



UNIVERSIDAD DE JAÉN

Escuela politécnica Jaén

Trabajo Fin de Grado

DIMENSIONADO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO CONECTADO A RED EN PABELLON POLIDEPORTIVO

Alumno: ALEJANDRO MARTÍNEZ JIMÉNEZ

Tutor: Leocadio Hontoria García

Dpto: Ingeniería electrónica y automática

Febrero 2018



MEMORIA

1. ASPECTOS GENERALES	7
2. Objeto y alcance del proyecto	7
3. Antecedentes	7
4. Empresa suministradora de electricidad y tensión de suministro	7
5. Definiciones y abreviaturas.....	7
6. Datos meteorológicos.....	8
7. Objetivo del proyecto	9
8. Ubicación	9
2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	10
2.1. Energía solar fotovoltaica	10
2.2. Antecedentes	11
2.2.1. Razones por la que es necesaria la realización del proyecto	11
2.2.2. Intentos previos de resolución	11
3. NORMATIVA.....	12
4. ALTERNATIVAS Y SOLUCIÓN ADOPTADAS	15
5. DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA SOLUCIÓN	16
5.1. Detalles de la solución adoptada	16
5.2 Descripción de los elementos	16
5.2.1. Módulo fotovoltaico	16
5.2.3. Inversor	19
5.2.4. Estructura de soporte	21
5.2.5. Cableado	23
5.2.7. Protecciones.....	25
5.2.8. Cuadros eléctricos	26
6. AUTOCONSUMO	27
6.1 Tipos de autoconsumo	27
6.2 Balance neto	27
6.3 Real decreto 1699/2011	27
6.4 Real decreto 900/2015	27
7. JUSTIFICACIÓN DETALLADA DE LA SOLUCIÓN	28
7.1. Estudio de consumos.....	28
8. PROGRAMA DE EJECUCIÓN	29
8.1. Responsabilidades.....	29



Universidad de Jaén

Dimensionado de un sistema fotovoltaico conectado a red en pabellón polideportivo

8.2. Ejecución de la obra	29
8.3 Medios auxiliares y humanos.....	29
8.4 Plazos.....	30

PLAN DE MANTENIMIENTO Y SALUD

1. PROGRAMA DE EXPLOTACIÓN.....	33
1.1. Manual de mantenimiento	33
1.2 Mantenimiento de los componentes	35
1.2.1-Paneles solares:.....	35
1.2.2-Soportes:.....	35
1.2.3 Inversores:.....	35
1.2.4-Cableado y canalizaciones:	36
2. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD.....	37
2.1 Objeto de este estudio	37
2.2 Normativa	37
2.2.1 Generales	37
2.2.2 Señalizaciones	37
2.2.3 Equipos de protección individual	37
2.2.4 Equipos de trabajo.....	38
2.2.5 Seguridad en máquinas.....	38
2.2.6 Protección acústica.....	38
3. CONDICIONES TÉCNICAS DE LOS MEDIOS DE PROTECCIÓN.....	39
3.1 Protección personal.....	39
3.2 Condiciones técnicas de los servicios de higiene y bienestar	39
3.3 Permisos y seguros de responsabilidad civil y todo riesgo en obra	39
3.4 Reconocimiento médico	40
4. RIESGOS.....	41
4.1 Riesgos en el montaje de la estructura de soporte.....	41
4.2 Riesgos en el montaje de los módulos fotovoltaicos	41
4.3 Riesgos en el montaje de equipos eléctricos y electrónicos.....	42
4.4 Riesgos en el montaje de cableado y conexionado	43
4.5 Riesgos en el uso de herramientas eléctricas	44
5. MEDIOS AUXILIARES.....	45
5.1 Grúa.....	45



Universidad de Jaén

Dimensionado de un sistema fotovoltaico conectado a red en pabellón polideportivo

5.2 Escaleras	45
5.3 Maquinaria de obra	46
5.4 Herramientas de mano.....	47

AUTOCONSUMO Y AMORTIZACIÓN

1. PRECIO DE LA ENERGÍA	50
Peaje en el autoconsumo	50
Excedentes de energía y su posterior venta.....	51
Ahorro energético y económico	51

PLIEGO DE CONDICIONES

1. PLIEGO DE CONDICIONES	56
2. CALIDAD DE LOS OPERARIOS	56
3. RECEPCIÓN DE MATERIALES	56
4. EN EL CASO QUE LOS MATERIALES NO CUMPLAN LAS CONDICIONES	57
5. MATERIALES ESPECIFICADOS.....	57
6. FACILIDADES PARA LA INSPECCIÓN	57
7. MATERIALES.....	57
8. GASTOS DE PRUEBAS.....	57
9. FORMA DE ABONAR LAS OBRAS INCOMPLETAS.....	58
10. RECEPCIÓN DE LAS OBRAS Y LIQUIDACIÓN FINAL	58
11. RESCISIÓN O TRASPASO DE CONTRATO	58
12. INDEMNIZACIÓN A LAS PERSONAS AFECTADAS	58
13. ACCIDENTES DE TRABAJO	58
14. RESCISIÓN DEL CONTRATO	59
15. GARANTÍA	59
16. ANULACIÓN DE LA GARANTÍA.....	59
17. LUGAR Y TIEMPO DE LA PRESTACIÓN	60

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

1. CÁLCULOS PARA LA INSTALACIÓN	63
2. SUPERFICIE DE PANELES SOLARES	64



Universidad de Jaén

Dimensionado de un sistema fotovoltaico conectado a red en pabellón polideportivo

3.	INCLINACIÓN ÓPTIMA ANUAL	64
4.	CONFIGURACIÓN DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO.....	65
	Tensión máxima de vacío en el generador	65
	Tensión mínima de vacío en el generador	66
	Intensidad en cada rama del inversor	66
5.	CABLEADO	67
	Intensidad máxima admisible.....	67
	Caída de tensión	67
	Corriente continua	67
	Corriente alterna	69
	Caídas de tensión.....	72
	Neutro	72
6.	CANALIZACIONES	73
7.	PROTECCIONES	74
8.	RESISTENCIAS PUESTAS A TIERRA	75
9.	DISTANCIA ENTRE FILAS EN LOS SOPORTES FOTOVOLTAICOS	75
10.	PERDIDAS	76

MEDICIONES

1.	PARTE FOTOVOLTAICA	80
2.	ESTRUCTURAS METÁLICAS	81
3.	CABLEADO	82
4.	PUESTA A TIERRA	83
5.	CUADRO ELÉCTRICO	84
6.	CANALIZACIONES	85
7.	RESUMEN MEDICIONES.....	86

PRESUPUESTO

1.	CUADRO DE DESCOMPUESTOS	89
2.	RESUMEN DEL PROYECTO	94



Universidad de Jaén

Dimensionado de un sistema fotovoltaico conectado a red en pabellón polideportivo

MEMORIA



MEMORIA

1. ASPECTOS GENERALES.....	6
2. Objeto y alcance del proyecto	6
3. Antecedentes.....	6
4. Empresa suministradora de electricidad y tensión de suministro.....	6
5. Definiciones y abreviaturas	6
6. Datos meteorológicos.....	7
7. Objetivo del proyecto	8
8. Ubicación	8
2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	9
2.1. Energía solar fotovoltaica	9
2.2. Antecedentes.....	10
2.2.1. Razones por la que es necesaria la realización del proyecto.....	10
2.2.2. Intentos previos de resolución	10
3. NORMATIVA.....	11
4. ALTERNATIVAS Y SOLUCIÓN ADOPTADAS	14
5. DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA SOLUCIÓN	15
5.1. Detalles de la solución adoptada	15
5.2 Descripción de los elementos.....	16
5.2.1. Módulo fotovoltaico	16
5.2.3. Inversor	18
5.2.4. Estructura de soporte	20
5.2.5. Cableado	22
5.2.7. Protecciones	24
5.2.8. Cuadros eléctricos.....	25
6. AUTOCONSUMO	26
6.1 Tipos de autoconsumo	26
6.2 Balance neto	26
6.3 Real decreto 1699/2011	27
6.4 Real decreto 900/2015	27
7. JUSTIFICACIÓN DETALLADA DE LA SOLUCIÓN	27
7.1. Estudio de consumos.....	27
8. PROGRAMA DE EJECUCIÓN	28
8.1. Responsabilidades	28
8.2. Ejecución de la obra.....	29
8.3 Medios auxiliares y humanos	29
8.4 Plazos	29



Universidad de Jaén

Dimensionado de un sistema fotovoltaico conectado a red en pabellón polideportivo

1. ASPECTOS GENERALES

2. Objeto y alcance del proyecto

El objeto del siguiente proyecto es la instalación solar fotovoltaica para la conexión a la red eléctrica de un pabellón polideportivo de fútbol sala y estudiar su viabilidad tanto técnica como económica de la instalación.

3. Antecedentes

Se dispone de una potencia contratada de 25KW y es la potencia en cantidad de kW que podemos conectar en el recinto.

4. Empresa suministradora de electricidad y tensión de suministro

La empresa suministradora es Endesa con una potencia contratada de 25Kw y un suministro trifásico con una tensión entre fases de 400 V y entre fase y neutro 230 V.

5. Definiciones y abreviaturas

Irradiancia: Densidad de potencia incidente en una superficie o la energía incidente en una superficie por unidad de tiempo y unidad de superficie. kW/m^2 .

Irradiación: Energía incidente en una superficie por unidad de superficie y a lo largo de un cierto periodo de tiempo. Se mide en kWh/m^2 .

Radiación solar: Energía procedente del sol en forma de ondas electromagnéticas. En este contexto se engloban los conceptos de irradiancia e irradiación.

Instalaciones fotovoltaicas: Aquellas que disponen de módulos fotovoltaicos para la conversión directa de la radiación solar en energía eléctrica sin ningún paso intermedio.

Instalaciones Fovotvoltaicas interconectadas: Aquellas que disponen de conexión física con las redes de transporte o distribución de energía eléctrica del sistema, ya sea directamente o a través de la red de un consumidor.

Generador fotovoltaico: Asociación en paralelo de ramas fotovoltaicas.

Cadena fotovoltaica: Subconjunto de módulos interconectados en serie o en asociaciones serie-paralelo, con voltaje igual a la tensión nominal del generador.

Célula solar fotovoltaica: Dispositivo que transforma la radiación solar en energía eléctrica.

Inversor: Convertidor de tensión y corriente continua en tensión y corriente alterna. También se denomina ondulator.

Potencia pico: Potencia máxima del panel fotovoltaico en S.T.C



Universidad de Jaén

Dimensionado de un sistema fotovoltaico conectado a red en pabellón polideportivo

Módulo o panel fotovoltaico: Conjunto de células solares directamente interconectadas y encapsuladas como único bloque, entre materiales que las protegen de los efectos de la naturaleza.

6. Datos meteorológicos

Obtenemos una fuente fiable a través del **IDAE** (Instituto para la identificación de ahorro energético) y para este proyecto obtenemos la irradiancia del **PVGIS ONLINE** y la temperatura media del **AEMET**.

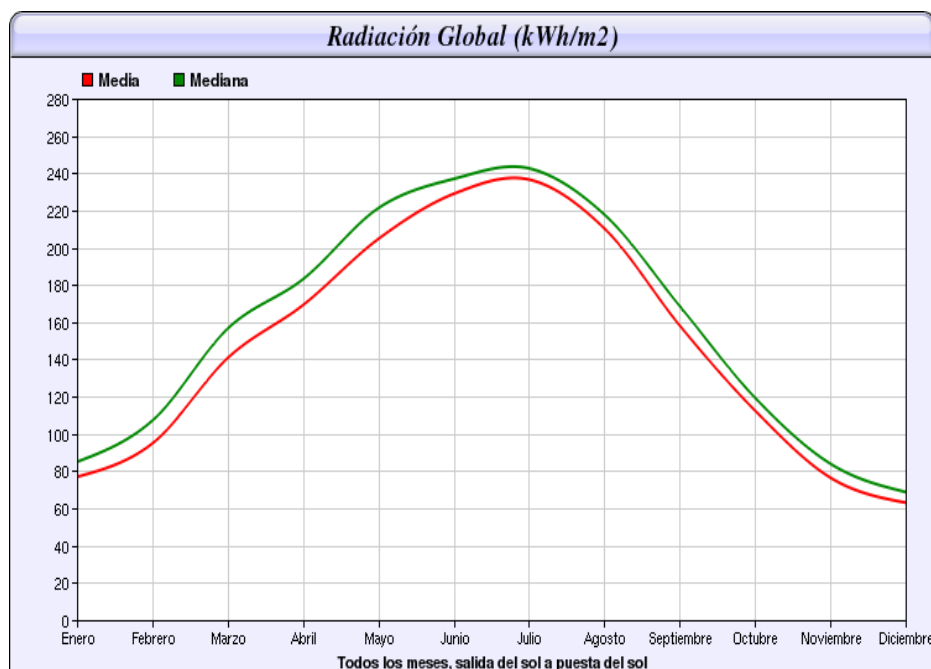
La temperatura media para un año en el lugar para cada mes es:

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura media (°C)	7.9	9.4	12.2	14.7	18.1	23.6	27.6	27.1	23.3	17.4	12.3	8.8
Temperatura mín. (°C)	4.3	5.2	7.3	9.1	12.1	16.7	20.3	20.3	17.3	12.4	8.1	5.1
Temperatura máx. (°C)	11.6	13.7	17.1	20.3	24.1	30.5	35	34	29.4	22.5	16.5	12.5

La **irradiancia** media en nuestra ubicación es:

Radiación Global (kWh/m²)

Mes	Media
1 (Enero)	77
2 (Febrero)	95.1
3 (Marzo)	141
4 (Abril)	169.4
5 (Mayo)	204.9
6 (Junio)	229
7 (Julio)	236.5
8 (Agosto)	210
9 (Septiembre)	157.8
10 (Octubre)	112.2
11 (Noviembre)	76.3
12 (Diciembre)	63





Universidad de Jaén

Dimensionado de un sistema fotovoltaico conectado a red en pabellón polideportivo

7. Objetivo del proyecto

Lo que intentamos realizar es reducir una factura eléctrica mediante el uso de las energías renovables y aplicaremos el uso de la fotovoltaica conectada a la red eléctrica.

El generador de continua se compone de 4 cadenas fotovoltaicas. Las cadenas se conectan dos a dos en paralelo en la caja de conexiones que habrá en el techo. Estas se han protegido contra cortocircuitos con fusibles debido a que es la solución más económica.

Se ha instalado un inversor de 25 kVA de dos canales independientes de corriente continua.

A la salida de este, se ha instalado un magnetotérmico para proteger la línea y un interruptor diferencial para protección de personas y contactos indirectos.

8. Ubicación

El complejo polideportivo municipal está situado en el polígono industrial de Jaén. Situado al oeste de la provincia de Jaén. Las coordenadas de la instalación son:

Latitud: 37°48'08.1"N

Longitud: 3°47'08.2"W



2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

2.1. Energía solar fotovoltaica

El desarrollo de la energía solar fotovoltaica sufre año tras año un acelerado avance tecnológico y económico. Esto conlleva a que la instalación de paneles solares fotovoltaicos esté cada vez más al alcance, facilitando así, un rápido crecimiento de su consumo. Son cada vez más los países que reconocen el enorme potencial de la energía solar. Se contribuye eficazmente a la reducción de emisiones de CO₂ y, en menor medida de SO_x. Cada kWh generado con energía solar evita la emisión a la atmósfera de aproximadamente 1kg de CO₂, en el caso de comparar con generación eléctrica con carbón, o aproximadamente 400g de CO₂, en el caso de gas natural. Se estima que antes del 2020 las energías renovables cubran el 20% de la demanda energética. El papel que ejerce la energía solar es fundamental. Los principales propulsores de la energía solar fotovoltaica en Europa son España y Alemania, pero otros como Italia, Francia y Grecia ya aspiran a ser grandes referentes. Se debe considerar las grandes potencias como EEUU y Japón que también están realizando importantes inversiones en este sector. Pero no sólo ellos contribuyen al avance de la energía fotovoltaica. En más de 100 países ha obtenido el crecimiento más importante de generación de electricidad. Es fácil imaginar que a finales del 2020 la energía solar fotovoltaica será una de las energías renovables más usadas y más asequibles en todo el mundo.

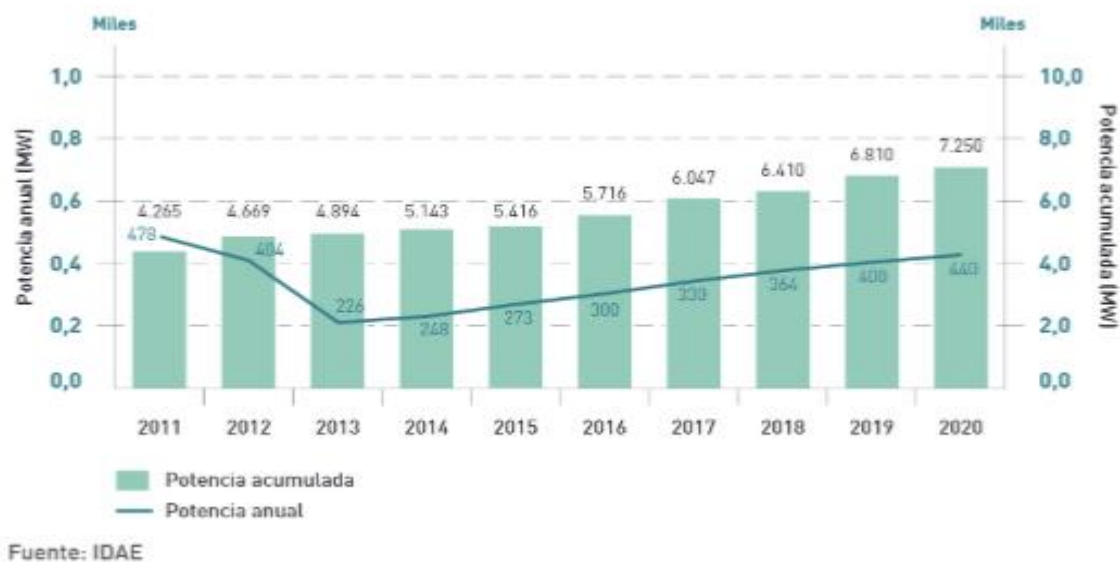


Figura 1: Evolución estimada de la potencia anual y acumulada hasta 2020.



