



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Escuela Politécnica Superior de Jaén

Trabajo Fin de Grado

**PLANTA FOTOVOLTAICA
INTEGRADA EN EL CENTRO
COMERCIAL JAÉN PLAZA**

Alumno: Fernando Ortiz Pulido

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

Septiembre, 2022



Universidad de Jaén
Escuela Politécnica Superior de Jaén
Departamento de Electrónica

Don Juan de la Casa Higuera , tutor del Proyecto Fin de Carrera titulado: Planta Fotovoltaica integrada en el Centro Comercial Jaén Plaza, que presenta Fernando Ortiz Pulido, autoriza su presentación para defensa y evaluación en la Escuela Politécnica Superior de Jaén.

Jaén, Septiembre de 2022

El alumno:

Los tutores:

Fernando Ortiz Pulido

ÍNDICE GENERAL

DOCUMENTO Nº: 1 MEMORIA	9
1. INTRODUCCIÓN	10
2. OBJETO DEL PROYECTO	11
3. ANTECEDENTES	11
4. LEGISLACIÓN	14
5. ESTUDIO Y ANÁLISIS DEL PROBLEMA	15
5.1. EMPLAZAMIENTO Y CONDICIONES DE OPERACIÓN PREVISTAS	15
5.2. INFRAESTRUCTURA EXISTENTE Y SOLUCIONES PROPUESTAS	17
6. POTENCIAL FOTOVOLTAICO	19
7. CONSUMO ENERGÉTICO	20
8. DISCUSIÓN TÉCNICO – ECONÓMICA DE LAS SOLUCIONES	21
8.1. TAMAÑO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO.....	21
8.2. ANÁLISIS ECONÓMICO Y FINANCIERO DEL PROYECTO	23
9. DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS	24
9.1. GENERADOR FOTOVOLTAICO.....	24
9.2. MÓDULOS FOTOVOLTAICOS.....	25
9.3. INVERSOR	26
9.4. CABLEADO	28
9.5. MARQUESINA	30
9.6. SOPORTE	30
9.7. PUESTA A TIERRA.....	30
9.8. TRANSFORMADOR	31
9.9. PROTECCIONES	32
9.9.1. <i>Fusibles</i>	32
9.9.2. <i>Protección frente a sobretensiones de corriente continua</i>	32
9.9.3. <i>Interruptor principal de continua</i>	32
9.9.4. <i>Protección frente a sobretensiones de corriente alterna</i>	32
9.9.5. <i>Interruptor diferencial</i>	32
9.9.6. <i>Interruptor magnetotérmico - Inversor</i>	33
9.9.7. <i>Interruptor magnetotérmico – Unión inversores</i>	33
10. PRESUPUESTO DEL PROYECTO	33
11. CONCLUSIONES	34
12. BIBLIOGRAFÍA	38
DOCUMENTO Nº 2 ANEXOS	41
ANEXO I – CÁLCULOS	42
DISTANCIA DE SOMBREADO ENTRE MÓDULOS.....	43
DIMENSIONADO INVERSOR	45
DIMENSIONADO GENERADOR FOTOVOLTAICO	46
DIMENSIONADO DEL CABLEADO.....	49
<i>Tramo rama de módulos – Inversor</i>	49
<i>Tramo de alterna Inversores - Unión Inversores</i>	52
<i>Tramo de alterna 4x Inversores – Transformador</i>	53

PUESTA A TIERRA.....	54
PROTECCIONES ELÉCTRICAS	56
<i>Protecciones de la red continua</i>	56
<i>Protecciones de la red de corriente alterna</i>	56
ANEXO II – ANEXO ECONÓMICO – FINANCIERO	57
1. INDICADORES PARA EL ANÁLISIS	57
2. ANÁLISIS DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO.....	58
ANEXO III – FICHAS TÉCNICAS	61
MÓDULO FOTOVOLTAICO.....	61
INVERSOR	63
MARQUESINAS	65
<i>Marquesina solar orientación norte simple sin chapa</i>	65
<i>Marquesina solar orientación sur simple sin chapa</i>	66
<i>Marquesina solar orientación sur doble sin chapa</i>	67
SOPORTE MODULO	68
PROTECCIONES	72
<i>Interruptor automático 200 A</i>	72
<i>Interruptor automático 800 A</i>	75
DOCUMENTO Nº: 3 PLANOS.....	77
PLANO ORIENTACIONES DEL SISTEMA	78
ESQUEMA UNIFILAR COMPLETO	79
ESQUEMA UNIFILAR INVERSOR.....	80
DOCUMENTO Nº: 4 MEDICIONES	81
CAPÍTULO 1. GENERADOR FOTOVOLTAICO	82
CAPÍTULO 2. INVERSOR	82
CAPÍTULO 3. CABLEADO	83
CAPÍTULO 4. PROTECCIONES	83
DOCUMENTO Nº: 5 PRESUPUESTO	84
CAPÍTULO 1. GENERADOR FOTOVOLTAICO	85
CAPÍTULO 2. INVERSOR	86
CAPÍTULO 3. CABLEADO	87
CAPÍTULO 4. PROTECCIONES	88
RESUMEN PRESUPUESTO	88
DOCUMENTO Nº: 6 SIMULACIONES	89
SIMULACIÓN DE LA ENERGÍA GENERADA POR LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.....	90
INFORME DE SIMULACIÓN EN PVSYST	93

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Diferencia de temperatura en un automóvil	9
Ilustración 2. Aparcamientos proyecto UNIVER	12
Ilustración 3. Aparcamiento solar Universidad de Jaén	13
Ilustración 4. Cubierta edificio C3.....	13
Ilustración 5. Emplazamiento en Google Maps	15
Ilustración 6. Imagen aparcamiento Jaén Plaza	17
Ilustración 7. Ejemplo marquesina solar sin chapa	18
Ilustración 8. Cubierta McDonald's	18
Ilustración 9. Frontal modelo en 3D Jaén Plaza.....	22
Ilustración 10. Parte trasera modelo en 3D Jaén Plaza	22
Ilustración 11. Elementos de sombreado varios	35
Ilustración 12. Ejemplo de optimización de área	42
Ilustración 13. Ejemplo disposición módulos	43
Ilustración 14. Cálculo sombreado	44
Ilustración 15. Esquema inversor	50

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Datos de irradiación en un plano óptimo inclinado y temperatura ambiente mensuales	16
Tabla 2. Áreas según orientación.....	19
Tabla 3. Energía mensual generada.....	19
Tabla 4. Datos generales económicos	23
Tabla 5. Datos de explotación.....	23
Tabla 6. Datos financiación.....	24
Tabla 7. Comparativa generación energética	34
Tabla 8. Resumen orientaciones.....	25
Tabla 9. Características eléctricas módulo	25
Tabla 10. Características de operación módulo	26
Tabla 11. Características mecánicas módulo.....	26
Tabla 12. Valores de entrada DC	27
Tabla 13. Valores de entrada AC.....	27
Tabla 14. Datos generales inversor.....	27
Tabla 15. Protecciones inversor.....	28
Tabla 16. Comunicación inversor.....	28
Tabla 17. Áreas optimizadas.....	43
Tabla 18. Valores Fs	45
Tabla 19. Datos generales económicos	58
Tabla 20. Datos de explotación.....	58
Tabla 21. Datos financiación.....	59
Tabla 22. Coste medio de la energía.....	59
Tabla 23. Datos globales orientación 1.....	90
Tabla 24. Datos globales orientación 2.....	91
Tabla 25. Datos globales orientación 3.....	91
Tabla 26. Datos globales orientación 4.....	92
Tabla 27. Datos globales orientación 5.....	92

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1.....	44
Ecuación 2.....	44
Ecuación 3.....	44
Ecuación 4.....	44
Ecuación 5.....	46
Ecuación 6.....	46
Ecuación 7.....	46
Ecuación 8.....	47
Ecuación 9.....	47
Ecuación 10.....	47
Ecuación 11.....	47
Ecuación 12.....	47
Ecuación 13.....	48
Ecuación 14.....	48

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Representación Hopt y temperatura	17
Gráfica 2. Generación mensual orientaciones.....	20
Gráfica 3. Comparativa generación energética	35
Gráfica 4. Diseño Jaén Plaza	37
Gráfica 5. Flujo de caja acumulativo	60

DOCUMENTO Nº: 1 MEMORIA

1. Introducción

Las energías renovables en España se encuentran en una fase avanzada de desarrollo, instalación y eficiencia productiva. En el año 2021, se ha batido el récord de producción de dicha energía, datos de Red Eléctrica afirman que alcanzó el 46,6% de toda la electricidad producida en nuestro país, anotando un 9,9% más que el año pasado [1].

La energía fotovoltaica es la tecnología que más incrementó su producción con respecto a 2020. Consiguió un 37,7 % más, marcando su máximo histórico anual de producción y de participación en el conjunto de generación español (8,1 % sobre el total), aportando a la red energética más de 21000 GWh.

Esto es debido a la buena localización geográfica en la que nos encontramos, con una gran cantidad de horas de radiación solar, 2500 horas/año de sol.

La energía solar en la última década ha tomado gran importancia debido a la transición energética que estamos experimentando. La cual cobra especial interés en la actualidad por los siguientes puntos:

- Pacto Verde Europeo [2], tiene como objetivos:
 - Eliminación de la producción de las emisiones netas de gases de efecto invernadero en 2050.
 - El crecimiento económico es disociado del uso de recursos.
 - No haya personas ni lugares que se queden atrás en la transición energética.
- Reforma energética de la ley 7/2021, de cambio climático y transición energética en España.
- Plan REPowerEU para poner fin a la dependencia de los combustibles fósiles rusos. Acción resultante del conflicto militar entre Ucrania y Rusia.

A los planes y acciones superiores se le debe añadir la subida de las tarifas eléctricas en 2022. Por tanto, el impacto de la energía solar se ve reflejado de forma positiva a nivel económico para el consumidor final (particulares o grandes empresas) y medioambiental.

Aunque desde el punto de vista económico, no debemos dejar pasar la influencia de la interrupción provocada por el COVID-19. Interrupción que se ha traducido en un incremento de un 30 % aproximadamente del coste de los módulos fotovoltaicos. Como efecto de la subida de los diferentes materiales que las componen: silicio, vidrio, plata...

2. Objeto del Proyecto

Este proyecto tiene el objetivo de estudiar el potencial fotovoltaico del Centro Comercial Jaén Plaza aprovechando las superficies disponibles en dicho emplazamiento. Para ello se emplearán marquesinas solares junto con soportes para módulos fotovoltaicos sobre las cubiertas de los edificios. Debido a la alta demanda energética del centro comercial Jaén Plaza se considerará que toda la energía producida es consumida.

Desde el punto de vista académico este proyecto busca la aplicación de los conocimientos adquiridos durante el grado en el ámbito de la fotovoltaica simulando la decisión de introducir dicha tecnología en un entorno privado. También la familiarización con el mundo laboral del campo de la energía solar, desde el punto de vista legislativo en la fase previa del proyecto.

3. Antecedentes

En la última década el coste de la energía fotovoltaica ha disminuido un 82% consiguiendo así ser la fuente energética más competitiva en varios puntos de Europa. Esto junto con la actual situación energética mundial hacen de ella una alternativa eficiente y sostenible. [3]

Una opción para aprovechar las superficies de los parkings es mediante una marquesina solar. Esta provee de un valor añadido al aparcamiento debido a la protección frente a las inclemencias temporales a las que se ven expuestos los vehículos, sobre todo con las temperaturas extremas alcanzadas durante el verano en Jaén. A continuación, podemos ver la diferencia en la **¡Error! La autoreferencia al marcador no es válida..**

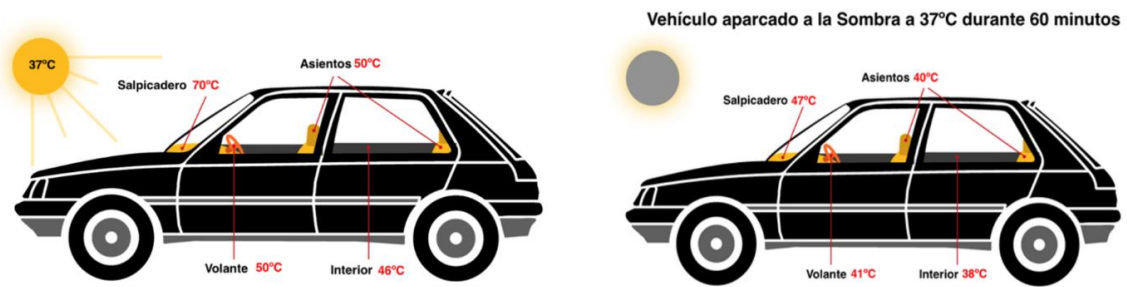


Ilustración 1. Diferencia de temperatura en un automóvil

Aunque este tipo de instalaciones no genera ingreso alguno de forma directa, esto cambia al usar módulos fotovoltaicos a modo de cubierta.

Esta instalación generaría un mayor confort en los clientes y una producción de energía la cual se puede utilizar en las propias instalaciones del centro comercial o inyectarla a la red como productor.

Este tipo de instalación se puede encontrar en el Campus Las Lagunillas, Universidad de Jaén. Donde se inició con el proyecto UNIVER [4], Ilustración 2. Se realizó una instalación de 70 KWp sobre las cubiertas de los diferentes aparcamientos.



Ilustración 2. Aparcamientos proyecto UNIVER

En el año 2020 se actualizó la instalación de la Universidad de Jaén (Ilustración 3) empleando los módulos a modo de cubierta. Reduciendo así el coste de la instalación e incrementando su rendimiento, debido a la mejor refrigeración de los módulos. También se incrementó la potencia hasta 468,7 KW instalados en las marquesinas. [5]



Ilustración 3. Aparcamiento solar Universidad de Jaén

La Universidad de Jaén actualmente dispone de 1 MW de potencia instalada a través de la utilización de los aparcamientos y cubiertas de los diferentes edificios (Ilustración 4).



Ilustración 4. Cubierta edificio C3

4. Legislación

En este trabajo se han tenido en cuenta las siguientes normativas [6]:

- Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.
- IEC 60364-7-712: apartado de la norma IEC 60364, regula las instalaciones eléctricas de BT (≤ 1.000 V en AC y ≤ 1.500 V en DC), que trata específicamente el diseño e instalación de generadores fotovoltaicos.
- Real Decreto -ley 23/2020, de 23 de junio, por el que se aprueban medidas en materia de energía y en otros ámbitos para la reactivación económica.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para baja tensión y las ITC correspondientes.
- IDAE, octubre de 2002, Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red.
- UNE-EN 50618:2015, Cables eléctricos para sistemas fotovoltaicos.
- Declaración y Marcado CE en todos los componentes seleccionados.

5. Estudio y análisis del problema

5.1. Emplazamiento y condiciones de operación previstas

El proyecto se realizará en el aparcamiento ya existente del Centro Comercial Jaén Plaza, en la provincia de Jaén (España). Dicho lugar se encuentra en el Paraje de las Lagunillas, junto a la carretera Bailén- Motril (N323a – Km 36).

Las coordenadas geográficas se muestran a continuación junto con una foto de dicho lugar, Ilustración 5. Emplazamiento en Google Maps Los datos del emplazamiento son:

- Latitud: 37, 79° Norte
- Longitud: -3, 77° Oeste
- Altitud: 424 metros



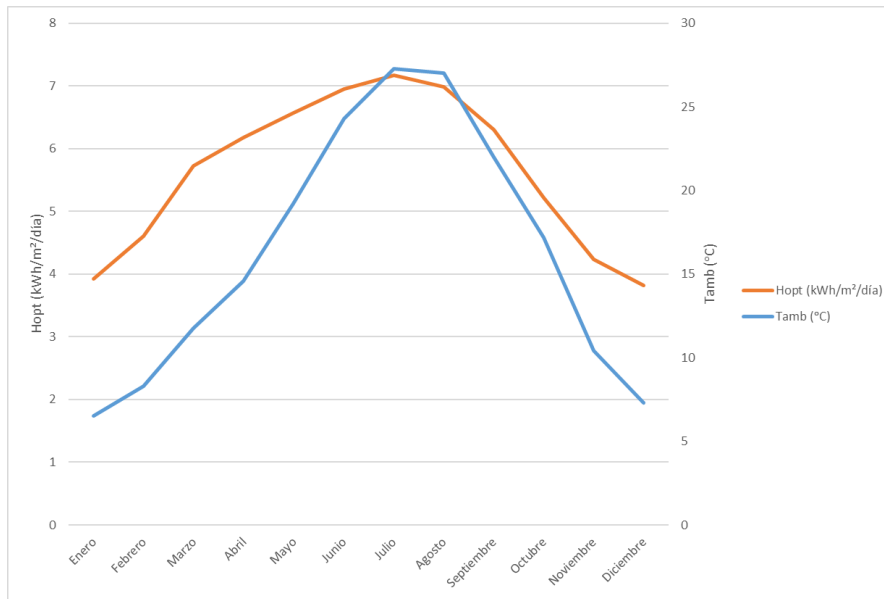
Ilustración 5. Emplazamiento en Google Maps

Los datos meteorológicos considerados para la estimación de la producción del SFV serán la temperatura ambiente y la radiación solar en dicho emplazamiento.

Aunque este cálculo se realice con el software PVsyst. A continuación, en la Tabla 1 y Gráfica 1, se muestran los valores medios mensuales de irradiación sobre una superficie con una inclinación óptima (34°) para el emplazamiento y la temperatura ambiente media. Estos han sido obtenidos a través de la base de datos PVGIS (Photovoltaic Geographical Information System). [7]

	Hopt (kWh/m ² /día)	Tamb (°C)
Enero	3,92	6,5
Febrero	4,61	8,3
Marzo	5,73	11,77
Abril	6,18	14,6
Mayo	6,57	19,2
Junio	6,95	24,3
Julio	7,17	27,3
Agosto	6,98	27
Septiembre	6,3	22
Octubre	5,22	17,2
Noviembre	4,23	10,4
Diciembre	3,82	7,3

Tabla 1. Datos de irradiación en un plano óptimo inclinado y temperatura ambiente mensuales



Gráfica 1. Representación Hopt y temperatura

5.2. Infraestructura existente y soluciones propuestas

El complejo comercial Jaén Plaza hoy en día no dispone de marquesina alguna como se puede observar en la Ilustración 6.



Ilustración 6. Imagen aparcamiento Jaén Plaza

Con el fin de aprovechar la superficie del aparcamiento existente se ha optado por la instalación de marquesinas solares. Concretamente marquesinas sin chapa para utilizar el propio módulo como cubierta, como se puede en la Ilustración 7.



Ilustración 7. Ejemplo marquesina solar sin chapa

Por otro lado, la instalación de las marquesinas solares no modificará la distribución de los aparcamientos actuales. Lo que conlleva las siguientes ventajas:

- Obra civil mínima, menor inversión.
- Posibilidad de realizar la instalación gradualmente en paralelo al normal funcionamiento del complejo comercial.

Respecto a las cubiertas de los edificios. Se realizará la instalación de módulos fotovoltaicos en aquellas cubiertas que dispongan del área suficiente. En algunas de ellas como se puede observar en la Ilustración 8 no es posible la instalación de módulos fotovoltaicos debido a las estructuras y sistemas de ventilación existentes.



Ilustración 8. Cubierta McDonald's

Por último, después de haber analizado las áreas viables a través del plano del complejo comercial (DOCUMENTO N°:3 PLANOS) e incluyendo la superficie de las marquesinas solares, la composición de las áreas seleccionadas sería la siguiente:

Orientación	Tipo de instalación	Inclinación (°)	Azimut (°)	Área (m2)
1	Integrado en marquesina	7	-60	13470
2	Integrado en marquesina	7	30	1600
3	Integrado en marquesina	7	10	3900
4	Soporte en cubierta	30	0	15700
5	Integrado en marquesina	7	-80	570

Tabla 2. Áreas según orientación

El conjunto de todas las áreas seleccionadas proporciona un total de 35240 m2 disponibles teóricos. Aunque no todos serán productivos, debemos tener en cuentas las distancias de sombreado.

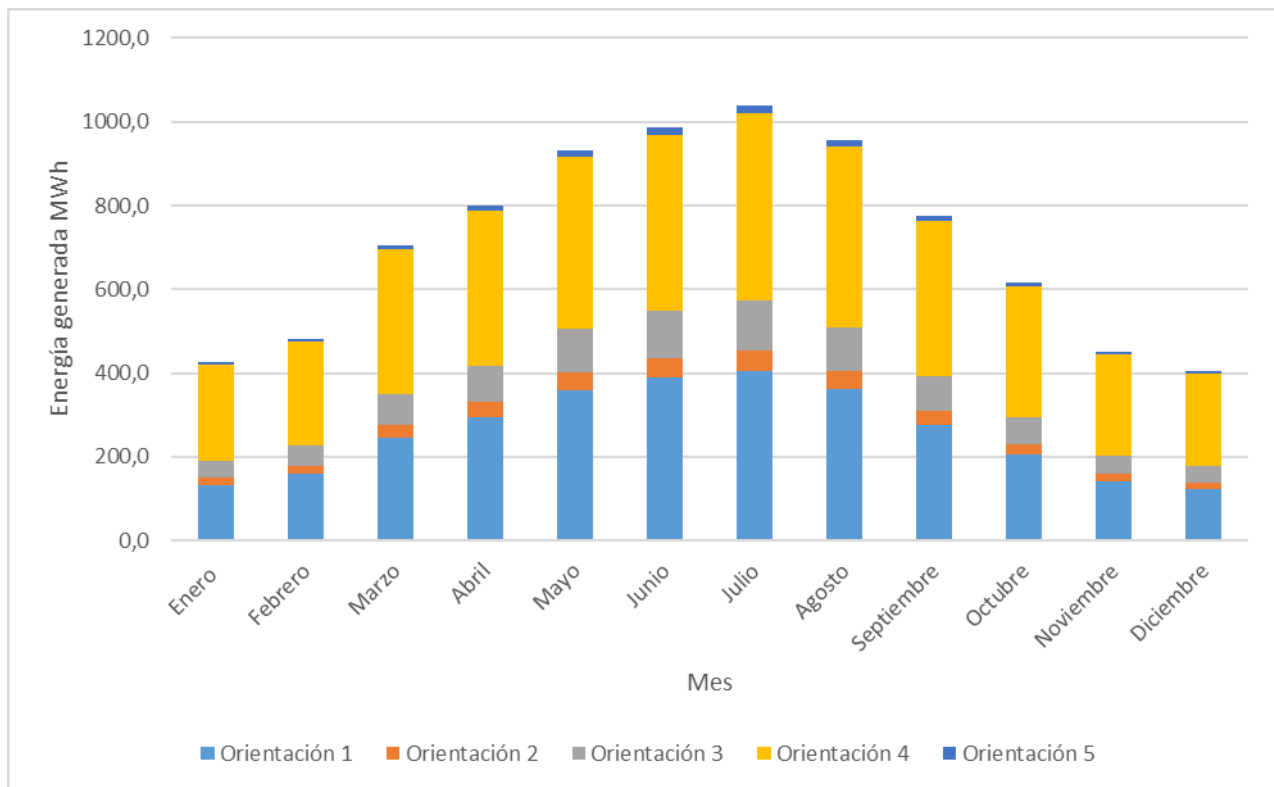
6. Potencial fotovoltaico

Para el cálculo del potencial fotovoltaico se emplea el software de simulación PVsyst [8]. Realizaremos un estudio del potencial fotovoltaico del Jaén Plaza, en base a las áreas seleccionadas y con las orientaciones propuestas, este estudio se recoge en el DOCUMENTO N°:3.

En la Tabla 3 se muestra una estimación de la energía generada mensualmente por cada orientación seleccionada sin tener en cuenta sombreados. Esta composición se puede apreciar visualmente en la Gráfica 2.

