 16 horas (de 6:00 a 22:00). Los ventiladores de techo no se utilizarán para mejorar la sensación de calor.

Zona Cardio – Consumo diario DICIEMBRE

Zona Cardio_Diciembre

Receptor	kW	Cantidad	Tiempo uso(h)	Consumo (kWh)
Plafón doble tubo	0,072	4	16,5	4,75
Máquina elípticas	0,1	5	4	2
Máquina de correr	1,5	6	5	45
Inverter (F/C)	1,945	1	16,5	32,0925
Ventilador de techo	0,05	2	0	0

Cons.tot (kWh)	83,84
-----------------------	--------------

Calculándose los consumos como:

Consumo Máquinas elípticas = 0,1 (kW) · 5 (unidades) · 4 (horas) = **2 kWh**

Consumo Máquinas de correr = 1,5 (kW) · 6 (unidades) · 5 (horas) = **45 kWh**

Consumo Plafón doble tubo = 0,072 (kW) · 4 (unidad) · 16,5 (horas) = **4,75 kWh**

$$\text{Consumo Ventilador de techo} = 0,05 \text{ (kW)} \cdot 2 \text{ (unidades)} \cdot 0 \text{ (horas)} = \mathbf{0 \text{ kWh}}$$

$$\text{Consumo Inverter} = 1,945 \text{ (kW)} \cdot 1 \text{ (unidad)} \cdot 16,5 \text{ (horas)} = \mathbf{32,10 \text{ kWh}}$$

$$\text{Consumo TOTAL diario Zona Cardio} = \text{Consumo Plafón doble tubo} + \text{Consumo Máquinas elípticas} + \text{Consumo Máquinas de correr} + \text{Consumo Ventilador de techo} + \text{Consumo Inverter} = \mathbf{83,84 \text{ kWh}}$$

Para el cálculo del mes de diciembre, la climatización está activada como bomba de **calor** durante todo el horario de apertura al público. Los ventiladores de techo no se utilizarán para mejorar la sensación de calor.

Zona Vestuario

Zona Vestuario – Potencias (por unidad)

- 5 paneles LED 0,04 kW
- Termo agua caliente para 3 duchas 3 kW

Esta zona al no depender de una climatización externa, se ejemplificará el consumo de un día para asemejar este al resto. Se toman los valores pico del termo de agua con la finalidad de no dejar sin agua caliente a los usuarios en caso de existir fluctuaciones en el uso de las duchas.

Zona Vestuario – Consumo diario

Vestuario				
Receptor	kW	Cantidad	Tiempo uso(h)	Consumo (kWh)
Panel LED	0,04	5	16,5	3,3
Termo	3	2	4	24
Cons.tot (kWh)				27,3

Calculándose los consumos como:

$$\text{Consumo Paneles LED} = 0,04 \text{ (kW)} \cdot 3 \text{ (unidades)} \cdot 16,5 \text{ (horas)} = \mathbf{3,3 \text{ kWh}}$$

$$\text{Consumo Termo} = 3 \text{ (kW)} \cdot 2 \text{ (unidades)} \cdot 4 \text{ (horas)} = \mathbf{24 \text{ kWh}}$$

$$\text{Consumo TOTAL diario Vestuario} = \text{Consumo Paneles LED} + \text{Consumo Termo} = \mathbf{27,3 \text{ kWh}}$$

Los resultados de este apartado se han de multiplicar por dos para satisfacer la demanda del vestuario masculino y femenino.

Zona Recepción

Zona Recepción – Potencias (por unidad)

- PC 0,5 kW
- monitor 0,04 kW
- impresora 0,01 kW
- 2 paneles LED pequeños 0,02 kW

Zona Recepción – Consumo diario

Recepción

Receptor	kW	Cantidad	Tiempo uso(h)	Consumo (kWh)
PC	0,5	1	16,5	8,25
Monitor	0,04	1	16,5	0,66
Impresora	0,01	1	2	0,02
Panel LED pequeño	0,02	2	16,5	0,66

Cons.tot (kWh)	9,59
-----------------------	-------------

Calculándose los consumos como:

$$\text{Consumo}_{\text{PC}} = 0,5 \text{ (kW)} \cdot 1 \text{ (unidad)} \cdot 16,5 \text{ (horas)} = \mathbf{8,25 \text{ kWh}}$$

$$\text{Consumo}_{\text{Monitor}} = 0,04 \text{ (kW)} \cdot 1 \text{ (unidad)} \cdot 16,5 \text{ (horas)} = \mathbf{0,66 \text{ kWh}}$$

$$\text{Consumo}_{\text{Impresora}} = 0,01 \text{ (kW)} \cdot 1 \text{ (unidad)} \cdot 16,5 \text{ (horas)} = \mathbf{0,02 \text{ kWh}}$$

$$\text{Consumo}_{\text{Panel LED pequeño}} = 0,02 \text{ (kW)} \cdot 2 \text{ (unidad)} \cdot 16,5 \text{ (horas)} = \mathbf{0,66 \text{ kWh}}$$

$$\text{Consumo}_{\text{TOTAL_diario_Recepción}} = \text{Consumo}_{\text{Panes LED}} + \text{Consumo}_{\text{Termo}} = \mathbf{9,59 \text{ kWh}}$$

Finalmente, el consumo total diario será:

Mes	Consumo total diario (kWh)
Enero	297,05
Febrero	281,49
Marzo	277,60
Abril	184,24
Mayo	178,58
Junio	208,58
Julio	298,58
Agosto	302,33
Septiembre	208,58
Octubre	184,24
Noviembre	293,16
Diciembre	297,05

Tabla 15. Consumo total diario

Calculándose este como:

$$\text{Consumo}_{\text{TOTAL_diario}} = \text{Consumo}_{\text{Zona Musculación 1}} + \text{Consumo}_{\text{Zona Musculación 2}} + \text{Consumo}_{\text{Zona cardio}} + 2 \cdot \text{Consumo}_{\text{Vestuario}} + \text{Consumo}_{\text{Recepción}}$$

Enero

$$\text{Consumo}_{\text{TOTAL_diario_ENERO}} = 113,36 + 35,66 + 83,84 + 2 \cdot 27,3 + 9,59 = \mathbf{297,05 \text{ kWh}}$$

Febrero

Consumo TOTAL_diario_FEBRERO = $105,58 + 31,77 + 79,95 + 2 \cdot 27,3 + 9,59 = 281,49 \text{ kWh}$

Marzo

Consumo TOTAL_diario_MARZO = $103,63 + 30,79 + 78,98 + 2 \cdot 27,3 + 9,59 = 277,60 \text{ kWh}$

Abril

Consumo TOTAL_diario_ABRIL = $56,95 + 7,45 + 55,64 + 2 \cdot 27,3 + 9,59 = 184,24 \text{ kWh}$

Mayo

Consumo TOTAL_diario_MAYO = $55,77 + 5,21 + 53,40 + 2 \cdot 27,3 + 9,59 = 178,58 \text{ kWh}$

Junio

Consumo TOTAL_diario_JUNIO = $70,77 + 12,71 + 60,90 + 2 \cdot 27,3 + 9,59 = 208,58 \text{ kWh}$

Julio

Consumo TOTAL_diario_JULIO = $115,77 + 35,21 + 83,40 + 2 \cdot 27,3 + 9,59 = 298,58 \text{ kWh}$

Agosto

Consumo TOTAL_diario_AGOSTO = $117,65 + 36,15 + 84,34 + 2 \cdot 27,3 + 9,59 = 302,33 \text{ kWh}$

Septiembre

Consumo TOTAL_diario_SEPTIEMBRE = $70,77 + 12,71 + 60,90 + 2 \cdot 27,3 + 9,59 = 208,58 \text{ kWh}$

Octubre

Consumo TOTAL_diario_OCTUBRE = $56,95 + 7,45 + 55,64 + 2 \cdot 27,3 + 9,59 = 184,24 \text{ kWh}$

Noviembre

Consumo TOTAL_diario_NOVIEMBRE = $111,41 + 34,68 + 82,87 + 2 \cdot 27,3 + 9,59 = 293,16 \text{ kWh}$

Diciembre

Consumo TOTAL_diario_DICIEMBRE = $113,36 + 35,66 + 83,84 + 2 \cdot 27,3 + 9,59 = 297,05 \text{ kWh}$

Consumo total mensual

Utilizando la tabla 2 en la que se ven reflejados los días laborables de cada mes, calculamos el consumo mensual de forma que:

Mes	Consumo total mensual (kWh)
Enero	7426,15
Febrero	7037,15
Marzo	7217,50
Abril	4421,66
Mayo	4464,40
Junio	5005,82
Julio	8061,55
Agosto	7558,15
Septiembre	5214,40
Octubre	4605,90
Noviembre	7328,90
Diciembre	7129,10

Tabla 16. Consumo total mensual

Calculándose estos como:

$$\text{Consumo total mensual} = (\text{Días laborables mes}) \cdot (\text{Consumo diario})$$

Enero

$$\text{Consumo total mensual}_{\text{ENERO}} = (25) \cdot (297,05) = 7426,15 \text{ kWh}$$

Febrero

$$\text{Consumo total mensual}_{\text{FEBRERO}} = (25) \cdot (281,49) = 7037,15 \text{ kWh}$$

Marzo

$$\text{Consumo total mensual}_{\text{MARZO}} = (26) \cdot (277,60) = 7217,50 \text{ kWh}$$

Abril

$$\text{Consumo total mensual}_{\text{ABRIL}} = (24) \cdot (184,24) = 4421,66 \text{ kWh}$$

Mayo

$$\text{Consumo total mensual}_{\text{MAYO}} = (25) \cdot (178,58) = 4464,40 \text{ kWh}$$

Junio

$$\text{Consumo total mensual}_{\text{JUNIO}} = (24) \cdot (208,58) = 5005,82 \text{ kWh}$$

Julio

$$\text{Consumo total mensual JULIO} = (27) \cdot (298,58) = \mathbf{8061,55 \text{ kWh}}$$

Agosto

$$\text{Consumo total mensual AGOSTO} = (25) \cdot (302,33) = \mathbf{7558,15 \text{ kWh}}$$

Septiembre

$$\text{Consumo total mensual SEPTIEMBRE} = (25) \cdot (208,58) = \mathbf{5214,40 \text{ kWh}}$$

Octubre

$$\text{Consumo total mensual OCTUBRE} = (25) \cdot (184,24) = \mathbf{4605,90 \text{ kWh}}$$

Noviembre

$$\text{Consumo total mensual NOVIEMBRE} = (25) \cdot (293,16) = \mathbf{7328,90 \text{ kWh}}$$

Diciembre

$$\text{Consumo total mensual DICIEMBRE} = (24) \cdot (297,05) = \mathbf{7129,10 \text{ kWh}}$$

Al ser una instalación basada en cálculos a partir de los datos aproximados del cliente y receptores disponibles, sería recomendable para subsanar posibles pequeñas variaciones o ampliaciones añadir un **10% extra** al consumo:

Mes	Consumo total mensual (kWh) + 10%
Enero	8168,77
Febrero	7740,87
Marzo	7939,25
Abril	4863,83
Mayo	4910,84
Junio	5506,41
Julio	8867,71
Agosto	8313,97
Septiembre	5735,84
Octubre	5066,49
Noviembre	8061,79
Diciembre	7842,01

Tabla 17. Consumo total diario

Calculándose estos como:

Enero

$$\text{Consumo total mensual ENERO} = (25) \cdot (297,05) \cdot 1,1 = \mathbf{8168,77 \text{ kWh}}$$

Febrero

$$\text{Consumo total mensual FEBRERO} = (25) \cdot (281,49) \cdot 1,1 = \mathbf{7740,87 \text{ kWh}}$$

Marzo

$$\text{Consumo total mensual MARZO} = (26) \cdot (277,60) \cdot 1,1 = \mathbf{7939,25 \text{ kWh}}$$

Abril

$$\text{Consumo total mensual ABRIL} = (24) \cdot (184,24) \cdot 1,1 = \mathbf{4863,83 \text{ kWh}}$$

Mayo

$$\text{Consumo total mensual MAYO} = (25) \cdot (178,58) \cdot 1,1 = \mathbf{4910,84 \text{ kWh}}$$

Junio

$$\text{Consumo total mensual JUNIO} = (24) \cdot (208,58) \cdot 1,1 = \mathbf{5506,41 \text{ kWh}}$$

Julio

$$\text{Consumo total mensual JULIO} = (27) \cdot (298,58) \cdot 1,1 = \mathbf{8867,71 \text{ kWh}}$$

Agosto

$$\text{Consumo total mensual AGOSTO} = (25) \cdot (302,33) \cdot 1,1 = \mathbf{8313,97 \text{ kWh}}$$

Septiembre

$$\text{Consumo total mensual SEPTIEMBRE} = (25) \cdot (208,58) \cdot 1,1 = \mathbf{5735,84 \text{ kWh}}$$

Octubre

$$\text{Consumo total mensual OCTUBRE} = (25) \cdot (184,24) \cdot 1,1 = \mathbf{5066,49 \text{ kWh}}$$

Noviembre

$$\text{Consumo total mensual NOVIEMBRE} = (25) \cdot (293,16) \cdot 1,1 = \mathbf{8061,79 \text{ kWh}}$$

Diciembre

$$\text{Consumo total mensual DICIEMBRE} = (24) \cdot (297,05) \cdot 1,1 = \mathbf{7842,01 \text{ kWh}}$$

Potencia de la instalación

Para simular lo más exacto posible el consumo en los elementos de mayor potencia, se adopta un factor en las máquinas de correr del **0,3**. Esto se hace así porque existe mucha variedad (la cual no consume es de uso más asiduo por los clientes) y es poco probable que se estén utilizando a su mayor potencia (alcanzarían velocidades superiores a los 20 km/h).

Otro elemento a destacar por consumo es el termo de agua, al que se ha decidido darle un factor de **0,25** para simular que no siempre está en uso ni a su máxima potencia.

La climatización viene dada por el consumo cuando utiliza frío o calor, siendo esta última opción la que genera mayor consumo

Aplicando estos factores, la potencia requerida por la instalación sería:

Zona musculación 1

Zona musculación 1 – Potencias (por unidad)

- 30 plafones con 2 tubos	0,072 kW
- 2 pantallas TV 32''	0,12 kW
- Equipo música	0,5 kW
- 8 ventiladores de techo	0,05 kW
- 8 halógenos LED	0,01 kW
- Inverter (Frio/Calor)	1,875 / 1,945 kW

Zona musculación 1 – Potencia

Potencia Plafón doble tubo = 0,072 (kW) · 30 (unidades) = **2,16 kW**

Potencia Pantalla TV 32" = 0,12 (kW) · 2 (unidades) = **0,24 kW**

Potencia Equipo de sonido = 0,5 (kW) · 1 (unidad) = **0,5 kW**

Potencia Ventilador de techo = 0,05 (kW) · 8 (unidades) = **0,4 kW**

Potencia Halógeno = 0,01 (kW) · 8 (unidades) = **0,08 kW**

Potencia Inverter (Frio/Calor) = (1,875 / 1,945) (kW) · 2 (unidades) = **3,89 kW**

Potencia TOTAL_Zona Musculación 1 = Potencia Inverter + Potencia Pantalla 32" + Potencia Halogeno + Potencia Ventilador de techo + Potencia Plafón doble tubo + Potencia Equipo de sonido = 1,945 + 0,24 + 0,08 + 0,4 + 2,16 + 0,5 = **7,27 kW**

Zona musculación 2

Zona musculación 2 – Potencias (por unidad)

- 3 plafones con 2 tubos 0,072 kW
- 2 ventiladores de techo 0,05 kW
- Inverter (Frio/Calor) 1,875 / 1,945 kW

Zona musculación 2 – Potencia

Potencia Plafón doble tubo = 0,072 (kW) · 3 (unidades) = **0,216 kW**

Potencia Ventilador de techo = 0,05 (kW) · 2 (unidades) = **0,1 kW**

Potencia Inverter (Frio/Calor) = (1,875 / 1,945) (kW) · 1 (unidad) = **1,945 kW**

Potencia TOTAL_Zona Musculación 2 = Potencia Plafón doble tubo + Potencia Ventilador de techo + Potencia Inverter = 0,216 + 0,1 + 1,945 = **2,26 kW**

Zona Cardio

Zona Cardio – Potencias (por unidad)

- 5 Máquinas elípticas 0,1 kW
- 6 Máquinas de correr (cintas) 1,5 kW
- 4 plafones con 2 tubos 0,072 kW
- 2 ventiladores de techo 0,05 kW
- Inverter (Frio/Calor) 1,875 / 1,945 kW

Zona Cardio – Potencia

Potencia Máquinas elípticas = 0,1 (kW) · 5 (unidades) = **0,5 kW**

Potencia Máquinas de correr = 1,5 (kW) · 6 (unidades) = **9 kW**

Potencia Plafón doble tubo = 0,072 (kW) · 4 (unidad) = **0,288 kW**

Potencia Ventilador de techo = 0,05 (kW) · 2 (unidades) = **0,1 kW**

Potencia Inverter (Frio/Calor) = (1,875 / 1,945) (kW) · 1 (unidad) = **1,945 kW**

Potencia TOTAL_diario_Zona Cardio = Potencia Plafón doble tubo + (Potencia Máquinas elípticas + Potencia Máquinas de correr) · 0,3 + Potencia Ventilador de techo + Potencia Inverter = 0,288 + (0,5 + 9) · 0,3 + 0,1 + 1,945 = **5,183 kW**

Zona Vestuario

Zona Vestuario – Potencias (por unidad)

- 5 paneles LED 0,04 kW
- Termo agua caliente para 3 duchas 3 kW

Zona Vestuario – Potencia

Potencia Paneles LED = 0,04 (kW) · 3 (unidades) = **0,2 kW**

Potencia Termo = 3 (kW) · 2 (unidades) = **6 kW**

Potencia TOTAL_diario_Vestuario = Potencia Paneles LED + Potencia Termo · 0,25 = **1,7 kWh**

Zona Recepción

Zona Recepción – Potencias (por unidad)

- PC 0,5 kW
- monitor 0,04 kW
- impresora 0,01 kW
- 2 paneles LED pequeños 0,02 kW

Zona Recepción – Potencia

Potencia PC = 0,5 (kW) · 1 (unidad) = **0,5 kW**

Potencia Monitor = 0,04 (kW) · 1 (unidad) = **0,04 kW**

Potencia Impresora = 0,01 (kW) · 1 (unidad) = **0,01 kW**

Potencia Panel LED pequeño = 0,02 (kW) · 2 (unidad) = **0,04 kW**

Potencia TOTAL_diario_Recepción = Consumo PC + Consumo Monitor + Consumo Impresora +
+ Consumo Panel LED pequeño = **0,59 kWh**

Finalmente, la potencia total será de:

Potencia TOTAL_diario = Poten. Zona Musculación 1 + Poten. Zona Musculación 2 + 2·Poten. Vestuario +
+ Poten. Recepción + Poten. Zona cardio = 7,27 + 2,26 + 2·1,7 + 0,59 + 5,183 = **18,704 kW**

Aun siendo **18,704 kW** la potencia máxima que se ha estimado en un principio por cálculo, para evitar futuros inconvenientes, se decide añadir un **10% extra** quedando en **20,37 kW** de potencia máxima en la instalación.

4.3 Cálculos del apartado radiación

Proseguimos con el cálculo del consumo mensual en Ah/mes, el cual más tarde nos ayudará con el dimensionamiento de las baterías.

Como ya se ha explicado durante el proyecto, durante los meses de mayor afluencia se incrementa en un 20% el consumo para simular la clientela extra. Para conseguir resultados con algo de holgura (por seguridad) volvemos a multiplicar por **1,1** para incrementar en un 10% extra el consumo. Todo esto se calculará en base a:

$$\text{Consumo MENSUAL (kWh/mes)} = \text{Consumo diario (kWh)} \cdot \text{Días laborables} \cdot \text{Coeficientes}$$

$$\text{Consumo (Ah/mes)} = \frac{\text{Consumo mensual}}{V_{\text{Instalación}} \cdot \text{Rendimiento}_{\text{Inversor}}}$$

Enero

$$\text{Consumo ENERO} = \frac{\text{Consumo mensual}_{\text{Enero}}}{V_{\text{Instalación}} \cdot \text{Rendimiento}_{\text{Inversor}}} = \frac{297,05 \cdot 25 \cdot 1,1 \cdot 1000}{48 \cdot 0,95} = \mathbf{179139,58 \text{ Ah/mes}}$$

Febrero

$$\text{Consumo FEBRERO} = \frac{\text{Consumo mensual}_{\text{Febrero}}}{V_{\text{Instalación}} \cdot \text{Rendimiento}_{\text{Inversor}}} = \frac{281,49 \cdot 25 \cdot 1,1 \cdot 1000}{48 \cdot 0,95} = \mathbf{169755,81 \text{ Ah/mes}}$$

Marzo

$$\text{Consumo MARZO} = \frac{\text{Consumo mensual}_{\text{Marzo}}}{V_{\text{Instalación}} \cdot \text{Rendimiento}_{\text{Inversor}}} = \frac{277,60 \cdot 26 \cdot 1,1 \cdot 1000}{48 \cdot 0,95} = \mathbf{146158,54 \text{ Ah/mes}}$$

Abril

$$\text{Consumo ABRIL} = \frac{\text{Consumo mensual}_{\text{Abril}}}{V_{\text{Instalación}} \cdot \text{Rendimiento}_{\text{Inversor}}} = \frac{184,24 \cdot 24 \cdot 1,1 \cdot 1000}{48 \cdot 0,95} = \mathbf{112394,53 \text{ Ah/mes}}$$

Mayo

$$\text{Consumo MAYO} = \frac{\text{Consumo mensual}_{\text{Mayo}}}{V_{\text{Instalación}} \cdot \text{Rendimiento}_{\text{Inversor}}} = \frac{178,58 \cdot 25 \cdot 1,1 \cdot 1000}{48 \cdot 0,95} = \mathbf{107693,86 \text{ Ah/mes}}$$

Junio

$$\text{Consumo JUNIO} = \frac{\text{Consumo mensual}_{\text{Junio}}}{V_{\text{Instalación}} \cdot \text{Rendimiento}_{\text{Inversor}}} = \frac{208,58 \cdot 24 \cdot 1,2 \cdot 1,1 \cdot 1000}{48 \cdot 0,95} = \mathbf{120754,53 \text{ Ah/mes}}$$

Julio

$$\text{Consumo JULIO} = \frac{\text{Consumo mensual}_{\text{Julio}}}{V_{\text{Instalación}} \cdot \text{Rendimiento}_{\text{Inversor}}} = \frac{298,58 \cdot 27 \cdot 1,2 \cdot 1,1 \cdot 1000}{48 \cdot 0,95} = \mathbf{194467,26 \text{ Ah/mes}}$$

Agosto

$$\text{Consumo Agosto} = \frac{\text{Consumo mensual}_{\text{Agosto}}}{V_{\text{Instalación}} \cdot \text{Rendimiento}_{\text{Inversor}}} = \frac{302,33 \cdot 25 \cdot 1,1 \cdot 1000}{48 \cdot 0,95} = \mathbf{182323,79 \text{ Ah/mes}}$$

Septiembre

$$\text{Consumo}_{\text{SEPTIEMBRE}} = \frac{\text{Consumo mensual}_{\text{Septiembre}}}{V_{\text{Instalación}} \cdot \text{Rendimiento}_{\text{Inversor}}} = \frac{208,58 \cdot 25 \cdot 1,2 \cdot 1,1 \cdot 1000}{48 \cdot 0,95} = \mathbf{125785,96 \text{ Ah/mes}}$$

Octubre

$$\text{Consumo}_{\text{OCTUBRE}} = \frac{\text{Consumo mensual}_{\text{Octubre}}}{V_{\text{Instalación}} \cdot \text{Rendimiento}_{\text{Inversor}}} = \frac{184,24 \cdot 25 \cdot 1,1 \cdot 1000}{48 \cdot 0,95} = \mathbf{111107,24 \text{ Ah/mes}}$$