Universidad de Jaén

Dimensionado de un sistema fotovoltaico conectado a red en pabellón polideportivo

2.2. Antecedentes

2.2.1. Razones por la que es necesaria la realización del proyecto

El ayuntamiento de la localidad de Jaén (desde ahora el cliente) en condición de administración pública, propone un deseo de mejorar la calidad, la funcionalidad, mantenibilidad y fiabilidad en muchas de sus instalaciones. Para ello, fijándose en unas exigencias sociales cada vez más ecológicas y sumado a la evolución en el sector y el constante descenso de precios, decide seguir con el plan de ahorro, tanto económico como energético a medio plazo en toda la localidad.

2.2.2. Intentos previos de resolución

Anteriormente, el cliente ya propuso un plan de ahorro energético-económico en la instalación. Dichas medidas incluía la instalación de luminarias LED, plan de ajuste de horarios de puesta en marcha de los diferentes aparatos en la instalación, aplazar en medida de lo posible que las actividades deportivas se realizasen con luz natural. Los resultados a día de hoy no son los esperados, por lo que se finalmente se ha propuesto la proyección de una instalación solar fotovoltaica.



Universidad de Jaén

Dimensionado de un sistema fotovoltaico conectado a red en pabellón polideportivo

1. NORMATIVA

Esta memoria ha sido realizada según las leyes y normativas necesarias para asegurar el correcto funcionamiento de la instalación y el cumplimiento de las medidas de seguridad necesarias. Por tanto, el presente proyecto está regulado por la normativa legal citada a continuación:

Ley 31/1995, del 8 de noviembre, Prevención de Riesgos Laborales.

Ley para la determinación del cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo, y ello en el marco de una política coherente, coordinada y eficaz de prevención de los riesgos laborales.

Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico.

Ley que regula las actividades destinadas al suministro de energía eléctrica, consistente en su generación, transporte, distribución, comercialización e intercambios intracomunitarios e internacional, así como la gestión económica y técnica del sistema eléctrico.

R.D. 485/97 del 14 de abril

Real Decreto establece las disposiciones mínimas para la señalización de seguridad y salud en el trabajo.

Real Decreto 842/2002, del 2 de agosto.

RD por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, sustituyendo al anterior de 1973.

Real Decreto 314/2006, del 17 de marzo.

RD por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.

Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo.

RD por el que se establece la metodología para la actualización y sistematización del régimen jurídico y económico de la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.



Universidad de Jaén

Dimensionado de un sistema fotovoltaico conectado a red en pabellón polideportivo

Real Decreto 1578/2008, de 26 de septiembre.

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

Real Decreto 1565/2010, del 19 de noviembre.

RD por el que se regulan y modifican determinados aspectos relativos a la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.

Ordenanza municipal sobre construcciones en edificios nuevos o remodelaciones de antiguos, tanto por en interiores como exteriores.

Legislación de ámbito europea específica del sector de energías renovables.

Directiva 73/23/CEE de 19 de febrero

Relativa al material eléctrico destinada a utilizarse con determinados límites de tensión. Esta directiva determina los objetivos o exigencias esenciales de seguridad aplicables al material eléctrico destinado a emplearse a una tensión nominal entre 50 y 1000 V en CA entre 75 y 1500V en CC. La directiva se ha traspuesto al Estado Español como RD 7/1988, Resolución de 18 de enero de 1988 de la DGPT, la Resolución de 19 de noviembre de 2001 de la DGPT y la Resolución de 14 de octubre de 2002 de la DGPT.

Directiva 89/336/CEE de 3 de mayo de 1989

Relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estado Miembros relativas a la compatibilidad electromagnética. También ha sido traspuesta al Estado Español al RD 444/1994 de 11 de marzo.

Directiva 93/68/CEE de 22 de julio de 1993

Por el que se modifican las dos anteriores en relación a los procedimientos de evaluación de la conformidad de los productos industriales con los objetivos fijados en las directivas de armonización técnica, sobre todo en lo que respecta a la seguridad, la salud pública o la protección de los consumidores, y fija el régimen de marcado de la “CE” de conformidad a las



Universidad de Jaén

Dimensionado de un sistema fotovoltaico conectado a red en pabellón polideportivo
directivas de armonización técnica sobre diseño, fabricación, comercialización, puesta en servicio y utilización de productos industriales.

Normas UNE:

UNE 206001 EX: 97 Módulos fotovoltaicos. Criterios ecológicos.

UNE-EN 60891:94 Procedimiento de corrección con la temperatura y la irradiancia de la característica I-V de dispositivos fotovoltaicos de silicio cristalino.

UNE-EN 60904-2:98 Dispositivos fotovoltaicos. Parte 2: requisitos de células solares de referencia.

UNE-EN 60904-3:94 Dispositivos fotovoltaicos. Parte 3: fundamentos de medida de dispositivos solares fotovoltaicos de uso terrestre con datos de irradiancia espectral de referencia.

UNE-EN 60904-5:96 Dispositivos fotovoltaicos. Parte 5: determinación de la temperatura de la célula equivalente de dispositivos fotovoltaicos por el método de la tensión a circuito abierto.



4. ALTERNATIVAS Y SOLUCIÓN ADOPTADAS

Para satisfacer las necesidades del cliente, se pueden tomar varias alternativas:

4.1. Instalación solar fotovoltaica conectada a red: para este tipo de instalación se necesita una inversión entre dos y tres veces inferior a la aislada y los excedentes se pueden vender a la red obteniendo beneficio. Se descarta esta opción por la complejidad legal implantada por el RD 1/2012 eliminando las primas para nuevas instalaciones.

4.2. Combinación energía solar-eólica: para dotar de una mejor fiabilidad a la instalación, una opción es contar con el apoyo de generadores eólicos. El encarecimiento de algunos aparatos por esta doble función y la falta de espacio para la instalación de los aerogeneradores, esta opción queda descartada.

4.3. Instalación solar fotovoltaica aislada con sistema de seguimiento: para incrementar la productividad de la instalación, instalar sistemas de seguimiento en los paneles es una opción generalmente viable. En este caso, el coste de las estructuras y soportes de seguimiento aumentan y además la instalación de dichos sistemas sobre cubiertas complica la instalación.



Universidad de Jaén

Dimensionado de un sistema fotovoltaico conectado a red en pabellón polideportivo

5. DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA SOLUCIÓN

5.1. Detalles de la solución adoptada

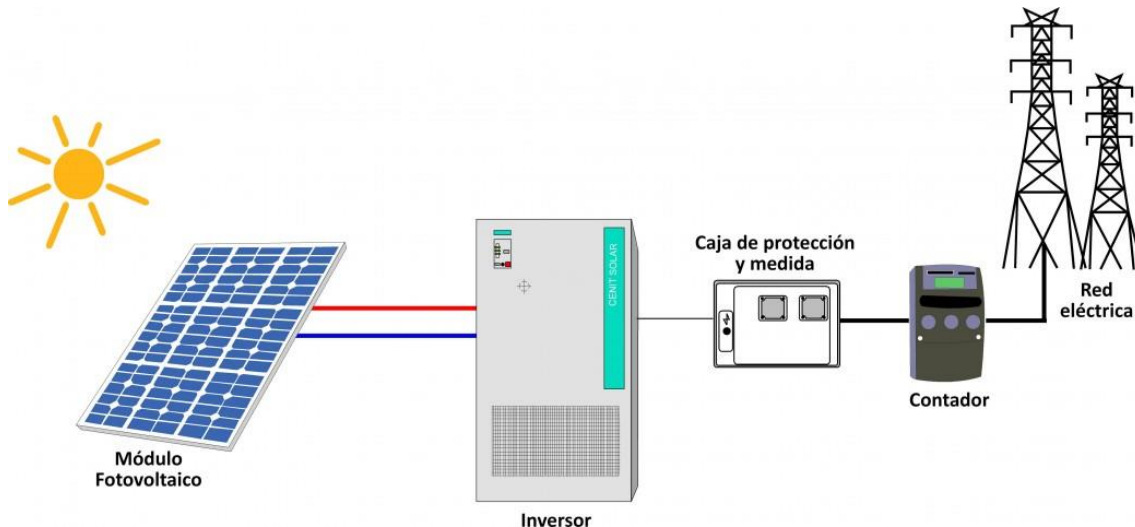


Figura 2: Esquema explicativo de una instalación solar fotovoltaica conectada a red

5.2 Descripción de los elementos

5.2.1. Módulo fotovoltaico

Son los que producen la corriente eléctrica. Están formados por un número de células fotovoltaicas y están protegidos frente a la climatología externa, incluyendo un perfil metálico

Los módulos solares elegidos para esta instalación son Jinko Solar JKM315P-72, panel de silicio policristalino y una potencia de pico de 305Wp, 8.3A a 36.8V nominales y dimensiones de 1650x992x40 mm. La verificación por parte del fabricante y la el gran número de ventas de este producto lo convierten en un producto de confianza.

www.jinkosolar.com





Universidad de Jaén

Dimensionado de un sistema fotovoltaico conectado a red en pabellón polideportivo



KEY FEATURES



4 Busbar Solar Cell:

4 busbar solar cell adopts new technology to improve the efficiency of modules, offers a better aesthetic appearance, making it perfect for rooftop installation.



High Efficiency:

High module conversion efficiency (up to 16.23%), through innovative manufacturing technology.



Low-light Performance:

Advanced glass and solar cell surface texturing allow for excellent performance in lowlight environments.



Severe Weather Resilience:

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

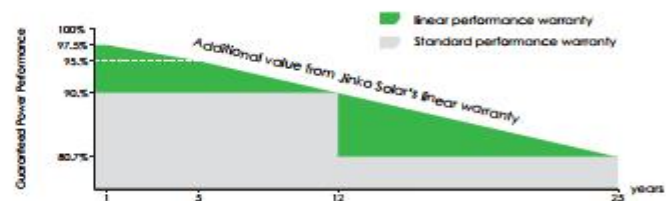


Durability against extreme environmental conditions:

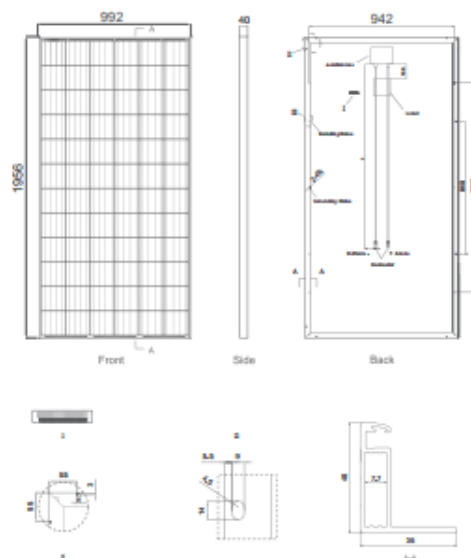
High salt mist and ammonia resistance certified by TUV NORD.

LINEAR PERFORMANCE WARRANTY

10 Year Product Warranty + 25 Year Linear Power Warranty



Engineering Drawings



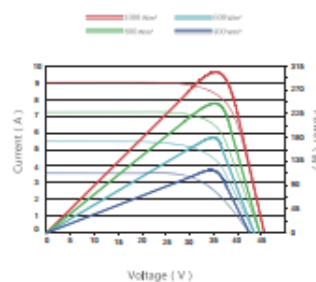
Packaging Configuration

(Two boxes = One pallet)

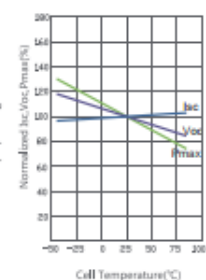
25pcs/ box, 50pcs/pallet, 600 pcs/40'HQ Container

Electrical Performance & Temperature Dependence

Current-Voltage & Power-Voltage Curves (305W)



Temperature Dependence of Isc, Voc, Pmax



Mechanical Characteristics

Cell Type	Poly-crystalline 156×156mm (6 inch)
No. of cells	72 (6×12)
Dimensions	1956×992×40mm (77.01×39.05×1.57 inch)
Weight	26.5 kg (58.4 lbs.)
Front Glass	4.0mm, High Transmission, Low Iron, Tempered Glass
Frame	Anodized Aluminium Alloy
Junction Box	IP67 Rated
Output Cables	TUV 1×4.0mm² Length: 900mm or Customized Length



SPECIFICATIONS

Module Type	JKM295P		JKM300P		JKM305P		JKM310P		JKM315P	
	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Maximum Power (Pmax)	295Wp	218Wp	300Wp	221Wp	305Wp	225Wp	310Wp	230Wp	315Wp	233Wp
Maximum Power Voltage (Vmp)	36.2V	33.5V	36.6V	33.7V	36.8V	34.0V	37.0V	34.4V	37.2V	34.7V
Maximum Power Current (Imp)	8.15A	6.50A	8.20A	6.56A	8.30A	6.62A	8.38A	6.68A	8.48A	6.71A
Open-circuit Voltage (Voc)	45.1V	41.9V	45.3V	42.3V	45.6V	42.4V	45.9V	42.7V	46.2V	42.8V
Short-circuit Current (Isc)	8.76A	7.09A	8.84A	7.16A	8.91A	7.21A	8.96A	7.26A	9.01A	7.28A
Module Efficiency STC (%)	15.20%		15.46%		15.72%		15.98%		16.23%	
Operating Temperature(°C)	-40°C~+85°C									
Maximum system voltage	1000VDC (IEC)									
Maximum series fuse rating	15A									
Power tolerance	0~+3%									
Temperature coefficients of Pmax	-0.41%/°C									
Temperature coefficients of Voc	-0.31%/°C									
Temperature coefficients of Isc	0.06%/°C									
Nominal operating cell temperature (NOCT)	45±2°C									

STC: Irradiance 1000W/m² Cell Temperature 25°C AM=1.5

NOCT: Irradiance 800W/m² Ambient Temperature 20°C AM=1.5 Wind Speed 1m/s

* Power measurement tolerance: ± 3%



Universidad de Jaén

Dimensionado de un sistema fotovoltaico conectado a red en pabellón polideportivo

5.2.3. Inversor

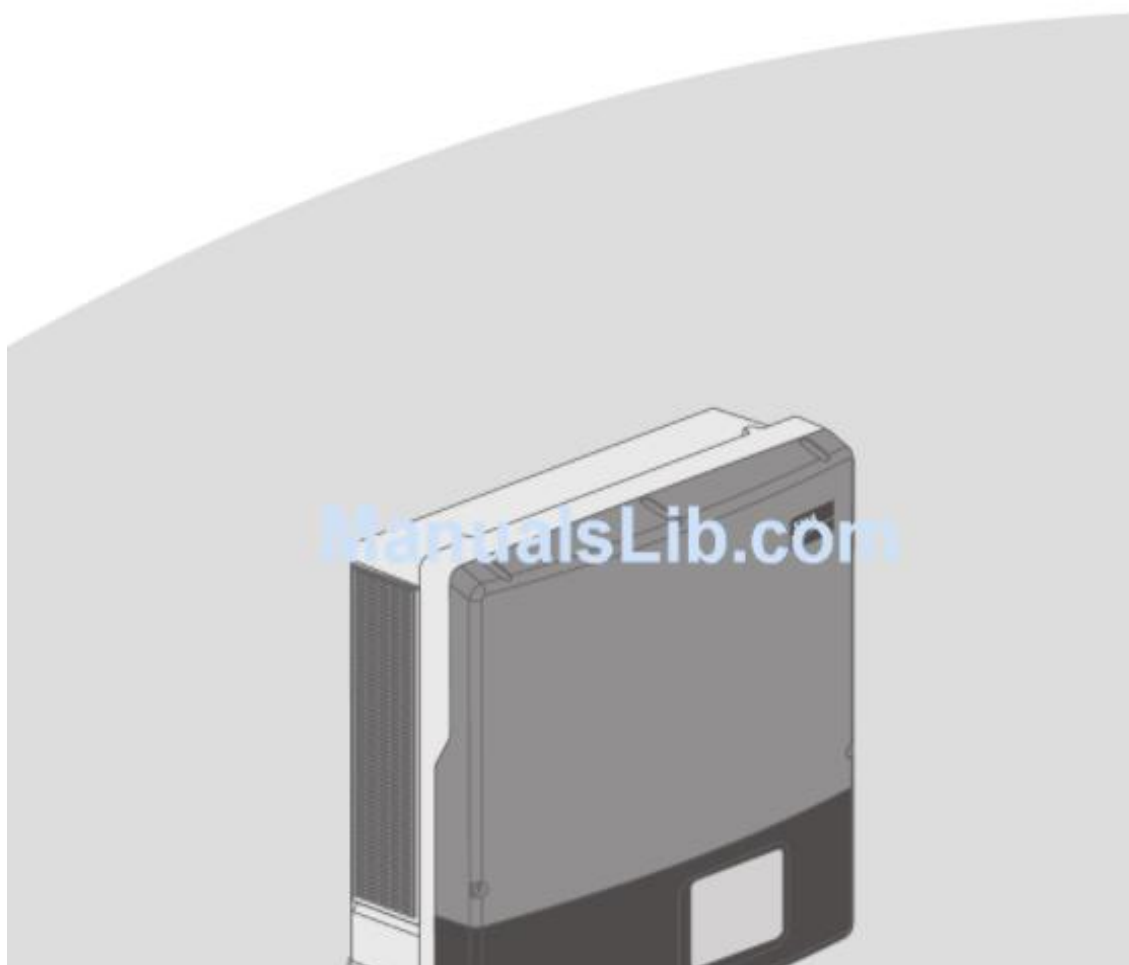
Es el elemento encargado de transformar la corriente continua en corriente alterna con la calidad de suministro indicada en el R.D. 1699/2011. Contiene la unidad que controla el aislamiento. En caso de instalar otro modelo que no lo tenga, se instalará una unidad de control de aislamiento externa

El modelo de inversor elegido es el Quattro48/10000/140-100/100 del fabricante Sunny Tripower.