Orientación	Energía mensual generada MWh											
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1	133,2	158,5	245,5	295,6	359,1	388,5	405,6	360,8	276,1	205,8	141,4	123,1
2	16,6	19,6	30,0	35,6	42,9	46,2	48,4	43,3	33,6	25,4	17,6	15,4
3	41,3	48,5	73,9	87,3	104,8	112,7	118,0	106,1	82,5	62,6	43,8	38,4
4	230,1	248,4	346,6	368,1	409,1	422,5	449,0	432,0	371,5	313,0	241,1	221,7
5	5,3	6,4	10,1	12,3	15,1	16,4	17,1	15,1	11,4	8,4	5,7	4,9

Tabla 3. Energía mensual generada



Gráfica 2. Generación mensual orientaciones

7. Consumo energético

Para realizar una estimación de los beneficios económicos de la propuesta, se asumirá que toda la energía generada por la instalación fotovoltaica se autoconsumirá, actuando el complejo comercial Jaén Plaza como una comunidad fotovoltaica. Esta decisión se basa en que el complejo Jaén Plaza espera albergar 73 marcas [9], lo que conlleva una gran cantidad de luminarias junto con un elevado consumo de los sistemas de climatización (provocado por las temperaturas extremas de la capital jienense), aparte de otros tipos de consumos como pueden ser: escaleras mecánicas, ascensores, instalaciones varias...

8. Discusión técnico – económica de las soluciones

A continuación, se discuten las posibles soluciones para el diseño del SFCR que logren suministrar la mayor cantidad de energía posible al centro comercial Jaén Plaza. Para ello se realizará también un estudio económico y financiero.

8.1. Tamaño del sistema fotovoltaico

Mediante el software PVsyst se ha realizado en 3D el complejo comercial Jaén Plaza para estudiar la potencia pico a instalar, optimizando el espacio lo mejor posible gracias a la opción que incluye el software. También se han tenido en cuenta los principales sombreados como pueden ser el de los propios módulos fotovoltaicos, cornisas de los edificios o construcciones cercanas.

En la Ilustración 9 e Ilustración 10 se puede observar el modelado 3D del centro comercial Jaén Plaza junto con la instalación fotovoltaica propuesta, con una potencia de 4198 kWp.

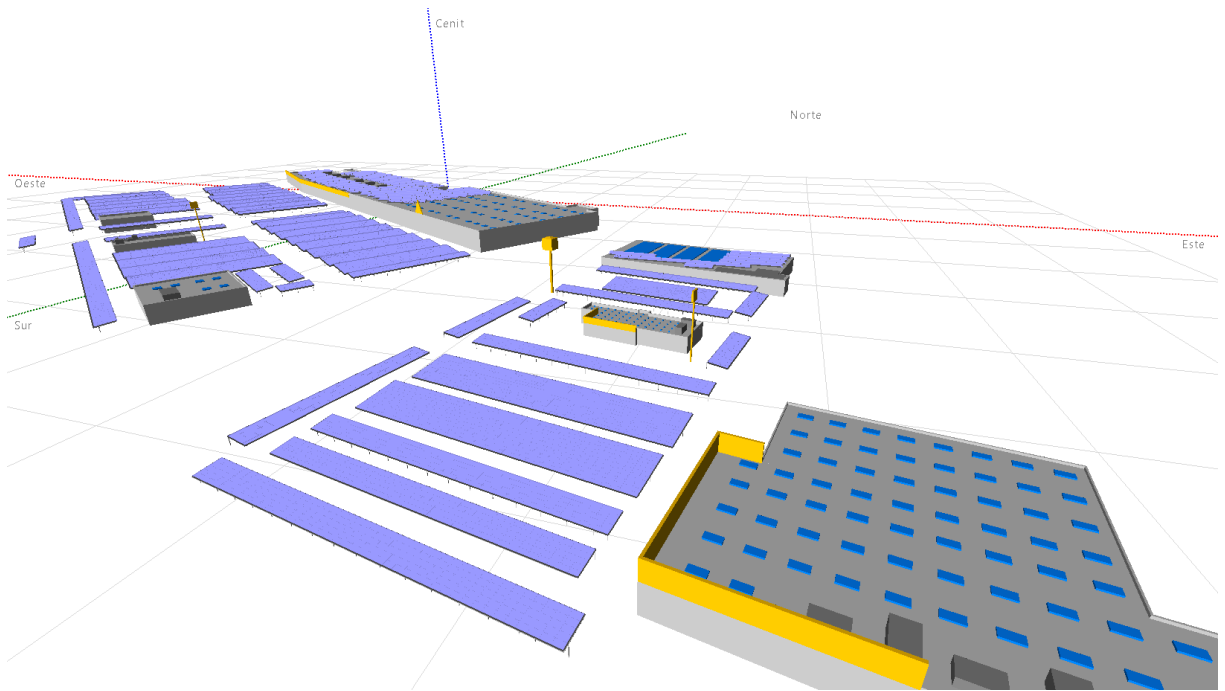


Ilustración 9. Frontal modelo en 3D Jaén Plaza

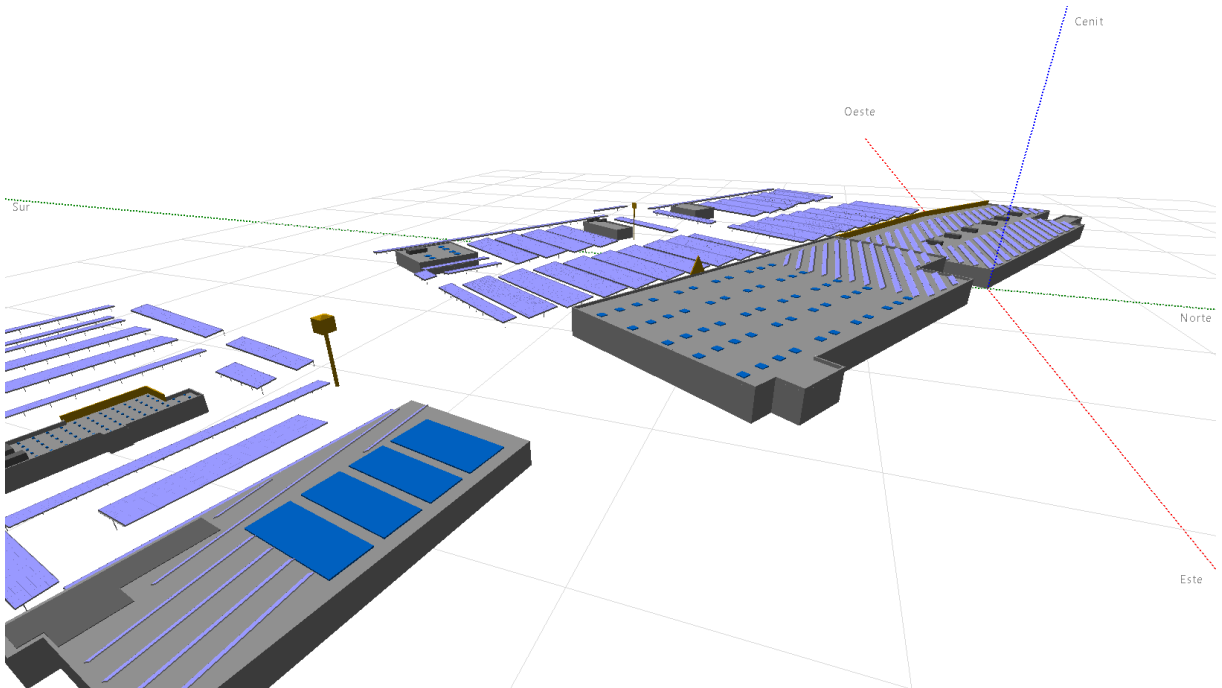


Ilustración 10. Parte trasera modelo en 3D Jaén Plaza

8.2. Análisis económico y financiero del proyecto

Se ha realizado un análisis económico y financiero del proyecto a través del programa de simulación PVsyst para poder obtener el resultado más próximo a la realidad. A través de este estudio se determinará la factibilidad de proyecto. En el análisis se incluye el coste también el centro de transformación, aunque el dimensionado de este no sea parte de nuestro estudio.

En el análisis de rentabilidad del proyecto se emplean los indicadores descritos en el ANEXO II. En dicho anexo se hayan también el análisis económico – financiero detallado.

En la Tabla 4 se pueden ver los principales datos del análisis.

DATOS GENERALES	
Potencia de la instalación (kWp)	4198
Coste instalación (€)	5402801,71
Recursos propios para la financiación del proyecto (% de la inversión inicial)	20
Recursos ajenos para la financiación del proyecto (% de la inversión inicial)	80
Producción eléctrica autoconsumida (MWh/año)	6
Impuestos (%)	21
Vida útil del proyecto en años	25

Tabla 4. Datos generales económicos

En la Tabla 5 se muestran los datos de la explotación:

DATOS DE EXPLOTACIÓN	
Tarifa coste de la electricidad (€/kWh)	0,19
Tasa de variación interanual precio electricidad (%)	1,7
Tasa de variación interanual de pérdida de potencia de la instalación (%)	0,5
Gastos de operación y mantenimiento del SF (% de la inversión inicial del SF)	1,7
Tasa de variación interanual de los gastos/costes del SF (%)	1,8
Gastos Operación y mantenimiento del SF (€)	15000

Tabla 5. Datos de explotación

Respecto a la financiación se ha realizado a 10 años. Esta financiación es mixta (20% recursos propios, 80% recursos ajenos. En la Tabla 6 se puede encontrar en detalle esta financiación.

FINANCIACIÓN	
Préstamo	
Importe inicial de la deuda (€)	4322241,4
Amortización en años	10
Tasa de interés (%)	4,3
Cuota de amortización (€)	43224,13
Capitales propios	
Importe inicial de la deuda (€)	1080560,3
Amortiz. al final de proyecto (años)	10
Dividendos sobre el CP (%)	7,6

Tabla 6. Datos financiación

Los cálculos realizados en el ANEXO II arrojan los siguientes valores:

- Periodo de recuperación = 4,8 años
- Retorno de la inversión (ROI) = 574,3 %
- Ahorro en la vida del proyecto = 37.980.085 €

9. Descripción de los elementos

9.1. Generador fotovoltaico

El generador fotovoltaico estará distribuido entre las marquesinas solares y las cubiertas. Formado por un total de 23 inversores de los cuales su configuración será 14 ramas y 32 módulos en serie de 390 Wp. La salida de los 23 inversores se unirán cada 4 inversores (tendremos una línea con 3 inversores) en una única línea hasta el centro de transformación. Dando como resultado 182,5 kWp por inversor y un total de 4198 kWp.

Las orientaciones que conforman el sistema son las mostradas en la Tabla 7. Resumen orientaciones Tabla 7:

Inclinación (°)	Azimut (°)
7	-60
7	30
7	10
7	-80
30	0

Tabla 7. Resumen orientaciones

9.2. Módulos fotovoltaicos

Los módulos fotovoltaicos que conforman el generador fotovoltaico son el modelo JAM60S20-390-MR del fabricante JA Solar.

La configuración de media célula de los módulos, ensamblados con células PERC con multi “bus bar” ofrece las ventajas de una mayor potencia, un mejor rendimiento en función de la temperatura, un menor efecto de sombreado en la generación de energía, un menor riesgo de punto caliente, así como una mayor tolerancia a la carga mecánica.

Las características eléctricas de los módulos fotovoltaicos se muestran en la Tabla 8:

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS EN STC	
Potencia nominal (W)	390
Tensión en circuito abierto (V)	41,94
Corriente de cortocircuito (A)	11,58
Tensión del punto de máxima potencia (V)	35,33
Corriente del punto de máxima potencia (A)	11,04
Límite de corriente inversa (A)	20
Eficiencia (%)	21
Tolerancia de potencia(W)	5
Tensión máxima del sistema (V)	1500

Tabla 8. Características eléctricas módulo

En la Tabla 9 podemos encontrar las características de operación de los módulos fotovoltaicos.

CARACTERÍSTICAS DE OPERACIÓN	
Temperatura de Operación Nominal de la célula TONC (°C)	45
Coefficiente de temperatura de P Max (%/°C)	-0,350
Coefficiente de temperatura de V OC(V/°C)	-0,272
Coefficiente de temperatura de I SC(mA/°C)	0,044

Tabla 9. Características de operación módulo

Por último, en la Tabla 10 podemos ver las características mecánicas:

CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS	
Célula solar	Mono
Número de células	120
Dimensiones (l / a / a)	1769 mm / 1052 mm / 35 mm
Peso	20,5
Máxima carga admisible frontal (Pa)	5400
Máxima carga admisible trasera (Pa)	2400
Cables y conector	QC4.1-35 (1500 V)

Tabla 10. Características mecánicas módulo

9.3. Inversor

El inversor seleccionado para el diseño de la instalación fotovoltaica es de la marca HUAWEI, modelo SUN2000-185KTL-H1. Este modelo cuenta con 9 MPPT por lo que ofrece más flexibilidad y eficiencia al sistema dando una gran producción energética en un único dispositivo inversor.

El inversor HUAWEI modelo SUN2000-185KTL-H1 tiene una eficiencia del 98,69 % con 18 entradas totales, repartiendo 2 entradas por casa regulador.

En la Tabla 11 se presentan las características del inversor de la parte DC.

VALORES DE ENTRADA (DC)	
Rango de tensión MPPT (V)	500 ~ 1500
Máxima tensión (V)	1500
Máxima corriente por MPPT (A)	26

Tabla 11. Valores de entrada DC

A continuación, la Tabla 12 muestra las características de la parte AC del inversor.

VALORES DE SALIDA (AC)	
Potencia nominal (W)	185000
Tensión, frec. Nominal (V/Hz)	800 / 50
Coseno de Phi	1

Tabla 12. Valores de entrada AC

Los datos mecánicos y generales aparecen descritos en la tabla Tabla 13.

DATOS GENERALES	
Eficiencia máxima (%)	99,03
Dimensiones (ancho / alto / fondo) (mm)	1035 / 700 / 365
Peso (kg)	84
Rango de temperatura de servicio (°C)	-25°C ~ 60°C

Tabla 13. Datos generales inversor

Como se ha analizado anteriormente en este estudio el inversor dispone de diferentes sistemas de protección, estos se encuentran recopilados en la Tabla 14.

PROTECCIONES	
Dispositivo de desconexión del lado de entrada	Sí
Protección anti-isla	Sí
Protección contra sobrecorriente de AC	Sí
Protección contra polaridad inversa de DC	Sí
Monitoreo de fallas en string de sistemas fotovoltaicos	Sí
Protección contra sobrecorriente de DC	Tipo II
Protección contra sobrecorriente de AC	Tipo II
Detección de resistencia de aislamiento DC	Sí
Unidad de Monitoreo de la Corriente Residual	Sí

Tabla 14. Protecciones inversor

Por último, podemos encontrar en la Tabla 15 las diferentes opciones de comunicación del inversor. Estas se emplearán para la motorización del sistema pudiendo acceder a la información de los diferentes MPPT en tiempo real.

COMUNICACIÓN	
Visualización	Indicadores LED, Bluetooth/WLAN + APP
USB	Sí
RS485	Sí
MBUS	Sí

Tabla 15. Comunicación inversor

9.4. Cableado

El cableado DC, H1Z2Z2-K, según la especificación UNE-EN 50618:2015 consta de las siguientes características:

- Cables diseñados para larga duración (>25 años) y severas condiciones de trabajo.
- Tensión asignada de 1.8 kV.

- Adecuados para equipos de aislamiento clase II.
- Resistentes a temperaturas extremas (- 40°C a 90°C).
- Resistentes a la intemperie: ozono, rayos UV, absorción de agua.
- Cables de alta seguridad (AS): Libres de halógenos, no propagación de llama y fuego, baja emisión de humos y gases corrosivos.
- La cubierta del cable debe marcarse por impresión, grabado o relieve con el código de designación 'H1Z2Z2-K'.

El cableado AC, RZ1-K 0,6/1 kV, consta de aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de poliolefina libre de halógenos de tensión de trabajo. Este tipo de cableado cumple con la norma UNE 23.030.

Si analizamos los cables empleados en la instalación:

- El tramo que va desde los módulos hasta el inversor, tramo DC, tiene una longitud de 70 m y una sección de cable de 4 mm² que admite hasta 44 A.
- El tramo que va desde el inversor hasta el conexionado con los otros inversores, tramo AC, tiene una longitud de 50 m y una sección de cable de 50 mm² que admite hasta 215 A.
- El tramo que va desde los diferentes grupos de inversores hasta el transformador, tramo AC, tiene una longitud de 50 m y una sección de cable de 400 mm² que admite hasta 705 A.

9.5. Marquesina

Se han escogido las estructuras de la marca SUNFER modelos:

- FTMB069 – Marquesina solar sin chapa orientación sur
- FTMB070 – Marquesina solar sin chapa orientación norte
- FTMB071 – Marquesina solar sin chapa orientación doble

Para ser instaladas con zapatas. Además, dispone de una variedad de inclinaciones estándar y es modular, puede ampliarse en cualquier momento dependiendo de las necesidades.

La longitud de las diferentes marquesinas se proporcionará según las especificaciones de los planos (DOCUMENTO N:3 PLANOS).

El sistema de fijación de los módulos fotovoltaicos se realizará con tornillería y grapas, especificadas en la hoja de características de las marquesinas.

9.6. Soporte

Se han escogido las estructuras de la marca SUNFER modelo 09V2 para ser instalada sobre cubiertas de hormigón o suelo mediante contrapesos o zapatas. Además, dispone de una variedad de inclinaciones estándar y es modular, puede ampliarse en cualquier momento dependiendo de las necesidades.

El sistema de fijación de los módulos fotovoltaicos se realizará con tornillería y grapas, especificadas en la hoja de características de los soportes.

9.7. Puesta a tierra

El objetivo es reducir la tensión asociada a tierra, que pueden aparecer en masas metálicas. Garantizando el funcionamiento de las medidas de protección y eliminar o reducir el riesgo de fallo de los diferentes equipos o material de la instalación.

La instalación fotovoltaica se dispondrá en esquema flotante, por tanto, la red DC de la instalación se encuentra aislada de tierra. Existiendo una tierra a la que se unirán las diferentes masas metálicas del sistema como los equipos de protección frente a sobretensiones.

La conexión a tierra será equipotencial, en ella se unirán las diferentes masas metálicas del sistema fotovoltaico con el fin de proteger a las personas frente a contactos indirectos además de asegurar el correcto funcionamiento de los demás equipos.

La sección de los conductores vendrá dada según las especificaciones de la ITC-BT-18. Los conductores de protección tendrán las siguientes secciones:

- 4 mm² para la conexión de los marcos, envolventes, partes metálicas, etc.
- 4 mm² en el tramo del descargador de tensiones DC del Inversor.
- 50 mm² en el descargador de sobretensiones de AC del Inversor.

El conductor encargado de unir la barra equipotencial con la puesta a tierra será de cobre con tratamiento anticorrosión con una longitud de 10 m, hasta conectar con una pica de 2 m de longitud. La pica se dispondrá enterrada.

El electrodo de puesta a tierra de la instalación fotovoltaica será independiente del electrodo del neutro de la empresa distribuidora.

9.8. Transformador

Este elemento se ha tenido en cuenta para el cálculo económico (transformador de la potencia del sistema) junto con su habitáculo y elementos correspondientes correspondiente pero no se definirían debido a que no es el objetivo del estudio.

Estos elementos serán definidos en detalle en la fase de proyecto.

9.9. Protecciones

9.9.1. Fusibles

La norma IEC 62548 establece que se puede omitir la protección frente a sobrecargas cuando la intensidad admisible por los conductores del generador es igual o mayor a $1,25 \cdot I_{SC,STC}$. Condición que cumple nuestro cableado.

9.9.2. Protección frente a sobretensiones de corriente continua

Para proteger al GFV de sobretensiones tanto externas, como los rayos, como internas, se usa descargadores de tensión. El propio inversor dispone de un descargador de sobretensiones de continua tipo II.

9.9.3. Interruptor principal de continua

El interruptor principal de continua debe ser capaz de soportar la tensión del GFV en las condiciones de operación más desfavorables, es decir, para una temperatura de célula igual a -10°C . Como interruptor de continua se usará el propio interruptor de los inversores.

9.9.4. Protección frente a sobretensiones de corriente alterna

Se usará el descargador de sobretensiones AC tipo II del que dispone el inversor para proteger frente a las sobretensiones procedentes de la red eléctrica.

9.9.5. Interruptor diferencial

Se dispondrá de un interruptor diferencial para la protección de las personas del contacto directo o indirecto provocado por el contacto con partes activas a la instalación. Este interruptor diferencial estará incluido en la zona del transformador por lo cual también se definirá en detalle en la fase de proyecto.

9.9.6. Interruptor magnetotérmico - Inversor

El interruptor magnetotérmico automático dispuesto a la salida de cada inversor es el Compact NSX250F del fabricante Schneider.

9.9.7. Interruptor magnetotérmico - Unión inversores

Se dispondrá el interruptor magnetotérmico Compact NS800 NA del fabricante Schneider. En las diferentes líneas que llegan al centro de transformación después de la unión de las salidas de los inversores.

10. Presupuesto del proyecto

CAPÍTULO	IMPORTE (€)
CAPÍTULO 1. GENERADOR FOTOVOLTAICO	3.187.536,90
CAPÍTULO 2. INVERSOR	251.629,66
CAPÍTULO 3. CABLEADO	71.805
CAPÍTULO 4. PROTECCIONES	13.920,48
Presupuesto de ejecución material	3.524.892,04
13% de gastos generales	458.235,97
6% de beneficio industrial	211.493,52
Suma	4.194.621,53
21% IVA	880.870,52
Presupuesto de ejecución por contrata	5.075.492,05

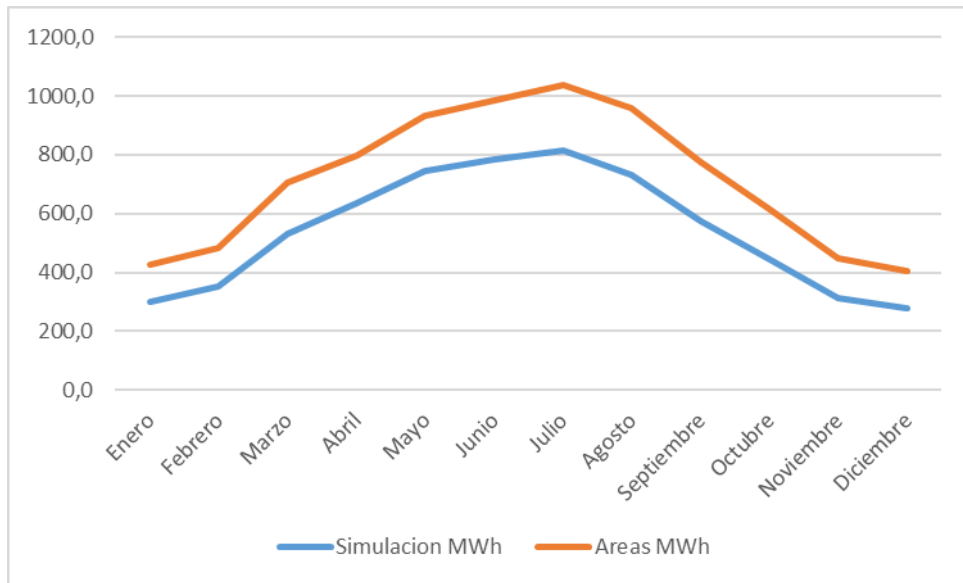
11. Conclusiones

Con el presente Trabajo de Fin de Grado y los resultados obtenidos con el mismo, podemos establecer conclusiones relacionadas, por un lado, con la capacidad fotovoltaica y, por otro lado, con el planteamiento del proyecto preliminar.

Con respecto a la capacidad fotovoltaica, en la Tabla 16 y en la Gráfica 3 se muestra una comparativa entre la energía fotovoltaica teórica de las soluciones adoptadas, sin incluir los sombreados (construcciones o accidentes geográficos cercanos), y la simulación con el software de simulación PVsyst incluyendo el modelado 3D del complejo comercial.