Noviembre

$$\text{Consumo}_{\text{NOVIEMBRE}} = \frac{\text{Consumo mensual}_{\text{Noviembre}}}{V_{\text{Instalación}} \cdot \text{Rendimiento}_{\text{Inversor}}} = \frac{293,16 \cdot 25 \cdot 1,1 \cdot 1000}{48 \cdot 0,95} = \mathbf{176793,64 \text{ Ah/mes}}$$

Diciembre

$$\text{Consumo}_{\text{DICIEMBRE}} = \frac{\text{Consumo mensual}_{\text{Diciembre}}}{V_{\text{Instalación}} \cdot \text{Rendimiento}_{\text{Inversor}}} = \frac{297,05 \cdot 24 \cdot 1,1 \cdot 1000}{48 \cdot 0,95} = \mathbf{171974,00 \text{ Ah/mes}}$$

Finalmente, el coeficiente a partir del que será ejecutado este proyecto se calcula de forma que:

$$\text{Coeficiente} = \frac{\text{Consumo}_{\text{Mensual}} (\text{Ah/mes})}{\text{Radiación}_{\text{Mensual}}}$$

Enero

$$\text{Coeficiente}_{\text{ENERO}} = \frac{\text{Consumo}_{\text{Mensual_ENERO}} (\text{Ah/mes})}{\text{Radiación}_{\text{Mensual_ENERO}}} = \frac{179139,58}{126,65} = \mathbf{1414,45}$$

Febrero

$$\text{Coeficiente}_{\text{FEBRERO}} = \frac{\text{Consumo}_{\text{Mensual_FEBRERO}} (\text{Ah/mes})}{\text{Radiación}_{\text{Mensual_FEBRERO}}} = \frac{169755,81}{133,24} = \mathbf{1274,06}$$

Marzo

$$\text{Coeficiente}_{\text{MARZO}} = \frac{\text{Consumo}_{\text{Mensual_MARZO}} (\text{Ah/mes})}{\text{Radiación}_{\text{Mensual_MARZO}}} = \frac{146158,54}{152,27} = \mathbf{1143,40}$$

Abril

$$\text{Coeficiente}_{\text{ABRIL}} = \frac{\text{Consumo}_{\text{Mensual_ABRIL}} (\text{Ah/mes})}{\text{Radiación}_{\text{Mensual_ABRIL}}} = \frac{112394,53}{162,84} = \mathbf{655,02}$$

Mayo

$$\text{Coeficiente}_{\text{MAYO}} = \frac{\text{Consumo}_{\text{Mensual_MAYO}} (\text{Ah/mes})}{\text{Radiación}_{\text{Mensual_MAYO}}} = \frac{107693,86}{193,78} = \mathbf{555,75}$$

Junio

$$\text{Coeficiente}_{\text{JUNIO}} = \frac{\text{Consumo}_{\text{Mensual_JUNIO}} (\text{Ah/mes})}{\text{Radiación}_{\text{Mensual_JUNIO}}} = \frac{120754,53}{205,25} = \mathbf{588,33}$$

Julio

$$\text{Coeficiente JULIO} = \frac{\text{Consumo}_{\text{Mensual_JULIO}} (\text{Ah/mes})}{\text{Radiación}_{\text{Mensual_JULIO}}} = \frac{194467,26}{212,01} = \mathbf{917,26}$$

Agosto

$$\text{Coeficiente AGOSTO} = \frac{\text{Consumo}_{\text{Mensual_AGOSTO}} (\text{Ah/mes})}{\text{Radiación}_{\text{Mensual_AGOSTO}}} = \frac{182323,79}{190,38} = \mathbf{957,68}$$

Septiembre

$$\text{Coeficiente SEPTIEMBRE} = \frac{\text{Consumo}_{\text{Mensual_SEPTIEMBRE}} (\text{Ah/mes})}{\text{Radiación}_{\text{Mensual_SEPTIEMBRE}}} = \frac{125785,96}{154,26} = \mathbf{815,42}$$

Octubre

$$\text{Coeficiente OCTUBRE} = \frac{\text{Consumo}_{\text{Mensual_OCTUBRE}} (\text{Ah/mes})}{\text{Radiación}_{\text{Mensual_OCTUBRE}}} = \frac{111107,24}{118,71} = \mathbf{935,96}$$

Noviembre

$$\text{Coeficiente NOVIEMBRE} = \frac{\text{Consumo}_{\text{Mensual_NOVIEMBRE}} (\text{Ah/mes})}{\text{Radiación}_{\text{Mensual_NOVIEMBRE}}} = \frac{176793,64}{100,57} = \mathbf{1757,92}$$

Diciembre

$$\text{Coeficiente DICIEMBRE} = \frac{\text{Consumo}_{\text{Mensual_DICIEMBRE}} (\text{Ah/mes})}{\text{Radiación}_{\text{Mensual_DICIEMBRE}}} = \frac{171974,00}{131,34} = \mathbf{1309,38}$$

4.4 Cálculos del apartado Baterías

El consumo en Ah (diario), se ha calculado como:

$$\text{Ah} = \frac{\text{Consumo total diario (kWh)} \cdot 1000}{V_{\text{Instalación}}}$$

Enero

$$\text{Ah}_{\text{ENERO}} = \frac{235,72 \cdot 1000}{48} = \mathbf{6807,30 \text{ Ah}}$$

Febrero

$$\text{Ah}_{\text{FEBRERO}} = \frac{196,43 \cdot 1000}{48} = \mathbf{6450,72 \text{ Ah}}$$

Marzo

$$\text{Ah}_{\text{MARZO}} = \frac{196,43 \cdot 1000}{48} = \mathbf{6361,58 \text{ Ah}}$$

Abril

$$\text{Ah}_{\text{ABRIL}} = \frac{196,43 \cdot 1000}{48} = \mathbf{4222,08 \text{ Ah}}$$

Mayo

$$Ah_{\text{MAYO}} = \frac{196,43 \cdot 1000}{48} = \mathbf{4092,37 \text{ Ah}}$$

Junio

$$Ah_{\text{JUNIO}} = \frac{235,72 \cdot 1000}{48} = \mathbf{4779,87 \text{ Ah}}$$

Julio

$$Ah_{\text{JULIO}} = \frac{235,72 \cdot 1000}{48} = \mathbf{6842,37 \text{ Ah}}$$

Agosto

$$Ah_{\text{AGOSTO}} = \frac{196,43 \cdot 1000}{48} = \mathbf{6928,30 \text{ Ah}}$$

Septiembre

$$Ah_{\text{SEPTIEMBRE}} = \frac{235,72 \cdot 1000}{48} = \mathbf{4779,87 \text{ Ah}}$$

Octubre

$$Ah_{\text{OCTUBRE}} = \frac{196,43 \cdot 1000}{48} = \mathbf{4222,08 \text{ Ah}}$$

Noviembre

$$Ah_{\text{NOVIEMBRE}} = \frac{196,43 \cdot 1000}{48} = \mathbf{6718,16 \text{ Ah}}$$

Diciembre

$$Ah_{\text{DICIEMBRE}} = \frac{196,43 \cdot 1000}{48} = \mathbf{6807,30 \text{ Ah}}$$

4.4 Cálculos del emplazamiento de la instalación

4.4.1 Distribución de los paneles solares

La opción más restrictiva es cuando tenemos los paneles con inclinación de 30°, siendo así y disponiendo de una gran zona para la instalación de las placas, se tomará **2,5 metros** de distancia entre ellas.

En total tenemos 454 placas, las cuales dividiremos en 22 filas de 20 placas con cuatro soportes de 5 placas y una fila de 14 placas formada por siete soportes de 2 placas.

Para este tipo de instalación necesitaremos una superficie de:

$$\mathbf{\text{Longitud fila}_{20} = 20 \text{ placas horizontales} \cdot 1956 \text{ mm/placa} = 39,12 \text{ m}}$$

$$\mathbf{\text{Longitud fila}_{14} = 16 \text{ placas horizontales} \cdot 1956 \text{ mm/placa} = 31,30 \text{ m}}$$

$$\mathbf{\text{Anchura filas}_{23} = 2,5 \text{ metros de separación} \cdot 23 \text{ filas} = 57,5 \text{ m}}$$

$$\text{Superficie}_{\text{TOTAL}} = 39,12 \cdot 57,5 = 2249,4 \text{ m}^2$$

El emplazamiento en el que se situarán las placas tiene unas dimensiones de **68x55 m**, con una superficie total de **3740 m²**, por tanto, es más que suficiente para tal fin.



Imagen 18. Emplazamiento de los paneles fotovoltaicos

4.4.2 Caseta

El propósito de la caseta no será otro que proteger todas aquellas partes de la instalación que ni puedan estar a la intemperie, como ahora, inversores y baterías.

Nuestra instalación consta de **480 baterías**. Estas, las dividiremos en conjuntos de **24 baterías** para conseguir así los **48V** a los que funciona la instalación.

En la ficha técnica de las baterías indica que sus dimensiones son de **215 x 277 x 695 mm**, teniendo en cuenta esto:

$$\text{Longitud 24 baterías en serie} = 0,215\text{m} \cdot 24 \text{ baterías} = \mathbf{5,16 \text{ metros}}$$

Entre las diferentes líneas de baterías en serie se dejarán 0,2 metros, mejorando así la refrigeración de las mismas:

$$\text{Ancho 20 filas de baterías} = (0,277 + 0,2) \text{ m} \cdot 20 \text{ filas} = \mathbf{8,54 \text{ metros}}$$

Dejaremos cada 3 filas otros 0,3 metros, con la finalidad de ampliar el espacio disponible para el mantenimiento de estas. Estas se protegerán de la zona de los inversores mediante una puerta.

Calculada la superficie que ocuparán las baterías, pasamos al siguiente punto, los inversores. Según su ficha técnica estos tienen unas medidas de **58 x 41 x 23 cm**, por lo que los podremos situar a uno de los lados separados un metro de las baterías.

Se decide fabricar una caseta de **12 x 6 metros** para albergar baterías e inversores.

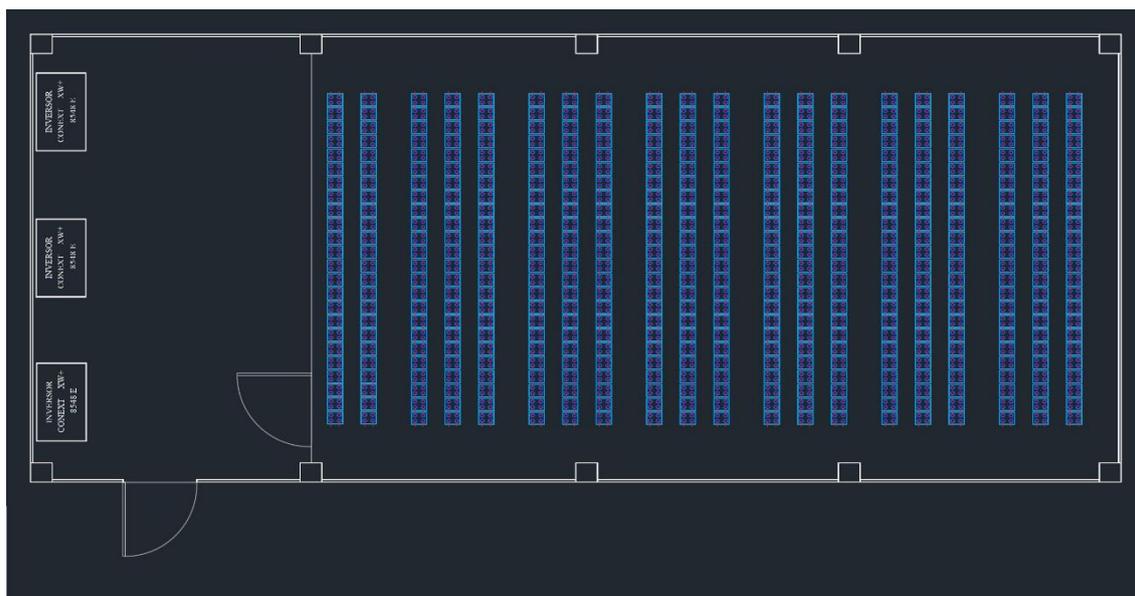


Imagen 19. Caseta con baterías e inversores

PLIEGO DE CONDICIONES

INDICE

5.1 Objeto del pliego de condiciones	99
5.2 Definiciones	99
5.2.1 Generadores y radiación solar	99
5.2.2 Acumuladores de energía	100
5.2.3 Reguladores	100
5.2.4 Inversores	100
5.3 Pliego de los elementos particulares de la instalación	101
5.3.1 Paneles solares	101
5.3.2 Soportes	102
5.3.3 Reguladores	104
5.3.4 Inversores	105
5.3.5 Baterías	106
5.3.6 Cableado	106
5.3.7 Protecciones y puesta a tierra	107

5.1 Objeto del pliego de condiciones

Se establece el presente pliego de condiciones con la finalidad de fijar las **condiciones técnicas mínimas** que deben cumplir las instalaciones fotovoltaicas aisladas de la red.

Con ello, se debe hacer servir este como guía para instaladores y fabricantes de equipos, definiendo las especificaciones mínimas que debe cumplir una instalación para asegurar su calidad.

La aplicación de este pliego de condiciones técnicas se aplica a todos los sistemas mecánicos, eléctricos y electrónicos que forman parte de las instalaciones.

Para seguir el correcto desarrollo o ejecución en determinados supuestos del proyecto se podrán adoptar, por la propia naturaleza del mismo, soluciones diferentes a las exigidas en este pliego de condiciones, siempre que estas justifiquen su necesidad.

También se permite aplicación del presente pliego a otras instalaciones distintas a las descritas en este, siempre que tengan características técnicas similares.

5.2 Definiciones

5.2.1 Generadores y radiación solar

Radiación solar: Energía procedente del Sol en forma de ondas electromagnéticas.

Panel fotovoltaico: Conjunto de células solares interconectadas entre sí y encapsuladas entre materiales que las protegen de los efectos de la intemperie.

Célula solar fotovoltaica: Dispositivo que transforma la energía solar en energía eléctrica.

Ramal fotovoltaico: Subconjunto de módulos fotovoltaicos interconectados, en serie y en muchas ocasiones en asociaciones serie-paralelo, con voltaje igual a la tensión nominal del generador.

Irradiación: Energía incidente en una superficie por unidad de superficie y a lo largo de un cierto período de tiempo. Esta se mide MJ/m² o kWh/m².

Irradiancia: Densidad de potencia incidente en una superficie o la energía incidente en una superficie por unidad de tiempo y unidad de superficie. Esta se mide en kW/m².

Condiciones Estándar de Medida: Condiciones de irradiancia y temperatura en la célula solar, utilizadas como referencia para caracterizar células, módulos y generadores fotovoltaicos. Las definiremos mediante:

- Irradiancia (GSTC): **1000 W/m²**
- Distribución espectral: **AM 1,5 G**
- Incidencia normal
- Temperatura de célula: **25 °C**

Potencia máxima del generador: Potencia máxima que puede entregar el módulo en las condiciones estándar de medida. También es conocida como *potencia pico*.

5.2.2 Acumuladores de energía

Acumulador: Asociación eléctrica de baterías.

Batería: Fuente de tensión continua formada por un conjunto de vasos electroquímicos interconectados.

Autodescarga: Pérdida de carga de la batería cuando ésta permanece en circuito abierto. Habitualmente se expresa como porcentaje de la capacidad nominal, siendo esta medida durante un mes a una temperatura de 20 °C.

Capacidad nominal (C_n): Cantidad de carga que es posible extraer de una batería en n horas, medida a una temperatura de 20 °C, hasta que la tensión entre sus terminales llegue a **1,8 V/vaso**. Variando este último dato con diferentes regímenes de descarga, se pueden usar las siguientes relaciones empíricas:

- $C_{100} / C_{20} \pm 1,25$
- $C_{40} / C_{20} \pm 1,14$
- $C_{20} / C_{10} \pm 1,17$

Capacidad útil: Capacidad disponible o utilizable de la batería. Se define como el producto de la capacidad nominal y la profundidad máxima de descarga permitida (PD_{max}).

Profundidad de descarga: Cociente entre la carga extraída de una batería y su capacidad nominal. Se expresa habitualmente en %.

Vaso: Elemento o celda electroquímica básica que forma parte de la batería, y cuya tensión nominal es aproximadamente 2 V.

5.2.3 Reguladores

Regulador: Dispositivo encargado de proteger a la batería frente a sobrecargas y sobredescargas. El regulador podrá no incluir alguna de estas funciones si existe otro componente del sistema encargado de realizarlas.

5.2.4 Inversores

Inversor: Convertidor de corriente continua en corriente alterna.

Potencia nominal: Potencia especificada por el fabricante, y que el inversor es capaz de entregar de forma continua.

Capacidad de sobrecarga: Capacidad del inversor para entregar mayor potencia que la nominal durante ciertos intervalos de tiempo.

Factor de potencia: Cociente entre la potencia activa (W) y la potencia aparente (VA) a la salida del inversor.

Rendimiento del inversor: Relación entre la potencia de salida y la potencia de entrada del inversor. Depende de la potencia y de la temperatura de operación.

5.3 Pliego de los elementos particulares de la instalación

5.3.1 Paneles solares

Quedando ya definidos en el presente pliego, los paneles fotovoltaicos que se utilizarán en la instalación pertenecen a la empresa Solar Planet.

A continuación, se adjuntan las características eléctricas y constructivas de la placa especificada:

Características eléctricas

Modelo: **ASP370M6-72**

Tecnología: **Monocrystalino**

Potencia (Wp): **370 Wp**

Intensidad de cortocircuito (A): **9.33 A**

Tensión de circuito abierto (V): **47.48 V**

Tensión a máxima potencia (V): **39,63 V**

Eficiencia del módulo (%): **19.07 %**

Características constructivas

Dimensiones (mm): **1956x992x40 mm**

Peso (Kg): **21.5 Kg**

Esto valores que se han obtenido para la potencia pico de las placas y son en condiciones estándar de medida:

- Irradiancia de 1000 W/m²
- Espectro de 1.5 AM
- 25 °C de temperatura de la célula.

Pudiendo darse el caso de ser necesario el cambio del módulo preestablecido, el módulo sustituto deberá ser catalogado de una calidad similar para evitar posibles defectos en la dispersión de los datos.

Con la finalidad de identificar correctamente los paneles, estos deben incluir en el marco de su estructura de una forma clara, visible e indeleble el modelo del panel, el

logotipo del fabricante y un número de serie o de identificación que pueda ser asociado a la fecha de fabricación.

Todos los paneles fotovoltaicos que se pretendan instalar, deberán cumplir las especificaciones:

- **UNE EN 61215** por el que se regulan los módulos fotovoltaicos para uso terrestre, su cualificación del diseño y homologación.
- **UNE EN 61730** por el que se regula la seguridad en los módulos fotovoltaicos.
- **UNE EN 62128** por el que se regulan los módulos fotovoltaicos de concentración.
- **UNE EN 61646** por el que se regulan los módulos fotovoltaicos de lámina delgada para aplicaciones terrestres.

Cada panel fotovoltaico será revisado previamente a su instalación, rechazando aquellos que presenten defectos de fabricación, como roturas, manchas, grietas, suciedades y demás imperfecciones.

5.3.2 Soportes

Las funciones que deben desempeñar estos son:

- Servir como una fijación segura para las placas solares
- Proporcionar la orientación y la inclinación necesarias para poder mantener la producción lo más alta posible, consiguiendo el máximo aprovechamiento de la radiación solar y, por lo tanto, el máximo aprovechamiento de la instalación.

Pudiendo darse el caso de ser necesario el cambio del soporte preestablecido, el soporte sustituto deberá ser catalogado de una calidad y características similares.

Fijación: Directa sobre en el terreno

Inclinación: Ajustable entre 30 y 60 grados

Material: Aleación de aluminio y acero antioxidante

Vida útil: Más de 20 años

Los soportes, en el caso particular que se presenta, irán anclados directamente sobre el terreno.

Dentro de la ficha técnica de las estructuras, se definen las condiciones meteorológicas adversas que serán capaces de soportar asegurando siempre un anclaje correctamente ejecutado.

Se adjunta una imagen con las partes que compondrán el soporte:

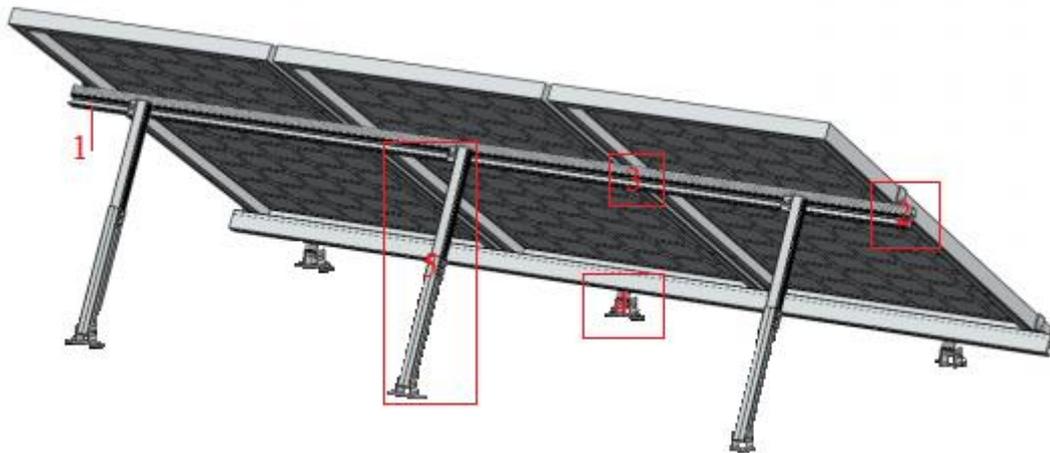


Tabla 19. Zona trasera del soporte con paneles montados

1 – Rail

2 – Inter clamp

3 – End clamp

4 – Pata delantera ajustable

5 – Pata trasera ajustable

Instalación del soporte

La instalación del soporte se hará siguiendo este orden:

- Primero, se instalará la pata delantera (imagen X)
- Seguidamente, se ajustará la ubicación de la pata delantera (asegurando que la superficie inferior de la pata delantera esté paralelo al borde del techo).
- Continuaremos colocando la goma de 25x50 mm debajo de la pata delantera y alinearemos los agujeros de los tornillos.
- Se fijarán los kits de las patas delanteras al techo con tornillos y se bloquearán.

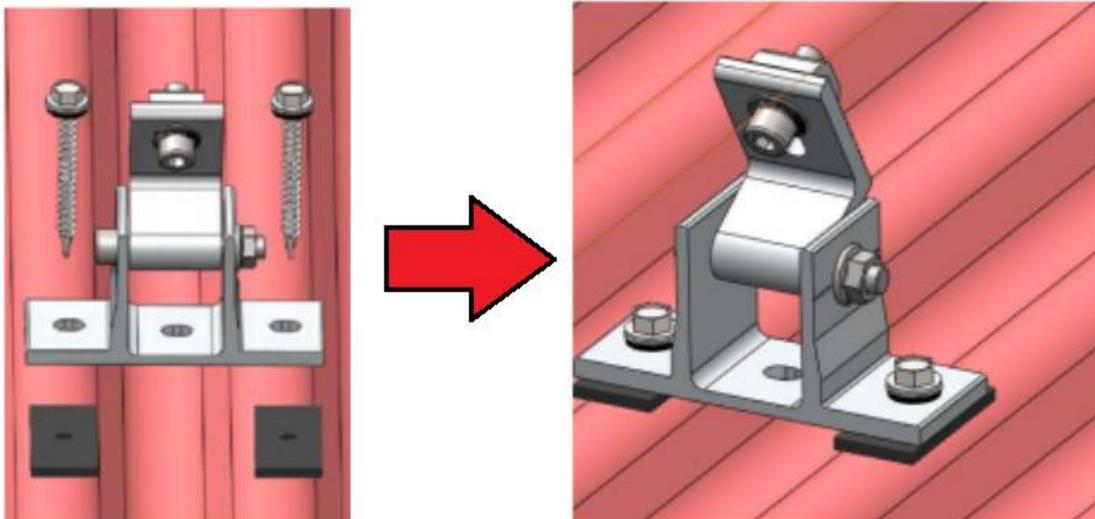


Imagen 20. Montaje pata delantera

Tras instalar la pata delantera, ajustaremos la disposición de las patas traseras. Una vez se encuentren dispuestas de una manera vertical, se fijarán las patas traseras al terreno.