Este inversor tiene la función de cargador lo cual es requerido en instalaciones de este tamaño. Permite la instalación de diez unidades en paralelo y tiene la posibilidad de configurar salidas en trifásica y capacidad para trabajar en aislada o conectado a red.

Operating Manual

SUNNY TRIPOWER 15000TL / 20000TL /
25000TL





Universidad de Jaén

Dimensionado de un sistema fotovoltaico conectado a red en pabellón polideportivo

Rango de tensión de CA	180 V a 280 V
Frecuencia de red de CA/rango	50 Hz/44 Hz a 55 Hz 60 Hz/54 Hz a 65 Hz
Frecuencia asignada de red/tensión asignada de red	50 Hz/230 V
Corriente máx. de salida/corriente asignada de salida	29 A/29 A 36,2 A/36,2 A
Factor de potencia a potencia asignada/Factor de desfase ajustable	1/0 inductivo a 0 capacitivo
THD	≤ 3%
Fases de inyección/conexión	3/3
Rendimiento	
Rendimiento máx./europeo	98,4%/98,0% 98,3%/98,1%
Dispositivos de protección	
Punto de desconexión en el lado de entrada	●
Monitorización de toma a tierra/de red	● / ●
Descargador de sobretensión de CC: DPS tipo II	○
Protección contra polarización inversa de CC/resistencia al cortocircuito de CA/con separación galvánica	● / ● / -
Unidad de seguimiento de la corriente residual sensible a la corriente universal	●
Clase de protección (según IEC 62109-1)/categoría de sobretensión (según IEC 62109-1)	I / AC: III; DC: II
Datos generales	
Dimensiones (ancho/alto/fondo)	661/682/264 mm (26,0/26,9/10,4 in)
Peso	61 kg (134,48 lb)
Rango de temperatura de servicio	-25 °C a +60 °C (-13 °F a +140 °F)
Emisión sonora, típica	51 dB(A)
Autoconsumo nocturno	1 W
Topología/principio de refrigeración	Sin transformador/OptiCool
Tipo de protección (según IEC 60529)	IP65
Clase climática (según IEC 60721-3-4)	4K4H
Valor máximo permitido para la humedad relativa (sin condensación)	100%
Equipamiento / función / accesorios	
Conexión de CC/CA	SUNCLIX/Borne de conexión por resorte
Pantalla	○
Interfaz: RS485, Speedwire/Webconnect	○ / ●
Interfaz de datos: SMA Modbus / SunSpec Modbus	● / ●
Relé multifunción/Power Control Module	○ / ○
OptiTrack Global Peak/Integrated Plant Control/Q on Demand 24/7	● / ● / ●
Compatible con redes aisladas/con SMA Fuel Save Controller	● / ●
Garantía: 5/10/15/20 años	● / ○ / ○ / ○
Certificados y autorizaciones (otras a petición)	ANRE 30, AS 4777, BDEW 2008, C10/11:2012, CE, CEI 0-16, CEI 0-21, EN 50438:2013*, G59/3, IEC 60068-2-4, IEC 61727, IEC 62109-1/2, IEC 62116, MEA 2013, NBR 16149, NEN EN 50438, NRS 097-2-1, PEA 2013, PPC, RD 1699/413, RD 661/2007, Res. n°2:2013, S44777, TOR D4, TR 3.2.2, UTE C15-712-1, VDE 0126-1-1, VDE-AR-N 4105, VFR 2014

* No es válido para todas las ediciones nacionales de la norma EN 50438

Entrada de CC

	STP 15000TL-30	STP 20000TL-30	STP 25000TL-30
Potencia de CC máxima a $\cos \varphi = 1$	15330 W	20440 W	25550 W
Tensión de entrada máxima	1000 V	1000 V	1000 V
Rango de tensión del MPP	De 240 V a 800 V	De 320 V a 800 V	De 390 V a 800 V
Tensión asignada de entrada	600 V	600 V	600 V
Tensión de entrada mínima	150 V	150 V	150 V
Tensión de entrada de inicio	188 V	188 V	188 V
Corriente de entrada máxima, entrada A	33 A	33 A	33 A
Corriente de entrada máxima, entrada B	33 A	33 A	33 A
Corriente de cortocircuito máxima por string*	43 A	43 A	43 A
Corriente inversa máxima en la planta durante un máximo de 1 s	0 A	0 A	0 A
Número de entradas del MPP independientes	2	2	2
Strings por entrada del MPP	3	3	3
Categoría de sobretensión según IEC 62109-1	II	II	II

* Según IEC 62109-2: $I_{sc, PV}$



Universidad de Jaén

Dimensionado de un sistema fotovoltaico conectado a red en pabellón polideportivo

5.2.4. Estructura de soporte

Esta soporta los paneles fotovoltaicos. Se instala con una inclinación de 30° respecto a la horizontal. Esta instalación se realiza aplicando el Código técnico de la edificación. La distancia horizontal mínima entre filas de módulos fotovoltaicos es de 2.5m

Estructura de aplicación fotovoltaica | Datos técnicos

Conergy SolarFamulus

Conergy SolarFamulus ha sido desarrollado para usarlo en el exterior y sobre tejados planos. La estructura permite la disposición de hasta 10 m. de largo en un solo sistema en vertical. Cualquier modelo de módulo con marco puede

ser instalado tanto horizontal como verticalmente. Rápido y sencillo de instalar, no requiere herramientas especiales, por lo que su utilización es universal.



Ángulo de montaje óptimo.

Gracias al ángulo de montaje óptimo deseado se logra un rendimiento energético elevado.

Montaje rápido.

Todos los componentes han sido preconfeccionados conforme al tipo de módulo elegido. La sencilla instalación permite cortos tiempos de montaje con uso reducido de herramientas.

Elevada seguridad.

Las estructuras adosables disponen a petición de una resistencia comprobable.

Vida útil prolongada. Los componentes utilizados se fabrican de aluminio y de acero inoxidable. Su elevada protección a la corrosión garantiza una larga vida útil.

Precios atractivos.

Nuestra fabricación optimizada permite adaptaciones individuales con plazos de entrega muy cortos y a la vez precios muy económicos.

Gran compatibilidad de módulos.

Es posible utilizar, prácticamente todos los tipos de módulos con marco de diferentes fabricantes.

Durabilidad garantizada. Conergy ofrece una garantía de 10 años sobre los materiales utilizados.



Universidad de Jaén

Dimensionado de un sistema fotovoltaico conectado a red en pabellón polideportivo



Ángulo de montaje óptimo.

Gracias al ángulo de montaje óptimo deseado se logra un rendimiento energético elevado.

Montaje rápido.

Todos los componentes han sido preconfeccionados conforme al tipo de módulo elegido. La sencilla instalación permite cortos tiempos de montaje con uso reducido de herramientas.

Elevada seguridad.

Las estructuras adosables disponen a petición de una resistencia comprobable.

Vida útil prolongada. Los componentes utilizados se fabrican de aluminio y de acero inoxidable. Su elevada protección a la corrosión garantiza una larga vida útil.

Precios atractivos.

Nuestra fabricación optimizada permite adaptaciones individuales con plazos de entrega muy cortos y a la vez precios muy económicos.

Gran compatibilidad de módulos.

Es posible utilizar, prácticamente todos los tipos de módulos con marco de diferentes fabricantes.

Durabilidad garantizada. Conergy ofrece una garantía de 10 años sobre los materiales utilizados.



Universidad de Jaén

Dimensionado de un sistema fotovoltaico conectado a red en pabellón polideportivo

5.2.5. Cableado

Las características principales en la realización del presente proyecto son:

- No propagador de llama
- Libre de halógenos
- Reducida emisión de gases
- Cobre clase 5
- Aislamiento XLPE

5.2.5.1 Cableado de corriente continua

Este es el cableado que se utiliza en la instalación en la parte de corriente continua utilizando los colores del cable con las siguientes características;

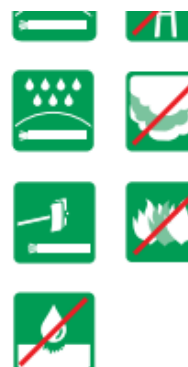
- Cable rojo: Polo positivo
- Cable negro: Polo negativo
- Cable amarillo y verde: Protección

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

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



Ecológico



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

Disponibilidad bajo pedido hasta 1x300 mm²



Universidad de Jaén

Dimensionado de un sistema fotovoltaico conectado a red en pabellón polideportivo

- Cables módulos fotovoltaicos- Caja de conexiones

Se utilizará cable fotovoltaico de 2.5mm² Cu y aislamiento XLPE, con las características descritas en la EA0038. El cable irá adosado a la estructura o al suelo. El código de designación del cable es fotovoltaico ZZ-F(AS). Aislamiento 1.8kV, corriente continua.

- Caja de conexiones-Inversor

El tramo se compone de dos circuitos y el cable de protección. Se utilizará cable fotovoltaico de 16mm² Cu y aislamiento XLPE, con las características descritas en la EA0038. El cable irá en tubo adosado a la pared con los correspondientes elementos de fijación de acuerdo con el REBT. El diámetro del tubo es de 32mm de diámetro exterior. El código del cable es fotovoltaico XZ-K(AS). Aislamiento 1,8kV, corriente continua.

5.2.5.2 Cableado de corriente alterna

Se usa cable de 6mm² en Cu, aislamiento XLPE, se instalará 3 fases, neutro y tierra. El cableado irá adosado a la pared y este debe de cumplir con las características REBT. La designación del cable es RV-K 0.6/1kV

5.2.5.2 Cable de tierra

Secciones inferiores a 16mm² el cable de protección tendrá la misma sección que el cable de fase.

TENSIÓN 1,8 kV DC - 0,6 / 1 kV AC



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

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

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



Ecológico



Resistente a la acción de los roedores







Universidad de Jaén

Dimensionado de un sistema fotovoltaico conectado a red en pabellón polideportivo

5.2.7. Protecciones

5.2.7.1 Protección contra contactos directos

El objetivo de esta protección es evitar el contacto de las personas con partes activas de la instalación con un recubrimiento de las partes activas con material aislante, colocación de obstáculos y puesta fuera de alcance por alejamiento.

5.2.7.2 Protección auxiliar

El inversor contiene un controlador de aislamiento en la parte de corriente continua. Si la resistencia baja de los límites de seguridad, el inversor se desconecta y tornará a una señal de alarma.

La protección a la red de corriente alterna se instalará un interruptor diferencial con una sensibilidad de 300mA tetrapolar.

5.2.7.3 Protección contra sobretensiones

Se usará una barra equipotencial y unos descargadores de sobretensiones

En el caso de la corriente continua:

- Tipo C (Según EN 61.643-11)
- Tensión máxima en régimen permanente $U_{n\ cc}=1000$
- Nivel de protección: $U_p < 3\text{kV}$ inferior a tensión soportada a impulsos

En el caso de la corriente alterna

- Tipo C (Según EN 61.643-11)
- Tensión máxima en régimen permanente $U_{n\ CA}=400$
- Nivel protección: $U_p < 3\text{kV}$ e inferior a la tensión soportada a impulsos 1.2/50kV

5.2.7.4 Protección contra sobrecargas y sobre intensidades de corriente continua

- Se instalará un fusible en el positivo y negativo de cada circuito
- Se instalarán fusibles de valor 15 A con una curva gPV y de tamaño NH1 con su correspondiente porta fusibles
- Fusibles del inversor con valor de 80 A con una curva gPV y de tamaño NH1 con su correspondiente porta fusibles



Universidad de Jaén

Dimensionado de un sistema fotovoltaico conectado a red en pabellón polideportivo

5.2.7.5 Protección contra sobrecargas y sobre intensidades de corriente alterna

Se instalara un interruptor magneto térmico tetra polar de intensidad nominal de 40 A con un poder de corte de kA y la curva de disparo será del tipo B

5.2.8. Cuadros eléctricos

5.2.8.1 Caja de conexiones

Contiene los elementos de protección y maniobra del campo fotovoltaico. Se compone de dos descargadores de sobretensiones, dos interruptores de corte en carga, 4 fusibles con sus correspondientes porta fusibles de tamaño NH. La caja tiene un grado de protección IP66

5.2.8.2 Caja de seccionamiento

Esta caja aísla el inversor del generador fotovoltaico. Se compone dos descargadores de sobretensiones, dos interruptores de corte en carga y cuatro fusibles con sus correspondientes porta fusibles.

5.2.8.3 Caja a la salida del inversor

Contiene un interruptor magneto térmico que protege la línea de corriente alterna, también contiene un interruptor diferencial para proteger la instalación de contactos indirectos.



Universidad de Jaén

Dimensionado de un sistema fotovoltaico conectado a red en pabellón polideportivo

6. AUTOCONSUMO

El autoconsumo se encarga de aprovechar la energía generada por paneles fotovoltaicos en cada momento para reducir el consumo de electricidad.

6.1 Tipos de autoconsumo

En este campo hay dos formas de autoconsumo:

Sistemas aislados o autónomos: El sistema aislado se usa para producir electricidad que se consume en el instante o se almacena en unas baterías para su uso posterior

Sistemas de autoconsumo con conexión a la red: En este caso existe la posibilidad de conectarse a la red eléctrica cuando el generador fotovoltaico no suministre suficiente energía. Es en esta forma de autoconsumo donde adquiere un importante papel el concepto de balance neto, un sistema de compensación que nos descuenta los excesos de producción, que se definirá más adelante.

6.2 Balance neto

Como una mejora del autoconsumo aparece el concepto de balance neto, el cual además de permitir generar energía para consumo propio, permite poder entregar a la red eléctrica la energía generada sobrante en el caso de la que la hubiese

Para este proyecto la energía sobrante se vierte a la red pero sin compensación económica.

6.3 Real decreto 1699/2011

El 8 de diciembre de 2011 se publicó en el BOE el Real Decreto 1699/2011, llamado a ser el decreto que regulara el autoconsumo. Este decreto legaliza las instalaciones de autoconsumo que hasta ese momento estaban en un vacío legal y permite instalar contadores en paralelo para computar la energía autoconsumida. Para nuestra instalación que es de 25 kW sirve este decreto ya que es hasta 100 kW.

6.4 Real decreto 900/2015

Es el que regula las condiciones técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y producción con autoconsumo.



Universidad de Jaén

Dimensionado de un sistema fotovoltaico conectado a red en pabellón polideportivo

7. JUSTIFICACIÓN DETALLADA DE LA SOLUCIÓN

Para empezar a calcular y determinar qué elementos son necesarios debemos antes saber que elementos se encuentran ya en la instalación y sus horas de funcionamiento mensuales.

7.1. Estudio de consumos

El pabellón de fútbol sala en el cual se va a realizar el proyecto no es de nueva construcción y lleva varios años en funcionamiento. La instalación debe ser capaz de abastecer la demanda de todos los equipos ya existentes. Por ello se debe conocer las potencias y consumos de todos los aparatos.

Después de elaborar una lista de aparatos y recibida la información por parte del cliente de las horas de funcionamiento estimadas mes a mes, teniendo en cuenta domingos y festivos, se obtienen las siguientes tablas:

La producción anual estimada será la siguiente:

Mes	Prod(Kwh/mes)
<i>Enero</i>	3649,68
<i>Febrero</i>	3734,54
<i>Marzo</i>	4586,77
<i>Abril</i>	4112,66
<i>Mayo</i>	4142,88
<i>Junio</i>	4064,93
<i>Julio</i>	4430,59
<i>Agosto</i>	4529,23
<i>Septiembre</i>	4255,84
<i>Octubre</i>	4183,98
<i>Noviembre</i>	3492,18
<i>Diciembre</i>	3296,22
Anual	48479,50



8. PROGRAMA DE EJECUCIÓN

8.1. Responsabilidades

La instalación solar fotovoltaica tendrá que ubicarse en los espacios indicados en este proyecto. El director de la obra tendrá que indicar los puntos necesarios para ejecución de la obra en presencia del encargado por la empresa instaladora.

La empresa contratada para la ejecución de la obra será la encargada de suministrar todos los materiales indicados en el presupuesto para una correcta ejecución de la obra.

En caso de existir contradicción u omisión en los documentos del proyecto, la empresa contratada obtendrá la obligación de ponerlo de manifiesto al director técnico de la obra, quien decidirá qué hacer.

En ningún caso se suplirá la falta de material.