	Simulación MWh	Áreas MWh
Enero	298,7	426,5
Febrero	351,4	481,5
Marzo	533,0	706,1
Abril	634,8	798,9
Mayo	746,6	931,0
Junio	785,1	986,4
Julio	813,7	1038,1
Agosto	733,3	957,2
Septiembre	576,0	775,1
Octubre	442,0	615,2
Noviembre	312,2	449,6
Diciembre	276,7	403,5

Tabla 16. Comparativa generación energética



Gráfica 3. Comparativa generación energética

Como se puede observar el potencial fotovoltaico teórico dista un 24% del estudio inicial ya que no se analizaban los sombreados creados por los elementos publicitarios, sistemas de climatización, cornisas, propios módulos... Ejemplo en la Ilustración 11.

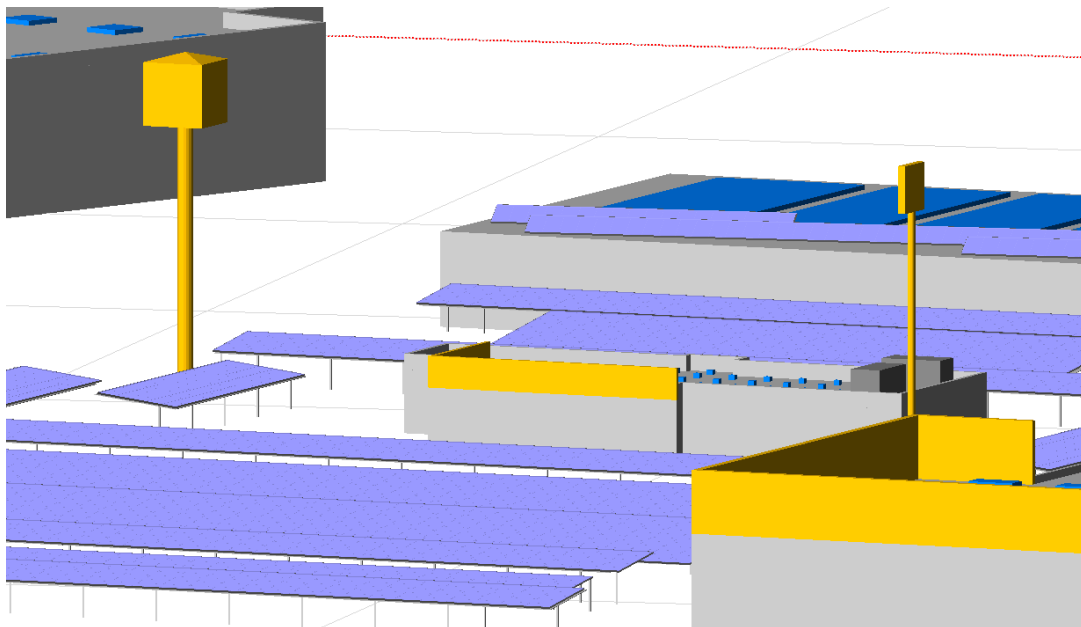


Ilustración 11. Elementos de sombreado varios

En cuanto a las conclusiones relacionadas con el proyecto preliminar del centro comercial Jaén Plaza tenemos que señalar que debido al impacto de los sombreados se ha decidido omitir la instalación de módulos fotovoltaicos entre los tragaluces de la cubierta principal del Jaén Plaza, ya que no disponemos de las características del sistema (altura y geometría de los tragaluces).

Respecto a las orientaciones, la orientación con azimut 80° se ha decidido mantener ya que la finalidad de las marquesinas era doble en este proyecto. Generación energética y aumento del confort de los clientes.

Desde el punto de vista técnico se ha trabajado en una instalación con componentes actuales. Con inversores modernos para optimizar el generador y una instalación a 1500 V en la parte DC y de 800 V en la parte de AC. Se ha decidido optar por los anteriores voltajes por las ventajas que conllevan [10], como:

- Reducción secciones del cableado
- Reducción pérdidas en las líneas
- Reducción de la inversión

En un aspecto económico-financiero el SFV conlleva un ahorro debido a la energía que no se consume de la red. Realizar una simulación de la instalación en detalle proporciona un dato mucho más cercano a la realidad haciendo más confiables los datos arrojados por el estudio económico - financiero.

Teniendo un ahorro 37.980.085 € en la vida del proyecto y un retorno de la inversión de 4,8 años. Por tanto, viable desde el punto de vista económico.

Si evaluamos el proyecto desde un punto de vista medioambiental supondría unas 38.000 toneladas de CO₂ ahorradas en la vida útil del proyecto (DOCUMENTO N°:6 SIMULACIONES).

Por último, el complejo comercial Jaén Plaza no se encuentra finalizado completamente, se haya en la última fase de construcción. Fase que el grupo Alvores prevé finalizar en otoño de 2022 [11]. Por tanto, una vez finalizada esta fase, sería interesante realizar un nuevo estudio para ampliar la instalación propuesta.



Gráfica 4. Diseño Jaén Plaza

12. Bibliografía

- [1] Red Eléctrica de España. Integración de renovables [En línea]. <https://www.ree.es/es/sala-de-prensa/actualidad/nota-de-prensa/2021/12/la-eolica-se-convierte-en-la-principal-fuente-de-generacion-de-energia-electrica-en-espana-en-2021>.
- [2] «Un Pacto Verde Europeo» [En línea]. Recuperado de [Un Pacto Verde Europeo | Comisión Europea \(europa.eu\)](https://ec.europa.eu/europa/comision/comision-europea/es/un-pacto-verde-europeo)
- [3] «European Comission – Energy» [En línea]. Recuperado de [EU solar strategy \(europa.eu\)](https://ec.europa.eu/europa/comision/comision-europea/es/energy/eu-solar-strategy)
- [4] «Proyecto UNIVER» [En línea]. Recuperado de [PROYECTO UNIVER -JAÉN- \(ujaen.es\)](https://www.ujaen.es/proyecto-univer)
- [5] «Proyecto UNIVER» [En línea]. Recuperado de [Proyecto de instalación para la producción de energía solar fotovoltaica 20/20 | Servicio de Obras, Mantenimiento y Vigilancia de Instalaciones. \(ujaen.es\)](https://www.ujaen.es/proyecto-univer)
- [6] «BOE» [En línea]. Recuperado de [BOE.es - Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado](https://www.boe.es)
- [7] «PVGIS» [En línea] Recuperado de [PVGIS Photovoltaic Geographical Information System \(europa.eu\)](https://ec.europa.eu/europa/comision/comision-europea/es/energy/eu-solar-strategy)
- [8] «PVsyst,» [En línea]. Recuperado de <http://www.pvsyst.com/en/>.
- [9] «Jaén Plaza» [En línea]. Recuperado de [Portada - Jaén Plaza | Centro Comercial en Jaén \(jaenplaza.es\)](https://www.jaenplaza.es)
- [10] «Instalaciones fotovoltaicas 1500 V» [En línea]. Recuperado de [Aplicación de 1500Vdc en el sistema fotovoltaico para reducir costes \(lsp-international.com\)](https://www.lsp-international.com)

[11] «Proyecto Jaén Plaza» [En línea]. Recuperado de [Jaén Plaza: el mayor complejo comercial en construcción de Andalucía funcionará a pleno rendimiento en otoño de 2022 \(eleconomista.es\)](#)

[12] «OMIE» [En línea]. Recuperado de [Mínimo, medio y máximo precio de la casación del mercado diario | OMIE](#)

[13] « A worldwide assessment of levelised cost of electricity of HCPV systems» [En línea]. Recuperado de [A worldwide assessment of levelised cost of electricity of HCPV systems - ScienceDirect](#)

[14] IDAE, 2011. Instalaciones de Energía Solar Fotovoltaica. Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a la Red. IDAE, Madrid.

DOCUMENTO Nº: 2 ANEXOS

Anexo I – Cálculos

En este apartado se realizarán los cálculos necesarios para dimensionar el generador fotovoltaico.

El dimensionado de las diferentes orientaciones se ha realizado partiendo desde la optimización de las áreas seleccionadas para los módulos. Esta optimización está realizada por el software PVsyst con la opción que se muestra en la Ilustración 12.

Definición de tamaños	
<input checked="" type="radio"/> Por módulos (ajustar tamaños)	
<input type="radio"/> Por tamaños sensibles	

Por módulos	
Módulo FV de referencia	JAM60-520-390-MR
Ancho del módulo	1.052 m
Longitud del módulo	1.776 m
Orientación	Paisaje
Núm. de módulos en longitud (X)	27
Núm. de módulos en altura (Y)	11
Espaciado de módulos X	0.02 m
Espaciado de módulos Y	0.02 m

Área sensitiva	
Altura	11.77 m
Longitud	48.47 m
Área de la tabla	570.61 m²
Área requerida	27038.8 m²

Marco alrededor de módulos	
Izquierda/derecha	0.02 m
Arriba/abajo	0.02 m
Origen	Centro inferior

Ilustración 12. Ejemplo de optimización de área

Dando como resultado las distribuciones introducidas en el software. Un ejemplo de distribución de los módulos fotovoltaicos se puede observar en la Ilustración 13.

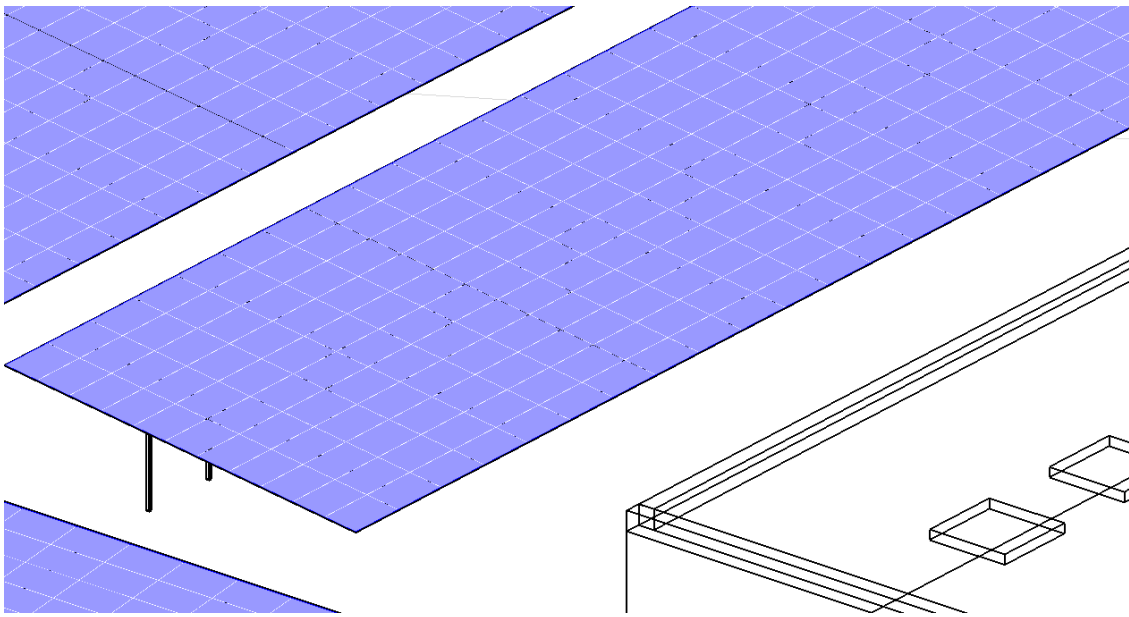


Ilustración 13. Ejemplo disposición módulos

Las áreas optimizadas en base al módulo fotovoltaico JAM60-S20-390-MR de la marca JA Solar son las mostradas en la Tabla 17.

Orientación	Área opt.(m2)	Potencia (kWp)
1	16023	3353,6
2	1906	398,2
3	4237	886,9
4	4066	849,4
5	807	170

Tabla 17. Áreas optimizadas

Distancia de sombreado entre módulos

En la orientación con azimut 0° e inclinación 30° debido a la disposición de los módulos se ha tenido que calcular la distancia entre ellos para evitar sombreados (Ilustración 14). Debemos tener en cuenta las dimensiones de nuestro módulo, en este caso será un módulo JA Solar de 390W. Dimensiones: 1650x991 mm

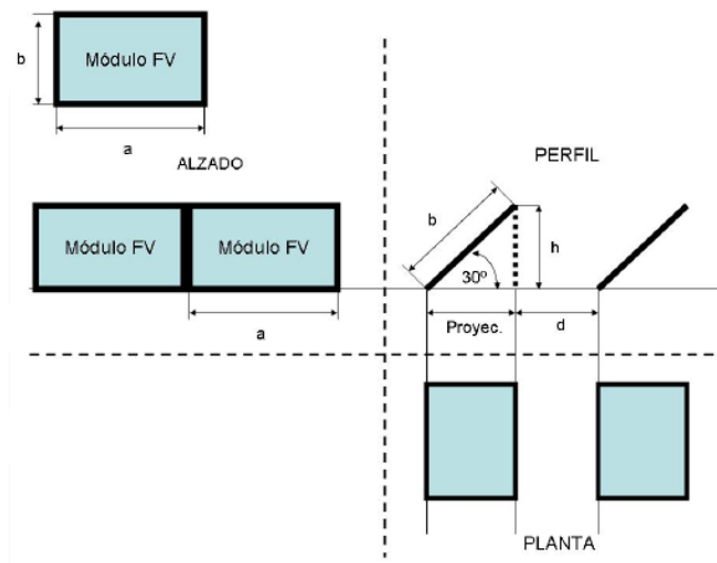


Ilustración 14. Cálculo sombreado

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

Ecuación 1

$$h = b * \sin 30^\circ$$

Ecuación 2

$$\text{Proyec} = b * \cos 30^\circ$$

Ecuación 3

Uniendo las anteriores ecuaciones y teniendo en cuenta que la latitud de Jaén es 37, 7° N [6]:

$$\text{Separación} = \text{Proyec} + d = b * \frac{\cos 30^\circ + \sin 30^\circ}{\tan(61^\circ - \text{latitud})} = b * 2,03 = 1,65 * 2,03 \approx 3m$$

Ecuación 4

Obtenemos una distancia entre módulos de 3 metros.

Esta misma ecuación se ha empleado para el cálculo de los sombreados de las diferentes cornisas, elementos publicitarios, otros... Respaldado también por el software PVsyst.

Dimensionado inversor

Una vez realizada la optimización de las áreas disponibles se obtiene la potencia de la instalación, para este caso una potencia de 4198 kWp.

El diseño del sistema fotovoltaico se realizará de forma modular, constituidos por 23 sistemas de 182,5 KW y no como una sola instalación, esto se debe a la posible expansión de la instalación el paso del tiempo, y un mejor desempeño a la hora del mantenimiento, consiguiendo con esto la menor pérdida de energía de la instalación, además el sistema al ser modular nos permite aumentar o disminuir la cantidad de energía que sea requerida por el emplazamiento, dándole mucha versatilidad a la aplicación de la energía del mismo.

A continuación, se detallan los parámetros de diseño considerados para uno de los veinte y tres sistemas de 182,5 kW.

Para el cálculo del dimensionado del inversor es necesario el factor de dimensionado (Fs), valor que depende de la latitud de la instalación como se ve en la

Tabla 18.

Zona	Fs
Europa Septentrional (lat. 55° - 70°)	0,65 - 0,8
Europa Central (lat. 45° - 55°)	0,75 - 0,9
Europa Meridional (lat. 35° - 45°)	0,85 - 1

Tabla 18. Valores Fs

El SFV se encuentra en la latitud 37, 79°. Por tanto, se haya en la zona de Europa Meridional, estando Fs comprendido entre 0,85 y 1.

Para obtener la potencia del inversor se aplica la siguiente expresión.

$$P_{INV,DC} \cong P_{INV,AC}$$

Ecuación 5

$$P_{INV,DC} = F_s * P_{GFV,STC}$$

Ecuación 6

Donde:

- $P_{INV,DC}$: potencia nominal de entrada del inversor
- F_s : factor de dimensionado
- $P_{GFV,STC}$: potencia nominal del GFV en condiciones estándar de medida

Para un factor de dimensionado igual a 1 se obtiene:

$$P_{INV,DC} = 1 * 182,5 = 182,5 \text{ kWp}$$

Un inversor comercial y actual, sería el SUN2000-185KTL-H1 del fabricante Huawei con una potencia nominal de entrada de 185 kW.

Dimensionado generador fotovoltaico

En primer lugar, se debe de calcular el número de módulos necesario. El GFV que se desea instalar dispone de una potencia de 185 kW. Se dispone de módulos fotovoltaicos JA Solar JAM60-S20-390-MR con una potencia nominal de 390 W. Por lo consiguiente el número de módulos fotovoltaicos es:

$$N = INT \left[\frac{P_{GFV,M,STC}}{P_{MOD,M,STC}} \right] = INT \left[\frac{182500}{390} \right] = 470 \text{ módulos}$$

Ecuación 7

- Cálculo número de módulos en serie

Para el cálculo de módulos en serie se emplean los siguientes valores:

- $V_{INV,M,DC}$: Tensión máxima de entrada al inversor
- $V_{INV,m,MPP}$, $V_{INV,M,MPP}$: Rango de tensión del punto de máxima potencia

Según la tensión de entrada máxima, el número de módulos debe ser:

$$N_{ms} \leq \frac{V_{INV,M,DC}}{V_{MOD,OC}(T_C=-10^{\circ}C)}$$

Ecuación 8

Según el rango de tensión PMP del inversor:

$$N_{ms} \geq \frac{V_{INV,m,MPP}}{V_{MOD,M}(T_C=70^{\circ}C)}$$

Ecuación 9

$$N_{ms} \geq \frac{V_{INV,M,MPP}}{V_{MOD,OC}(T_C=-10^{\circ}C)}$$

Ecuación 10

En la hoja de características del módulo podemos encontrar el coeficiente de temperatura de la tensión de circuito abierto, el cual se empleará para hallar la temperatura de célula de -10 y 70°C.

$$\begin{aligned} V_{MOD,OC}(T_C=-10^{\circ}C) &= V_{MOD,OC,STC} * \left(1 + \left(\frac{\beta}{100} \right) * (T_C - T_C^*) \right) = 42.07 * \left(1 + \left(-\frac{0,34}{100} \right) * (-10 - 25) \right) \\ &= 46,99 V \end{aligned}$$

Ecuación 11

$$\begin{aligned} V_{MOD,M}(T_C=70^{\circ}C) &= V_{MOD,M,STC} * \left(1 + \left(\frac{\beta}{100} \right) * (T_C - T_C^*) \right) = 35.33 * \left(1 + \left(-\frac{0,34}{100} \right) * (70 - 25) \right) \\ &= 29,92 V \end{aligned}$$

Ecuación 12

Sustituyendo los valores calculados en las ecuaciones anteriores:

$$N_{ms} \leq \frac{1500}{46,99} = 32$$

$$N_{ms} \geq \frac{500}{29,92} = 16$$

$$N_{ms} \geq \frac{1500}{46,99} = 32$$

Por tanto, el número de módulos debe estar entre 16 y 32.

$$16 \leq N_{ms} \leq 32$$

El número de módulos en serie escogido para la instalación es 26.

- Cálculo número de módulos en paralelo

El número de módulos en paralelo resulta del cociente del número de módulos totales, 474 módulos, entre el número de módulos en serie, 26.

$$N_{mp} = \frac{N}{N_{ms}} = \frac{470}{26} = 18$$

Ecuación 13

Para su comprobación, se realizará considerando que conectaremos dos ramas por MPPT. Este inversor dispone de 9 MPPT y 18 entradas.

$$I_{SC,GEN} \approx N_{mp} * I_{MOD,SC,STC} \leq I_{INV,M,DC}$$

Ecuación 14

$$I_{SC,GEN,MPPT} \approx 2 * 11,58 A \leq 26 A$$

$$I_{SC,GEN} \approx 23,16 A \leq 26 A$$

Por tanto, no se sobrepasará la intensidad máxima en corriente continua a la entrada del inversor. A modo de resumen cada inversor tendrá la siguiente configuración:

- $N_{ms} = 26$ módulos en serie
- $N_{mp} = 18$ ramas
- $N_{Total} = 468$ módulos
- $MPPT$ usados = 9

Dimensionado del cableado

De acuerdo con el REBT y el PCT IDAE las caídas de tensión máxima admisible serán de:

- Instalación en Corriente Continua: 1,5%
- Instalación en Corriente Alterna: 1,5%

Para cumplir las caídas de tensión y realizar un correcto dimensionado del cableado se tienen en cuenta los siguientes criterios:

a) Criterio de máxima intensidad admisible por el cable. Según dicta la IEC 60364-7-712, a su temperatura de trabajo, el cable de cada rama debe soportar 1,25 veces la intensidad de cortocircuito en CEM del módulo. Al cable de alterna se le aplica el mismo criterio, respecto de la intensidad nominal de salida del inversor.

b) Criterio de la máxima caída de tensión permisible. El Pliego de Condiciones Técnicas del IDEA determina que la sección de los conductores del cable debe asegurar que la caída de tensión en CEM en el tramo DC no supere el 1.5 %. Para la parte AC, según lo establecido en la ITC-BT 40, "Instalaciones generadoras de baja tensión", la caída de tensión no debe exceder el 1.5 % de la tensión de salida nominal del inversor.

En las instalaciones fotovoltaicas se desaconseja utilizar cables menores a 4 mm² de sección debido a que son propensos a rotura.

Tramo rama de módulos – Inversor

Este tramo comienza en las ramas de módulos fotovoltaicos hasta la caja de conexión DC, e irán enterrados. La longitud es una aproximación a la ya que es necesario la medición precisa en el lugar de emplazamiento y con el proyecto final, ya que el objeto de estudio es un proyecto preliminar. En la Ilustración 15 se puede ver el conexionado al inversor:

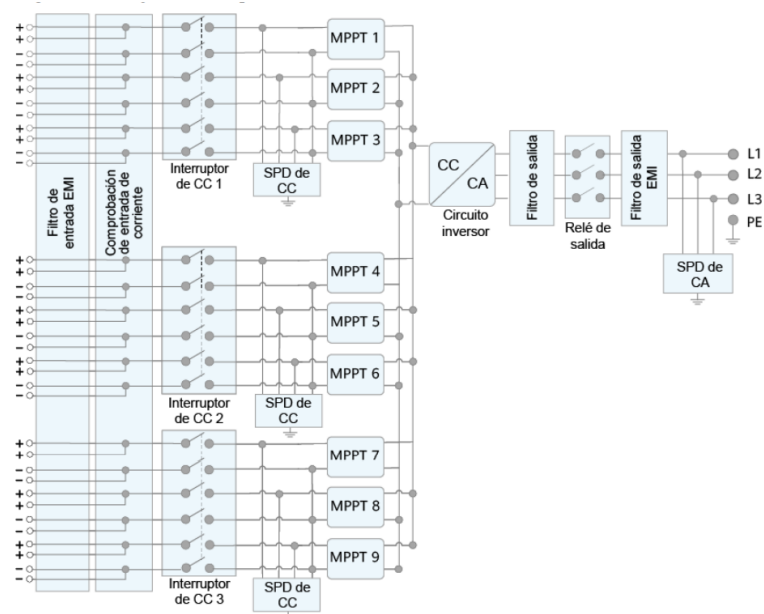


Ilustración 15. Esquema inversor

El cableado que incluye los módulos tiene una sección de 4mm², por lo tanto, en este tramo se utilizará un cable de sección de 4mm², que admite una corriente máxima de 44 A, este cable es diseñado específicamente para el tramo en DC de los sistemas fotovoltaicos.

A continuación, se comprobará que la sección de cable seleccionada anteriormente cumple con los criterios especificados anteriormente.

a) Criterio de máxima intensidad admisible por el cable

El cable de la rama debe soportar 1,25 veces la intensidad de cortocircuito en CEM del módulo:

$$I_{Rama} = 1,25 * I_{MOD,SC,STC} = 1,25 * 11.04 = 13.8 A$$

Donde:

- $I_{MOD,SC,STC}$: intensidad de cortocircuito en CEM (A).

