



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Centro de Estudios de Postgrado

Trabajo Fin de Máster

ANÁLISIS DE LA VIABILIDAD TÉCNICO- ECONÓMICA DE LA GENERACIÓN FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO EN APLICACIONES PARA LA PEQUEÑA MEDIANA INDUSTRIA EN LA PROVINCIA DE JAÉN: UN ESTUDIO DE CASO EN UNA INDUSTRIA DE PROCESADO DE BIOCOMBUSTIBLE SÓLIDO A PARTIR DE DESECHOS DEL OLIVAR

Alumno: Estévez Peinado, Germán

Tutor: Prof. D. Juan de la Casa Higuera
Dpto: Ingeniería Electrónica y Automática

Diciembre, 2020



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Centro de Estudios de Postgrado

Don Juan de la Casa Higuera, tutor del Proyecto Fin de Máster titulado: *ANÁLISIS DE LA VIABILIDAD TÉCNICO-ECONÓMICA DE LA GENERACIÓN FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO EN APLICACIONES PARA LA PEQUEÑA MEDIANA INDUSTRIA EN LA PROVINCIA DE JAÉN: Un estudio de caso en una industria de procesado de biocombustible sólido a partir de desechos del olivar*, que presenta Germán Estévez Peinado, autoriza para defensa y evaluación en la Centro de Estudios de Postgrado de la Universidad de Jaén.

Jaén, Diciembre de 2020

El alumno:

El tutor:

RESUMEN

En el presente trabajo fin de máster se analizan, a partir de datos reales de consumo, la viabilidad técnica y económica de la generación fotovoltaica orientada al autoconsumo, en una pequeña industria de secado de hueso de aceituna situada en Jaén. En el análisis y diseño del sistema fotovoltaico se utilizarán criterios de maximización de los índices de autoconsumo, autosuficiencia y de la rentabilidad de la inversión. Finalmente, se diseñará y presentará en detalle la solución propuesta desde el punto de vista de pre-proyecto de ingeniería.

ABSTRACT

In the present final thesis, the technical and economic feasibility of photovoltaic generation aimed at self-consumption is analyzed, based on real consumption data, in a small olive stone drying industry located in Jaén. In the analysis and design of the photovoltaic system, criteria will be used to maximize rates of the self-consumption, self-sufficiency and return on investment. Finally, the proposed solution will be designed and presented in detail from the engineering pre-project point of view.

ÍNDICE GENERAL

DOCUMENTO Nº1 - MEMORIA	5
DOCUMENTO Nº2 - ANEXOS.....	31
ANEXO 1 - CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN.....	32
ANEXO 2 - CÁLCULO DE LA ENERGÍA GENERADA POR LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA Y BALANCE ENERGÉTICO	46
ANEXO 3 - ANÁLISIS ECONÓMICO Y FINANCIERO	53
DOCUMENTO Nº3 - MEDICIONES Y PRESUPUESTOS.....	61
DOCUMENTO Nº4 - PLANOS	72
DOCUMENTO Nº5 - FICHAS TÉCNICAS.....	76

DOCUMENTO Nº1
MEMORIA

ÍNDICE DE LA MEMORIA

1. INTRODUCCIÓN	8
1.1. Objetivo.....	8
1.2. Motivación.....	8
1.3. Alcance del proyecto.....	8
2. LEGISLACIÓN Y NORMAS DE REFERENCIA	10
3. ANÁLISIS DEL PROYECTO.....	11
3.1. Localización y condiciones de operación previstas	11
3.2. Perfil de demanda energética	14
3.2.1. Análisis del perfil de demanda	15
3.3. Discusión técnico-económica de las soluciones.....	15
3.3.1. Tamaño del sistema fotovoltaico.....	15
4. DESCRIPCIÓN GLOBAL DEL SISTEMA PROPUESTO	22
5. CONCLUSIONES	28
6. LÍNEAS FUTURAS DE TRABAJO	30
BIBLIOGRAFÍA	31

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Objetivo

El objetivo principal del trabajo consiste en la realización de un análisis teórico de la viabilidad técnico-económica de la generación fotovoltaica orientada al autoconsumo cuando se pretende integrar este tipo de tecnología de producción de energía eléctrica renovable en una pequeña industria de secado de hueso de aceituna situada en Jaén.

A partir de datos de consumo real horario de la empresa durante un año completo de funcionamiento y de modelos teóricos de producción fotovoltaica para distintas inclinaciones y orientaciones en la ciudad de Jaén, se tratará de dar respuestas a las preguntas clave en el diseño de este tipo de sistemas particularizadas para el caso de estudio.

1.2 Motivación

El principal motivo que da lugar a la elaboración de este trabajo es la mejora de la competitividad de la empresa mediante la reducción de costes energéticos. Dentro del reparto de los costes de producción el gasto energético de electricidad no es despreciable, por lo tanto, la disminución de estos costes hará que la empresa sea más competitiva en el mercado.

Por otro lado, las condiciones legislativas actuales, más concretamente el Real Decreto 244/2019, de 5 de abril del 2019 [9], por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica y el Real Decreto-Ley 15/2018, de 5 de octubre del 2018 [11], de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores, han favorecido y avivado la instalación de este tipo de instalaciones de generación fotovoltaica en modalidad de autoconsumo al mejorar las condiciones en la valorización de los excedentes y la simplificación de los trámites administrativos.

Por último, y no menos importante, se encuentra el carácter de “ahorro ecológico” o renovable mediante la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero al sustituir parte del consumo de electricidad procedente de fuentes fósiles por otra de carácter renovable. Además, la empresa que produce y comercializa biocombustibles sólidos a partir de desechos del olivar, más concretamente hueso de aceituna, puede utilizar el uso en su proceso productivo de energía procedente de una fuente renovable como elemento de marketing entre sus clientes y de diferenciación entre su competencia.

1.3 Alcance del proyecto

En primer lugar, en base a los datos recopilados de un año productivo completo del consumo eléctrico diario horario del caso de estudio, se analizará la curva de carga anual de consumo eléctrico.

Conocidos estos datos, se estudiará el balance energético GENERACIÓN FOTOVOLTAICA-PERFIL DE CARGA en función de la potencia pico de la instalación utilizando las variables de autoconsumo y autosuficiencia para cada una de estas potencias instaladas.

Una vez determinada la potencia pico del generador fotovoltaico más adecuada, se discutirá, gracias a un estudio de viabilidad económico-financiera, que tiene en cuenta la normativa vigente en España para la generación fotovoltaica en régimen de autoconsumo con excedentes, el tiempo de retorno de la inversión y los beneficios económicos futuros.

Por último, se diseñará y presentará en detalle la solución propuesta desde el punto de vista de pre-proyecto de ingeniería.

2. LEGISLACIÓN Y NORMAS DE REFERENCIA

- *Real Decreto 1663/2000*, de 29 de septiembre, sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión
- *Real Decreto 1955/2000*, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- *Real Decreto 842/2002*, de 2 de agosto, por el que se aprueba el reglamento electrotécnico de baja tensión.
- *Real Decreto 1110/2007*, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- *Real Decreto 314/2016*, de 17 de marzo, por el que se aprueba el *Código Técnico de la Edificación*.
- *Real Decreto 1699/2011*, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- *Ley 24/2013*, de 26 de diciembre, del sector eléctrico.
En su artículo 9 define por primera vez el autoconsumo como el consumo de energía eléctrica proveniente de instalaciones de generación conectadas en el interior de una red de un consumidor o a través de una línea directa de energía eléctrica asociadas a un consumidor distinguiéndose varias modalidades de autoconsumo.
- *Real Decreto 413/2014*, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción energética eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- *Real decreto 900/2015*, de 9 de octubre (derogado), por el que se regulan las condiciones económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo.
Impuso el peaje de respaldo, también llamado impuesto al sol.
- *Real Decreto Ley 15/2018*, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores.
- *Real Decreto 244/2019*, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.
- *Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red del IDAE (PCT-C-REV-JULIO 2011)*.
- *Norma UNE-EN 62446-1*, marzo 2017, Sistemas fotovoltaicos (FV). Requisitos para ensayos, documentación y mantenimiento. Parte 1: Sistemas conectados a la red. Documentación, ensayos de puesta en marcha e inspección.
- *ITC-BT-40 Reglamento Electrotécnico de Baja tensión*. Define las instalaciones generadoras.

3. ANÁLISIS DEL PROYECTO

3.1 Localización y condiciones de operación previstas

La industria que ocupa el presente trabajo se sitúa en Calle Mariana de Carvajal y Saavedra, nº 49 del Polígono industrial Nuevo Jaén de Jaén (Imagen 1).

Las coordenadas de emplazamiento son las siguientes:

Latitud	37,82°
Longitud	-3,77°



Imagen 1. Ubicación de la parcela de la empresa

La parcela donde se ubica la industria tiene una superficie total de 4.105,50 m², dentro de la cual, como se puede ver en la imagen 2, se diferencian claramente dos zonas; la primera es una nave industrial de 1.205 m² de superficie, donde se desarrollan los procesos de secado, limpieza, clasificado y envasado del hueso de aceituna para su posterior comercialización como biocombustible sólido. El resto de la parcela es usado como zona de recepción de materia prima, servidumbres de uso, acopio de combustibles y almacenamiento de otros subproductos.



Imagen 2. Detalle de parcela.

Con respecto a la configuración e integración del generador fotovoltaico (orientación e inclinación) se estudiarán dos casos que se adecuan, desde un punto formal, al uso de la parcela. En conversaciones con el gerente de la empresa, sólo se estima factible su integración en la cubierta de la nave. Partiendo de esta premisa, se evaluarán dos casos de estudio:

- **Caso 1.** Basado en la obtención de la mayor producción posible, con una inclinación óptima de 35° y orientación sur.
- **Caso 2.** Priorizará la optimización y ahorro del coste de inversión sobre la producción, proponiendo un sistema coplanar al faldón suroeste de la cubierta resultando una instalación con una inclinación de 10° y orientación de 32° .

Con los datos de ubicación de la parcela y a través del software PVGIS (Photovoltaic Geographic Information System) [3] se obtendrán las siguientes condiciones de operación para los dos casos planteados:

- Irradiancia horaria media diaria sobre plano fijo con una inclinación de 35° y orientación sur y para una inclinación de 10° y orientación 32° , para cada mes del año [W/m_2], tabla 1A y tabla 1B respectivamente.
- Producción eléctrica media mensual [kWh] y Irradiación solar media mensual [kWh/m^2], en los dos mismos casos de inclinación y orientación planteados. Tabla 2.

Hora	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
0:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6:45	0	0	0	10	37	42	32	18	2	0	0	0
7:45	0	0	55	119	165	173	155	139	120	75	5	0
8:45	80	145	250	303	357	383	376	361	331	282	203	118
9:45	280	342	455	502	557	580	593	586	542	501	385	307
10:45	460	524	635	663	723	757	780	779	719	679	558	492
11:45	602	665	753	749	826	883	913	919	829	774	667	617
12:45	648	709	803	778	865	923	968	987	881	807	704	654
13:45	634	723	804	760	856	912	964	975	863	777	650	635
14:45	546	641	718	682	770	827	889	887	753	659	544	551
15:45	431	516	584	569	628	684	744	734	601	504	400	404
16:45	252	345	401	391	456	498	559	529	408	302	210	210
17:45	62	147	209	221	263	300	337	304	207	108	11	2
18:45	0	1	34	64	85	108	125	95	30	0	0	0
19:45	0	0	0	1	14	28	26	9	0	0	0	0
20:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 1A. Irradiancia global media diaria [W/m^2] sobre plano fijo con una inclinación 35° y orientación sur

Hora	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
0:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6:45	0	0	0	11	41	50	34	21	2	0	0	0
7:45	0	0	30	105	181	214	188	134	81	32	5	0
8:45	33	76	176	271	360	410	393	333	258	181	104	46
9:45	161	225	355	455	547	594	595	538	446	360	242	172
10:45	301	379	518	607	708	765	774	721	612	518	384	313
11:45	423	508	637	698	815	895	909	861	723	615	488	421
12:45	476	565	696	738	865	947	977	941	787	662	533	468
13:45	479	589	712	735	874	956	994	952	790	653	506	466
14:45	422	534	653	677	811	896	948	894	710	570	430	410
15:45	333	438	546	586	693	780	834	775	587	446	318	300
16:45	195	297	389	427	542	617	681	601	422	276	167	155
17:45	50	131	218	270	359	434	479	396	239	105	13	2
18:45	0	2	45	106	177	238	266	184	49	0	0	0
19:45	0	0	0	1	22	56	58	13	0	0	0	0
20:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 1B. Irradiancia global media diaria [W/m^2] sobre plano fijo con una inclinación 10° y orientación 32°

Mes	E_m		$H(i)_m$		PR	
	35° 0°	10° 32°	35° 0°	10° 32°	35° 0°	10° 32°
Enero	101,3	71,8	123,8	89,0	0,82	0,81
Febrero	108,1	84,6	133,2	104,8	0,81	0,81
Marzo	140,2	122,8	176,7	154,3	0,79	0,80
Abril	134,7	132,4	174,3	170,6	0,77	0,78
Mayo	154,4	164,5	204,7	216,9	0,74	0,76
Junio	156,1	173,5	212,9	235,6	0,73	0,74
Julio	166,4	182,4	231,3	252,0	0,72	0,72
Agosto	164,0	166,0	227,0	228,2	0,72	0,73
Septiembre	140,4	128,1	188,5	171,2	0,74	0,75
Octubre	130,5	105,5	169,5	136,9	0,77	0,77
Noviembre	104,8	76,2	130,1	95,7	0,84	0,80
Diciembre	101,7	68,8	123,7	85,3	0,82	0,81

Tabla 2. E_m Producción eléctrica media mensual [kWh] , $H(i)_m$ Suma media mensual de la irradiación global recibida [kWh/m²] , PR Performance Ratio o rendimiento energético de la instalación

3.2 Perfil de demanda energética

El consumo medio mensual de la empresa se extrae a partir de los datos que ésta nos ha facilitado del consumo eléctrico diario por hora en la campaña completa desde el 1 de septiembre del 2018 al 31 de agosto del 2019. Y se representa en el gráfico 1.

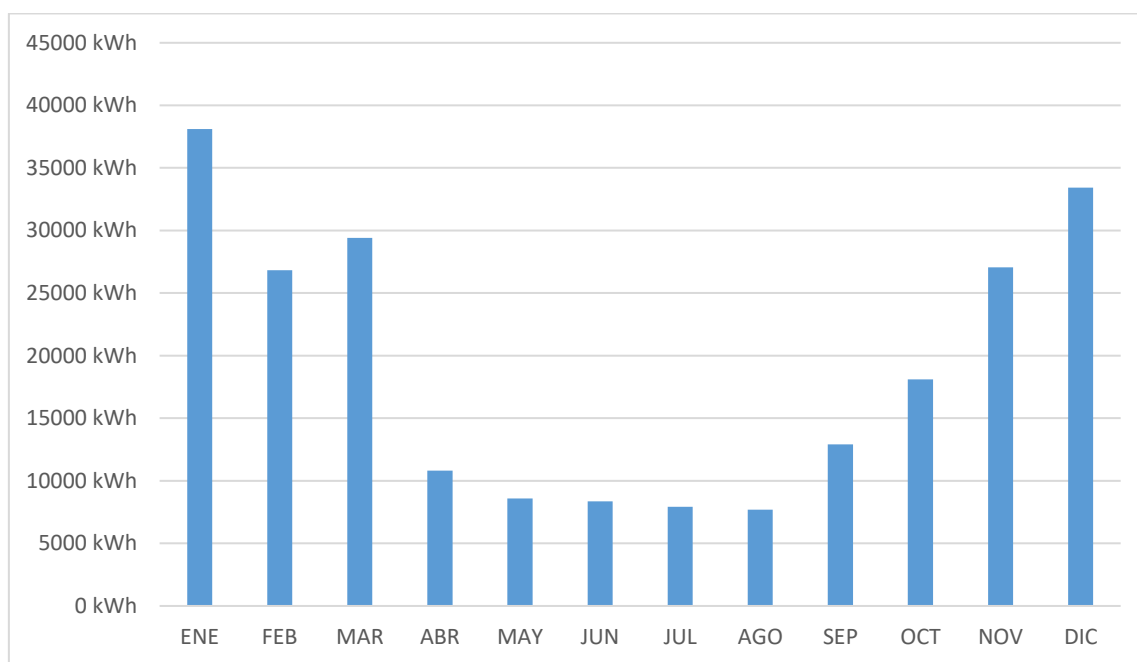


Gráfico 1. Consumo medio kWh mensual.

3.2.1 Análisis del perfil de demanda

El gráfico 1 muestra la estacionalidad del consumo eléctrico de la empresa. La mayor demanda energética se concentra en los meses de septiembre a marzo, alcanzándose un máximo de 38.102 kWh en enero y una media mensual en esos meses de 25.000 kWh, siendo el consumo del resto de meses, de abril a agosto, estable y reduciéndose alrededor de un 65%. Esta estacionalidad se explica por las siguientes razones:

- La empresa, al no estocar el biocombustible procesado, produce en función de la demanda del mercado.
- El biocombustible sólido que produce esta empresa se comercializa mayoritariamente con fines de producción de energía térmica en sistemas de calefacción doméstica, hotelera, residencial, etc. La demanda del producto es mayor en las estaciones de otoño e invierno coincidiendo con los meses del año más fríos,

3.3 Discusión técnico-económica de las soluciones

En este punto se discutirán las posibles soluciones para el dimensionado del SFCR encargado de abastecer la energía necesaria capaz de satisfacer el consumo de la empresa estudiando los índices de autoconsumo y autosuficiencia, y realizando un análisis económico y financiero.

3.3.1 Tamaño del sistema fotovoltaico

Se ha comenzado por realizar, con la ayuda del software Excel, un balance energético, para los dos casos de estudio, y a partir de éste se obtiene los índices de autoconsumo y autosuficiencia para una determinada potencia en función del consumo horario, la irradiancia (tablas 1A 1B) y el rendimiento energético de la instalación o “performance ratio” PR (tabla 2).

Definiciones:

Autoconsumo, porcentaje de la demanda energética que es cubierto por la cantidad de energía tomada del sistema fotovoltaico, es decir, es el cociente de la energía consumida del SFV entre la producción energética fotovoltaica (Fórmula 1).

Autosuficiencia, porcentaje de energía fotovoltaica consumida de la producida, es decir, es el cociente de la energía consumida del SFV entre consumo total (Fórmula 2).

$$\text{Autoconsumo (\%)} = \frac{E_{\text{cons(SFV)}}}{E_{\text{SFV(ac)}}} * 100 \quad (\text{Fórmula 1})$$

$$\text{Autosuficiencia (\%)} = \frac{E_{\text{cons(SFV)}}}{C} * 100 \quad (\text{Fórmula 2})$$

Donde:

- $E_{\text{cons(SFV)}}$ = Energía consumida del sistema fotovoltaico
- $E_{\text{SFV(ac)}}$ = Energía producida por el Sistema fotovoltaico
- C = Consumo Total

El cálculo se ha realizado para distintas potencias del generador empezando por 10 kW hasta llegar a los 160 kW, con incrementos de 10 kW. El límite superior de la potencia se establece en 100 kW puesto que es la potencia máxima de la instalación que permite el RD 244/2019 [9] para la modalidad con excedentes acogida a compensación.

En las tablas 3A y 3B se plasman, para los dos casos estudiados, el balance energético con la producción anual del SFV, la energía producida autoconsumida, la energía consumida de la red y la energía sobrante y que se vierte a la red, para las potencias de 10 kW hasta 160 kW. A partir de estos datos se ha calculado los índices de autoconsumo y autosuficiencia.

Potencia SFV (kW)	Consumo (kWh)	Energía producida SFV (kWh)	Energía autoconsumida SFV (kWh)	Energía consumida RED (kWh)	Excedentes de Energía (kWh)	Autoconsumo	Autosuficiencia
10,00	229.213	15.925	10.770	218.443	5.155	67,63%	4,70%
20,00	229.213	31.849	17.968	211.244	13.881	56,42%	7,84%
30,00	229.213	47.774	24.588	204.624	23.186	51,47%	10,73%
40,00	229.213	63.699	30.979	198.233	32.719	48,63%	13,52%
50,00	229.213	79.623	37.273	191.939	42.350	46,81%	16,26%
60,00	229.213	95.548	43.481	185.731	52.067	45,51%	18,97%
70,00	229.213	111.473	49.596	179.617	61.877	44,49%	21,64%
80,00	229.213	127.397	55.619	173.594	71.778	43,66%	24,27%
90,00	229.213	143.322	61.571	167.641	81.751	42,96%	26,86%
100,00	229.213	159.247	67.423	161.790	91.824	42,34%	29,42%
110,00	229.213	175.171	73.183	156.029	101.988	41,78%	31,93%
120,00	229.213	191.096	78.815	150.397	112.281	41,24%	34,39%
130,00	229.213	207.021	84.280	144.932	122.740	40,71%	36,77%
140,00	229.213	222.945	89.576	139.636	133.369	40,18%	39,08%
150,00	229.213	238.870	94.655	134.557	144.215	39,63%	41,30%
160,00	229.213	254.795	99.485	129.727	155.310	39,05%	43,40%

Tabla 3A. Balance energético anual en función de la potencia. Autoconsumo y Autosuficiencia. Inclinación 35° Orientación Sur. CASO 1.

Potencia SFV (kW)	Consumo (kWh)	Energía producida SFV (kWh)	Energía autoconsumida SFV (kWh)	Energía consumida RED (kWh)	Excipientes de Energía (kWh)	Autoconsumo	Autosuficiencia
10,00	229.213	14.669	9.682	219.531	4.987	66,00%	4,22%
20,00	229.213	29.338	15.924	213.289	13.415	54,28%	6,95%
30,00	229.213	44.008	21.639	207.573	22.368	49,17%	9,44%
40,00	229.213	58.677	27.095	202.117	31.582	46,18%	11,82%
50,00	229.213	73.346	32.429	196.783	40.917	44,21%	14,15%
60,00	229.213	88.015	37.664	191.549	50.352	42,79%	16,43%
70,00	229.213	102.685	42.834	186.379	59.851	41,71%	18,69%
80,00	229.213	117.354	47.945	181.267	69.409	40,86%	20,92%
90,00	229.213	132.023	52.989	176.223	79.034	40,14%	23,12%
100,00	229.213	146.692	57.934	171.279	88.759	39,49%	25,28%
110,00	229.213	161.362	62.784	166.428	98.577	38,91%	27,39%
120,00	229.213	176.031	67.556	161.657	108.475	38,38%	29,47%
130,00	229.213	190.700	72.243	156.969	118.457	37,88%	31,52%
140,00	229.213	205.369	76.807	152.405	128.562	37,40%	33,51%
150,00	229.213	220.039	81.143	148.069	138.895	36,88%	35,40%
160,00	229.213	234.708	85.317	143.895	149.390	36,35%	37,22%

Tabla 3B. Balance energético anual en función de la potencia. Autoconsumo y Autosuficiencia Inclinación 10°
Orientación 32°. CASO 2.

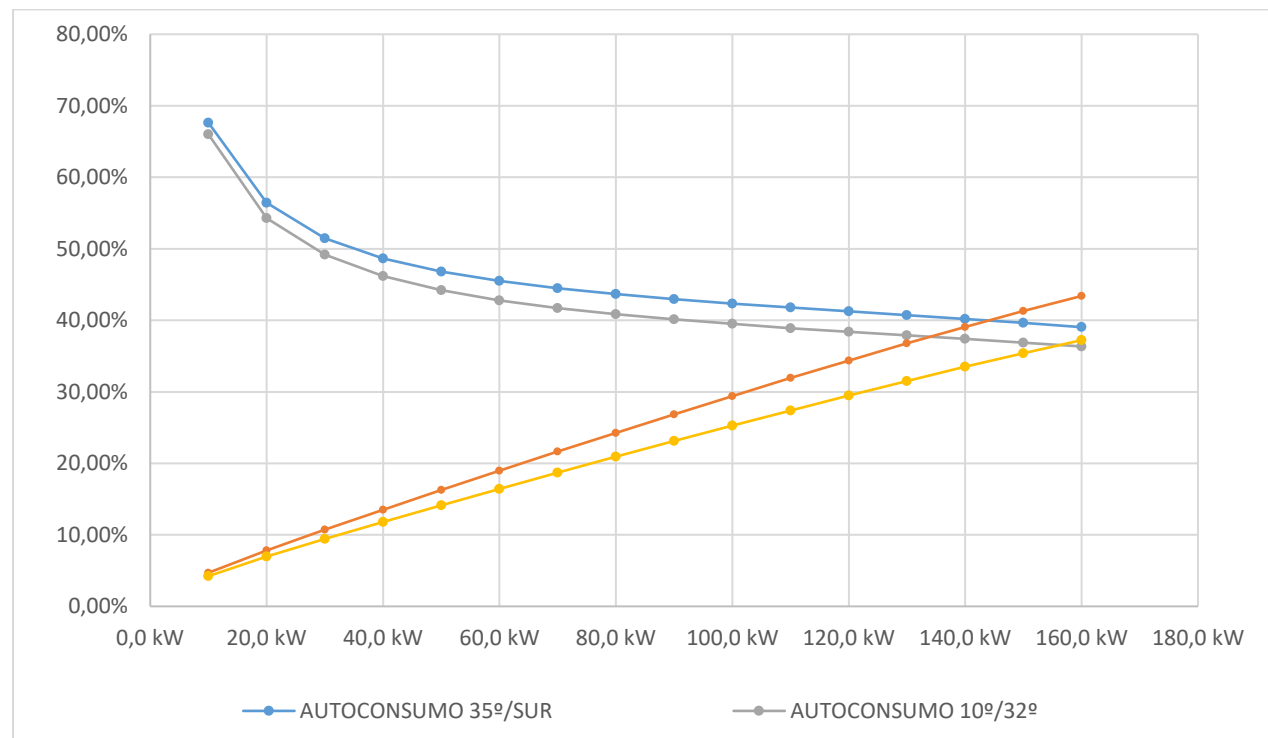


Gráfico 2. Autoconsumo y Autosuficiencia en función de la potencia del SFV en inclinación 35° orientación sur y para inclinación 10° y orientación 32°

Analizando el gráfico 2 y con las tablas 3A y 3B, utilizando los índices de autoconsumo y autosuficiencia, se puede apreciar, en los dos casos planteados, que a potencias bajas el autoconsumo es superior al 50% mientras que la autosuficiencia está por debajo del 10%, esto quiere decir que gran parte de la energía producida se está autoconsumiendo, sin embargo, la dependencia de la red es elevada al ser el valor de la autosuficiencia bajo. Conforme vamos aumentando la potencia del SFV el índice de autoconsumo va descendiendo, mientras que, la autosuficiencia sube de manera lineal.

La tendencia de las gráficas de autoconsumo y autosuficiencia nos indica que se cruzarán por encima de los 100 kW más concretamente para el caso 1 a los 144 kW y 156 kW para el caso 2. Siendo el punto donde se cruzan las dos curvas, según algunos autores, el que determina la potencia óptima del sistema si se utilizan exclusivamente criterios técnico-energéticos.

La primera conclusión relevante es que, para nuestro caso de estudio, y por cuestiones meramente legislativas, no podemos utilizar este criterio para dimensionar nuestro sistema al tener la limitación fijada por el Real Decreto 244/2019 [9], de 5 de abril del 2019, de la potencia máxima a instalar en 100 kW.