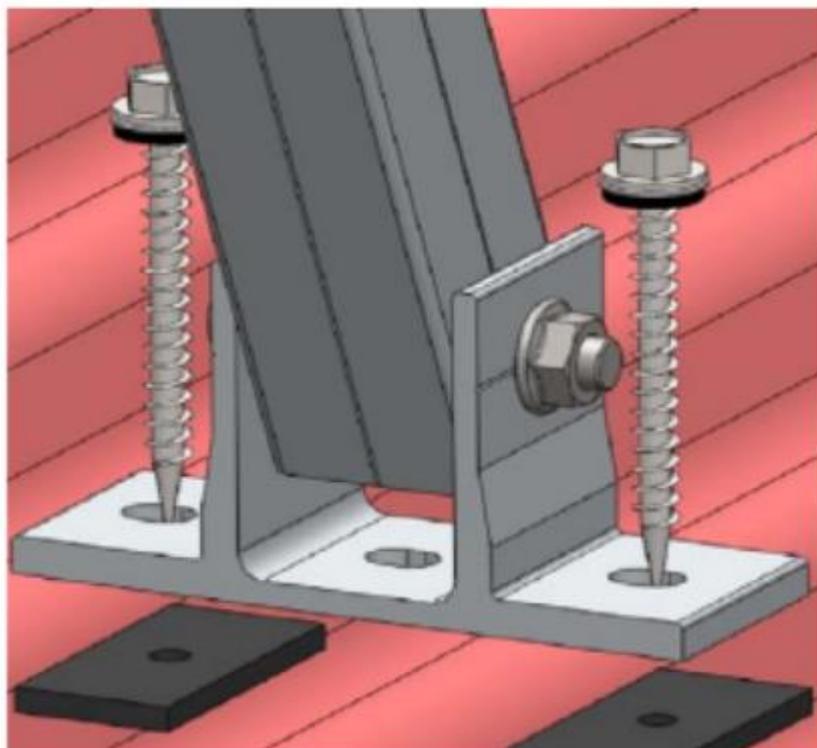


Imagen 21. Montaje pata trasera

Tras la instalación de las patas delanteras y traseras, proseguimos con la instalación de los rieles. Para ello, es necesario colocar las patas delanteras en la ranura del riel.

Se ajustará la longitud izquierda en 2 terminales del riel y luego se bloquearán las empulgueras. Afloremos los 2 tornillos hexagonales de una de las patas traseras y se ajustará la longitud de dichas patas según el ángulo que se necesite.

Seguidamente, se pondrá en la ranura del riel la otra pata trasera y se ajustará la ubicación del mismo, manteniéndolo paralelo a las patas traseras y se bloqueará.

Una vez realizado la instalación de las estructuras de soporte, el último paso será la colocación de las placas en los soportes y el anclaje a los mismos mediante abrazaderas.

5.3.3 Reguladores

En la instalación se utilizará un regulador maximizador. Los 48 voltios que utilizaremos en las baterías, suponen grandes intensidades circulando por la instalación y apareciendo grandes pérdidas.

El tipo de reguladores utilizados en la instalación han de tener características para:

- Elevar la tensión de funcionamiento de las placas en valores superiores a los 100 V, permitiendo que se utilicen placas solares de mayor potencia.

- Conseguir que los ramales fotovoltaicos puedan trabajar lo más cerca posible del punto de funcionamiento máximo el mayor tiempo posible.

Se instalará un regulador Victron Energy SmartSolar con los datos técnicos adjuntos o con similares características:

Corriente de carga nominal	100 A
Potencia FV máxima	5800 W
Máx. Corriente Cortocircuito	70 A
Tensión máx. Circuito abierto	250 V
Eficacia máxima	99 %

Este modelo o la sustitución de este en caso de avería, ha de poseer la característica de seguimiento del Punto de Máxima Potencia (MPPT).

El modelo seleccionado, dispone de una protección de cortocircuito y polaridad inversa en los paneles fotovoltaicos y una protección de corriente inversa fotovoltaica. Dichas protecciones se realizan mediante fusibles de polaridad inversa de la batería.

El regulador deberá estar protegido frente a la posibilidad de desconexión accidental del acumulador, con el generador trabajando en las condiciones estándar y con cualquier tipo de carga.

5.3.4 Inversores

Los inversores se conectarán a la salida de consumo del regulador o en bornes del acumulador.

Se deberá asegurar previo a la conexión que la protección del acumulador frente a sobrecargas y sobredescargas está correctamente instalada. Estas habrán de estar incorporadas en el interior de inversor. Las protecciones son:

- Protección frente a tensiones de entrada fuera del margen de operación.
- Protección frente a la desconexión del acumulador.
- Protección frente a cortocircuitos en la salida de la corriente alterna.
- Protección frente a las sobrecargas que superen los valores de duración y límites especificados.

Estos inversores o los sustitutos en caso de avería, han de disponer la posibilidad de un funcionamiento en paralelo con otros compatibles de una manera simultánea. De esta manera se podrá alcanzar una mayor potencia de salida.

El inversor cargador debe asegurar una operación correcta en todo el margen de tensiones de entrada permitidas por el sistema y simultáneamente ser capaz de entregar la potencia nominal de forma continua.

5.3.5 Baterías

Las baterías son del tipo OPzS debido a su robustez, su larga vida útil y la alta seguridad operativa. Estas son ideales para su uso en estaciones de energía solar y eólica por la amplia gama de capacidades y tamaños disponibles proporciona una solución para cada tipo de instalación.

Esta gama de baterías nos otorga una máxima capacidad para los ciclos y una gran vida útil con bajo mantenimiento.

- No se permitirá que la capacidad nominal del acumulador exceda en 25 veces la corriente de cortocircuito en condiciones estándar.
- La máxima profundidad de descarga no superará el **70 %**.
- La autodescarga del acumulador a 20 °C no deberá ser superior al 6 % de su capacidad nominal por mes.

En cuanto a las obligaciones por parte del instalador, cada una de las baterías debe estar etiquetada con:

- Tensión nominal (V)
- Polaridad de los terminales
- Capacidad nominal (Ah)
- Fabricante y número de serie asociado con la fecha de fabricación

Al tratarse de un elemento de sustitución a medio plazo, se estima oportuno que la capacidad y características de esta sustitución sean similares a las presentes en el proyecto.

5.3.6 Cableado

El cableado presente en la instalación, debe cumplir las normas y especificaciones técnicas según lo establecido en la actual legislación vigente. Los conductores que se necesitarán deberán tener la sección adecuada para:

- Reducir las caídas de tensión
- Evitar roturas y calentamientos por intensidad.

Bajo cualquier condición de trabajo los conductores deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior al 1.5 %, aun modificando este valor según requerimientos de la IDEA, a la tensión nominal continua del sistema.

La designación de los cables se mostrará claramente en su lateral y estos tendrán el siguiente código de colores para identificarlos:

- Los cables positivos serán de color **rojo**.
- Los cables negativos serán negros.
- Los cables de la toma de tierra y de las protecciones serán **verdes** y **amarillos**.

5.3.7 Protecciones y puesta a tierra

Siguiendo las instrucciones pertinentes del reglamento de baja tensión, todas las instalaciones que dispongan de una tensión superior a los **48 voltios**, deben disponer de una puesta a tierra. Esta, se conectará, como mínimo, a las estructuras de soporte de los generadores y los marcos metálicos de cada uno de los módulos.

El sistema de protecciones debe asegurar la protección de las personas frente a contactos directos e indirectos, además de frente a sobretensiones, de sobrecargas y sobreintensidades.

Las baterías dispondrán de un sistema especial atención de protección frente a los cortocircuitos mediante el uso de fusibles, disyuntores magnetotérmicos o similar que asegure la correcta protección.

La ITC-BT-40 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, establece que las instalaciones generadoras deberán estar provistas de un sistema de puesta a tierra que garantice, en todo momento, que las tensiones que se presenten en las masas metálicas no superen los valores que se establecen en la MIE-RAT 13.

Se considera independiente una red de tierra cuando el paso de la intensidad máxima de defecto no provoca en otras puestas a tierra una diferencia de tensión superior a 50 V respecto a la tierra de referencia. En este tipo de instalaciones aisladas la puesta a tierra del neutro se realizará conforme al esquema TT que se expone en la ITC-BT-08.

Este tipo de puestas a tierra deben tener las condiciones técnicas necesarias para que no se produzcan transferencias de defectos a la Red de Distribución Pública o a las instalaciones privadas.

Este tipo de esquemas disponen de un punto de alimentación conectado directamente a tierra y en el cual las masas de la parte receptora se encuentran conectadas a una puesta a tierra que se encuentra separada de la toma de tierra de la alimentación.

La tensión de defecto, según la ITC-BT-24 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, se establece que debe ser inferior a la tensión límite de contacto, que viene expresado como:

$$R_A \cdot I_A < U$$

Siendo:

R_A : Sumatorio de las resistencias de la puesta de tierra y los conductores de protección de las masas del circuito

I_A : Corriente que asegura el funcionamiento de la protección y U será la tensión de contacto límite.

PLANOS

INDICE

6.1 Localización de la instalación	111
6.2 Orientación de la instalación	112
6.3 Localización de los paneles solares y la caseta	113
6.4 Distribución del gimnasio	114
6.5 Superficie de la instalación con planos y caseta	115
6.6 Distribución del caseta	116
6.7 Dimensionado de las baterías	117
6.8 Distribución baterías y reguladores	118
6.9 Instalación en paralelo de los paneles (1/2)	119
6.10 Instalación en paralelo de los paneles (2/2)	120
6.11 Conexión en serie de los paneles	121
6.12 Dimensiones de los paneles solares	122
6.13 Colocación de los soportes	123
6.14 Distancia entre filas	124



PROYECTO: INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA AISLADA DE LA RED
PARA ABASTECER UN CENTRO DEPORTIVO DE 10kW

PLANO: LOCALIZACIÓN DE LA INSTALACIÓN

AUTOR: IVAN FERNANDEZ PANIAGUA

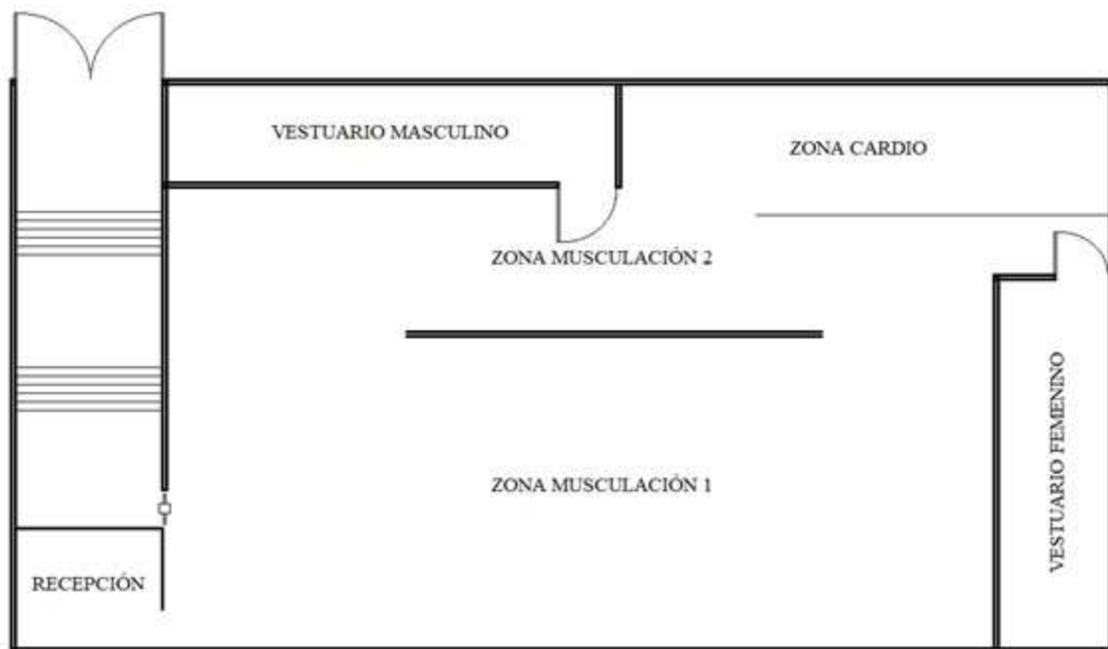
ESCALA:
1:200

FECHA:
SEPT-2020

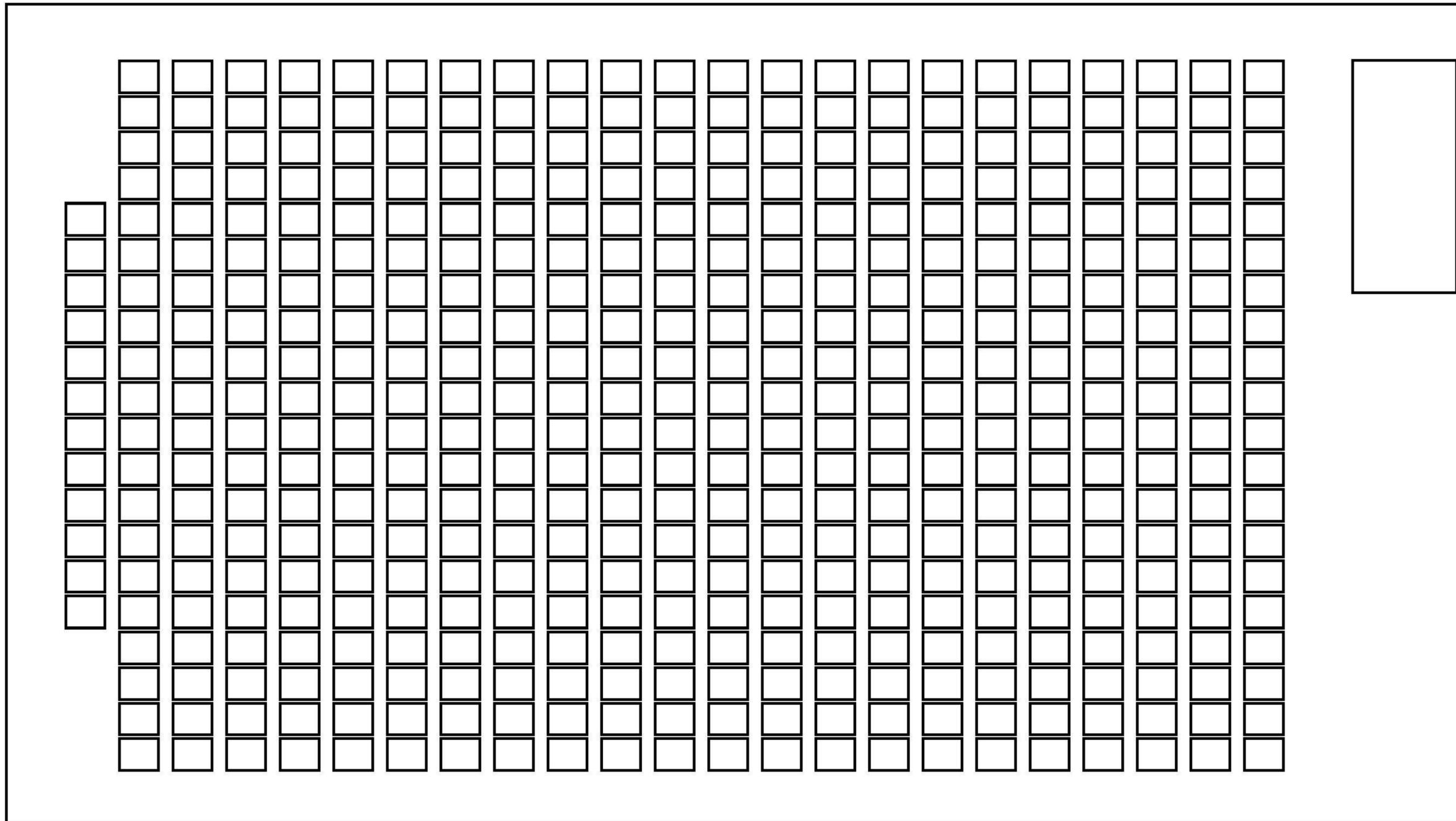
Nº 1/14



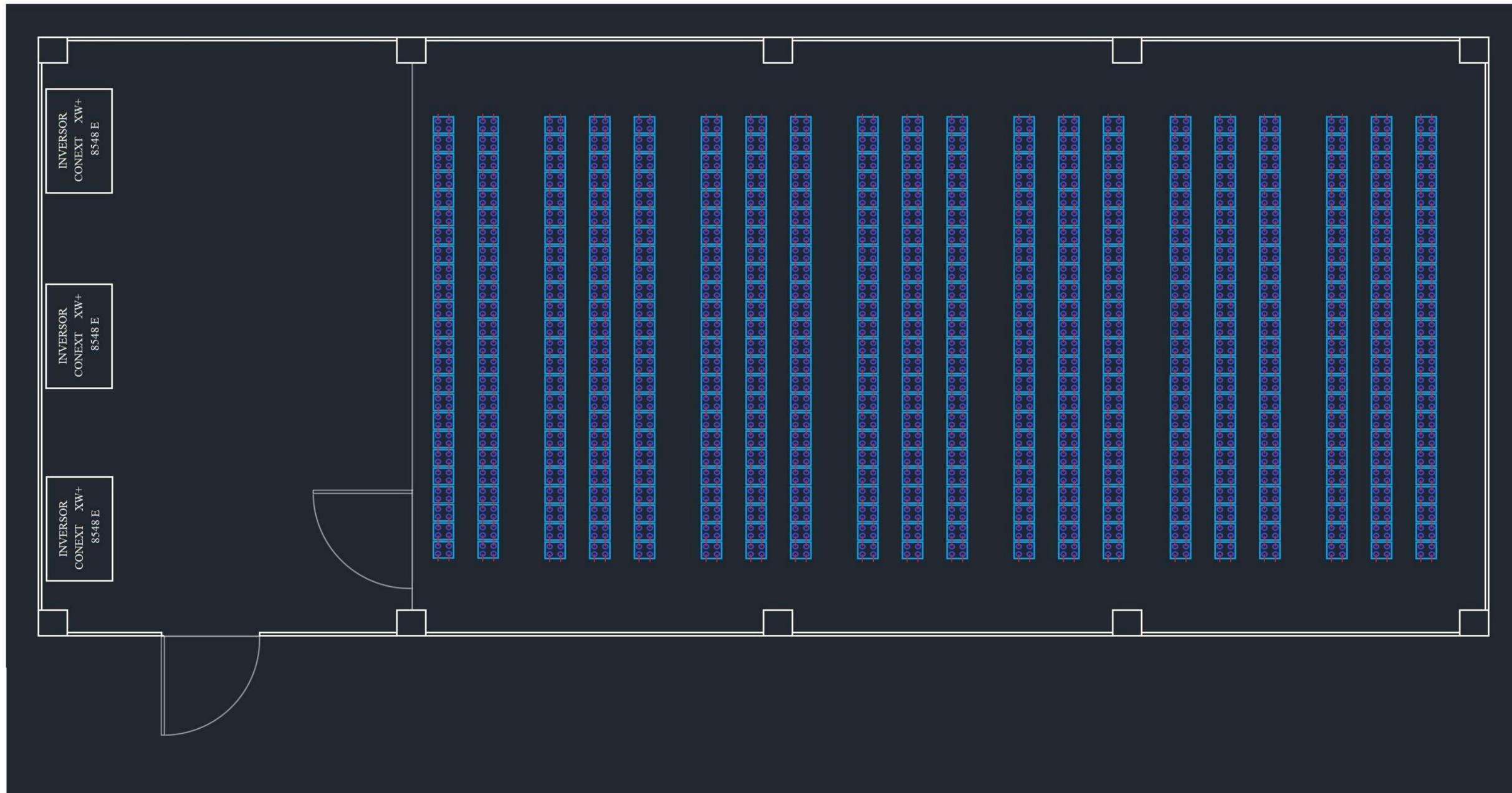
PROYECTO:	INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA AISLADA DE LA RED PARA ABASTECER UN CENTRO DEPORTIVO DE 10kW		
PLANO:	ORIENTACIÓN DE LA INSTALACIÓN		
AUTOR:	IVAN FERNANDEZ PANIAGUA	ESCALA: 1:500	FECHA: SEPT-2020
			Nº 2/14



PROYECTO:	INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA AISLADA DE LA RED PARA ABASTECER UN CENTRO DEPORTIVO DE 10kW		
PLANO:	DISTRIBUCIÓN DEL GIMNASIO		
AUTOR:	IVAN FERNANDEZ PANIAGUA	ESCALA:	-----
		FECHA:	SEPT-2020
		Nº	4/14



PROYECTO:	INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA AISLADA DE LA RED PARA ABASTECER UN CENTRO DEPORTIVO DE 10kW		
PLANO:	SUPERFICIE DE LA INSTALACIÓN CON PLACAS Y CASETA		
AUTOR:	IVAN FERNANFEZ PANIAGUA	ESCALA: -----	FECHA: SEPT-2020
			NUMERO: 5/14



PROYECTO: INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA AISLADA DE LA RED
PARA ABASTECER UN CENTRO DEPORTIVO DE 10kW