Atendiendo a la tabla especificación EA 0038 a instalaciones sobre rejilla ventilada, hay que utilizar un cable de sección de 4 mm² que admite hasta 44 A.

Según la norma IEC 62548 establece que se puede omitir la protección frente a sobrecargas cuando la intensidad admisible por los conductores del generador es igual o mayor a 1,25·ISC,STC. Por tanto:

$$I_Z > 1,25 * I_{MOD,SC,STC}$$

$$44 > 1,25 * 11,04$$

$$44 > 13,8$$

Efectivamente se cumple.

b) Criterio de la máxima caída de tensión permisible en el cable

Las secciones de los conductores deben asegurar que la caída de tensión en CEM en la parte de continua no supere el 1,5%, y viene dado por la expresión citada anteriormente:

$$\Delta V_{rama} = \frac{2 * L_{rama} * I_{MOD,M,STC}}{S_{m,rama} * Nms * V_{MOD,M,STC} * \sigma}$$

Donde:

- $S_{m,rama}$: intensidad de cortocircuito en CEM (A).
- L_{rama} : longitud de la rama (m)
- $I_{MOD,M,STC}$: Intensidad máxima del módulo (A)
- ΔV_{rama} : caída de voltaje en la rama (V)
- Nms : numero de módulos en serie
- $V_{MOD,M,STC}$: voltaje máximo del módulo (V)
- σ : confidencie de resistividad

$$\Delta V_{rama} = \frac{2 * 70 * 11,04}{4 * 26 * 35,33 * 56}$$

$$\Delta V_{rama} = 0,75 \% < 1,5 \%$$

Como se puede observar la caída máxima permisible de tensión, no es superada por la sección de cable seleccionado.

Tramo de alterna Inversores - Unión Inversores

El cableado AC, RZ1-K 0,6/1 kV, consta de aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de poliolefina libre de halógenos de tensión de trabajo. Este tipo de cableado cumple con la norma UNE 23.030.

a) Criterio de máxima intensidad admisible por el cable

El cable de la rama debe soportar 1,25 veces la intensidad nominal de salida del inversor. Para determinar la sección del cableado AC a la salida del inversor hasta el punto de

$$I_{AC} = 1,25 * I_{INV,AC}$$

Donde:

- I_{AC} : intensidad del inversor en AC

$$I_{AC} = 1,25 * 134,9 = 168,63 A$$

A continuación, se comprobará que la sección de cable seleccionada anteriormente cumple con los criterios especificados anteriormente.

b) Criterio de la máxima caída de tensión permisible en el cable

Las secciones de los conductores deben asegurar que la caída de tensión en CEM en la parte de continua no supere el 1.5%, y viene dado por la expresión citada anteriormente:

$$S_{m,rama} = \frac{\sqrt{3} * L_{AC} * I_{INV} * \cos\varphi}{\Delta V_{rama} * V_{INV,AC} * \sigma}$$

Donde:

- I_{AC} : intensidad del inversor en AC

$$S_{m,rama} = \frac{\sqrt{3} * 50 * 134,9 * 1}{0.015 * 800 * 56} = 17,38 \text{ mm}^2$$

Como se puede observar la caída máxima permisible de tensión, no es superada por la sección de cable seleccionado.

Atendiendo a la tabla 5 de la ITC-BT-07, y teniendo en cuenta que la instalación es aérea en un conducto ventilado se empleará un cable de sección 50 mm² que admite hasta 215 A.

Tramo de alterna 4x Inversores – Transformador

a) Criterio de máxima intensidad admisible por el cable

El cable de la rama debe soportar 1,25 veces la intensidad nominal de salida del inversor:

Para determinar la sección del cableado AC a la salida del inversor hasta el punto de

$$I_{AC} = 1,25 * I_{INV,AC}$$

Donde:

- I_{AC} : intensidad del inversor en AC

$$I_{AC} = 4 * 1.25 * 134,9 = 674.5 \text{ A}$$

A continuación, se comprobará que la sección de cable seleccionada anteriormente cumple con los criterios especificados anteriormente.

b) Criterio de la máxima caída de tensión permisible en el cable

Las secciones de los conductores deben asegurar que la caída de tensión en CEM en la parte de continua no supere el 1.5%, y viene dado por la expresión citada anteriormente:

$$S_{m,rama} = \frac{\sqrt{3} * L_{AC} * I_{INV} * \cos\varphi}{\Delta V_{rama} * V_{INV,AC} * \sigma}$$

Donde:

- L_{AC} : Longitud de la rama (m).
- I_{INV} : Intensidad a la salida del inversor (A)
- ΔV_{rama} : caída de voltaje en la rama (V)
- $V_{INV,AC}$: Voltaje salida del inversor (V)
- σ : coeficiente de resistividad

$$S_{m,rama} = \frac{\sqrt{3} * 50 * 674,5 * 1}{0.015 * 800 * 56} = 69.53 \text{ mm}^2$$

Como se puede observar la caída máxima permisible de tensión, no es superada por la sección de cable seleccionado.

Atendiendo a la tabla 5 de la ITC-BT-07, y teniendo en cuenta que la instalación es aérea en un conducto ventilado se empleará un cable de sección 400 mm² que admite hasta 705 A.

Puesta a tierra

La ITC-BT-18 determina que no debe superarse en la parte AC los 50 V de tensión de contacto y la resistencia de puesta a tierra debe ser menor que 37 Ω . La resistividad de nuestro terreno es de 200 $\Omega \cdot m$, tendremos que la resistencia de puesta a tierra obtenida con una pica será:

$$R_{pica} = \frac{\rho}{L} = \frac{200}{2} = 100 \Omega$$

Donde:

- P : resistividad del terreno ($\Omega * m$)
- L : longitud de la pica

La resistencia total de puesta a tierra es:

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{100} + \frac{1}{40} = \frac{1}{28,57}$$

$$R_T = 28,57 \Omega$$

Según la ITC-BT-24 se debe cumplir que:

$$R_T * I_a \leq U$$

Con una sensibilidad de los diferenciales de 30 mA:

$$28,57 * 0,03 = 8,6 V \leq 50V$$

Donde:

- I_a : Corriente que garantiza el funcionamiento automático del dispositivo de protección
- U : tensión de contacto límite convencional

- Puesta a tierra de los módulos fotovoltaicos

La sección del cable del tramo que va desde los módulos fotovoltaicos hasta la caja de conexión DC es de 4 mm², por tanto, según la ITC-BT-18, la sección de los cables de protección debe ser de 4 mm².

- Puesta a tierra del descargador de sobretensiones de AC del inversor

La sección del cable del tramo es de 50 mm², por lo tanto, según la ITC-BT-18, la sección de los cables de protección debe ser de 50 mm².

Protecciones eléctricas

Se diseñará el conjunto de equipos de detección y eliminación de faltas eléctricas que protejan la instalación fotovoltaica con la finalidad de garantizar la seguridad de los equipos y de las personas. El SFV debe ser protegido frente a sobretensiones y sobreintensidades. Tanto en la red de continua como en la de alterna se dispondrán los correspondientes dispositivos para proteger frente a sobretensiones.

Protecciones de la red continua

Fusibles

Según a norma IEC 62548 establece que se puede omitir la protección frente a sobrecargas cuando la intensidad admisible por los conductores del generador es igual o mayor a $1,25 \cdot I_{SC,STC}$. Excepción que aplicaremos a la hora de calcular el cableado.

Protecciones de la red de corriente alterna

Protecciones frente a sobrecargas

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

$$1,25 * I_{INV,AC} < I_n < I_z$$

Donde:

- I_z : intensidad máxima que es capaz de soportar el cable

Por tanto:

$$1,25 * 134,9A < I_n < 450 A \rightarrow 168,63 A < I_n < 250 A$$

Atendiendo a las especificaciones, el interruptor automático escogido es de la marca Schneider, el modelo Compact NSX250F.

Para el cálculo del interruptor de la línea de los inversores se empleará la misma ecuación:

$$4 * 1,25 * 134,9A < I_n < 450 A \rightarrow 168,63 A < I_n < 674,5 A$$

Atendiendo a las especificaciones, el interruptor automático escogido es de la marca Schneider, el modelo Compact NS800 NA.

Anexo II – Anexo económico – financiero

1. Indicadores para el análisis

A través del análisis económico y financiero se estudiará la factibilidad del proyecto. Para llevar a cabo el análisis de la rentabilidad económica, se hará uso de los siguientes indicadores:

- Periodo de recuperación. Expresado en años, es el tiempo necesario para que se recupere la inversión realizada.
- Valor presente neto (VPN). Es una herramienta que permite conocer el valor actual del dinero que se recibirá en un futuro. Calculado a través de los flujos de caja.
- Retorno de la inversión (ROI). Esta métrica porcentual permite conocer la eficiencia de las inversiones y se calcula dividiendo la diferencia entre el beneficio e inversión entre la propia inversión.

- LCOE. Representa el valor de la construcción y operación de la instalación fotovoltaica a lo largo de su vida útil.

2. Análisis del Sistema fotovoltaico

En este apartado se estudiará mediante un análisis económico y financiero la viabilidad del proyecto. En la siguiente Tabla 19 se muestran los datos generales del análisis:

DATOS GENERALES	
Potencia de la instalación (kWp)	4198
Coste instalación (€)	5402801,71
Recurso propios para la financiación del proyecto (% de la inversión inicial)	20
Recurso ajenos para la financiación del proyecto (% de la inversión inicial)	80
Producción eléctrica autoconsumida (MWh/año)	6
Impuestos (%)	21
Vida útil del proyecto en años	25

Tabla 19. Datos generales económicos

La vida útil del proyecto es de 25 años, este es tiempo de amortización típico empleado para las inversiones relacionadas con la producción energética.

Las características de la explotación son las siguientes, descritas en la Tabla 20:

DATOS DE EXPLOTACIÓN	
Tarifa coste de la electricidad (€/kWh)	0,19
Tasa de variación interanual precio electricidad (%)	1,7
Tasa de variación interanual de pérdida de potencia de la instalación (%)	0,5
Gastos de operación y mantenimiento del SF (% de la inversión inicial del SF)	1,7
Tasa de variación interanual de los gastos/costes del SF (%)	1,8
Gastos Operación y mantenimiento del SF (€)	15000

Tabla 20. Datos de explotación

Por último, la financiación se realiza a 10 años. Estando compuesta por un 20% de recursos propios y un 80% por recursos ajenos. A continuación, en la Tabla 21 se pueden encontrar los detalles de la financiación:

FINANCIACIÓN	
Préstamo	
Importe inicial de la deuda (€)	4322241,4
Amortización en años	10
Tasa de interés (%)	4,3
Cuota de amortización (€)	43224,13
Capitales propios	
Importe inicial de la deuda (€)	1080560,3
Amortiz. al final de proyecto (años)	10
Dividendos sobre el CP (%)	7,6

Tabla 21. Datos financiación

El cálculo del coste medio energético se ha realizado mediante los datos extraídos de OMIE [11].

El precio reflejado en la Tabla 22 corresponde con los datos del 2018 - 2022. Los datos aún inexistentes del 2022 han sido sustituidos por los del año 2021 (datos en color verde). Estos datos son bastante representativos ya que la reforma energética (Ley 7/2021) entró en vigor en mayo del 2021, también se había recuperado la mayor parte de la actividad energética previa al SARS-CoV-2.

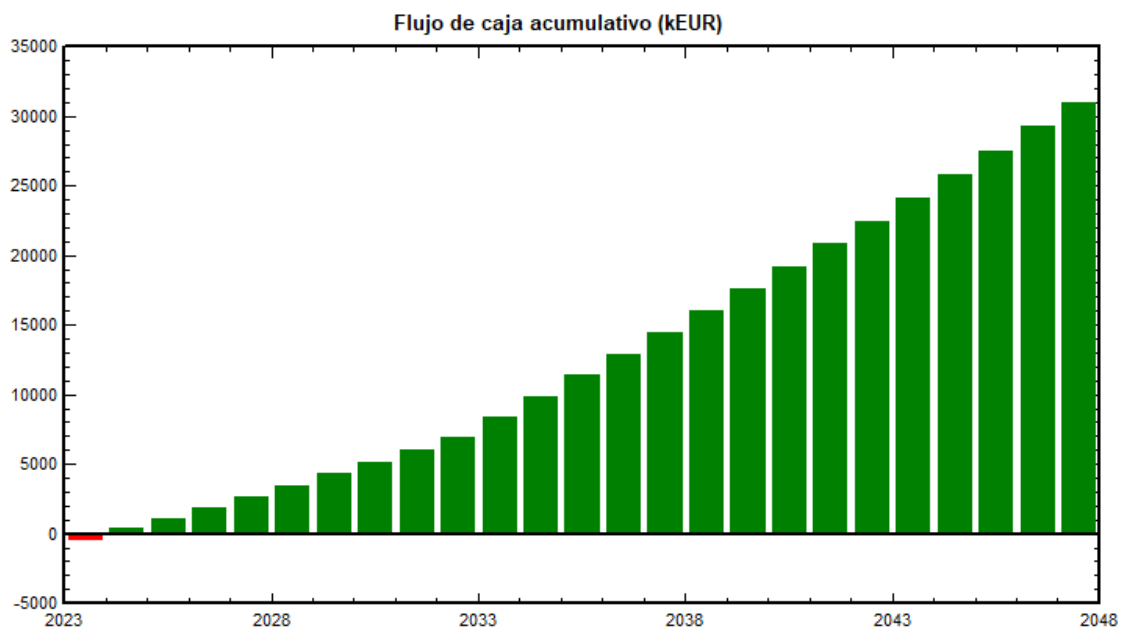
Mes	Precio medio €/kWh				
	2018	2019	2020	2021	2022
Enero	49,98	61,99	41,1	60,17	201,72
Febrero	54,88	54,01	35,87	28,49	200,22
Marzo	40,18	48,82	27,73	45,44	283,3
Abril	42,67	50,41	17,65	65,02	191,52
Mayo	54,92	48,39	21,25	67,12	187,13
Junio	58,46	47,19	30,62	83,3	169,63
Julio	61,88	51,46	34,64	92,42	92,42
Agosto	64,33	44,96	36,2	105,94	105,94
Septiembre	71,27	42,11	41,96	156,14	156,14
Octubre	65,09	47,17	36,59	200,06	200,06
Noviembre	61,97	42,19	41,94	193,43	193,43
Diciembre	61,81	33,8	41,97	239,16	239,16
COSTE MEDIO €/kWh	0,06	0,05	0,03	0,11	0,19

Tabla 22. Coste medio de la energía

El coste de 0,19 €/KWh es un coste bastante conservador debido que es la media diaria. Esta incluye horas de baja consumo y sin luz solar. La venta de la energía no se ha considerado debido a que toda la energía será autoconsumida.

Se han tomado los valores de la tasa de interés y de los dividendos sobre el capital propio según lo especificado en el artículo “A worldwide assessment of levelised cost of electricity of HCPV systems” [12].

Para determinar la factibilidad financiera del proyecto se calcula la tesorería, restando las dimensiones financieras de la inversión con la dimensión financiera de la financiación. La tesorería neta de todos los periodos es positiva, excepto el primero (Gráfica 5). Pero si observamos el acumulativo el proyecto no tiene problemas de tesorería, por tanto, el proyecto es factible financieramente.



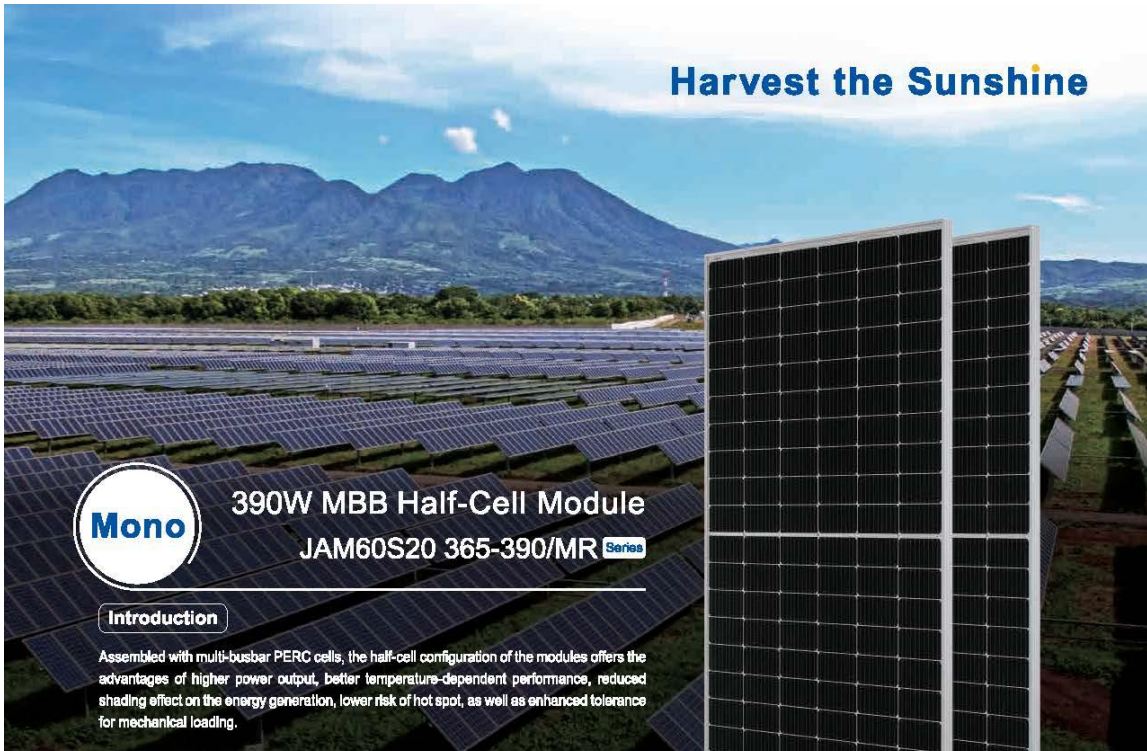
Gráfica 5. Flujo de caja acumulativo

El estudio en detalle se encuentra en detalle (DOCUMENTO N:6) junto con el resto de la simulación realizada con PVSyst. Por último, los principales datos de este estudio son:

- Periodo de recuperación = 4,8 años
- Valor presente neto (VPN) = 6024704.98 €
- Retorno de la inversión (ROI) = 115,5 %
- LCOE = 0,042 €/kWp

Anexo III – Fichas técnicas

Módulo fotovoltaico



Introduction

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



Higher output power



Lower LCOE



Less shading and lower resistive loss

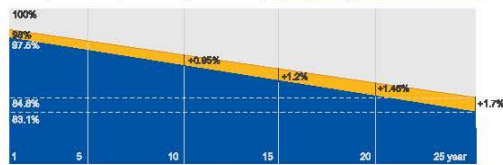


Better mechanical loading tolerance

Superior Warranty

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

0.55% Annual Degradation Over 25 years



■ New linear power warranty ■ Standard module linear power warranty

Comprehensive Certificates

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



JA SOLAR

www.jasolar.com

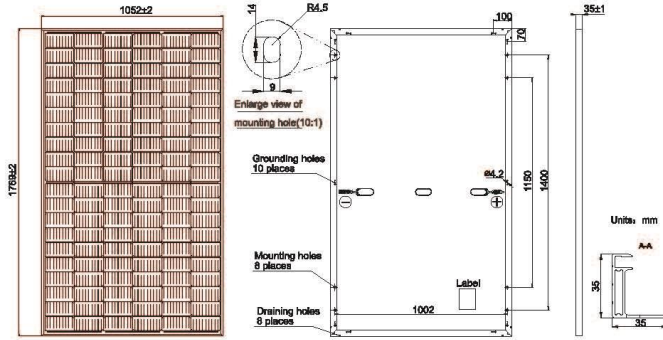
Specifications subject to technical changes and tests. JA Solar reserves the right of final interpretation.





JAM60S20 365-390/MR Series

MECHANICAL DIAGRAMS



Remark: customized frame color and cable length available upon request

SPECIFICATIONS

Cell	Mono
Weight	20.5kg±3%
Dimensions	1769±2mm×1052±2mm×35±1mm
Cable Cross Section Size	4mm ² (IEC) ,12 AWG(UL)
No. of cells	120(6×20)
Junction Box	IP68, 3 diodes
Connector	QC 4.10(1000V) QC 4.10-35(1500V)
Cable Length (Including Connector)	Portrait:300mm(+)/400mm(-); Landscape:1000mm(+)/1000mm(-)
Packaging Configuration	31pcs/Pallet 806pcs/40ft Container

ELECTRICAL PARAMETERS AT STC

TYPE	JAM60S20 -365/MR	JAM60S20 -370/MR	JAM60S20 -375/MR	JAM60S20 -380/MR	JAM60S20 -385/MR	JAM60S20 -390/MR
Rated Maximum Power(Pmax) [W]	365	370	375	380	385	390
Open Circuit Voltage(Voc) [V]	41.13	41.30	41.45	41.62	41.78	41.94
Maximum Power Voltage(Vmp) [V]	33.96	34.23	34.50	34.77	35.04	35.33
Short Circuit Current(Isc) [A]	11.30	11.35	11.41	11.47	11.53	11.58
Maximum Power Current(Imp) [A]	10.75	10.81	10.87	10.93	10.99	11.04
Module Efficiency [%]	19.6	19.9	20.2	20.4	20.7	21.0
Power Tolerance	0~+5W					
Temperature Coefficient of Isc(α _{Isc})	+0.044%/°C					
Temperature Coefficient of Voc(β _{Voc})	-0.272%/°C					
Temperature Coefficient of Pmax(γ _{Pmp})	-0.350%/°C					
STC	Irradiance 1000W/m ² , cell temperature 25°C, AM1.5G					

Remark: Electrical data in this catalog do not refer to a single module and they are not part of the offer.They only serve for comparison among different module types.