Se continuará el estudio, para ambas configuraciones, incluyendo parámetros de rentabilidad económica. Para ello analizaremos el problema de diseño, con las mismas potencias anteriores desde 10 kW hasta 100 kW, mediante métodos dinámicos de valoración y empleando los siguientes indicadores:

- **DPBT** “*Discount Pay Back Time*”, expresado en años, es el periodo de tiempo que necesita la inversión para que el valor actualizado de los flujos de caja hasta ese momento igualen al valor del capital invertido.
- **VAN** “*Valor Actual Neto*”, expresado en unidades monetarias, es la suma de los valores actuales de todos los flujos de entrada y salida relativos a la inversión.
- **TIR** “*Tasa Interna de Rentabilidad*”, expresada en %, es el tipo de interés anual al que hay que colocar la inversión inicial, reinvertiendo los intereses generados, para que, al cabo de un tiempo igual a la vida útil del sistema, la suma de dicha inversión más los intereses, igual a los flujos de caja generados durante el proyecto.
- **IR** “*Índice de Rentabilidad*”, expresado en %, es el beneficio o pérdida neta que tiene una inversión durante un ciclo de tiempo determinado. Se calcula dividiendo el VAN entre la inversión inicial

Los escenarios económicos pueden ser múltiples, para este caso, y consultadas diferentes fuentes, se considera un escenario válido el que se muestra en la tabla 4 donde se indican los datos generales, de explotación y de financiación que se han utilizado para calcular los índices económicos de las tablas 5A y 5B.

Los precios de instalación han sido validados con varias empresas del sector que operan en nuestra ciudad. Los beneficios de la energía autoconsumida vienen fijados por los precios de compra a la actual comercializadora. El beneficio producto de la venta del excedente se obtiene como media ponderada de los datos horarios del precio de la energía. Se parte de la hipótesis de que será viable la venta de excedentes a otras empresas de la zona industrial, a un precio sensiblemente más económico que el ofertado por la comercializadora, a través del marco legal que proporciona el Real Decreto 900/2015 [9].

Datos generales	
Coste instalación (€/kWp) para el caso 1.	1.100,00 €
Coste instalación (€/kWp) para el caso 2.	1.000,00 €
Recursos propios para la financiación del proyecto (% de la inversión inicial)	20,00%
Recursos ajenos para la financiación del proyecto (% de la inversión)	80,00%
Impuestos	25%
Vida útil del proyecto en años	25
Coste de la financiación (coste de capital o pasivo)	4,50%
Datos de explotación	
Coste de la electricidad (€/kWh)	0,11 €
Venta de la electricidad (€/kWh)	0,08 €
Tasa de variación interanual precio electricidad (%)	2,20%
Tasa de variación interanual de degradación o pérdida de potencia de la instalación (%)	0,50%
Gastos Operación y mantenimiento, seguros, gastos generales (% de la inversión inicial)	1,00%
Tasa de variación interanual de los gastos/costes: Operación y Mantenimiento, gastos generales.	2,20%
Datos de financiación	
PRÉSTAMO	
Amortización en años	15
Tasa de interés	4,30%
CAPITALES PROPIOS	
Amortización al final de proyecto (años)	25
Dividendos sobre el CP	7,60%

Tabla 4. Datos generales, de explotación y financieros para el cálculo de viabilidad Económica y financiera del proyecto.

De las tablas 5A y 5B se observa lo siguiente:

- El índice DPBT no varía muy levemente entre el caso 1 y el 2.
- El VAN, en todos los casos, es positivo, por lo tanto, a priori el proyecto sería factible desde el punto de vista económico en ambos casos no pudiendo concretar cuál de los dos lo sería más.
- Los valores del TIR resultan mayores que el coste del capital, por lo tanto, ambos casos son factibles desde el punto de vista económico. Siendo más favorables con potencias menores.
- El TIR y el IR disminuyen a medida que la potencia instalada aumenta. Siendo éstos más favorables para el caso 2 de inclinación 10° y orientación 32°.

Potencia SFV (kW)	TIR	VAN	DPBT	IR
10	10,85%	6.990,49 €	10	63,55%
20	10,44%	12.796,84 €	10	58,17%
30	10,25%	18.411,36 €	10	55,79%
40	10,14%	23.950,03 €	10	54,43%
50	10,08%	29.456,40 €	10	53,56%
60	10,03%	34.934,37 €	10	52,93%
70	9,99%	40.381,25 €	10	52,44%
80	9,96%	45.797,91 €	10	52,04%
90	9,96%	51.606,85 €	10	52,13%
100	9,94%	56.999,90 €	10	51,82%

Tabla 5A. Indicadores económicos en función de la potencia.
Inclinación 35° Orientación Sur

Potencia SFV (kW)	TIR	VAN	DPBT	IR
10	10,97%	6.504,61 €	9	65,05%
20	10,53%	11.868,47 €	10	59,34%
30	10,33%	17.058,03 €	10	56,86%
40	10,22%	22.161,33 €	10	55,40%
50	10,15%	27.224,29 €	10	54,45%
60	10,09%	32.254,28 €	10	53,76%
70	10,05%	37.262,73 €	10	53,23%
80	10,02%	42.251,93 €	10	52,81%
90	10,02%	47.553,07 €	10	52,84%
100	9,99%	52.511,50 €	10	52,51%

Tabla 5B. Indicadores económicos en función de la potencia.
Inclinación 10° Orientación 32°

La segunda conclusión relevante de este análisis es que no existe diferencia de beneficio económico desde el punto de vista de la rentabilidad (TIR) para ninguno de los dos casos a estudio ni para las diferentes potencias. Evidentemente, a mayor inversión, mayor beneficio absoluto (VAN), pero se prefiere ser prudente y, en el fondo, honesto, y recomendar la instalación de un sistema cuya potencia se adapte a las dimensiones y condiciones arquitectónicas del lugar en que se integra y cuyo diseño facilite a futuro las labores de operación y mantenimiento del mismo.

La solución final adoptada, será un sistema fotovoltaico de 47,6 kW con una inclinación de 10° y orientación 32°. En la tabla 12 y el gráfico 3 se muestra el balance energético, ordenado por meses.

MESES	E _{SFV} Energía generada por el SFV	E _{c.SFV} Energía autocon- sumida del SFV	E _{DR} Energía demandada de la Red	E _{VR} Energía vertida a la Red	E _{TC} Energía total consumida	Índices	
						Autocon- -sumo	Autosu- ficiencia
			kWh				
ENE	3426	2722	35380	703	38102	79,47%	7,15%
FEB	3741	2959	23871	781	26830	79,12%	11,03%
MAR	5839	3614	25793	2224	29407	61,90%	12,29%
ABR	6293	2286	8516	4007	10802	36,32%	21,16%
MAY	7831	2546	6045	5285	8590	32,51%	29,64%
JUN	8255	2543	5824	5712	8367	30,81%	30,40%
JUL	8691	2289	5629	6402	7919	26,34%	28,91%
AGO	7897	2265	5432	5632	7696	28,68%	29,43%
SEP	6094	2411	10503	3683	12914	39,57%	18,67%
OCT	4853	3008	15109	1845	18116	61,98%	16,60%
NOV	3628	2419	24634	1208	27053	66,69%	8,94%
DIC	3280	2096	31319	1184	33415	63,91%	6,27%
TOTAL	69826	31160	198053	38666	229213	44,62%	13,59%

Tabla 12. Balance energético por meses del SFV para una potencia de 47,6 kW sobre plano fijo con una inclinación 10° orientación 32°.

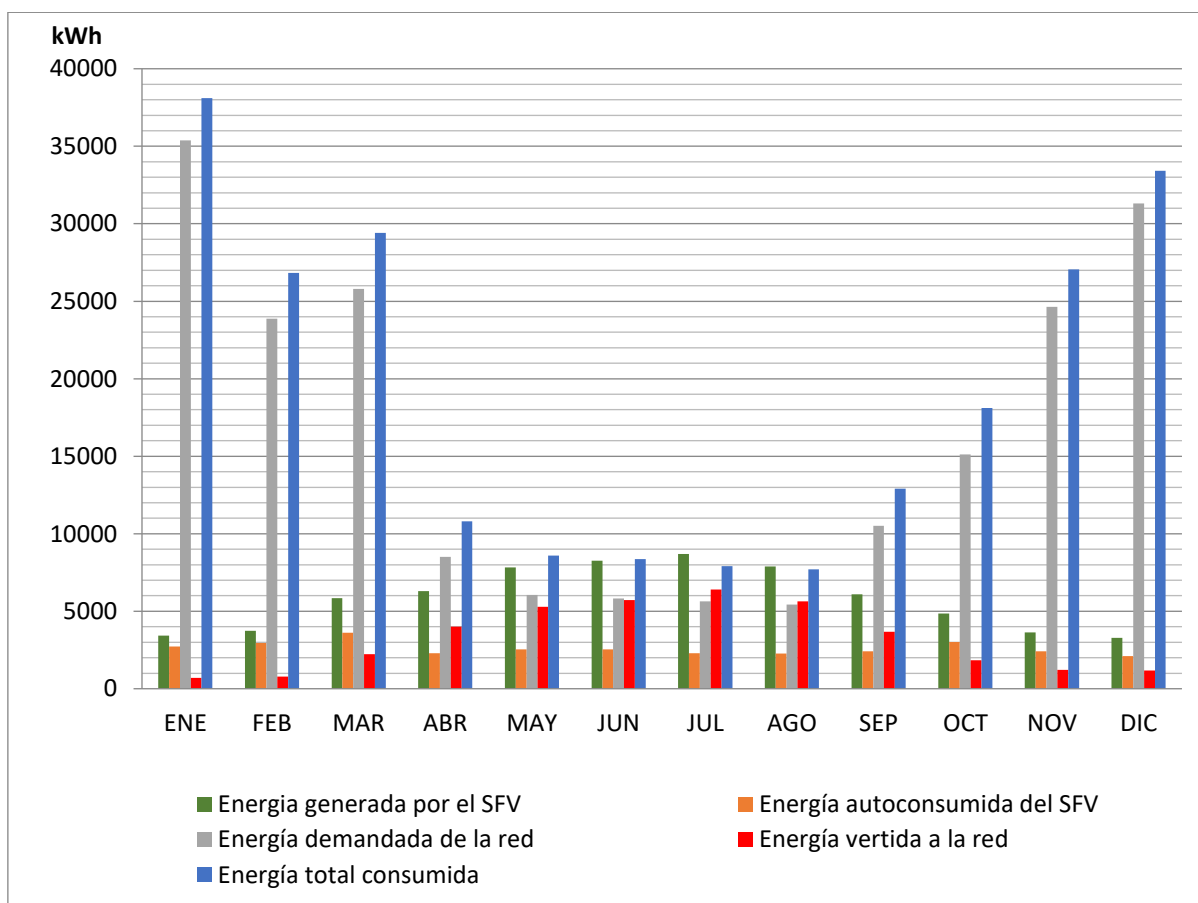


Gráfico 3. Balance energético por meses del SFV para una potencia de 47,6 kW sobre plano fijo con una inclinación 10° orientación 32°.

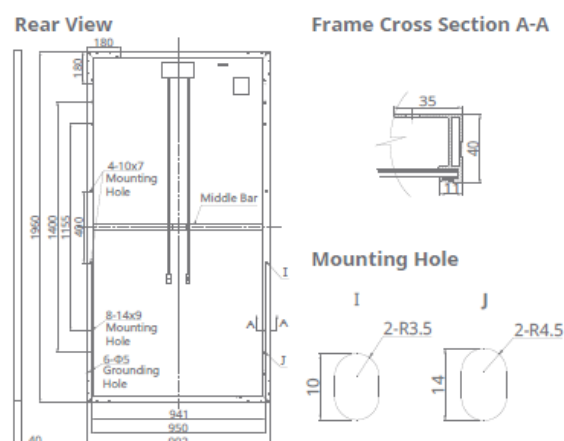
Los elementos que se utilizarán el generador fotovoltaico se describen en el siguiente apartado y se calculará en detalle el sistema completo en los anexos 1 y 2.

4. DESCRIPCIÓN GLOBAL DEL SISTEMA PROPUESTO

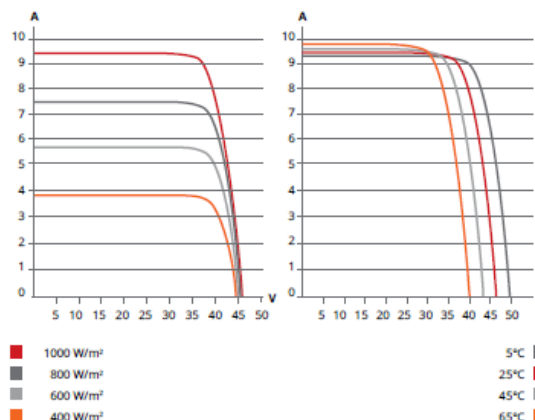
Módulos Fotovoltaicos

Los módulos elegidos son el modelo MAXPOWER CS3U-.10M de la marca CanadianSolar, en la imagen 3 se muestran sus principales especificaciones técnicas.

ENGINEERING DRAWING (mm)



CS6U-335M / I-V CURVES



ELECTRICAL DATA | STC*

CS6U	325M	330M	335M	340M
Nominal Max. Power (Pmax)	325 W	330 W	335 W	340 W
Opt. Operating Voltage (Vmp)	37.4 V	37.5 V	37.8 V	37.9 V
Opt. Operating Current (Imp)	8.69 A	8.80 A	8.87 A	8.97 A
Open Circuit Voltage (Voc)	45.8 V	45.9 V	46.1 V	46.2 V
Short Circuit Current (Isc)	9.21 A	9.31 A	9.41 A	9.48 A
Module Efficiency	16.72 %	16.97 %	17.23 %	17.49 %
Operating Temperature	-40°C ~ +85°C			
Max. System Voltage	1500 V (IEC) or 1500 V (UL)			
Module Fire Performance	TYPE 1 (UL 1703) or CLASS C (IEC 61730)			
Max. Series Fuse Rating	15 A			
Application Classification	Class A			
Power Tolerance	0 ~ + 5 W			

* Under Standard Test Conditions (STC) of irradiance of 1000 W/m², spectrum AM 1.5 and cell temperature of 25°C.

MECHANICAL DATA

Specification	Data
Cell Type	Mono-crystalline, 6 inch
Cell Arrangement	72 (6 × 12)
Dimensions	1960 × 992 × 40 mm (77.2 × 39.1 × 1.57 in)
Weight	22.4 kg (49.4 lbs)
Front Cover	3.2 mm tempered glass
Frame Material	Anodized aluminium alloy
J-Box	IP67, 3 diodes
Cable	PV1500DC-F1 4 mm² (IEC) & 12 AWG 2000 V (UL), 1160 mm (45.7 in)
Connector	T4 series or PV2 series
Per Pallet	26 pieces, 635 kg (1400 lbs)
Per container (40' HQ)	624 pieces

ELECTRICAL DATA | NOCT*

CS6U	325M	330M	335M	340M
Nominal Max. Power (Pmax)	235 W	238 W	242 W	245 W
Opt. Operating Voltage (Vmp)	34.1 V	34.2 V	34.5 V	34.6 V
Opt. Operating Current (Imp)	6.88 A	6.96 A	7.01 A	7.10 A
Open Circuit Voltage (Voc)	42.0 V	42.1 V	42.3 V	42.4 V
Short Circuit Current (Isc)	7.46 A	7.54 A	7.62 A	7.67 A

* Under Nominal Operating Cell Temperature (NOCT), irradiance of 800 W/m², spectrum AM 1.5, ambient temperature 20°C, wind speed 1 m/s.

TEMPERATURE CHARACTERISTICS

Specification	Data
Temperature Coefficient (Pmax)	-0.41 % / °C
Temperature Coefficient (Voc)	-0.31 % / °C
Temperature Coefficient (Isc)	0.053 % / °C
Nominal Operating Cell Temperature	45±2 °C

Imagen 3. Especificaciones técnicas: Módulos fotovoltaicos CANADIAN SOLAR (MAXPOWER CS6U-340M)

Inversores

Se propone el uso del inversor modelo SUN2000-20KTL-MO de la marca HUAWEI, de 20 kW de potencia nominal, trifásico, una salida de 33,5 A de intensidad máxima, este modelo cuenta con 2 MPPT, trabaja a un rango de tensión entre 480V y 850V y cuenta con 2 entradas, además dispone de seccionador de corriente continua, protección anti-isla, contra sobreintensidad en la parte de alterna, contra polaridad inversa de corriente continua y monitorización. Las características principales de este modelo inversor pueden observarse en la imagen 4.

Especificaciones técnicas	SUN2000 -12KTL-M0	SUN2000 -15KTL-M0	SUN2000 -17KTL-M0	SUN2000 -20KTL-M0
Eficiencia				
Máxima eficiencia	98.50%	98.65%	98.65%	98.65%
Eficiencia europea ponderada	98.00%	98.30%	98.30%	98.30%
Entrada				
Entrada DC máxima recomendada	24,000 Wp	29,760 Wp	29,760 Wp	29,760 Wp
Tensión máxima de entrada ¹	1,080 V			
Rango de tensión de operación ²	160 V ~ 950 V			
Tensión de arranque	200 V			
Rango de tensión de potencia máxima de MPPT	380 Vdc ~ 850 Vdc	380 Vdc ~ 850 Vdc	400 Vdc ~ 850 Vdc	480 Vdc ~ 850 Vdc
Tensión nominal de entrada	600 V			
Intensidad de entrada máxima por MPPT	22 A			
Intensidad de cortocircuito máxima	30 A			
Cantidad de rastreadores MPP	2			
Cantidad máxima de entradas por MPPT	2			
Salida				
Conexión a red eléctrica	Tres fases			
Potencia nominal activa de CA	12,000 W	15,000 W	17,000 W	20,000 W
Máx. potencia aparente de CA	13,200 VA	16,500 VA	18,700 VA	22,000 VA
Tensión nominal de Salida	220 Vac / 380 Vac, 230 Vac / 400 Vac, 3W + N + PE			
Frecuencia nominal de red de CA	50 Hz / 60 Hz			
Máx. intensidad de salida	20 A	25.2 A	28.5 A	33.5 A
Factor de potencia ajustable	0,8 capacitivo ... 0,8 inductivo			
Máx. distorsión armónica total	≤ 3 %			

Imagen 4. Especificaciones técnicas: Inversor HUAWEI SUN2000-20KTL-M0

Aunque se describe y justifica con detalle en el Anexo 1, se describe a continuación de manera global el sistema propuesto:

- Se propone el montaje de **dos** sistemas idénticos que utilizan inversores inversores Huawei de 20 kW. Por lo que la potencia nominal del sistema en AC será de 40 kW.
- A cada uno de estos inversores se les conectará un generador fotovoltaico compuesto por 70 módulos, 140 módulos fotovoltaicos en total, por lo que el total de potencia en condiciones estándar de medida (CEM) será de 47,6 kW.
- Cada inversor dispone de dos seguidores del punto de máxima potencia, por lo que la configuración de cada uno de los generadores será: 2 string de 17 módulos en serie más 2 string de 18 módulos en serie.

Estructura de Soporte

La estructura escogida para montar los paneles será coplanar, sobre la cubierta de la nave, atornillada a las correas de la misma. La estructura se compone de perfiles de aluminio dispuestos de forma longitudinal al faldón de cubierta y fijados a éstas mediante fijaciones L de 120. Los paneles se montan sobre los perfiles y se sujetan con presores centrales y laterales. Toda la tornillería será de acero inoxidable para evitar su oxidación.



Estructura formada por perfiles RCVE 4.0 y fijación L120



Se describirán a continuación los elementos auxiliares para el cableado y protección del sistema:

Cableado

El cableado que conformará la instalación deberá de cumplir las siguientes condiciones de instalación:

- Durabilidad superior a 25 años.
- Resistencia a temperaturas extremas (-40°C a 90°C) y a la intemperie.
- Resistencia mecánica (Impacto, abrasión, desgarró)
- Aptos para equipos de aislamiento clase II.
- No propagador de incendio ni llama.
- Libre de halógenos.
- Baja opacidad de humos y baja emisión de gases corrosivos.

En la tabla 6 se resumen el cableado por tramos especificando sus características principales.

Características	Tramos		
	Ramas de módulos a caja de continua	Cajas Continua a Inversores	Alterna
Longitud	40 m	18 m	12 m
Sección	4 mm ²	6 mm ²	16 mm ²
Designación	ZZ-F(AS) 1,8kV	ZZ-F(AS) 1,8kV	RZ1-K(AS) 0,6/1kV
Intensidad Máxima	55 A	70 A	100 A
Tipo Aislamiento	Elastómero Termoestable	Elastómero Termoestable	Polietileno Reticulado XLPE

Tabla 6. Resumen de características del cableado de tramos de Continua y Alterna.

Puesta a tierra

Con objeto de proporcionar una protección de las personas contra contactos directos e indirectos de nuestro sistema fotovoltaico, se dispondrá el generador fotovoltaico en esquema "Flotante", es decir, la red de corriente continua del generador fotovoltaico se encuentra aislada en tierra y existe una tierra de protección a la que se unirán las masas metálicas del sistema, así como los dispositivos de protección frente a sobretensiones.

Así pues, existirá una conexión equipotencial a tierra a la que se unirán todas las partes metálicas de los componentes del sistema fotovoltaico. Los objetivos de esta red son los siguientes:

- Protección de las personas frente a contactos indirectos.
- Permitir la correcta actuación de los limitadores de corriente y sobretensión de la protección interna.

Se cumplirá las especificaciones del artículo 15 del RD 1.699/2011 y la ITC BT-40 [12], de tal forma que, el electrodo de puesta a tierra de nuestra instalación será independiente del electrodo del neutro de la empresa distribuidora, además, dispondrá también de una separación galvánica entre la parte de corriente alterna y la de continua de nuestra instalación.

Los conductores de protección discurrirán por las mismas canalizaciones de corriente continua y alterna, serán del mismo tipo y modelos que los empleados en sus respectivos tramos, la sección mínima de éstos la determina la tabla 2 de la ITC BT-18 [12] y cumplirá la norma UNE 20.460-5.54, siendo:

- 4 mm² para la conexión de marcos, partes metálicas, etc del generador fotovoltaico.
- 16 mm² en el descargador de sobretensiones de corriente alterna del inversor.
- 16 mm² para el enlace de barra de equipotencialidad con pica.

El conductor de tierra que unirá la barra de equipotencialidad con la puesta a tierra será de cobre desnudo, 10 metros estarán enterrados hasta enlazar con una pica, enterrada en el terreno, de acero cobrizado de 2 mtrs de longitud y 14,2 mm de diámetro.

Elementos de protección y corte para la parte de CC-CA

Las Protecciones de nuestro sistema fotovoltaico se compondrán de fusibles, protecciones de sobretensiones y sobrecargas, interruptores.

- **Fusibles**
 - E 9F 15 PV de ABB
 - Intensidad nominal 15 A
 - Tensión Asignada 1000 V
- **Portafusibles**
 - E 91/32 PV de ABB
 - Intensidad nominal 30 A
- **Protecciones frente a sobretensiones CC**
 - Descargador de tensiones OVR PV 40-1000 PTS BS de ABB
 - Corriente de descarga nominal 20 kA
 - Tensión nominal 1100 V
- **Interruptor principal CC**
 - S802PV-S25 de ABB
 - Intensidad nominal 25 A.
 - Tensión nominal 1200 V
- **Protección frente a sobrecargas CA**
 - Interruptor automático magnetotérmico S204-C63 de ABB
 - Intensidad nominal de 63 A.
- **Protección frente a sobretensiones CA**
 - Descargador de sobretensiones OVR T2 3N 40-275 P de ABB
 - Corriente de descarga 20 kA
 - Tensión nominal 230 V

- **Interruptor diferencial**

F204 B-25/0,03 de ABB

Intensidad nominal 25A

Sensibilidad 30 mA

- **Interruptor general de interconexión**

El inversor escogido cuenta con las protecciones que se enumeran a continuación:

- Relé de protección de frecuencia.
- Relé de tensión máxima y mínima.
- Interruptor automático de interconexión

5. CONCLUSIONES

Para nuestro caso de estudio, con sus particularidades de estacionalidad y consumos, el sistema fotovoltaico en bajas potencias los índices de autoconsumo son altos y los de autosuficiencia bajos, ambos evolucionan de forma contraria conforme aumenta la potencia hasta que coinciden en un punto tal y como se muestra en el gráfico 2. Este punto de cruce, entre los 140 y 160 kW, marca la potencia óptima del sistema desde el punto de vista de autoconsumo y autosuficiencia.

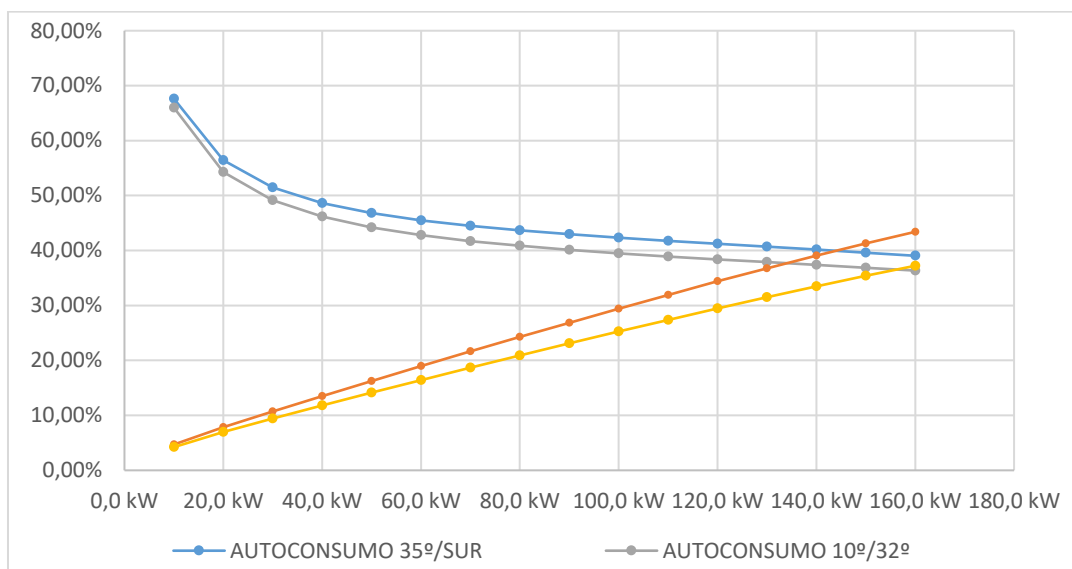


Gráfico 2. Autoconsumo y Autosuficiencia en función de la potencia del SFV en inclinación 35° orientación sur y para inclinación 10° y orientación 32°

La primera conclusión relevante es que, para nuestro caso de estudio, y por cuestiones meramente legislativas, no podemos utilizar este criterio para dimensionar nuestro sistema al tener la limitación fijada por el Real Decreto 244/2019 [9], de 5 de abril del 2019, de la potencia máxima a instalar en 100 kW.

Se plantea entonces el diseño del SFV desde el punto de vista económico-financiero incluyendo parámetros de rentabilidad económica.

Los valores comparativos de los indicadores económicos resultantes del análisis del sistema de los dos casos planteados, con potencias que empiezan en 10 kW y terminan en 100 kW, se pueden ver en la tabla 7

La segunda conclusión relevante de este análisis es que no existe diferencia de beneficio económico desde el punto de vista de la rentabilidad (TIR) para ninguno de los dos casos a estudio ni para las diferentes potencias. Por lo tanto se diseñará un sistema que cumpla los siguientes puntos:

- Adaptable a la ubicación fijada.
- Instalación Económica.
- Cómodo mantenimiento que reducirá los costes derivados a lo largo de la vida útil del sistema y contribuirá a su durabilidad en el tiempo.