8.2. Ejecución de la obra

Los pasos a seguir para una buena ejecución de la obra son los siguientes:

- Cimentación para las estructuras soporte de los módulos fotovoltaicos.
- Montaje de las estructuras soporte.
- Montaje de los módulos fotovoltaicos sobre las estructuras soporte.
- Montaje de los elementos solares dentro de los cuartos habilitados.
- Colocación del cableado y su correspondiente conexionado

8.3 Medios auxiliares y humanos

Se considerarán medios auxiliares, a todos aquellos equipos o máquinas necesarias para la correcta ejecución de la obra, tales como son grúas, andamios, grupo electrógeno,...

Como medios humanos se consideran a todas aquellas personas encargadas de realizar la instalación. El número de personas implicadas en el proyecto será decisión de la empresa instaladora según los plazos acordados para la ejecución del mismo con el cliente.

Todos estos medios auxiliares correrán a cuenta de la empresa contratada sin modificar el precio del presupuesto acordado inicialmente.



Universidad de Jaén

Dimensionado de un sistema fotovoltaico conectado a red en pabellón polideportivo

8.4 Plazos

El comienzo de la obra y el plazo de ejecución serán estipulados por la empresa instaladora y el cliente.

En caso de que no se cumplan los plazos de comienzo o de ejecución, el propietario de la instalación será indemnizado por el retraso en lo acordado.



Plan de mantenimiento y seguridad de salud



PLAN DE MANTENIMIENTO Y SALUD

1. PROGRAMA DE EXPLOTACIÓN.....	33
1.1. Manual de mantenimiento	33
1.2 Mantenimiento de los componentes	34
1.2.1-Paneles solares:	34
1.2.2-Soportes:	35
1.2.3 Inversores:	35
1.2.4-Cableado y canalizaciones:	35
2. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD.....	36
2.1 Objeto de este estudio	36
2.2 Normativa	37
2.2.1 Generales.....	37
2.2.2 Señalizaciones.....	37
2.2.3 Equipos de protección individual.....	37
2.2.4 Equipos de trabajo.....	37
2.2.5 Seguridad en máquinas	37
2.2.6 Protección acústica	38
3. CONDICIONES TÉCNICAS DE LOS MEDIOS DE PROTECCIÓN	38
3.1 Protección personal	38
3.2 Condiciones técnicas de los servicios de higiene y bienestar	39
3.3 Permisos y seguros de responsabilidad civil y todo riesgo en obra.....	39
3.4 Reconocimiento médico	39
4. RIESGOS	40
4.1 Riesgos en el montaje de la estructura de soporte	40
4.2 Riesgos en el montaje de los módulos fotovoltaicos.....	41
4.3 Riesgos en el montaje de equipos eléctricos y electrónicos.....	42
4.4 Riesgos en el montaje de cableado y conexionado	43
4.5 Riesgos en el uso de herramientas eléctricas	43
5. MEDIOS AUXILIARES	44
5.1 Grúa	44
5.2 Escaleras	45
5.3 Maquinaria de obra	45
5.4 Herramientas de mano	46



Universidad de Jaén

Dimensionado de un sistema fotovoltaico conectado a red en pabellón polideportivo

Con este plan de mantenimiento se pretende asegurar la continuidad y el rendimiento de la presente instalación fotovoltaica.

No obstante y con objeto de cumplir la Norma UNE-EN 62.446, Reglamento de Baja Tensión y pliego de condiciones técnicas de instalaciones fotovoltaicas conectadas a la RED del IDEA, inicialmente y antes de la puesta en marcha del sistema fotovoltaico proyectado, se deberá realizar una verificación y ensayos iniciales.

Una vez puesto en funcionamiento el sistema fotovoltaico, se deberán realizar verificaciones periódicas, que conformará nuestro plan de mantenimiento preventivo, e cual se realizará siguiendo la norma UNE-EN 62.446, que proporciona los requisitos para el inicio y verificación periódica de cualquier instalación eléctrica.

Dichas verificaciones, inicial y periódicas, deben ser realizadas por personal técnico cualificado, capaz y competente para este tipo de instalaciones. Se realizará además un contrato de mantenimiento preventivo y correctivo de al menos 4 años de duración. En dicho contrato se incluirán todos los elementos de la instalación, con los labores de mantenimiento preventivo aconsejadas por los fabricantes.

En esta inspección se incluye:

- Inspección del Sistema de Corriente Continua
- Inspección de la protección contra sobretensiones o descargas eléctricas
- Inspección del sistema de corriente alterna
- Inspección del etiquetado e identificación

Las comprobaciones periódicas se harán por personal cualificado y se revisarán

- Condiciones de los módulos
- Condiciones de las protecciones eléctricas
- Condiciones del inversor, reguladores y baterías
- Condiciones del cableado en general y toma de tierra.

1. PROGRAMA DE EXPLOTACIÓN

1.1. Manual de mantenimiento

El plan de mantenimiento se realizará según lo indicado en el pliego de condiciones y según lo expuesto en el código técnico de la edificación. Una vez realizada la instalación, se debe de llegar a un acuerdo de contrato para el mantenimiento de todos los elementos de la instalación. Para efectuar la validez de la garantía, este contrato de mantenimiento debe realizarse con la misma empresa instaladora que ha realiza el proyecto.

En estos aspectos generales se diferencian dos tipos de mantenimiento:

- Mantenimiento preventivo.



Universidad de Jaén

Dimensionado de un sistema fotovoltaico conectado a red en pabellón polideportivo

- Mantenimiento correctivo.

El mantenimiento preventivo consta de operaciones de inspección visual, verificación de actuaciones que aplicadas a la instalación deben permitir mantener, dentro de límites aceptables, las condiciones de funcionamiento, prestaciones, protección y durabilidad de la instalación.

Las operaciones que se deben de llevar a cabo son las siguientes:

- Verificación del funcionamiento de todos los componentes y equipos.
- Revisión del cableado, conexiones,...
- Estado de los módulos solares: limpieza y presencia de daños que afecten a la seguridad y protecciones.
- Estructuras soporte: revisión de daños en la estructura, deterioro por agentes ambientales, oxidación,...
- Baterías: limpieza y engrasado de terminales,...
- Reguladores: caídas de tensión entre terminales, funcionamiento de indicadores,...
- Inversores: estado de indicadores y alarmas.
- Verificación de los elementos de seguridad y protecciones.

El mantenimiento correctivo es aquel que engloba todas las operaciones de sustitución necesarias para asegurar el buen funcionamiento del sistema durante su vida útil. Las operaciones son:

- La visita a la instalación cada vez que el usuario lo requiera por avería grave de la instalación. El instalador deberá acudir en un plazo máximo de 48 horas a la instalación si se detecta fallo grave, o en una semana si la instalación puede seguir funcionando incluso con esta avería.
- El análisis y presupuesto de los trabajos y reposiciones necesarias para el correcto funcionamiento de la misma.
- Los costes económicos del mantenimiento correctivo, con el alcance indicado, forman parte del precio anual del contrato de mantenimiento. La mano de obra y las reposiciones de equipos necesarias más allá del periodo de garantía, no estarán incluidas en el precio.

Todas las actividades referidas al mantenimiento, ya sea preventivo o correctivo, deben de realizarse por personal técnico cualificado bajo la responsabilidad de la empresa instaladora.

Todas las operaciones de mantenimiento, deben de estar registradas en un libro de mantenimiento.



Universidad de Jaén

Dimensionado de un sistema fotovoltaico conectado a red en pabellón polideportivo

1.2 Mantenimiento de los componentes

1.2.1-Paneles solares:

Para un rendimiento óptimo de la instalación, el buen mantenimiento de los paneles fotovoltaicos es imprescindible. Para tal fin debemos de realizar lo siguiente:

- Inspección visual de la limpieza de estos paneles. En caso de que la acumulación de polvo y suciedad sea alto, se realizará una limpieza de la superficie.
- Inspección visual de posibles deformaciones de la carcasa.
- Realización de una medición eléctrica para comprobar el rendimiento de los paneles.
- Inspección visual de posibles degradaciones, indicios de corrosión en las estructuras y comprobación de tornillos.

1.2.2-Soportes:

Para mantener la seguridad de la instalación, se deben realizar las siguientes comprobaciones:

- Comprobar la estructura visualmente con posibles daños o desperfecto causados por la oxidación o por algún agente ambiental.
- Comprobación de que los paneles fotovoltaicos estén bien sujetos a esta.
- Comprobación de que las cimentaciones que sujetan estas estructuras estén en buen estado.

1.2.3 Inversores:

Las actividades que se pueden realizar para mantener los inversores no difieren especificaciones generales, siendo las siguientes:

- Revisar de forma visual las conexiones.
- Comprobar que la ventilación de la sala sea la correcta para evitar la acumulación de gases por los acumuladores.
- Comprobar que de la temperatura es la adecuada para evitar posibles daños en los circuitos electrónicos.



Universidad de Jaén

Dimensionado de un sistema fotovoltaico conectado a red en pabellón polideportivo

- Comprobar que no exista ninguna alarma de mal funcionamiento de la instalación.
- Control del funcionamiento de los indicadores.
- Medición de eficiencia y distorsión armónica.
- Comprobar posibles caídas de tensión entre los terminales.
- Limpieza de los dispositivos.

1.2.4-Cableado y canalizaciones:

Para realizar el plan de mantenimiento del cableado con el fin de su simplificación se estudiará por zonas.

Conexión entre módulos:

- Comprobación del estado del aislamiento del cable.
- Comprobación de la correcta conexión del cableado en los bornes de conexión.
- Comprobación visual de que los módulos están conectados correctamente, de acuerdo con el presente proyecto.

Para las canalizaciones:

- Comprobar el buen estado del conducto o canalización.
- Comprobar que los conductos no estén obstruidos por cuerpos extraños.
- Comprobar el aislamiento de los cables



2. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD

2.1 Objeto de este estudio

El objetivo de este estudio de Seguridad y Salud, es exponer los riesgos a tener en cuenta en la realización la instalación y prevenir accidentes. Se darán unas directrices, las cuales tendrán que cumplir la empresa instaladora encargada de la obra. Para el cumplimiento de dichas directrices se nombrará un Coordinador en materia de Seguridad y salud, que ejecutará la obra de acuerdo con el Real Decreto 1627 de 24 de Octubre de 1997, en el cual se establecen las disposiciones mínimas en materia de seguridad y salud.

2.2 Normativa

2.2.1 Generales

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos laborales.
- Real Decreto 1627/97 del 24 de Octubre de 1997 por el que se establecen las Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción.
- Ordenanzas municipales

2.2.2 Señalizaciones

- R.D. 485/97 del 14 de abril; Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo

2.2.3 Equipos de protección individual

- R.D. 1407/1992 modificado por el R.D. 159/1995, sobre condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual-EPI.
- R.D. 773/1997 del 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por trabajadores de equipos de protección individual



Universidad de Jaén

Dimensionado de un sistema fotovoltaico conectado a red en pabellón polideportivo

2.2.4 Equipos de trabajo

R.D. 1215/1997. Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

2.2.5 Seguridad en máquinas

- R.D. 1435/1992 modificado por R.D. 56/1995, dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo 89/392/CEE, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre las máquinas.
- R.D. 1495/1986, modificada por R.D. 830/1991, aprueba el Reglamento de Seguridad en las máquinas.
- Orden del Ministerio de Industria 23/05/1977 modificada por Orden de 7/03/1981, Reglamento de aparatos elevadores para obra

2.2.6 Protección acústica

- R.D. 1316/1989, del Mº de Relaciones con las Cortes y de la Secretaría del Gobierno. 27/10/1989 Protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo.
- R.D. 245/1989 del Ministerio de Industria y Energía. 27/02/1989. Determinación de la potencia acústica admisible de determinado material y maquinaria de obra.
- Orden del Ministerio de Industria y Energía. 17/11/1989. Modificación del R.D. 245/1989, 27/02/1989.
- Orden del Ministerio de Industria, Comercio y Turismo. 18/07/1991. Modificación del Anexo I del Real Decreto 245/1989, 27/02/1989.
- R.D. 71/1992, del Ministerio de Industria, 31/01/1992. Se amplía el ámbito de aplicación del Real Decreto 245/1989, 27/02/1989 y se establecen nuevas especificaciones técnicas de determinados materiales y maquinaria de obra.
- Orden del Ministerio de Industria y Energía. 29/03/1996. Modificación del Anexo I del Real Decreto 245/1989.



3. CONDICIONES TÉCNICAS DE LOS MEDIOS DE PROTECCIÓN

Todas las prendas de protección tendrán fijado un periodo de vida útil, las cuales deberán de ser sustituidas por otras, transcurrido dicho tiempo. Cuando se produzca un deterioro más rápido por razones de especiales de trabajo, también se sustituirán las prendas de protección por otras en buen estado. La utilización de una prenda de protección nunca representará un riesgo en sí mismo.

3.1 Protección personal

Todo elemento de protección personal estará homologado y con la correspondiente marca de la unión europea. En aquellos casos en que no exista la citada marca de la unión europea, serán de calidad adecuada a sus respectivas prestaciones. El encargado de la prevención de riesgos laborales dispondrá en cada uno de los trabajos en la obra la utilización de las prendas de protección adecuadas. El personal de obra deberá ser instruido sobre la utilización de cada una de las prendas de protección individual, que se proporcionen.

3.2 Condiciones técnicas de los servicios de higiene y bienestar

La obra se contará con un botiquín de primeros auxilios. Se dispondrá cerca del botiquín de un cartel claramente visible en el que se indiquen todos los números de urgencia. Los mencionados botiquines estarán al cargo de personas capacitadas, designadas por la empresa. Se revisará al iniciar la obra su contenido y se repondrá lo que falte. El contenido mínimo del botiquín será: Agua oxigenada, alcohol sanitario, yodo, algodón, gasa estéril, mercurcromo, vendas, esparadrapo, antisépticos, guantes esterilizados, jeringuilla y termómetro. Todas las incidencias dentro de la obra deberán de ser registrada en el libro de incidencias.

3.3 Permisos y seguros de responsabilidad civil y todo riesgo en obra

El contratista debe disponer de todos los permisos de obra que sean necesarios y cobertura de responsabilidad civil en el ejercicio de su actividad industrial, cubriendo el riesgo inherente a su actividad como constructor por los daños a terceras personas de los que pueda resultar responsabilidad civil extracontractual a su cargo, por hechos nacidos de culpa o negligencia; imputables al mismo o a las personas de las que debe responder. El contratista debe de tener contratado por obligación un seguro a modo de todo riesgo.



Universidad de Jaén

Dimensionado de un sistema fotovoltaico conectado a red en pabellón polideportivo

3.4 Reconocimiento médico

Para la contratación de nuevo personal dentro de una empresa, será imprescindible que se someta a un reconocimiento médico para conocer el estado inicial de la salud de la persona.



4. RIESGOS

4.1 Riesgos en el montaje de la estructura de soporte

Los riesgos más comunes en el montaje son los siguientes:

- Insolación o deshidratación por una expuesta prolongada al sol.
- Quemaduras por el sol.
- Golpes con herramientas u otros objetos en el momento del montaje.
- Caídas a distinto nivel.
- Caídas al mismo nivel.

Medidas preventivas:

Para evitar los daños producidos por trabajar bajo el sol, se intentará en la medida de lo posible estar bien hidratado. Con respecto a las caídas a distinto nivel, se evitara estar en posiciones extrañas encima de la escalera.

Prendas de protección:

Las prendas utilizadas en el montaje de la estructura serán las siguientes:

- Casco.
- Gafas anti proyecciones.
- En caso de utilizar soldador, yelmo de soldador y demás equipo.
- Ropa de trabajo.
- Guantes de cuero.
- Botas de seguridad

4.2 Riesgos en el montaje de los módulos fotovoltaicos

Para esta tarea será necesaria una pequeña grúa para elevar dichos paneles a cierta altura.

Los riesgos más comunes del montaje de los módulos son los siguientes:



Universidad de Jaén

Dimensionado de un sistema fotovoltaico conectado a red en pabellón polideportivo

- Caídas a distinto nivel de las escaleras.
- Golpes por el brazo de la grúa.
- Golpes por el módulo fotovoltaico.
- Accidente por caída del módulo fotovoltaico desde cierta altura.
- Cortes u otras heridas por herramientas.
- Insolación o deshidratación por exposición prolongada al sol.
- Quemaduras por el sol.
- Quemaduras, por posible utilización de equipos de soldadura.

Medidas preventivas:

Para evitar los daños producidos por trabajar bajo el sol, estará en la medida de lo posible bien hidratado. Con respecto a las caídas a distinto nivel, se evitara estar en posiciones extrañas encima de la escalera.

Para evitar golpes del brazo de la grúa o accidentes por la caída del panel desde cierta altura, se prohibirá realizar trabajos cerca de la grúa y se prohibirá la colocación de personal debajo de los paneles cuando la grúa esté en funcionamiento. Además se deberá de comprobar la buena sujeción de los paneles a la grúa.

Prendas de protección:

Las prendas utilizadas para la prevención de accidentes mientras se montan los módulos fotovoltaicos sobre las estructuras, son los siguientes:

- Casco.
- Guantes de cuero.
- Ropa de trabajo.
- Botas de seguridad.

4.3 Riesgos en el montaje de equipos eléctricos y electrónicos

Los riesgos más comunes en la colocación de estos elementos son los siguientes:

- Electrocución.
- Heridas por la utilización de herramientas



Universidad de Jaén

Dimensionado de un sistema fotovoltaico conectado a red en pabellón polideportivo

Medidas preventivas:

Para evitar la electrocución, se tendrá que utilizar unos guantes aislantes y además, en ningún caso se trabajará bajo tensión.