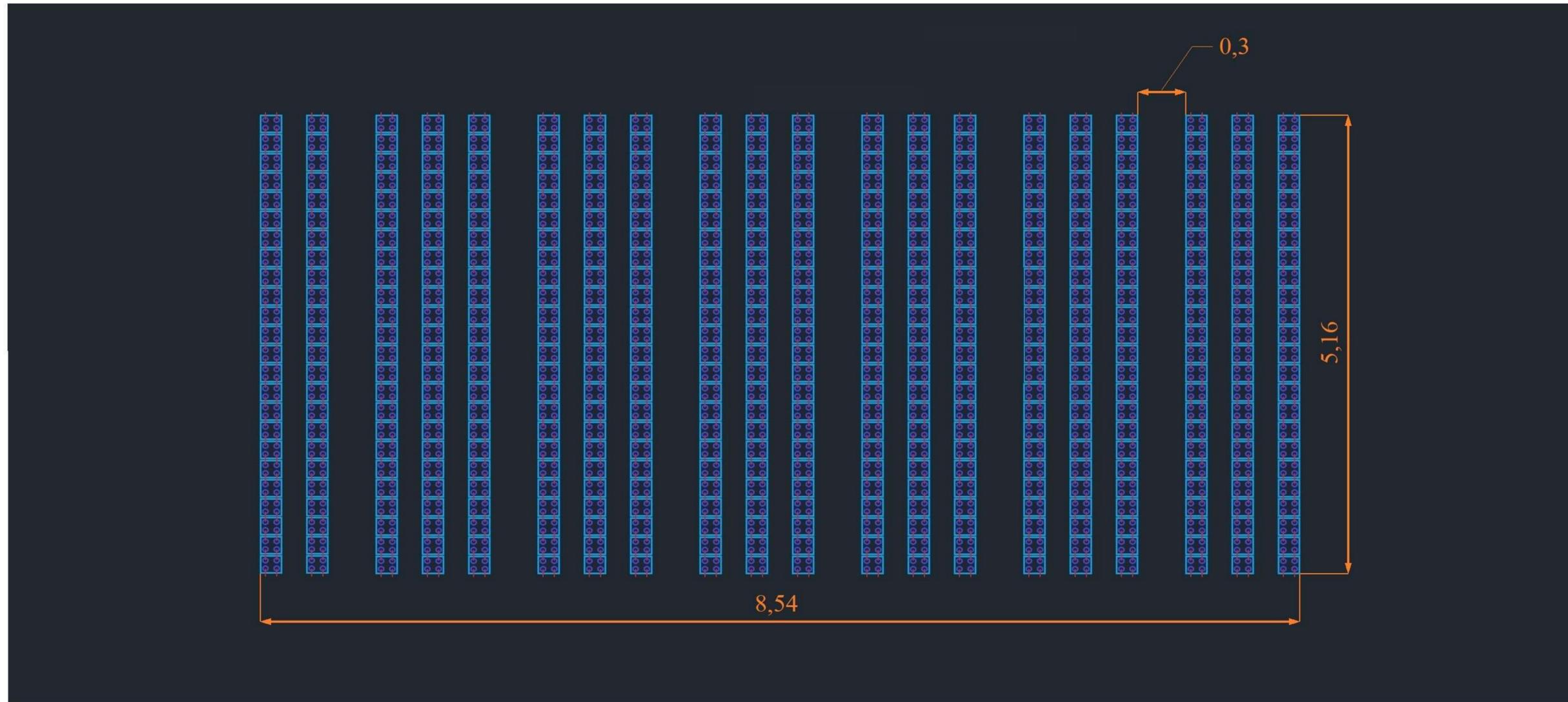
PLANO: DISTRIBUCIÓN CASETA

AUTOR: IVAN FERNANFEZ PANIAGUA

ESCALA:
1:125

FECHA:
SEPT-2020

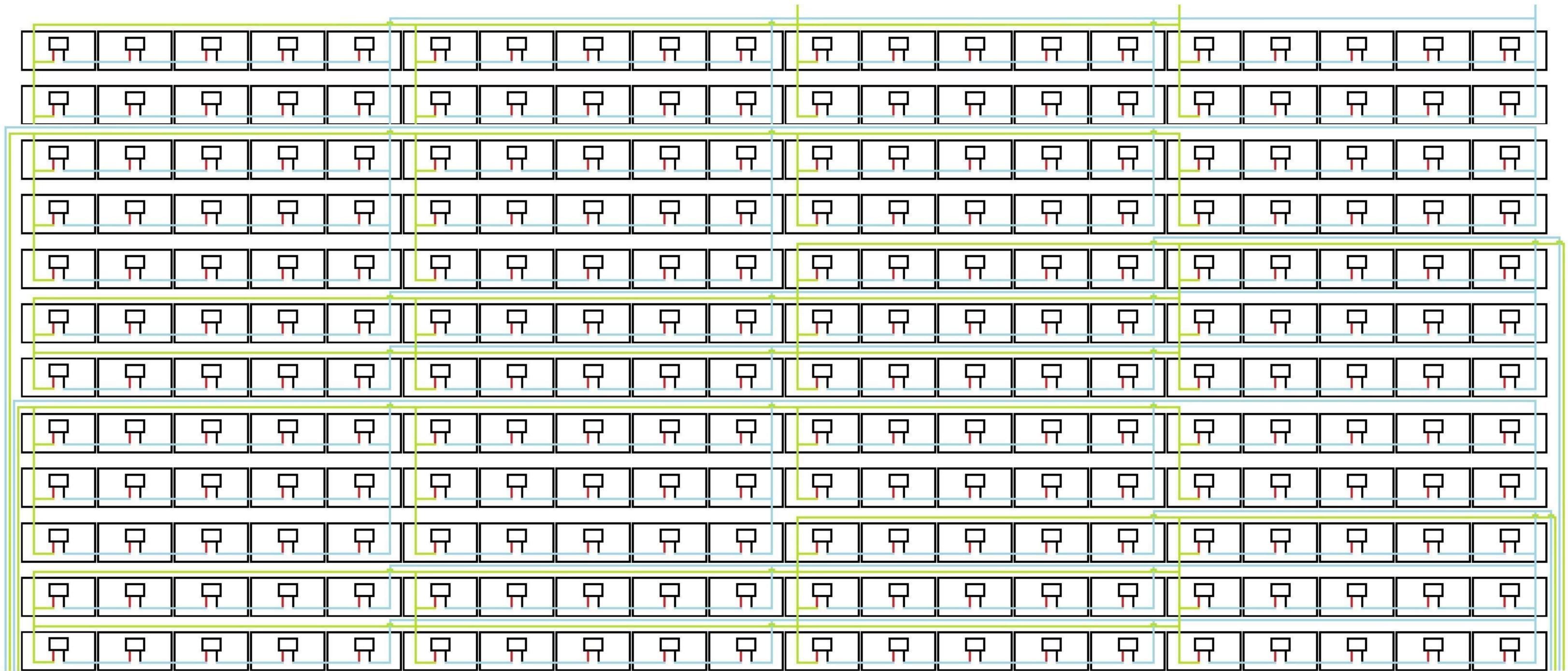
NUMERO:
6/14



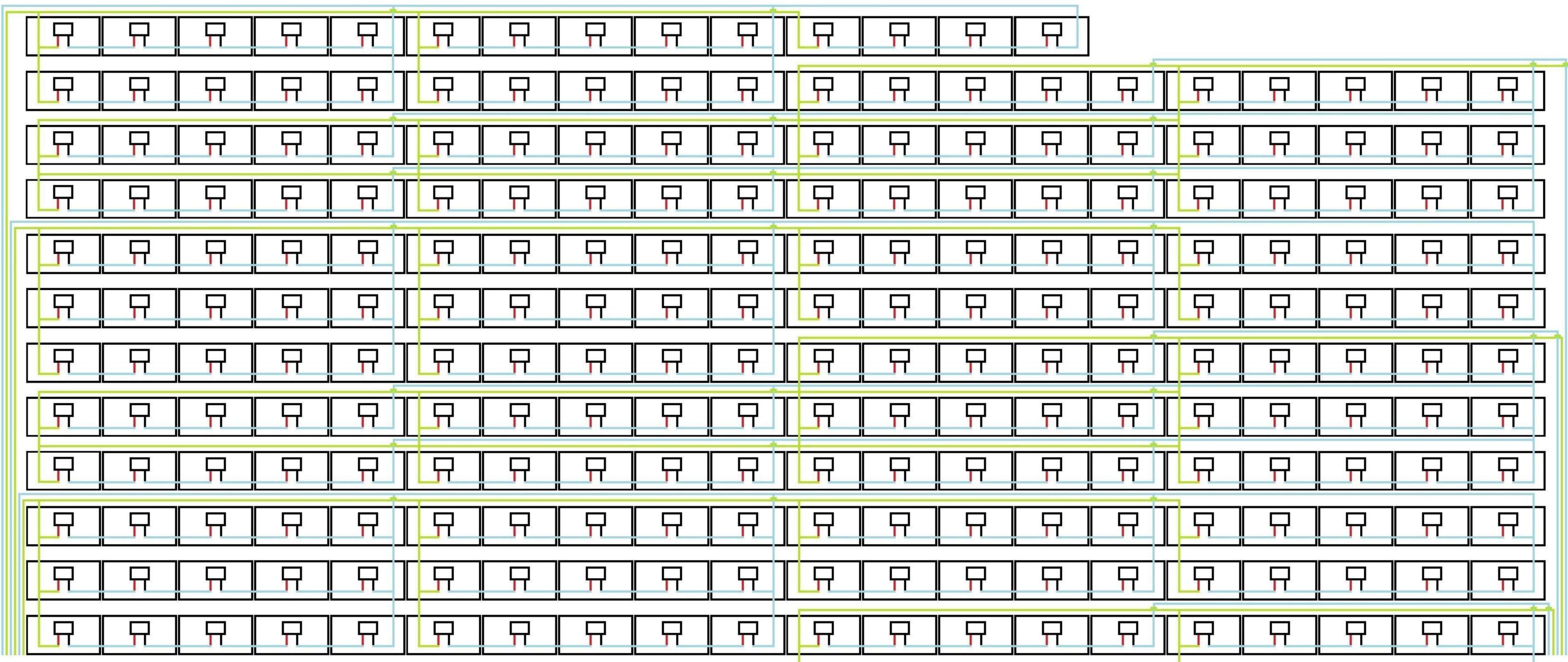
PROYECTO:	INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA AISLADA DE LA RED PARA ABASTECER UN CENTRO DEPORTIVO DE 10kW		
PLANO:	DIMENSIONADO DE BATERÍAS		
AUTOR:	IVAN FERNANFEZ PANIAGUA	ESCALA: -----	FECHA: SEPT-2020
			NUMERO: 7/14



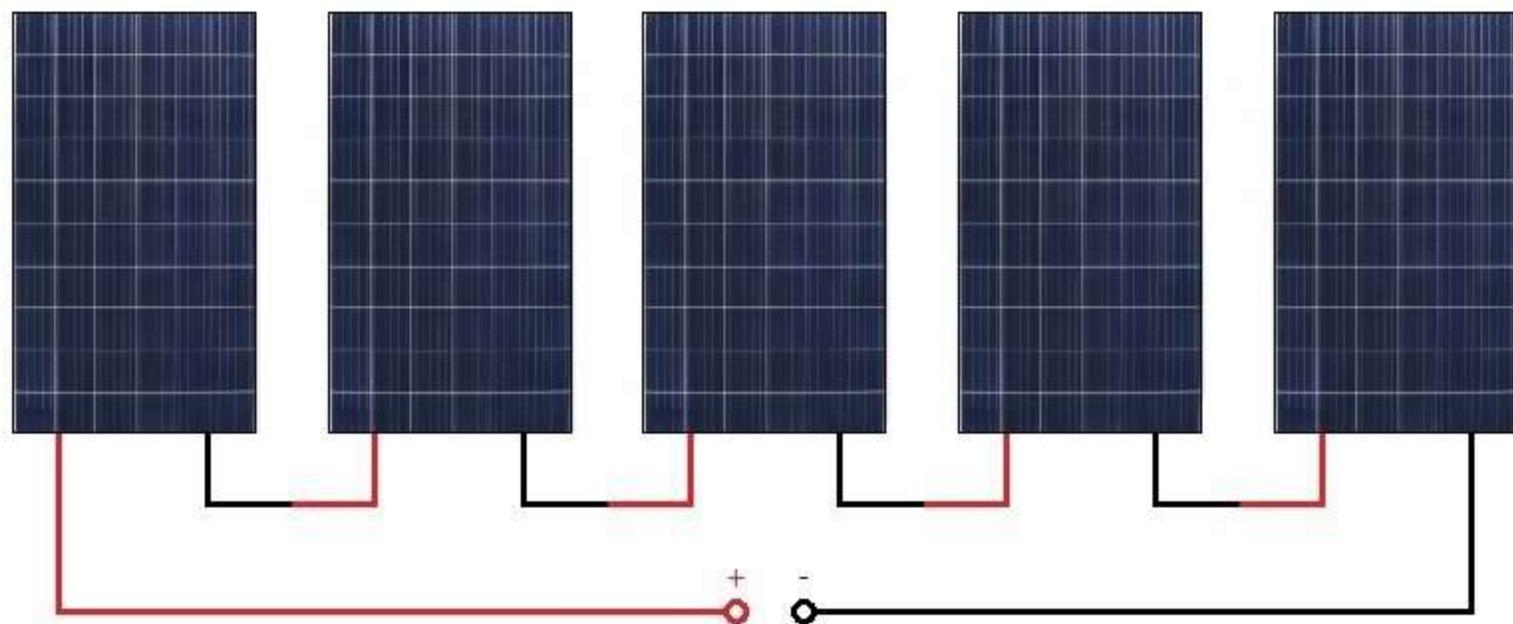
PROYECTO:	INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA AISLADA DE LA RED PARA ABASTECER UN CENTRO DEPORTIVO DE 10kW		
PLANO:	DISTRIBUCIÓN BATERÍAS Y REGULADORES		
AUTOR:	IVAN FERNANFEZ PANIAGUA	ESCALA: -----	FECHA: SEPT-2020
			NUMERO: 8/14



PROYECTO:	INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA AISLADA DE LA RED PARA ABASTECER UN CENTRO DEPORTIVO DE 10kW		
PLANO:	INSTALACIÓN EN PARALELO DE LOS PANELES (1/2)		
AUTOR:	IVAN FERNANFEZ PANIAGUA	ESCALA: -----	FECHA: SEPT-2020
			NUMERO: 9/14



PROYECTO:	INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA AISLADA DE LA RED PARA ABASTECER UN CENTRO DEPORTIVO DE 10kW		
PLANO:	INSTALACIÓN EN PARALELO DE LOS PANELES (2/2)		
AUTOR:	IVAN FERNANFEZ PANIAGUA	ESCALA: -----	FECHA: SEPT-2020
			NUMERO: 10/14



PROYECTO: INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA AISLADA DE LA RED
PARA ABASTECER UN CENTRO DEPORTIVO DE 10kW

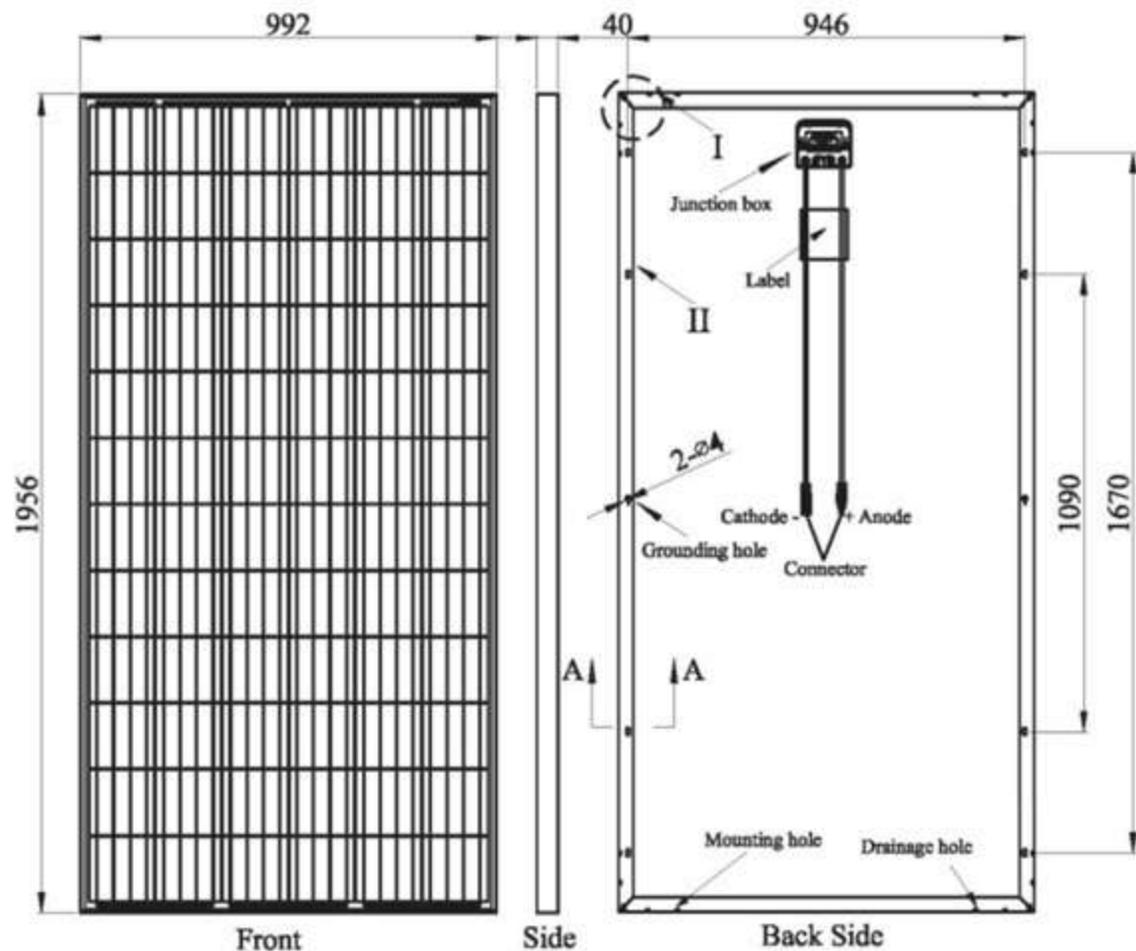
PLANO: CONEXIÓN EN SERIE DE LOS PANELES

AUTOR: IVAN FERNANDEZ PANIAGUA

ESCALA:

FECHA:
SEPT - 2020

Nº
11/14



PROYECTO: INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA AISLADA DE LA RED
PARA ABASTECER UN CENTRO DEPORTIVO DE 10kW

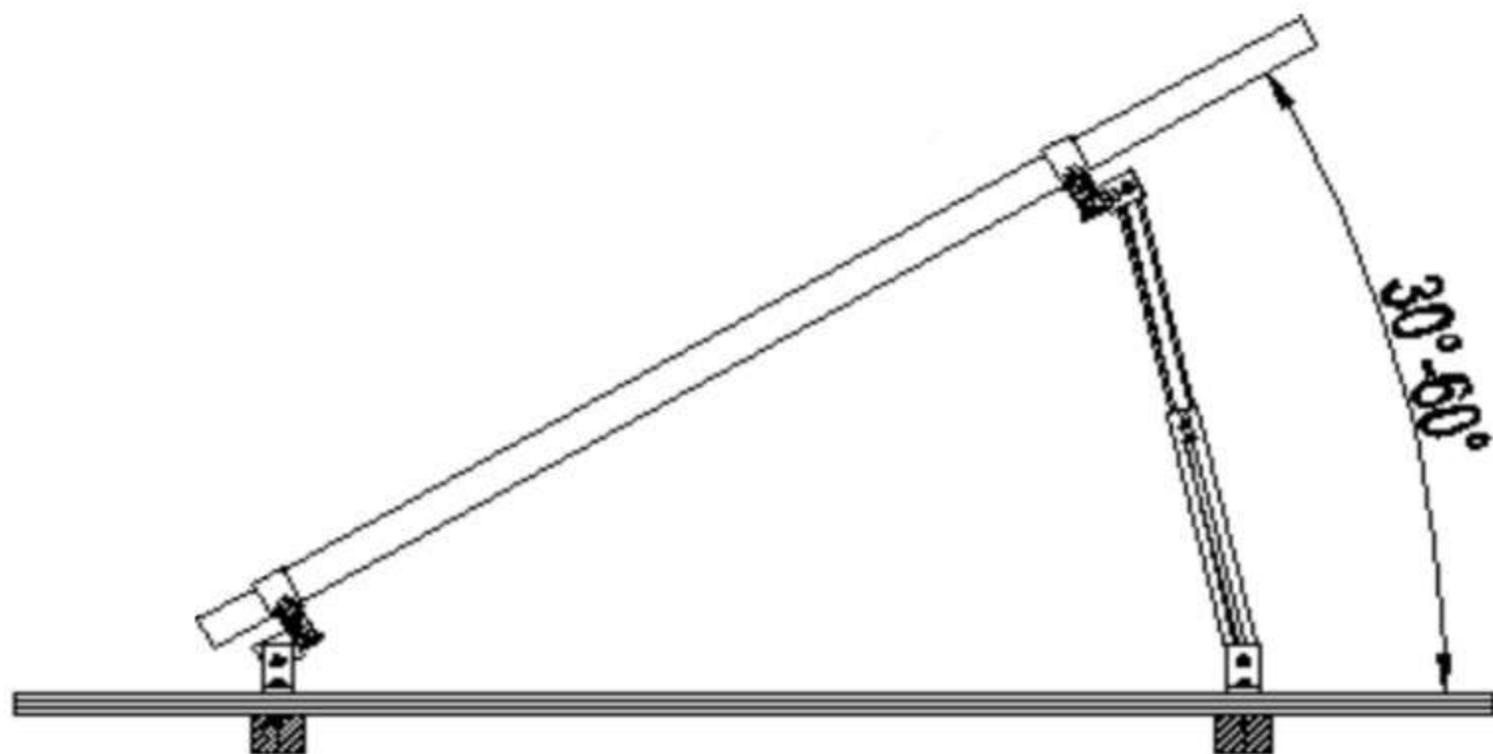
PLANO: DIMENSIONES DE LOS PANELES SOLARES

AUTOR: IVAN FERNANDEZ PANIAGUA

ESCALA: -----

FECHA: SEPT - 2020

Nº 12/14



PROYECTO: INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA AISLADA DE LA RED
PARA ABASTECER UN CENTRO DEPORTIVO DE 10kW

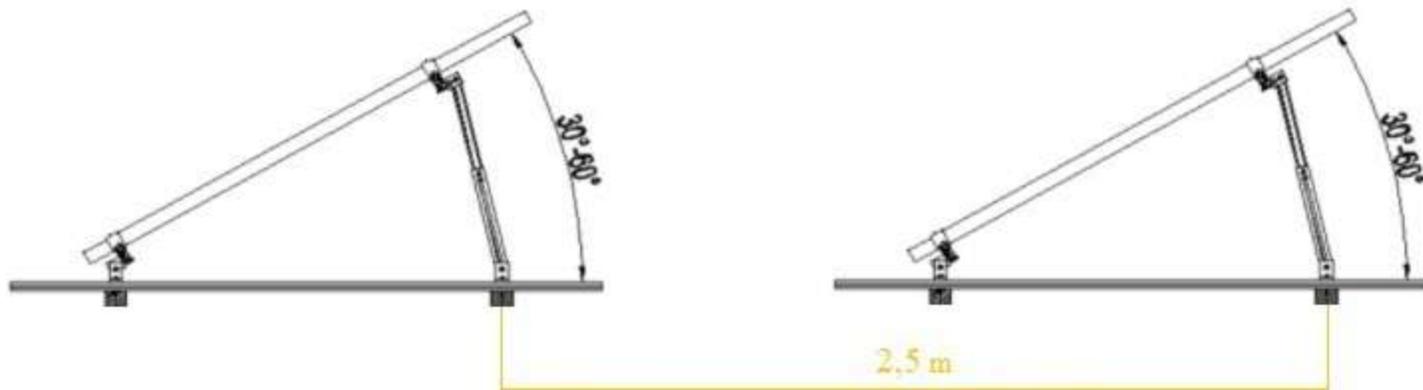
PLANO: COLOCACIÓN DE LOS SOPORTES

AUTOR: IVAN FERNANDEZ PANIAGUA

ESCALA:
.....