Potencia SFV (kW)	INCLINACIÓN 35° - ORIENTACIÓN SUR				INCLINACIÓN 10° - ORIENTACIÓN 32°			
	TIR	VAN	DPBT	IR	TIR	VAN	DPBT	IR
10	10,85%	6.990,49 €	10	63,55%	10,97%	6.504,61 €	9	65,05%
20	10,44%	12.796,84 €	10	58,17%	10,53%	11.868,47 €	10	59,34%
30	10,25%	18.411,36 €	10	55,79%	10,33%	17.058,03 €	10	56,86%
40	10,14%	23.950,03 €	10	54,43%	10,22%	22.161,33 €	10	55,40%
50	10,08%	29.456,40 €	10	53,56%	10,15%	27.224,29 €	10	54,45%
60	10,03%	34.934,37 €	10	52,93%	10,09%	32.254,28 €	10	53,76%
70	9,99%	40.381,25 €	10	52,44%	10,05%	37.262,73 €	10	53,23%
80	9,96%	45.797,91 €	10	52,04%	10,02%	42.251,93 €	10	52,81%
90	9,96%	51.606,85 €	10	52,13%	10,02%	47.553,07 €	10	52,84%
100	9,94%	56.999,90 €	10	51,82%	9,99%	52.511,50 €	10	52,51%

Tabla 7. Indicadores económicos en función de la potencia, inclinación y orientación del sistema

La tercera y última conclusión es que para nuestro caso de estudio, con la actual legislación, y a la vista de los valores de rentabilidad obtenidos, la instalación de un sistema fotovoltaico, independientemente de su potencia, es rentable económicamente, independientemente de la potencia instalada, siendo más rentable económicamente cuanto mayor sea su índice de autoconsumo. Es necesaria una legislación clara que ponga en valor la venta de excedentes de energía.

6. LÍNEAS FUTURAS DE TRABAJO

El presente estudio abre las puertas a futuros trabajos basados en éste. En este apartado se plantearán las siguientes líneas futuras de trabajo:

1. Uso de sistemas de almacenamiento de energía.

Se ha considerado que la energía generada por el sistema fotovoltaico diseñado, en función del consumo en cada momento, se autoconsumirá o se verterá a la red.

Aprovechando el sistema fotovoltaico diseñado donde los inversores propuestos permiten el uso de almacenamiento en baterías, de los excedentes de energía, se plantea estudiar, en futuros trabajos, un sistema de almacenamiento de energía mediante baterías que maximice los índices de autoconsumo y autosuficiencia.

Junto con el empleo de baterías se deberían estudiar medidas activas que mejoren los índices de autoconsumo y suficiencia, éstas podrían ser:

- Propuestas de eficiencia energética que disminuyan el consumo energético y aumenten la producción de la empresa con un menor gasto energético.
- Ajuste del consumo energético a la curva de producción fotovoltaica mediante la adaptación del horario laboral a ésta.

2. Ampliación del periodo de estudio

Los datos tomados para este estudio han sido de 1 año. Se podría analizar en qué medida la ampliación de los datos de estudio cambiaría el resultado.

3. Comparativa del análisis de datos medios con datos reales

El análisis de la producción se ha realizado a partir de datos estadísticos medios de los últimos 10 años, de irradiancia horaria media diaria, producción eléctrica media mensual e irradiancia solar media mensual, extraídos de la herramienta PVGIS [3]. Se podría comparar el análisis realizado con los datos reales, de irradiación y temperatura, para el mismo periodo.

4. Aumento de la resolución de la base de tiempos de toma de medidas de datos

Otra línea futura de investigación sería la comparativa de este trabajo, donde la base de tiempo de medida de datos de consumo y producción ha sido de 1 hora, con otros datos de mayor resolución, es decir, de menos tiempo.

5. Estudio de mercado de consumidores energéticos próximos

En el presente estudio se ha considerado el uso compartido de la energía excedente con otros consumidores próximos conectados al mismo centro de transformación. Se podrían estudiar con detalle las necesidades energéticas de las empresas del entorno, planteando posibles estrategias productivas que permitieran un modelo cooperativo de producción-consumo de energía.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Ameneiros Martínez, R. (2018). Trabajo Fin de Máster: Viabilidad económica de instalaciones fotovoltaicas de autoconsumo. Aplicación del RD 15/2018. Universidad de Sevilla, España.
- [2] Censolar. Centro internacional para la capacitación tecnológica de especialistas en energía solar. (s.f.). Recuperado el 13 de Noviembre de 2020, de <https://www.censolar.org/legislacion-fotovoltaica-es-2019/>
- [3] Centre European Commision Joint Research. (s.f.). *Photovoltaic Geographical Information System*. Obtenido de <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/>
- [4] Criado Melero, C. (Junio de 2018). Trabajo Fin de Grado: Viabilidad técnico-económica de la generación eléctrica en red con tecnología fotoltaica. Caso práctico en una explotación agraria de olivar. Universidad de Jaén, España.
- [5] IDAE. (2011). Instalaciones de Energía Solar Fotovoltaica. Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red. Madrid.
- [6] (2013). Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico. En *BOE núm 310, de 27 de diciembre de 2013*.
- [7] (2014). Ley 27/2014, de 27 noviembre, del impuesto de sociedades. En *BOE núm. 288, de 28 de noviembre de 2014* (págs. 18-44).
- [8] López Talavera, D. (2016). Apuntes Máster EERR. Análisis Económico y Financiero de proyecto de Inversión. Jáen, Jáen, España.
- [9] (2019). Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica. En *BOE Núm. 5, de 6 de abril de 2019*.
- [10] (2014). Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos. En *BOE núm. 140, de 3 de junio de 2014*.
- [11] (2018). Real Decreto Ley 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores. En *BOE Núm. 242, de 6 de octubre de 2018*.
- [12] (2002). REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO DE BAJA TENSIÓN. En *Real Decreto 842/2002*.
- [13] Talavera, D.L.; Ferrer-Rodríguez, P.; Pérez-Higueras, P.; Terrados, J.; Fernández, E.F.;. (2016). A worldwide assesment of levelised vost of electricity of HCPV systems. *Energy conversión and management*, vol 119, pp. 408-424.
- [14] Talavera, D.L.; Muñoz-Cerón, E.; Ferrer-Rodríguez, J.P; Nofuentes, G.;. (2016). Evolution of the cost and economic profitability of grid-connected PV investments in Spain: Long-term review according to the different regulatoy frameworks approved. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* , 233-247.
- [15] Talavera, D.L.; Muñoz-Cerón, E.; Pérez-Higueras, P.; Ruiz-Arias, J.A.; Fernández, E.F.;. (2015). Levelised cost of electricity in high concentrated photovoltaic grid connected systems: Spatial analysis of Spain. *Aplied Energy* , 49-59.

DOCUMENTO Nº2
ANEXOS

ANEXO 1

CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN

1. Dimensionado del generador fotovoltaico

El generador FV se integrará en la cubierta de la nave utilizando técnicas de superposición sobre el faldón de cubierta con orientación Sur optimizando la superficie disponible y salvando las sombras de una chimenea ubicada en dicho faldón. Se han previstos pasillos, del ancho necesario, de acceso a la cubierta que facilitarán el mantenimiento de la instalación.

El módulo elegido, con una buena relación rendimiento-precio de coste de instalación y mantenimiento, es el MAXPOWER CS6U-340M de CANADIAN SOLAR, con una potencia nominal de 340 W y las características que se muestran en la imagen 3.

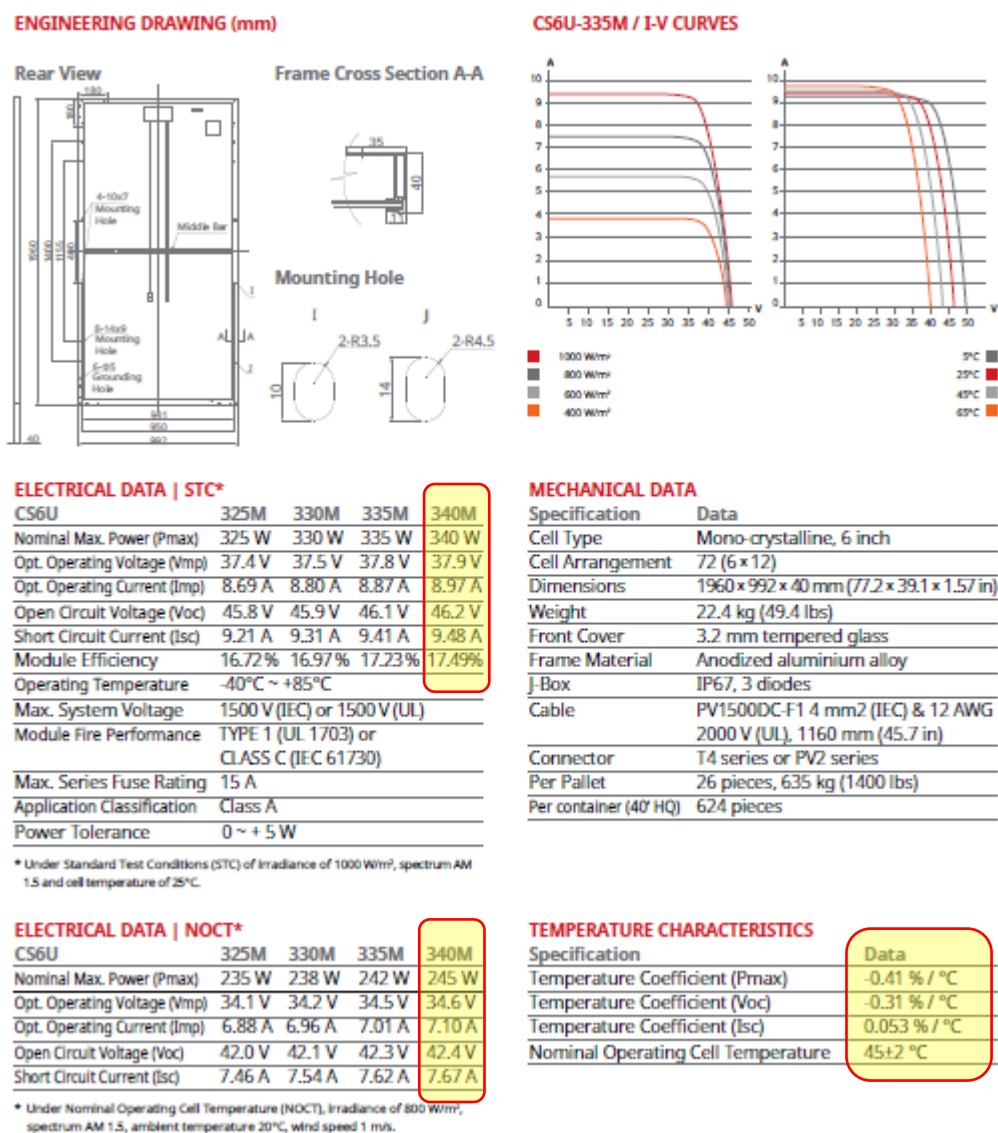


Imagen 3. Especificaciones técnicas: Módulos fotovoltaicos CANADIAN SOLAR (MAXPOWER CS6U-340M)

Se propone instalar un sistema de 40 kW nominales de inversor compuesto por 2 inversores de 20 kW cada uno de ellos modelo SUN2000-20KTL-M0 de HUAWEI. Por cada inversor, se instalará 23,8 kWp de generador FV en Condiciones Estándar de Medida (CEM) y cada uno estará compuesto por 70 módulos. Las características de estos inversores se reflejan en la imagen 4.

SUN2000-12/15/17/20KTL-M0
Especificaciones técnicas

Especificaciones técnicas	SUN2000 -12KTL-M0	SUN2000 -15KTL-M0	SUN2000 -17KTL-M0	SUN2000 -20KTL-M0
Eficiencia				
Máxima eficiencia	98.50%	98.65%	98.65%	98.65%
Eficiencia europea ponderada	98.00%	98.30%	98.30%	98.30%
Entrada				
Entrada DC máxima recomendada	24,000 Wp	29,760 Wp	29,760 Wp	29,760 Wp
Tensión máxima de entrada ¹	1,080 V			
Rango de tensión de operación ²	160 V ~ 950 V			
Tensión de arranque	200 V			
Rango de tensión de potencia máxima de MPPT	380 Vdc ~850 Vdc	380 Vdc ~850 Vdc	400 Vdc ~850 Vdc	480 Vdc ~ 850 Vdc
Tensión nominal de entrada	600 V			
Intensidad de entrada máxima por MPPT	22 A			
Intensidad de cortocircuito máxima	30 A			
Cantidad de rastreadores MPP	2			
Cantidad máxima de entradas por MPPT	2			
Salida				
Conexión a red eléctrica	Tres fases			
Potencia nominal activa de CA	12,000 W	15,000 W	17,000 W	20,000 W
Máx. potencia aparente de CA	13,200 VA	16,500 VA	18,700 VA	22,000 VA
Tensión nominal de Salida	220 Vac / 380 Vac, 230 Vac / 400 Vac, 3W + N + PE			
Frecuencia nominal de red de CA	50 Hz / 60 Hz			
Máx. intensidad de salida	20 A	25.2 A	28.5 A	33.5 A
Factor de potencia ajustable	0,8 capacitivo ... 0,8 inductivo			
Máx. distorsión armónica total	≤ 3 %			

Imagen 4. Especificaciones técnicas del inversor HUAWEI (SUN2000-20KTL)

1.2 Cálculo número de módulos en serie

Para calcular el número de módulos necesarios en serie, se tienen en cuenta la tensión de entrada máxima del inversor ($V_{INV,max,DC}$) y los rangos de tensión del punto de máxima potencia (PMP) del inversor ($V_{INV,min,PMP}$ y $V_{INV,max,PMP}$)

En función de la tensión de entrada máxima del inversor, el número de módulos en serie debe ser:

$$N_{ms} \leq \frac{V_{INV,max,DC}}{V_{MOD,OC,T_C=0^\circ C}} = \frac{1080}{49,8} = 21,7$$

$$\begin{aligned} V_{MOD,OC,T_C=0^\circ C} &= V_{OC,MOD,STC} + \left(\frac{V_{OC} \cdot \beta_{Voc}}{100} \cdot (0 - 25^\circ C) \right) = 46,20 + \left(\frac{46,20 \cdot (-0,31)}{100} \cdot (0 - 25^\circ C) \right) \\ &= 49,8V \end{aligned}$$

En función del rango mínimo y máximo de tensión del PMP del inversor, el número de módulos en serie debe ser:

$$N_{ms} \geq \frac{V_{INV,min,PMP}}{V_{M,GFV,T_C=70^\circ C}} = \frac{200V}{32,6V} = 6,1$$

$$\begin{aligned} V_{MOD,M,T_C=70^\circ C} &= V_{MOD,M,STC} + \left(\frac{V_{MP} \cdot \beta_{Voc}}{100} \cdot (70 - 25^\circ C) \right) = 37,90 + \left(\frac{37,90 \cdot (-0,31)}{100} \cdot (70 - 25^\circ C) \right) \\ &= 32,6V \end{aligned}$$

$$N_{ms} \leq \frac{V_{INV,max,PMP}}{V_{M,GFV,T_C=0^\circ C}} = \frac{850V}{40,8V} = 20,8$$

$$\begin{aligned} V_{MOD,M,T_C=0^\circ C} &= V_{MOD,M,STC} + \left(\frac{V_{MP} \cdot \beta_{Voc}}{100} \cdot (0 - 25^\circ C) \right) = 37,90 + \left(\frac{37,90 \cdot (-0,31)}{100} \cdot (0 - 25^\circ C) \right) \\ &= 40,8V \end{aligned}$$

Por lo tanto, el número de módulos en serie debe estar:

$$6 \leq N_{ms} \leq 20$$

1.3 Cálculo número de módulos en paralelo

Para calcular los módulos en paralelo se divide, por inversor, los módulos totales de cada entrada PMP, 35, entre el número de módulos en serie, 17, resultando 4 string por inversor (2 string por cada entrada):

$$N_{mp} = \frac{N}{N_{ms}} = \frac{35}{17} = 2,05$$

Comprobación:

$$I_{SC,GEN} \cong [I_{SC,módulo,CEM} \cdot N_{mp}] \leq I_{INV,max,DC}$$

$$I_{SC,GEN} = 9,48A \cdot 2 = 18,96A \leq 22A$$

Cada PMP del inversor no supera la intensidad máxima de entrada que admite, por lo tanto, a cada inversor le corresponden 4 ramas en paralelo, 2 ramas por cada PMP. En la tabla 8 y la imagen 7 se representan esquemáticamente como quedaría distribuido el generado fotovoltaico.

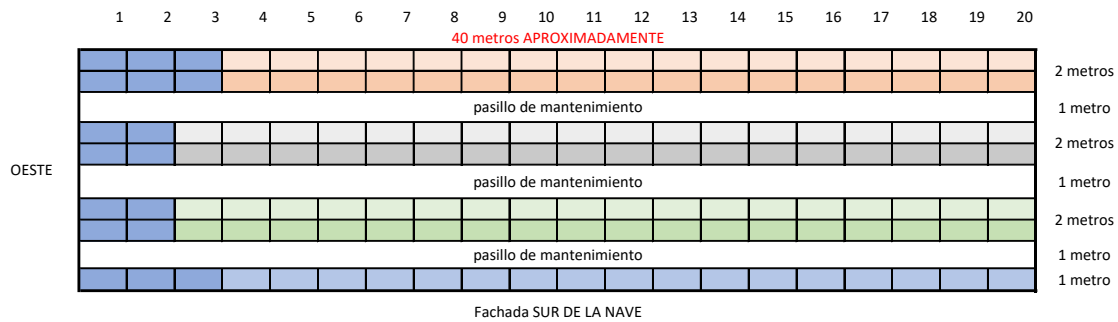


Imagen 7. Representación esquemática de la distribución de módulos fotovoltaicos sobre cubierta.

INVERSOR	Seguidor PMP	Rama STRING	nº módulos en serie	V _{oc,STC} (V)	I _{sc,STC} (A)	V _{oc,STC} (V)	I _{sc,STC} (A)
INVERSOR 1	1	1	17	785,4	18,96	644,3	17,94
		2	17				
	2	3	18	831,6	18,96	682,2	17,94
		4	18				
INVERSOR 2	1	5	18	831,6	18,96	682,2	17,94
		6	18				
	2	7	17	785,4	18,96	644,3	17,94
		8	17				

Tabla 8. Resumen distribución módulos fotovoltaicos.

En la tabla 9 se representa los puntos de trabajo característicos de los inversores del generador para las temperaturas de trabajo de 25, 70 y 0°C. Estando todos los valores dentro del rango de trabajo de los inversores.

Tc °C	Voc(V)	Isc(A)	Vm(A)	Im(A)	Pm (kW)
25	808,5	37,9	663,25	35,9	23,80
70	696	38,8	571	36,7	19,41
0	871	37,4	715	35,4	26,23

Tabla 9. Puntos de trabajo de los inversores a las temperaturas de 25,70 y 0°C.

2. Dimensionado del Cableado

Para calcular la sección del cableado necesario analizaremos tramo a tramo siguiendo los siguientes criterios:

Criterio de máxima intensidad admisible del cable en régimen permanente

Partiendo del estándar IEC 60.634-7-712, que dice que, a su temperatura de trabajo, el cable de cada rama debe soportar 1,25 veces la intensidad de cortocircuito en STC del módulo. Así mismo, se tendrá en cuenta lo indicado en la ITC-BT 40 [12] punto 5, que nos indica que los cables de conexión deberán estar dimensionados para una intensidad no inferior al 125% de la máxima intensidad del generador.

Criterio de máxima caída de tensión admisible en el cable

Según el Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones conectadas a Red del IDEA, los conductores tendrán la sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos, concretamente, los conductores deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior al 1,5%. En la ITC-BT-40 [12] en su punto 5, la caída de tensión entre el generador y el punto de interconexión a la Red de Distribución Pública o a la instalación interior no será superior al 1,5% para la intensidad nominal.

2.1 Tramo 1: Ramas de módulos a cajas de continua

Estos tramos comienzan en las ramas de los módulos hasta la caja de conexión de DC e irán de superficie sobre canaletas. La longitud incluye el largo de cada rama, la distancia que agrupan los módulos en serie y la distancia hasta llegar a la conexión DC. El cableado que incluyen los módulos es de 4mm² de sección, por lo tanto, se utilizará cable ZZ-F(AS) 1,8kV DC de GENERAL CABLE, que admite una intensidad de 55 A al Aire a 60°C.

Comprobación del *criterio de máxima intensidad admisible por el cable*:

$$I_{Rama} = 1,25 \cdot I_{MOD,SC,CEM} = 1,25 \cdot 9,48A = 9,68A$$

$$9,68 A < 55A \quad \text{CUMPLE}$$

Comprobación del *criterio de máxima caída de tensión admisible en el cable para el caso de strings de 18 módulos en serie*:

$$\Delta V_{rama} = \frac{2 \cdot L_{rama} \cdot I_{MOD,M,CEM}}{S_{m,rama} \cdot N_{ms} \cdot V_{MOD,M,CEM} \cdot \sigma}$$

Donde:

ΔV_{rama}	:	Máxima caída admisible (%)
L_{rama}	:	Longitud de la rama (m)
$I_{MOD,M,CEM}$	:	Intensidad nominal del módulo en CEM (A)
$S_{m,rama}$	:	Sección del conductor (mm ²)
N_{ms}	:	Número de módulos en serie
$V_{MOD,M,CEM}$	:	Tensión del módulo en CEM (V)
σ	:	Conductividad del cobre (mΩ ⁻¹ mm ⁻²)

$$\Delta V_{rama} = \frac{2 \cdot L_{rama} \cdot I_{MOD,M,CEM}}{S_{m,rama} \cdot N_{ms} \cdot V_{MOD,M,CEM} \cdot \sigma} = \frac{2 \cdot 40 \cdot 9,48}{4 \cdot 18 \cdot 37,9 \cdot 56} = 0,49\%$$

$$\Delta V_{rama} = 0,49\% < 1,5\% \quad \text{CUMPLE}$$

Comprobación del *criterio de máxima caída de tensión admisible en el cable para el caso de strings de 17 módulos en serie*:

$$\Delta V_{rama} = \frac{2 \cdot L_{rama} \cdot I_{MOD,M,CEM}}{S_{m,rama} \cdot N_{ms} \cdot V_{MOD,M,CEM} \cdot \sigma} = \frac{2 \cdot 40 \cdot 9,48}{4 \cdot 17 \cdot 37,9 \cdot 56} = 0,52\%$$

$$\Delta V_{rama} = 0,52\% < 1,5\% \quad \text{CUMPLE}$$

2.2 Tramo 2: Cajas continua a Inversores

En este tramo se utilizará el mismo cable que en el tramo 1 de ramas de módulo, es decir el cable ZZ-F(AS) 1,8kV.

Criterio de máxima intensidad admisible por el cable:

$$I_{Princ} = 1,25 \cdot N_{mp} \cdot I_{MOD,SC,CEM} = 1,25 \cdot 2 \cdot 9,48A = 23,7A$$

Donde:

N_{mp}	:	Número de ramas en paralelo
$I_{MOD,SC,CEM}$	:	Intensidad nominal del módulo en CEM (A)

Según la tabla C.1.1. de la especificación EA 0038 un cable de sección 6mm² admite hasta 70A.

Criterio de máxima caída de tensión admisible en el cable para el caso de strings de 18 módulos en serie:

$$\Delta V_{rama} = \frac{2 \cdot L_{princ} \cdot N_{mp} \cdot I_{MOD,M,CEM}}{S_{rama} \cdot N_{ms} \cdot V_{MOD,M,CEM} \cdot \sigma} = \frac{2 \cdot 18 \cdot 2 \cdot 9,48}{6 \cdot 18 \cdot 37,9 \cdot 56} = 0,30\%$$

Donde:

ΔV_{rama}	:	Máxima caída admisible (%)
L_{princ}	:	Longitud del cable (m)
$I_{MOD,M,CEM}$	:	Intensidad nominal del módulo en CEM (A)
$S_{m,rama}$	:	Sección del conductor (mm ²)
N_{mp}	:	Número de ramas en paralelo
N_{ms}	:	Número de módulos en serie
$V_{MOD,M,CEM}$	:	Tensión del módulo en CEM (V)
σ	:	Conductividad del cobre (mΩ ⁻¹ mm ⁻²)

$$\Delta V_{rama} + \Delta V_{caja\ continua\ inversor} = 0,49\% + 0,30\% = 0,79\% < 1,5\%$$

CUMPLE

Criterio de máxima caída de tensión admisible en el cable para el caso de strings de 17 módulos en serie:

$$\Delta V_{rama} = \frac{2 \cdot L_{princ} \cdot N_{mp} \cdot I_{MOD,M,CEM}}{S_{rama} \cdot N_{ms} \cdot V_{MOD,M,CEM} \cdot \sigma} = \frac{2 \cdot 18 \cdot 2 \cdot 9,48}{6 \cdot 17 \cdot 37,9 \cdot 56} = 0,31\%$$

$$\Delta V_{rama} + \Delta V_{caja\ continua\ inversor} = 0,52\% + 0,31\% = 0,83\% < 1,5\%$$

CUMPLE

2.3 Tramo 3: de alterna

A la salida de los inversores se conectarán las fases y neutro de ambos para realizar la acometida con un solo conductor. Los cables utilizados tendrán aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) y cubierta de poliolefina libre de halógenos, de tensión de trabajo 0,6/1 kV según norma UNE 21.030. El cable que se empleara es RZ1-K(AS) 0,6/1kV.

Criterio de máxima intensidad admisible por el cable:

El cable de alterna tiene que soportar 1,25 la intensidad nominal del inversor:

$$I_{AC} = 1,25 \cdot 2 \text{Inversores} \cdot I_{INV,AC} = 1,25 \cdot 2 \cdot 33,5A = 83,75A$$

Donde:

$I_{INV,AC}$: Intensidad del inversor en AC (A)

Según la tabla 5 de la ITC-BT-07 [12], y teniendo que la instalación se hará enterrada, la sección a elegir es de 16mm² de 100 A de intensidad máxima admisible.

Criterio de máxima caída de tensión admisible en el cable:

Según lo establecido por la ITC-BT 10 [12] "Instalaciones generadoras de baja tensión", los cables de conexión deberán estar dimensionados para una caída de tensión entre el generador y el punto de interconexión a la Red de Distribución Pública o a la instalación interior, no será superior al 1,5%, para la intensidad nominal.

$$S_{m,AC} = \frac{\sqrt{3} \cdot L_{AC} \cdot 2 \text{inversores} \cdot I_{INV,AC} \cdot \cos\phi}{\Delta V_{AC} \cdot V_{INV,AC} \cdot \sigma} = \frac{\sqrt{3} \cdot 2 \cdot 12 \cdot 33,5 \cdot 1}{0,015 \cdot 400 \cdot 56} = 4,14 \text{mm}^2$$

Donde:

ΔV_{AC} : Máxima caída admisible (%)
 L_{AC} : Longitud del cable (m)
 $I_{INV,AC}$: Intensidad nominal del módulo en CEM (A)
 $S_{m,rama}$: Sección del conductor (mm²)
 $V_{INV,AC}$: Tensión del módulo en CEM (V)
 σ : Conductividad del cobre (mΩ⁻¹mm⁻²)

El criterio de caída de máxima intensidad admisible en el cable, en este caso, es más restrictivo y, por lo tanto, tomaremos la sección de 16 mm².

3. Puesta a Tierra

Según la ITC-BT-18 [12], estamos obligados a garantizar que nunca se supere, en la parte de corriente alterna, los 50 V de tensión de contacto. el electrodo se dimensionará de forma que su resistencia de tierra, en cualquier circunstancia previsible, no sea superior a 50V y la resistencia de puesta a tierra debe ser menor que 37 Ω .