Prendas de protección:

Las prendas utilizadas para la prevención de riesgos mientras se montan los elementos fotovoltaicos son las siguientes:

- Casco.
- Protectores auditivos.
- Gafas anti proyecciones.
- Guantes de cuero.
- Guantes aislantes.
- Ropa de trabajo.
- Botas de seguridad.

4.4 Riesgos en el montaje de cableado y conexionado

Los riesgos más comunes en la introducción del cableado o conexionado son los siguientes:

- Heridas o cortes por la utilización de herramienta.
- Electrocución.
- Entrada en los ojos de cuerpos extraños.

Medidas preventivas:

Para evitar heridas en manos, se utilizará unos guantes de material aislante. Para evitar la electrocución en ningún caso se realizará las labores de colocación de cable o conexionado de equipos bajo tensión, dejando en el cuadro eléctrico un letrero que indique que existe personal trabajando.

Prendas de protección:

Las prendas de protección para evitar estos accidentes:

- Gafas de protección.



Universidad de Jaén

Dimensionado de un sistema fotovoltaico conectado a red en pabellón polideportivo

- Traje de trabajo.
- Guantes aislantes y botas de seguridad

4.5 Riesgos en el uso de herramientas eléctricas

Los riesgos más comunes son los siguientes:

- Cortes.
- Quemaduras.
- Golpes.
- Proyección de fragmentos hacia los ojos.
- Caída de objetos.
- Contacto con la energía eléctrica.
- Vibraciones.
- Ruido.
- Atmosferas polvorrientas.

Medidas preventivas:

La maquinaria eléctrica que se utilicen estará bien aislada para evitar los contactos directos con la electricidad. Los motores y engranajes de estas herramientas eléctricas, estarán protegidos mediante una carcasa anti atrapamientos. Cuando se detecte cualquier anomalía en el funcionamiento de las herramientas eléctricas se comunicará al encargado de prevención de riesgos. La herramienta eléctrica con capacidad de corte, tendrá una pantalla que protegerá al usuario de la misma de proyecciones de objetos. En ambientes húmedos la alimentación para las herramientas eléctricas se realizará mediante conexión de transformadores a 24V. Se prohíbe el uso de herramientas eléctricas por el personal no autorizado. Se prohíbe dejar las herramientas eléctricas de corte o taladro, abandonadas en el suelo, o en marcha aunque sea con movimiento residual. Al finalizar cada turno de trabajo se desconectarán de la alimentación todas las herramientas eléctricas.



5. MEDIOS AUXILIARES

5.1 Grúa

Los riesgos más comunes por la utilización de una grúa son los siguientes:

- Golpes por el brazo de la grúa.
- Golpes por la carga.
- Desplome de los paneles desde cierta altura.
- Atrapamientos.
- Sobreesfuerzos.
- Cortes.
- Contactos directos e indirectos.

Medidas preventivas:

- No situarse cerca de la grúa mientras esta esté realizando trabajos, y en ningún caso se permitirá a los operarios pasar por debajo de la grúa mientras esta sostenga carga.
- Al finalizar cualquier periodo de trabajo la pluma se maniobrará para dejarla recogida detrás de la cabina del conductor. Además los mandos de maniobra se dejarán en la posición inicial.
- No permitir el uso del cuadro de maniobra de la grúa a personas no autorizadas.
- En ningún caso se seguirá usando la grúa si se detectan anomalías.
- No intentar arrastrar por el suelo cargas, dejando el cable con tensiones inclinadas, pueden provocar el vuelco del camión grúa.
- Para el manejo de maquinaria pesada, no se debe de haber ingerido ningún tipo de bebida alcohólica.
- No dejar suspendidas las cargas durante un periodo prolongado de tiempo, para evitar posibles fallos en los engranajes de la grúa.

5.2 Escaleras

Los riesgos más comunes en la utilización de escaleras son simplemente las caídas a distinto nivel. También se puede producir una rotura por defectos internos.



Medidas preventivas:

Para evitar las caídas a distinto nivel se deberá de colocar la escalera sobre un terreno regular y en caso de no tener esta opción, dejar la escalera lo más estable posible. Se prohibirá terminantemente estar en posturas extrañas encima de la escalera que puedan desestabilizar la misma.

5.3 Maquinaria de obra

Los riesgos más comunes de la utilización de maquinaria son los siguientes:

- Vuelcos.
- Hundimientos del terreno.
- Formación de atmosferas agresivas tanto para el personal como para los aparatos.
- Ruido.
- Incendios y explosiones.
- Caídas a distinto nivel.
- Caídas al mismo nivel.
- Cortes.
- Atropellos.
- Golpes.
- Atrapamientos.

Medidas preventivas:

Los motores con transmisión a través de ejes y poleas, estarán dotados de carcasas protectoras anti atrapamientos. Se prohíbe la manipulación de cualquier elemento componente de una maquina accionada mediante energía eléctrica, estando conectada al suministro eléctrico. Todos los engranajes deberán de llevar una carcasa protectora anti atrapamiento. La maquinaria averiada será retirada al momento para evitar posibles accidentes por su uso o porque molesten al tráfico de la demás maquinaria. Se prohibirá la manipulación y operaciones de ajuste de arreglo de máquinas al personal no especializado específicamente en la maquina objeto de reparación. Solo el personal autorizado será el encargado de la utilización de cierta maquinaria. Las maquinas que no sean de sustentación manual se apoyaran sobre elementos nivelados y firmes.

La elevación o descenso a máquina de objetos, se efectuara lentamente, izándolos en directriz vertical. Los ángulos sin visión de la trayectoria de la carga, se suplirán mediante operarios que



Universidad de Jaén

Dimensionado de un sistema fotovoltaico conectado a red en pabellón polideportivo utilizando señales pre acordadas. Se prohíbe que el personal se encuentre cerca de la maquinaria mientras esta lleve suspendida una carga.

5.4 Herramientas de mano

Se entiende como herramientas manuales, todas aquellas que no necesitan de servicio eléctrico para su funcionamiento, tales como martillos, destornilladores,...

Los riesgos más comunes por el uso de las herramientas manuales, son las siguientes:

- Golpes en las manos y pies.
- Cortes en las manos.
- Proyección de partículas.
- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.

Medidas preventivas:

Las herramientas serán utilizadas para las tareas para las que han sido diseñadas. Antes de su uso se revisará el buen estado de las mismas. Se mantendrán limpias. Mientras se estén utilizando se evitará dejarlas en el suelo.

Prendas de protección:

Las prendas utilizadas para evitar accidentes durante el uso de las herramientas manuales serán las siguientes:

- Casco.
- Gafas de protección.
- Ropa de trabajo.
- Guantes de cuero.
- Guantes aislantes.
- Botas de seguridad.



Universidad de Jaén

Dimensionado de un sistema fotovoltaico conectado a red en pabellón polideportivo

Autoconsumo y amortización



Universidad de Jaén

Dimensionado de un sistema fotovoltaico conectado a red en pabellón polideportivo

AUTOCONSUMO Y AMORTIZACIÓN

1. PRECIO DE LA ENERGÍA.....	49
Peaje en el autoconsumo	50
Excedentes de energía y su posterior venta	50
Ahorro energético y económico	51



Universidad de Jaén

Dimensionado de un sistema fotovoltaico conectado a red en pabellón polideportivo

1. PRECIO DE LA ENERGÍA

Para una tarifa 3.0 que es la que vamos a contratar se especifica;

La tarifa 3.0A factura en tres períodos: P1 (Punta), P2 (Llano) y P3 (Valle). Cada período corresponde a una franja horaria diaria donde el precio de la energía y de la potencia es diferente:

- **P1 (Período Punta):** Es el período en que la potencia y la energía resultan más caras. Son 4 horas al día y en caso de días festivos se llama P4.
- **P2 (Período Llano):** Son 12 horas al día y los días festivos se llama P5.
- **P3 (Período Valle):** Es el período en que la potencia y la energía resultan más baratos. Son 8 horas al día y los días festivos se llama P6.

En esta tarifa **se puede contratar una potencia diferente en cada uno de los períodos.**

Península Ibérica		
	Invierno	Verano
P1 - Punta	18 - 22 h.	11 - 15 h.
P2 - Llano	8 - 18 h.	8 - 11 h.
	22 - 24 h.	15 - 24 h.
P3 - Valle	0 - 8 h.	0 - 8 h.

En el periodo 1: 0.155225 €/kWh

En el periodo 2: 0.122349 €/kWh

En el periodo 3: 0.084579 €/kWh

Peaje en el autoconsumo

Como consta en el Real Decreto 900/2015 por cada kWh producido y auto consumido el productor de estos precios se obtienen del Real Decreto 900/2015 para una instalación 3.0 A (Pc>15kW)

En el periodo 1: 0.024169 €/kWh

En el periodo 2: 0.016101 €/kWh

En el periodo 3: 0.010016 €/kWh



Universidad de Jaén

Dimensionado de un sistema fotovoltaico conectado a red en pabellón polideportivo

Excedentes de energía y su posterior venta

Ya que el excedente de energía es muy bajo, se opta en este proyecto por no dar de alta como productor de energía ya que habría muchos costes y no se podría obtener beneficio alguno. Esta energía será introducida a la red sin ningún tipo de remuneración económica.

Ahorro energético y económico

En esta tabla mostraré la producción anual de la instalación, su energía que demanda por la instalación y el respectivo ahorro económico

	Producción Paneles (kwh)			Demanda (kwh)			Ahorro de energía	Peaje	Ahorro €
	Periodo1	Periodo2	Periodo3	Periodo1	Periodo2	Periodo3			
Enero	235	2101	0	2057	1472	801	325	87.4	237.6
Febrero	299	2603	0	2283	1732	930	401.3	99.3	302
Marzo	1321	2036	0	2610	2200	1050	513.6	111.7	401.9
Abril	1320	2004	0	3021	2215	1086	502.1	121.7	380.4
Mayo	1215	2151	178	4232	3214	1605	528.2	175.2	353
Junio	1305	2306	190	4243	3210	1600	565.8	175.4	390.4
Julio	1330	2435	197	5213	4570	1728	584.7	224.7	360
Agosto	1300	2333	191	5042	3721	1856	564.1	203.2	360.5
Septiembre	1227	2100	173	4233	5714	1605	515.6	218.1	297.5
Octubre	1344	2071	0	3134	2372	1164	522.4	127.8	394.6
Noviembre	251	2244	0	2087	1572	853	346.7	93.1	253.6
Diciembre	225	2012	0	2121	865	875	311.1	80.1	232
Ahorro total anual									3963.5

He calculado el ahorro total anual sumando los ahorros totales de Enero a Diciembre restándole el ahorro energético menos el peaje siendo el ahorro de energía el coste de energía que se ha producido por la instalación fotovoltaica y el peaje el precio que se paga por cada kWh de propio consumo.

Siempre es de gran interés conocer la rentabilidad de una instalación, para decidir si se lleva a cabo la ejecución.

Para realizar el estudio del retorno de la inversión lo que se debe de hacer es un “payback”. Este proceso es muy simple, ya que solamente se tiene que contabilizar el coste a pagar de cada año si la instalación estuviese conectada a una compañía eléctrica. Esto serían pérdidas y no existe desembolso inicial.

Por otro lado, se calcula anualmente el beneficio que proporciona el no pagar a la compañía dicho consumo, por tanto son beneficios y si hay un desembolso inicial.

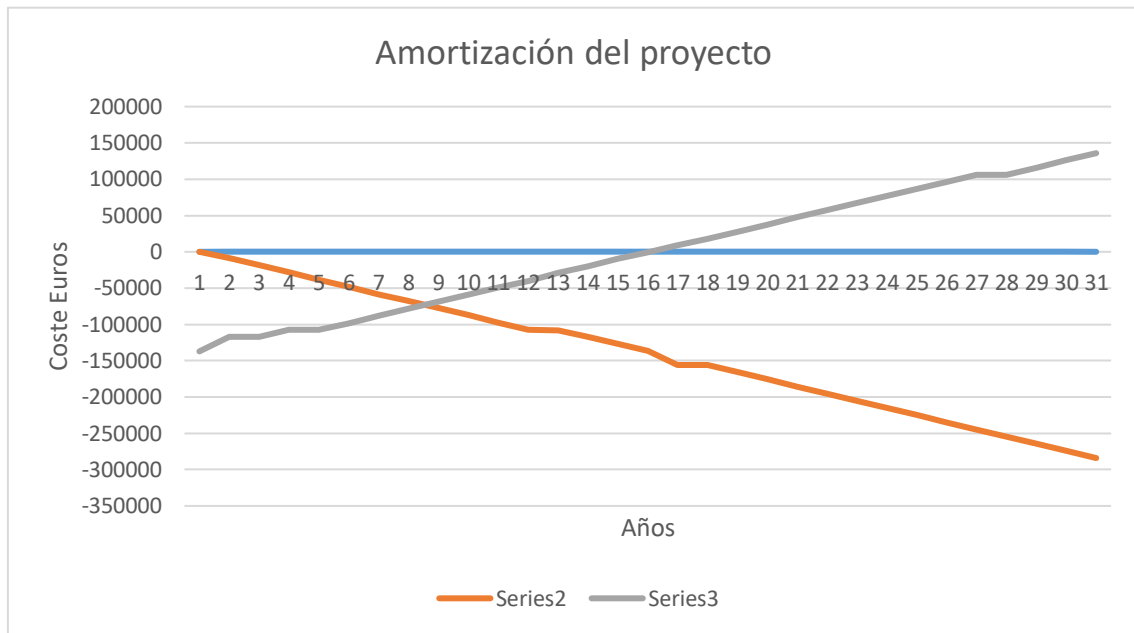
Por tanto la tabla de amortización queda tal que así:



Universidad de Jaén

Dimensionado de un sistema fotovoltaico conectado a red en pabellón polideportivo

Año	Conexión a red	Aislada
0	0	-137165
1	-8739	-117325
2	-18570	-117485
3	-28410	-107645
4	-38259	-107805
5	-48199	-98965
6	-58939	-88125
7	-67779	-78285
8	-77619	-68445
9	-87459	-58605
10	-97300	-48765
11	-107130	-40125
12	-107970	-29085
13	-116810	-20245
14	-126659	-9405
15	-136500	-565
16	-156331	9273
17	-156170	18116
18	-166010	27734
19	-175050	37574
20	-185701	47414
21	-195530	57254
22	-205370	67104
23	-215210	77034
24	-225050	86774
25	-235050	96615
26	-244730	106454
27	-254570	106394
28	-264410	116134
29	-274250	126074
30	-284100	135814



A partir de los años 8 y 9 es cuando la instalación produce menos pérdidas económicas y se empieza a amortizar la instalación.



Universidad de Jaén

Dimensionado de un sistema fotovoltaico conectado a red en pabellón polideportivo

Pliego de condiciones



PLIEGO DE CONDICIONES

1. PLIEGO DE CONDICIONES	55
2. CALIDAD DE LOS OPERARIOS	56
3. RECEPCIÓN DE MATERIALES	56
4. EN EL CASO QUE LOS MATERIALES NO CUMPLAN LAS CONDICIONES	56
5. MATERIALES ESPECIFICADOS	57
6. FACILIDADES PARA LA INSPECCIÓN	57
7. MATERIALES	57
8. GASTOS DE PRUEBAS	57
9. FORMA DE ABONAR LAS OBRAS INCOMPLETAS	57
10. RECEPCIÓN DE LAS OBRAS Y LIQUIDACIÓN FINAL	58
11. RESCISIÓN O TRASPASO DE CONTRATO	58
12. INDEMNIZACIÓN A LAS PERSONAS AFECTADAS	58
13. ACCIDENTES DE TRABAJO	58
14. RESCISIÓN DEL CONTRATO	58
15. GARANTÍA	59
16. ANULACIÓN DE LA GARANTÍA	59
17. LUGAR Y TIEMPO DE LA PRESTACIÓN	59



Universidad de Jaén

Dimensionado de un sistema fotovoltaico conectado a red en pabellón polideportivo

1. PLIEGO DE CONDICIONES

El presente documento determina las condiciones a las que deberá sujetarse al Contratista para la ejecución de las obras, así como a las instrucciones que dicta el Director de la Obra para resolver las dificultades que se presenten durante la misma.

Todo Constructor/instalador queda sometido al cumplimiento de las prescripciones técnicas contenidas en esta documentación, en tanto en el particular de cada obra no se haya previsto ninguna especial que la invalide o la sustituya.

Es obligación del constructor el ejecutar cuanto sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras, aun cuando no se encuentre expresamente estipulado en el pliego de condiciones y dentro de los límites de posibilidades que los presupuestos determinen para cada unidad de obra y tipo de ejecución. En todo lo referente a la adquisición, recepción y empleo de los materiales que se utilicen en la obra, el contratista se atenderá a lo especificado en los capítulos correspondientes del presente pliego de condiciones. Lo mismo ocurre en todo lo referente a materiales no utilizables y a los materiales y aparatos que estén defectuosos.

2. CALIDAD DE LOS OPERARIOS

Para cada trabajo específico se dispondrá de mano de obra especializada, y en posesión de la preceptiva autorización o titulación admitida por el Organismo procedente. Debiéndose ejecutar la instalación a satisfacción del Director de la Obra. En cada caso la calidad de la mano de obra estará de acuerdo con la dificultad del trabajo a realizar, pudiendo el director de obra, si lo estima necesario exigir la presentación de la cartilla profesional, pruebas necesarias para acreditar el cumplimiento de esta condición.