FECHA:
SEPT - 2020

Nº 13/14



PROYECTO: INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA AISLADA DE LA RED
PARA ABASTECER UN CENTRO DEPORTIVO DE 10kW

PLANO: DISTANCIA ENTRE FILAS

AUTOR: IVAN FERNANDEZ PANIAGUA

ESCALA:

FECHA:
SEPT - 2020

Nº
14/14

DOCUMENTACIÓN

Datos mensuales de irradiación

PVGIS-5 base de datos de irradiación geoespacial

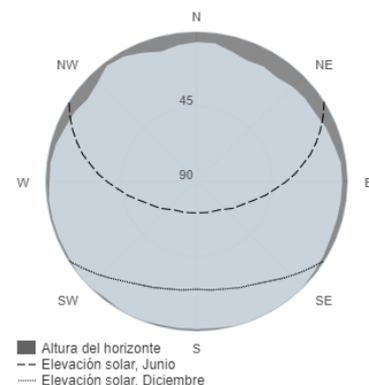
Datos proporcionados

Latitud/Longitud: 41.555, 1.891
 Horizonte: Calculado
 Base de datos: PVGIS-CMSAF
 Año inicial: 2012
 Año final: 2016

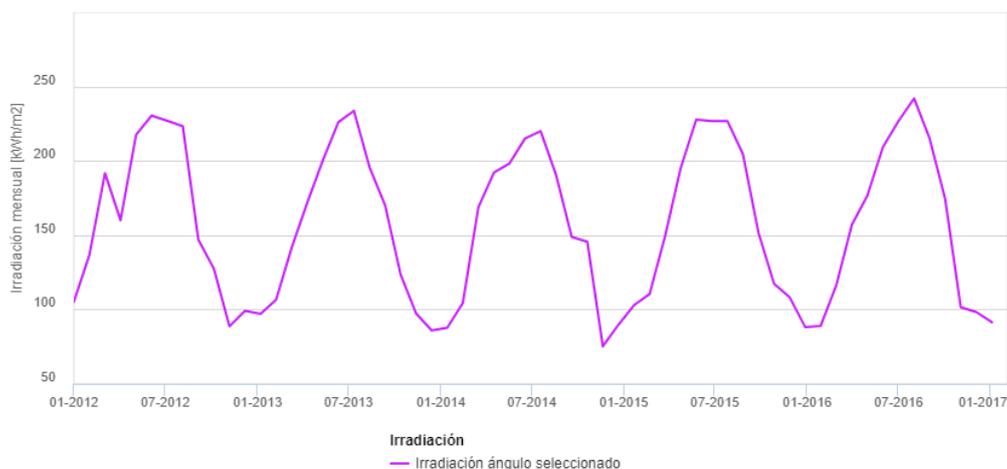
Variables incluidas en este informe:

Irradiación global horizontal: No
 Irradiación directa normal: No
 Irradiación global con el ángulo óptimo: No
 Irradiación global con el ángulo 15°: Si
 Ratio difusa/global: Si
 Temperatura media: Si

Perfil del horizonte:



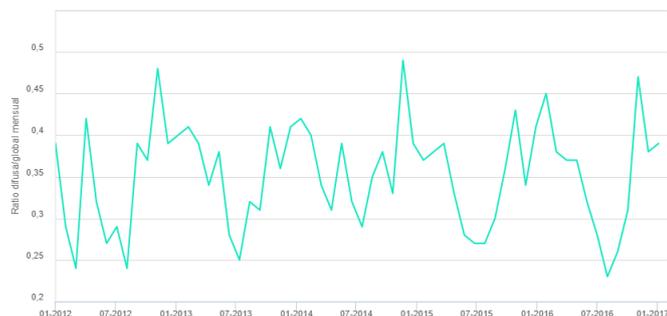
Irradiación solar mensual



Global at user angle

Mes	2012	2013	2014	2015	2016
Enero	105.23	97.02	87.82	102.93	88.99
Febrero	136.8	106.58	104.41	110.32	116.22
Marzo	191.7	141.6	168.78	149.44	157.01
Abril	160.09	171.89	192.15	195.04	176.64
Mayo	217.52	200.21	198.28	227.8	209.35
Junio	230.44	226.04	215.07	226.81	226.7
Julio	226.91	233.7	220	226.79	241.98
Agosto	223.33	195.9	190.26	204.63	215.05
Septiembre	147.01	170.31	148.81	151.73	174.39
Octubre	127.42	123.58	145.58	117.38	101.59
Noviembre	88.69	97.25	75.23	108.32	98.29
Diciembre	99.04	85.92	89.75	88.22	91.53

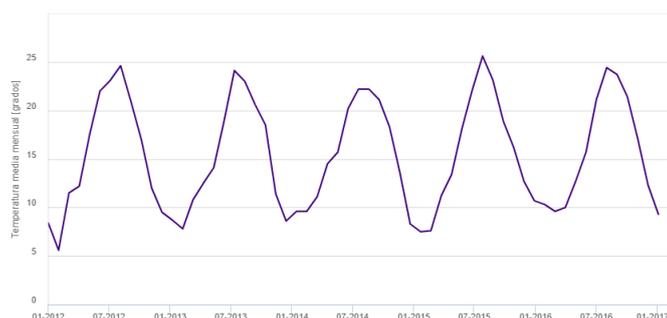
Ratio difusa a global medio mensual



Ratio difusa/global

Month	2012	2013	2014	2015	2016
Enero	0.39	0.4	0.42	0.37	0.45
Febrero	0.29	0.41	0.4	0.38	0.38
Marzo	0.24	0.39	0.34	0.39	0.37
Abril	0.42	0.34	0.31	0.33	0.37
Mayo	0.32	0.38	0.39	0.28	0.32
Junio	0.27	0.28	0.32	0.27	0.28
Julio	0.29	0.25	0.29	0.27	0.23
Agosto	0.24	0.32	0.35	0.3	0.26
Septiembre	0.39	0.31	0.38	0.36	0.31
Octubre	0.37	0.41	0.33	0.43	0.47
Noviembre	0.48	0.36	0.49	0.34	0.38
Diciembre	0.39	0.41	0.39	0.41	0.39

Temperatura media mensual



Temperatura media mensual

Month	2012	2013	2014	2015	2016
Enero	8.4	8.7	9.6	7.5	10.3
Febrero	5.6	7.8	9.6	7.6	9.6
Marzo	11.5	10.8	11.1	11.2	10
Abril	12.2	12.5	14.5	13.4	12.7
Mayo	17.5	14.1	15.7	18.1	15.7
Junio	22	18.9	20.2	22.1	21.1
Julio	23.1	24.1	22.2	25.6	24.4
Agosto	24.6	23	22.2	23.1	23.7
Septiembre	20.9	20.6	21.1	18.9	21.4
Octubre	17	18.5	18.3	16.2	17.1
Noviembre	12	11.4	13.6	12.7	12.3
Diciembre	9.5	8.6	8.3	10.7	9.3

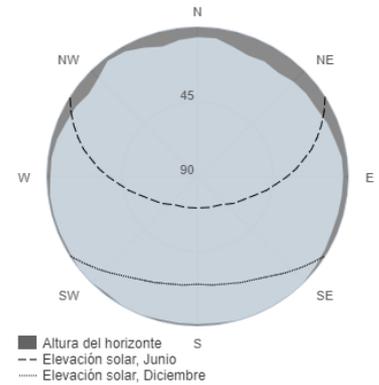
Datos mensuales de irradiación

PVGIS-5 base de datos de irradiación geoespacial

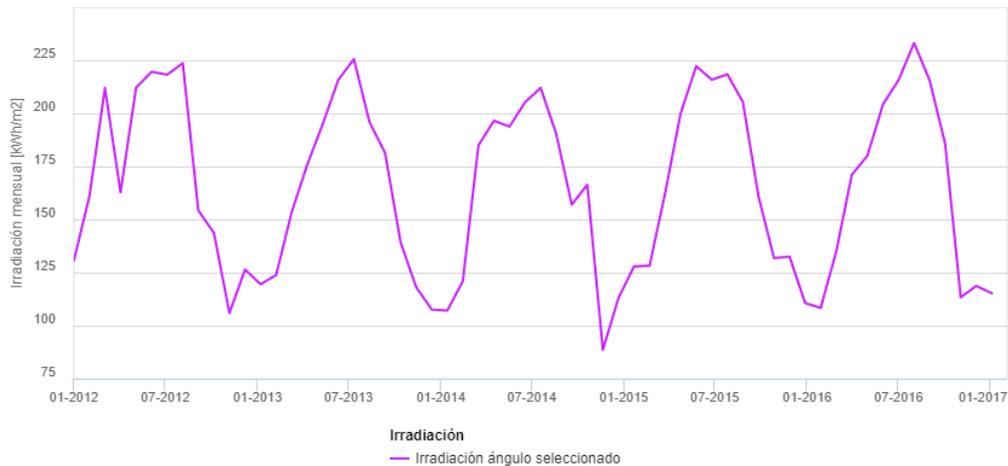
Datos proporcionados

Latitud/Longitud:	41.555, 1.891
Horizonte:	Calculado
Base de datos:	PVGIS-CMSAF
Año inicial:	2012
Año final:	2016
Variables incluidas en este informe:	
Irradiación global horizontal:	No
Irradiación directa normal:	No
Irradiación global con el ángulo óptimo:	No
Irradiación global con el ángulo 30°:	Si
Ratio difusa/global:	Si
Temperatura media:	Si

Perfil del horizonte:



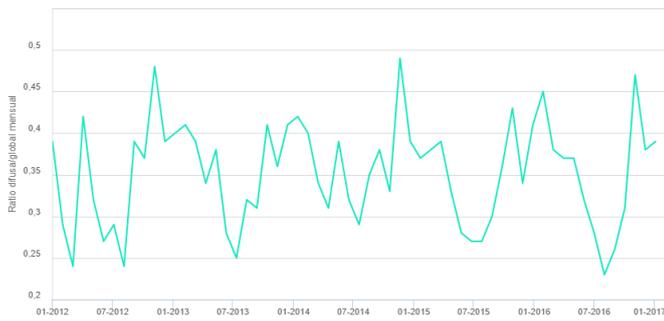
Irradiación solar mensual



Global at user angle

Mes	2012	2013	2014	2015	2016
Enero	130.7	119.54	107.14	127.95	108.39
Febrero	160.95	123.88	120.98	128.27	134.98
Marzo	211.93	153.51	184.88	162.39	171.07
Abril	162.84	175.84	196.56	200.07	180.06
Mayo	212.13	195.05	193.78	222.23	204.18
Junio	219.58	215.84	205.25	215.83	215.65
Julio	218.23	225.54	212.01	218.42	233.12
Agosto	223.63	195.87	190.38	205.34	215.64
Septiembre	154.26	181.43	157.05	161.02	185.65
Octubre	143.74	139.26	166.39	131.87	113.38
Noviembre	105.99	118.2	88.67	132.52	118.77
Diciembre	126.47	107.62	112.99	110.68	115.27

Ratio difusa a global medio mensual



Ratio difusa/global

Month	2012	2013	2014	2015	2016
Enero	0.39	0.4	0.42	0.37	0.45
Febrero	0.29	0.41	0.4	0.38	0.38
Marzo	0.24	0.39	0.34	0.39	0.37
Abril	0.42	0.34	0.31	0.33	0.37
Mayo	0.32	0.38	0.39	0.28	0.32
Junio	0.27	0.28	0.32	0.27	0.28
Julio	0.29	0.25	0.29	0.27	0.23
Agosto	0.24	0.32	0.35	0.3	0.26
Septiembre	0.39	0.31	0.38	0.36	0.31
Octubre	0.37	0.41	0.33	0.43	0.47
Noviembre	0.48	0.36	0.49	0.34	0.38
Diciembre	0.39	0.41	0.39	0.41	0.39

Temperatura media mensual



Temperatura media mensual

Month	2012	2013	2014	2015	2016
Enero	8.4	8.7	9.6	7.5	10.3
Febrero	5.6	7.8	9.6	7.6	9.6
Marzo	11.5	10.8	11.1	11.2	10
Abril	12.2	12.5	14.5	13.4	12.7
Mayo	17.5	14.1	15.7	18.1	15.7
Junio	22	18.9	20.2	22.1	21.1
Julio	23.1	24.1	22.2	25.6	24.4
Agosto	24.6	23	22.2	23.1	23.7
Septiembre	20.9	20.6	21.1	18.9	21.4
Octubre	17	18.5	18.3	16.2	17.1
Noviembre	12	11.4	13.6	12.7	12.3
Diciembre	9.5	8.6	8.3	10.7	9.3

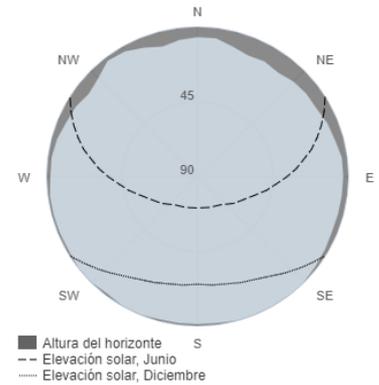
Datos mensuales de irradiación

PVGIS-5 base de datos de irradiación geoespacial

Datos proporcionados

Latitud/Longitud:	41.555, 1.891
Horizonte:	Calculado
Base de datos:	PVGIS-CMSAF
Año inicial:	2012
Año final:	2016
Variables incluidas en este informe:	
Irradiación global horizontal:	No
Irradiación directa normal:	No
Irradiación global con el ángulo óptimo:	No
Irradiación global con el ángulo 45°:	Si
Ratio difusa/global:	Si
Temperatura media:	Si

Perfil del horizonte:



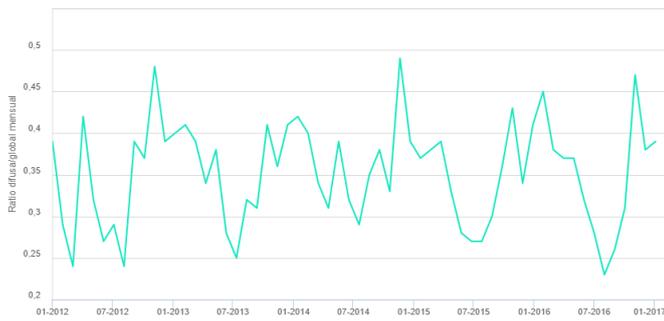
Irradiación solar mensual



Global at user angle

Mes	2012	2013	2014	2015	2016
Enero	148.63	135.22	120.42	145.54	121.75
Febrero	175.7	134.34	130.87	139.04	146.19
Marzo	219.8	157.22	190.8	166.64	175.87
Abril	157.52	170.71	190.66	194.63	174.43
Mayo	196.17	180.62	180.01	205.32	188.83
Junio	198	195.06	185.6	194.37	194.21
Julio	198.98	206.06	193.66	199.14	212.43
Agosto	212.19	185.91	181.01	195.38	204.87
Septiembre	153.5	182.59	157.07	161.73	186.72
Octubre	152.14	147.42	177.79	139.34	119.27
Noviembre	117.53	132.34	97.34	149.02	132.49
Diciembre	146.53	123.15	129.68	126.78	132.33

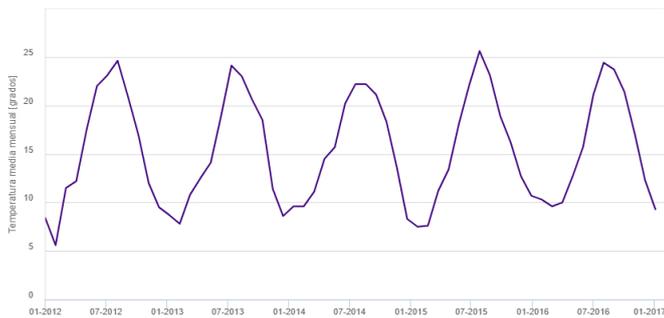
Ratio difusa a global medio mensual



Ratio difusa/global

Month	2012	2013	2014	2015	2016
Enero	0.39	0.4	0.42	0.37	0.45
Febrero	0.29	0.41	0.4	0.38	0.38
Marzo	0.24	0.39	0.34	0.39	0.37
Abril	0.42	0.34	0.31	0.33	0.37
Mayo	0.32	0.38	0.39	0.28	0.32
Junio	0.27	0.28	0.32	0.27	0.28
Julio	0.29	0.25	0.29	0.27	0.23
Agosto	0.24	0.32	0.35	0.3	0.26
Septiembre	0.39	0.31	0.38	0.36	0.31
Octubre	0.37	0.41	0.33	0.43	0.47
Noviembre	0.48	0.36	0.49	0.34	0.38
Diciembre	0.39	0.41	0.39	0.41	0.39

Temperatura media mensual



Temperatura media mensual

Month	2012	2013	2014	2015	2016
Enero	8.4	8.7	9.6	7.5	10.3
Febrero	5.6	7.8	9.6	7.6	9.6
Marzo	11.5	10.8	11.1	11.2	10
Abril	12.2	12.5	14.5	13.4	12.7
Mayo	17.5	14.1	15.7	18.1	15.7
Junio	22	18.9	20.2	22.1	21.1
Julio	23.1	24.1	22.2	25.6	24.4
Agosto	24.6	23	22.2	23.1	23.7
Septiembre	20.9	20.6	21.1	18.9	21.4
Octubre	17	18.5	18.3	16.2	17.1
Noviembre	12	11.4	13.6	12.7	12.3
Diciembre	9.5	8.6	8.3	10.7	9.3

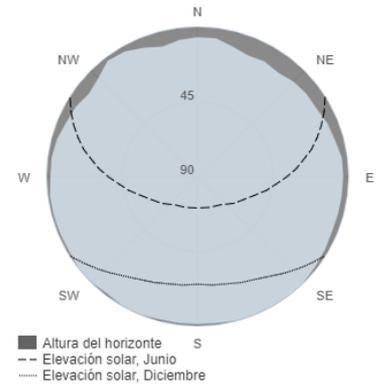
Datos mensuales de irradiación

PVGIS-5 base de datos de irradiación geoespacial

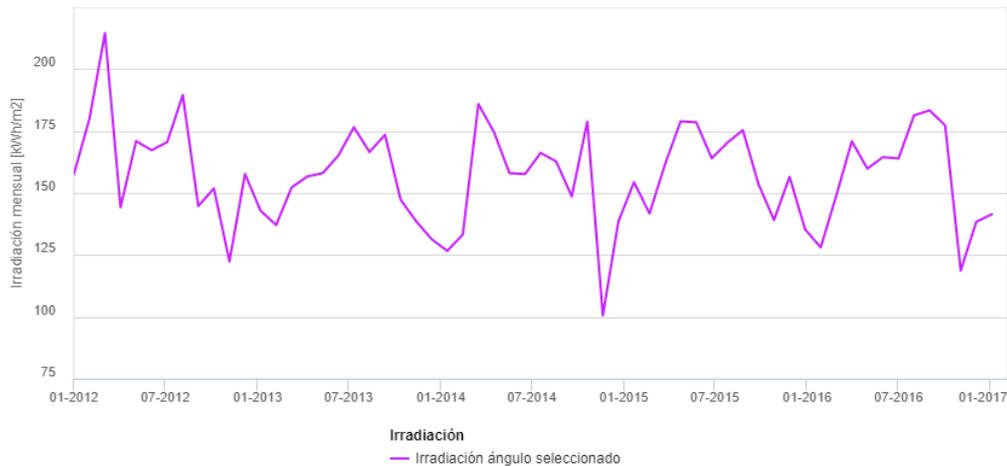
Datos proporcionados

Latitud/Longitud:	41.555, 1.891
Horizonte:	Calculado
Base de datos:	PVGIS-CMSAF
Año inicial:	2012
Año final:	2016
Variables incluidas en este informe:	
Irradiación global horizontal:	No
Irradiación directa normal:	No
Irradiación global con el ángulo óptimo:	No
Irradiación global con el ángulo 60°:	Si
Ratio difusa/global:	Si
Temperatura media:	Si

Perfil del horizonte:



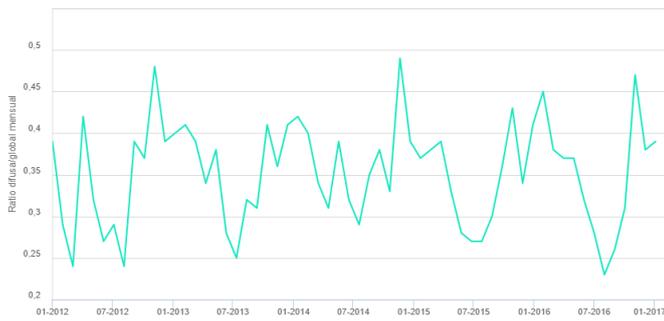
Irradiación solar mensual



Global at user angle

Mes	2012	2013	2014	2015	2016
Enero	157.64	142.85	126.65	154.36	128.04
Febrero	179.87	137.09	133.24	141.76	148.93
Marzo	214.53	152.27	185.91	161.71	170.88
Abril	144.26	156.67	174.62	178.93	159.85
Mayo	170.93	158.03	158.02	178.56	164.48
Junio	167.28	165.14	157.64	163.99	163.92
Julio	170.54	176.55	166.22	170.31	181.34
Agosto	189.57	166.57	162.71	175.38	183.35
Septiembre	144.73	173.49	148.66	153.61	177.28
Octubre	151.87	147.33	178.79	139.09	118.71
Noviembre	122.41	138.59	100.57	156.52	138.37
Diciembre	157.69	131.34	138.56	135.32	141.42

Ratio difusa a global medio mensual



Ratio difusa/global

Month	2012	2013	2014	2015	2016
Enero	0.39	0.4	0.42	0.37	0.45
Febrero	0.29	0.41	0.4	0.38	0.38
Marzo	0.24	0.39	0.34	0.39	0.37
Abril	0.42	0.34	0.31	0.33	0.37
Mayo	0.32	0.38	0.39	0.28	0.32
Junio	0.27	0.28	0.32	0.27	0.28
Julio	0.29	0.25	0.29	0.27	0.23
Agosto	0.24	0.32	0.35	0.3	0.26
Septiembre	0.39	0.31	0.38	0.36	0.31
Octubre	0.37	0.41	0.33	0.43	0.47
Noviembre	0.48	0.36	0.49	0.34	0.38
Diciembre	0.39	0.41	0.39	0.41	0.39

Temperatura media mensual



Temperatura media mensual

Month	2012	2013	2014	2015	2016
Enero	8.4	8.7	9.6	7.5	10.3
Febrero	5.6	7.8	9.6	7.6	9.6
Marzo	11.5	10.8	11.1	11.2	10
Abril	12.2	12.5	14.5	13.4	12.7
Mayo	17.5	14.1	15.7	18.1	15.7
Junio	22	18.9	20.2	22.1	21.1
Julio	23.1	24.1	22.2	25.6	24.4
Agosto	24.6	23	22.2	23.1	23.7
Septiembre	20.9	20.6	21.1	18.9	21.4
Octubre	17	18.5	18.3	16.2	17.1
Noviembre	12	11.4	13.6	12.7	12.3
Diciembre	9.5	8.6	8.3	10.7	9.3

MonoPower Basic

ASP M6-72 Series 365W-385W

Monocrystalline PV-module



QUALITY & RELIABILITY

Best raw materials, optimized production process and accurate testing makes the quality difference