ELECTRICAL PARAMETERS AT NOCT

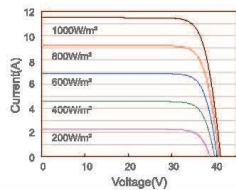
TYPE	JAM60S20 -365/MR	JAM60S20 -370/MR	JAM60S20 -375/MR	JAM60S20 -380/MR	JAM60S20 -385/MR	JAM60S20 -390/MR
Rated Max Power(Pmax) [W]	276	280	284	287	291	295
Open Circuit Voltage(Voc) [V]	38.41	38.65	38.89	39.14	39.38	39.63
Max Power Voltage(Vmp) [V]	32.05	32.30	32.55	32.72	32.96	33.20
Short Circuit Current(Isc) [A]	9.15	9.20	9.25	9.30	9.35	9.40
Max Power Current(Imp) [A]	8.61	8.66	8.71	8.78	8.83	8.88
NOCT	Irradiance 800W/m ² , ambient temperature 20°C, wind speed 1m/s, AM1.5G					

OPERATING CONDITIONS

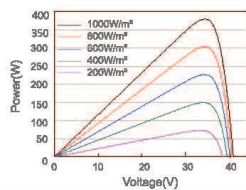
Maximum System Voltage	1000V/1500V DC
Operating Temperature	-40°C~+85°C
Maximum Series Fuse Rating	20A
Maximum Static Load,Front	5400Pa (112 lb/ft ²)
Maximum Static Load,Back	2400Pa (50 lb/ft ²)
NOCT	45±2°C
Safety Class	Class II
Fire Performance	UL Type 1

CHARACTERISTICS

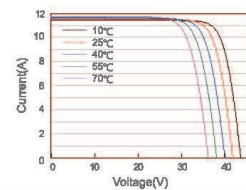
Current-Voltage Curve JAM60S20-380/MR



Power-Voltage Curve JAM60S20-380/MR



Current-Voltage Curve JAM60S20-380/MR



Premium Cells, Premium Modules

Version No. : Global_EN_20201118A

Inversor

SUN2000-185KTL-H1
Inversor String Inteligente



9
MPPTs



99.0%
Máxima eficiencia



Gestión a Nivel
de Strings



Compatible con el
Diagnóstico inteligente
de curvas I-V



MBUS
Compatible



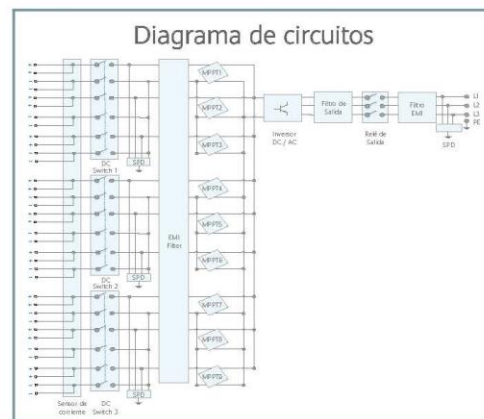
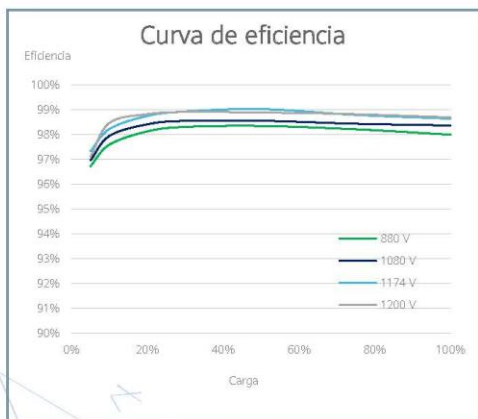
Diseño libre
de fusibles



Descargador de
Sobretensión en
DC & AC



IP66
Protección



SOLAR.HUAWEI.COM

SUN2000-185KTL-H1

Especificaciones técnicas

Eficiencia	
Eficiencia máxima	99.03%
Eficiencia europea	98.69%
Entrada	
Máx. voltaje de entrada	1,500 V
Máx. corriente por MPPT	26 A
Máx. corriente de cortocircuito por MPPT	40 A
Voltaje de entrada inicial	550 V
Rango de voltaje de operación de MPPT	500 V ~ 1,500 V
Voltaje nominal de entrada	1,080 V
Cantidad de entradas	18
Cantidad de MPPT	9
Salida	
Potencia nominal activa de AC	175,000 W @40°C, 168,000 W @45°C, 160,000 W @50°C
Máx. potencia aparente de AC	185,000 VA
Máx. potencia activa de AC (cosφ=1)	185,000 W
Voltaje nominal de salida	800 V, 3W + PE
Frecuencia nominal de red de AC	50 Hz / 60 Hz
Corriente de salida nominal	126.3 A @40°C, 121.3 A @45°C, 115.5 A @50°C
Máx. corriente de salida	134.9 A
Rango de factor de potencia ajustable	0.8 LG ... 0.8 LD
Máx. distorsión armónica total	< 3%
Protección	
Dispositivo de desconexión del lado de entrada	Sí
Protección anti-isla	Sí
Protección contra sobrecorriente de AC	Sí
Protección contra polaridad inversa de DC	Sí
Monitoreo de fallas en strings de sistemas fotovoltaicos	Sí
Protección contra sobrecorriente de DC	Tipo II
Protección contra sobrecorriente de AC	Tipo II
Detección de resistencia de aislamiento DC	Sí
Unidad de Monitoreo de la Corriente Residual	Sí
Comunicación	
Visualización	Indicadores LED, Bluetooth/WLAN + APP
USB	Sí
RS485	Sí
MBUS	Sí
General	
Dimensiones (L x A x F)	1,035 x 700 x 365 mm (40.7 x 27.6 x 14.4 inch)
Peso (con soporte de montaje)	84 kg (185.2 lb.)
Temperatura de operación	-25°C ~ 60°C (-13°F ~ 140°F)
Método de enfriamiento	Refrigeración inteligente con aire
Máx. altitud de operación sin derrateo	4,000 m (13,123 ft.)
Humedad relativa	0 ~ 100%
Conector de DC	Staubli MC4 EVO2
Conector de AC	Terminal de PG resistente al agua + Conector OT/DT
Grado de protección	IP66
Topología	Sin transformador
Cumplimiento de normas (Más información disponible previa solicitud)	
Certificado	EN 62109-1/-2, IEC 62109-1/-2, EN 50530, IEC 62116, IEC 60068, IEC 61683, IEC 61727, IEC 62910, P.O. 12.3, RD 1699, RD 661, RD 413, RD 1565, RD 1663, ABNT NBR 16149, ABNT NBR 16150, ABNT NBR IEC 62116



SOLAR.HUAWEI.COM

Marquesinas

Marquesina solar orientación norte simple sin chapa

Distancia entre pilares = 5000

Vuelo para 2 pilares = 6167

Vuelo para más de 2 pilares = 1169

Ficha Técnica **PR2**
Y/SUNFER

Longitud variable

nº plazas aparcamiento	Ocupación total	Hasta 1765x1060		Hasta 2000x1060		Hasta 2150x1060		Hasta 2278x1150		Hasta 2400x1350	
		Nº de columnas	Nº de pilares	Nº de columnas	Nº de pilares	Nº de columnas	Nº de pilares	Nº de columnas	Nº de pilares	Nº de columnas	Nº de pilares
2	6167	5	3	5	3	5	2	4	2	4	2
4	12338	5	6	5	6	5	5	4	5	4	5
6	17355	5	9	5	8	5	8	4	7	4	7
8	22338	5	12	5	11	5	10	4	9	4	8
10	27338	5	15	5	13	5	12	4	11	4	11
12	32338	5	18	5	16	5	14	4	14	4	13
14	37338	5	20	5	18	5	17	4	16	4	15
16	42338	5	23	5	20	5	19	4	18	4	17
18	47338	5	26	5	23	5	21	4	20	4	18
20	52338	5	29	5	26	5	24	4	22	4	21

Este sistema incluye las fijaciones y piezas para la colocación en los pilares

Opción con chapa

Opción sin chapa

Se requiere cimentación previa a la instalación de la marquesina.
Tomillería de anclaje a suelo no incluida.

Se recomienda realizar un estudio geotécnico del terreno

1/3

MARQUESINA APARCAMIENTO

- ancho plano 2.400x.60 m
- Disponible desde 2 pilares
- Disposición de los módulos en horizontal
- Incl. Inclinación 7°
- Ancho Base 2.500 m
- Vientos: Hasta 110 Km/h
- Nieve: 40 kg/m²
- Materiales: Filares, Vigas y conectores en acero galvanizado en caliente por Inclinación
- Cables del acero S275
- Perfilado de aluminio D1-AN-0055A.16
- Tornillería de acero inoxidable A2-70
- Acabados: Pilares, vigas y conectores acero galvanizado en caliente por Inclinación
- Cubierta de chapa metálica prelacada color blanco primario. Espesor de la chapa 0,5 mm (Chapa no transitable ni cara mantenimiento)



Marquesina solar orientación sur simple sin chapa

Distancia entre pilares = 5000

Vuelo para 2 pilares = 584 mm

6167

Vuelo para más de 2 pilares = 1169 mm

Longitud variable

Ficha Técnica **PR1**

5600

Longitud variable

Superficie útil

Equipos de columnas

m ² panel aumentado	Ocupación total	Hasta 1765x1060		Hasta 2000x1060		Hasta 2150x1060		Hasta 2278x1150		Hasta 2400x1350	
		Nº de módulos por fila	Nº de columnas	Nº de módulos por fila	Nº de columnas	Nº de módulos por fila	Nº de columnas	Nº de módulos por fila	Nº de columnas	Nº de módulos por fila	Nº de columnas
2	6167	5	3	5	3	5	2	4	2	4	2
4	12338	5	6	5	6	5	5	4	5	4	5
6	17338	5	9	5	8	5	8	4	7	4	7
8	22338	5	12	5	11	5	10	4	9	4	8
10	27338	5	15	5	13	5	12	4	11	4	11
12	32338	5	18	5	16	5	14	4	14	4	13
14	37338	5	20	5	18	5	17	4	16	4	15
16	42338	5	23	5	20	5	19	4	18	4	17
18	47338	5	26	5	23	5	21	4	20	4	19
20	52338	5	29	5	25	5	24	4	22	4	21

Este sistema incluye las fijaciones y sensores para la colocación de los paneles

Opción con chapa

Opción sin chapa

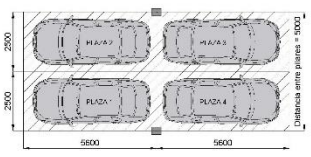
Se requiere cimentación previa a la instalación de la marquesina. Tornillería de anclaje a suelo no incluida.

Se recomienda realizar un estudio geotécnico del terreno

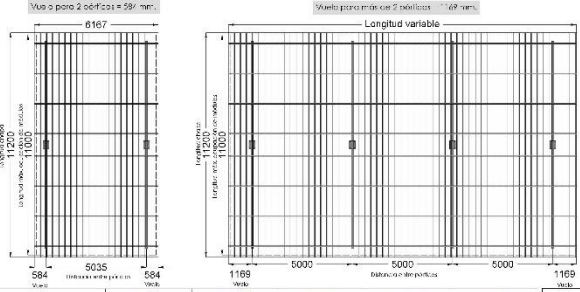
1/3

MARQUESINA APARCAMIENTO

Marquesina solar orientación sur doble sin chapa



Distancia entre pilares = 5000



Vista para 2 edificios = 59' mm

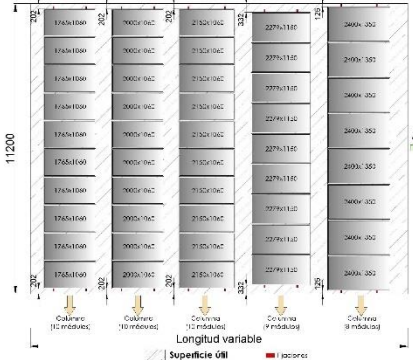
Vista para más de 2 edificios = 69' mm

Longitud variable

PR3
SUNFER

Ficha Técnica

MARQUESINA APARCAMIENTO




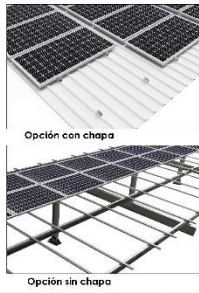
11200

Longitud variable

Superficie útil

Este sistema KL incluye las fijaciones y anclajes para la colocación de los paneles

Nº de pilares columnas	Nº de pilares columnas	Hasta 1765x1060		Hasta 2000x1060		Hasta 2150x1060		Hasta 2270x1150		Hasta 2400x1350	
		Nº de pilares columnas	Occupación total	Nº de pilares columnas	Occupación total	Nº de pilares columnas	Occupación total	Nº de pilares columnas	Occupación total	Nº de pilares columnas	Occupación total
4	8167	10	3	10	3	10	2	9	2	8	2
8	12338	10	6	10	6	10	6	9	5	8	5
12	17338	10	9	10	8	10	8	9	7	8	7
16	22338	10	12	10	11	10	10	9	9	8	9
20	27338	10	15	10	13	10	12	9	11	8	11
24	32338	10	18	10	16	10	14	9	14	8	13
28	37338	10	20	10	18	10	17	9	16	8	15
32	42338	10	23	10	20	10	19	9	18	8	17
36	47338	10	26	10	23	10	21	9	20	8	19
40	52338	10	29	10	25	10	24	9	22	8	21

Opción con chapa

Opción sin chapa

Se requiere cimentación previa a la instalación de la marquesina. Tornillería de anclaje a suelo no incluida.

Se recomienda realizar un estudio geotécnico del terreno

1/3

Soporte modulo

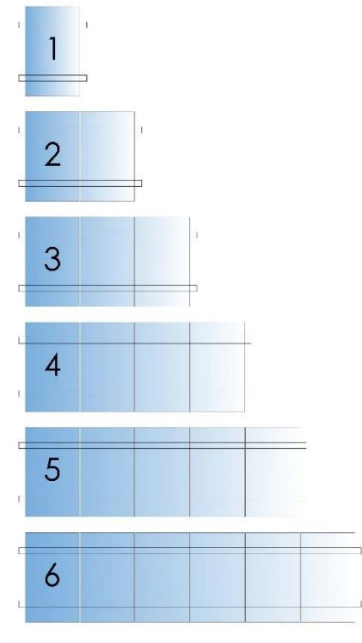


Para módulos de hasta 2279x1150 - Sistema KIT

2279x1150

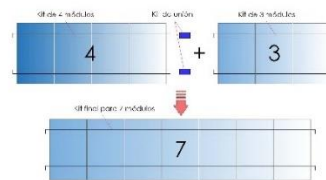


Kits disponibles:

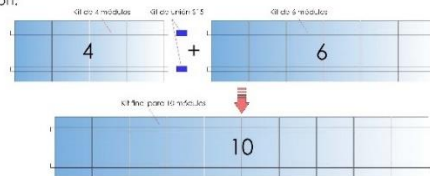


EJEMPLOS DE CONFIGURACIÓN

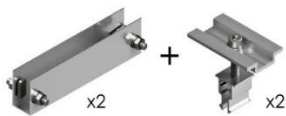
Para realizar una fila de 7 módulos se realizaría con 1 Kit de 4 + 1 Kit de 3 + 1 Kit de unión



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



S15 Kit de unión



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

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

Marcado ES19/86524 CE



Para módulos de hasta **2400x1350** - Sistema PS

2400x1350



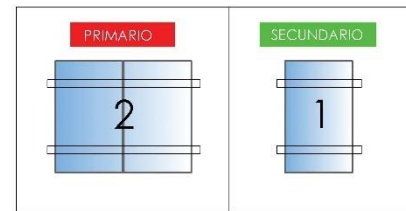
Sistema modular para instalaciones con módulos de gran formato de hasta 2400x1350.

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

El Kit primario es un Kit para 2 módulos.

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

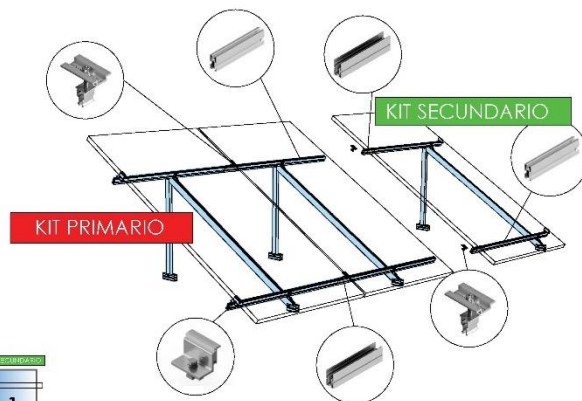
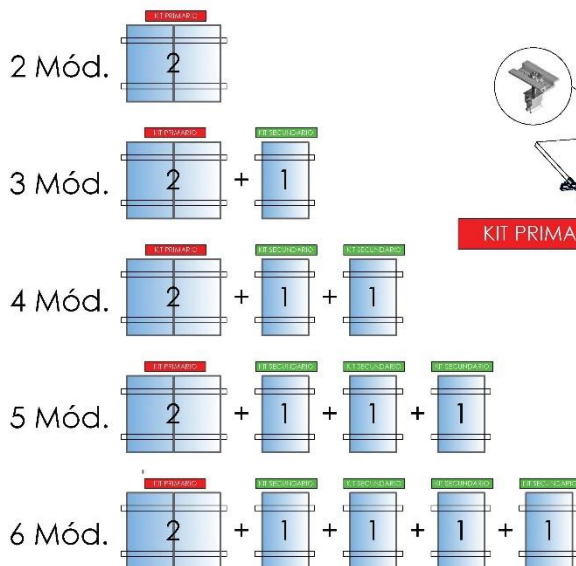
Kits disponibles:



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



EJEMPLOS DE CONFIGURACIÓN



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

Marcado **ES19/86524**



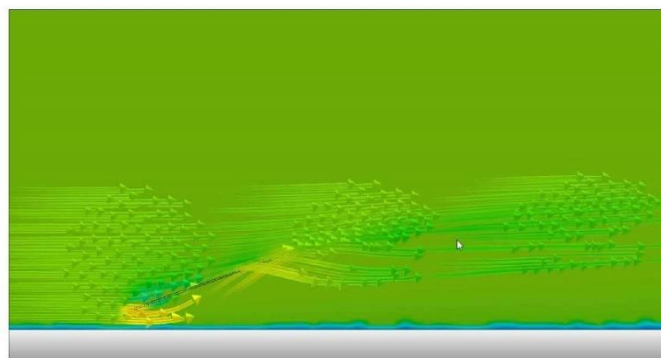
- **Cargas de viento:** Según túnel del viento en modelo computacional CFD
- **Cálculo estructural:** Modelo computacional comprobado mediante EUROCÓDIGO 9 "PROYECTO ESTRUCTURAS DE ALUMINIO"

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

Cuadro de velocidades máx. admisibles de viento									
Inclinación	Tamaño del módulo	1	2	3	4	5	6	nº de módulos	
KIT	De 5° a 30°	<2000x1000	150	150	150	150	150	150	Velocidad de viento km/h
		<2279x1150	150	150	150	130	150	150	
	35°	<2000x1000	150	150	150	150	150	150	
		<2279x1150	150	150	150	130	130	150	
SISTEMA PS	<2400x1350	130							

Tabla 1 - Velocidades máximas de viento admisibles.

- Para garantizar la resistencia a la velocidad máxima de diseño se deberán utilizar anclajes adecuados y utilizar el lastre indicado por el fabricante para cada situación.



Flujo viento - En estructura inclinada.

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





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

- Soporte inclinado para cubierta de hormigón o subestructura.
- Anclaje a hormigón.
- Soporte premontado.
- Disposición de los módulos: Vertical.
- Valido para espesores de módulos de 30 hasta 45 mm.
- Tornillería de anclaje no incluida.
- Kits disponibles de 1 hasta 6 módulos.
- Inclinación estándar 15° y 30°.

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

Dos opciones:

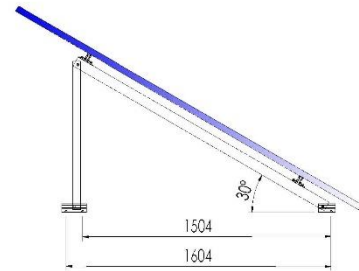
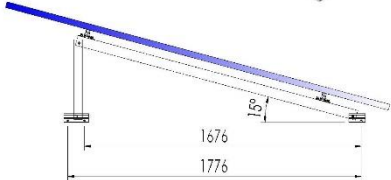
Para módulos de hasta **2279x1150 - Sistema Kit**

2279x1150  (Ver página 2)

Para módulos de hasta **2400x1350 - Sistema PS**

2400x1350  (Ver página 3)

 Carga de nieve:
40 kg/m²



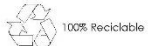
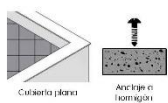
Par de apriete:
 Tornillo Presor 7 Nm
 Tornillo M8 Hexagonal 20 Nm
 Tornillo M10 Hexagonal 40 Nm
 Tornillo M6.3 Hexagonal 10 Nm



Detalle fijación G1 a triángulo
 (Son necesarios 2 fijaciones por perfil,
 1 por cada lado)

Herramientas necesarias:

Seguridad:



Protecciones

Interruptor automático 200 A

Hoja de características del producto

Especificaciones



Interruptor automatico ComPacT NSX250F 36kA AC 3P3R 200A TMD

C25F3TM200

Principal

Gama	ComPacT nueva generación
Nombre del producto	UL Compact
Nombre corto del dispositivo	NSX250F
Tipo de producto o componente	Interruptor automático
Aplicación del dispositivo	Para corriente > 0,1 A
Número de polos	3P
Descripción de polos protegidos	3R
[In] Corriente nominal	200 A en 40 °C
[Ue] Tensión nominal de empleo	690 V AC 50/60 Hz
Tipo de red	AC
Frecuencia de red	50/60 Hz
Poder de seccionamiento	Sí acorde a Icu
Categoría de empleo	Categoría A
[Icu] rated ultimate short-circuit breaking capacity	85 kA Icu en 220/240 V AC 50/60 Hz acorde a En> 50 A 38 kA Icu en 380/415 V AC 50/60 Hz acorde a En> 50 A 35 kA Icu en 440 V AC 50/60 Hz acorde a En> 50 A 30 kA Icu en 500 V AC 50/60 Hz acorde a En> 50 A 22 kA Icu en 525 V AC 50/60 Hz acorde a En> 50 A 8 kA Icu en 660/690 V AC 50/60 Hz acorde a En> 50 A 35 kA en 480 V AC 50/60 Hz acorde a UL 508 15 kA en 600 V AC 50/60 Hz acorde a UL 508
Performance level	En> 50 A 36 kA 415 V AC
Unidad de control	TM-D
Tecnología de unidad de disparo	Térmico-magnético
Funciones de protección de unidad de control	LIG
Tipo de control	Maneta
Circuit breaker mounting mode	Fijo

Complementario

[Ui] Tensión nominal de aislamiento	800 V AC 50/60 Hz
-------------------------------------	-------------------

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

10-jul-2022

1

[Uimp] Resistencia a picos de tensión	8 kV
[Ics] rated service short-circuit breaking capacity	85 kA en 220/240 V AC 50/60 Hz acorde a En> 50 A 36 kA en 380/415 V AC 50/60 Hz acorde a En> 50 A 35 kA en 440 V AC 50/60 Hz acorde a En> 50 A 30 kA en 500 V AC 50/60 Hz acorde a En> 50 A 22 kA en 525 V AC 50/60 Hz acorde a En> 50 A 8 kA en 660/690 V AC 50/60 Hz acorde a En> 50 A
Durabilidad mecánica	20000 ciclos
Durabilidad eléctrica	20000 ciclos en 440 V In/2 10000 ciclos en 440 V In 10000 ciclos en 690 V In/2 5000 ciclos en 690 V In
Soporte de montaje	Placa posterior
Posición de montaje	Horizontal y vertical Flat on the back
Conexión superior	Frontal
Conexión hacia abajo	Parte delantera
Paso de conexión	35 mm
Tipo de protección	Protección contra sobrecarga (térmica) Protección contra cortocircuitos (magnética)
Calibre de la unidad de disparo	200 A en 40 °C
Long-time pick-up adjustment type Ir (thermal protection)	Ajustable
[Ir] long-time protection pick-up adjustment range	0,7...1 x In
Long-time protection delay adjustment type tr	Fijo
[Tr] long-time protection delay adjustment range	120...400 s en 1,5 x In 15 s en 6 x Ir
Instantaneous protection pick-up adjustment type Ii	Ajustable
[Ii] instantaneous protection pick-up adjustment range	5...10 x pol
Protección contra fugas a tierra	Sin
Number of slots for electrical auxiliaries	5 ranura(s)
Width (W)	105 mm
Height (H)	161 mm
Depth (D)	86 mm
Peso del producto	2,4 kg
Entorno	
Normas	HB2
Certificaciones de producto	Marina CCC generador
Categoría de sobretensión	Clase II
Clase de protección contra descargas eléctricas	Clase II
Grado de contaminación	3 acorde a IK07
Grado de protección IP	IP40 acorde a IEC 60529
Grado de protección IK	IK07 acorde a IEC 62262

Temperatura ambiente de funcionamiento	-25...70 °C
Temperatura ambiente de almacenamiento	-50...85 °C
Humedad relativa	0...95 %
Altitud máxima de funcionamiento	0...2000 m sin disminución 2000 m ... 5000 m con restricciones

Unidades de embalaje

Tipo de unidad del paquete 1	PCE
Número de unidades en empaque	1
Peso del empaque (Lbs)	2,003 kg
Paquete 1 Altura	11,5 cm
Paquete 1 ancho	14 cm
Paquete 1 Longitud	19 cm
Tipo de unidad del paquete 2	S03
Número de unidades en el paquete 2	7
Peso del paquete 2	14,4 kg
Paquete 2 Altura	30 cm
Ancho del paquete 2	30 cm
Longitud del paquete 2	40 cm