3. RECEPCIÓN DE MATERIALES

Los materiales serán reconocidos y ensayados de la forma en que se estime conveniente la Dirección de Obra, sin cuyo requisito no podrán utilizarse, corriendo los gastos a cargo del contratista. A pesar de este examen la responsabilidad del contratista no cesará hasta que sea recibida definitivamente por la obra.

Para comprobar los materiales el contratista vendrá obligado a facilitar a la Dirección de Obra muestras de cada material, así como certificaciones de las casas suministradoras, caso de así solicitarlo el Director de la Obra.



Universidad de Jaén

Dimensionado de un sistema fotovoltaico conectado a red en pabellón polideportivo

4. EN EL CASO QUE LOS MATERIALES NO CUMPLAN LAS CONDICIONES

En este tipo de situación el contratista atenderá a lo que ordene por escrito el Director de la Obra, no pudiendo instalarse sin previa y concreta autorización del mismo.

5. MATERIALES ESPECIFICADOS

No podrán ser empleados en la obra, sin haber sido reconocidos por el Director de la Obra, que podrá rechazarlos si no reúnen, en su valoración, las condiciones exigibles, sin que el Contratista tenga el derecho a reclamación alguna.

6. FACILIDADES PARA LA INSPECCIÓN

El contratista facilitará al Director de la obra o a sus delegados, cualquier inspección de replanteo, pruebas de materiales, manos de obra, permitiéndole el acceso a cualquier parte de obra o taller que produzca materiales o realice trabajos de obra.

7. MATERIALES

Todos los materiales serán los prescritos en la memoria y planos del proyecto, utilizando, únicamente materiales o equipos homologados según Normas UNE o similares vigentes en la Comunidad Económica Europea en sus características y en montaje y disposición se cumplirán las normas prescritas en la Reglamentación Vigente al respecto.

8. GASTOS DE PRUEBAS

Serán por cuenta del contratista los gastos ocasionados por las pruebas y ensayos que el Técnico encargado de la obra haga de los materiales, máquinas o elementos diversos que intervengan en las obras, en tanto se sujeten a la práctica corriente.



9. FORMA DE ABONAR LAS OBRAS INCOMPLETAS

Cuando por escisión o por otra causa fuera preciso valorar obras incompletas, se aplicarán los precios del presupuesto General del Proyecto, o en su caso el presupuesto previamente aceptado, sin que pueda pretenderse la valoración de cada unidad de obra en otra forma que la establecida en el presupuesto. En ninguno de estos casos tendrá derecho el Contratista a reclamación alguna fundada en la insuficiencia de los precios señalados o en omisiones de cualquiera de los elementos que constituyen los referidos precios.

10. RECEPCIÓN DE LAS OBRAS Y LIQUIDACIÓN FINAL

La recepción final de las obras será efectuada una vez se considere terminada y en servicio toda la instalación, la recepción definitiva se efectuará transcurrido el plazo de doce meses, contados a partir de la fecha de recepción provisional.

11. RESCISIÓN O TRASPASO DE CONTRATO

El contratista no podrá en ningún caso traspasar el contrato, ni dar los trabajos a destajistas sin la previa autorización del concesionario. Si el Contratista falleciera o se declarara en suspensión de pagos y quiebra, el contratista no queda relevado de todo compromiso hacia los sucesores o herederos que seguirán siendo responsables hasta que terminen las garantías estipuladas por la parte de los trabajos que aquel hubiera ejecutado.

12. INDEMNIZACIÓN A LAS PERSONAS AFECTADAS

Será el responsable el Contratista de los daños que puedan producirse por negligencia o descuido de su personal.

13. ACCIDENTES DE TRABAJO

El contratista será responsable como Patrono, del cumplimiento de todas las disposiciones vigentes sobre accidentes de trabajo.



Universidad de Jaén

Dimensionado de un sistema fotovoltaico conectado a red en pabellón polideportivo

14. RESCISIÓN DEL CONTRATO

Si el contratista no cumpliera alguna de las condiciones estipuladas a juicio del Técnico Director de Obra, cuyas órdenes deben ser atendidas por el Contratista, el Concesionario se reserva el derecho de rescindir el contrato que se acabará suscribiendo.

15. GARANTÍA

Se garantizará el buen funcionamiento de la instalación durante 2 años para todos los materiales utilizados y para el montaje. Con respecto de la garantía de los módulos solares y el resto de componentes, cada fabricante ofrece una garantía, el cual, si el fallo es motivo de la fabricación, no correrá a cuenta de la empresa instaladora, pero si se hará cargo del trámite de la garantía.

La potencia de los módulos fotovoltaicos, se asegura un funcionamiento de 10 años al 90% y 25 años al 80%. Si hubiera que interrumpirse la explotación del sistema debido a razones de las que es responsable el suministrador, o reparaciones que haya de realizar para cumplir las estipulaciones de garantía, el plazo se prolongará por la duración total de dichas interrupciones.

Sin perjuicio de una posible reclamación a terceros, la instalación será reparada de acuerdo con estas condiciones generales si ha sufrido una avería a causa de un defecto de montaje o de cualquier de los componentes, siempre que haya sido manipulada correctamente de acuerdo con lo establecido en el manual de instrucciones. La garantía se concede a favor del comprador de la instalación, lo que deberá justificarse debidamente el correspondiente certificado de garantía, con la fecha que se acredite en la entrega de la instalación.

Quedan incluidos los siguientes gastos: tiempos de desplazamiento, medios de transporte, amortización de vehículos y herramientas, disponibilidad de otros medios y eventuales portes de recogida y devolución de los equipos para su reparación en los talleres del fabricante.

16. ANULACIÓN DE LA GARANTÍA

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



Universidad de Jaén

Dimensionado de un sistema fotovoltaico conectado a red en pabellón polideportivo

17. LUGAR Y TIEMPO DE LA PRESTACIÓN

Cuando el usuario detecte un defecto de funcionamiento en la instalación lo comunicará fehacientemente al suministrador. Cuando el suministrador considere que es un defecto de fabricación de algún componente lo comunicará fehacientemente al fabricante.

El suministrador atenderá el aviso en un plazo máximo de 48 horas si la instalación no funciona, o de una semana si el fallo no afecta al funcionamiento.

Las averías de las instalaciones se repararán en su lugar de ubicación por el suministrador. Si la avería de algún componente no pudiera ser reparada en el domicilio del usuario, el componente deberá ser enviado al taller oficial designado por el fabricante por cuenta y a cargo del suministrador.

El suministrador realizará las reparaciones o reposiciones de piezas con la mayor brevedad posible una vez recibido el aviso de avería, pero no se responsabilizará de los perjuicios causados por la demora en dichas reparaciones siempre que sea inferior a 15 días naturales.



Universidad de Jaén

Dimensionado de un sistema fotovoltaico conectado a red en pabellón polideportivo

Cálculos justificativos



CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

1.	CÁLCULOS PARA LA INSTALACIÓN	62
2.	SUPERFICIE DE PANELES SOLARES	63
3.	INCLINACIÓN ÓPTIMA ANUAL	64
4.	CONFIGURACIÓN DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO	64
	Tensión máxima de vacío en el generador	64
	Tensión mínima de vacío en el generador	65
	Intensidad en cada rama del inversor	66
5.	CABLEADO	66
	Intensidad máxima admisible	66
	Caída de tensión	67
	Corriente continua	67
	Corriente alterna	68
	Caídas de tensión	71
	Neutro	71
6.	CANALIZACIONES	72
7.	PROTECCIONES	73
8.	RESISTENCIAS PUESTAS A TIERRA	74
9.	DISTANCIA ENTRE FILAS EN LOS SOPORTES FOTOVOLTAICOS	74
10.	PERDIDAS	75



1. CÁLCULOS PARA LA INSTALACIÓN

El polideportivo se encuentra, como ya se especificó en el apartado 1, en el este de la provincia de Jaén. Esta instalación debe de configurarse para generar el máximo rendimiento en los meses de invierno. Tomaremos de la base de datos de CLIMATE-PVGIS, la radiación solar para 60°, 35° y 15° para la provincia de Jaén:

Fixed system: inclination=60°, orientation=0°					Fixed system: inclination=35°, orientation=0°				
Month	E_d	E_m	H_d	H_m	Month	E_d	E_m	H_d	H_m
Jan	3.51	109	4.48	139	Jan	3.21	99.6	4.07	126
Feb	4.20	118	5.36	150	Feb	4.03	113	5.13	144
Mar	4.43	137	5.81	180	Mar	4.59	142	6.06	188
Apr	3.89	117	5.19	156	Apr	4.46	134	5.99	180
May	3.78	117	5.15	160	May	4.76	147	6.50	201
Jun	3.83	115	5.32	160	Jun	5.14	154	7.15	215
Jul	4.01	124	5.68	176	Jul	5.30	164	7.51	233
Aug	4.33	134	6.12	190	Aug	5.21	161	7.39	229
Sep	4.32	130	5.93	178	Sep	4.65	140	6.41	192
Oct	4.27	132	5.74	178	Oct	4.21	130	5.65	175
Nov	3.64	109	4.73	142	Nov	3.39	102	4.37	131
Dec	3.43	106	4.41	137	Dec	3.10	96.1	3.94	122
Yearly average	3.97	121	5.33	162	Yearly average	4.34	132	5.85	178
Total for year		1450		1940	Total for year		1580		2140

Fixed system: inclination=15°, orientation=0°				
Month	E_d	E_m	H_d	H_m
Jan	2.59	80.4	3.26	101
Feb	3.44	96.3	4.34	122
Mar	4.27	133	5.59	173
Apr	4.49	135	5.99	180
May	5.07	157	6.92	215
Jun	5.68	170	7.89	237
Jul	5.78	179	8.19	254
Aug	5.36	166	7.57	235
Sep	4.42	133	6.05	182
Oct	3.71	115	4.94	153
Nov	2.79	83.6	3.56	107
Dec	2.45	76.1	3.09	95.9
Yearly average	4.18	127	5.62	171
Total for year		1520		2050



Se deberá estudiar y proceder su cálculo que mes es el más desfavorable para poder decidir por su inclinación a realizar.

En función de la potencia teóricos que tiene la instalación de 25kW., y la potencia de 305Wp, del módulo escogido, obtenemos:

$$N_{mt} = \frac{P_{total}}{P_{mod}} = 25KW/305W = 80 \text{ módulos instalados}$$

Se colocarán 80 módulos, con una configuración de 20 módulos en serie, repartidos en 4 ramas en paralelo.

2. SUPERFICIE DE PANELES SOLARES

La superficie en los paneles vendrá dada por la ecuación → $S = n * S_{módulo}$;

Siendo **S** la superficie, **n** el número de paneles solares de nuestra instalación y **S_{módulo}** la superficie de módulo en largo y ancho;

$$S = 80 * 1.956 * 0.992 = 155.2 \text{ m}^2$$

Nuestra superficie será mínimamente de 155.2 m².

3. INCLINACIÓN ÓPTIMA ANUAL

La siguiente fórmula expresa la inclinación óptima anual para conseguir la mayor radiación solar anual posible sobre un captador solar estático. Está basada en el análisis estadístico de la radiación solar anual sobre superficies con diferentes inclinaciones situadas en lugares de diferentes latitudes, por lo que proporciona la inclinación óptima en función de la latitud del lugar. → $\beta_{opt} = 3,7 + 0,69 \cdot |\phi|$

Siendo: **β**: ángulo de inclinación óptima (grados), **|φ|**: latitud del lugar, sin signo (grados).

$$\beta_{opt} = 3,7 + 0,69 * 37.48 = 29.56 \approx 30^\circ$$



Universidad de Jaén

Dimensionado de un sistema fotovoltaico conectado a red en pabellón polideportivo

4. CONFIGURACIÓN DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO

Tensión máxima de vacío en el generador

Esta tensión está estrechamente relacionada con la temperatura, dependiendo de ella, ya que a una menor temperatura obtendrá mayor tensión. En este caso, he elegido una temperatura mínima de -6º C.

Su fórmula viene determinada por →

$$U_{\text{máx Oc}} = U_{\text{oc}} - \beta * U_{\text{oc}} * \Delta T$$

Aquí nos tenemos que ir a los datos de fabricante del panel fotovoltaico para saber sus respectivos valores. En este caso el ΔT es 25 menos la temperatura mínima a la que someteremos el panel

SPECIFICATIONS

Module Type	JKM295P		JKM300P		JKM305P		JKM310P		JKM315P	
	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Maximum Power (Pmax)	295Wp	218Wp	300Wp	221Wp	305Wp	225Wp	310Wp	230Wp	315Wp	233Wp
Maximum Power Voltage (Vmp)	36.2V	33.5V	36.6V	33.7V	36.8V	34.0V	37.0V	34.4V	37.2V	34.7V
Maximum Power Current (Imp)	8.15A	6.50A	8.20A	6.56A	8.30A	6.62A	8.38A	6.68A	8.48A	6.71A
Open-circuit Voltage (Voc)	45.1V	41.9V	45.3V	42.3V	45.6V	42.4V	45.9V	42.7V	46.2V	42.8V
Short-circuit Current (Isc)	8.76A	7.09A	8.84A	7.16A	8.91A	7.21A	8.96A	7.26A	9.01A	7.28A
Module Efficiency STC (%)	15.20%		15.46%		15.72%		15.98%		16.23%	
Operating Temperature(°C)	+40°C~+85°C									
Maximum system voltage	1000VDC (IEC)									
Maximum series fuse rating	15A									
Power tolerance	0~+3%									
Temperature coefficients of Pmax	-0.41%/°C									
Temperature coefficients of Voc	-0.31%/°C									
Temperature coefficients of Isc	0.06%/°C									
Nominal operating cell temperature (NOCT)	45±2°C									

STC: Irradiance 1000W/m² Cell Temperature 25°C AM=1.5

NOCT: Irradiance 800W/m² Ambient Temperature 20°C AM=1.5 Wind Speed 1m/s

* Power measurement tolerance: ± 3%

$$U_{\text{máx Oc}} = U_{\text{oc}} - \beta * U_{\text{oc}} * \Delta T = 45.60 - (-0.0031) * 45.60 * (25-8) = 43.19 \text{ V}$$

Multiplicamos el número de paneles por serie por la $U_{\text{máx Oc}}$ resultante;



Universidad de Jaén

Dimensionado de un sistema fotovoltaico conectado a red en pabellón polideportivo

$N * U_{m\acute{a}x\ O_c} = 20 * 43.19 = 863,8$ siendo menor de los 1000V que es la tensión máxima soportada por el inversor.

Tensión mínima de vacío en el generador

Aquí a diferencia de la tensión máxima de vacío a mayor temperatura, será menor su respectiva tensión. Aquí he elegido una temperatura máxima de 75º

Su fórmula viene determinada por $\rightarrow U_{m\acute{a}x\ O_c} = U_{oc} - \beta * U_{oc} * \Delta T$

Aquí nos tenemos que ir a los datos de fabricante del panel fotovoltaico para saber sus respectivos valores. En este caso el ΔT es 25 menos la temperatura mínima a la que someteremos el panel

$$U_{m\acute{a}x\ O_c} = U_{oc} - \beta * U_{oc} * \Delta T = 45.60 - (-0.0031) * 45.60 * (25 - 70) = 39.25\ V$$

Multiplicamos el número de paneles por serie por la $U_{m\acute{a}x\ O_c}$ resultante;

$N * U_{m\acute{a}x\ O_c} = 20 * 39.25 = 784.77$ siendo menor de los 150V que es la tensión mínima soportada por el inversor.

Por lo que instalaremos 2 ramas en paralelo por cada entrada del inversor y 20 paneles fotovoltaicos en serie.

Intensidad en cada rama del inversor

Esta viene determinada por la fórmula $\rightarrow I = 1.25 * I_{mod,sc,STC} * n$

Siendo n el número de ramas en paralelo y $I_{mod,sc,STC}$ la corriente de cortocircuito administrada en nuestra tabla adjunta anteriormente

$I = 1.25 * 8.91 * 2 = 22.27\ A$ siendo menor a los 33 A que aguanta el inversor, por lo que no se dañará.



Entrada de CC

	STP 15000TL-30	STP 20000TL-30	STP 25000TL-30
Potencia de CC máxima a $\cos \varphi = 1$	15330 W	20440 W	25550 W
Tensión de entrada máxima	1000 V	1000 V	1000 V
Rango de tensión del MPP	De 240 V a 800 V	De 320 V a 800 V	De 390 V a 800 V
Tensión asignada de entrada	600 V	600 V	600 V
Tensión de entrada mínima	150 V	150 V	150 V
Tensión de entrada de inicio	188 V	188 V	188 V
Corriente de entrada máxima, entrada A	33 A	33 A	33 A
Corriente de entrada máxima, entrada B	33 A	33 A	33 A
Corriente de cortocircuito máxima por string*	43 A	43 A	43 A
Corriente inversa máxima en la planta durante un máximo de 1 s	0 A	0 A	0 A
Número de entradas del MPP independientes	2	2	2
Strings por entrada del MPP	3	3	3
Categoría de sobretensión según IEC 62109-1	II	II	II

* Según IEC 62109-2: $I_{sc, PV}$

5. CABLEADO

Intensidad máxima admisible

Según el RBT los cables que conecten deben estar dimensionados para una intensidad no inferior del 125% de la máxima generada por el generador.

Caída de tensión

Según el pliego de condiciones Técnicas de las instalaciones técnicas conectadas a la red del IDEA la parte continua la caída de tensión no puede superar el 1.5%.

En la parte alterna la caída que tiene que tener el inversor y el punto de conexión a la red no puede superar el 1.5%.