GERMAN ENGINEERING

Best design by the art of German engineering



SAVE INVESTMENT

Product warranty of 12 years
and performance warranty of 25 years



POSITIVE PERFORMANCE TOLERANCE

Up to +5 W plus-tolerance on output



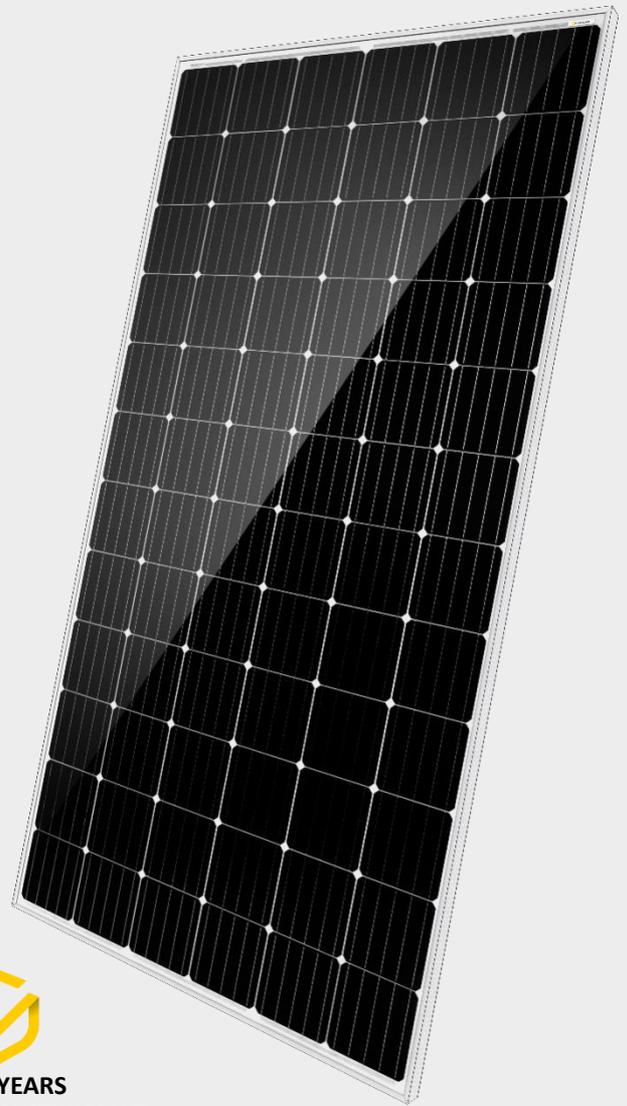
FOR ALL ENVIRONMENTAL CONDITIONS

Resistant against PID, sand, salt and ammonia



STABLE AND STRONG

Capable to bear heavy snow loads up to 5400 Pa
and wind loads up to 2400 Pa

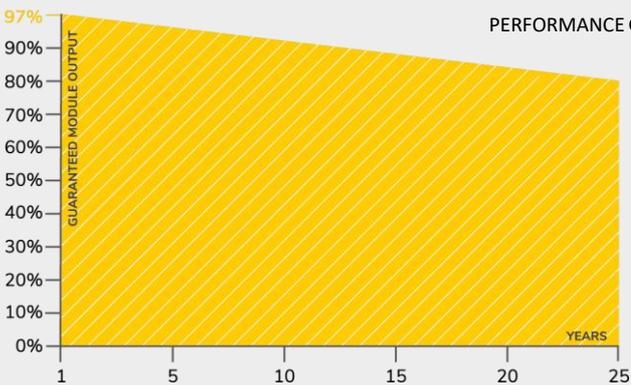


12 YEARS
PRODUCT WARRANTY

OUR PERFORMANCE GUARANTEE



25 YEARS
PERFORMANCE GUARANTEE



CERTIFICATES



IEC 61215
IEC 61730
PERIODICAL
INCEPTION



PID RESISTANT
SALT MIST RESISTANT
SAND RESISTANT
CORROSIVE GAS (NH₃)



SOLAR PLANET

Enjoy the quality difference

MonoPower Basic Module

ASP M6-72 Series 365W-385W

TECHNICAL DATA

ASP365M6-72

ASP370M6-72

ASP375M6-72

ASP380M6-72

ASP385M6-72

Parameter	Unit	ASP365M6-72	ASP370M6-72	ASP375M6-72	ASP380M6-72	ASP385M6-72
Maximum power	P _{max} (Wp)	365	370	375	380	385
Maximum power voltage	V _{mp} (V)	39.58	39.63	39.66	39.71	39.73
Maximum power current	I _{mp} (A)	9.22	9.33	9.46	9.57	9.69
Open-circuit voltage	V _{oc} (V)	47.42	47.48	47.53	47.59	47.81
Short-circuit current	I _{sc} (A)	9.65	9.69	9.75	9.82	9.95
Module efficiency	%	18.81	19.07	19.33	19.58	19.84
Power tolerance	P _{max} (W)	0 / +5				
Maximum system voltage DC	V	1000				
Operating temperature	°C	-40 to +85				
Temperature coefficients of P _{max}	%/°C	-0.38				
Temperature coefficients of V _{oc}	%/°C	-0.29				
Temperature coefficients of I _{sc}	%/°C	0.05				
Nominal operating cell temp. (NOCT)	°C	45 ± 2				

The electrical data apply to standard test conditions (STC): Irradiance of 1000 W/m² with spectrum AM 1.5 and a cell temperature of 25°C.

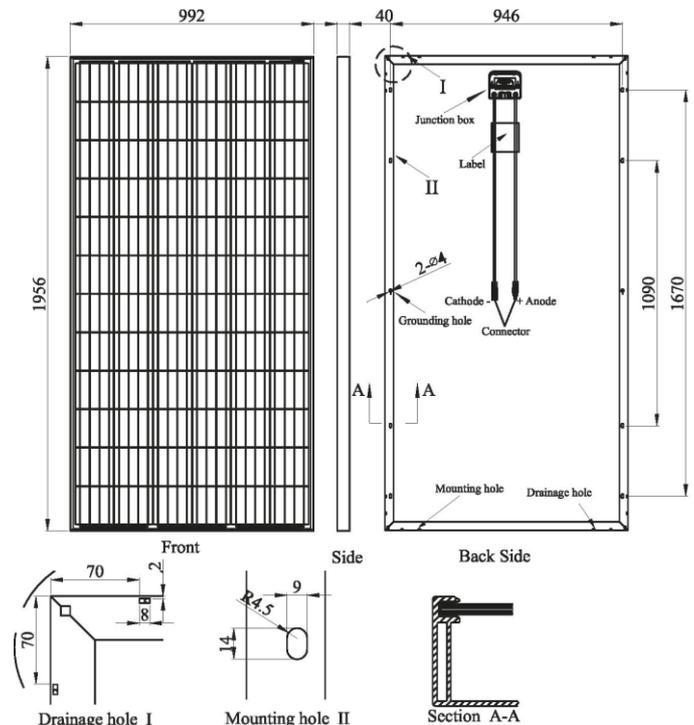
MATERIAL CHARACTERISTICS

Cell type	Monocrystalline 156.75 x 156.75 mm
No. of cells	72 (6 x 12)
Dimensions	1956 x 992 x 40 mm
Weight	21 kg
Junction box	IP 67 rated
Output cable	4.0 mm ² , 1100 mm length
Connector type	MC 4 / MC 4 compatible
Hail resistance	Max. Ø 25 mm, at 23 m/s
Wind load	2400 Pa / 244 kg / m ²
Mechanical load	5400 Pa / 550 kg / m ²

PACKING INFORMATION

Packing configuration	56 pcs / double pallet
Loading capacity	672 pcs / 40 HQ
Size / pallet	1985 x 1120 x 2410 mm
Weight	1300 kg / pallet

DRAWINGS



Alpha Solar Planet GmbH
Schwalbenweg 1 g, 86343 Königsbrunn

Tel.: +49 8231 99190 70
Fax: +49 8231 99190 89

E-mail: info@a-s-p.solar
Web: www.a-s-p.solar



Acumuladores estacionarios OPzS Exide Classic Solar OPzS

Almacenamiento de energía para aplicaciones energéticas excepcionales

La gama Classic OPzS Solar ha sido utilizada durante décadas en requerimientos de energía medios y grandes.

Este acumulador de energía es una batería de plomo-ácido de bajo mantenimiento con electrolito líquido.

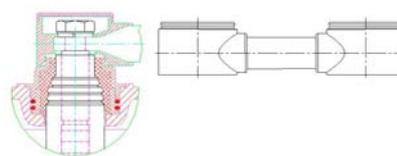
Debido a su robustez, larga vida de diseño y alta fiabilidad, estas baterías son ideales para el uso en estaciones solares y eólicas, telecomunicaciones, compañías de distribución de energía, ferrocarriles y muchos otros suministros de energía de equipos de seguridad.



Características generales

- Placas tubulares.
- Capacidad nominal de hasta 4.600 Ah.
- Elementos de 2 Vcc.
- Densidad nominal (d_n) de 1,24 kg/l.
- Vida útil de 2.000 ciclos (según IEC 896-1).
- Bajo mantenimiento.
- Reciclables.

TERMINAL Y CONEXIÓN



Tornillo: M8

Conexión: flexible de 50 a 95 mm²

Par de apriete: 20 Nm

DATOS Y CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Modelo	Estandar DIN	Tensión nominal	Capacidad C ₁₀ (Descarga hasta 1,80 V)	Capacidad C ₂₄ (Descarga hasta 1,80 V)	Capacidad C ₁₀₀ (Descarga hasta 1,85 V)	Medidas ancho x fondo x alto	Ancho instalada	Peso con ácido	Número de terminales
Solar 190	2 OPzS 100	2 Vcc	128 Ah	145 Ah	185 Ah	105 x 208 x 405 mm	115 mm	13,7 kg	1 + 1
Solar 245	3 OPzS 150	2 Vcc	169 Ah	190 Ah	240 Ah	105 x 208 x 405 mm	115 mm	15,2 kg	1 + 1
Solar 305	4 OPzS 200	2 Vcc	216 Ah	240 Ah	300 Ah	105 x 208 x 405 mm	115 mm	16,6 kg	1 + 1
Solar 380	5 OPzS 250	2 Vcc	267 Ah	300 Ah	370 Ah	126 x 208 x 405 mm	136 mm	20,0 kg	1 + 1
Solar 450	6 OPzS 300	2 Vcc	319 Ah	355 Ah	440 Ah	147 x 208 x 405 mm	157 mm	23,3 kg	1 + 1
Solar 550	5 OPzS 350	2 Vcc	391 Ah	430 Ah	540 Ah	126 x 208 x 520 mm	136 mm	26,7 kg	1 + 1
Solar 660	6 OPzS 420	2 Vcc	468 Ah	515 Ah	645 Ah	147 x 208 x 520 mm	157 mm	31,0 kg	1 + 1
Solar 765	7 OPzS 490	2 Vcc	545 Ah	600 Ah	750 Ah	168 x 208 x 520 mm	178 mm	35,4 kg	1 + 1
Solar 985	6 OPzS 600	2 Vcc	700 Ah	770 Ah	970 Ah	147 x 208 x 695 mm	157 mm	43,9 kg	1 + 1
Solar 1.080	7 OPzS 700	2 Vcc	772 Ah	845 Ah	1.055 Ah	147 x 208 x 695 mm	157 mm	47,2 kg	1 + 1
Solar 1.320	8 OPzS 800	2 Vcc	937 Ah	1.030 Ah	1.295 Ah	215 x 193 x 695 mm	225 mm	59,9 kg	2 + 2
Solar 1.410	9 OPzS 900	2 Vcc	1.009 Ah	1.105 Ah	1.380 Ah	215 x 193 x 695 mm	225 mm	63,4 kg	2 + 2
Solar 1.650	10 OPzS 1.000	2 Vcc	1.174 Ah	1.290 Ah	1.620 Ah	215 x 235 x 695 mm	225 mm	73,2 kg	2 + 2
Solar 1.990	12 OPzS 1.200	2 Vcc	1.411 Ah	1.550 Ah	1.950 Ah	215 x 277 x 695 mm	225 mm	86,4 kg	2 + 2
Solar 2.350	12 OPzS 1.500	2 Vcc	1.751 Ah	1.910 Ah	2.300 Ah	215 x 277 x 845 mm	225 mm	108,0 kg	2 + 2
Solar 2.500	14 OPzS 1.750	2 Vcc	1.854 Ah	2.015 Ah	2.445 Ah	215 x 277 x 845 mm	225 mm	114,0 kg	2 + 2
Solar 3.100	15 OPzS 1.875	2 Vcc	2.317 Ah	2.520 Ah	3.040 Ah	215 x 400 x 815 mm	225 mm	151,0 kg	3 + 3
Solar 3.350	16 OPzS 2.000	2 Vcc	2.523 Ah	2.740 Ah	3.280 Ah	215 x 400 x 815 mm	225 mm	158,0 kg	3 + 3
Solar 3.850	18 OPzS 2.250	2 Vcc	2.884 Ah	3.135 Ah	3.765 Ah	215 x 490 x 815 mm	225 mm	184,0 kg	4 + 4
Solar 4.100	20 OPzS 2.500	2 Vcc	3.090 Ah	3.355 Ah	4.000 Ah	215 x 490 x 815 mm	225 mm	191,0 kg	4 + 4
Solar 4.600	24 OPzS 3.000	2 Vcc	3.450 Ah	3.765 Ah	4.500 Ah	215 x 580 x 815 mm	225 mm	217,0 kg	4 + 4

CONEXT XW+

El inversor/cargador Conext™ XW + es la misma esencia de la versatilidad: una única solución fiable para aplicaciones globales fotovoltaicas y de respaldo residenciales y comerciales, tanto conectadas a red como aisladas.



Inversor / Cargador Schneider Conext XW+



Inversor / Cargador Schneider Conext XW+



Inversor/Cargador Schneider Conext XW+



Inversor / Cargador Schneider Conext XW+, Sistema trifásico





Inversor/Cargador Schneider Conext XW+, Sistema con CB y Regulador MPPT

El sistema Conext XW es un inversor/cargador de onda senoidal pura, monofásico y trifásico, con 2 entradas de AC y con capacidad de interactuar con la red gracias a los controles avanzados de interacción. Fácilmente adaptable y escalable, desde una sola unidad Conext XW + hasta grupos formados por múltiples unidades de hasta 102 kW cada uno, este sistema permite integrar la capacidad solar necesaria. Los controladores de carga, los dispositivos de monitorización y configuración remota y los módulos de control automático del generador opcionales lo hacen aún más versátil.

¿Por qué elegir Conext XW ?

Mayor retorno de la inversión

- Excelente capacidad para el arranque de cargas, con sobrecarga de energía durante 30 minutos o 60 segundos
- Funciona en entornos con temperaturas de hasta 70 °C
- Funciones inteligentes que posibilitan la priorización de la energía solar, transferencia de cargas, reducción de picos y asistencia a pequeños generadores con cargas pesadas.
- Alimentación de respaldo con función de conexión a la red eléctrica que convierte la alimentación de CC a CA para su exportación a la red

Diseñados para ser fiables

- Sometido a exhaustivas pruebas de calidad y fiabilidad
- Highly Accelerated Life Testing, HALT
- Rendimiento demostrado y reconocido en todo el mundo

Flexible

- Sistemas monofásicos o trifásicos desde 7,0 kW hasta 102 kW
- Admite arquitecturas de CC y de CA acopladas, aisladas o conectadas a la red gracias al Control Activo de Frecuencia
- Permite la carga de baterías de iones de litio

Fácil mantenimiento

- Mantenimiento in situ con tarjetas sustituibles y recambios
- Monitorice el sistema, resuelva problemas o actualice el firmware con Conext ComBox

Fácil instalación

- Configuración rápida en un sistema montado en pared
- Integra la alimentación de la red y la del generador mediante entradas de CA duales
- Los accesorios del sistema permiten integrar fácilmente el banco de baterías, el generador y los paneles FV
- Puesta en marcha de todo el sistema mediante nuestra herramienta para PC y Conext ComBox

Aplicaciones del producto

- Generación solar residencial conectada a la red con alimentación de respaldo
- Autoconsumo
- Solar independiente de la red
- Alimentación de respaldo
- Electrificación de comunidades

CARACTERÍSTICAS

	XW+ 7048 E	XW+ 8548 E
Salida CA del inversor		
Potencia de salida (continua) a 25° C	5500 W	6800 W
Sobrecarga (30 min / 60 seg) a 25° C	7000 / 9500 W	8500 / 12000 W
Potencia de salida (continua) a 40° C	4500 W	6000 W
Intensidad de salida máxima durante 60 segundos (rms)	40 A	53 A
Frecuencia de salida (seleccionable)	50 / 60 Hz	50 / 60 Hz
Tensión de salida	230 Vac	230 Vac
Distorsión armónica total (THD) a potencia nominal	< 5 %	< 5 %
Consumo inactivo (modo búsqueda)	< 7 W	< 7 W
Intervalo de tensión de CC	40 a 64 V (48 V nominales)	40 a 64 V (48 V nominales)
Intensidad de entrada de CC máxima	150 A	180 A
Salida CC del cargador		
Intensidad de salida de carga máxima	110 A	140 A
Intervalo de tensión de carga	40 a 64 V (48 V nominales)	40 a 64 V (48 V nominales)
Control de carga	Trés etapas, dos etapas, refuerzo, personalizado	
Compensación de temperatura de carga	BTS Incluido	BTS Incluido
Carga de corrección del factor de potencia	0,98	0,98
Tipos de baterías compatibles	Inundada (por defecto), Gel, AGM, LiON, personalizada	

Intervalo del banco de baterías (en función del campo solar)	440 a 10.000 Ah	440 a 10.000 Ah
--	-----------------	-----------------

Entrada de CA

Intensidad de entrada de CA 1 (red) (seleccionable)	3 -60 A (56 A por defecto)	3 - 60 A (56 A por defecto)
---	----------------------------	-----------------------------

Intensidad de entrada de CA 2 (generador) (seleccionable)	3 -60 A (56 A por defecto)	3 -60 A (56 A por defecto)
---	----------------------------	----------------------------

Especificación del rele de transferencia automática	60 A	60 A
---	------	------

Tiempo de transferencia típico	8 ms	8 ms
--------------------------------	------	------

Tensión de entrada de CA nominal	230 V +/- 3%	230 V +/- 3%
----------------------------------	--------------	--------------

Intervalo de frecuencia de entrada (modo bypass / carga)	45 - 55 Hz (por defecto) 40 - 68 Hz (admisible)	
--	--	--

Salida de conexión a la red de CA

Venta a la red en AC1	4,5 kVA	6,0 kVA
-----------------------	---------	---------

Intensidad de venta a la red en AC1 (seleccionable)	0 a 20 A	0 a 27 A
---	----------	----------

Intervalo de tensión de venta a red en AC1	205 a 262 Vrms (ajuste automático del cambio a modo de venta)	
--	---	--

Intervalo de frecuencia de venta a la red en AC1	48 a 51 Hz (ajuste automático del cambio de modo de venta)	
--	--	--

Intervalo de factor de potencia de venta a la red (avance / retardo)	0,5	0,5
--	-----	-----

Eficiencia

Pico	95,8 %	95,8 %
------	--------	--------

Especificaciones generales

Nº de producto	865-7048-61	865-8548-61
----------------	-------------	-------------

Peso equipo / Peso embalado	53,5 kgr / 75,0 Kgr	55,2 Kgr / 76,7 Kgr
-----------------------------	---------------------	---------------------

Dimensiones (Al x An x P)	58 x 41 x 23 cm	58 x 41 x 23 cm
---------------------------	-----------------	-----------------

Dimensiones embalaje (Al x An x P)	71,1 x 57,2 x 39,4 cm	71,1 x 57,2 x 39,4 cm
------------------------------------	-----------------------	-----------------------

Grado de protección	IP 20	IP 20
Temperatura de Funcionamiento	- 25 °C a 70 °C (derrateo por encima de 25 °C)	
Garantía (en función del país de instalación)	2 o 5 años	2 ó 5 años

Características

Monitorización del sistema y comunicaciones de red	Disponible	Disponible
Funciones inteligentes	Venta a la red, reducción de cargas pico, asistencia a generador, consumo priorizado de energía de la batería o de CC externa	
Puerto auxiliar	0 a 12 V, salida máx. de 250 mA CC, activadores seleccionables	
Acoplamiento de CA aislado de la red	Control de frecuencia	
Funcionamiento con múltiples unidades	Monofásico: hasta 4 unidades en paralelo. Trifásico: hasta 12 unidades en configuración multigrupo con un contactor de CA externo	

Aprobaciones normativas

Marcado CE conforme a las siguientes directivas y normas de la UE:

Directiva CEM	EN61000-6-1, EN61000-6-3, EN61000-3-2
Directiva de baja tensión	EN50178
Seguridad	IEC 62109-1, IEC 62109-2
Marcado y Conformidad RCM	AS 4777.2, AS 4777.3

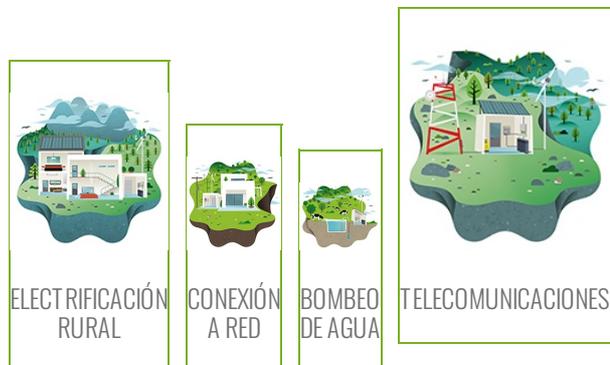
Productos Compatibles

Cuadro de distribución Conext XW+	865-1014-01
Panel de control de sistema Conext	865-1050
arranque automático del generador Conext	865-1060
Conext MPPT 60 150	865-1030-1
Conext MPPT 80 600	865-1032
Conext ComBox	865-1058
Conext Battery	865-1080-01

Caja combinadora 865-1031-01
para fusible y
batería Conext

Especificaciones sujetas a cambios sin previo aviso.

APLICACIONES



DESCARGAS

CATÁLOGO GENERAL 2020

 [Catalogo-Bornay-0520.pdf](#) (27.76 MiB)
tamaño archivo: 27.76 MiB

ESPECIFICACIONES CONEXT XW+

 [76810 Conext XW +_ES_V3.pdf](#) (511.17 KiB)
tamaño archivo: 511.17 KiB

CONEXT XW+ DATASHEET

 [conext-xw-datasheet-20141002_eng.pdf](#)
(647.48 KiB)
Tamaño archivo: 647.48 KiB

Conext XW+ Inversor/cargador

Una solución para la energía global

El inversor/cargador Conext™ XW + es la misma esencia de la versatilidad: una única solución fiable para aplicaciones globales fotovoltaicas y de respaldo residenciales y comerciales, tanto conectadas a red como aisladas. El sistema Conext XW es un inversor/cargador de onda senoidal pura, monofásico y trifásico, con 2 entradas de AC y con capacidad de interactuar con la red gracias a los controles avanzados de interacción. Fácilmente adaptable y escalable, desde una sola unidad Conext XW + hasta grupos formados por múltiples unidades de hasta 102 kW cada uno, este sistema permite integrar la capacidad solar necesaria. Los controladores de carga, los dispositivos de monitorización y configuración remota y los módulos de control automático del generador opcionales lo hacen aún más versátil.

¿Por qué elegir Conext XW+?