La resistencia de puesta a tierra de la pica, teniendo en cuenta una resistividad del terreno de 150 Ωm , ya que nos encontramos en una zona de arcillas compactas, será:

$$R_{pica} = \frac{\rho}{L} = \frac{150}{2} = 75 \Omega$$

Donde:

ρ : Resistividad del terreno (Ωm)
 L : Longitud de la pica (m)

La resistencia de tierra del cable es:

$$R_{cable} = \frac{2 \cdot \rho}{L} = \frac{2 \cdot 150}{10} = 30 \Omega$$

La resistencia total de puesta a tierra es:

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_{pica}} + \frac{1}{R_{cable}} = \frac{1}{75} + \frac{1}{30} = \frac{1}{21,42}$$

$$R_T = 21,42 \Omega < 37 \Omega$$

Según la ITC-BT-24 [12] se debe de cumplir que:

$$R_T \cdot I_a \leq U$$

Con una sensibilidad de los diferenciales de 300mA:

$$33,33 \cdot 0,3 = 10V \leq 50V$$

4. Protecciones Eléctricas

Tanto en la red de alterna como en la de continua el SFV se protegerá frente a sobreintensidades y sobretensiones con la finalidad de garantizar la seguridad de los equipos y de las personas.

4.1 Protecciones de la red de corriente continuo

4.1.1 Fusibles

Los fusibles garantizarán la protección de los cables frente a sobreintensidades que puede llegar a circular en sentido opuesto por una rama debido a un mal funcionamiento del sistema. Irán instalado dentro de la caja de continua y en serie con cada rama de módulos. La intensidad del fusible tiene que ser 1,5 veces igual o superior a la corriente de cortocircuito del módulo en CEM.

$$\begin{aligned} 1,5 \cdot I_{MOD,SC,CEM} &\leq I_{Fusible} \leq 2 \cdot I_{MOD,SC,CEM} \\ 1,5 \cdot 9,48A &\leq I_{Fusible} \leq 2 \cdot 9,48A \\ \mathbf{14,22A} &\leq I_{Fusible} \leq \mathbf{18,96A} \end{aligned}$$

Los fusibles deben estar diseñados para intensidad continua y deben de soportar 1,1 veces la tensión de circuito abierto del GFV en CEM

$$1,1 \cdot N_{ms} \cdot V_{MOD,OC,CEM} = 1,1 \cdot 18 \cdot 46,2V = \mathbf{914,76V}$$

Para cada rama de módulos en serie elegiremos fusibles de 15 A y con una tensión asignada de 1000V. Modelo *E 9F 15 PV* de ABB.

4.1.2 Protecciones frente a sobretensiones

Ubicados dentro de la caja de continuo y conectados entre el positivo y el negativo y un punto que se conecte a tierra, se instalarán descargadores de tensión tipo C o clase II.

La tensión nominal del descargador tiene que ser superior a la máxima de generación y la corriente de descarga no puede ser inferior a 10 kA.

$$U_c = 1,1 \cdot N_{ms} \cdot V_{MOD,OC,TC(-10^\circ C)} = 1,1 \cdot 18 \cdot 42 = \mathbf{831,6 V}$$

Se elige el descargador modelo *OVR PV 40-1000 PTS BW* de ABB, con 1100 v de tensión nominal y 20 kA de corriente de descarga nominal.

4.1.3 Interruptor de continua a la entrada del inversor

El interruptor general entre el FV y el inversor de acuerdo con el estándar IEC 60364-7-712 debe soportar 1,1 veces la tensión del generador para una temperatura de célula igual a -10°C .

$$V_{GFV,OC,Tc(-10^{\circ}\text{C})} = 1,1 \cdot N_{ms} \cdot V_{MOD,OC,Tc(-10^{\circ}\text{C})} = 1,1 \cdot 18 \cdot 42\text{V} = \mathbf{831,6\text{ V}}$$

Además de soportar 1,25 veces la intensidad de cortocircuito en CEM del GFV:

$$1,25 \cdot N_{mp} \cdot I_{MOD,SC,CEM} = 1,25 \cdot 2 \cdot 9,48\text{A} = \mathbf{23,7\text{ A}}$$

Seleccionamos un interruptor de 2 polos modelo *S802PV-S25* de *ABB*, con una intensidad nominal de 25 A.

4.2 Protecciones de la red de corriente alterna

4.2.1 Protecciones frente a sobrecargas

Mediante el uso de un interruptor automático magnetotérmico colocado a la salida del inversor, se protegerán frente a sobrecarga los conductores desde el inversor hasta el cuadro general de alimentación. El interruptor automático magnetotérmico tiene que poseer una intensidad nominal:

$$\begin{aligned} 1,25 \cdot I_{INV,AC} &< I_n < I_z \\ 1,25 \cdot 33,5\text{ A} &< I_n < 115\text{ A} \\ \mathbf{41,8\text{ A}} &< I_n < 115\text{ A} \end{aligned}$$

Donde:

I_z : Intensidad máxima que soporta el cable (A)

El interruptor escogido es el *S204-C63* con intensidad nominal de 63 A de *ABB*.

4.2.2 Protecciones frente a sobretensiones

Se instalará un descargador de sobretensiones tipo C a la salida del inversor para proteger frente a las sobre tensiones procedentes de la red eléctrica. La tensión nominal de este dispositivo tendrá que ser superior a la máxima del inversor y la corriente de descarga no será menor de 10 kA.

Se ha seleccionado un descargador de clase II modelo *OVR T2 3N 40-275 P* de *ABB*, cuyas características principales son 230 V de tensión nominal y corriente de descarga de 20 kA.

4.2.3 Interruptor diferencial

El interruptor diferencial protegerá a las personas del contacto directo o indirecto provocado por el contacto con partes activas de la instalación.

El interruptor tendrá una sensibilidad de 30 mA y se instalará a la salida del interruptor automático magnetotérmico.

El interruptor elegido es el *F204 B-25/0,03* de *ABB*.

4.2.4 Protección de la interconexión

El funcionamiento del generador fotovoltaico no puede provocar en la red averías, disminuir las condiciones de seguridad ni provocar alteraciones superiores a las marcadas por la normativa.

La instalación fotovoltaica no deberá mantener tensión en la línea de distribución en el caso de que la línea de distribución se quede desconectada de la red.

Las condiciones de la interconexión serán las siguientes:

- La conexión será trifásica.
- La variación de tensión provocada por la conexión y desconexión de la instalación fotovoltaica no podrá ser superior al 2,5% de la tensión nominal de la red.
- El factor de potencia de la energía suministrada debe ser lo más próximo posible a la unidad y, en todo caso, superior a 0,98 cuando la instalación trabaje a potencias superiores al 25% de su potencia nominal.

Las protecciones con las que debe contar la interconexión son:

- Elemento de corte general que proporcione un aislamiento requerido por el Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Interruptor automático diferencial para la protección de las personas en el caso de derivación de algún elemento a tierra.
- Interruptor automático de la conexión, para la desconexión-conexión automática de la instalación en caso de anomalía de tensión o frecuencia de la red, junto a un relé de enclavamiento.
- Protecciones de la conexión máxima y mínima frecuencia (50,5 Hz y 48 Hz con una temporización máxima de 0,8 y de 3 segundos respectivamente) y máxima y mínima tensión entre fases (1,15 Un y 0,85 Un) como se recoge en la tabla 1 del artículo 14 del RD 1699/2011, donde lo propuesto para baja tensión se generaliza para todos los demás niveles. La tensión para la medida de estas magnitudes se deberá tomar en el lado red del interruptor automático general para las instalaciones en alta tensión o de los interruptores principales de los generadores en redes en baja tensión. En caso de actuación de la protección de máxima frecuencia, la reconexión sólo se realizará cuando la frecuencia alcance un valor menor o igual a 50 Hz.

5 Cuadro Eléctrico

Se dispondrá de un cuadro eléctrico en la parte de corriente continua, donde se ubicarán los dispositivos de protección contra sobretensiones, sobrecargas y sobreintensidades de la parte de corriente continua.

Se utilizará una caja de conexión de la marca ABB, fabricada en material policarbonato, con un grado de protección IP 65, autoextingible y resistente al calor y al fuego hasta los 960°C de temperatura. Presenta una alta resistencia a los rayos ultravioleta.

El modelo elegido es el M128120020.

ANEXO 2

CÁLCULO DE LA ENERGÍA GENERADA POR LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA Y BALANCE ENERGÉTICO

1 Radiación y rendimiento energético de la instalación

A partir del software PVGIS (Photovoltaic Geographical Information System) [3] y con los datos de emplazamiento del SFV, se han obtenido los datos de radiación solar y los valores del rendimiento energético de una instalación tipo o *PR Performance Ratio*.

En las tablas 10 y 11 se muestran los valores de irradiancia global diaria media por meses y horas, para los planos fijos inclinados de 35° orientación sur y 10° orientación 32° respectivamente. También se expresan los valores del rendimiento energético de una instalación tipo (PR).

Hora	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
0:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6:45	0	0	0	10	37	42	32	18	2	0	0	0
7:45	0	0	55	119	165	173	155	139	120	75	5	0
8:45	80	145	250	303	357	383	376	361	331	282	203	118
9:45	280	342	455	502	557	580	593	586	542	501	385	307
10:45	460	524	635	663	723	757	780	779	719	679	558	492
11:45	602	665	753	749	826	883	913	919	829	774	667	617
12:45	648	709	803	778	865	923	968	987	881	807	704	654
13:45	634	723	804	760	856	912	964	975	863	777	650	635
14:45	546	641	718	682	770	827	889	887	753	659	544	551
15:45	431	516	584	569	628	684	744	734	601	504	400	404
16:45	252	345	401	391	456	498	559	529	408	302	210	210
17:45	62	147	209	221	263	300	337	304	207	108	11	2
18:45	0	1	34	64	85	108	125	95	30	0	0	0
19:45	0	0	0	1	14	28	26	9	0	0	0	0
20:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PR	0,82	0,81	0,79	0,77	0,76	0,73	0,73	0,72	0,75	0,77	0,81	0,82

Tabla 10. Irradiancia global media diaria [W/m²] sobre plano fijo con una inclinación 35° orientación sur. Rendimiento energético de una instalación tipo o *Performance Ratio* (PR)

Hora	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
0:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6:45	0	0	0	11	41	50	34	21	2	0	0	0
7:45	0	0	30	105	181	214	188	134	81	32	5	0
8:45	33	76	176	271	360	410	393	333	258	181	104	46
9:45	161	225	355	455	547	594	595	538	446	360	242	172
10:45	301	379	518	607	708	765	774	721	612	518	384	313
11:45	423	508	637	698	815	895	909	861	723	615	488	421
12:45	476	565	696	738	865	947	977	941	787	662	533	468
13:45	479	589	712	735	874	956	994	952	790	653	506	466
14:45	422	534	653	677	811	896	948	894	710	570	430	410
15:45	333	438	546	586	693	780	834	775	587	446	318	300
16:45	195	297	389	427	542	617	681	601	422	276	167	155
17:45	50	131	218	270	359	434	479	396	239	105	13	2
18:45	0	2	45	106	177	238	266	184	49	0	0	0
19:45	0	0	0	1	22	56	58	13	0	0	0	0
20:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PR	0,81	0,81	0,80	0,78	0,76	0,74	0,72	0,73	0,75	0,77	0,80	0,81

Tabla 11. Irradiancia global media diaria [W/m^2] sobre plano fijo con una inclinación 10° orientación 32° . Rendimiento energético de una instalación tipo o Performance Ratio (PR)

2 Cálculo de la energía generada por la instalación fotovoltaica

Para el cálculo de la energía generada por la instalación fotovoltaica utilizaremos la irradiancia global y el rendimiento energético de una instalación tipo o Performance Ratio (PR) representados en las tablas 8 y 9.

$$PR = \frac{E_D \cdot G_{CEM}}{G_{dm}(\alpha, \beta) \cdot P_{mp}}$$

Donde:

- $G_{CEM} = 1 \text{ kW/m}^2$
- P_{mp} : Potencia pico del generador (kWp)
- E_D : Producción de energía diaria media (kWh/día)
- G_{dm} : Irradiancia global media diaria (kWh/m² día)

Este factor considera las pérdidas en la eficiencia energética debido a:

- Temperatura.
- Cableado.
- Las pérdidas por dispersión de parámetros y suciedad.
- Las pérdidas por errores en el seguimiento del punto de máxima potencia.
- La eficiencia energética del inversor.
- Etc.

Mediante una hoja de cálculo de Excel se ha calculado la energía generada por el sistema fotovoltaico, para los dos casos de orientaciones e inclinación y potencias de 10 en 10 kW, tomando intervalos de tiempo de 1 hora según la siguiente fórmula:

$$E_{AC} \approx \sum_{j=1}^N P_{mp} \cdot G_j \cdot PR \cdot \Delta t$$

Donde:

- G_j : Valores de irradiancia global en intervalos de tiempo de 1 hr.

3 Balance energético

Para obtener el balance energético se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

	Energía tomada del SFV	Energía demandada de la Red	Energía Inyectada a la Red
Si $C > E_{SFV,AC}$	$E_{SFV,AC}$	$C - E_{SFV,AC}$	0
Si $C < E_{SFV,AC}$	C	0	$E_{SFV,AC} - C$

Donde:

- $E_{SFV,AC}$: Energía generada por el sistema fotovoltaico
- C : Consumo

A partir de los datos de irradiancia y PR, obtenidos con el software PVGIS [3], los consumos reales de la industria y con la ayuda de Excel, se obtienen los balances energéticos para los casos de estudio y potencias desde los 10 kW en adelante hasta llegar a la potencia donde los índices de autoconsumo y autosuficiencia coinciden. Los cálculos se realizan en una base de tiempo de 1 hr al tener tanto los datos de irradiancia de consumo en esa escala de tiempo. Las tablas 12 y 13 muestran dichos balances.

Potencia kW	E_c Energía consumida	$E_{SFV,AC}$ Energía generada por el SFV	$E_{C,SFV}$ Energía autoconsumida del SFV	E_{DR} Energía demandada de la Red	E_{VR} Energía vertida a la Red	Índices	
			kWh			Autoconsumo	Autosuficiencia
10		15.925	10.770	218.443	5.155	67,63%	4,70%
20		31.849	17.968	211.244	13.881	56,42%	7,84%
30		47.774	24.588	204.624	23.186	51,47%	10,73%
40		63.699	30.979	198.233	32.719	48,63%	13,52%
50		79.623	37.273	191.939	42.350	46,81%	16,26%
60	229.213	95.548	43.481	185.731	52.067	45,51%	18,97%
70		111.473	49.596	179.617	61.877	44,49%	21,64%
80		127.397	55.619	173.594	71.778	43,66%	24,27%
90		143.322	61.571	167.641	81.751	42,96%	26,86%
100		159.247	67.423	161.790	91.824	42,34%	29,42%
144		229.315	91.631	137.582	137.685	39,96%	39,98%

Tabla 12. Balances energéticos en función de la potencia del Sistema Fotovoltáico sobre plano fijo con una inclinación 35° orientación sur.

Potencia kW	E_C Energía consumida	$E_{SFV,AC}$ Energía generada por el SFV	$E_{C,SFV}$ Energía autoconsumida del SFV	E_{DR} Energía demandada de la Red	E_{VR} Energía vertida a la Red	Índices	
			kWh			Autoconsumo	Autosuficiencia
10,00		14.669	9.682	219.531	4.987	66,00%	4,22%
20,00		29.338	15.924	213.289	13.415	54,28%	6,95%
30,00		44.008	21.639	207.573	22.368	49,17%	9,44%
40,00		58.677	27.095	202.117	31.582	46,18%	11,82%
50,00		73.346	32.429	196.783	40.917	44,21%	14,15%
60,00	229.213	88.015	37.664	191.549	50.352	42,79%	16,43%
70,00		102.685	42.834	186.379	59.851	41,71%	18,69%
80,00		117.354	47.945	181.267	69.409	40,86%	20,92%
90,00		132.023	52.989	176.223	79.034	40,14%	23,12%
100,00		146.692	57.934	171.279	88.759	39,49%	25,28%
156,20		229.134	83.749	145.463	145.384	36,55%	36,54%

Tabla 13. Balances energéticos en función de la potencia del Sistema Fotovoltaico sobre plano fijo con una inclinación 10° orientación 32°.

En la tabla 14 y el gráfico 3 se muestra el balance energético, ordenado por meses, para la solución final adoptada de un SFV de 47,6 kW con una inclinación de 10° y orientación 32°.

MESES	E_{SFV} Energía generada por el SFV	$E_{C,SFV}$ Energía autoconsumida del SFV	E_{DR} Energía demandada de la Red	E_{VR} Energía vertida a la Red	E_{TC} Energía total consumida	Índices	
			kWh			Autoconsumo	Autosuficiencia
ENE	3426	2722	35380	703	38102	79,47%	7,15%
FEB	3741	2959	23871	781	26830	79,12%	11,03%
MAR	5839	3614	25793	2224	29407	61,90%	12,29%
ABR	6293	2286	8516	4007	10802	36,32%	21,16%
MAY	7831	2546	6045	5285	8590	32,51%	29,64%
JUN	8255	2543	5824	5712	8367	30,81%	30,40%
JUL	8691	2289	5629	6402	7919	26,34%	28,91%
AGO	7897	2265	5432	5632	7696	28,68%	29,43%
SEP	6094	2411	10503	3683	12914	39,57%	18,67%
OCT	4853	3008	15109	1845	18116	61,98%	16,60%
NOV	3628	2419	24634	1208	27053	66,69%	8,94%
DIC	3280	2096	31319	1184	33415	63,91%	6,27%
TOTAL	69826	31160	198053	38666	229213	44,62%	13,59%

Tabla 14. Balance energético por meses del SFV para una potencia de 47,6 kW sobre plano fijo con una inclinación 10° orientación 32°.

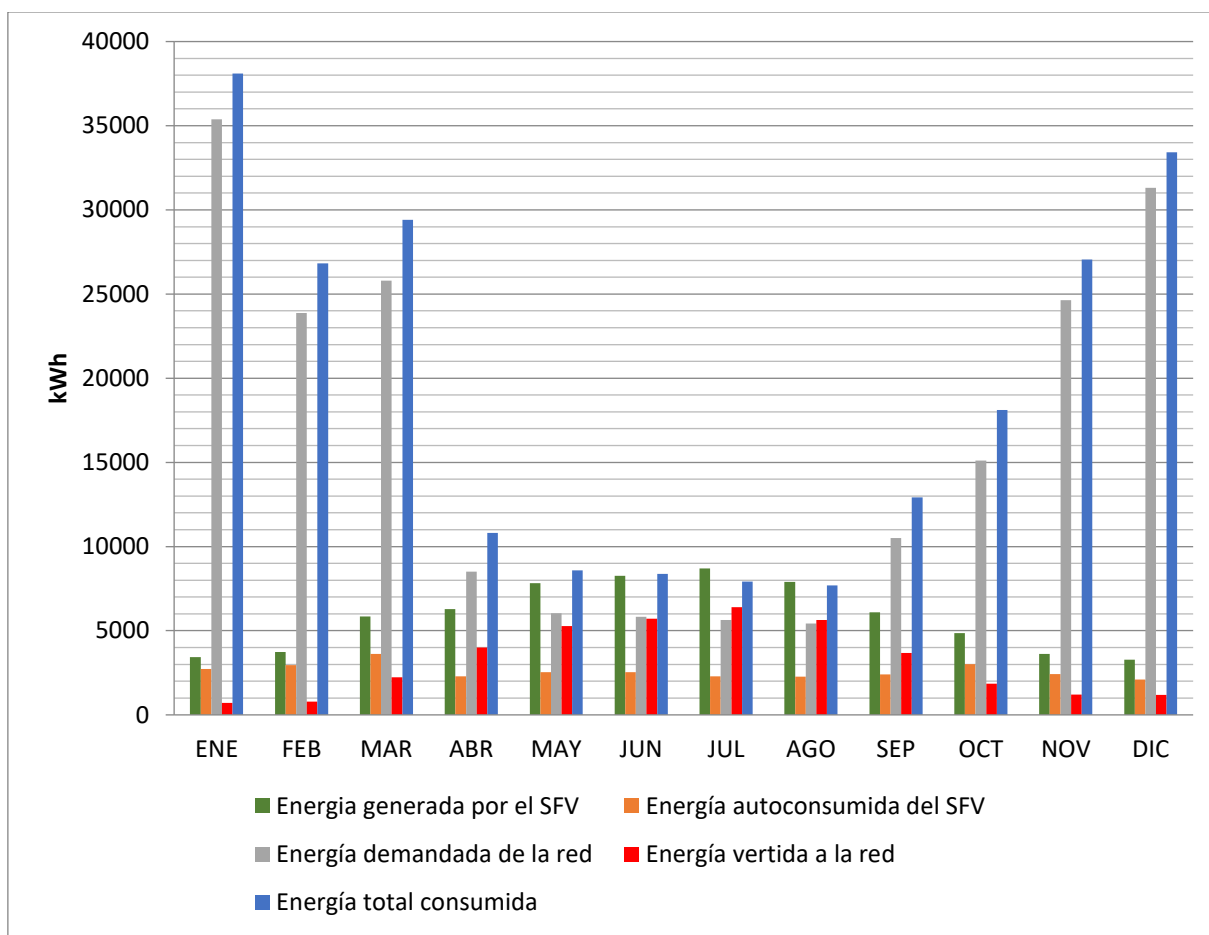


Gráfico 3. Balance energético por meses del SFV para una potencia de 47,6 kW sobre plano fijo con una inclinación 10° orientación 32°.

Como es lógico los meses de más actividad de la empresa, de septiembre a marzo, el consumo de energía es mayor y por lo tanto los índices de autoconsumo también lo son. El consumo energético es mayor a la energía generada por el SFV, además parte de la curva de demanda es distinta a la curva de generación, como se ve por la energía sobrante vertida a la red, por lo tanto, la dependencia de la red es necesaria y elevada.

ANEXO 3

ANÁLISIS ECONÓMICO Y FINANCIERO

1 Indicadores empleados en el análisis económico

La viabilidad económica y financiera del proyecto se obtendrá mediante el uso de los siguientes indicadores económicos [8]:

- **DPBT** “*Discount Pay Back Time*”, expresado en años, es el periodo de tiempo que necesita la inversión para que el valor actualizado de los flujos de caja hasta ese momento igualen al valor del capital invertido.
- **VAN** “*Valor Actual Neto*”, expresado en unidades monetarias, es la suma de los valores actuales de todos los flujos de entrada y salida relativos a la inversión.
- **TIR** “*Tasa Interna de Rentabilidad*”, expresada en %, es el tipo de interés anual al que hay que colocar la inversión inicial, reinvertiendo los intereses generados, para que, al cabo de un tiempo igual a la vida útil del sistema, la suma de dicha inversión más los intereses, igual a los flujos de caja generados durante el proyecto.
- **IR** “*Índice de Rentabilidad*”, expresado en %, es el beneficio o pérdida neta que tiene una inversión durante un ciclo de tiempo determinado. Se calcula dividiendo el VAN entre la inversión inicial

El proyecto será viable desde el punto económico cuando el TIR se mayor que el coste de capital ó rentabilidad mínima exigida por el inversor, además el VAN deberá ser mayor que 0. En cuanto a la viabilidad financiera en todo momento la tesorería acumulada tendrá que ser positiva.

2 Análisis económico y financiero del sistema fotovoltaico conectado a la red de 47,6 kW inclinación 10° y orientación 32°

Los datos generales para la realización del análisis económico se muestran en la tabla 15.

Datos generales	
Potencia de la instalación (kWp)	47,60
Coste instalación (€/kWp)	1.000,00 €
Coste total de la inversión (€)	47.600,00 €
Recursos propios para la financiación del proyecto (% de la inversión inicial)	20,00%
Recursos ajenos para la financiación del proyecto (% de la inversión)	80,00%
Recursos procedentes de subvenciones para la financiación del proyecto (% de la inversión)	0,00%
Producción eléctrica autoconsumida (kWh/año)	31.159,5
Producción eléctrica excedente (kWh/año)	38.666,0
Impuestos	25%
Coefficiente lineal máximo amortización	7%
Vida útil del proyecto en años	25
Coste de la financiación (coste de capital o pasivo)	4,50%

Tabla 15. Datos generales del Análisis Económico y Financiero.

En base a datos recogidos entre empresas instaladoras, en función del tamaño y tipo de montaje, se ha tomado un coste de instalación de 1.000 €/kWp.

Los datos de producción eléctrica autoconsumida y excedente han sido obtenidos en el anexo 2.

La ley 27/2014 de 27 de noviembre, del impuesto sobre sociedades, marca el tipo general de gravamen para los contribuyentes de un 25%. Esta misma ley indica como el periodo de máximo de amortización 30 años con un coeficiente lineal máximo de amortización del 7%. Para nuestro proyecto hemos tomado 25 años.

Los datos de explotación para la realización del análisis económico se muestran en la tabla 16.

Datos de explotación	
Coste de la electricidad (€/kWh)	0,11 €
Venta de la electricidad (€/kWh)	0,08 €
Tasa de variación interanual precio electricidad (%)	1,70%
Tasa de variación interanual de degradación o pérdida de potencia de la instalación (%)	0,50%
Gastos Operación y mantenimiento, seguros, gastos generales (% de la inversión inicial)	1,70%
Tasa de variación interanual de los gastos/costes: Operación y Mantenimiento, gastos generales.	1,80%

Tabla 16. Datos de explotación del Análisis Económico y Financiero.

El coste de la electricidad se ha obtenido a partir las facturas de electricidad y los consumos aportados por la empresa, correspondientes al periodo de estudio, siendo el valor medio obtenido de 0,11 €/kWh. Para el precio de venta de la electricidad se ha establecido la hipótesis de que la empresa llegará a un acuerdo con otros consumidores, de forma que, la energía excedente la compartirá con éstos, obteniendo por esto un precio medio de 0,08 €/kWh.

Los valores de tasa de variación interanual del precio de la electricidad, de degradación o pérdida de potencia de la instalación, y la tasa de variación interanual de los gastos de operación y mantenimiento de los artículos: *“Evolution of the cost and economic profitability of grid-connected PV investments in Spain”* [14]. y *“Levelised cost of electricity in high concentrated photovoltaic grid connected systems: Spatial analysis of Spain”* [15].

Los datos de financiación para la realización del análisis económico se muestran en la tabla 17.

Financiación	
Préstamo	
Importe inicial de la deuda	38.080,00 €
Amortización en años	15
Tasa de interés	4,30%
Capitales propios	
Importe inicial de la deuda	9.520,00 €
Amortización al final de proyecto (años)	25
Dividendos sobre el capital propio	7,60%
Amortización Activos	
Importe inicial	47.600,00 €
Periodo de amortización (años)	25
Cuota de amortización Fiscal anual	1.904 €

Tabla 17. Datos de financiación del Análisis Económico y Financiero.

El valor de la tasa de interés así como el de los dividendos sobre el capital propio se han cogido en base al artículo *“A worldwide assessment of levelised cost electricity of HCPV systems”* [13].

La tabla 19 muestra la dimensión financiera de la inversión, en un horizonte temporal de 25 años, que coincide con la vida útil del proyecto fotovoltaico. La tabla 20 muestra la dimensión financiera de la financiación.

Para determinar la factibilidad económica del proyecto se tienen que calcular los indicadores económicos VAN y TIR. Para calcular el VAN se necesita conocer el coste del capital o pasivo. El coste del capital resulta de aplicar la ecuación de la TIR a la dimensión financiera de la financiación, obteniendo el resultado mostrado en la tabla 21.

Todos los valores de los indicadores económicos VAN, TIR DPBT e IR se muestran en la tabla 18. A la vista de éstos se puede dar como viable económicamente el proyecto.

VAN	26.012,64 €
TIR	10,16%
DPBT	10 años
IR	54,65 %

Tabla 18. Resultados de los Indicadores económicos.

El indicador DPBT (Discount payback time) se puede representar gráficamente tal y como se representa en el gráfico 4. En el eje de abscisas se representa la vida útil del proyecto en años, y en el eje de ordenadas el valor del VAN. El punto de corte del van con eje de abscisas, es decir $VAN=0$, indica el periodo de tiempo DPBT (aproximadamente 9,5 años).