Corriente continua

- **Cajas de conexión con las ramas fotovoltaicas**
 - **Intensidad máxima permisible**

$$I = 1.25 * I_{\text{mod,sc,STC}} = 1.25 * 8.91 = 11.13 \text{ A}$$



Universidad de Jaén

Dimensionado de un sistema fotovoltaico conectado a red en pabellón polideportivo

Para condiciones con 60º de temperatura máxima y esta intensidad elegimos un cable de Cu de 2.5mm² de sección.

- Caída de tensión

Esta no debe superar el 1.5%, entre las cadenas y las cajas de conexionado solo se puede permitir un 1% y entre la caja de conexión y el inversor debe de haber una caída de 0.5% máximamente hablando.

Esta viene determinada por la fórmula →

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot I}{\Delta V \cdot N \cdot V_{mod} \cdot \sigma}$$

S= Sección de cable

L= Longitud de la conducción

I= Intensidad máxima admisible

ΔV= Caída de tensión admisible

N= nº de paneles solares por serie

V_{mod}= Tensión de máxima potencia del módulo fotovoltaico

$\sigma = 1/56 \text{ W mm}^2 \text{ m}^{-1} = 0.001786 \text{ W mm}^2 \text{ m}^{-1}$

Por lo que →

$$S1 = \frac{2 \cdot 33 \cdot 11.13}{0.01 \cdot 20 \cdot 38.8 \cdot 56} = 1.690 \text{ mm}^2$$

$$S2 = \frac{2 \cdot 28.2 \cdot 11.13}{0.01 \cdot 20 \cdot 38.8 \cdot 56} = 1.444 \text{ mm}^2$$

$$S3 = \frac{2 \cdot 24.2 \cdot 11.13}{0.01 \cdot 20 \cdot 38.8 \cdot 56} = 1.239 \text{ mm}^2$$

$$S4 = \frac{2 \cdot 30.8 \cdot 11.13}{0.01 \cdot 20 \cdot 38.8 \cdot 56} = 1.577 \text{ mm}^2$$

Elegiremos según la tabla una sección de 2.5 mm² de Cu para las 4 cadenas fotovoltaicas

• Cajas de conexión con el inversor

- Intensidad máxima permisible

$$I = 1.25 \cdot I_{mod,sc,STC} \cdot N = 1.25 \cdot 8.91 \cdot 2 = 22.27 \text{ A}$$

Los cables bajan en tubo con aislamiento XLPE, esta intensidad para ir agrupada en 4 cables con carga de conducción es de 16mm² con 59 A con tubo b1



Universidad de Jaén

Dimensionado de un sistema fotovoltaico conectado a red en pabellón polideportivo

- **Caída de tensión**

Esta no debe superar el 1.5%, entre las cadenas y las cajas de conexionado solo se puede permitir un 1% y entre la caja de conexión y el inversor debe de haber una caída de 0.5% máximamente hablando.

Esta viene determinada por la fórmula →

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot I}{\Delta V \cdot N \cdot V_{mod} \cdot \sigma}$$

S= Sección de cable

L= Longitud de la conducción

I= Intensidad máxima admisible

ΔV= Caída de tensión admisible

N= nº de paneles solares por serie

V_{mod}= Tensión de máxima potencia del módulo fotovoltaico

σ= Cobre =56 y aluminio=33

Por lo que →

$$S1 = \frac{2 \cdot 22 \cdot 22.27}{0.01 \cdot 20 \cdot 38.8 \cdot 56} = 2.254 \text{ mm}^2$$

La sección será de 10 mm² Cu XLPE

Corriente alterna

- **Intensidad máxima permisible**

Esta viene determinada por la fórmula →

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U}$$

Por lo que →

$$I = 25000 / \sqrt{3} \cdot 400 = 36.10 \text{ A}$$

Esta instalación se realizará en tubo y con aislamiento XLPE con una intensidad máxima permisible de 40 A. Eligiendo una sección de 4 mm².

- **Caída de tensión**

Esta no puede superar el 1.5% de la salida del inversor hasta el punto de conexión en la red

Esta viene determinada por la fórmula →

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos \phi}{\Delta U \cdot \sigma}$$

S= Sección de cable



Universidad de Jaén

Dimensionado de un sistema fotovoltaico conectado a red en pabellón polideportivo

L= Longitud de la conducción

I= Intensidad máxima admisible

ΔU= en %/100 tanto por uno

σ= Para cobre 56 y aluminio 33

U = 400 voltios.

Por lo que → $S = (\sqrt{3} * 4 * 36.1 * 1) / (400 * 0.014) = 62.52 \text{ mm}^2$

Elegiremos una sección de 6mm² según la siguiente tabla d Cu con XLPE



Intensidades máximas admisibles (A) en instalaciones interiores, conductores de **cobre**, temperatura ambiente 40 °C
Norma UNE 20 460-5-523:2004

Conductores aislados en tubos empotrados en paredes térmicamente aislantes. Método A1 .		PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2						
Cables multiconductores en tubos empotrados en paredes térmicamente aislantes. Método A2 .	PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2							
Conductores aislados en tubos (incluyendo canaletas y conductos de sección circular) en montaje superficial o empotrados en obra. Método B1 .				PVC3	PVC2		XLPE3		XLPE2			
Cables multiconductores en tubos (incluyendo canaletas y conductos de sección circular) en montaje superficial o empotrados en obra. Método B2 .			PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2					
Cables multiconductores directamente sobre la pared o en bandeja no perforada. Método C .					PVC3		PVC2	XLPE3		XLPE2		
Cables multiconductores al aire libre o en bandeja perforada. Distancia a la pared no inferior a 0,3 D (diámetro del cable). Método E .						PVC3		PVC2	XLPE3		XLPE2	
Cables unipolares en contacto mutuo o en bandeja perforada. Distancia a la pared no inferior a D. Método F .							PVC3		PVC2	XLPE3		XLPE2
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Conductor	mm²											
Cobre	1,5	11	11,5	13	13,5	15	16	16,5	19	20	21	24
	2,5	15	16	17,5	18,5	21	22	23	26	26,5	29	33
	4	20	21	23	24	27	30	31	34	36	38	45
	6	25	27	30	32	36	37	40	44	46	49	57
	10	34	37	40	44	50	52	54	60	65	68	76
	16	45	49	54	59	66	70	73	81	87	91	105
	25	59	64	70	77	84	88	95	103	110	116	123
	35		77	86	96	104	110	119	127	137	144	154
	50		94	103	117	125	133	145	155	167	175	188
	70				149	160	171	185	199	214	224	244
	95				180	194	207	224	241	259	271	296
	120				208	225	240	260	280	301	314	348
	150				236	260	278	299	322	343	363	404
	185				268	297	317	341	368	391	415	464
	240				315	350	374	401	435	468	490	552



Caídas de tensión

- Ramas fotovoltaicas a las cajas de conexión

La fórmula viene determinada por $\rightarrow \Delta V = \frac{2 \cdot L \cdot I}{S \cdot N \cdot V_{mod} \cdot \sigma} * 100$

Por lo que $\rightarrow$

$$\Delta V1\% = \frac{2 \cdot 33 \cdot 11.13}{2.5 \cdot 20 \cdot 38.8 \cdot 56} * 100 = 0.67\%$$

$$\Delta V2\% = \frac{2 \cdot 28.2 \cdot 11.13}{2.5 \cdot 20 \cdot 38.8 \cdot 56} * 100 = 0.57\%$$

$$\Delta V3\% = \frac{2 \cdot 24.2 \cdot 11.13}{2.5 \cdot 20 \cdot 38.8 \cdot 56} * 100 = 0.49\%$$

$$\Delta V4\% = \frac{2 \cdot 30.8 \cdot 11.13}{2.5 \cdot 20 \cdot 38.8 \cdot 56} * 100 = 0.63\%$$

- Ramas del conexión al inversor

$$\Delta V5\% = \frac{2 \cdot 22 \cdot 22.27}{2.5 \cdot 20 \cdot 38.8 \cdot 56} * 100 = 0.80\%$$

Según la EA0038 la caída de tensión porcentual total debe ser inferior al 1.5% por lo que si sumamos $0.67 + 0.80 = 1.47$ y coincide con que es inferior al 1.5% indicado en el reglamento.

- Corriente alterna

La fórmula viene determinada por $\rightarrow \Delta V\% = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi}{S \cdot U \cdot \sigma} * 100$

Por lo que $\rightarrow \Delta V\% = (\sqrt{3} \cdot 4 \cdot 36.1 \cdot 1) / (6 \cdot 400 \cdot 56) * 100 = 0.28\%$

Se cumple que este es inferior al 1.5% según la EA0038

Neutro

Según la ITC-BT-19 en instalaciones interiores para las corrientes armónicas debidas a cargas lineales y no lineales por desequilibrios la sección debe de ser igual a la de las fases por lo que la sección del cable neutro es de 6mm^2 en Cu



6. CANALIZACIONES

Se emplea un tubo de 40 de diámetro de exterior conteniendo los 4 cables junto con el cable de tierra. Estos vienen desde el techo en la caja de conexión al cuarto de inversores.

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



7. PROTECCIONES

- **Corriente Continua**
 - **Caja de conexiones**

Estos fusibles se instalan tanto el positivo como en el negativo en la cajas de conexión según el esquema unifilar

La fórmula viene determinada por →

$$1.25 \cdot (n-1) \cdot I_{sc \text{ rama}}$$

Por lo que → $1.25 \cdot (4-1) \cdot 8.91 = 33.41 \text{ A}$

TIPO: Intensidad nominal 15 A. Curva gPV-NH1

TENSIÓN NOMINAL: $1000\text{V} > 1.1 \cdot 20 \cdot 45.6 = 999.7$

INTENSIDAD NOMINAL: $1.5 \cdot I_{mod,sc,STC} \leq I_n \leq 2 \cdot I_{mod,sc,STC} \rightarrow 1.5 \cdot 8.91 \leq I_n \leq 2 \cdot 8.91$

MODELO: Portafusibles NH1 1000V fusible carga gPV- NH1 15 A

- **Inversor**

La fórmula viene determinada por →

$$1.25 \cdot n \cdot I_{sc \text{ rama}}$$

Por lo que → $1.25 \cdot 4 \cdot 8.91 = 44.55 \text{ A}$

TIPO: Intensidad nominal 80 A. Curva gPV-NH1

TENSIÓN NOMINAL: $1000\text{V} > 1.1 \cdot 20 \cdot 45.6 = 999.7$

INTENSIDAD NOMINAL: $1.5 \cdot n \cdot I_{mod,sc,STC} \leq I_n \leq 2 \cdot n \cdot I_{mod,sc,STC} \rightarrow 1.5 \cdot 8.91 \leq I_n \leq 2 \cdot 8.91$

MODELO: Porta fusibles NH1 1000V fusible carga gPV- NH1 80 A

- **Corriente alterna**
 - **Interruptor magnetotérmico**

Instalaremos un interruptor automático con $I_{nominal}$ de 40 A y también con un poder de corte de 6 kA. (Elegimos 6 kA puesto que el punto de enganche de la compañía indica que la intensidad de corto es de 6 kA.

Aquí debe de cumplirse que → $I_a \leq I_{nominal} \leq I_z$

Por lo que → $36.1 \text{ A} \leq 40 \text{ A} \leq 40 \text{ A}$

I_a = Intensidad del diseño del circuito en Amperios

$I_{nominal}$ = Intensidad nominal del interruptor automático en Amperios

I_z = Intensidad máxima permitida

$I_z = 1.30 \cdot I_{nominal} = 1.3 \cdot 40 = 52 \text{ A}$



Universidad de Jaén

Dimensionado de un sistema fotovoltaico conectado a red en pabellón polideportivo

$$I_2 \leq 1.45 \cdot I_z \rightarrow 52 \leq 58^a$$

8. RESISTENCIAS PUESTAS A TIERRA

La tensión para este tipo de caso no podrá superar los 50 V según el RBT y el valor máximo de la tierra no podrá superar →

$$R_{\text{tierra}} < \frac{V}{I_{\text{diferencial}}} = 50V / 0.3 = 167\Omega$$

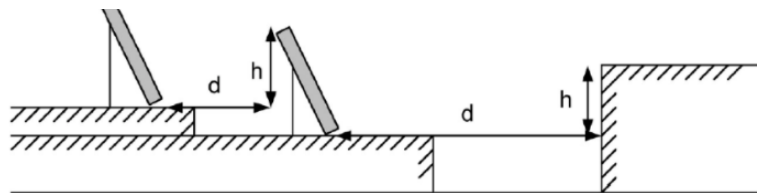
Nuestra instalación en el edificio no posee un pararrayos, por lo que el valor de la resistencia de tierra no puede superar los 37Ω siendo el terreno de silicio con una resistividad de $54\Omega \cdot m$.

9. DISTANCIA ENTRE FILAS EN LOS SOPORTES FOTOVOLTAICOS

En algunas ocasiones por falta de espacio hay que disponer de varias filas de paneles, o debido a algún obstáculo, hay que dejar una distancia mínima para evitar la pérdida de producción por el efecto del sombreado. Por eso hablamos en nuestro blog de cálculos correctos para la distancia entre filas de paneles solares.

Hay que dejar una distancia mínima al elemento que pueda producir un sombreado en los paneles solares. La posibilidad de darse sombra en verano es mucho menor, ya que el recorrido del sol es mucho más alto, y por tanto, la sombra arrojada del obstáculo que haya delante es más pequeña.

La distancia “d”, medida sobre la horizontal, que hay que dejar viene marcada por la latitud del lugar de instalación, ya que en función de este parámetro varía el ángulo de incidencia solar. Esta distancia deberá garantizar un mínimo de cuatro horas de sol en torno al mediodía del solsticio de invierno.

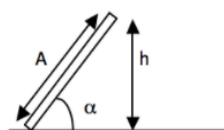


Expresión a utilizar para el cálculo de la distancia d:

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

$$d = k \cdot h$$

Si la altura del obstáculo de delante, se corresponde con la altura de la fila de paneles, vamos a indicar cómo calcular este dato en base a la longitud del panel y su inclinación.



$$h = A \cdot \text{seno } \alpha$$



Angulo de inclinación °	Longitud de paneles A (m)			
	1,5	1,6	3	4
10	0,26	0,28	0,52	0,69
12	0,31	0,33	0,62	0,83
15	0,39	0,41	0,78	1,04
18	0,46	0,49	0,93	1,24
20	0,51	0,55	1,03	1,37
25	0,63	0,68	1,27	1,69
28	0,70	0,75	1,41	1,88
30	0,75	0,80	1,50	2,00
35	0,86	0,92	1,72	2,29
40	0,96	1,03	1,93	2,57
45	1,06	1,13	2,12	2,83
50	1,15	1,23	2,30	3,06
55	1,23	1,31	2,46	3,28

A = Altura del panel fotovoltaico

H= Altura proyectada vertical

K= Factor de corrección

α = Ángulo de inclinación del panel

Por lo que →

$$h = A \cdot \sin \alpha ; h = 1.956 \cdot \sin 30 = 0.978m$$

$$K = \frac{1}{\tan(61 - \text{latitud})} = 1/(\tan(61 - 37.48)) = 2.30$$

$$D = h \cdot k = 0.978 \cdot 2.30 = 2.24m$$

La elección de distancia entre paneles será de 2.24 m y sin obstáculos que sombreen a estos.

10. PERDIDAS

Las pérdidas que se pueden generar son a partir de:

- Ángulo de inclinación β , definido como el ángulo que forma la superficie de los módulos con el plano horizontal siendo su valor 0° para módulos horizontales y 90° para verticales.
- Ángulo de azimut α , que es el ángulo entre la proyección sobre el plano horizontal a la normal de la superficie del módulo y el meridiano del lugar. Su valor es 0° para módulos orientados al Este y 90° orientados al Oeste.



Universidad de Jaén

Dimensionado de un sistema fotovoltaico conectado a red en pabellón polideportivo

En nuestro caso no hay pérdidas por inclinación de placas ya que la placa está situada a la inclinación óptima, tampoco hay pérdidas por sombreado ya que no hay edificios ni obstáculos alrededor.



Universidad de Jaén

Dimensionado de un sistema fotovoltaico conectado a red en pabellón polideportivo

MEDICIONES



Universidad de Jaén

Dimensionado de un sistema fotovoltaico conectado a red en pabellón polideportivo

MEDICIONES

1.	PARTE FOTOVOLTAICA.....	79
2.	ESTRUCTURAS METÁLICAS	80
3.	CABLEADO	81
4.	PUESTA A TIERRA.....	82
5.	CUADRO ELÉCTRICO	83
6.	CANALIZACIONES.....	84
7.	RESUMEN MEDICIONES	85



Universidad de Jaén

Dimensionado de un sistema fotovoltaico conectado a red en pabellón polideportivo

1. PARTE FOTOVOLTAICA

Código	Resumen	Uds	Longitud	Anchura	Parciales	Cantidad	Precio	Importe
--------	---------	-----	----------	---------	-----------	----------	--------	---------

1 GENERADOR FOTOVOLTAICO

Módulo solar fotovoltaico JKM315P-72 de silicio Monocristalino. Compuesto por 60 células de 156 mm. Vidrio frontal de alta transmisión y templado, marco de aluminio anodizado, caja de conexión con 3 diodos y homologado con marcado CE. Incluido el montaje y puesta en funcionamiento.