Mayor retorno de la inversión

- Excelente capacidad para el arranque de cargas, con sobrecarga de energía durante 30 minutos o 60 segundos
- Funciona en entornos con temperaturas de hasta 70 °C
- Funciones inteligentes que posibilitan la priorización de la energía solar, transferencia de cargas, reducción de picos y asistencia a pequeños generadores con cargas pesadas
- Alimentación de respaldo con función de conexión a la red eléctrica que convierte la alimentación de CC a CA para su exportación a la red



Diseñados para ser fiables

- Sometido a exhaustivas pruebas de calidad y fiabilidad
- Highly Accelerated Life Testing, HALT
- Rendimiento demostrado y reconocido en todo el mundo



Flexible

- Sistemas monofásicos o trifásicos desde 7,0 kW hasta 102 kW
- Admite arquitecturas de CC y de CA acopladas, aisladas o conectadas a la red gracias al Control Activo de Frecuencia
- Permite la carga de baterías de iones de litio



Fácil mantenimiento

- Mantenimiento in situ con tarjetas sustituibles y recambios
- Monitoree el sistema, resuelva problemas o actualice el firmware con Conext ComBox



Fácil instalación

- Configuración rápida en un sistema montado en pared
- Integra la alimentación de la red y la del generador mediante entradas de CA duales
- Los accesorios del sistema permiten integrar fácilmente el banco de baterías, el generador y los paneles FV
- Puesta en marcha de todo el sistema mediante nuestra herramienta para PC y Conext ComBox



Aplicaciones del producto



Generación solar residencial conectada a la red con alimentación de respaldo



Autoconsumo



Solar independiente de la red



Alimentación de respaldo



Electrificación de comunidades

Nombre abreviado	XW+ 7048 E	XW+ 8548 E
Salida de CA del inversor		
Potencia de salida (continua) a 25 °C	5500 W	6800 W
Sobrecarga (30 minutos/60 segundos) a 25 °C	7000 W / 9500 W	8500 W / 12000 W
Potencia de salida (continua) a 40 °C	4500 W	6000 W
Intensidad de salida máxima durante 60 segundos (rms)	40 A	53 A
Frecuencia de salida (seleccionable)	50 / 60 Hz	50 / 60 Hz
Tensión de salida	230 V CA	230 V CA
Distorsión armónica total (THD) a potencia nominal	< 5%	< 5%
Consumo inactivo (modo de búsqueda)	<7 W	<7 W
Intervalo de tensión de CC	40 a 64 V (48 V nominales)	40 a 64 V (48 V nominales)
Intensidad de entrada de CC máxima	150 A	180 A
Salida de CC del cargador		
Intensidad de salida de carga máxima	110 A	140 A
Intervalo de tensión de carga	40 a 64 V (48 V nominales)	40 a 64 V (48 V nominales)
Control de carga	Tres etapas, dos etapas, refuerzo, personalizado	Tres etapas, dos etapas, refuerzo, personalizado
Compensación de temperatura de carga	BTS incluido	BTS incluido
Carga con corrección del factor de potencia	0,98	0,98
Tipos de batería compatibles	Inundada (por defecto), Gel, AGM, LiON, personalizada*	Inundada (por defecto), Gel, AGM, LiON, personalizada*
Intervalo del banco de baterías (en función del tamaño del campo fotovoltaico)	440 a 10 000 Ah	440 a 10 000 Ah
Entrada de CA		
Intensidad de entrada de CA 1 (red) (límite seleccionable)	3 - 60 A (56 A por defecto)	3 - 60 A (56 A por defecto)
Intensidad de entrada de CA 2 (generador) (límite seleccionable)	3 - 60 A (56 A por defecto)	3 - 60 A (56 A por defecto)
Especificación del relé de transferencia automática / tiempo de transferencia típico	60 A / 8 ms	60 A / 8 ms
Tensión de entrada de CA nominal	230 V +/- 3%	230 V +/- 3%
Intervalo de frecuencia de entrada de CA (modo bypass/carga)	45-55 Hz (por defecto) 40-68 Hz (permisible)	45-55 Hz (por defecto) 40-68 Hz (permisible)
Salida de conexión a la red de CA		
Venta a la red en AC1 (máx.)	4,5 kVA	6,0 kVA
Intervalo de intensidad de venta a la red en AC1 (seleccionable)	0 a 20 A	0 a 27 A
Intervalo de tensión de venta a la red en AC1	205 a 262 Vrms (ajuste automático del cambio a modo de venta)	205 a 262 Vrms (ajuste automático del cambio a modo de venta)
Intervalo de frecuencia de venta a la red en AC1	48 a 51 Hz (ajuste automático del cambio a modo de venta)	48 a 51 Hz (ajuste automático del cambio a modo de venta)
Intervalo de factor de potencia de venta a la red (avance/retardo)	0,5	0,5
Eficiencia		
Pico	95,8%	95,8%
Especificaciones generales		
N.º de producto	865-7048-61	865-8548-61
Peso / peso durante el transporte	53,5 kg (118,0 lb) / 75,0 kg (165,0 lb)	55,2 kg (121,7 lb) / 76,7 kg (169,0 lb)
Dimensiones (Al x An x P)	58 x 41 x 23 cm (23 x 16 x 9 in)	58 x 41 x 23 cm (23 x 16 x 9 in)
Dimensiones durante el transporte (Al x An x P)	71,1 x 57,2 x 39,4 cm (28,0 x 22,5 x 15,5 in)	71,1 x 57,2 x 39,4 cm (28,0 x 22,5 x 15,5 in)
Grado de protección IP	IP 20	
Intervalo de temperatura de funcionamiento	-25 °C a 70 °C (-13 °F a 158 °F) (derrateo por encima de 25 °C (77 °F))	
Garantía (en función del país de instalación)	2 o 5 años	2 o 5 años
Características		
Monitorización del sistema y comunicaciones de red	Disponible	
Funciones inteligentes	Venta a la red, reducción de cargas pico, asistencia a generador, consumo priorizado de energía de la batería o de CC externa	
Puerto auxiliar	0 a 12 V, salida máx. de 250 mA CC, activadores seleccionables	
Acoplamiento de CA aislado de la red	Control de frecuencia	
Funcionamiento con múltiples unidades	Monofásico: hasta cuatro unidades en paralelo; trifásico: hasta 12 unidades en configuración multigrupo con un contactor de CA externo	
Aprobaciones normativas		
Marcado CE conforme a las siguientes directivas y normas de la UE:		
Directiva CEM	EN61000-6-1, EN61000-6-3, EN61000-3-2	
Directiva de Baja Tensión	EN50178	
Seguridad	IEC 62109-1, IEC 62109-2	
Marcado y conformidad RCM	AS 4777.2, AS 4777.3	
Productos compatibles		
Cuadro de distribución Conext XW+	865-1014-01	
Panel de control del sistema Conext	865-1050	
Arranque automático del generador Conext	865-1060	
Conext MPPT 60 150	865-1030-1	
Conext MPPT 80 600	865-1032	
Conext ComBox	865-1058	
Conext Battery Monitor	865-1080-01	
Caja combinadora para fusible y batería Conext	865-1031-01	

Las especificaciones están sujetas a cambios sin previo aviso.

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 nublados, 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

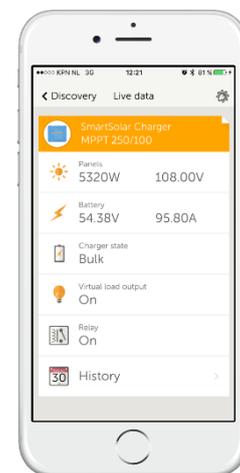
Para conectarse a un VE.BUS BMS, por ejemplo.

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			
Eficiencia 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 (fusible, 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 máximo por conector MC4: 30A (los conectores MC4 están conectados en paralelo a un rastreador MPPT)				



Adjustable System



Fixed System

FLAT ROOF RACKING SYSTEM



Introduction

Flat Roof Racking system is developed to mount the module tilt a certain angle on a flat roof or ground. You can have the fixed or adjustable angle solution as 10-15deg, 15-30deg and 30-60deg according to your exact requirement. The innovated aluminum rail, D-module, clamps and legs which can be pre-assembled to make the installation easy and quick for saving your labor cost and time. Besides, the customized length of rail will not require onsite weld and cut, keeping the appearance entirety, structural strength and anti-corrosive performance.

Benefits

Easy Installation

D-module can be put into Rail from any position, so the parts can be pre-assembled on factory to save your install time on site.

Flexibility and Compatible

Rail and its accessories can be installed with the most solar panels on the difference condition.

Safety and Reliability

The racking systems can stand up to the extreme weather complied with the AS/NZS 1170 and other international structure load standards by skilled engineers. The main support components have also been tested to guarantee its structure and load-carrying capacity.

Technical Information

Install Site	Low profile roof or open field
Tilt Angle	10deg ~ 60deg
Building Height	up to 20m
Max Wind Speed	up to 60m/s
Snow Load	up to 1.4KN/m ²
Standards	AS/NZS 1170 & DIN 1055 & Other
Material	Aluminum alloy & Stainless Steel
Color	Natural
Anti-corrosive	Anodized
Warranty	Ten years warranty
Duration	More than 20 years

COMPONENTS

Adjustable Tilt System



Legs



Item No.	Description	Leg Length
ADFL	AD Front Leg	
ADRL1015	AD Rear Leg 10/15 deg	240~360mm
ADRL1530	AD Rear Leg 15/30 deg	340~680mm
ADRL3060	AD Rear Leg 30/60 deg	700~1200mm

Adjustable Racking System Installation Guide



Adjustable Racking System has developed to mount the module tilt a certain angle on a flat roof or ground. You can have the adjustable angle solution as 10-15deg, 5-30deg and 30-60deg according to your exact requirement. The special extruded aluminum rail, tilt-in module, clamps and legs should be pre-assembled to make the installation easy and quick for saving your labor cost and time. Besides, the customized length of rail will not require onsite weld and cut, keeping the appearance entirety, structural strength and anticorrosive performance.

The installations please follow the procedures and precautions in these instructions carefully. And it must be complied with the local construction acts and the safety laws.

1. Introduction

1.1 Intended use

- Are intended to be used by individuals with sufficient technical skills for the task. Knowledge and use of hand tools, measuring devices and values is also required.
- Include various precautions in the forms of Notes, Cautions, and Warnings. These are to assist in the assembly process and/or to draw attention to the fact that certain assembly steps may be dangerous could cause serious personal injury and/or damage to components. Following the step-by-step procedures and these precautions should minimize the risk of any personal injury or damage to components making the installation not only safe but an efficient process.

1.2 Service life warranty

Warranty of 10 years for the service life of all materials used.

1.3 Safety

The following basic safety instructions and warning symbols form an essential part of this manual and are of fundamental importance when handling this product.

- Do not remove or disable any safety devices
- Comply with the relevant safety regulations.
- The presence of a second party who can provide help in the event of an accident is obligatory during the entire installation process.
- Keep a copy of this installation manual in the immediate vicinity of the system.

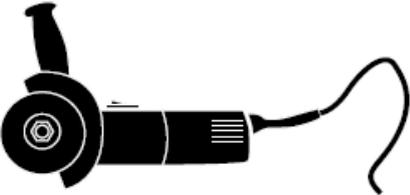
1.4 Responsibilities of the owner/operator

The system operator has the following safety-related responsibilities:

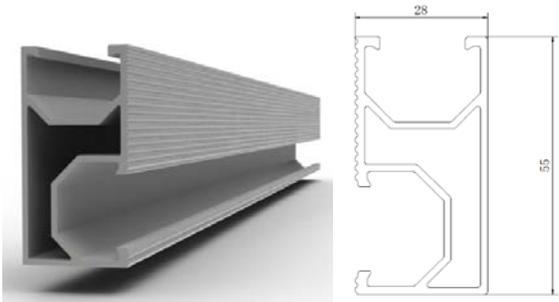
- To ensure that installation of the system is only carried out by individuals with specialist technical knowledge and basic knowledge of mechanical engineering.
- To ensure that those commissioned to perform the work can evaluate their assigned tasks and recognize possible risks.
- To ensure that those commissioned to perform the work are familiar with the system components.
- To ensure that the installation manual is available during installation. The installation manual is an integral part of the product.
- Ensure that the installation manual, and in particular the safety instructions, are read and understood by the relevant personnel before installation.
- Ensure that the permissible operation conditions are observed. Mounting systems is not liable for damage occurring when these conditions are not adhered to.
- Ensure the durability of all connections and the attachment of the system.
- Ensure that suitable lifting gear is used for installation.
- Ensure that only Mounting System components are used when parts need to be replaced. Otherwise any warranty claim is null and void

2. Tools For Installation

The following tools are required for the installation:

<ul style="list-style-type: none"> ✓ 6 mm Allen key or hexagonal driver bit. If using a 6mm driver bit, make sure the cordless power tool used for the driving has a hand-tight clutch setting a fine (soft) impact drive to prevent damage to the fragile glass panels and threads on the Structure. 	
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Cordless drill; Drill or impact driver for driving roof material fixings 	
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Angle grinder; For terracotta tile roof installation, and angle grinder fitted with a continuous edge diamond tipped tile cutting blade; gloves, hearing protection, a face protection mask, and a suitably rated breathing protection mask for all people in proximity of grinding 	
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Gloves; Protect the hazard of the sharp corners. 	
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Cord or color pen; Mark the installation position; 	
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Spirit level 	
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Rule 	
<ul style="list-style-type: none"> ✓ If necessary, timber to shim the legs 	

3. Components

<p>Rail</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ hold each panel row ✓ length can be customized ✓ 6005-T5 extruded aluminum 	
<p>Standard Rail Length</p>	
<p>808~826mm wide panels</p>	<p>990~1020mm wide panels</p>
<p>2560mm</p>	
<p>3405mm</p>	<p>4200mm</p>
<p>Rail Splice Kit</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Extend Rail to any length as required by the quantity or width of the solar panels 	
<p>Inter Clamp Kit for Framed Modules</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Fit between two panels ✓ Fastened with a 6mm Allen key ✓ Standard pre-assembly for the usual panels with thickness 30, 35, 40, 46, 50, 57mm 	
<p>End Clamp Kit for Framed Modules</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Hold the edge of each end panels ✓ Fastened with a 6mm Allen key ✓ Standard pre-assembly for the usual panels with thickness 30, 35, 40, 46, 50, 57mm 	
<p>Adjustable End Clamp Kit</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Hold the edge of each end panels ✓ Fastened with a 6mm Allen key ✓ Adjustable for the panels with thickness from 25~60mm 	

Support Leg	
<p>Adjustable Front Leg</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Pre-assembly ✓ Include 2pcs st6.3x80 wood screws 	
<p>Adjustable Rear Leg 10/15</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Pre-assembly ✓ Adjust angle from 10 deg to 15 ✓ Include 2pcs st6.3x80 wood screws 	
<p>Adjustable Rear Leg 15/30</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Pre-assembly ✓ Adjust angle from 15 deg to 30 ✓ Include 2pcs st6.3x80 wood screws 	
<p>Adjustable Rear Leg 30/60</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Pre-assembly ✓ Adjust angle from 30 deg to 60 ✓ Include 2pcs st6.3x80 wood screws 	

4. System overview

All components of the system are listed below. The version and quantities of the parts can vary, depending of

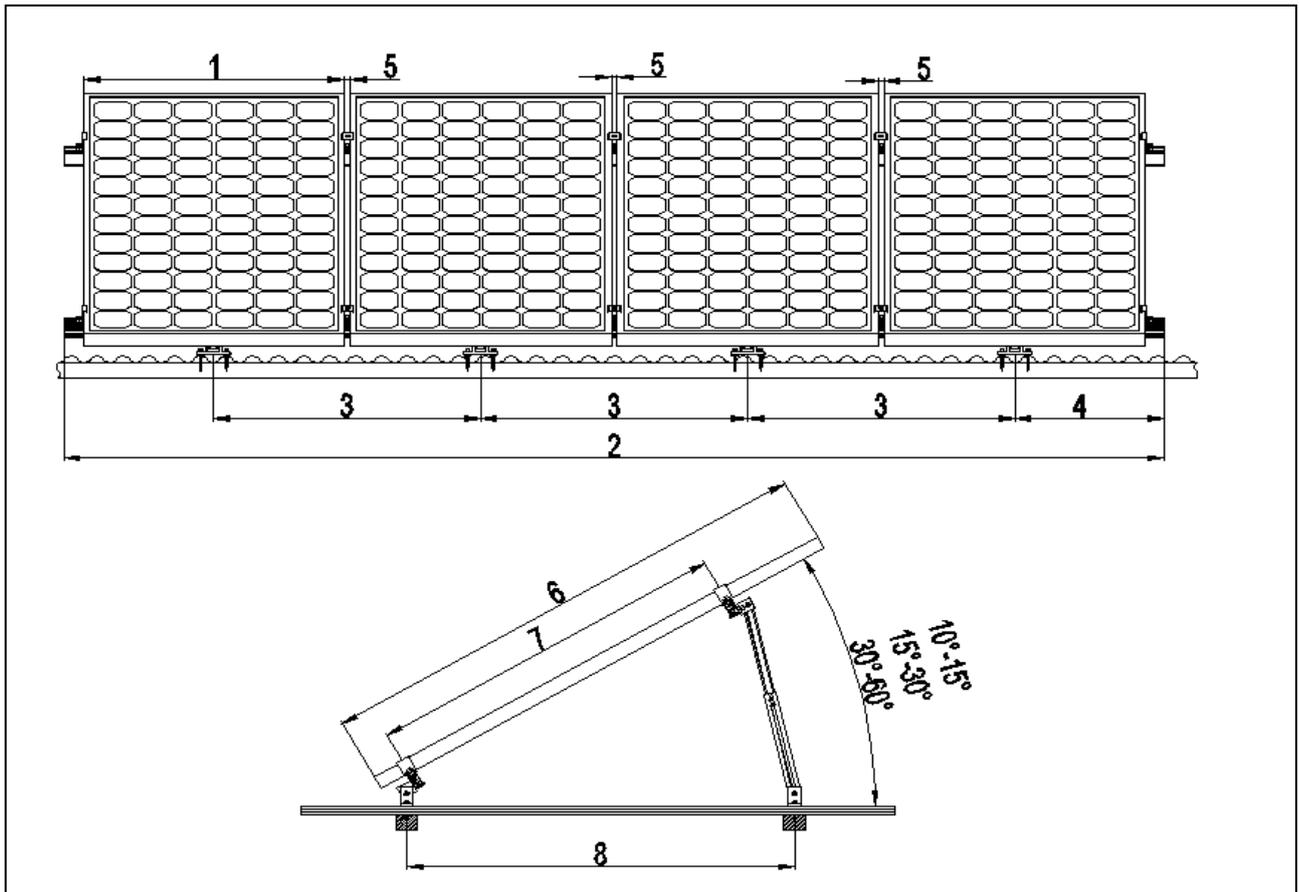
- Type of roof
- Number of modules
- Type of module
- Site specifics



Item	Code	Description
1	659.08.01.RAIL	Rail
2	659.08.01.INTER	Inter Clamp Kit
3	659.08.01.ENDCLAMP	End Clamp Kit
4	659.08.01.FRONTLEG	Adjustable Front Leg Kit
5	659.08.01.RL	Adjustable Rear Leg Kit
6	659.08.01.SPLICE	Rail Splice (optional)

5. Installation Dimension

Below, the distances between roof connections for a portrait installation are specified. Clamp-on Front and Rear Legs need to be installed in specific distances, depending on the distance of rafters and the stoical conditions.



1. Width of the module
2. Length of Rail: number of modules horizontally x (width of the module + 18 mm)+32 mm
3. Distance between roof connections horizontally: Depending on the distance between rafters and on the static requirement.
4. Cantilever Length: less than half of dimension 3
5. Distance between modules: 17 mm
6. Length of the module
7. Length of support: similar with the dimension 8
8. Front and Rear Space: 1200~1400mm

6. code-compliant AS/NZS 1170 planning

6.1 Determine the wind region of your installation site

Region Definition:

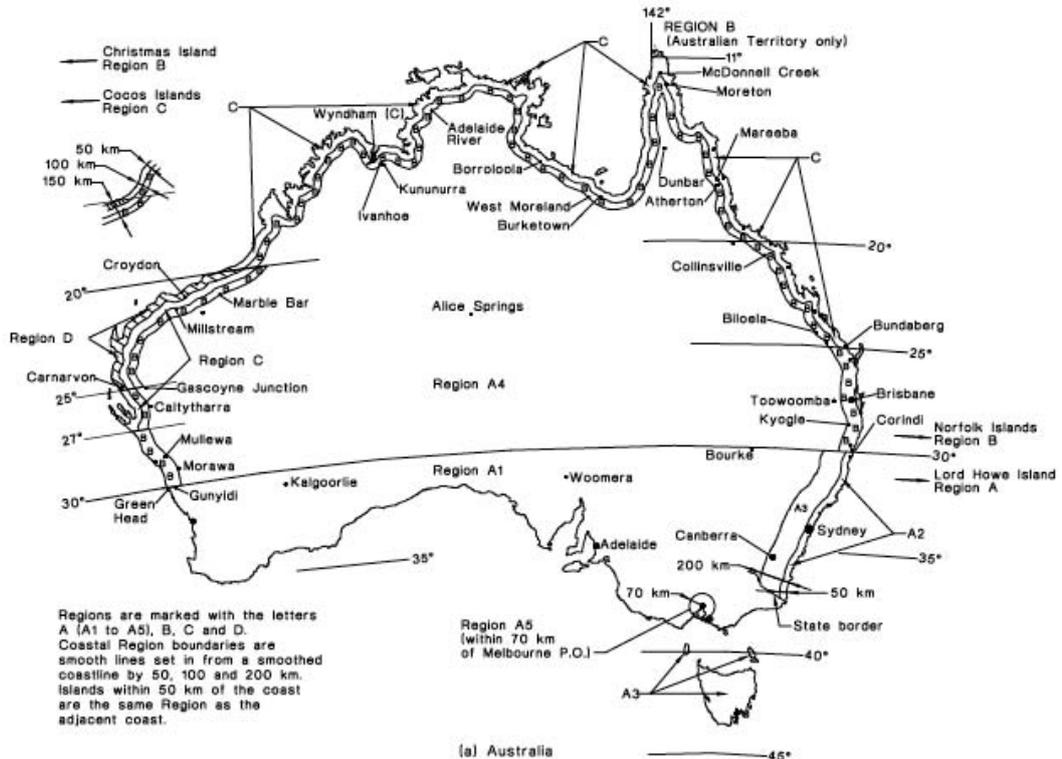


FIGURE 3.1 (in part) WIND REGIONS

Wind regions are pre defined for all of Australia by Australian Standard 1170. The Wind Region has nothing to do with surrounding topography or buildings.

- Most of Australia is designated Region A which indicates a Regional Ultimate Basic Wind Velocity of 45msec.
- Some areas are designated Region B (57msec). Local authorities will advise if this applies in your area.
- Region C areas (66msec) are generally referred to as Cyclonic and are generally limited to northern coastal areas. Most Region C zones end 100km inland.
- Region D (80msec) Australia's worst Cyclonic Region between Carnarvon and Pardoo in Western Australia.

6.2 Determine the height of the of your installation site

This document provides sufficient information for solar system installation height less than 20 meters. If your installation site is more than 20 meters in height, please contact us to obtain engineering data to support your installation.

6.3 Determine the Maximum Rail Support Spacing

Please use the following table to determine the Rail support spacing for the tilt system installations.

a. 10 to 15deg

Max1970mm Long Panels fixed to Metal Sheet Roof				
Installation Height	Region A (mm)	Region B (mm)	Region C (mm)	Region D (mm)
Max area 1 panels	3.0m²	2.5m²	2.0m²	1.5m²
5 Meters	1560	975	660	405
10 Meters	1420	890	600	370
15 Meters	1345	845	570	350
20 Meters	1275	800	540	330

b. 15 to 30deg and 30 to 60deg

Max1970mm Long Panels fixed to Metal Sheet Roof				
Installation Height	Region A (mm)	Region B (mm)	Region C (mm)	Region D (mm)
Max area 1 panels	3.0m²	2.5m²	2.0m²	1.5m²
5 Meters	1360	890	605	370
10 Meters	1240	810	550	340
15 Meters	1175	770	520	320
20 Meters	1115	725	495	305

- ✓ The above figures are based on modules lengths of up to 1970mm, maximum weight is 15Kg/m²
- ✓ The above spacing applies for fixing through thin sheet purlins (greater than 0.75mm thickness) or a minimum embedment of 50mm into timber purlins.
- ✓ Tilt system should be fixed to the purlins under using 2 SCW-12G-P screws.
- ✓ For 35mm min embedment into timber or fixing into 0.55mm thickness sheet purlins the max length of module should be reduce to 1700mm the max spacing reduced by 20%
- ✓ Please note that the screws provided with our products are designed for mounting into wooden structures.

6.4 Verify acceptable Rail End Overhang

Rail End Overhang must equal 50 percent or less of foot spacing. Thus, if foot spacing is 1200mm, the Rail End Over hang can be up to 600mm. In this case, two feet can support a rail of as much as 2400mm (1200mm between the feet and 600mm of overhang at each end).

6.5 Determine Roof slope

The system can be used for roof slope up to 60 degrees. Please verify the Installation site roof slope should be between 0 degrees and 60 degrees.