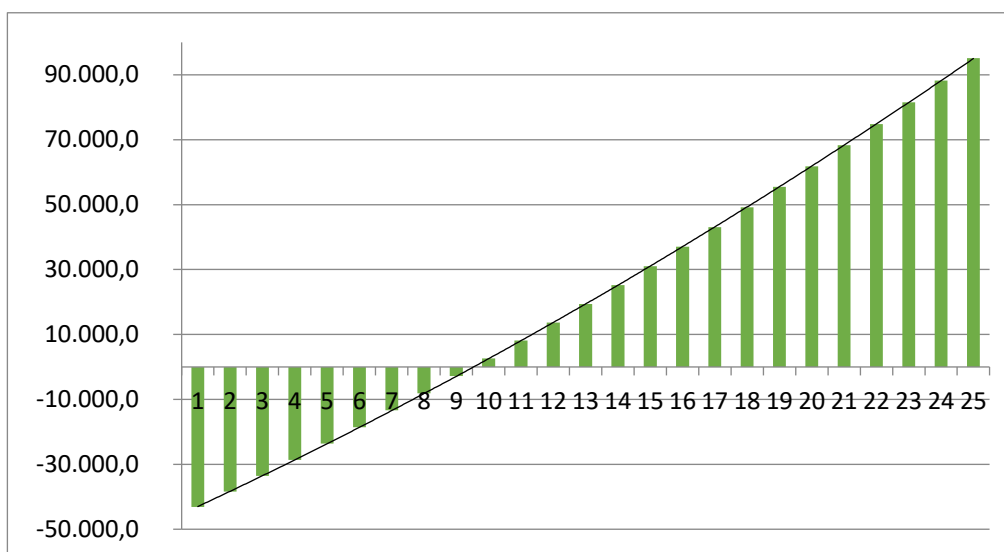


Gráfico 4. Representación gráfica del indicador económico DPBT (Discount Payback Time).

Para determinar la viabilidad financiera del proyecto se calcula la tesorería, restando las dimensiones financieras de la inversión con la dimensión financiera de la financiación, tal y como se representa en la tabla 22.

La tesorería neta de los dos primeros periodos es negativa con un valor muy próximo al positivo, el resto de periodos son positivos exceptuando el último, pero la tesorería acumulada en éste es claramente positiva. A la vista de estos resultados se puede dar como factible financieramente el proyecto.

Cash-Flow de Explotación														
Periodo		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
Ingresos explotación		6.557,9	6.668,6	6.781,3	6.895,8	7.012,3	7.130,7	7.251,2	7.373,6	7.498,2	7.624,8			
VR de la inversión al final de su vida útil														
Subvención														
-Gastos Explotación		476,0	486,5	497,2	508,1	519,3	530,7	542,4	554,3	566,5	579,0			
Cash-Flow Explotación(antes de impuestos)		6.081,9	6.182,2	6.284,1	6.387,7	6.493,0	6.600,0	6.708,8	6.819,3	6.931,7	7.045,8			
Cash-Flow Explotación(después de impuestos)		4.694,7	4.769,9	4.846,4	4.924,1	5.003,0	5.083,3	5.164,9	5.247,8	5.332,0	5.417,7			
Dimensión Financiera de la inversión														
	-A (Inversión)	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10			
	- 47.600,0	4.694,7	4.769,9	4.846,4	4.924,1	5.003,0	5.083,3	5.164,9	5.247,8	5.332,0	5.417,7			
Flujos de caja actualizados	- 47.600,0	4.450,7	4.755,6	4.845,6	4.924,0	5.003,0	5.083,3	5.164,9	5.247,8	5.332,0	5.417,7			
Acumulado con tasa de descuento	- 47.600,0	- 43.149,3	- 38.393,7	- 33.548,1	- 28.624,1	- 23.621,1	- 18.537,8	- 13.372,9	- 8.125,1	- 2.793,1	2.624,5			
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
7.753,6	7.884,6	8.017,7	8.153,2	8.290,9	8.430,9	8.573,3	8.718,1	8.865,3	9.015,1	9.167,3	9.322,2	9.479,6	9.639,7	9.802,6
591,7	604,7	618,0	631,6	645,5	659,7	674,3	689,1	704,2	719,7	735,6	751,8	768,3	785,2	802,5
7.161,9	7.279,8	7.399,7	7.521,5	7.645,3	7.771,2	7.899,0	8.029,0	8.161,1	8.295,3	8.431,8	8.570,4	8.711,3	8.854,5	9.000,1
5.504,7	5.593,1	5.683,0	5.774,4	5.867,3	5.961,6	6.057,6	6.155,0	6.254,1	6.354,8	6.457,1	6.561,1	6.666,8	6.774,2	6.883,3
Q11	Q12	Q13	Q14	Q15	Q16	Q17	Q18	Q19	Q20	Q21	Q22	Q23	Q24	Q25
5.504,7	5.593,1	5.683,0	5.774,4	5.867,3	5.961,6	6.057,6	6.155,0	6.254,1	6.354,8	6.457,1	6.561,1	6.666,8	6.774,2	6.883,3
5.504,7	5.593,1	5.683,0	5.774,4	5.867,3	5.961,6	6.057,6	6.155,0	6.254,1	6.354,8	6.457,1	6.561,1	6.666,8	6.774,2	6.883,3
8.129,2	13.722,4	19.405,4	25.179,8	31.047,1	37.008,8	43.066,3	49.221,4	55.475,5	61.830,3	68.287,4	74.848,5	81.515,2	88.289,4	95.172,8

Tabla 19. Dimensión financiera de la inversión.

Préstamo														
Periodo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
Saldo Inicial (1/1)	38.080,0	35.541,3	33.002,7	30.464,0	27.925,3	25.386,7	22.848,0	20.309,3	17.770,7	15.232,0				
Intereses	1.637,4	1.528,3	1.419,1	1.310,0	1.200,8	1.091,6	982,5	873,3	764,1	655,0				
Amortización Financiera	2.538,7	2.538,7	2.538,7	2.538,7	2.538,7	2.538,7	2.538,7	2.538,7	2.538,7	2.538,7				
Saldo Final (31/12)	35.541,3	33.002,7	30.464,0	27.925,3	25.386,7	22.848,0	20.309,3	17.770,7	15.232,0	12.693,3				
Capital Propio														
Periodo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
Importe deuda	9.520,0	9.520,0	9.520,0	9.520,0	9.520,0	9.520,0	9.520,0	9.520,0	9.520,0	9.520,0				
Dividendos	723,5	723,5	723,5	723,5	723,5	723,5	723,5	723,5	723,5	723,5				
Amortización deuda	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
Saldo deuda	9.520,0	9.520,0	9.520,0	9.520,0	9.520,0	9.520,0	9.520,0	9.520,0	9.520,0	9.520,0				
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
12.693,3	10.154,7	7.616,0	5.077,3	2.538,7										
545,8	436,7	327,5	218,3	109,2										
2.538,7	2.538,7	2.538,7	2.538,7	2.538,7										
10.154,7	7.616,0	5.077,3	2.538,7	-										
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
9.520,0	9.520,0	9.520,0	9.520,0	9.520,0	9.520,0	9.520,0	9.520,0	9.520,0	9.520,0	9.520,0	9.520,0	9.520,0	9.520,0	9.520,0
723,5	723,5	723,5	723,5	723,5	723,5	723,5	723,5	723,5	723,5	723,5	723,5	723,5	723,5	723,5
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.520,0
9.520,0	9.520,0	9.520,0	9.520,0	9.520,0	9.520,0	9.520,0	9.520,0	9.520,0	9.520,0	9.520,0	9.520,0	9.520,0	9.520,0	-

Tabla 20. Dimensión financiera de la financiación.

Dimensión financiera de la financiación (pasivo)														
- Inversión	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
-47.600,0	4.899,63	4.790,46	4.681,30	4.572,14	4.462,98	4.353,81	4.244,65	4.135,49	4.026,33	3.917,16				
Coste del capital (pasivo)	5,48%													
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
3.808,00	3.698,84	3.589,67	3.480,51	3.371,35	723,52	723,52	723,52	723,52	723,52	723,52	723,52	723,52	723,52	10.243,52

Tabla 21. Coste del capital.

Tesorería										
Periodo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cash-flow explotación	4.694,7	4.769,9	4.846,4	4.924,1	5.003,0	5.083,3	5.164,9	5.247,8	5.332,0	5.417,7
intereses	1.637,4	1.528,3	1.419,1	1.310,0	1.200,8	1.091,6	982,5	873,3	764,1	655,0
dividendos	723,5	723,5	723,5	723,5	723,5	723,5	723,5	723,5	723,5	723,5
amortiz financiera CA	2.538,7	2.538,7	2.538,7	2.538,7	2.538,7	2.538,7	2.538,7	2.538,7	2.538,7	2.538,7
amortiz financiera CP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
subvención	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tesorería Neta	- 204,9	- 20,6	165,1	351,9	540,1	729,5	920,2	1.112,3	1.305,7	1.500,5
Tesorería Acumulada	- 204,9	- 225,5	60,4	291,5	831,6	1.561,0	2.481,2	3.593,5	4.899,2	6.399,7

11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
5.504,7	5.593,1	5.683,0	5.774,4	5.867,3	5.961,6	6.057,6	6.155,0	6.254,1	6.354,8	6.457,1	6.561,1	6.666,8	6.774,2	6.883,3
545,8	436,7	327,5	218,3	109,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
723,5	723,5	723,5	723,5	723,5	723,5	723,5	723,5	723,5	723,5	723,5	723,5	723,5	723,5	723,5
2.538,7	2.538,7	2.538,7	2.538,7	2.538,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.520,0
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.696,7	1.894,3	2.093,4	2.293,9	2.495,9	5.238,1	5.334,0	5.431,5	5.530,6	5.631,3	5.733,6	5.837,6	5.943,3	6.050,7	3.360,2
8.096,4	9.990,7	12.084,1	14.378,0	16.873,9	22.112,0	27.446,1	32.877,6	38.408,2	44.039,5	49.773,0	55.610,6	61.553,9	67.604,6	64.244,4

Tabla 22. Tesorería

DOCUMENTO N°3

MEDICIONES Y PRESUPUESTO

Presupuesto parcial nº 1 GENERADOR FOTOVOLTAICO

Nº	Ud	Descripción	Medición				Precio	Importe
1.1	Ud	Módulo solar fotovoltaico de células de silicio monocristalino, potencia máxima (Wp) 340 W, tensión a máxima potencia (Vmp) 37,9 V, intensidad a máxima potencia (Imp) 8,97 A, tensión en circuito abierto (Voc) 46,2 V, intensidad de cortocircuito (Isc) 9,48 A, eficiencia 17,49%, 72 células, vidrio exterior templado de 4 mm de espesor, capa adhesiva de etilvinilacetato (EVA), capa posterior de polifluoruro de vinilo, poliéster y polifluoruro de vinilo (TPT), marco de aluminio anodizado, temperatura de trabajo -40°C hasta 85°C, dimensiones 1960x992x40 mm, peso 22,4 kg, con caja de conexiones con diodos, cables y conectores. Incluso accesorios de montaje y material de conexionado eléctrico. Incluye: Colocación y fijación. Conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto. Criterio de valoración económica: El precio no incluye la estructura soporte.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	String 1		17				17,000	
	String 2		17				17,000	
	String 3		18				18,000	
	String 4		18				18,000	
	String 5		18				18,000	
	String 6		18				18,000	
	String 7		17				17,000	
	String 8		17				17,000	
							140,000	140,000
	Total Ud:						140,000	151,06
								21.148,40
1.2	Ud	Estructura de soporte para instalación de módulos fotovoltaicos, KH915 de SUNFER, formada por perfiles de aluminio, tornillería de acero inoxidable, diseñada y modulada para instalar hasta 19 módulos fotovoltaicos (1960x992 mm) dispuestos en horizontal. Totalmente instalada la unidad de manera coplanar atornillada a correas metálicas existentes de cubierta metálica. Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	Strings 1 a 8		8				8,000	
							8,000	8,000
	Total Ud:						8,000	271,11
								2.168,88
Total presupuesto parcial nº 1 GENERADOR FOTOVOLTAICO :								23.317,28

Presupuesto parcial nº 2 INVERSOR

Nº	Ud	Descripción	Medición				Precio	Importe
2.1	Ud	Inversor trifásico, potencia máxima de entrada 29,76 kW, voltaje de entrada máximo 850 Vcc, rango de voltaje de entrada de 480 a 850 Vcc, potencia nominal de salida 20 kW, potencia máxima de salida 22 kVA, eficiencia máxima 98,3%, dimensiones 525x470x262 mm, con comunicación vía Wi-Fi para control remoto desde un smartphone, tablet o PC, puertos Ethernet. Incluso accesorios necesarios para su correcta instalación. Incluye: Montaje, fijación y nivelación. Conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Strings 1 a 4	1				1,000	
		Strings 5 a 8	1				1,000	
							2,000	2,000

Presupuesto parcial nº 3 CABLEADO

Nº	Ud	Descripción	Medición			Precio	Importe
3.1	M	Cable eléctrico unipolar, resistente a la intemperie, para instalaciones fotovoltaicas, garantizado por 30 años, tipo ZZ-F, tensión máxima en corriente continua 1,8 kV, reacción al fuego clase Eca, con conductor de cobre, flexible (clase 5), de 1x4 mm² de sección, aislamiento de elastómero reticulado, de tipo EI6, cubierta de elastómero reticulado, de tipo EM5, aislamiento clase II, de color negro, y con las siguientes características: no propagación de la llama, baja emisión de humos opacos, reducida emisión de gases tóxicos, libre de halógenos, nula emisión de gases corrosivos, resistencia a la absorción de agua, resistencia al frío, resistencia a los rayos ultravioleta, resistencia a los agentes químicos, resistencia a las grasas y aceites, resistencia a los golpes y resistencia a la abrasión. Totalmente montado, conexionado y probado. Incluye: Tendido del cable. Conexionado. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.					
TRAMO (Ramas módulos-caja de continua)		Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Strings 1 a 8		16	40,000			640,000	
						640,000	640,000
				Total m	640,000	1,29	825,60
3.2	M	Cable eléctrico unipolar, resistente a la intemperie, para instalaciones fotovoltaicas, garantizado por 30 años, tipo ZZ-F, tensión máxima en corriente continua 1,8 kV, reacción al fuego clase Eca, con conductor de cobre, flexible (clase 5), de 1x6 mm² de sección, aislamiento de elastómero reticulado, de tipo EI6, cubierta de elastómero reticulado, de tipo EM5, aislamiento clase II, de color negro, y con las siguientes características: no propagación de la llama, baja emisión de humos opacos, reducida emisión de gases tóxicos, libre de halógenos, nula emisión de gases corrosivos, resistencia a la absorción de agua, resistencia al frío, resistencia a los rayos ultravioleta, resistencia a los agentes químicos, resistencia a las grasas y aceites, resistencia a los golpes y resistencia a la abrasión. Totalmente montado, conexionado y probado. Incluye: Tendido del cable. Conexionado. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.					
TRAMO (Caja continua-Inversores)		Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Caja 1 - Inversor 1		2	18,000			36,000	
Caja 2 - Inversor 2		2	18,000			36,000	
						72,000	72,000
				Total m	72,000	3,8	273,60

- 3.3 M** Cable unipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión máxima en corriente continua 1,8 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 16 mm² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Incluso accesorios y elementos de sujeción. Totalmente montado, conexionado y probado.
 Incluye: Tendido del cable. Conexionado.
 Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.
 Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

TRAMO (Alterna)	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Salida Inversor 1	3	12,000			36,000	
Salida Inversor 2	3	12,000			36,000	
					72,000	72,000
Total m:					72,000	5,22
Total presupuesto parcial nº 3 CABLEADO :						1.475,04

Presupuesto parcial nº 4 PROTECCIONES, CAJAS

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
4.1	Ud	Conjunto fusible formado por fusible cilíndrico, intensidad nominal 16 A, poder de corte 100 kA, tamaño 10x38 mm y base modular para fusibles cilíndricos, unipolar (1P), intensidad nominal 32 A. Totalmente montado, conexionado y probado. Incluye: Montaje y conexionado del elemento. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.			
		Total Ud	16,000	9,35	149,60
4.2	Ud	Descargador de tensión tipo C (clase II), bipolar (2P) CC, 20 kA de corriente nominal de descarga, tensión máxima 1100 V, indicador visual. Totalmente montado, conexionado y probado.			
		Total Ud	4,000	71,89	287,56
4.3	Ud	Interruptor general automático para corriente continua, 2 polos y tensión máxima de utilización 1200 V, intensidad máxima 25 A. Totalmente montado, conexionado y probado.			
		Total Ud	2,000	479,56	959,12
4.4	Ud	Descargador de tensión tipo C (clase II), tres polos (3p+1) CA, corriente de descarga 20 kA de corriente nominal de descarga, tensión nominal 230 V. Totalmente montado, conexionado y probado.			
		Total Ud	4,000	85,90	343,60
4.5	Ud	Armario monobloc de poliéster reforzado con fibra de vidrio, de 250x300x140 mm, color gris RAL 7035, con grados de protección IP66 e IK10; instalación en superficie. Incluye: Replanteo. Colocación y fijación. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.			
		Uds. Largo Ancho Alto		Parcial	Subtotal
Caja CC		2		2,000	
				2,000	2,000
		Total Ud	2,000	52,75	105,50
4.6	U	Interruptor automático magnetotérmico tetrapolar de 63 A con poder de corte 35000 A para varios tipos de curvas de corte. Con indicador de corte en maneta y posibilidad de acople de auxiliares, tensión de aislamiento de 500V en CA y doble aislamiento clase 2. Según normas UNE, REBT y de la compañía suministradora. Medida la unidad ejecutada			
		Total u	1,000	356,96	356,96
4.7	U	Interruptor diferencial II de 25 A de intensidad nominal y 0,03 A de sensibilidad tipo AC, construido según REBT y normas de la compañía suministradora. Medida la cantidad ejecutada.			
		Total u	1,000	62,89	62,89
4.8	Ud	Toma de tierra compuesta por pica de acero cobreado de 2 m de longitud, hincada en el terreno, conectada a puente para comprobación, dentro de una arqueta de registro de polipropileno de 30x30 cm. Incluso grapa abarcón para la conexión del electrodo con la línea de enlace y aditivos para disminuir la resistividad del terreno. Incluye: Replanteo. Excavación con medios mecánicos. Eliminación de las tierras sueltas del fondo de la excavación. Hincado de la pica. Colocación de la arqueta de registro. Conexión del electrodo con la línea de enlace. Relleno del trasdós. Conexión a la red de tierra. Montaje, conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento. Realización de pruebas de servicio. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.			

			Total Ud:	1,000	159,15	159,15
4.9	M	Conductor de tierra formado por cable rígido desnudo de cobre trenzado, de 25 mm² de sección. Incluso uniones realizadas con soldadura aluminotérmica, grapas y bornes de unión. Totalmente montado, conexionado y probado. Incluye: Replanteo del recorrido. Tendido del conductor de tierra. Conexionado del conductor de tierra mediante bornes de unión. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.				
			Total m:	10,000	3,53	35,30
Total presupuesto parcial nº 4 PROTECCIONES, CAJAS :						2.459,68

Presupuesto parcial nº 5 CANALIZACIONES

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
-----------	-----------	--------------------	-----------------	---------------	----------------

5.1	M	Suministro e instalación enterrada de canalización de tubo curvable, suministrado en rollo, de polietileno de doble pared (interior lisa y exterior corrugada), de color naranja, de 160 mm de diámetro nominal, resistencia a la compresión 450 N, colocado sobre lecho de arena de 5 cm de espesor, debidamente compactada y nivelada con pisón vibrante de guiado manual, relleno lateral compactando hasta los riñones y posterior relleno con la misma arena hasta 10 cm por encima de la generatriz superior de la tubería. Incluso cinta de señalización. Incluye: Replanteo. Ejecución del lecho de arena para asiento del tubo. Colocación del tubo. Colocación de la cinta de señalización. Ejecución del relleno envolvente de arena. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto. Criterio de valoración económica: El precio incluye los equipos y la maquinaria necesarios para el desplazamiento y la disposición en obra de los elementos, pero no incluye la excavación ni el relleno principal.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Conexión con cuadro de acometida				8,000			8,000	
							8,000	8,000
Total m:							8,000	9,58
								76,64
5.2	M	Bandeja perforada de compuesto termoplástico libre de halógenos, color gris RAL 7038, de 100x400 mm, resistencia al impacto 20 julios, propiedades eléctricas: aislante, no propagador de la llama, estable frente a los rayos UV y con buen comportamiento a la intemperie y frente a la acción de los agentes químicos, con 1 compartimento y tapa de compuesto termoplástico libre de halógenos, color gris RAL 7038, con soporte horizontal, de acero galvanizado, acabado con pintura epoxi color gris. Incluye: Replanteo. Fijación del soporte. Colocación y fijación de la bandeja. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Canalización módulos a caja de continua				1	18,000		18,000	
							18,000	18,000
Total m:							18,000	200,61
								3.610,98
Total presupuesto parcial nº 5 CANALIZACIONES :								3.687,62

Presupuesto parcial nº 6 OBRA CIVIL

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
----	----	-------------	----------	--------	---------

- 6.1 M3** Excavación, en zanjas, de capa de hormigón de 15 cm de espesor más terreno compactado, realizada con medios mecánicos hasta una profundidad máxima de 4 m, incluso extracción a los bordes, empleo de compresor. Incluye tapado posterior y restitución al estado originario. Medido el volumen en perfil natural.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Conexión con cuadro de acometida	1	8,000	0,500	0,500	2,000	
					2,000	2,000
Total m3:				2,000	99,38	198,76
Total presupuesto parcial nº 6 OBRA CIVIL :						198,76

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL

1 GENERADOR FOTOVOLTAICO	23.317,28
2 INVERSOR	3.372,68

3 CABLEADO	1.475,04
4 PROTECCIONES, CAJAS	2.459,68
5 CANALIZACIONES	3.687,62
6 OBRA CIVIL	198,76
Total	34.511,06

Asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de TREINTA Y CUATRO MIL QUINIENTOS ONCE CON SEIS CÉNTIMOS.

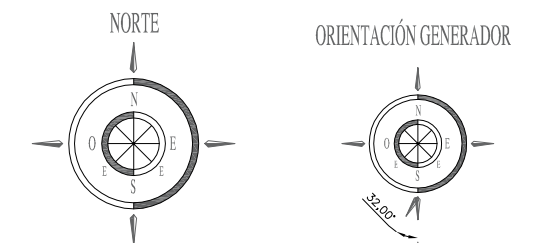
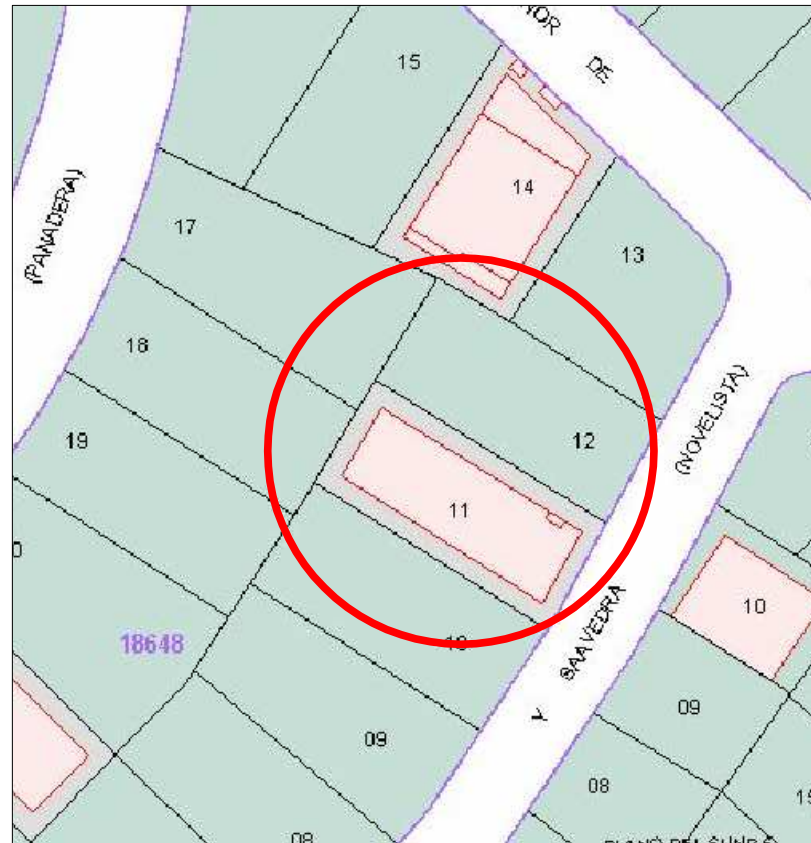
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA

Capítulo	Importe
1 GENERADOR FOTOVOLTAICO .	23.317,28
2 INVERSOR .	3.372,68
3 CABLEADO .	1.475,04
4 PROTECCIONES, CAJAS .	2.459,68
5 CANALIZACIONES .	3.687,62
6 OBRA CIVIL .	198,76
Presupuesto de ejecución material	34.511,06
13% de gastos generales	4.486,44
6% de beneficio industrial	2.070,66
Suma	41.068,16
21% IVA	8.624,31
Presupuesto de ejecución por contrata	49.692,47

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata a la expresada cantidad de CUARENTA Y NUEVE MIL SEISCIENTOS NOVENTA Y DOS CON CUARENTA Y SIETE CÉNTIMOS.