Sostenibilidad de la oferta

Estado de oferta sostenible	Producto Green Premium
Reglamento REACH	Declaración de REACH
Directiva RoHS UE	Conforme Declaración RoHS UE
Sin mercurio	Sí
Información sobre exenciones de RoHS	Sí
Normativa de RoHS China	Declaración RoHS China Producto fuera del ámbito de RoHS China. Declaración informativa de sustancias
Comunicación ambiental	Perfil ambiental del producto
Perfil de circularidad	Información de fin de vida útil
Sin PVC	Sí

Interruptor automático 800 A

Hoja de características del producto

Especificaciones



interruptor seccionador Compact
NS800 NA - 800 A - 4 pólos - fijo

33423

Principal

Nombre del producto	Compact NS
Nombre corto del dispositivo	Compact NS800 NA
Tipo de producto o componente	Interruptor seccionador
Aplicación del dispositivo	Para corriente > 0,1 A
Tipo de oferta	C4
Número de polos	4P
Tipo de red	AC
Performance level	DE
Poder de seccionamiento	Sí acorde a valores instantáneos y de demanda

Complementario

Frecuencia de red	50/60 Hz
Tipo de control	Maneta
Tipo de montaje	Fijo
Soporte de montaje	Chasis
[Ie] Corriente nominal de empleo	AC-23A, estado 1 800 A AC 50/60 Hz 220/240 V AC-23A, estado 1 800 A AC 50/60 Hz 380/415 V AC-23A, estado 1 800 A AC 50/60 Hz 440/480 V AC-23A, estado 1 800 A AC 50/60 Hz 500/525 V AC-23A, estado 1 800 A AC 50/60 Hz 660/690 V
[Ui] Tensión nominal de aislamiento	800 V AC 50/60 Hz acorde a valores instantáneos y de demanda
[Uimp] Resistencia a picos de tensión	8 kV acorde a valores instantáneos y de demanda
[Ith] Corriente térmica convencional	800 A en 60 °C
[Icw] Corriente temporal admisible	25 kA durabilidad eléctrica 0,5 s acorde a valores instantáneos y de demanda 4 kA durabilidad eléctrica 20 s acorde a valores instantáneos y de demanda
[Icm] capacidad nominal de cortocircuito	52 kA 690 V AC en 50/60 Hz
[Ue] Tensión nominal de empleo	690 V AC 50/60 Hz acorde a valores instantáneos y de demanda
Indicador de posición del contacto	Sí
Corte visible	No

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

10-jul-2022

1

Durabilidad mecánica	6000 ciclos acorde a valores instantáneos y de demanda
Durabilidad eléctrica	1000 ciclos 440 V AC 50/60 Hz acorde a valores instantáneos y de demanda
Paso de conexión	70 mm
Altura	327 mm
Anchura	280 mm
Profundidad	147 mm
Peso del producto	18 kg

Entorno

Normas	Valores instantáneos y de demanda
Certificaciones de producto	ASEFA ASTA
Grado de contaminación	3 acorde a valores instantáneos y de demanda
Temperatura ambiente de funcionamiento	-25...70 °C
Temperatura ambiente de almacenamiento	-50...85 °C

Unidades de embalaje

Tipo de unidad del paquete 1	PCE
Número de unidades en empaque	1
Peso del empaque (Lbs)	13,717 kg
Paquete 1 Altura	32 cm
Paquete 1 ancho	25 cm
Paquete 1 Longitud	30 cm

Sostenibilidad de la oferta

Estado de oferta sostenible	Producto Green Premium
Reglamento REACh	Declaración de REACh
Directiva RoHS UE	Conforme Declaración RoHS UE
Sin mercurio	Si
Información sobre exenciones de RoHS	Si
Normativa de RoHS China	Declaración RoHS China Producto fuera del ámbito de RoHS China. Declaración informativa de sustancias
Comunicación ambiental	Perfil ambiental del producto
RAEE	En el mercado de la Unión Europea, el producto debe desecharse de acuerdo con un sistema de recolección de residuos específico y nunca terminar en un contenedor de basura.

Información Logística

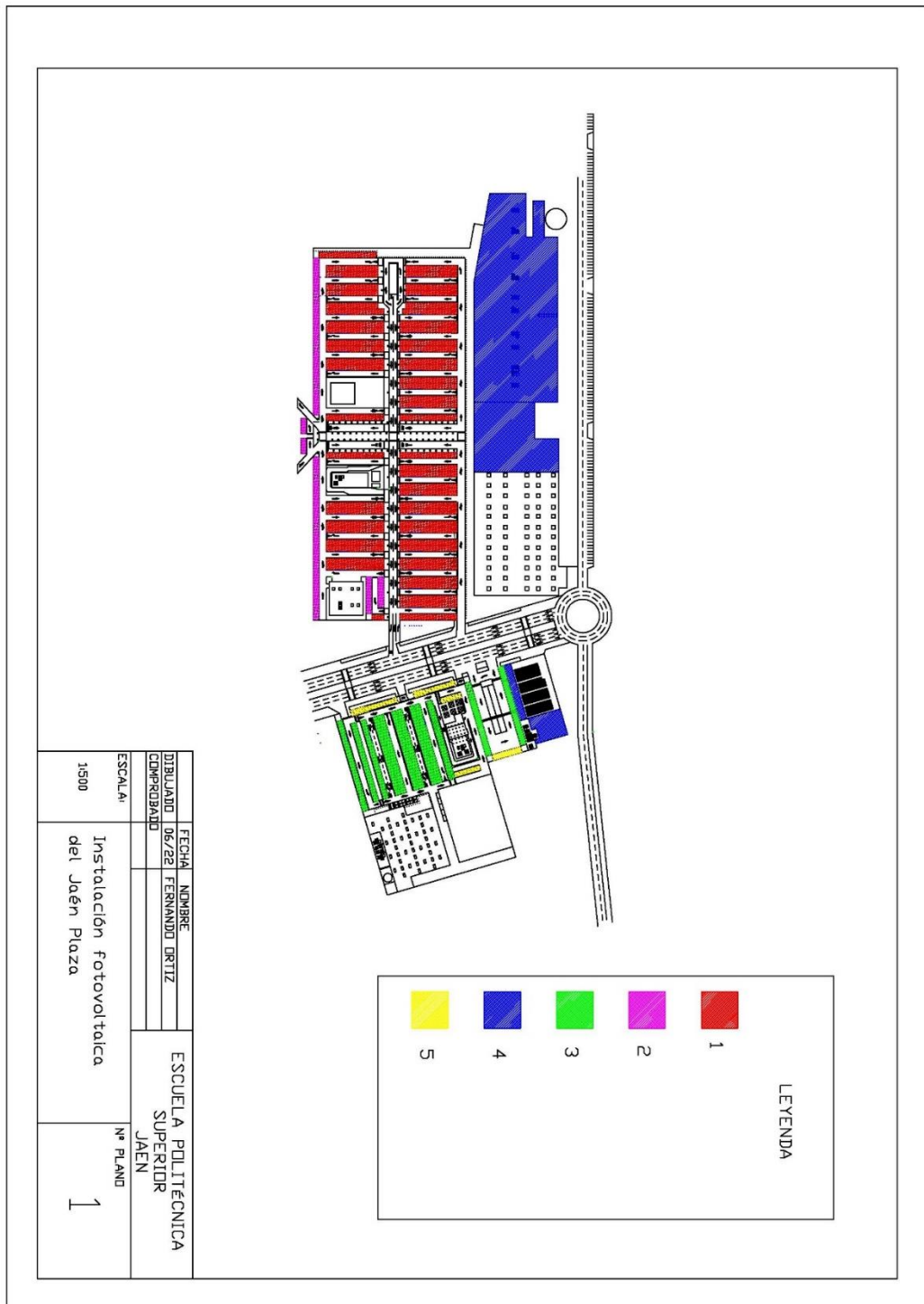
Pais de Origen	ES
-----------------------	----

Garantía contractual

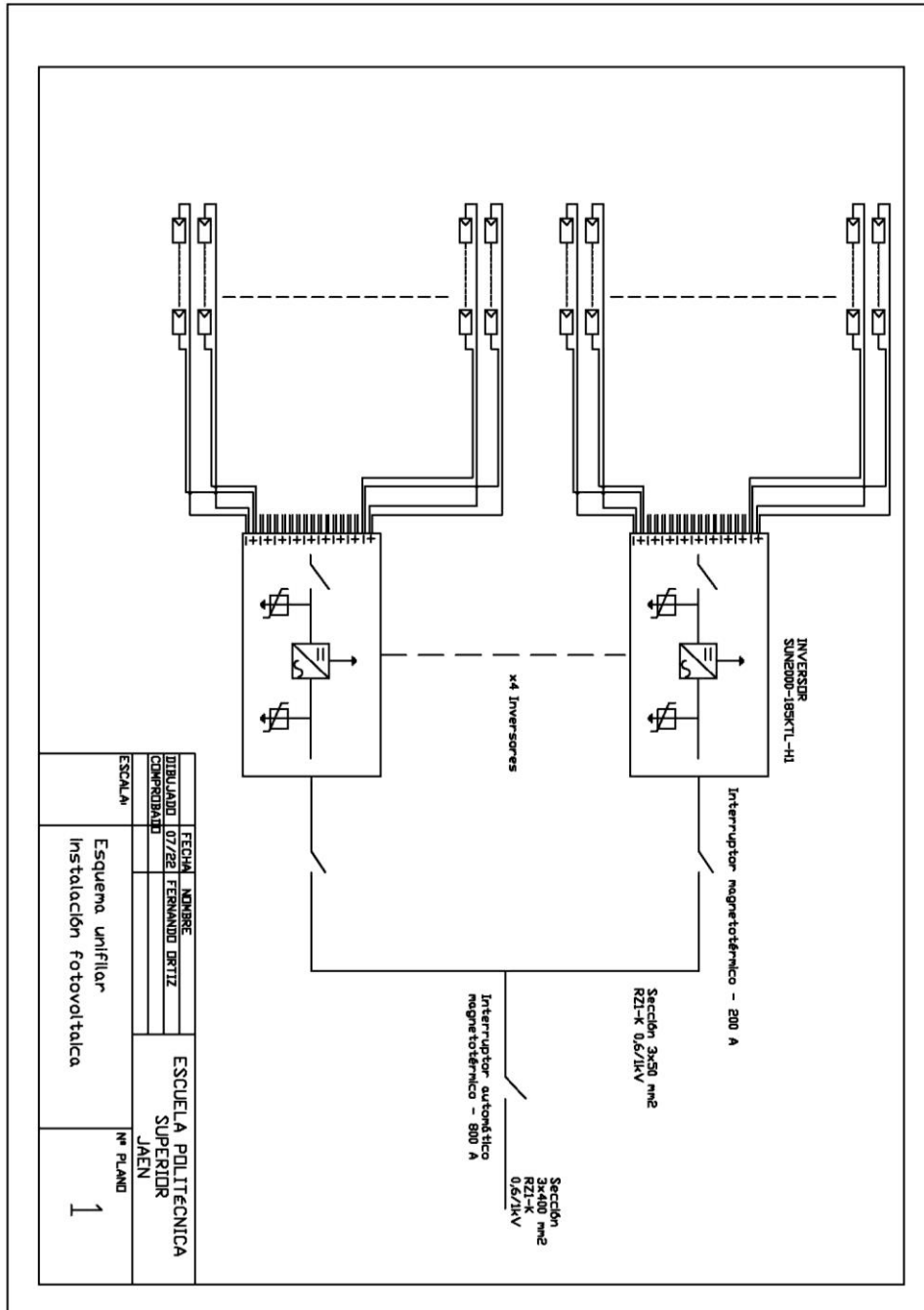
Periodo de garantía	18 months
----------------------------	-----------

DOCUMENTO Nº: 3 PLANOS

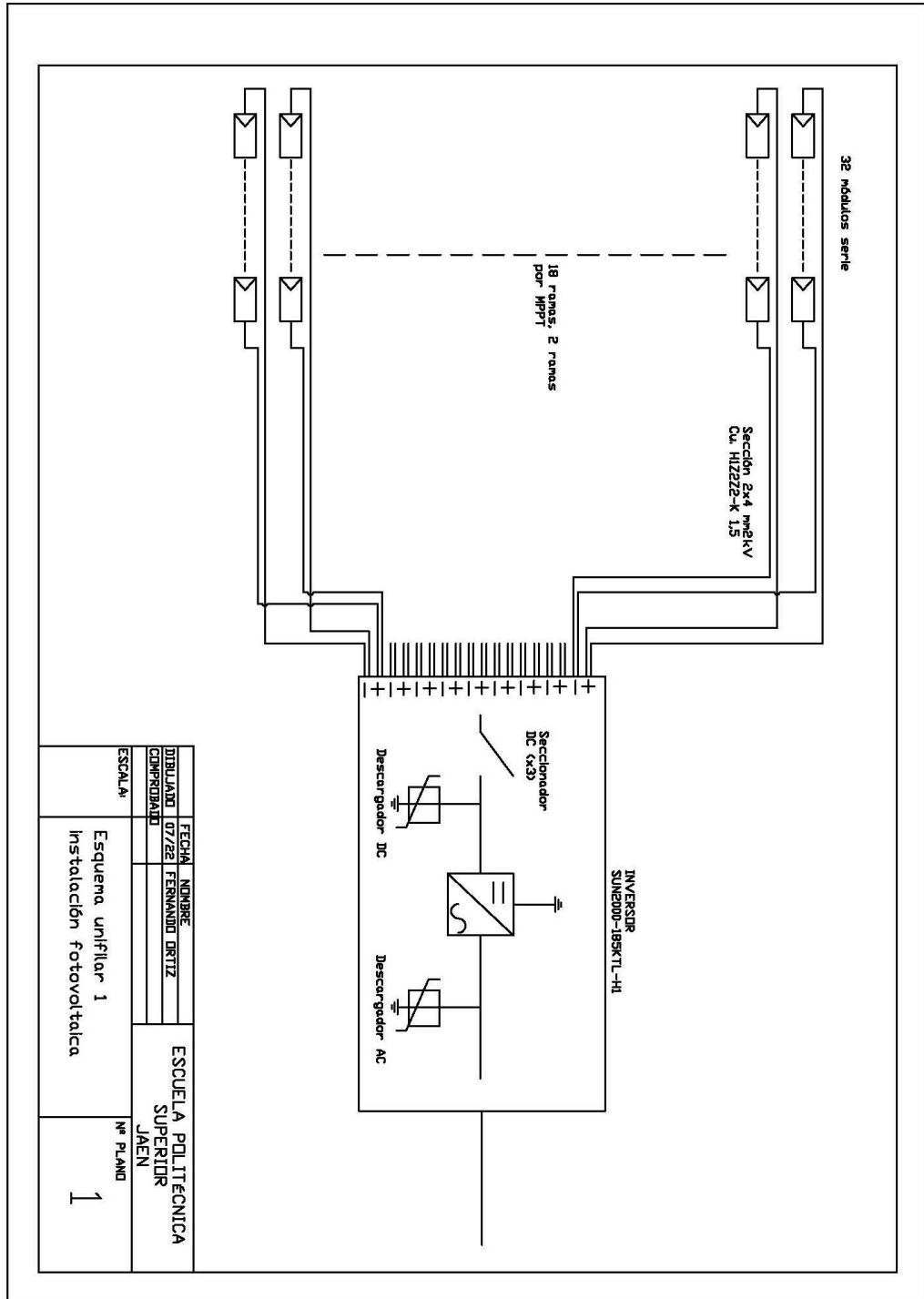
Plano orientaciones del sistema



Esquema unifilar completo



Esquema unifilar inversor



DOCUMENTO N°: 4 MEDICIONES

CAPÍTULO 1. GENERADOR FOTOVOLTAICO

N° Ud	Descripción	Unidades	Subtotal
1.1 Ud	El panel solar JA solar 380W Mono PERC Half Cell - JAM60S20-380/MR es un módulo monocristalino de 380W y 120 células Half-Cell technology	14.400	14.400
		Total ud:	14.400
1.2 Ud	Estructura de soporte para instalaciones solares de la marca Sunfer diseñada para instalar 2 módulos fotovoltaicos dispuestos en vertical	4.016	4.016
		Total ud:	4.016
1.3 Ud	Marquesinas solares sin chapa de la marca SUNFER simples orientación Norte	8	8
		Total ud:	8
1.4 Ud	Marquesinas solares sin chapa de la marca SUNFER simples orientación Sur	15	15
		Total ud:	15
1.5 Ud	Marquesinas solares sin chapa de la marca SUNFER dobles	30	30
		Total ud:	30
1.6 Ud	Centro de transformación completo. Incluyendo: estructura, transformador , equipos de medida varios...	1	1
		Total ud:	1

CAPÍTULO 2. INVERSOR

N° Ud	Descripción	Unidades	Subtotal
2.1 Ud	Inversor trifásico de 185 kW de la marca Huawei, con avanzado sistema de seguimiento del punto de máxima potencia (MPPT).	23	23
		Total ud:	23

CAPÍTULO 3. CABLEADO

N° Ud	Descripción	Unidades	Subtotal
3.1 m	Tramo módulos – Inversor. Suministro de cables de interconexión entre módulos fotovoltaicos y el inversor, ejecutada con conductores unipolares de cobre de 4 mm ² de sección nominal.	640	640
		Total ud:	640
3.2 m	Tramo inversor – union inversores. Suministro de cables de interconexión entre el inversor y la unión con el resto de inversores, ejecutada con conductores unipolares de cobre de 50 mm ² de sección nominal.	1.440	1.440
		Total ud:	1440
3.3 m	Tramo union inversores – transformador. Suministro de cables de interconexión entre los diferentes conjuntos de inversores y el transformador, ejecutada con conductores unipolares de cobre de 400 mm ² de sección nominal.	3.200	3.200
		Total ud:	3.200

CAPÍTULO 4. PROTECCIONES

N° Ud	Descripción	Unidades	Subtotal
4.1 Ud	Interruptor magnetotérmico para proteger frente a sobrecargas los conductores de salida del inversor. Marca Schneider, modelo ComPacT NSX250F.	23	23
		Total ud:	23
4.2 Ud	Interruptor magnetotérmico para proteger frente a sobrecargas los conductores de salida de la unión de los inversores al transformador. Marca Schneider, modelo Compact NS800 NA.	6	6
		Total ud:	6

DOCUMENTO N°: 5 PRESUPUESTO

CAPÍTULO 1. GENERADOR FOTOVOLTAICO

Nº Ud	Descripción	Unidades	Precio	Importe
1.1 Ud	El panel solar JA solar 380W Mono PERC Half Cell - JAM60S20-380/MR es un módulo monocristalino de 380W y 120 células Half-Cell technology			
	Total ud:	10.764	180,5	1.942.902,00
1.2 Ud	Estructura de soporte para instalaciones solares de la marca Sunfer diseñada para instalar 2 módulos fotovoltaicos dispuestos en vertical			
	Total ud:	4.016	90	361.440
1.3 Ud	Marquesinas solares sin chapa de la marca SUNFER simples orientación Norte			
	Total ud:	8	12.519,99	100.159,92
1.4 Ud	Marquesinas solares sin chapa de la marca SUNFER simples orientación Sur			
	Total ud:	14	12.519,99	175.279,86
1.5 Ud	Marquesinas solares sin chapa de la marca SUNFER dobles			
	Total ud:	28	20.455,54	572.755,12
1.6 Ud	Centro de transformación completo. Incluyendo: estructura, transformador , equipos de medida varios, equipos de seguridad...			
	Total ud:	1	35.000	35.000

Total presupuesto CAPÍTULO 1. GENERADOR FOTOVOLTAICO: 3.187.536,90 €

CAPÍTULO 2. INVERSOR

Nº Ud	Descripción	Unidades	Precio	Importe
2.1 Ud	Inversor trifásico de 185 kW de la marca Huawei, con avanzado sistema de seguimiento del punto de máxima potencia (MPPT).			
		Total ud:	23	10.940,42
				251.629,66

Total presupuesto CAPÍTULO 2. INVERSOR: 251.62,66 €

CAPÍTULO 3. CABLEADO

Nº Ud	Descripción	Unidades	Precio	Importe
3.1 Ud	Tramo módulos – Inversor. Suministro de cables de interconexión entre módulos fotovoltaicos y el inversor, ejecutada con conductores unipolares de cobre de 4 mm ² de sección nominal.			
	Total ud:	28980	2,25	65.205
3.2 Ud	Tramo inversor – union inversores. Suministro de cables de interconexión entre el inversor y la unión con el resto de inversores, ejecutada con conductores unipolares de cobre de 50 mm ² de sección nominal.			
	Total ud:	1.150	3,3	3.795
3.3 Ud	Tramo union inversores – transformador. Suministro de cables de interconexión entre los diferentes conjuntos de inversores y el transformador, ejecutada con conductores unipolares de cobre de 400 mm ² de sección nominal.			
	Total ud:	300	9,35	2.805

TOTAL PRESUPUESTO CAPÍTULO 3. CABLEADO: 71.805 €

CAPÍTULO 4. PROTECCIONES

Nº Ud	Descripción	Unidades	Precio	Importe
4.1 Ud	Interruptor magnetotérmico para proteger frente a sobrecargas los conductores de salida del inversor. Marca Schneider, modelo ComPacT NSX250F.			
	Total ud:	23	2555,22	5.372,64
4.2 Ud	Interruptor magnetotérmico para proteger frente a sobrecargas los conductores de salida de la unión de los inversores al transformador. Marca Schneider, modelo Compact NS800 NA.			
	Total ud:	6	5922,22	8.547,84

TOTAL PRESUPUESTO CAPÍTULO 4. PROTECCIONES: 13.920,48 €

RESUMEN PRESUPUESTO

CAPÍTULO	
CAPÍTULO 1. GENERADOR FOTOVOLTAICO	3.187.536,90
CAPÍTULO 2. INVERSOR	251.629,66
CAPÍTULO 3. CABLEADO	71.805
CAPÍTULO 4. PROTECCIONES	13.920,48
Presupuesto de ejecución material	3.524.892,04
13% de gastos generales	458.235,97
6% de beneficio industrial	211.493,52
Suma	4.194.621,53
21% IVA	880.870,52
Presupuesto de ejecución por contrata	5.075.492,05

DOCUMENTO Nº: 6 SIMULACIONES

Simulación de la energía generada por la instalación fotovoltaica

Los datos de radiación solar y energía generada para cada orientación se han realizado con el software PVsyst, a través de la herramienta de cálculo “diseño preliminar”. En estas no se han tenido en cuenta los posibles sombreados. Los resultados obtenidos son los siguientes:

La orientación 1 corresponde a los siguientes datos:

- Inclinación: 7°
- Azimut: -60°
- Área: 13470 m²

Mes	Horizontal global kWh/m ² /día	Plano colect. kWh/m ² /día	Salida del sistema kWh/día	Salida del sistema kWh
Ene.	2,33	2,53	4297	133193
Feb.	3,14	3,33	5660	158488
Mar.	4,48	4,66	7919	245474
Abr.	5,68	5,8	9852	295550
Mayo	6,77	6,82	11583	359062
Jun.	7,62	7,63	12951	388536
Jul.	7,68	7,71	13084	405598
Ago.	6,75	6,85	11638	360778
Sep.	5,24	5,42	9204	276115
Oct.	3,7	3,91	6638	205777
Nov.	2,57	2,78	4713	141379
Dic.	2,14	2,34	3970	123065
Año	4,85	4,99	8474	3093014

Tabla 23. Datos globales orientación 1

La orientación 2 corresponde a los siguientes datos:

- Inclinación: 7°
- Azimut: 30°
- Área: 1600 m²

Mes	Horizontal global kWh/m ² /día	Plano colect. kWh/m ² /día	Salida del sistema kWh/día	Salida del sistema kWh
Ene.	2,33	2,66	536,6	16635
Feb.	3,14	3,47	700,8	19622
Mar.	4,48	4,8	968,4	30020
Abr.	5,68	5,89	1188	35635
Mayo	6,77	6,86	1384	42916
Jun.	7,62	7,64	1541	46225
Jul.	7,68	7,73	1560	48353
Ago.	6,75	6,93	1398	43349
Sep.	5,24	5,55	1119	33581
Oct.	3,7	4,06	819,1	25393
Nov.	2,57	2,92	588,1	17644
Dic.	2,14	2,47	498,1	15443
Año	4,85	5,09	1027	374816

Tabla 24. Datos globales orientación 2

La orientación 3 corresponde a los siguientes datos:

- Inclinación: 7°
- Azimut: 10°
- Área: 3900 m²

Mes	Horizontal global kWh/m ² /día	Plano colect. kWh/m ² /día	Salida del sistema kWh/día	Salida del sistema kWh
Ene.	2,33	2,71	1332	41302
Feb.	3,14	3,52	1731	48470
Mar.	4,48	4,85	2382	73857
Abr.	5,68	5,92	2910	87291
Mayo	6,77	6,88	3381	104820
Jun.	7,62	7,64	3758	112738
Jul.	7,68	7,74	3806	118001
Ago.	6,75	6,96	3421	106056
Sep.	5,24	5,59	2749	82482
Oct.	3,7	4,11	2021	62646
Nov.	2,57	2,97	1459	43774
Dic.	2,14	2,52	1240	38427
Año	4,85	5,13	2520	919865

Tabla 25. Datos globales orientación 3

La orientación 4 corresponde a los siguientes datos:

- Inclinación: 30°
- Azimut: 0°
- Área: 15700 m²

Mes	Horizontal global kWh/m ² /día	Plano colect. kWh/m ² /día	Salida del sistema kWh/día	Salida del sistema kWh
Ene.	2,33	3,75	7421	230055
Feb.	3,14	4,48	8873	248441
Mar.	4,48	5,65	11181	346613
Abr.	5,68	6,2	12270	368086
Mayo	6,77	6,67	13197	409092
Jun.	7,62	7,12	14082	422465
Jul.	7,68	7,32	14485	449033
Ago.	6,75	7,04	13934	431960
Sep.	5,24	6,26	12385	371549
Oct.	3,7	5,1	10097	313017
Nov.	2,57	4,06	8037	241122
Dic.	2,14	3,61	7150	221654
Año	4,85	5,61	11104	4053086

Tabla 26. Datos globales orientación 4

La orientación 5 corresponde a los siguientes datos:

- Inclinación: 7°
- Azimut: -80°
- Área: 570 m²

Mes	Horizontal global kWh/m ² /día	Plano colect. kWh/m ² /día	Salida del sistema kWh/día	Salida del sistema kWh
Ene.	2,33	2,4	172,1	5335
Feb.	3,14	3,2	229,7	6432
Mar.	4,48	4,53	325,4	10088
Abr.	5,68	5,71	410,2	12307
Mayo	6,77	6,77	486,4	15077
Jun.	7,62	7,6	546,3	16388
Jul.	7,68	7,67	551	17081
Ago.	6,75	6,77	486,6	15084
Sep.	5,24	5,3	380,5	11415
Oct.	3,7	3,76	270,5	8385
Nov.	2,57	2,63	189,2	5676
Dic.	2,14	2,2	158,1	4901
Año	4,85	4,89	351,1	128170

Tabla 27. Datos globales orientación 5

Informe de simulación en PVsyst

La simulación de la instalación fotovoltaica con las soluciones propuestas se ha realizado con el software PVsyst [8]. Esta herramienta sirve para desarrollar instalaciones fotovoltaicas permitiendo el estudio, la simulación y el análisis detallado de las mismas.

- Esta herramienta permite un dimensionado detallado de la instalación gracias a los parámetros:
- Sombreados generados por accidentes del terreno.
- Sombreados generados por elementos cercanos (posibilidad de realizar 3D para tener en cuenta su impacto)
- Degradación de los módulos
- Asignación de las diferentes ramas a los conjuntos en 3D
- Simulación con MPPT
- Otros

A continuación, se mostrará el informe obtenido de la simulación. Ahí, podremos encontrar desde las características de las cadenas de módulos, detalle de la distribución de los inversores hasta el rendimiento teórico de la instalación, como es el PR, los diferentes tipos de pérdidas, gráficos de las sombras, etc.



Versión 7.2.15

PVsyst - Informe de simulación

Sistema conectado a la red

Proyecto: Jaen Plaza

Variante: Nueva variante de simulación

Tablas en un edificio

Potencia del sistema: 4198 kWp

Jaen Plaza - España

Autor(a)
Fernando Ortiz (Spain)

**PVsyst V7.2.15**

VCO, Fecha de simulación:
05/07/22 20:31
con v7.2.15

Proyecto: Jaen Plaza

Variante: Nueva variante de simulación

Fernando Ortiz (Spain)

Resumen del proyecto

Sitio geográfico	Situación	Configuración del proyecto
Jaen Plaza	Latitud 37.79 °N	Albedo 0.20
España	Longitud -3.77 °W	
	Altitud 423 m	
	Zona horaria UTC+1	
Datos meteo		
Puente Nuevo		
Meteonorm 8.0 (2005-2017), Sat=100% - Sintético		

Resumen del sistema

Sistema conectado a la red	Tablas en un edificio	Necesidades del usuario
Simulación para el año nº 10		
Orientación campo FV		
Planos fijos 5 orientaciones	Sombreados cercanos	Carga constante fija
Inclin./azimuts 7 / -60 °	Sombreados lineales	100000 MW
7 / 30 °		Global
7 / 10 °		876000 GWh/Año
30 / 0 °		
7 / -80 °		
Información del sistema		
Conjunto FV		Inversores
Núm. de módulos 10764 unidades	Núm. de unidades 21.8 unidades	
Pnom total 4198 kWp	Pnom total 4034 kWca	
	Proporción Pnom 1.041	

Resumen de resultados

Energía producida 6 GWh/año	Producción específica 1519 kWh/kWp/año	Proporción rend. PR 85.55 %
Energía usada 875403 GWh/año		Fracción solar (SF) 0.00 %

Tabla de contenido

Resumen de proyectos y resultados	2
Parámetros generales, Características del conjunto FV, Pérdidas del sistema.	3
Definición del horizonte	6
Definición del sombreado cercano - Diagrama de iso-sombreados	8
Resultados principales	10
Diagrama de pérdida	11
Gráficos especiales	12
Costo del sistema	13
Análisis financiero	14
Balance de emisiones de CO ₂	17



Proyecto: Jaen Plaza

Variante: Nueva variante de simulación

Fernando Ortiz (Spain)

PVsyst V7.2.15

VCO, Fecha de simulación:
05/07/22 20:31
con v7.2.15

Parámetros generales

Sistema conectado a la red		Tablas en un edificio		Modelos usados	
Orientación campo FV		Configuración de cobertizos		Transposición Perez	
Orientación	5 orientaciones	Núm. de cobertizos	114 unidades	Difuso	Perez, Meteonom
Planos fijos	7 / -60 °	Varias orientaciones		Circunsolar	separado
Inclin./azimuts	7 / 30 °				
	7 / 10 °				
	30 / 0 °				
	7 / -80 °				
Horizonte		Sombreados cercanos		Necesidades del usuario	
Altura promedio	2.7 °	Sombreados lineales		Carga constante fija	
				100000 MW	
				Global	
				876000 GWh/Año	

Características del conjunto FV

Módulo FV		Inversor	
Fabricante	Generic	Fabricante	Generic
Modelo	JAM60-S20-390-MR	Modelo	SUN2000-185KTL-H1
(Base de datos PVsyst original)		(Definición de parámetros personalizados)	
Unidad Nom. Potencia	390 Wp	Unidad Nom. Potencia	185 kWca
Número de módulos FV	10764 unidades	Número de inversores	21.8 unidades
Nominal (STC)	4198 kWp	Potencia total	4034 kWca
Conjunto #1 - 1		Conjunto #1 - 1	
Orientación	#1	Número de inversores	135 * MPPT 11% 14.2 unidades
Inclinación/Azimuth	7/-80 °	Potencia total	2624 kWca
Número de módulos FV	7020 unidades	Voltaje de funcionamiento	550-1500 V
Nominal (STC)	2738 kWp	Potencia máx. (=>30°C)	185 kWca
Módulos	270 Cadenas x 26 En series	Proporción Pnom (CC.CA)	1.04
En cond. de funcionam. (50°C)		En cond. de funcionam. (50°C)	
Pmpp	2498 kWp	Pmpp	167 kWp
U mpp	834 V	U mpp	834 V
I mpp	2995 A	I mpp	200 A
Conjunto #2 - 2		Conjunto #2 - 2	
Orientación	#2	Número de inversores	9 * MPPT 11% 0.9 unidad
Inclinación/Azimuth	7/30 °	Potencia total	175 kWca
Número de módulos FV	468 unidades	Voltaje de funcionamiento	550-1500 V
Nominal (STC)	183 kWp	Potencia máx. (=>30°C)	185 kWca
Módulos	18 Cadenas x 26 En series	Proporción Pnom (CC.CA)	1.04
En cond. de funcionam. (50°C)		En cond. de funcionam. (50°C)	
Pmpp	167 kWp	Pmpp	167 kWp
U mpp	834 V	U mpp	834 V
I mpp	200 A	I mpp	200 A
Conjunto #3 - 3		Conjunto #3 - 3	
Orientación	#3	Número de inversores	36 * MPPT 11% 3.8 unidades
Inclinación/Azimuth	7/10 °	Potencia total	700 kWca
Número de módulos FV	1872 unidades		
Nominal (STC)	730 kWp		
Módulos	72 Cadenas x 26 En series		



Proyecto: Jaen Plaza

Variante: Nueva variante de simulación

Fernando Ortiz (Spain)

PVsyst V7.2.15

VC0, Fecha de simulación:
05/07/22 20:31
con v7.2.15

Características del conjunto FV

En cond. de funcionam. (50°C)		Voltaje de funcionamiento	550-1500 V
Pmpp	666 kWp	Potencia máx. (=>30°C)	185 kWca
U mpp	834 V	Proporción Pnom (CC:CA)	1.04
I mpp	799 A		
Conjunto #4 - 4			
Orientación	#4		
Inclinación/Azimut	30/0 °		
Número de módulos FV	936 unidades	Número de inversores	18 * MPPT 11% 1.9 unidades
Nominal (STC)	365 kWp	Potencia total	350 kWca
Módulos	36 Cadenas x 26 En series		
En cond. de funcionam. (50°C)		Voltaje de funcionamiento	550-1500 V
Pmpp	333 kWp	Potencia máx. (=>30°C)	185 kWca
U mpp	834 V	Proporción Pnom (CC:CA)	1.04
I mpp	399 A		
Conjunto #5 - 5			
Orientación	#5		
Inclinación/Azimut	7/-80 °		
Número de módulos FV	468 unidades	Número de inversores	9 * MPPT 11% 1 unidad
Nominal (STC)	183 kWp	Potencia total	185 kWca
Módulos	18 Cadenas x 26 En series		
En cond. de funcionam. (50°C)		Voltaje de funcionamiento	550-1500 V
Pmpp	167 kWp	Potencia máx. (=>30°C)	185 kWca
U mpp	834 V	Proporción Pnom (CC:CA)	0.99
I mpp	200 A		
Potencia FV total		Potencia total del inversor	
Nominal (STC)	4198 kWp	Potencia total	4034 kWca
Total	10764 módulos	Núm. de inversores	22 unidades
Área del módulo	20111 m ²		0.2 No utilizado
		Proporción Pnom	1.04

Pérdidas del conjunto

Factor de pérdida térmica		Pérdida de calidad módulo		Pérdidas de desajuste de módulo				
Temperatura módulo según irradiancia		Frac. de pérdida	-0.8 %	Frac. de pérdida	2.0 % en MPP			
Uc (const)	29.0 W/m ² K							
Uv (viento)	0.0 W/m ² K/m/s							
Pérdidas de desajuste de cadenas		Módulo de degradación media						
Frac. de pérdida	0.1 %	Año n°	10					
		Factor de pérdida	0.4 %/año					
		Desajuste debido a la degradación						
		Dispersión Imp RMS	0.4 %/año					
		Dispersión Vmp RMS	0.4 %/año					
Factor de pérdida IAM								
Efecto de incidencia (IAM): Fresnel, revestimiento AR, n(vidrio)=1.526, n(AR)=1.290								
0°	30°	50°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	0.999	0.987	0.962	0.892	0.816	0.681	0.440	0.000



PVsyst V7.2.15

VC0, Fecha de simulación:
05/07/22 20:31
con v7.2.15

Proyecto: Jaen Plaza

Variante: Nueva variante de simulación

Fernando Ortiz (Spain)

Pérdidas de cableado CC

Res. de cableado global	3.0 mΩ		
Frac. de pérdida	1.5 % en STC		
Conjunto #1 - 1		Conjunto #2 - 2	
Res. conjunto global	4.6 mΩ	Res. conjunto global	69 mΩ
Frac. de pérdida	1.5 % en STC	Frac. de pérdida	1.5 % en STC
Conjunto #3 - 3		Conjunto #4 - 4	
Res. conjunto global	17 mΩ	Res. conjunto global	35 mΩ
Frac. de pérdida	1.5 % en STC	Frac. de pérdida	1.5 % en STC
Conjunto #5 - 5			
Res. conjunto global	69 mΩ		
Frac. de pérdida	1.5 % en STC		



Proyecto: Jaen Plaza

Variante: Nueva variante de simulación

PVsyst V7.2.15

VCO, Fecha de simulación:
05/07/22 20:31
con v7.2.15

Fernando Ortiz (Spain)

Definición del horizonte

Horizon from PVGIS website API, Lat=37°47'24', Long=-3°46'28', Alt=m

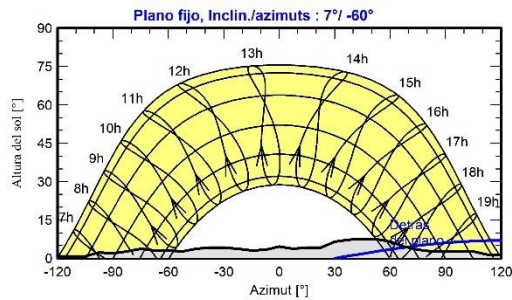
Altura promedio	2.7 °	Factor Albedo	0.88
Factor difuso	1.00	Fracción de albedo	100 %

Perfil del horizonte

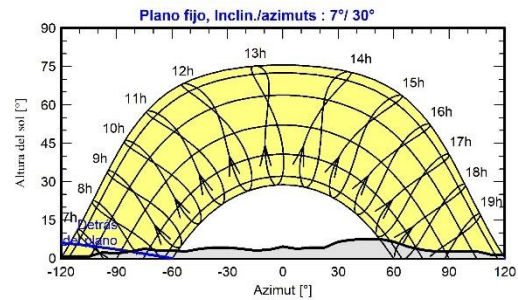
Azimet [°]	-180	-173	-165	-158	-143	-135	-128	-120	-105	-98	-90
Altura [°]	0.0	0.4	0.4	0.0	0.0	0.4	0.4	0.8	0.8	2.3	1.9
Azimet [°]	-83	-75	-68	-60	-53	-45	-38	-30	-23	-15	-8
Altura [°]	2.7	3.8	3.1	3.1	2.7	3.8	4.2	4.2	3.8	3.1	3.4
Azimet [°]	0	8	15	23	30	38	45	53	60	68	75
Altura [°]	4.6	3.8	4.2	4.2	6.5	7.3	7.6	7.6	6.5	4.6	3.4
Azimet [°]	83	105	113	120	128	135	143	158	165	173	180
Altura [°]	2.7	2.7	1.5	1.5	1.9	1.5	1.1	1.1	0.4	0.4	0.0

Recorridos solares (diagrama de altura / azimet)

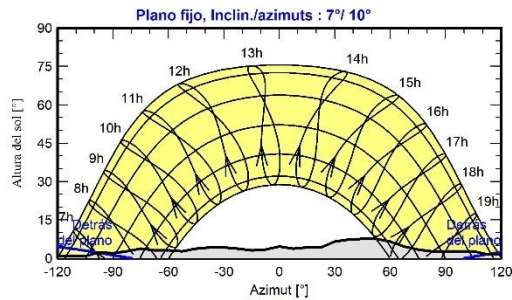
Orientación #1



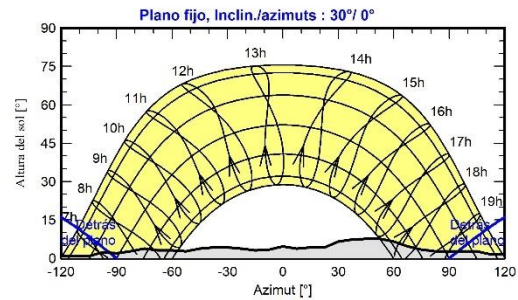
Orientación #2



Orientación #3



Orientación #4





PVsyst V7.2.15

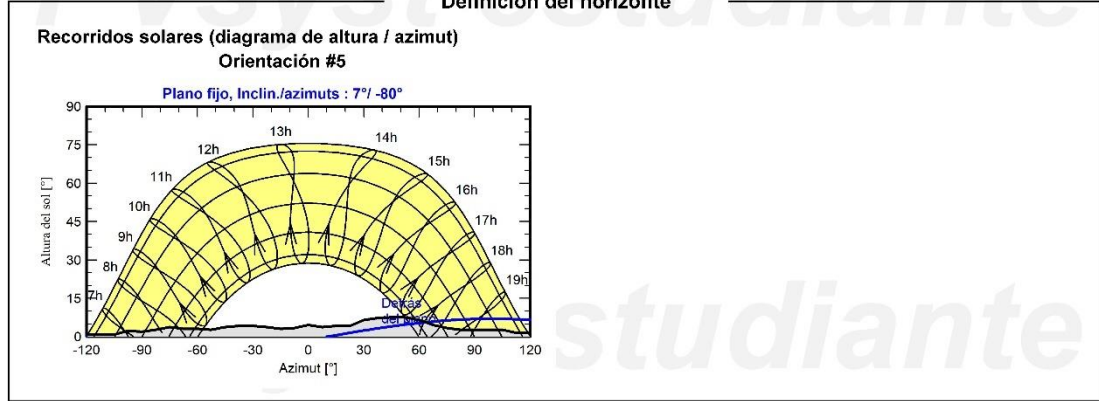
VC0, Fecha de simulación:
05/07/22 20:31
con v7.2.15

Proyecto: Jaen Plaza

Variante: Nueva variante de simulación

Fernando Ortiz (Spain)

Definición del horizonte





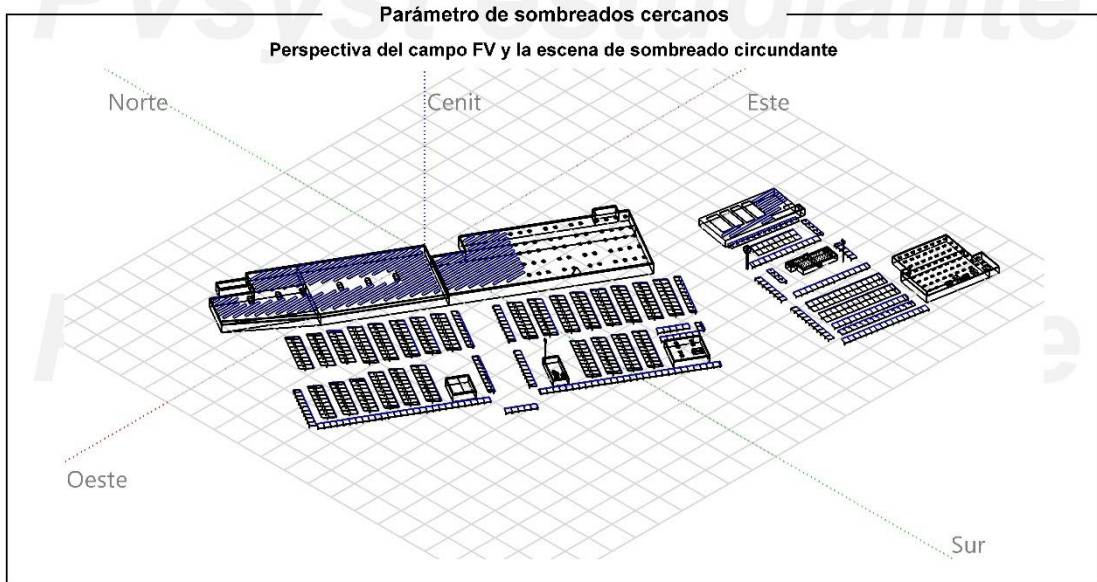
PVsyst V7.2.15

VC0, Fecha de simulación:
05/07/22 20:31
con v7.2.15

Proyecto: Jaen Plaza

Variante: Nueva variante de simulación

Fernando Ortiz (Spain)



PVsyst estudiante

PVsyst estudiante

PVsyst estudiante



PVsyst V7.2.15

VC0, Fecha de simulación:
05/07/22 20:31
con v7.2.15

Proyecto: Jaen Plaza

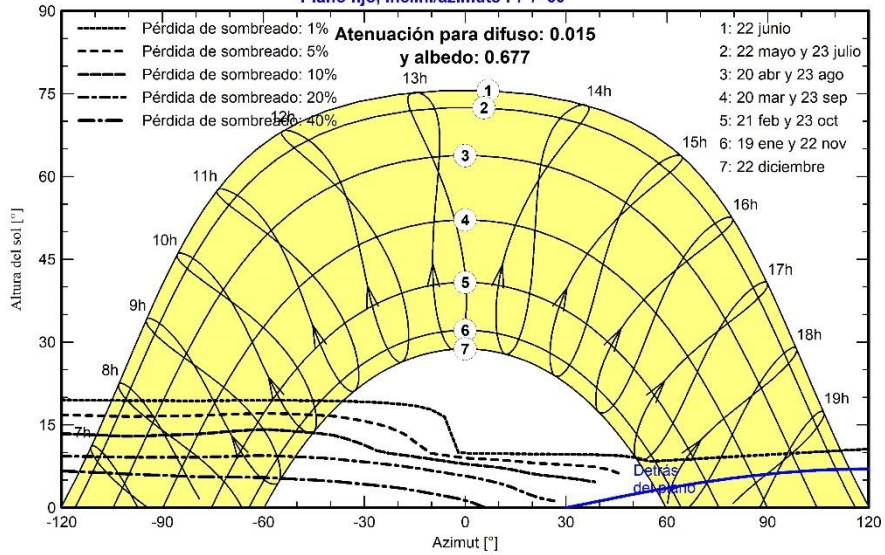
Variante: Nueva variante de simulación

Fernando Ortiz (Spain)

Diagrama de iso-sombreados

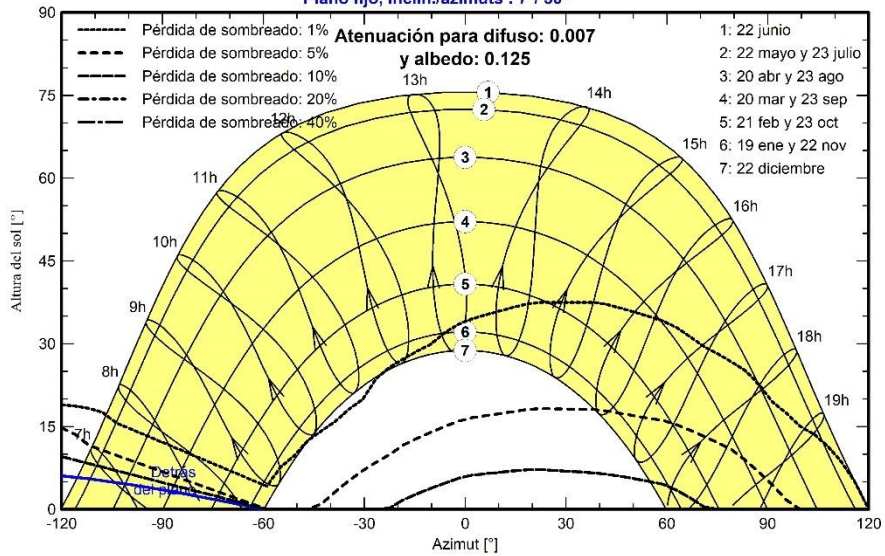
Orientación #1

Plano fijo, Inclín./azimuts : 7° / -60°



Orientación #2

Plano fijo, Inclín./azimuts : 7° / 30°





Proyecto: Jaen Plaza

Variante: Nueva variante de simulación

PVsyst V7.2.15

VCO, Fecha de simulación:
05/07/22 20:31
con v7.2.15

Fernando Ortiz (Spain)