6.6 Determine Roof Installation Roof Areas

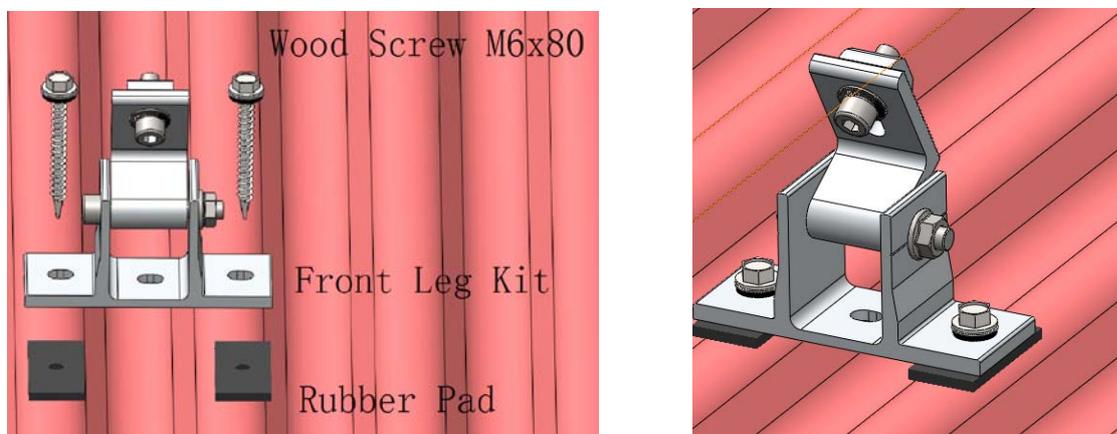
Tilt System can be installed using those spacing everywhere on the roof.

7. Installation Guide

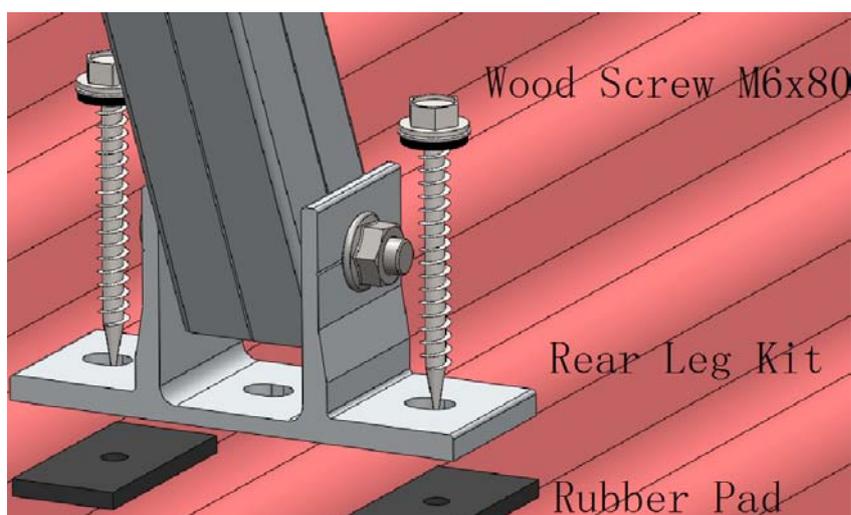
7.1 Install the Front Leg and Rear Leg

- a. After selecting proper spaces on the roof according to chapter 1.1 and 1.2, install the first front leg as picture showed left below. Adjust the location of front leg (assuring the down surface of front leg being parallel to the edge of the roof). Put the 25x50mm rubber under the front leg, and align the screw holes. Fix the front leg kits to the roof with M6x80 wood screw, locked as right below picture shown.

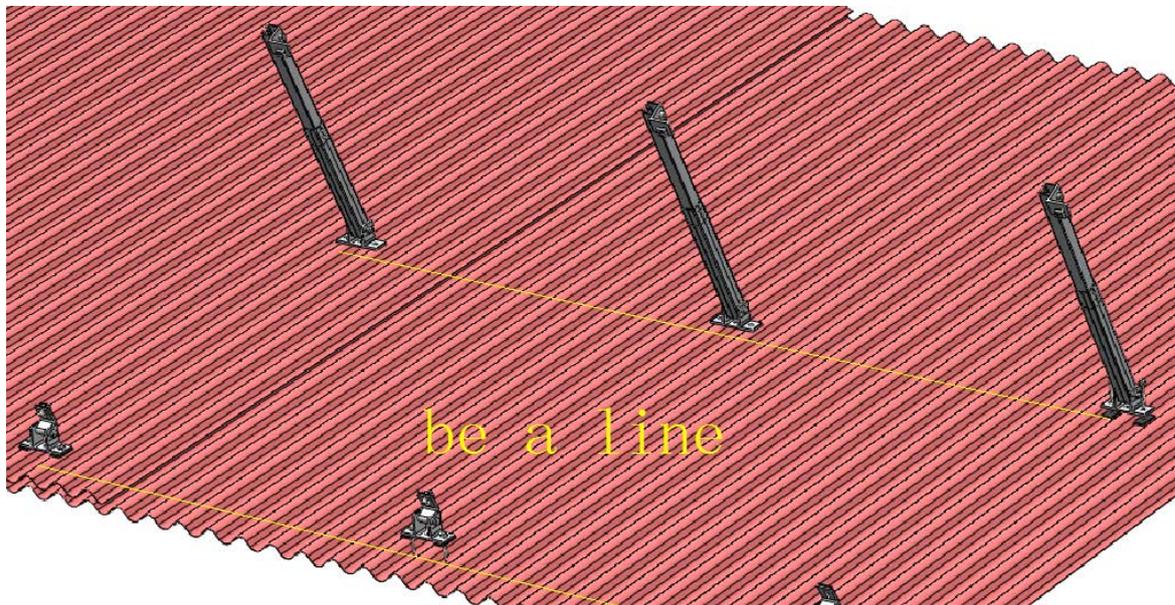
(if the foundation is concrete, please comply with the Chapter 6.2 to install)



- b. As installation way of the first front leg, adjust the arrangement of the rear leg (assuring the down surface of front leg being parallel to the edge of the roof). Vertically be in line with the front legs, and fix the rear legs to the roof beam with wood screws, as picture shown below:

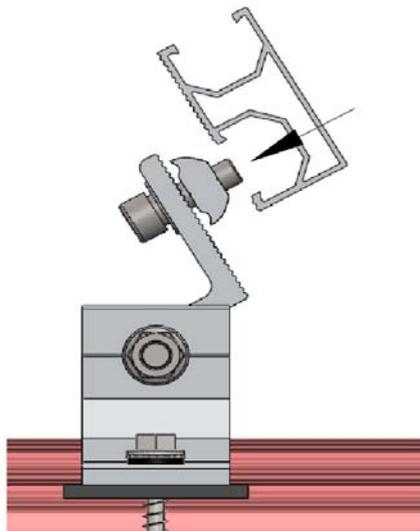


c. Comply with the Step a and b, finish the installation of the other legs; please make sure the legs are in one line.



7.2 Install the Rail

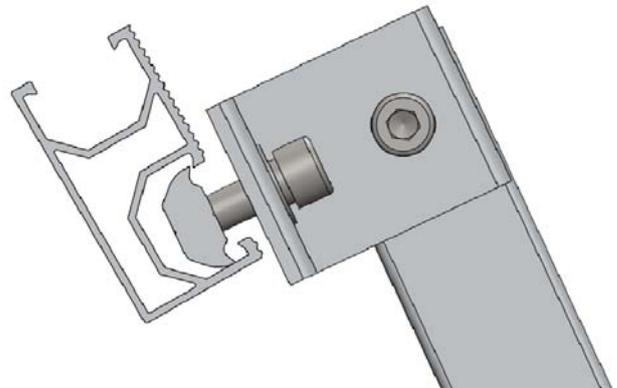
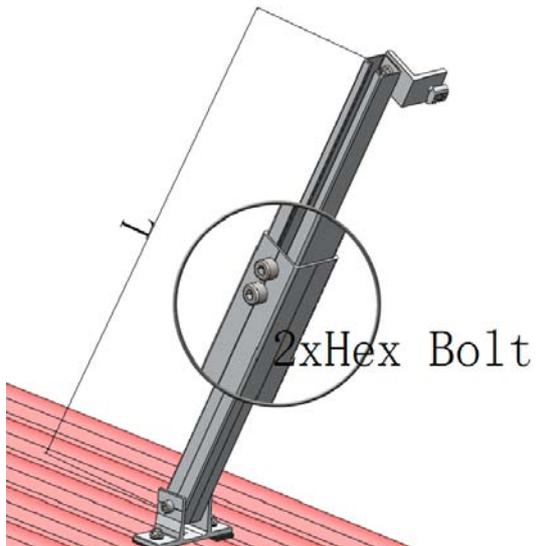
a. Put the front legs on the Rail groove. Adjust the length left at 2 terminals of rail. Then lock screws.



Patented product: 4 steps of easily installing the tilt-in module to rail



- b. Loosen the 2 Hex screws in the rear leg and adjust the length of rear legs as per demanding angle. Adjust the H of 4 rear legs in the same line and lock the screws, shown as left below picture. Then put the rail groove as last step and adjust the location of rail, keeping the rail being parallel to the rail on front legs. Then lock one by one as right below picture shown:

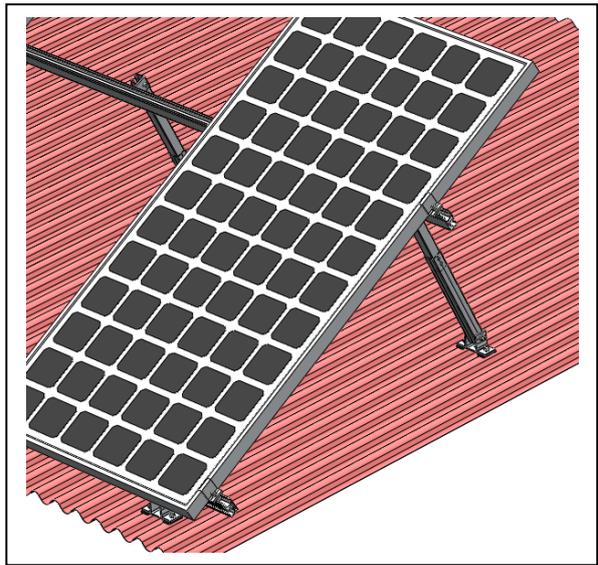
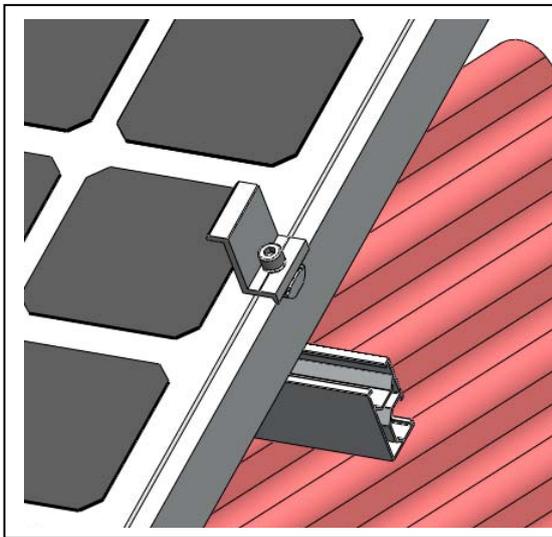


7.4 Install the Module

Installation of modules from one side of rail to the other side

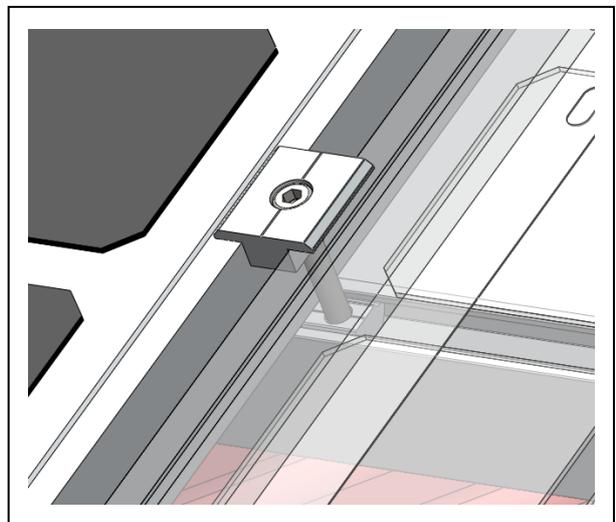
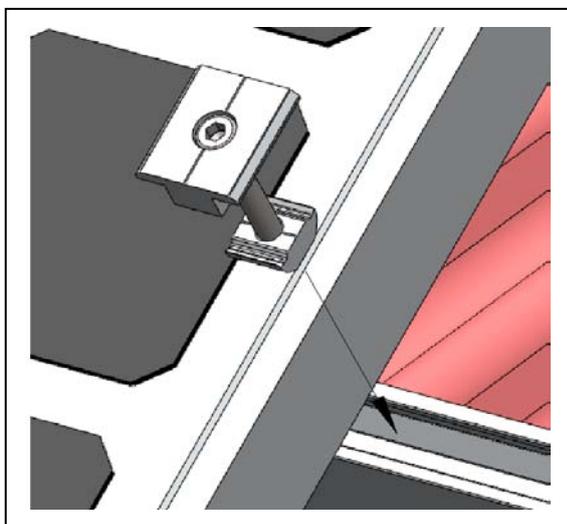
a. Installation of End Clamp

End clamps are designed to install at the end of each string panels. Tilt the end clamp into the upper groove of rails. After slightly locking the screw, put the panel on rails. Lock the end clamps after adjusting location of the panel.

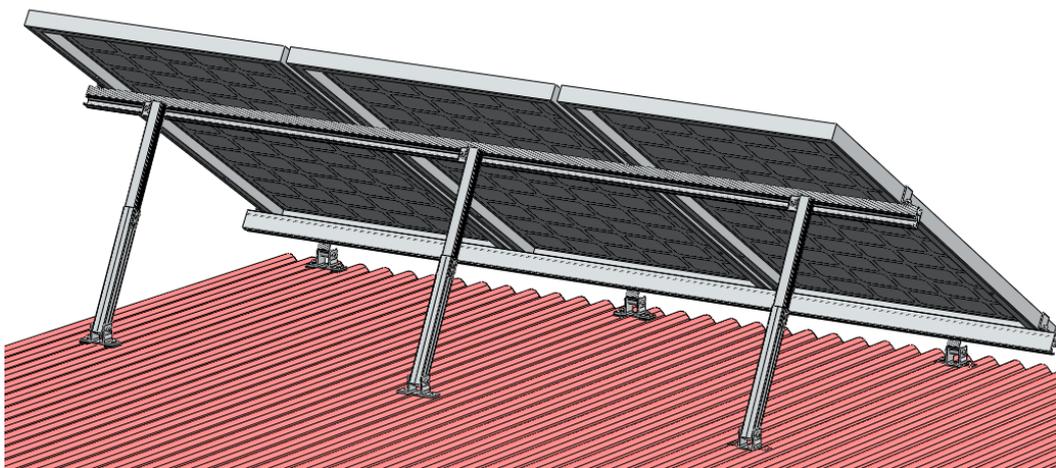
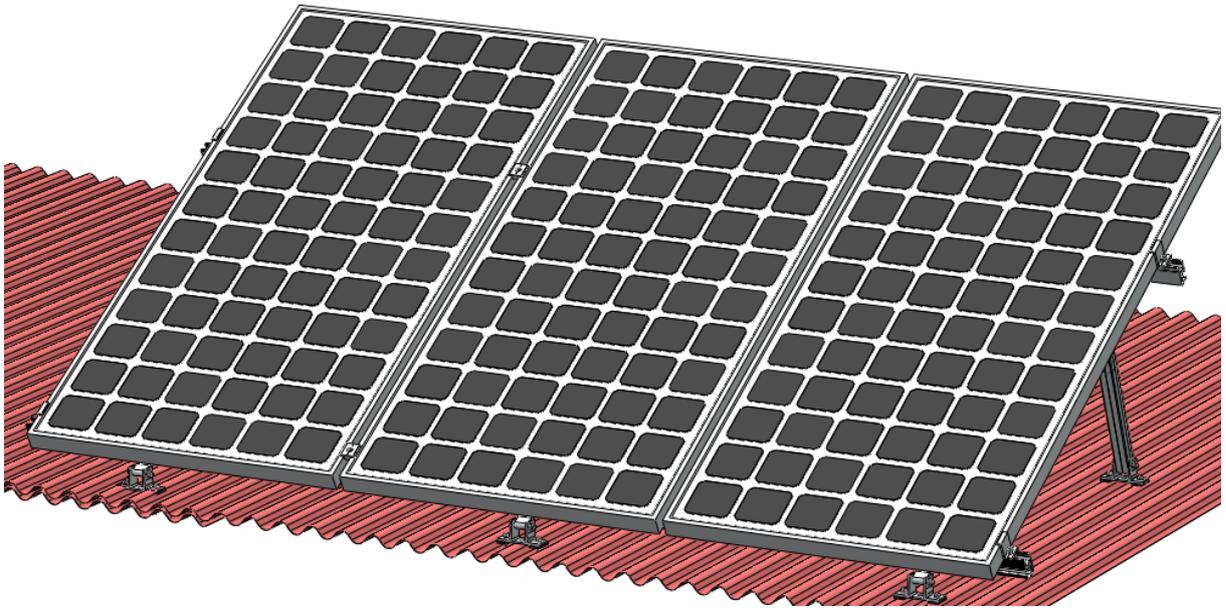


b. Installation of Inter Clamp

Inter clamps are designed to fix between 2 solar panels. Tilt the inter clamp into the upper groove of rails. After slightly locking the screw, put another panel on rails. Lock the inter clamps after adjusting location of the panel.



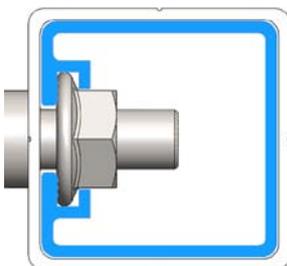
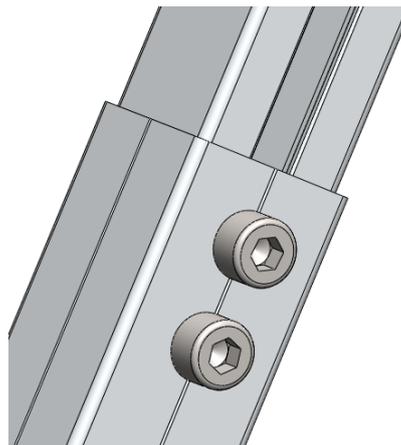
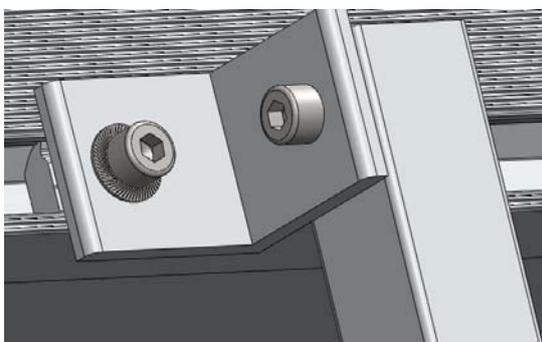
- c. Repeat doing last step till finish installing all the panels. Check the whole system and re-fix all outer screws after finish installing the panels.



7.5 Adjust the Angle

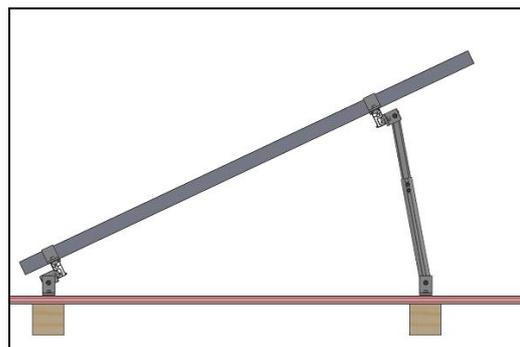
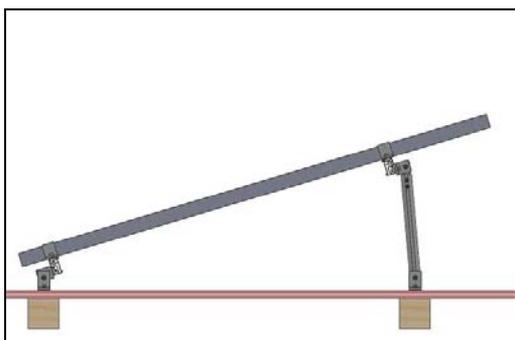
If needing to adjust the tilt angle of panels to mostly using the solar energy after finished installation of whole system, please adjust the lengths of rear legs to achieve it, shown as below pictures:

- a. Slightly unlock the screw on rear leg with a wrench, shown as left below picture. Then unlock the 2 screws on rear legs and adjust, shown as right below picture:



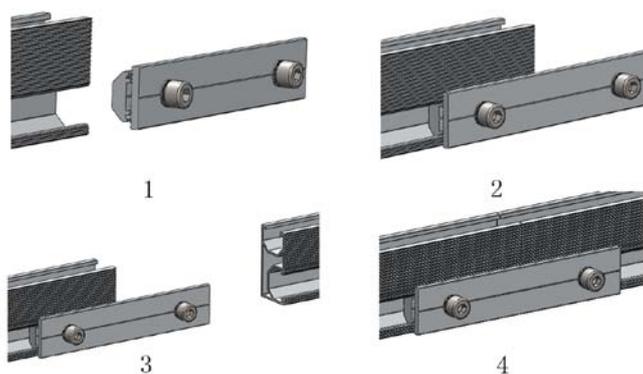
Telescopic Tubes

- b. Calculate the suitable length of rear leg according to the required angle (for choices, 10° - 15° , 15° - 30° and 30° - 60° rear legs are available). Then draw out or shorten the rear leg tube and lock the 2 screws, assuring height of rear legs keeping in the same line after adjust, for even loading requests on each section of rails. Angle differences shown as below pictures:

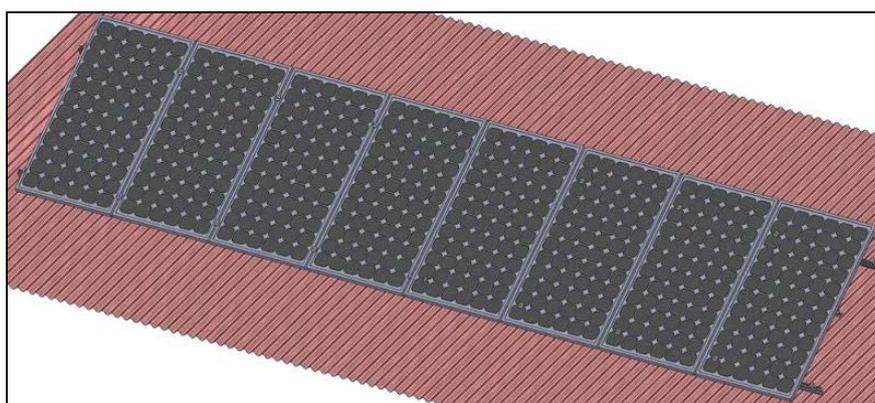
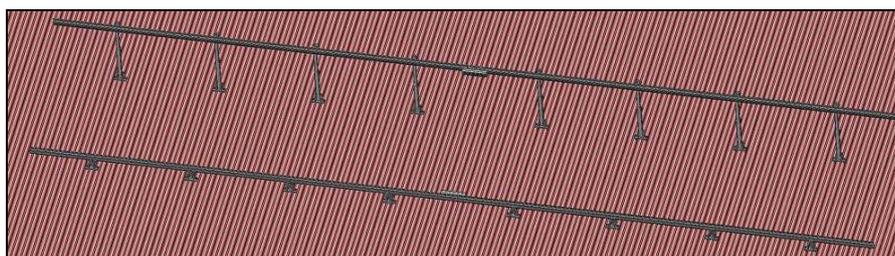


7.6 Connection of Rail

If planning to add solar panels with enough space on the roof, methods of steps are the same as talked in previous chapter. Add more front and rear legs and connect rails with rail splice kit. Connecting rail steps shown as below pictures:



Rail Connect Steps



Attentions:

-A2-70 bolt lock torque shown as follows:

M8 bolt: 15N*m

M10 bolt: 22 N*m

M12 bolt: 43 N*m