80 165.00 13200€

Total: 13200€

Código	Resumen	Uds	Longitud	Anchura	Parciales	Cantidad	Precio	Importe
--------	---------	-----	----------	---------	-----------	----------	--------	---------

2 INVERSOR

Inversor Sunny Tripower con un avanzado sistema de seguimiento del punto de máxima potencia y capaz de soportar huecos de tensión. Con marcado CE. Inversor con una potencia de entrada de 25.5KwP y una potencia de salida de 25KVA. Posee dos canales de entrada.

1 5443.91 5443.91€

Total: 5443.91€

Código	Resumen	Uds	Longitud	Anchura	Parciales	Cantidad	Precio	Importe
--------	---------	-----	----------	---------	-----------	----------	--------	---------

3 EQUIPOS DE MONITORIZACIÓN

Monitores con sensores de temperatura y de irradiancia. Apta para uso exterior. Conexión mediante radiotelecomunicación. Incluido montaje en el centro del campo fotovoltaico y conexión al inversor.

1 170 170€

Total: 170€

Total parte fotovoltaica.....18813.91€



Universidad de Jaén

Dimensionado de un sistema fotovoltaico conectado a red en pabellón polideportivo

2. ESTRUCTURAS METÁLICAS

Código	Resumen	Uds	Longitud	Anchura	Parciales	Cantidad	Precio	Importe
--------	---------	-----	----------	---------	-----------	----------	--------	---------

4	ESTRUCTURA METÁLICA
----------	----------------------------

Estructura anclada en el tejado del complejo.

80	90.9	7272€
----	------	-------

Total: 7272€

Código	Resumen	Uds	Longitud	Anchura	Parciales	Cantidad	Precio	Importe
--------	---------	-----	----------	---------	-----------	----------	--------	---------

5	TORNILLOS ESTRUCTURA
----------	-----------------------------

Tornillo M10 junto con arandelas

425	0.10	42.5€
-----	------	-------

Total: 7314.5€

Total estructuras metálicas.....7314.5€
--



Universidad de Jaén

Dimensionado de un sistema fotovoltaico conectado a red en pabellón polideportivo

3. CABLEADO

Código	Resumen	Uds	Longitud	Anchura	Parciales	Cantidad	Precio	Importe
6	CABLE BIPOLAR EXZHELLENT RV-k 0.6/1 kV16mm² Cu							

Cable 16mm² XLPE montado en la pared con sus soportes

						10M	6.7	67€
								Total: 67€

Código	Resumen	Uds	Longitud	Anchura	Parciales	Cantidad	Precio	Importe
7	CABLE BIPOLAR EXZHELLENT DE PROTECCIÓN XZ(AS) 16 mm² de Cu							

Cable de protección con 16mm² ubicado en el tubo que conecta con el cuarto de inversor

						100M	4.2	420€
								Total: 420€

Código	Resumen	Uds	Longitud	Anchura	Parciales	Cantidad	Precio	Importe
8	CABLE BIPOLAR EXZHELLENT DE PROTECCIÓN ZZ-F(AS) 2.5mm² Cu							

Cable de 2.5mm² instalado en una bandeja perforada.

						210M	2.02	424.2€
								Total: 424.2€

Total cableado.....911.20€



Universidad de Jaén

Dimensionado de un sistema fotovoltaico conectado a red en pabellón polideportivo

4. PUESTA A TIERRA

Código	Resumen	Uds	Longitud	Anchura	Parciales	Cantidad	Precio	Importe
--------	---------	-----	----------	---------	-----------	----------	--------	---------

9 PICA PUESTA TIERRA

Unidades de puesta a tierra incluyendo suministro, montaje e instalación. Pica de cobre de 1.5m con un diámetro de 14mm. Incluyendo grapa y conexionado de todas las masas metálicas de la instalación, inversor y unidad de control de aislamiento de la instalación.

1	27.69	27.69€
---	-------	--------

Total: 27.69€

Total puesta a tierra.....27.69€



Universidad de Jaén

Dimensionado de un sistema fotovoltaico conectado a red en pabellón polideportivo

5. CUADRO ELÉCTRICO

Código	Resumen	Uds	Longitud	Anchura	Parciales	Cantidad	Precio	Importe
10	CUADROS ELÉCTRICOS							
	CAJA DE CONEXIÓN							
	Caja de conexión montada que incluye 8 fusibles nh df electric y sus bases portafusibles. Incluye también dos descargadores de sobretensiones y dos interruptores de corte de carga.							
		1					450.25	450.25€
	CUADRO DE SECCIONAMIENTO							
	Cuadro eléctrico de maniobra y protección con 4 fusibles NH DF electric y bases portafusibles y dos interruptores de corte de carga.							
		1					320.85	320.85€
	CUADRO DE INVERSORES							
	Cuadro de salida del inversor. Incluye descargador de sobretensión, interruptor magnetotérmico e interruptor diferencial.							
		1					479.54	479.54€
							Total: 1250.64€	

Total Cuadro eléctrico.....1250.64€
--



Universidad de Jaén

Dimensionado de un sistema fotovoltaico conectado a red en pabellón polideportivo

6. CANALIZACIONES

Código	Resumen	Uds	Longitud	Anchura	Parciales	Cantidad	Precio	Importe
--------	---------	-----	----------	---------	-----------	----------	--------	---------

11 TUBOS PORTACABLES DE 32mm

Tubo de acero de 32 mm de diámetro exterior, incluidos soportes y abrazadera con montaje superficial a una distancia de 2.5 mm del suelo. Montaje y demás normas vigentes según REBT.

22M 23.2 510.4€

Total: 510.4€

Código	Resumen	Uds	Longitud	Anchura	Parciales	Cantidad	Precio	Importe
--------	---------	-----	----------	---------	-----------	----------	--------	---------

12 BANDEJA PERFORADA

Bandeja perforada Aiscan CMP310. Metálica con alambre de acero C4D, UNE-EN 16120-2. Resistencia a tracción: 70 kg/mm² con límite elástico a 60 kg/mm².

10M 6.99 69€

Total: 69€

Total zanja y tubos.....579.4€



Universidad de Jaén

Dimensionado de un sistema fotovoltaico conectado a red en pabellón polideportivo

7. RESUMEN MEDICIONES

Mano de obra.....	3465.90€
Materiales.....	29297.35€
Maquinaria.....	0€
Otros.....	0€
Total.....	32363.24€



Universidad de Jaén

Dimensionado de un sistema fotovoltaico conectado a red en pabellón polideportivo

PRESUPUESTO



Universidad de Jaén

Dimensionado de un sistema fotovoltaico conectado a red en pabellón polideportivo

PRESUPUESTO

1. CUADRO DE DESCOMPUESTOS.....	88
2. RESUMEN DEL PROYECTO	93



Universidad de Jaén

Dimensionado de un sistema fotovoltaico conectado a red en pabellón polideportivo

1. CUADRO DE DESCOMPUESTOS

Código	Resumen	Importe
--------	---------	---------

1. GENERADOR FOTOVOLTAICO

Módulo solar fotovoltaico Jinko JKM315P-72 de silicio Monocristalino. Compuesto por 60 células de 156 mm. Vidrio frontal de alta transmisión y templado, marco de aluminio anodizado, caja de conexión con 3 diodos y homologado con marcado CE. Incluido el montaje y puesta en funcionamiento

6,000u	Pequeño material	0.80	4.80
0.250h	Peón electricista	9.50	3.23
0.250h	Oficial eléctrico	13.80	4.10
1,000u	Panel fotovoltaico	152.87	152.87

Total..... **165.00€**

El precio total de la cantidad anteriormente mencionada es de CIENTO SESENTA Y CINCO EUROS.

Código	Resumen	Importe
--------	---------	---------

2. INVERSOR

Inversor Sunny Tripower con un avanzado sistema de seguimiento del punto de máxima potencia y capaz de soportar huecos de tensión. Con marcado CE. Inversor con una potencia de entrada de 25.5KwP y una potencia de salida de 25KVA. Posee dos canales de entrada.

Equipado con:

- Aislamiento galvánico entre las partes DC y AC
- Polarizaciones inversas
- Cortocircuitos y sobrecargas a la salida AC
- Fallos de aislamiento
- Anti-isla con desconexión automática
- Seccionador DC
- Fusibles DC
- Seccionador Magnetotérmico AC
- Protección contra sobretensiones

Total..... **5443.91€**

El precio total de la cantidad anteriormente mencionada es de CINCO MIL CUATROCIENTOS CUARENTA Y TRES CON NOVENTA Y UN EUROS.



Universidad de Jaén

Dimensionado de un sistema fotovoltaico conectado a red en pabellón polideportivo

Código	Resumen	Importe
--------	---------	---------

3. EQUIPOS DE MONITORIZACIÓN

Monitores con sensores de temperatura y de irradiancia. Apta para uso exterior. Conexión mediante radiotelecomunicación. Incluido montaje en el centro del campo fotovoltaico y conexión al inversor.

2,000h	Peón electricista	9	18
2,000h	Oficial eléctrico	12	24
1,000u		128	128

Total..... **170€**

El precio total de la cantidad anteriormente mencionada es de CIENTO SETENTA EUROS.

Código	Resumen	Importe
--------	---------	---------

4. ESTRUCTURA METÁLICAS

Estructura anclada en las cubiertas de los pabellones y pistas

1,000h	Peón montador	9	9
1,000h	Oficial montador	12	12
3,000u	Otros materiales	0.8	2.40
1,000u	Estructura	67.5	67.5

Total..... **90.9€**

El precio total de la cantidad anteriormente mencionada es de NOVENTA CON NUEVE EUROS.

Código	Resumen	Importe
--------	---------	---------

5. CUADROS ELÉCTRICOS

CAJA DE CONEXIÓN

Caja de conexión montada que incluye 8 fusibles de NH df electric y sus correspondientes bases porta fusibles. Incluye también dos descargadores de sobretensiones y dos interruptores de corte en carga.

2,000u	Interruptor de corte en carga 40A, 1000V, 2P	60	120
5,000h	Peón eléctrico	9	45
5,000h	Oficial eléctrico	12	60
8,000u	Pequeño material	0.80	6.40
1,000u	Caja IP 66x100x100	55	55
8,000u	Base portafusibles NH	3	24



Universidad de Jaén

Dimensionado de un sistema fotovoltaico conectado a red en pabellón polideportivo

8,000u	Fusible 15A gPV NH	1.25	10
2,000u	Descargador sobretensión 10 Ka-Tipo C	44	88

Total..... **450.25€**

El precio total de la cantidad anteriormente mencionada es de CUATROCIENTOS CINCUENTA CON VEINTICINCO EUROS

CAJA DE SECCIONAMIENTO

Caja de conexión montada que incluye 8 fusibles de NH de electric y sus correspondientes bases portafusibles. Incluye también dos descargadores de sobretensiones y dos interruptores de corte en carga.

2,000u	Interruptor de corte en carga 40A, 1000V, 2P	60	120
5,000h	Peón eléctrico	9	45
5,000h	Oficial eléctrico	12	60
3,000u	Pequeño material	0.80	2.40
1,000u	Armario 250x250x250 IP66	32	32
4,000u	Base portafusibles NH	3	12
4,000u	Fusible 80A gPV NH	2.25	9
2,000u	Descargador sobretensión 10 Ka-Tipo C	44	88

Total..... **320.85€**

El precio total de la cantidad anteriormente mencionada es de TRESCIENTOS VEINTE CON OCHENTA Y CINCO EUROS

CUADRO DEL INVERSOR

Cuadro del inversor que incluye interruptor magnetotérmico e interruptor diferencial y descargador de sobretensión

1,000u	Armario Ip65 200x200x150	42.25	42.25
1,000h	Peón eléctrico	9	9
1,000h	Oficial eléctrico	12	12
1,000u	Descargador de sobretensión IV-20k C	47.76	47.76
1,000u	I. Diferencial 300 mA	52.3	52.3
2,000u	I.A 40 A 440V y 6kA	172	244

Total..... **479.55€**

El precio total de la cantidad anteriormente mencionada es de CUATROCIENTOS SETENTA Y NUEVE CON CINCUENTA Y CINCO EUROS



Universidad de Jaén

Dimensionado de un sistema fotovoltaico conectado a red en pabellón polideportivo

Código	Resumen	Importe
--------	---------	---------

6. CABLEADO

Cable 16mm² Cu XLPE RV-k 0.6/1 kV montado en la pared con sus soportes

0,005h	Peón electricista	9	0.045
0,005h	Oficial electricista	12	0.06
1,000u	Pequeños materiales	0.08	0.08
1,000u	RV-k 06/1Kv 25mm ² Cu	6.515	6.515
Total.....			6.7€

El precio total de la cantidad anteriormente mencionada es de SEIS CON SIETE EUROS

Cable de protección con 16mm² Cu XZ-K(AS) ubicado en el tubo que conecta con el cuarto de inversor.

0,005h	Peón electricista	9	0.045
0,005h	Oficial electricista	12	0.06
1,000u	Pequeños materiales	0.08	0.08
1,000u	XZ-K(AS) 16mm ² Cu	0.4015	0.4015
Total.....			4.2€

El precio total de la cantidad anteriormente mencionada es de CUATRO CON DOS EUROS.

Cable de 2.5mm² Cu ZZ-F/AS instalado en una bandeja perforada.

0,005h	Peón electricista	9	0.045
0,005h	Oficial electricista	12	0.06
1,000u	Pequeños materiales	0.08	0.08
1,000u	RV-k 06/1Kv 16mm ² Cu	1.845	1.845
Total.....			2.03€

El precio total de la cantidad anteriormente mencionada es de DOS CON TRES CENTIMOS DE EURO



Universidad de Jaén

Dimensionado de un sistema fotovoltaico conectado a red en pabellón polideportivo

Código	Resumen	Importe
--------	---------	---------

7. PUESTA A TIERRA

Unidades de puesta a tierra incluyendo suministro, montaje e instalación. Pica de cobre de 1.5m con un diámetro de 14mm. Incluyendo grapa y conexionado de todas las masas metálicas de la instalación, inversor y unidad de control de aislamiento de la instalación.

0,200h	Peón electricista	9	1.8
0.200h	Oficial electricista	12	2.4
1,000u	Otros materiales	0.9	0.9
1,000u	Pica de tierra de 1.5mm y 14mm	19.9	19.9

Total..... **27.69€**

El precio total de la cantidad anteriormente mencionada es de VEINTISIETE CON SESENTA Y NUEVE EUROS.

Código	Resumen	Importe
--------	---------	---------

8. CANALIZACIONES

Tubo enterrado y flexible marca Aiscan DRN 50 con tubo de acero de 40 mm², incluidas abrazaderas y montaje superficial. Incluye cajas de registro cada 15m. Montaje acuerdo REBT y demás normas vigentes.

1,00u	Tubo Aiscan DRN 50 40 mm ²	10.75	10.75
8,000u	Otros materiales	0.9	7.2
0.250h	Peón electricista	9	2.25
0.250h	Oficial electricista	12	3

Total..... **23.2€**

El precio total de la cantidad anteriormente mencionada es de VEINTITRES CON DOS EUROS.

Código	Resumen	Importe
--------	---------	---------

9. BANDEJAS PORTACABLES

Bandeja perforada Aiscan CMP310. Metálica con alambre de acero C4D, UNE-EN 16120-2. Resistencia a tracción: 70 kg/mm² con límite elástico a 60 kg/mm².

6.99m

Total..... **6.99€**

El precio total de la cantidad anteriormente mencionada es de SEIS CON NOVENTA Y NUEVE EUROS.



Universidad de Jaén

Dimensionado de un sistema fotovoltaico conectado a red en pabellón polideportivo

2. RESUMEN DEL PROYECTO

Capítulo	Resumen	Euros	%
1	Generador fotovoltaico.....	13200€	20.27
2	Inversores.....	5443.91€	22.18
3	Estructura metálica.....	7314.56€	22.18
4	Equipo de monitorización.....	170€	0.80
5	Cableado.....	911.20€	2.40
6	Cuadro eléctrico.....	1250.64€	4.80
7	Puesta a tierra.....	27.69€	2.40
8	Canalizaciones.....	579.4€	2.40
		29297.4€	
Total ejecución material			
12,00% Gastos generales.....		3515.68	
6.80% Beneficio industrial.....		1992.22	
Suma de G.G y B.I		5507.9€	
21% I.V.A total más Suma G.G y B.I		7309.1€	
Total presupuesto contrata		42114.4€	
Total honorarios proyectista		1450€	
Total presupuesto general		43164.4€	

El presupuesto general asciende a la expresada cantidad de CUARENTA Y TRES MIL CIENTO SESENTA Y CUATRO CON CUATRO EUROS.



Universidad de Jaén

Dimensionado de un sistema fotovoltaico conectado a red en pabellón polideportivo

PLANOS



Universidad de Jaén

Dimensionado de un sistema fotovoltaico conectado a red en pabellón polideportivo

1. PLANO DE SITUACIÓN
2. PLANO DE EMPLAZAMIENTO
3. PLANO DE LA AZOTEA DEL RECINTO
4. PLANO POSICIÓN DE LOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS
5. PLANO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICO
6. PLANO ESQUEMA UNIFILAR
7. BIBLIOGRAFIA



Universidad de Jaén

Dimensionado de un sistema fotovoltaico conectado a red en pabellón polideportivo

Bibliografía

- Curso de experto profesional en energía fotovoltaica. Mairena del Aljarafe (Sevilla): Progresa, 2009. ISBN 978849569395.
- Sistemas de energía fotovoltaica: Manual del instalador Mairena del Aljarafe(Sevilla): Progresa, 2005
- ALONSO ABELLA, M: and CHENLO, F. Estimación de la energía generada por un sistema fotovoltaico conectado a red. Madrid: CIEMAT. Laboratorio de sistemas fotovoltaicos.