Resultados principales

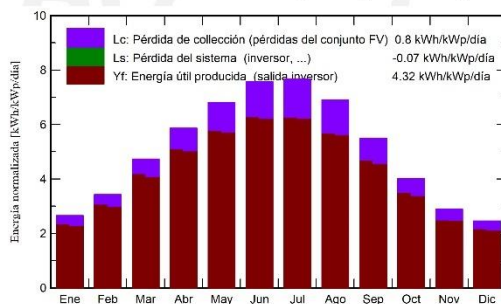
Producción del sistema

Energía producida	6 GWh/año	Producción específica	1519 kWh/kWp/año
Energía usada	875403 GWh/año	Proporción de rendimiento (PR)	85.55 %
		Fracción solar (SF)	0.00 %

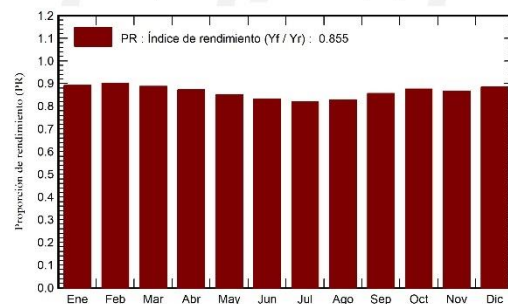
Evaluación económica

Inversión		Costo anual		LCOE	
Global	5402801.71 EUR	Anualidades	540881.40 EUR/año	Costo energético	0.04 EUR/kWh
Específico	1.29 EUR/Wp	Costos de func.	18498.93 EUR/año		
		Período de recuperación	4.8 años		

Producciones normalizadas (por kWp instalado)



Proporción de rendimiento (PR)



Balances y resultados principales

	GlobHor	DiffHor	T_Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E_User	E_Solar	E_Grid	EFrGrid
	kWh/m²	kWh/m²	°C	kWh/m²	kWh/m²	GWh	GWh	GWh	GWh	GWh
Enero	72.4	32.71	6.52	82.1	76.7	0.299	74349	0.307	0.000	74349
Febrero	88.0	37.15	8.27	95.7	91.5	0.351	67154	0.362	0.000	67154
Marzo	138.8	52.11	11.69	146.8	141.4	0.533	74349	0.547	0.000	74349
Abril	170.5	66.58	14.56	175.8	170.2	0.635	71951	0.644	0.000	71950
Mayo	209.9	75.21	19.21	211.0	205.0	0.747	74349	0.754	0.000	74349
Junio	228.5	66.54	24.29	227.0	220.5	0.785	71951	0.793	0.000	71950
Julio	238.0	66.39	27.31	237.9	231.8	0.814	74349	0.818	0.000	74348
Agosto	209.3	64.90	27.00	213.7	207.7	0.733	74349	0.742	0.000	74349
Septiembre	157.3	51.60	21.97	164.8	159.1	0.576	71951	0.593	0.000	71950
Octubre	114.8	42.08	17.24	124.4	119.0	0.442	74349	0.457	0.000	74349
Noviembre	77.0	30.16	10.43	86.5	81.5	0.312	71951	0.314	0.000	71951
Diciembre	66.3	28.02	7.29	76.1	71.1	0.277	74349	0.283	0.000	74349
Año	1770.9	613.45	16.36	1841.9	1775.5	6.503	875403	6.615	0.000	875397

Leyendas

GlobHor	Irradiación horizontal global	EArray	Energía efectiva a la salida del conjunto
DiffHor	Irradiación difusa horizontal	E_User	Energía suministrada al usuario
T_Amb	Temperatura ambiente	E_Solar	Energía del sol
GlobInc	Global incidente plano receptor	E_Grid	Energía inyectada en la red
GlobEff	Global efectivo, corr. para IAM y sombreados	EFrGrid	Energía de la red



PVsyst V7.2.15

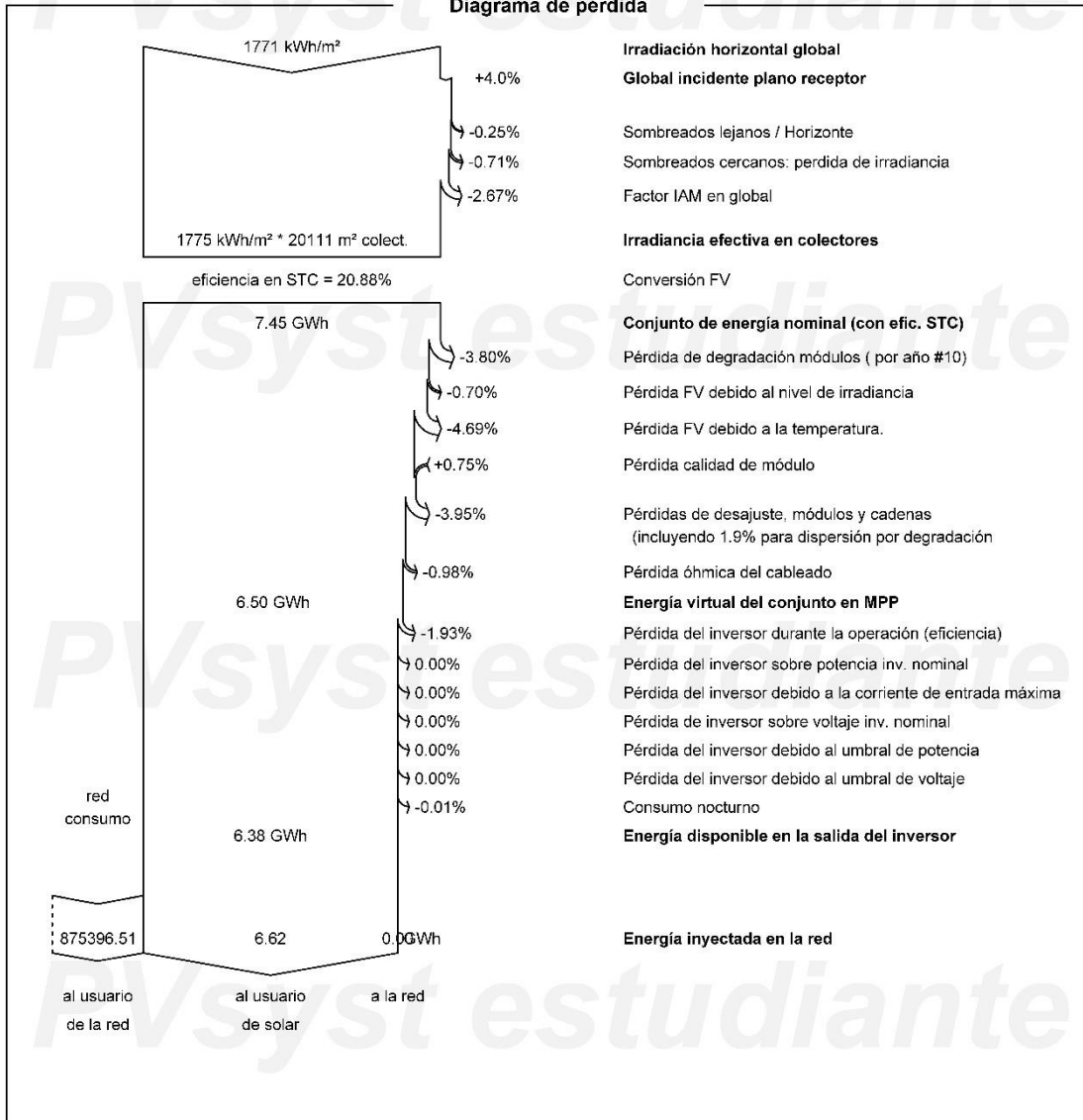
VC0, Fecha de simulación:
05/07/22 20:31
con v7.2.15

Proyecto: Jaen Plaza

Variante: Nueva variante de simulación

Fernando Ortiz (Spain)

Diagrama de pérdida





PVsyst V7.2.15

VC0, Fecha de simulación:
05/07/22 20:31
con v7.2.15

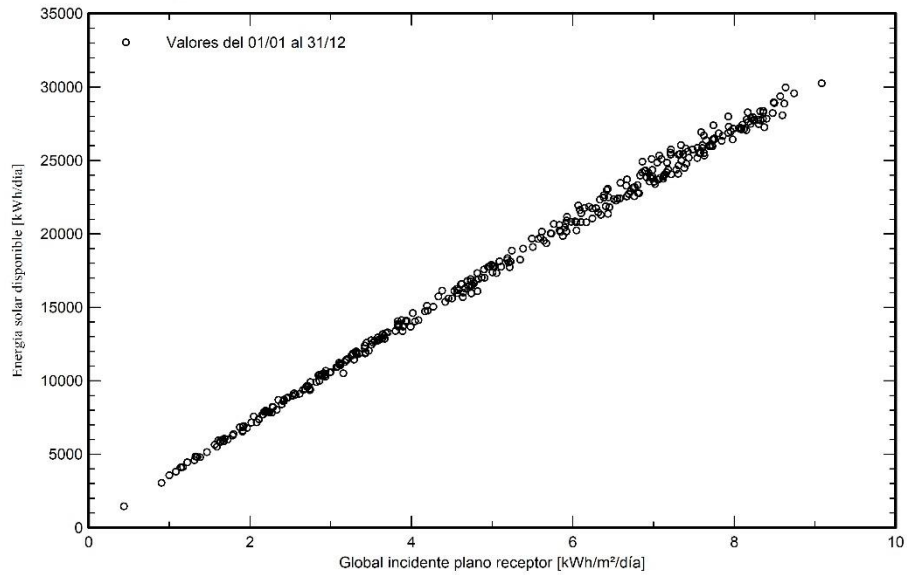
Proyecto: Jaen Plaza

Variante: Nueva variante de simulación

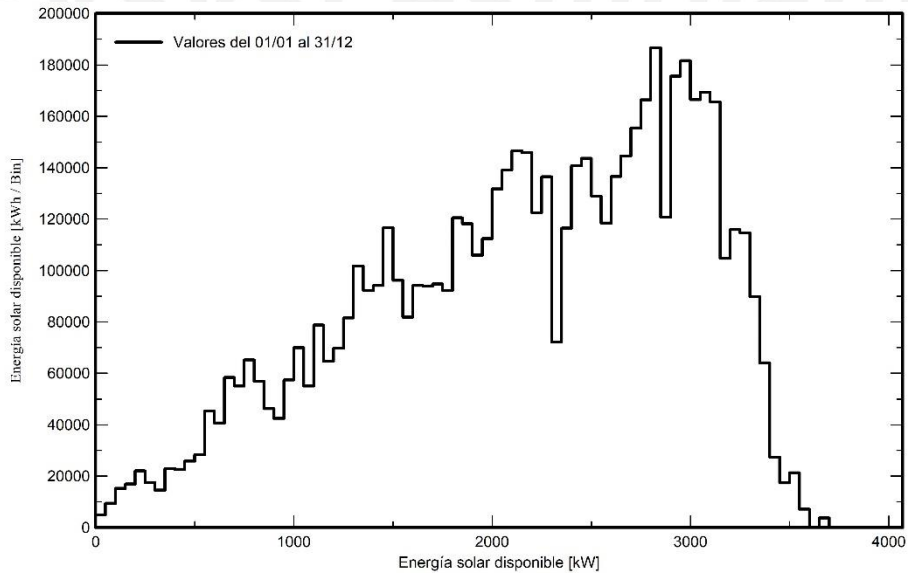
Fernando Ortiz (Spain)

Gráficos especiales

Diagrama entrada/salida diaria



Distribución de potencia de salida del sistema





PVsyst V7.2.15

VC0, Fecha de simulación:
05/07/22 20:31
con v7.2.15

Proyecto: Jaen Plaza

Variante: Nueva variante de simulación

Fernando Ortiz (Spain)

Costo del sistema

Costes de instalación			
Artículo	Cantidad	Costo	Total
	unidades	EUR	EUR
GENERADOR FOTOVOLTAICO			
JAM60S20-380/MR	10764	180.50	1942902.00
Estructura SUNFER para 2 modulos	4016	90.00	361440.00
Estructura SUNFER orientacion Norte	8	12519.99	100159.92
Estructura SUNFER orientacion SUR	14	12519.99	175279.86
Estructura SUNFER dobles	28	20455.54	572755.12
Centro de transformacion completo	1	35000.00	35000.00
INVERSOR			
SUN2000-185KTL-H1	23	10940.42	251629.66
CABLEADO			
Conductores unipolares de cobre de 4 mm2 de sección nominal	28980	2.25	65205.00
Conductores unipolares de cobre de 50mm2 de sección nominal	1150	3.30	3795.00
Conductores unipolares de cobre de 400 mm2 de sección nominal	300	9.35	2805.00
PROTECCIONES			
Interruptor magnetotermico ComPacT NSX250F	23	2555.22	58770.06
Interruptor magnetotermico ComPacT NS800 NA	6	5922.22	35533.32
OTROS			
13% de gastos generales	1	531208.18	531208.18
6% de beneficio industrial	1	245173.01	245173.01
Impuestos			
IVA	1	0.00	1021145.58
Total			5402801.71
Activo amortizable			3605274.94
Costos de operación			
Artículo			Total
			EUR/año
Mantenimiento			
Salarios			10000.00
Reparaciones			5000.00
Total (OPEX)			15000.00
Incluyendo inflación (1.70%)			18498.93
Resumen del sistema			
Costo total de instalación		5402801.71 EUR	
Costos de operación (Incl. inflación 1.70%/año)		18498.93 EUR/año	
Energía no utilizada		6615 MWh/año	
Energía vendida a la red		-0.3 MWh/año	
Costo de la energía producida (LCOE)		0.042 EUR/kWh	

**PVsyst V7.2.15**

VC0, Fecha de simulación:
05/07/22 20:31
con v7.2.15

Proyecto: Jaen Plaza

Variante: Nueva variante de simulación

Fernando Ortiz (Spain)

Análisis financiero

Período de simulación			
Vida del proyecto	25 años	Año de inicio	2023
Variación del ingreso a lo largo del tiempo			
Inflación			1.70 %/año
Variación de producción (envejecimiento)			0.00 %/año
Tasa de descuento			0.00 %/año
Gastos dependientes de ingresos			
Tasa de impuesto sobre la renta			0.00 %/año
Otro impuesto sobre la renta			0.00 %/año
Dividendos			0.00 %/año
Financiamiento			
Fondos propios		1080560.34 EUR	
Préstamo - Canjeable con anualidad fija - 10 años		4322241.37 EUR	Tasa de interés: 4.30%/año
Venta de electricidad			
Tarifa de alimentación		0.1900 EUR/kWh	
Duración de la garantía de tarifas		20 años	
Impuesto de conexión anual		0.00 EUR/kWh	
Variación de tarifa anual		+1.7 %/año	
Reducción de tarifa de alimentación después de la garantía		0.00 %	
Autoconsumo			
Tarifa de consumo		0.1900 EUR/kWh	
Evolución de tarifas		+1.7 %/año	
Retorno de la inversión			
Período de recuperación		4.8 años	
Valor presente neto (VPN)		31028237.72 EUR	
Retorno de la inversión (ROI)		574.3 %	



Proyecto: Jaen Plaza

Variante: Nueva variante de simulación

Fernando Ortiz (Spain)

PVsyst V7.2.15

VC0, Fecha de simulación:
05/07/22 20:31
con v7.2.15

Análisis financiero

Resultados económicos detallados (EUR)

	Venta	Principal	Intereses	Costos	Subsidio	Ingreso	Impuestos	Beneficio	Ahorro	Cumul	%
	de electricidad	del préstamo	del préstamo	de func.	de amortización	imponible		después de impuestos	de ahorro	consumo lucro	amorti.
2023	0	355025	185856	15000	0	0	0	-555881	1261797	-374645	19.6%
2024	0	370291	170590	15255	0	0	0	-556136	1283247	352466	39.9%
2025	0	386214	154668	15514	0	0	0	-556396	1304698	1100768	60.9%
2026	0	402821	138061	15778	0	0	0	-556659	1326148	1870257	82.6%
2027	0	420142	120739	16046	0	0	0	-556928	1347599	2660929	105.1%
2028	0	438208	102673	16319	0	0	0	-557200	1369050	3472778	128.2%
2029	0	457051	83830	16597	0	0	0	-557478	1390500	4305800	152.1%
2030	0	476704	64177	16879	0	0	0	-557760	1411951	5159991	176.7%
2031	0	497203	43679	17166	0	0	0	-558047	1433401	6035345	202.1%
2032	0	518582	22299	17457	0	0	0	-558339	1454852	6931858	228.3%
2033	0	0	0	17754	0	0	0	-17754	1476302	8390406	255.3%
2034	0	0	0	18056	0	0	0	-18056	1497753	9870103	282.7%
2035	0	0	0	18363	0	0	0	-18363	1519203	11370943	310.5%
2036	0	0	0	18675	0	0	0	-18675	1540654	12892922	338.6%
2037	0	0	0	18993	0	0	0	-18993	1562105	14436034	367.2%
2038	0	0	0	19315	0	0	0	-19315	1583555	16000274	396.1%
2039	0	0	0	19644	0	0	0	-19644	1605006	17585635	425.5%
2040	0	0	0	19978	0	0	0	-19978	1626456	19192114	455.2%
2041	0	0	0	20317	0	0	0	-20317	1647907	20819703	485.4%
2042	0	0	0	20663	0	0	0	-20663	1669357	22468397	515.9%
2043	0	0	0	21014	0	0	0	-21014	1690808	24138191	546.8%
2044	0	0	0	21371	0	0	0	-21371	1712258	25829078	578.1%
2045	0	0	0	21735	0	0	0	-21735	1733709	27541052	609.8%
2046	0	0	0	22104	0	0	0	-22104	1755159	29274108	641.8%
2047	0	0	0	22480	0	0	0	-22480	1776610	31028238	674.3%
Total	0	4322241	1086573	462473	0	0	0	-5871287	37980085	31028238	674.3%



PVsyst V7.2.15

VC0, Fecha de simulación:
05/07/22 20:31
con v7.2.15

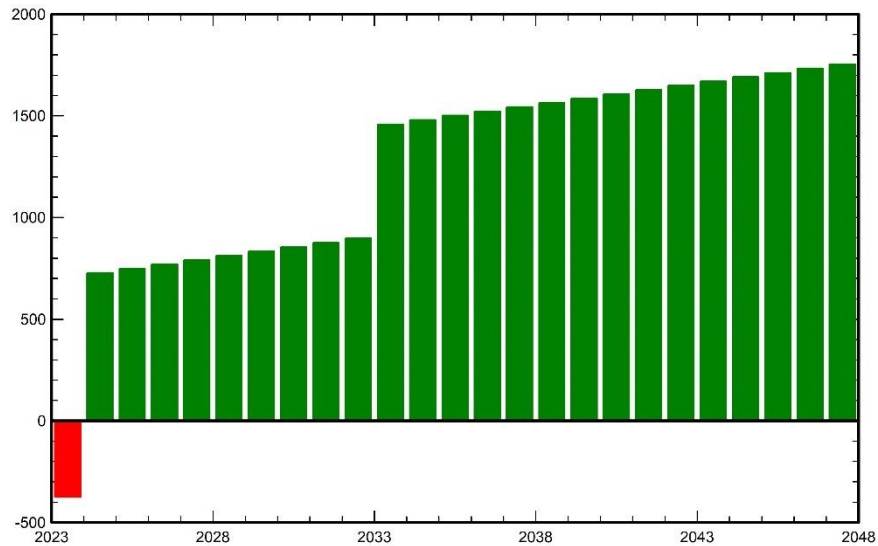
Proyecto: Jaen Plaza

Variante: Nueva variante de simulación

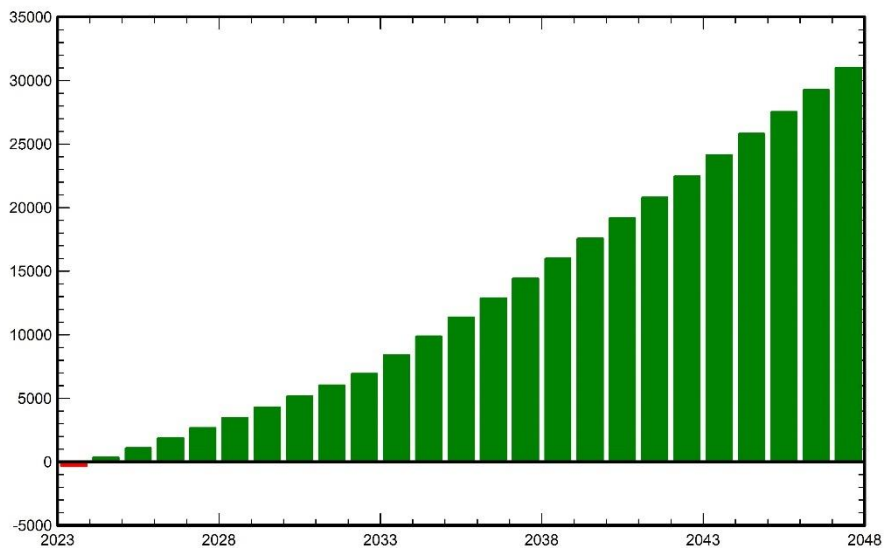
Fernando Ortiz (Spain)

Análisis financiero

Beneficio neto anual (kEUR)



Flujo de caja acumulativo (kEUR)





Proyecto: Jaen Plaza

Variante: Nueva variante de simulación

Fernando Ortiz (Spain)

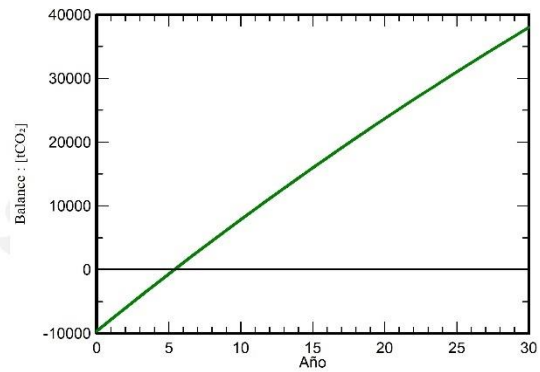
PVsyst V7.2.15

VCO, Fecha de simulación:
05/07/22 20:31
con v7.2.15

Balace de emisiones de CO₂

Total: 38000.1 tCO₂
Emisiones generadas
 Total: 9648.49 tCO₂
 Fuente: Cálculo detallado de la siguiente tabla:
Emisiones reemplazadas
 Total: 54915.8 tCO₂
 Sistema de producción: 6378.15 MWh/año
 Emisiones del ciclo de vida de la red: 287 gCO₂/kWh
 Fuente: Lista IEA
 País: Spain
 Toda la vida: 30 años
 Degradación anual: 1.0 %

Emisión de CO₂ ahorrada vs tiempo



Detalles de emisiones del ciclo de vida del sistema

Artículo	LCE	Cantidad	Subtotal [kgCO ₂]
Módulos	1713 kgCO ₂ /kWp	5219 kWp	8938651
Soportes	5.27 kgCO ₂ /kg	133820 kg	705138
Inversores	522 kgCO ₂ /unidades	9.00 unidades	4698