DOCUMENTO Nº4

PLANOS



LOCALIZACIÓN

UTM Huso 30 ETRS89 :	x=431816,04m y=4186249,91m
Latitud :	37° 49' 16" N
Longitud :	3° 46' 29" O
Altitud :	400 m.s.n.a
Dirección :	Polígono Nuevo Jaén C/ Mariana de Carvajal y Saavedra, 49-51. 23009 Jáen

CONFIGURACIÓN TÉCNICA

Potencia AC :	40,00 kW
Potencia DC :	47,60 kWp
Estructura Solar :	Metálica Coplanar
Modelo Módulo FV :	CS6U-340M
Potencia Módulo :	340 Wp
Número Módulos :	140
Config. Generador FV :	4 ramas x 17 módulos 4 ramas x 18 módulos

AUTOR

Germán Estévez Peinado

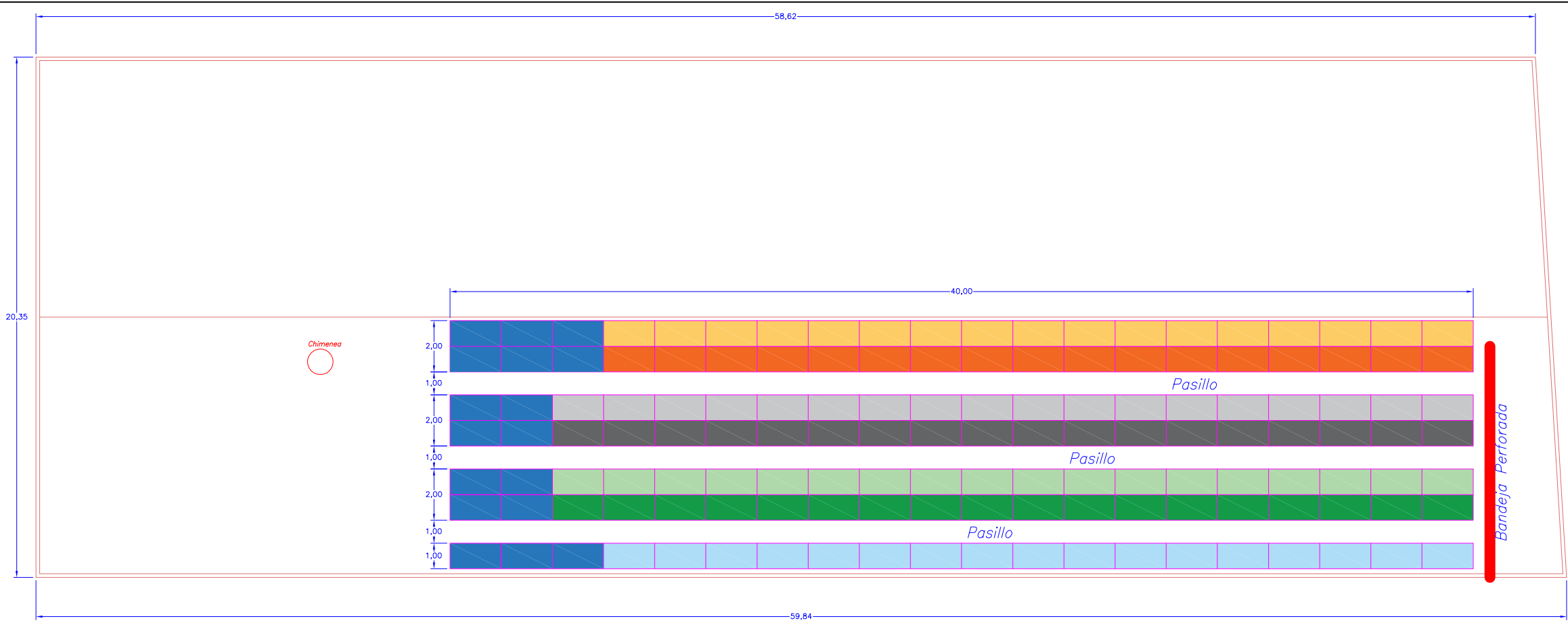
PROYECTO

Instalación fotovoltaica de autoconsumo en una industria de procesamiento de biocombustible sólido a partir de desechos del olivar

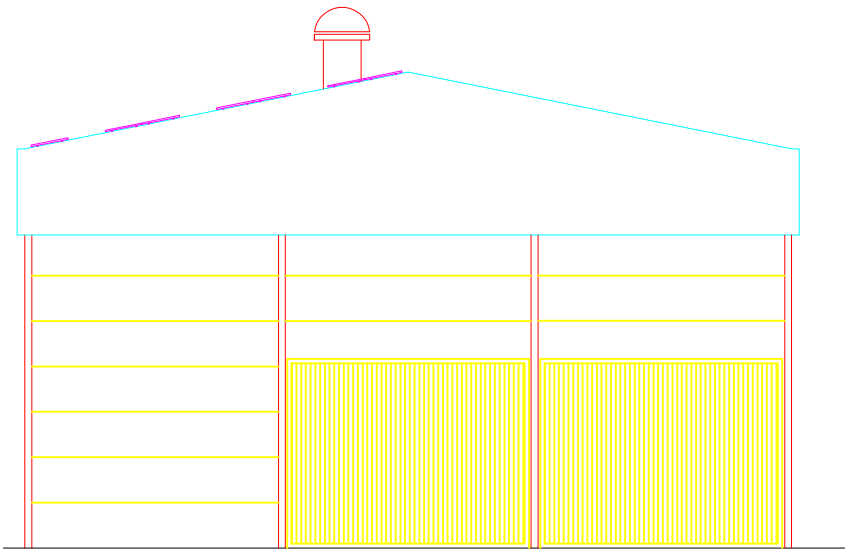
PLANO

SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

FECHA	ESCALA	Nº PLANO
Dic. 2020	S/E	1

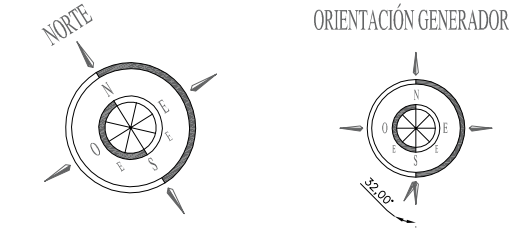


PLANTA DE CUBIERTA



ALZADO PPAL.

INVERSOR	SEGUIDOR PMP	RAMA	N° MÓDULOS
INVERSOR 1	1	1	17
		2	17
	2	3	18
		4	18
INVERSOR 2	1	5	18
		6	18
	2	7	17
		8	17



LOCALIZACIÓN

UTM Huso 30 ETRS89 :	x=431816,04m y=4186249,91m
Latitud :	37° 49' 16" N
Longitud :	3° 46' 29" O
Altitud :	400 m.s.n.a
Dirección :	Polígono Nuevo Jaén C/ Mariana de Carvajal y Saavedra, 49-51. 23009 Jaén

CONFIGURACIÓN TÉCNICA

Potencia AC :	40,00 kW
Potencia DC :	47,60 kWp
Estructura Solar :	Metálica Coplanar
Modelo Módulo FV :	CS6U-340M
Potencia Módulo :	340 Wp
Número Módulos :	140
Config. Generador FV :	4 ramas x 17 módulos 4 ramas x 18 módulos

AUTOR

Germán Estévez Peinado

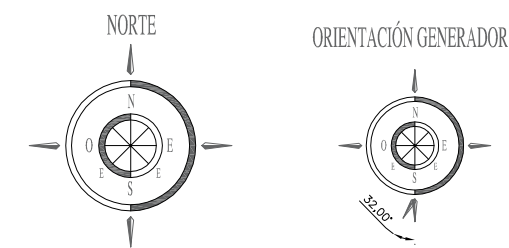
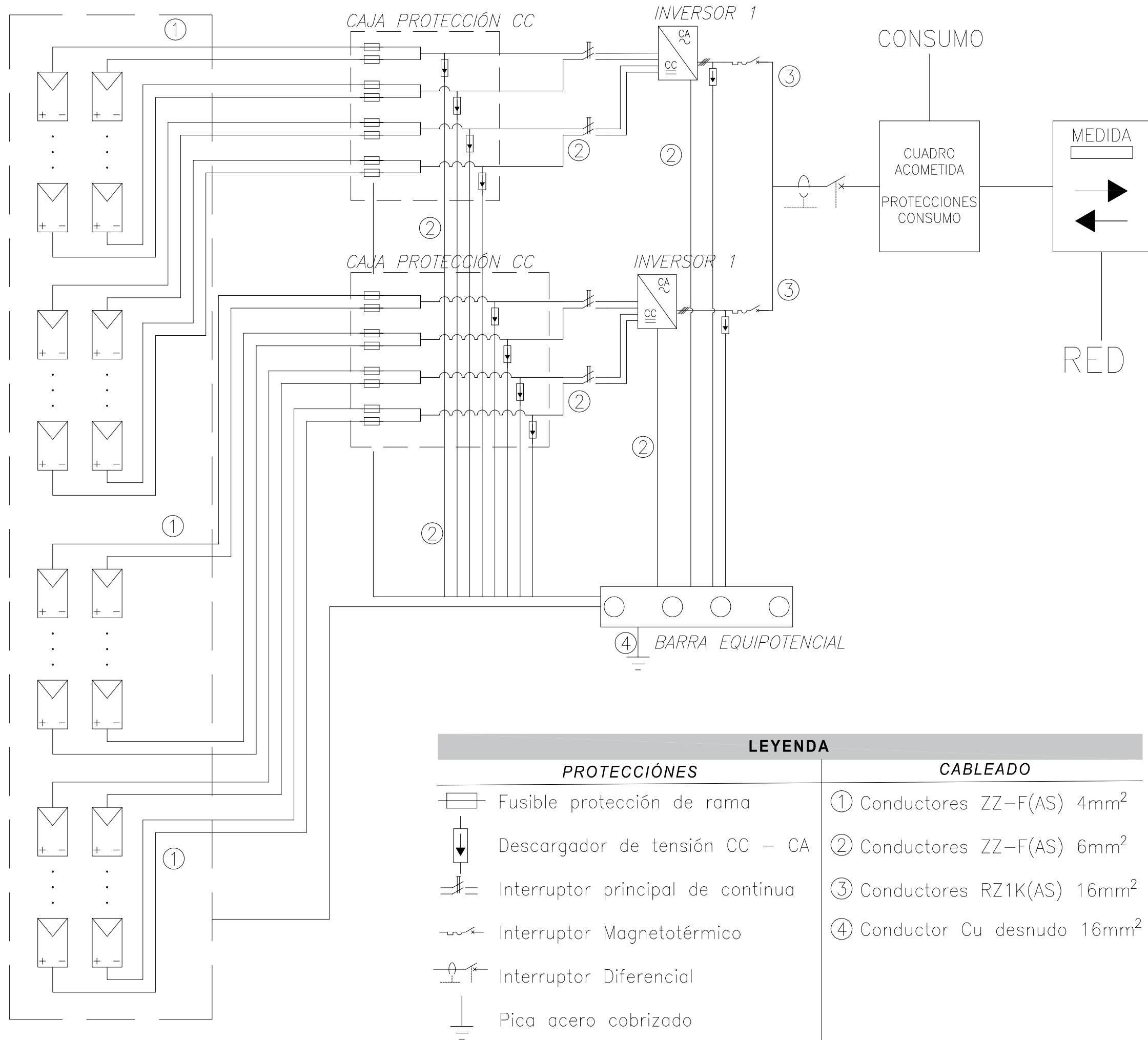
PROYECTO

Instalación fotovoltaica de autoconsumo en una industria de procesamiento de biocombustible sólido a partir de desechos del olivar

PLANO

DISTRIBUCIÓN DE MÓDULOS

FECHA	ESCALA	N° PLANO
Dic. 2020	1/200	2



LOCALIZACIÓN

UTM Huso 30 ETRS89 :	x=431816,04m y=4186249,91m
Latitud :	37° 49' 16" N
Longitud :	3° 46' 29" O
Altitud :	400 m.s.n.a
Dirección :	Polígono Nuevo Jaén C/ Mariana de Carvajal y Saavedra, 49-51. 23009 Jáen

CONFIGURACIÓN TÉCNICA

Potencia AC :	40,00 kW
Potencia DC :	47,60 kWp
Estructura Solar :	Metálica Coplanar
Modelo Módulo FV :	CS6U-340M
Potencia Módulo :	340 Wp
Número Módulos :	140
Config. Generador FV :	4 ramas x 17 módulos 4 ramas x 18 módulos

AUTOR

Germán Estévez Peinado

PROYECTO

Instalación fotovoltaica de autoconsumo en una industria de procesamiento de biocombustible sólido a partir de desechos del olivar

PLANO

ESQUEMA UNIFILAR

LEYENDA	
PROTECCIONES	CABLEADO
Fusible protección de rama	① Conductores ZZ-F(AS) 4mm ²
Descargador de tensión CC - CA	② Conductores ZZ-F(AS) 6mm ²
Interruptor principal de continua	③ Conductores RZ1K(AS) 16mm ²
Interruptor Magnetotérmico	④ Conductor Cu desnudo 16mm ²
Interruptor Diferencial	
Pica acero cobrizado	

FECHA	ESCALA	Nº PLANO
Dic. 2020	S/E	3

DOCUMENTO Nº5
FICHAS TÉCNICAS



MAXPOWER (1500 V) CS6U-325 | 330 | 335 | 340M

Canadian Solar's new 1500 V module is a product for high voltage systems, which can increase the string length of solar systems by up to 50%, saving BOS costs.

KEY FEATURES

-  Designed for high voltage systems of up to 1500 V_{DC}, saving on BoS costs
-  Cell efficiency of up to 20.0 %
-  Outstanding low irradiance performance: 96.5 %
-  High PTC rating of up to 91.7 %
-  IP67 junction box for long-term weather endurance
-  Heavy snow load up to 5400 Pa, wind load up to 2400 Pa



linear power output warranty



product warranty on materials
and workmanship

MANAGEMENT SYSTEM CERTIFICATES*

ISO 9001:2008 / Quality management system

ISO 14001:2004 / Standards for environmental management system

OHSAS 18001:2007 / International standards for occupational health & safety

PRODUCT CERTIFICATES*

IEC 61215 / IEC 61730: VDE / CE

UL 1703 / IEC 61215 performance: CEC listed (US)

UL 1703: CSA / IEC 61701 ED2: VDE / IEC 62716: VDE / Take-e-way



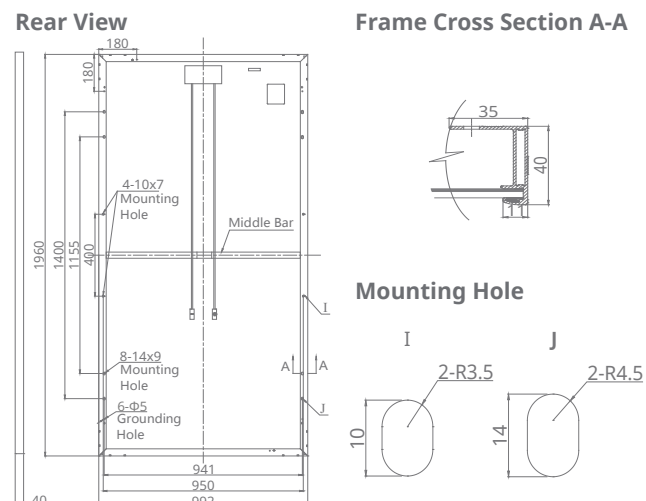
* As there are different certification requirements in different markets, please contact your local Canadian Solar sales representative for the specific certificates applicable to the products in the region in which the products are to be used.

CANADIAN SOLAR INC. is committed to providing high quality solar products, solar system solutions and services to customers around the world. As a leading PV project developer and manufacturer of solar modules with over 15 GW deployed around the world since 2001, Canadian Solar Inc. (NASDAQ: CSIQ) is one of the most bankable solar companies worldwide.

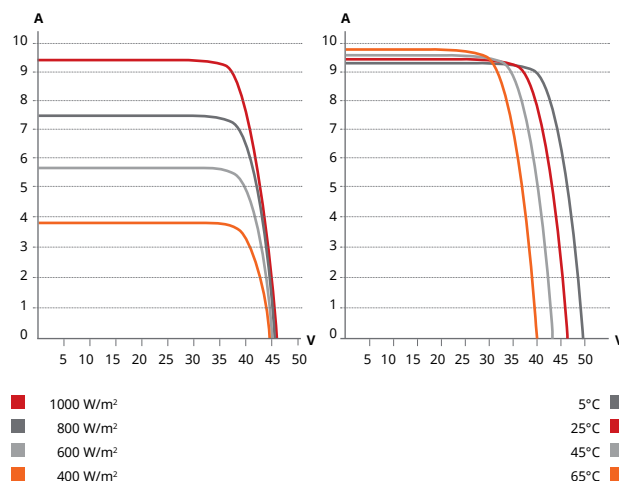
CANADIAN SOLAR INC.

545 Speedvale Avenue West, Guelph, Ontario N1K 1E6, Canada, www.canadiansolar.com, support@canadiansolar.com

ENGINEERING DRAWING (mm)



CS6U-335M / I-V CURVES



ELECTRICAL DATA | STC*

CS6U	325M	330M	335M	340M
Nominal Max. Power (Pmax)	325 W	330 W	335 W	340 W
Opt. Operating Voltage (Vmp)	37.4 V	37.5 V	37.8 V	37.9 V
Opt. Operating Current (Imp)	8.69 A	8.80 A	8.87 A	8.97 A
Open Circuit Voltage (Voc)	45.8 V	45.9 V	46.1 V	46.2 V
Short Circuit Current (Isc)	9.21 A	9.31 A	9.41 A	9.48 A
Module Efficiency	16.72%	16.97%	17.23%	17.49%
Operating Temperature	-40°C ~ +85°C			
Max. System Voltage	1500 V (IEC) or 1500 V (UL)			
Module Fire Performance	TYPE 1 (UL 1703) or CLASS C (IEC 61730)			
Max. Series Fuse Rating	15 A			
Application Classification	Class A			
Power Tolerance	0 ~ + 5 W			

* Under Standard Test Conditions (STC) of irradiance of 1000 W/m², spectrum AM 1.5 and cell temperature of 25°C.

MECHANICAL DATA

Specification	Data
Cell Type	Mono-crystalline, 6 inch
Cell Arrangement	72 (6 × 12)
Dimensions	1960 × 992 × 40 mm (77.2 × 39.1 × 1.57 in)
Weight	22.4 kg (49.4 lbs)
Front Cover	3.2 mm tempered glass
Frame Material	Anodized aluminium alloy
J-Box	IP67, 3 diodes
Cable	PV1500DC-F1 4 mm² (IEC) & 12 AWG 2000 V (UL), 1160 mm (45.7 in)
Connector	T4 series or PV2 series
Per Pallet	26 pieces, 635 kg (1400 lbs)
Per container (40' HQ)	624 pieces

ELECTRICAL DATA | NOCT*

CS6U	325M	330M	335M	340M
Nominal Max. Power (Pmax)	235 W	238 W	242 W	245 W
Opt. Operating Voltage (Vmp)	34.1 V	34.2 V	34.5 V	34.6 V
Opt. Operating Current (Imp)	6.88 A	6.96 A	7.01 A	7.10 A
Open Circuit Voltage (Voc)	42.0 V	42.1 V	42.3 V	42.4 V
Short Circuit Current (Isc)	7.46 A	7.54 A	7.62 A	7.67 A

* Under Nominal Operating Cell Temperature (NOCT), irradiance of 800 W/m², spectrum AM 1.5, ambient temperature 20°C, wind speed 1 m/s.

PERFORMANCE AT LOW IRRADIANCE

Outstanding performance at low irradiance, average relative efficiency of 96.5 % from an irradiance of 1000 W/m² to 200 W/m² (AM 1.5, 25°C).

The specification and key features described in this datasheet may deviate slightly and are not guaranteed. Due to on-going innovation, research and product enhancement, Canadian Solar Inc. reserves the right to make any adjustment to the information described herein at any time without notice. Please always obtain the most recent version of the datasheet which shall be duly incorporated into the binding contract made by the parties governing all transactions related to the purchase and sale of the products described herein.

Caution: For professional use only. The installation and handling of PV modules requires professional skills and should only be performed by qualified professionals. Please read the safety and installation instructions before using the modules.

TEMPERATURE CHARACTERISTICS

Specification	Data
Temperature Coefficient (Pmax)	-0.41 % / °C
Temperature Coefficient (Voc)	-0.31 % / °C
Temperature Coefficient (Isc)	0.053 % / °C
Nominal Operating Cell Temperature	45±2 °C

PARTNER SECTION



Smart String Inverter



Mayores ingresos

Eficiencia máxima del 98,65 %



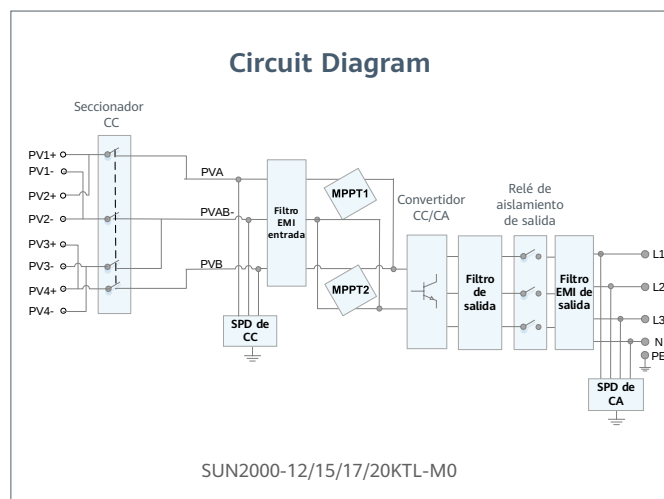
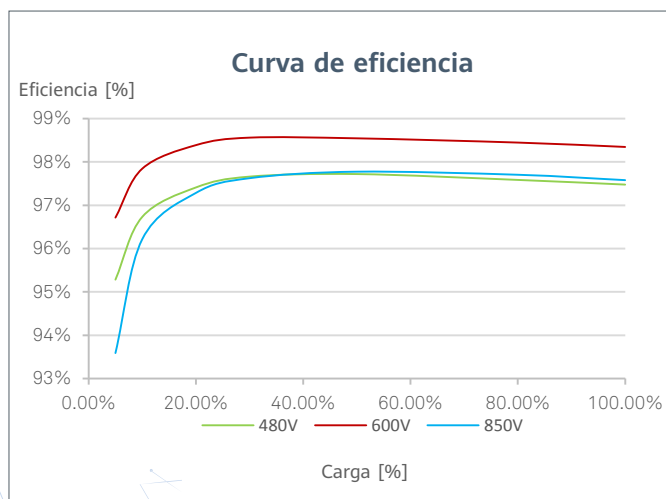
Fácil y sencillo

25 kg



Seguro y fiable

Protección contra arco eléctrico



SUN2000-12/15/17/20KTL-M0
Especificaciones técnicas

Especificaciones técnicas	SUN2000 -12KTL-M0	SUN2000 -15KTL-M0	SUN2000 -17KTL-M0	SUN2000 -20KTL-M0
---------------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------

Eficiencia

Máxima eficiencia	98.50%	98.65%	98.65%	98.65%
Eficiencia europea ponderada	98.00%	98.30%	98.30%	98.30%

Entrada

Entrada DC máxima recomendada	24,000 Wp	29,760 Wp	29,760 Wp	29,760 Wp
Tensión máxima de entrada ¹	1,080 V			
Rango de tensión de operación ²	160 V ~ 950 V			
Tensión de arranque	200 V			
Rango de tensión de potencia máxima de MPPT	380 Vdc ~ 850 Vdc	380 Vdc ~ 850 Vdc	400 Vdc ~ 850 Vdc	480 Vdc ~ 850 Vdc
Tensión nominal de entrada	600 V			
Intensidad de entrada máxima por MPPT	22 A			
Intensidad de cortocircuito máxima	30 A			
Cantidad de rastreadores MPP	2			
Cantidad máxima de entradas por MPPT	2			

Salida

Conexión a red eléctrica	Tres fases			
Potencia nominal activa de CA	12,000 W	15,000 W	17,000 W	20,000 W
Máx. potencia aparente de CA	13,200 VA	16,500 VA	18,700 VA	22,000 VA
Tensión nominal de Salida	220 Vac / 380 Vac, 230 Vac / 400 Vac, 3W + N + PE			
Frecuencia nominal de red de CA	50 Hz / 60 Hz			
Máx. intensidad de salida	20 A	25.2 A	28.5 A	33.5 A
Factor de potencia ajustable	0,8 capacitivo ... 0,8 inductivo			
Máx. distorsión armónica total	≤ 3 %			

Características y protecciones

Dispositivo de desconexión del lado de entrada	Sí
Protección anti-isla	Sí
Protección contra sobreintensidad de CA	Sí
Protección contra cortocircuito de CA	Sí
Protección contra sobretensión de CA	Sí
Protección contra polaridad inversa CC	Sí
Protección contra descargas atmosféricas CC ³	Sí
Protección contra descargas atmosféricas CA ³	Sí
Monitorización de corriente residual	Sí
Protección contra fallas de arco	Sí
Control del receptor Ripple	Sí

Datos generales

Rango de temperatura de operación	-25 ~ + 60 °C (Derating por encima de 45 ° C @ Potencia nominal de salida)
Humedad de operación relativa	0 % RH ~ 100% RH
Altitud de operación	0 - 4,000 m (disminución de la capacidad eléctrica a partir de los 2,000 m)
Ventilación	Convección natural
Pantalla	LED Indicators
Comunicación	RS485; WLAN vía Smart Dongle-WLAN/WLAN-FE; Ethernet vía Smart Dongle-WLAN-FE; 4G / 3G / 2G vía Smart Dongle-4G
Peso (incluida ménsula de montaje)	25 kg
Dimensiones (incluida ménsula de montaje)	525 x 470 x 262 mm
Grado de protección	IP65
Consumo de noche la durante energía	< 1 W

Cumplimiento de estándares (más opciones disponibles previa solicitud)

Seguridad	EN/IEC 62109-1, EN/IEC 62109-2
Estándares de conexión a red eléctrica	G98, G99, EN 50438, CEI 0-21, CEI 0-16, VDE-AR-N-4105, VDE-AR-N-4110, AS 4777, C10/11, ABNT, UTE C15-712, RD 1699, RD 661, PO 12.3, TOR D4, NRS 097-2-1, IEC61727, IEC62116, DEWA 2.0

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

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

* 3 Compatible TYPE II protection class according to EN / IEC 61643-11



PLAZO DE ENTREGA
INMEDIATO

KH915 Premontado



Estructura formada por perfiles RCVE 4.0 y fijación L120

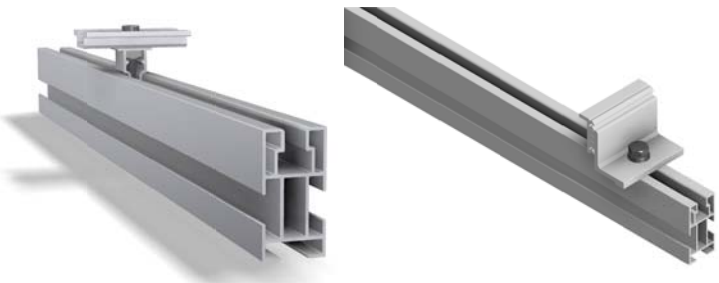


Perfiles completamente
mecanizados, embalados
y listos para su montaje.

- CARACTERÍSTICAS DEL PRESOR :**
- Válido para módulos de 33 hasta 50 mm. de espesor.
 - Fácil montaje.



Presor central



Presor lateral



TODO
PREMONTADO

Cargas y Características técnicas:

Peso propio paneles	121 N/m ²
Sobrecarga de uso	No está prevista ni para mantenimiento
Viento	España 29 m/s Eurocódigo 1 Portugal 27 m/s Eurocódigo 1
Periodo retorno	10 años
Altura máxima	España 5 m. / Portugal 8 m.
Categoría del terreno	III. Áreas con recubrimiento regular de vegetación o edificios u obstáculos aislados con separación máxima de 20 veces la altura del obstáculo (por ejemplo, pueblos, terreno suburbano, bosques)
Carga de nieve	Válido para España y Portugal para zona III. 200 N/m ²

MATERIALES

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

Cláusulas:

- (1) El montador de una instalación fotovoltaica debe garantizar antes del montaje que la cubierta soporta las cargas transmitidas, para su correcta instalación.
- (2) Se deberán respetar todas las recomendaciones indicadas en los planos de montaje.
- (3) Se debe comprobar que los puntos de anclaje para los módulos son compatibles con las especificaciones del fabricante.
- (4) Distribuir los módulos para que su colocación sea simétrica a lo largo del soporte y dejando los sobrantes en los extremos.
- (5) Se deberá seguir el plan de mantenimiento que proporciona Sunfer.
- (6) Documentos relacionados:
 - Plano de montaje.
 - Manual de montaje.
 - Reacciones y anclajes.
 - Certificado de garantía.
- (7) Nos reservamos el derecho a realizar modificaciones en el producto en cualquier momento sin aviso previo si desde nuestro punto de vista son necesarias para la mejora de la calidad. Las ilustraciones pueden ser sólo ejemplos y, por tanto, la imagen que aparece puede diferir del producto suministrado.

Válido para :

- Chapa simple.
- Chapa sandwich.
- Cubiertas de hormigón.
- Fijación sobre subestructura.

Disponibilidad de tuercas antirrobo.
Opción de aluminio acabado en crudo y anodizado.

Material 100% reciclable.

Cómoda instalación.

Garantía: Hasta 25 años*

*Ver condiciones especiales de garantía.



SUNFER
ENERGY
STRUCTURES

FICHA TÉCNICA



CABLES PARA INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS EN HUERTAS SOLARES Y TEJADOS.

Los cables **Exzhellent Solar ZZ-F (AS)** y **XZ1FA3Z-K (AS)** han sido diseñados para resistir las exigentes condiciones ambientales que se producen en cualquier tipo de instalación fotovoltaica, ya sea fija, móvil, sobre tejado o de integración arquitectónica.

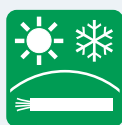
Con los cables **Exzhellent Solar** conseguirá la máxima eficiencia de sus instalaciones, garantizando la evacuación de la energía producida durante toda la vida útil de su instalación.

CARACTERÍSTICAS OBLIGATORIAS

RESISTENCIA A LA INTEMPERIE



TEMPERATURA MÁXIMA DEL CONDUCTOR:
120° C⁽¹⁾
IEC 60216



RESISTENCIA A TEMPERATURAS EXTREMAS
Mínima: -40°C
IEC 60811-1-4



RESISTENCIA A LOS RAYOS ULTRAVIOLETAS (UV)
UL 1581



RESISTENCIA AL OZONO
IEC 60811-2-1



RESISTENCIA A LA ABSORCIÓN DE AGUA
IEC 60811-1-3

VIDA ÚTIL



VIDA ÚTIL 30 AÑOS
IEC 60216

RESISTENCIA MECÁNICA



RESISTENCIA AL IMPACTO
IEC 60811-1-4



RESISTENCIA A LA ABRASIÓN
EN 50305



RESISTENCIA AL DESGARRO
IEC 61034-2

ECOLÓGICO - ALTA SEGURIDAD (AS)



ECOLÓGICO



LIBRE DE HALÓGENOS
IEC 60754-1



BAJA EMISIÓN DE GASES CORROSIVOS
IEC 60754-2



BAJA OPACIDAD DE HUMOS
IEC EN 61034-2



NO PROPAGADOR DEL INCENDIO
IEC 60332-3

(1) Hasta 20.000 horas de funcionamiento (IEC 60216-1)

PANELES FOTOVOLTAICOS

SERVICIO MÓVIL

TENSIÓN 1,8 kV DC - 0,6 / 1 kV AC

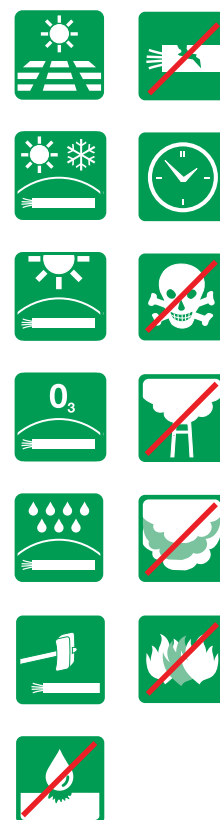


EXZHELLENT SOLAR ZZ-F (AS) 1,8 kV DC - 0,6/1 kV AC

Conductor: Cobre estañado clase 5 para servicio móvil (-F)
 Aislamiento: Elastómero termoestable libre de halógenos (Z)
 Cubierta: Elastómero termoestable libre de halógenos (Z)
 Norma: TÜV 2 Pfg 1169/08.2007



Ecológico



Código	Sección	Color (*)	Diámetro exterior	Peso	Radio Mín. Curvatura	Resist. Máx. del conductor a 20 °C	Intensidad al Aire ⁽¹⁾	Caída de tensión en DC
	mm²		mm²	kg/km	mm²	Ω/km	A	V/A.km
1614106	1x1,5	■ ■	4,3	35	18	13,7	30	38,17
1614107	1x2,5	■ ■	5,0	50	20	8,21	41	22,87
1614108	1x4	■ ■	5,6	65	23	5,09	55	14,18
1614109	1x6	■ ■	6,3	85	26	3,39	70	9,445
1614110	1x10	■ ■	7,9	140	32	1,95	96	5,433
1614111	1x16	■ ■	8,8	200	35	1,24	132	3,455
1614112	1x25	■ ■	10,5	295	42	0,795	176	2,215
1614113	1x35	■ ■	11,8	395	47	0,565	218	1,574

Disponibilidad bajo pedido hasta 1x300 mm²

(*) Posibilidad de suministrar con cubierta ■

(1) Al aire, a 60 °C Según norma TÜV 2 Pfg 1169/08.2007

HUERTAS SOLARES

SERVICIO FIJO

TENSIÓN 1,8 kV DC - 0,6 / 1 kV AC

GC EXZHELLENT SOLAR XZ1FA3Z-K (AS) 1,8 kV DC - 0,6/1 kV AC

LA MEJOR PROTECCIÓN MECÁNICA DURANTE EL TENDIDO,
LA INSTALACIÓN Y EL SERVICIO

EXZHELLENT SOLAR XZ1FA3Z-K (AS) 1,8 kV DC-0,6/1 kV AC

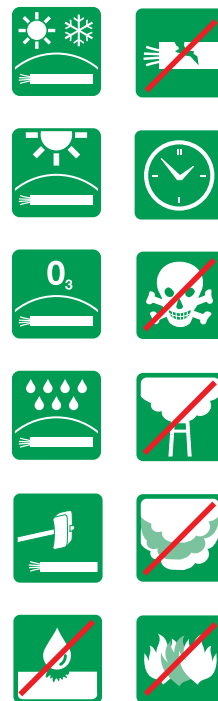
Conductor:	Cobre Clase 5 para servicio fijo [-k]
Aislamiento:	Polietileno Reticulado XLPE (X)
Asiento de Armadura:	Poliolefina libre de halógenos [Z1]
Armadura:	Fleje corrugado de AL (FA3)
Cubierta:	Elastómero termoestable libre de halógenos [Z]. Color Negro
Norma:	AENOR EA 0038



Ecológico



Resistente a la acción de los roedores



Código	Sección	Diámetro exterior	Peso	Radio Mín. Curvatura	Intensidad al Aire ⁽¹⁾	Intensidad Enterrado ⁽²⁾	Caída tensión en DC
	mm ²	mm ²	kg/km	mm ²	A	A	V/A.km
1618110	1x10	12,0	230	120	80	77	4,87
1618111	1x16	13,0	290	130	107	100	3,09
1618112	1x25	14,8	405	150	140	128	1,99
1618113	1x35	15,9	510	160	174	154	1,41
1618114	1x50	17,5	665	175	210	183	0,984
1618115	1x70	19,8	895	200	269	224	0,694
1618116	1x95	21,6	1.125	220	327	265	0,525
1618117	1x120	23,6	1.390	240	380	302	0,411
1618118	1x150	25,6	1.695	260	438	342	0,329
1618119	1x185	27,5	2.010	275	500	383	0,270
1618120	1x240	30,8	2.615	310	590	442	0,204
1618121	1x300	34,4	3.245	345	659	500	0,163

(1) Al aire a 40°C según UNE 20460-5-523 Tabla A.52-1 bis Método F, 2 conductores cargados

(2) Enterrado, 25°C, 0,7 m de profundidad, 1,5 K m/W según UNE 20460-5-523 Tabla A.52-2 bis Método D

EXZHELLENT XXI 1000V RZ1-K (AS)

TENSIÓN: 0.6/1 kV



NORMAS

UNE 21123-4 - Norma constructiva
UNE-EN 60332-1 - No propagador de la llama
UNE-EN 60332-3 - No propagador del incendio
UNE-EN 50267 - Baja acidez y corrosividad de los gases
UNE-EN 61034 - Baja opacidad de los humos emitidos
IEC 60332-1 - No propagador de la llama
IEC 60332-3 - No propagador del incendio
IEC 60754 - Baja acidez y corrosividad de los gases
IEC 61034 - Baja opacidad de los humos emitidos

CONSTRUCCIÓN

CONDUCTOR:

Cobre, flexible clase 5

AISLAMIENTO:

Polietileno reticulado (XLPE)

CUBIERTA EXTERIOR:

Poliolefina termoplástica libre de halógenos

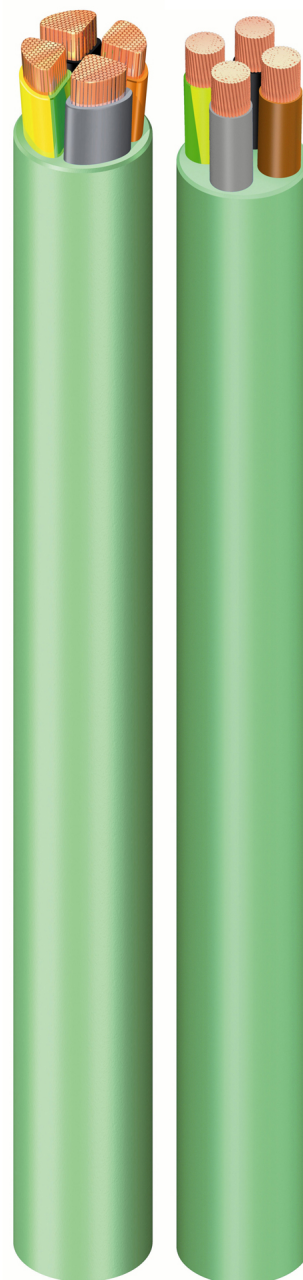
APLICACIONES Y CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

La serie de cables EXZHELLENT XXI está constituida por cables flexibles unipolares y multipolares de 600/1000V. Su designación técnica es RZ1-K. La temperatura máxima de servicio del cable es de 90°C, siendo capaz de trabajar a muy baja temperatura (-40°C)

A partir de la sección de 50 mm² inclusive se ofrece la configuración SECTORFLEX con conductor sectorial flexible que, manteniendo idénticas prestaciones eléctricas y los mismos terminales y accesorios convencionales que el cable circular, consigue un menor diámetro y peso del cable, incrementando significativamente su manejabilidad y facilidad de instalación.

Los cables de Alta Seguridad (AS) son No Propagadores de la Llama ni del Incendio, de reducida opacidad de los humos emitidos, libres de halógenos y de reducida acidez y corrosividad de los gases emitidos durante la combustión.

Son cables especialmente indicados para ser instalados en viviendas (línea general de alimentación y derivaciones individuales) según indica el Reglamento de Baja Tensión en las correspondientes ITC-BT-14 y 15, en los locales de pública concurrencia según ITC-BT-28, así como en aquellos lugares donde se pretenda elevar el grado de seguridad.



EXZHELLENT XXI 1000V RZ1-K (AS)

TENSIÓN: 0.6/1 kV



								
	mm ²	mm	kg/km	mm	A	A	V/A.km	V/A.km
1992106	1x1.5	5,7	45	25	21	27	23,65	29,37
1992107	1x2.5	6,1	60	25	29	36	14,24	17,62
1992108	1x4	6,7	75	30	38	46	8,873	10,93
1992109	1x6	7,2	95	30	49	58	5,95	7,288
1992110	1x10	8,2	140	35	68	77	3,484	4,218
1992111	1x16	9,2	195	40	91	100	2,24	2,672
1992112	1x25	10,8	285	45	116	128	1,476	1,723
1992113	1x35	11,9	380	50	144	154	1,073	1,224
1992114	1x50	13,5	520	55	175	183	0,773	0,852
1992115	1x70	15,6	715	65	224	224	0,568	0,601
1992116	1x95	17,4	925	70	271	265	0,449	0,455
1992117	1x120	19,4	1165	80	314	302	0,368	0,356
1992118	1x150	21,4	1445	90	363	342	0,311	0,285
1992119	1x185	23,3	1745	95	415	383	0,27	0,234
1992120	1x240	26,6	2295	135	490	442	0,223	0,177
1992121	1x300	30,2	2895	155	563	500	0,193	0,142
1992122	1x400	34,8	3930	175	674	570	0,164	0,107
1992123	1x500	39,5	5055	200	774	660	0,146	0,085
1992206	2x1.5	8,6	100	35	24	27	23,61	29,37
1992207	2x2.5	9,4	130	40	33	36	14,2	17,62
1992208	2x4	10,5	170	45	45	46	8,839	10,93
1992209	2x6	11,6	220	50	57	58	5,919	7,288
1992210	2x10	13,5	330	55	79	77	3,458	4,218
1992211	2x16	15,5	465	65	105	100	2,218	2,672
1992212	2x25	18,8	700	75	123	128	1,458	1,723
1992213	2x35	21,8	985	90	154	154	1,057	1,224
1998214	2x50	21,3	1150	85	188	183	0,759	0,852
1998215	2x70	24,7	1590	100	244	224	0,556	0,601
1998216	2x95	27,7	2060	140	296	265	0,438	0,455
1998217	2x120	31,3	2630	160	348	302	0,358	0,356
1998218	2x150	34,5	3245	175	404	342	0,302	0,285
1998219	2x185	37,8	3935	190	464	383	0,262	0,234
1998220	2x240	43,3	5200	220	552	442	0,215	0,177
1992306	3G1.5	9,0	115	40	20	23	23,61	29,37
1992307	3G2.5	9,9	155	40	26	30	14,2	17,62
1992308	3G4	11,1	205	45	36	38	8,839	10,93
1992309	3G6	12,3	275	50	46	48	5,919	7,288
1992310	3G10	14,3	415	60	65	64	3,458	4,218
1992311	3G16	16,5	600	70	87	82	2,218	2,672
1992311	3x16	16,5	600	70	87	82	2,218	2,672
1992312	3x25	20,0	900	80	110	106	1,458	1,723
1992313	3x35	23,3	1270	95	137	129	1,057	1,224
1998314	3x50	24,9	1550	100	167	152	0,759	0,852
1998315	3x70	29,2	2160	150	214	187	0,556	0,601
1998316	3x95	32,5	2790	165	259	222	0,438	0,455
1998317	3x120	36,7	3555	185	301	253	0,358	0,356
1998318	3x150	40,6	4405	205	353	286	0,302	0,285
1998319	3x185	44,3	5330	225	391	320	0,262	0,234
1998320	3x240	50,8	7035	305	468	370	0,215	0,177
1992406	4G1.5	9,9	140	40	20	23	23,61	29,37
1992407	4G2.5	10,9	185	45	26	30	14,2	17,62

EXZHELLENT XXI 1000V RZ1-K (AS)

TENSIÓN: 0.6/1 kV



								
	mm ²	mm	kg/km	mm	A	A	V/A.km	V/A.km
1992408	4G4	12,2	255	50	36	38	8,839	10,93
1992409	4G6	13,5	340	55	46	48	5,919	7,288
1992410	4G10	15,8	525	65	65	64	3,458	4,218
1992411	4G16	18,3	760	75	87	82	2,218	2,672
1992411	4x16	18,3	760	75	87	82	2,218	2,672
1992412	4x25	22,4	1150	90	110	106	1,458	1,723
1992413	4x35	25,6	1600	130	137	129	1,057	1,224
1998414	4x50	27,5	2065	140	167	152	0,759	0,852
1998415	4x70	32,3	2885	165	214	187	0,556	0,601
1998416	4x95	35,9	3735	180	259	222	0,438	0,455
1998417	4x120	40,7	4780	205	301	253	0,358	0,356
1998418	4x150	44,9	5900	225	353	286	0,302	0,285
1998419	4x185	49,4	7195	250	391	320	0,262	0,234
1998420	4x240	56,6	9500	340	468	370	0,215	0,177
1992506	5G1.5	10,8	170	45	20	23	23,61	29,37
1992507	5G2.5	11,9	225	50	26	30	14,2	17,62
1992508	5G4	13,4	310	55	36	38	8,839	10,93
1992509	5G6	14,9	420	60	46	48	5,919	7,288
1992510	5G10	17,5	645	70	65	64	3,458	4,218
1992511	5G16	20,2	925	85	87	82	2,218	2,672
1992512	5G25	24,8	1410	100	110	106	1,458	1,723
1992513	5G35	28,4	1955	145	137	129	1,057	1,224
1992514	5G50	33,1	2730	170	167	152	0,759	0,852
1992515	5G70	39,0	3870	195	214	187	0,556	0,601
1992516	5G95	43,4	4985	220	259	222	0,438	0,455
1992517	5G120	49,4	6375	250	301	253	0,358	0,356
1992518	5G150	54,7	8000	330	353	286	0,302	0,285



Electric Automation
Automation specialists

Referencia: E91/32
Código: 2CSM200923R1801

Base portafusible E91/32 32A 1p

[Comprar en Electric Automation Network](#)



E 91/32 es un fuseholder de la sobreintensidad de corriente y protección contra cortocircuitos. No hay indicador de fusible quemado.

El pedido

EAN:	8012542009238
Cantidad De Orden Mínima:	1 pieza
Arancel De Aduanas Número:	85361010

Dimensiones

Neto Del Producto Anchura:	0.018m
Neto Del Producto De La Altura:	0.085m
Producto De La Profundidad De La Red:	0.064m
Peso Neto Del Producto:	0.061kg

Información Del Envase

Paquete De Nivel 1 Unidades:	6 pieza
Paquete De Nivel 1 De Ancho De:	0.105 m
Paquete De Nivel 1 Altura:	0.085 m
Paquete De Nivel 1 Longitud:	0.064 m
Paquete De Nivel 1 Peso Bruto:	0.369 kg

Paquete de Nivel 1 EAN:	8012542009245
-------------------------	---------------

Técnica

Dimensiones:	1 módulo
Nominal De Corriente Primaria (I_{pn}):	32
Número de Polos:	1
Número de Polos Protegidos:	1
Rango De Voltaje:	690 V CA
La Pérdida De Potencia:	en las Condiciones de Operación nominales por Polo 3 W

Ambiental

RoHS Estado:	Siguientes de la UE de la Directiva 2011/65/CE
--------------	--

Certificados y Declaraciones (Número de Documento)

Declaración de Conformidad - CE:	ITSCE174E90FD
RoHS Información:	2CSC444011K2701

Clasificaciones

Objeto Código De Clasificación:	F
E-nummer:	2318050
ETIM 4:	EC000036 - fusibles Miniatura titular
ETIM 5:	EC000036 - fusibles Miniatura titular



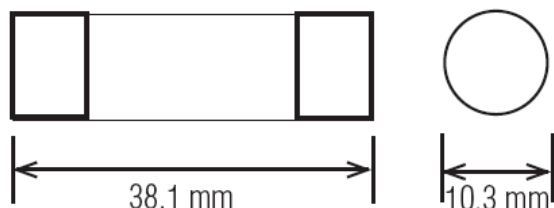
E 9F PV cylindrical fuses for photovoltaic plants

The new cylindrical fuses range E 9F PV is meant to protect against overcurrents in photovoltaic plants up to 1000 V in direct current.

Thanks to the wide sizes range, (from 1A up to 30A), and to the high nominal voltage: 1000V D.C. E 9F PV it's the best way to protect strings, inverters and OVR surge protections.

Rated Current In	Description		Weight kg	Packaging
	Type	ABB Code		
1 A	E 9F1 PV	2CSM213455R1801	0,007	10
2 A	E 9F2 PV	2CSM213465R1801	0,007	10
3 A	E 9F3 PV	2CSM213475R1801	0,007	10
4 A	E 9F4 PV	2CSM213485R1801	0,007	10
5 A	E 9F5 PV	2CSM213495R1801	0,007	10
6 A	E 9F6 PV	2CSM213505R1801	0,007	10
7 A	E 9F7 PV	2CSM213515R1801	0,007	10
8 A	E 9F8 PV	2CSM213525R1801	0,007	10
10 A	E 9F10 PV	2CSM213535R1801	0,007	10
12 A	E 9F12 PV	2CSM213545R1801	0,007	10
15 A	E 9F15 PV	2CSM213555R1801	0,007	10
20 A	E 9F20 PV	2CSM213565R1801	0,007	10
25 A	E 9F25 PV	2CSM213575R1801	0,007	10
30 A	E 9F30 PV	2CSM213585R1801	0,007	10

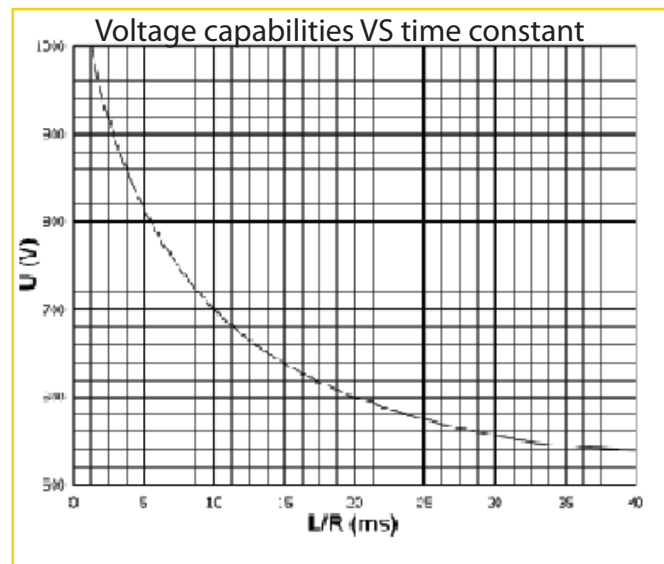
Overall Dimensions



Technical Features

Rated Voltage	[V]	1.000 c.c.
Rated Current	[A]	1...30
Breaking Capacity	[kA]	50
Minimum Breaking Capacity		From 1A up to 7A = 1.3 x In
		From 8A up to 30A = 2.0 x In
Overall Dimensions	[mm]	10,3x38
Weight	[g]	7

Type	Curve I ² t (A ² s)	Power consumption [W]
E 9F1 PV	-	0.32
E 9F2 PV	-	0.43
E 9F3 PV	-	1.04
E 9F4 PV	-	1.03
E 9F5 PV	-	1.04
E 9F6 PV	-	1.05
E 9F7 PV	-	1.05
E 9F8 PV	83	1.01
E 9F10 PV	127	
E 9F12 PV	215	
E 9F15 PV	495	
E 9F20 PV	755	
E 9F25 PV	970	
E 9F30 PV	1650	

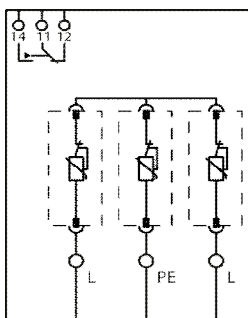
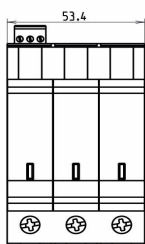
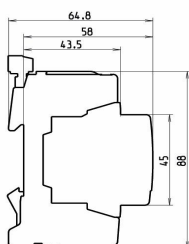




Surge Protective Device Parafoudre

Type : **OVR PV 40-1000 P TS BW**
 Part : **2CTB804153R1900**
 EAN : **3660308516503**
 FR : -

Pluggable Unit Produit débrochable



Electrical characteristics

Caractéristiques électriques

Types of networks		Photovoltaic Systems - d.c. side Installations Photovoltaïques - côté d.c.
Régime de neutre		
Type / test class		T2 / II
Type / Classe		
Number of protected Lines / Type of current		2 / d.c.
Nombre de lignes protégées / Type de courant		
Protection mode		Common and Differential
Type de protection		
Short circuit current I _{scpv}	kA	10
Courant de court circuit I _{scpv}		
Maximal continuous operating voltage U _{cpv} (L/L)	V	1100
Tension maximale permanente U _{cpv} (L/L)		
Voltage protection level Up at In (L/L) / (L/PE)	kV	3,8 / 3,8
Niveau de protection en tension Up à In (L/L) / (L/PE)		
Nominal discharge current In (8/20)	kA	20
Courant nominal de décharge In (8/20)		
Maximal discharge current I _{max} (8/20)	kA	40
Courant maximal de décharge I _{max} (8/20)		
Ground residual current I _{PE}	µA	< 10
Courant résiduel à la terre I _{PE}		
Response Time	ns	< 25
Temps de réponse		
Follow current interrupted I _{fi}	A	-
Courant de suite interruptible I _{fi}		
Integrated thermal disconnecter		Yes / Oui
Déconnecteur thermique intégré		
Safety reserve		-
Réserve de sécurité		
External Over Current Protection *		
Protection contre les surintensités (à monter en série) *		
Curve B or C Circuit breaker	A	-
Disjoncteur courbe B ou C		
gG - gL fuse	A	-
Fusible gG - gL		

Mechanical characteristics

Caractéristiques mécaniques

Wire range : Solid wire	mm ²	2.5...25
Section des conducteurs : Fil rigide		
Wire range : Stranded wire	mm ²	2.5...16
Section des conducteurs : Fil souple		
Degree of protection - Installation location		IP 20
Indice de protection - Environnement		

State indicator

Indicateur d'état

Visual state indicator		Yes / Oui
Indicateur d'état visuel		
TS remote indicator		Yes / Oui
Télésignalisation (TS)		
Contact complement		1 NO – 1 NC
Type de contact		
Minimal load		12 VDC – 10 mA
Charge mini		
Maximal load		250 VAC - 1 A
Charge maxi		
Connection cross section	mm ²	1.5
Section des conducteurs		

Miscellaneous characteristics

Caractéristiques diverses

Stocking temperature / Operating temperature	°C	- 40 to +80 / - 40 to +80
Température de stockage / Température de fonctionnement		
Maximal altitude	m	2000
Altitude maxi		
Weight	g	360
Poids		
Color of Housing / Fire resistance according to UL 94		Grey RAL 7035 / V-0
Couleur du boîtier / Tenue au feu selon UL 94		
Reference standards		EN 50539-11
Normes de référence		

Replacement cartridges

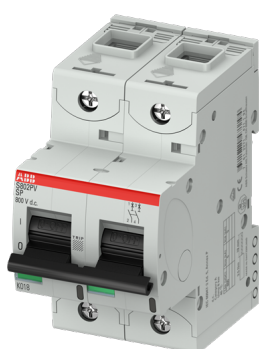
Cartouches de remplacement

Line / Product ID	OVR PV 40-1000 C - 2CTB803950R0100
Ligne / Code produit	
Ground / Product ID	OVR PV 40-1000 C - 2CTB803950R0100
Terre / Code produit	

PRODUCT-DETAILS

S802PV-SP25

S802PV-SP25 High Performance MCB



Información General

Extended Product Type	S802PV-SP25
Product ID	2CCF019601R0001
EAN	7612271471279
Catalog Description	S802PV-SP25 High Performance MCB
Long Description	The S802PV-SP25 is a 2-pole High Performance Circuit breaker for photovoltaics (DC) with B-characteristic, with cage terminal and a rated current of 25 A. It is a current limiting device with a maximum breaking capacity of 5kA at 800V. It can be used for voltages up to 800V DC. It has two different tripping mechanisms, the thermal tripping mechanism for overload protection and the electromechanic tripping mechanism for short circuit protection. The S802PV-SP25 complies with IEC/EN 60947-2 and allows the use for industrial applications. It has numerous of approvals, therefore it can be used worldwide. The extensive range of accessory makes the use of S802PV-SP25 more comfortable. Due to the fast arc extinction of S802PV-SP25 your application will be secured.

Technical

Standards	IEC/EN 60947-2
Number of Poles	2
Number of Protected Poles	2
Tripping Characteristic	B
Rated Current (I_n)	25 A
Rated Operational Voltage	800 V DC
Power Loss	8.6 W
	at Rated Operating Conditions per Pole 4.3 W

Rated Insulation Voltage (U _i)	1500 V
Rated Short-Circuit Capacity (I _{cn})	(400 V) 5 kA (230 V) 5 kA
Rated Ultimate Short- Circuit Breaking Capacity (I _{cu})	(800 V DC) 5 kA
Rated Service Short- Circuit Breaking Capacity (I _{cs})	(800 V DC) 5 kA
Energy Limiting Class	3
Overvoltage Category	III
Pollution Degree	2
Rated Impulse Withstand Voltage (U _{imp})	8 kV
Degree of Protection	IP20
Connecting Capacity	Rigid 0 ... 50 mm ² Flexible 0 ... 70 mm ²
Built-In Depth (t ₂)	111 mm

Ambiente

Ambient Air Temperature	Funcionamiento -25...60 °C
RoHS Status	Following EU Directive 2011/65/EU

Dimensiones

Product Net Width	54 mm
Product Net Depth / Length	82.5 mm
Product Net Height	95 mm
Product Net Weight	490 g

Información de Embalaje

Package Level 1 Units	box 1 piece
Package Level 1 Width	105 mm
Package Level 1 Depth / Length	60 mm
Package Level 1 Height	99 mm
Package Level 1 Gross Weight	510 g
Package Level 1 EAN	7612271471279

Clasificación

Minimum Order Quantity	1 piece
Customs Tariff Number	85362020
E-Number (Sweden)	2100088

Certificados y Declaraciones (Número de Documento)

Declaration of Conformity - CE	2CCC413058D0201
Environmental Information	2CCY413207D0203

Instructions and Manuals	2CCC413016M0008
RoHS Information	2CCC413058D0201 9AKK107680A3903

Descargas Populares

Data Sheet, Technical Information	2CCC413003C0208
Instructions and Manuals	2CCC413016M0008

Clasificaciones

Object Classification Code	F
ETIM 6	EC000042 - Miniature circuit breaker (MCB)
ETIM 7	EC000042 - Miniature circuit breaker (MCB)

Categorías

Productos y sistemas de baja tensión → Aparatos modulares de instalación → Interruptores automáticos alto rendimiento HPCBs

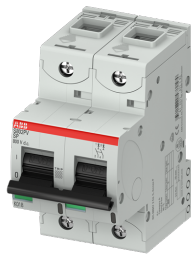


Tabla de elección

Protección magnetotérmica de circuitos y receptores

Guía de selección

Interruptores automáticos

Tipo			iK60N	iDPN F	
					
Norma			UNE-EN 60898-1		
Número de polos			1P, 1P+N	1P+N	
Dispositivo de corriente residual adicional (Vigi)			-		
Auxiliares para indicación y disparo remotos			-		
Características eléctricas					
Curvas			C		
Calibre (A)			In 1 a 40		
Tensión de empleo máxima (V)			Ue CA (50/60 Hz) 230/400		
			máx. CC -		
Tensión de empleo mínima (V)			Ue mín. CA (50/60 Hz) 12		
			CC -		
Tensión asignada de aislamiento (V CA)			Ui 400		
Tensión asignada impulsional (kV)			Uimp 4		
Poder de corte					
Poder de corte de CA			Ue (50/60 Hz)	F/N	F/F
UNE-EN 60947-2 (kA)	Icu	12...60 V	-	-	-
		12...133 V	-	-	-
		100...133 V	-	-	-
		220...240 V	-	-	-
		380...415 V	-	-	-
		440 V	-	-	-
	Ics	-	-	-	
UNE-EN 60898 (A)	Icn	230/400 V	6.000	6.000	6.000
Poder de corte de CC			Ue	CC	
UNE-EN 60947-2 (kA)	Icu	12...60 V (1P)	-	-	-
		100...133 V (2P)	-	-	-
		100...133 V (3P)	-	-	-
		220...250 V (4P)	-	-	-
	Ics	-	-	-	
Otras características					
Apto al seccionamiento industrial según UNE-EN 60947-2			-		•
Indicación de disparo por defecto			-		-
Indicación de contacto positivo			-		•
Cierre brusco			-		•
Desmontaje con peine conectado			Conexión aguas arriba		Conexión aguas arriba
Grado de protección	IP	Dispositivo únicamente	IP20		IP20
		Dispositivo en cofret modular	IP40		IP40
Clase de aislamiento II					
Accesorios			-		•
Auxiliares			-		•
Dispositivo de corriente residual adicional (Vigi)			-		-

(1) 100% de Icu para calibres de 6 a 25 A con Ue de 100 a 133 V CA F/F y Ue de 12 a 60 V CA F/N.

Tabla de elección

(continuación)

Protección magnetotérmica de circuitos y receptores

iDPN N								iC60N		iC60H		iC60L					
																	
UNE-EN 60898-1								UNE-EN 60947-2, 60898-1		UNE-EN 60947-2, 60898-1		UNE-EN 60947-2, 60898-1					
1P+N, 3P, 3P+N								1P, 1P+N		1P, 1P+N		1P					
•								2, 3, 4P		2, 3, 4P		2, 3, 4P					
•								•		•		•					
•								•		•		•					
C, D								B, C, D		B, C, D		B, C, Z					
1 a 40								0,5 a 63		0,5 a 63		0,5 a 63					
230/400								440		440		440					
–								250		250		250					
–								12		12		12					
–								12		12		12					
400								500		500		500					
4								6		6		6					
								F/N		F/F		F/N		F/F			
–								50 (0,5 a 4 A) 36 (6 a 63 A)		–		70 (0,5 a 4 A) 42 (6 a 63 A)		–		100 (0,5 a 4 A) 70 (6 a 63 A)	
–								–		50 (0,5 a 4 A) 36 (6 a 63 A)		–		70 (0,5 a 4 A) 42 (6 a 63 A)		–	
–								50 (0,5 a 4 A) 20 (6 a 63 A)		–		70 (0,5 a 4 A) 30 (6 a 63 A)		–		100 (0,5 a 4 A) 50 (6 a 25 A) 36 (32/40 A) 30 (50/63 A)	
–								50 (0,5 a 4 A) 10 (6 a 63 A)		50 (0,5 a 4 A) 20 (6 a 63 A)		70 (0,5 a 4 A) 15 (6 a 63 A)		70 (0,5 a 4 A) 30 (6 a 63 A)		100 (0,5 a 4 A) 25 (6 a 25 A) 20 (32/40 A) 15 (50/63 A)	
–								–		50 (0,5 a 4 A) 10 (6 a 63 A)		–		70 (0,5 a 4 A) 15 (6 a 63 A)		–	
–								–		25 (0,5 a 4 A) 6 (6 a 63 A)		–		50 (0,5 a 4 A) 10 (6 a 63 A)		–	
–								100% de Icu (0,5 a 4 A) 75% de Icu (6 a 63 A)		100% de Icu (0,5 a 4 A) 75% de Icu (6 a 63 A)		100% de Icu (0,5 a 4 A) 75% de Icu (6 a 63 A)		100% de Icu (0,5 a 4 A) 50% de Icu (6 a 63 A) ⁽¹⁾		–	
6.000								6.000		6.000		10.000		10.000		15.000	
–								15		–		20		–		25	
–								–		20		–		25		–	
–								–		30		–		40		–	
–								–		40		–		50		–	
–								100% de Icu		100% de Icu		100% de Icu		100% de Icu		100% de Icu	
•								•		•		•		•		•	
–								Indicador de disparo Visi-trip		Indicador de disparo Visi-trip		Indicador de disparo Visi-trip		Indicador de disparo Visi-trip		Indicador de disparo Visi-trip	
•								•		•		•		•		•	
•								•		•		•		•		•	
Conexión aguas arriba								Conexión aguas arriba		Conexión aguas arriba		Conexión aguas arriba		Conexión aguas arriba		Conexión aguas arriba	
IP20								IP20		IP20		IP20		IP20		IP20	
IP40								IP40		IP40		IP40		IP40		IP40	
–								Clase de aislamiento II		Clase de aislamiento II		Clase de aislamiento II		Clase de aislamiento II		Clase de aislamiento II	
•								•		•		•		•		•	
•								•		•		•		•		•	
–								•		•		•		•		•	

Tabla de elección

(continuación)

Protección magnetotérmica de circuitos y receptores

Guía de selección (continuación)

Interruptores automáticos

Tipo			C120N			C120H		
								
Norma			UNE-EN 60947-2, 60898-1			UNE-EN 60947-2, 60898-1		
Número de polos			1P2, 3, 4P			1P2, 3, 4P		
Dispositivo de corriente residual adicional (Vigi)			•			•		
Auxiliares para indicación y disparo remotos			•			•		
Características eléctricas								
Curvas			B, C, D			B, C, D		
Calibre (A)		In	63, 80, 100, 125			10 a 125		
Tensión de empleo máxima (V)		Ue	240/440			240/440		
		CA (50/60 Hz)						
		máx. CC	125 por polo			125 por polo		
Tensión de empleo mínima (V)		Ue	12			12		
		CA (50/60 Hz)						
		mín. CC	12			12		
Tensión asignada de aislamiento (V CA)		Ui	500			500		
Tensión nominal de resistencia a los impulsos (kV)		Uimp	6			6		
Poder de corte								
Poder de corte de CA			Ue (50/60 Hz)	F/N	F/F	F/N	F/F	
UNE-EN 60947-2 (kA)	Icu	110...130 V	—	—	—	—		
		130 V	20	—	30	—		
		220...240 V	—	—	—	—		
		230/400 V	10	20	15	30		
		380...415 V	—	—	—	—		
		400/415 V	3 ⁽¹⁾	10	4.5 ⁽¹⁾	15		
		440 V	—	6	—	10		
	500 V	—	—	—	—			
Ics	75% de Icu			50% de Icu				
EN 60898 (A)	Icn	230/400 V	10.000	10.000	15.000	15.000		
Poder de corte de CC			Ue	CC				
UNE-EN 60947-2 (kA)	Icu	60 V (1P)	10	—	15	—		
		125 V (1P)	10	—	15	—		
		250 V (2P)	—	10	—	15		
		500 V (4P)	—	—	—	—		
Ics	100% de Icu			100% de Icu				
Otras características								
Apto al seccionamiento industrial según UNE-EN 60947-2			•			•		
Indicación de disparo por defecto			—			—		
Indicación de contacto positivo			•			•		
Cierre brusco			•			•		
Desmontaje con peine conectado			Peine especial			Peine especial		
Grado de protección	IP	Dispositivo únicamente	IP20			IP20		
		Dispositivo en cofret modular	IP40			IP40		
Accesorios			•			•		
Auxiliares			•			•		
Módulo de fugas de tierra adicional (Vigi)			•			•		

(1) Poder de corte con 1 polo con sistema de TI neutro aislado (en caso de doble defecto).

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

	Normas		
Características eléctricas	Clase (según la forma de onda de la fuga a tierra)		
	Polos		
	Intensidad nominal I_n		A
	Sensibilidad $I_{\Delta n}$		A
	Tensión de empleo U_e	IEC	V
		UL/CSA	V
	Tensión de aislamiento U_i		V
	Tensión de funcionamiento máx. del botón de "test"	IEC	V
		UL/CSA	V
	Tensión de funcionamiento mín. del botón de "test"		V
	Frecuencia nominal		Hz
	Corriente de cortocircuito condicional $I_{nc}=I_{\Delta c}$	SCPD - fusible gL 100 A	kA
	Corriente de cortocircuito residual condicional $I_{\Delta m}=I_m$		kA
	Tensión impulsional asignada (1.2/50) U_{imp}		kV
	Tensión de ensayo a frec. indust. durante 1 min		kV
Características mecánicas	Categoría de sobretensión		
	Resistencia a sobretensiones transitorias (onda 8/20)		A
	Maneta		
	Indicador de posición de contacto (CPI)		
	Endurancia eléctrica		
	Endurancia mecánica		
	Índice de protección	carcasa terminales	
	Tropicalización		
	según IEC/EN 60068-2	calor húmedo	°C/HR
		condiciones climáticas constantes	°C/HR
		condiciones climáticas variables	°C/HR
	Temperatura de servicio (con media diaria $\leq +35$ °C)	IEC	°C
		UL/CSA	°C
	Temperatura de almacenamiento		°C
Instalación	Tipo de borne		
	Sección del terminal superior/inferior para cable	IEC	mm ²
		UL/CSA	AWG
	Sección del terminal superior/inferior para bloque de barras	IEC	mm ²
		UL/CSA	AWG
	Par de apriete	IEC	N·m
		UL/CSA	in·lbs
	Herramienta		
	Montaje		
	Conexión		
Dimensiones y peso	Retirada del embarrado		
	Dimensiones (Al x P x An)	2P	mm
		4P	mm
Combinación con elementos auxiliares	Peso	2P	g
		4P	g
	Combinable con:	contacto auxiliar contacto de señalización/contacto auxiliar bobina de emisión bobina de mínima tensión	

① componentes del equipo de detección de defecto a tierra y de relé (hasta 63 A)

② antes de conectarlo a conductores de aluminio (≥ 4 mm²), asegúrese de que los puntos de contacto están limpios, pulidos y recubiertos de grasa.



F200 AC	F200 A	F200 AC AP-R	F200 A AP-R	F200 AC S	F200 A S	F200 A 400 Hz	F200 A 16 2/3 Hz	F200 B
IEC/EN 61008, UL 1053 ①						IEC/EN 61008	IEC/EN 61008	IEC/EN 61008, IEC 62423
AC	A	AC	A	AC	A	A	A	B
		2P, 4P (para 125 A sólo 4P)				4P	2P, 4P	4P
16, 25, 40, 63, 80, 100, 125		25, 40, 63	25, 40, 63, 80, 100, 125	40, 63	40, 63, 80, 100, 125	25, 40	63	40, 63, 125
0.01-0.03-0.1-0.3-0.5		0.03		0.1-0.3-0.5-1		0.03	0.03-0.3-0.5	0.03-0.3-0.5
230/400 - 240/415								
480Y/277 (hasta 63 A)						-		
500								
254 (440 para 125 A); 440 para F 200 con el neutro a la izquierda						254	254	440
277 (hasta 63 A); 480 para F 200 con el neutro a la izquierda						-		
110 (185 para 125 A); 195 para F 200 con el neutro a la izquierda						110	110	185
50...60						50...400	16 2/3	50...60
10 (para 125 A el fusible es gL 125 A)								
1 (1.25 para 125 A)								
6								5
2.5								
III, capacidades de desconexión								
250	3000			5000		250	250	3000 (5000 para el tipo selectivo)
azul enclavable en posición ON-OFF								
sí								no
10000 (2000 para 125 A)						10000	10000	2000
20000 (5000 para 125 A)						20000	20000	5000
IP4X						IP4X (una vez instalado en el cuadro eléctrico)		
IP2X								
28 ciclos con 55/95...100								
23/83 - 40/93 - 55/20								
25/95 - 40/95								
-25...+55 (-25...+40 para 125 A)						-25...+55	-25...+55	-25...+40
-35...+70 (hasta 63 A)						-		
-40...+70								
borne cilíndrico de arrastre bidireccional de seguridad arriba y abajo (protegido frente a impactos) (de caja para In > 63 A) ②								
25/25 (35/35 borne único para In > 63 A)						25/25	25/25	25/25 (35/35 borne único para In > 63 A)
18-4 (hasta 63 A)						-		
10/10 (no para In = 80 - 100 A)						10/10	10/10	-
18-8 (hasta 63 A)						-		
2.8 (3 para In = 125 A)						2.8	2.8	3
25 (hasta 63 A)						-		
N.º 2 Pozidriv								
en carril DIN EN 60715 (35 mm) mediante grapas de fijación rápida superior e inferior								
Para la parte inferior, es posible no utilizar herramientas								
85 x 69 x 35						-		
85 x 69 x 70 (85 x 69.5 x 72 para 125 A)						85 x 69 x 70	85 x 69 x 70	85 x 69.5 x 72
200						-		
350 (380 para In = 80 A y 100 A y 460 para In = 125 A)						350	350	500
sí (no para 125 A)						sí	sí	no
sí						sí	sí	sí
sí (no para 125 A)						sí	sí	no
sí (no para 125 A)						sí	sí	no

AC

F 200 clase AC

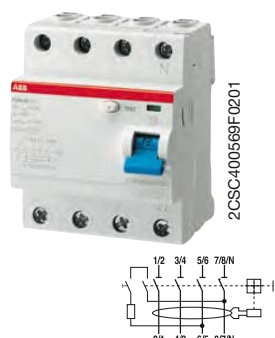
Función: protección frente a los riesgos de corrientes de defecto a tierra alternas sinusoidales; protección frente a contactos indirectos y protección adicional frente a contactos directos (con $I_{\Delta n} = 30$ mA).

Aplicaciones: residencial, terciario e industrial.

Norma: IEC/EN 61008

Marcado: conforme a la norma EN 61008

3



Número de polos	Sensibilidad	Intensidad nominal	Detalles de pedido	Bbn 8012542	Peso 1 unidad	Unidad de embalaje
	$I_{\Delta n}$ mA	In A	Tipo	Código de pedido	EAN	kg ud.
2	10	16	F202 AC-16/0.01	2CSF202001R0160	779902	0.225 1/6
		30	F202 AC-25/0.03	2CSF202001R1250	780007	0.225 1/6
		40	F202 AC-40/0.03	2CSF202001R1400	780106	0.225 1/6
		63	F202 AC-63/0.03	2CSF202001R1630	780205	0.225 1/6
		80	F202 AC-80/0.03	2CSF202001R1800	914204	0.225 1/6
	100	100	F202 AC-100/0.03	2CSF202001R1900	914303	0.225 1/6
		25	F202 AC-25/0.1	2CSF202001R2250	780304	0.225 1/6
		40	F202 AC-40/0.1	2CSF202001R2400	780403	0.225 1/6
		63	F202 AC-63/0.1	2CSF202001R2630	780502	0.225 1/6
		80	F202 AC-80/0.1	2CSF202001R2800	914402	0.225 1/6
	300	100	F202 AC-100/0.1	2CSF202001R2900	914501	0.225 1/6
		25	F202 AC-25/0.3	2CSF202001R3250	780601	0.225 1/6
		40	F202 AC-40/0.3	2CSF202001R3400	780700	0.225 1/6
		63	F202 AC-63/0.3	2CSF202001R3630	780809	0.225 1/6
		80	F202 AC-80/0.3	2CSF202001R3800	914600	0.225 1/6
	500	100	F202 AC-100/0.3	2CSF202001R3900	914709	0.225 1/6
		25	F202 AC-25/0.5	2CSF202001R4250	780908	0.225 1/6
		40	F202 AC-40/0.5	2CSF202001R4400	781004	0.225 1/6
		63	F202 AC-63/0.5	2CSF202001R4630	781103	0.225 1/6
		80	F202 AC-80/0.5	2CSF202001R4800	914808	0.225 1/6
		100	F202 AC-100/0.5	2CSF202001R4900	914907	0.225 1/6
4	30	25	F204 AC-25/0.03	2CSF204001R1250	781202	0.375 1/3
		40	F204 AC-40/0.03	2CSF204001R1400	781301	0.375 1/3
		63	F204 AC-63/0.03	2CSF204001R1630	781400	0.375 1/3
		80	F204 AC-80/0.03	2CSF204001R1800	916604	0.405 1/3
		100	F204 AC-100/0.03	2CSF204001R1900	916703	0.405 1/3
	100	125	F204 AC-125/0.03	2CSF204001R1950	941507	0.500 1
		25	F204 AC-25/0.1	2CSF204001R2250	781509	0.375 1/3
		40	F204 AC-40/0.1	2CSF204001R2400	781608	0.375 1/3
		63	F204 AC-63/0.1	2CSF204001R2630	781707	0.375 1/3
		80	F204 AC-80/0.1	2CSF204001R2800	916802	0.405 1/3
	300	100	F204 AC-100/0.1	2CSF204001R2900	916901	0.405 1/3
		125	F204 AC-125/0.1	2CSF204001R2950	941606	0.500 1
		25	F204 AC-25/0.3	2CSF204001R3250	781806	0.375 1/3
		40	F204 AC-40/0.3	2CSF204001R3400	781905	0.375 1/3
		63	F204 AC-63/0.3	2CSF204001R3630	782001	0.375 1/3
	500	80	F204 AC-80/0.3	2CSF204001R3800	917007	0.405 1/3
		100	F204 AC-100/0.3	2CSF204001R3900	917106	0.405 1/3
		125	F204 AC-125/0.3	2CSF204001R3950	941705	0.500 1
		25	F204 AC-25/0.5	2CSF204001R4250	782100	0.375 1/3
		40	F204 AC-40/0.5	2CSF204001R4400	782209	0.375 1/3
		63	F204 AC-63/0.5	2CSF204001R4630	782308	0.375 1/3
		80	F204 AC-80/0.5	2CSF204001R4800	917205	0.405 1/3
		100	F204 AC-100/0.5	2CSF204001R4900	917304	0.405 1/3
		125	F204 AC-125/0.5	2CSF204001R4950	941804	0.500 1

Información técnica de la serie

CARACTERÍSTICAS DE LA SERIE

- Directivas: 2014/35/UE (DBT) y 2011/65/UE (RoHS).
- Normativas: UNE-EN 62208, UNE-EN 61439-1 y 3.
- Conforme a REBT.
- Grado de protección IP65.
- Grado de protección contra impactos IK09.
- Ensayo hilo incandescente 960°C.
- Clase II.
- Material termoplástico. Libre de halógenos.
- Resistente a los rayos UV.
- Con soportes para fijación a la pared.
- Dimensiones: Anchura x Altura x Profundidad (mm).



Protección IP65



Protección de impacto IK09



Clase II



Hilo incandescente 960°C



Protección UV



Declaración RoHS



2 Años de garantía



Libre de halógenos



Declaración UE



VENTAJAS DE LA SERIE



Soportes de fijación a la pared



Junta de EPDM



Protección UV



Puerta interior (opcional)



IP65



Chasis para automáticos

Armarios estancos de poliéster y accesorios



Armario estanco de poliéster. Puerta lisa (opaca). Vacío.

Referencia	Dimensiones (mm)	Envase/ Embalaje
PL253014	250 x 300 x 140	1/1
PL304020	300 x 400 x 200	1/1
PL404020	400 x 400 x 200	1/1
PL405020	400 x 500 x 200	1/1
PL406023	400 x 600 x 230	1/1
PL506023	500 x 600 x 230	1/1
PL608030	600 x 800 x 300	1/1



Armario estanco de poliéster. Puerta transparente. Vacío.

Referencia	Dimensiones (mm)	Envase/ Embalaje
PL304020TP	300 x 400 x 200	1/1
PL404020TP	400 x 400 x 200	1/1
PL405020TP	400 x 500 x 200	1/1
PL406023TP	400 x 600 x 230	1/1
PL506023TP	500 x 600 x 230	1/1
PL608030TP	600 x 800 x 300	1/1

ACCESORIOS



Referencia	Descripción	Envase/ Embalaje
Chasis para colocación de automáticos.		
CI304020	2 filas x 12. (24 elementos) Para referencias PL304020 y PL304020TP.	1/1
CI404020	2 filas x 18 (36 elementos). Para referencias PL404020 y PL404020TP.	1/1
CI405020	3 filas x 18 (54 elementos). Para referencias PL405020 y PL405020TP.	1/1
CI406023	4 filas x 18 (72 elementos). Para referencias PL406023 y PL406023TP.	1/1
CI506023	4 filas x 23 (92 elementos). Para referencias PL506023 y PL506023TP.	1/1
CI608030	5 filas x 29 (145 elementos). Para referencias PL608030 y PL608030TP.	1/1



Puerta interior metálica.		
PI304020	Con cerradura y llave de plástico. Para referencias PL304020 y PL304020TP.	1/1
PI404020	Con cerradura y llave de plástico. Para referencias PL404020 y PL404020TP.	1/1
PI405020	Con cerradura y llave de plástico. Para referencias PL405020 y PL405020TP.	1/1
PI406023	Con cerradura y llave de plástico. Para referencias PL406023 y PL406023TP.	1/1
PI506023	Con cerradura y llave de plástico. Para referencias PL506023 y PL506023TP.	1/1
PI608030	Con cerradura y llave de plástico. Para referencias PL608030 y PL608030TP.	1/1



Cerradura metálica para armario Polibox.		
CER-AP	Conjunto de cerradura metálica y dos llaves.	1/100



Soportes de fijación a la pared.		
SOP-PL	Conjunto de 4 soportes para fijar el armario a la pared.	4/---



Referencia	Descripción	Envase/ Embalaje
Kit prensaestopas. Compuesto de prensaestopas + junta selladora de estanqueidad + contratuerca. IP68.		
KIT-PL12G	M12. Para cables Ø3 - 6,5 mm. Longitud espárrago roscado 15 mm.	60/960
KIT-PL16G	M16. Para cables Ø5 - 10 mm. Longitud espárrago roscado 15 mm.	60/960
KIT-PL20G	M20. Para cables Ø6 - 12 mm. Longitud espárrago roscado 15 mm.	60/960
KIT-PL25G	M25. Para cables Ø13 - 18 mm. Longitud espárrago roscado 15 mm.	60/480
KIT-PL32G	M32. Para cables Ø18 - 25 mm. Longitud espárrago roscado 16 mm.	40/320
KIT-PL40G	M40. Para cables Ø24 - 32 mm. Longitud espárrago roscado 18 mm.	1/96
KIT-PL50G	M50. Para cables Ø26 - 35 mm. Longitud espárrago roscado 18 mm.	1/50
KIT-PL63G	M63. Para cables Ø34 - 48 mm. Longitud espárrago roscado 18 mm.	1/50



Dispositivos de ventilación.

DV1	Dispositivo de ventilación pequeño para armario Polibox.	1/100
DV2	Dispositivo de ventilación grande para armario Polibox.	1/100



Tapa ciega aislante en tiras. Pretoquelada.

TA1300G	Tapa cubre huecos. 6 módulos. Color gris.	1/200
---------	---	-------



Placas de poliéster para Polibox.

PP253014	Placa de poliéster Polibox. Para referencia PL253014. Espesor de 3 mm.	1/1
PP304020	Placa de poliéster Polibox. Para referencias PL304020 y PL304020TP. Espesor de 3 mm.	1/1
PP404020	Placa de poliéster Polibox. Para referencias PL404020 y PL404020TP. Espesor de 3 mm.	1/1
PP405020	Placa de poliéster Polibox. Para referencias PL405020 y PL405020TP. Espesor de 3 mm.	1/1
PP406023	Placa de poliéster Polibox. Para referencias PL406023 y PL406023TP. Espesor de 4 mm.	1/1
PP506023	Placa de poliéster Polibox. Para referencias PL506023 y PL506023TP. Espesor de 4 mm.	1/1
PP608030	Placa de poliéster Polibox. Para referencias PL608030 y PL608030TP. Espesor de 4 mm.	1/1



Placas metálicas para Polibox.

PM253014	Placa metálica Polibox. Para referencia PL253014. Espesor de 1,5 mm.	1/1
PM304020	Placa metálica Polibox. Para referencias PL304020 y PL304020TP. Espesor de 1,5 mm.	1/1
PM404020	Placa metálica Polibox. Para referencias PL404020 y PL404020TP. Espesor de 1,5 mm.	1/1
PM405020	Placa metálica Polibox. Para referencias PL405020 y PL405020TP. Espesor de 1,5 mm.	1/1
PM406023	Placa metálica Polibox. Para referencias PL406023 y PL406023TP. Espesor de 1,5 mm.	1/1
PM506023	Placa metálica Polibox. Para referencias PL506023 y PL506023TP. Espesor de 1,5 mm.	1/1
PM608030	Placa metálica Polibox. Para referencias PL608030 y PL608030TP. Espesor de 1,5 mm.	1/1



Placas metálicas perforadas para Polibox.

PMP253014	Placa metálica perforada Polibox. Para referencia PL253014.	1/1
PMP304020	Placa metálica perforada Polibox. Para referencias PL304020 y PL304020TP.	1/1
PMP404020	Placa metálica perforada Polibox. Para referencias PL404020 y PL404020TP.	1/1
PMP405020	Placa metálica perforada Polibox. Para referencias PL405020 y PL405020TP.	1/1
PMP406023	Placa metálica perforada Polibox. Para referencias PL406023 y PL406023TP.	1/1
PMP506023	Placa metálica perforada Polibox. Para referencias PL506023 y PL506023TP.	1/1
PMP608030	Placa metálica perforada Polibox. Para referencias PL608030 y PL608030TP.	1/1



Tuercas.

TU-PLM5	Tuerca enjaulada M5 para placas metálicas perforadas.	---/---
---------	---	---------



Bisagras.

BIS-PL	Bisagras de reposición para armarios de la serie Polibox.	2/---
--------	---	-------