



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Escuela Politécnica Superior de Jaén

Trabajo Fin de Grado

INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO

Alumno: Juan Manuel Rodríguez Torres

Tutor: Pedro Gómez Vidal
Dpto: Ingeniería Eléctrica

Septiembre, 2015



Universidad de Jaén
Escuela Politécnica Superior de Jaén
Departamento de Ingeniería Eléctrica

Don PEDRO GÓMEZ VIDAL, tutor del Proyecto Fin de Carrera titulado:
INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO, que presenta
JUAN MANUEL RODRÍGUEZ TORRES, autoriza su presentación para defensa
y evaluación en la Escuela Politécnica Superior de Jaén.

Jaén, SEPTIEMBRE de 2015

El alumno:

Juan Manuel Rodríguez Torres

Los tutores:

NOMBRE
GOMEZ
VIDAL
PEDRO - NIF
25935185V

Firmado digitalmente por NOMBRE
GOMEZ VIDAL PEDRO - NIF 25935185V
Nombre de reconocimiento (DN): c=ES,
o=FNMT, ou=FNMT Clase 2 CA,
ou=500052716, cn=NOMBRE GOMEZ
VIDAL PEDRO - NIF 25935185V
Fecha: 2015.09.01 10:25:01 +02'00'

Pedro Gómez Vidal



Universidad de Jaén
Escuela Politécnica Superior de Jaén

Documento 1

Índice general

Documentos del proyecto

Documento 2: Memoria	4
Documento 3: Anexos	7
Anexo 1: Elección de la potencia óptima	7
Anexo 2: Cálculos eléctricos	9
Anexo 3: Datos de la radiación solar	11
Anexo 4: Datos de consumo eléctrico	12
Anexo 5: Documentación técnica	12
Documento 4: Planos	13
Documento 5: Pliego de condiciones	13
Documento 6: Estado de mediciones	16
Documento 7: Presupuesto	16
Documento 8: Estudios con entidad propia	17
Estudio con entidad propia 1: Impacto medioambiental de la instalación	17
Estudio con entidad propia 2: Estudio básico de seguridad y salud	19
Estudio con entidad propia 3: Análisis de la rentabilidad de la inversión	21

Documento 2: Memoria

Índice

Índice	4
Índice de Tablas	5
Índice de figuras	6
1. Objeto del proyecto	7
2. Promotor	7
3. Autor del proyecto	7
4. Localización	7
5. Antecedentes	8
6. Reglamentación	9
7. Otras referencias	10
7.1. Bibliografía	10
7.2. Recursos webs	11
7.3. Software	11
8. Justificación del proyecto	11
9. Programa de necesidades	12
10. Bases de cálculo	12
10.1. Datos meteorológicos	12
10.1.1. Irradiación:	12
10.1.2. Temperaturas	12
10.2. Datos de consumo	13
10.3. Eficiencias.	13
11. Resultados obtenidos	13
12. Solución adoptada	14
12.1. Generador fotovoltaico	14
12.2. Módulos Fotovoltaicos	15
12.3. Estructura soporte	17

12.4. Inversor	17
12.5. Cableado	19
12.5.1. Cableado de corriente continua	19
12.5.2. Cableado de Corriente Alterna	21
12.6. Canalizaciones	22
12.6.1. Corriente continua	22
12.6.2. Corriente alterna	24
12.7. Puesta a tierra	24
12.8. Protecciones	26
12.8.1. Protección contra contactos directos.....	26
12.8.2. Protección contra contactos indirectos	26
12.8.3. Protección frente a sobretensiones	27
12.8.4. Protección frente a sobrecargas y sobreintensidades	28
12.9. Cuadros eléctricos	31
13. Justificación de la solución adoptada	31
13.1. Generador fotovoltaico	31
13.2. Módulos Fotovoltáicos	31
13.3. Inversor	31
13.4. Cableado	32
13.4.1. Conexionado entre módulos	32
13.4.2. Conexionado con el inversor	33
13.5. Canalizaciones	34
13.5.1. Corriente continua	34
13.5.2. Corriente alterna	35
13.6. Puesta a tierra	35
13.7. Protecciones	35
14. Orden de prioridad entre documentos básicos	38

15. Presupuesto	38
16. Conclusiones	39

Índice de Tablas

Tabla 1: Coordenadas del centro comercial en los distintos sistemas de representación	8
Tabla 2: Temperaturas extremas utilizadas para el cálculo	12
Tabla 3: Curva de producción por kWp para cada uno de los días característicos de cada mes	13
Tabla 4: Comparación de las diferentes potencias en términos de producción	14
Tabla 5: Datos de subgenerador tipo 1	15
Tabla 6: Datos subgenerador tipo 2	15
Tabla 7: Componentes módulo elegido	15
Tabla 8: Características eléctricas módulo elegido.....	16
Tabla 9: Características mecánicas módulo elegido	16
Tabla 10: Diferentes coeficientes térmicos del módulo elegido	16
Tabla 11: Características de salida	18
Tabla 12: Características de salida	18
Tabla 13: Características mínimas que deben cumplir los tubos	24
Tabla 14: Conductores de protección	25
Tabla 15: Tabla 1 del artículo 14 del RD 1699/2011	36

Índice de figuras

Figura 1: Características estructura de soporte	17
Figura 2: Componentes Inversores	19

Documento 3: Anexos

Anexo 1: Elección de la potencia óptima

Índice

Índice	2
Lista de Gráficos	2
Lista de Figuras	2
Lista de tablas	2
1. Introducción	3
2. Limitaciones de potencia pico	3
2.1. Limitación por capacidad de cubierta	3
2.2. Limitación por legislación	4
3. Obtención de la curva de producción	4
3.1. Curva de radiación	4
3.2. Curva de consumo	4
3.3. Curva de producción	5
4. Selección de la potencia óptima	6

Lista de Gráficos

Gráfico 1: Generación horaria frente a consumo eléctrico en kWh. Marzo no laborable.....	8
Gráfico 2: Generación horaria frente a consumo eléctrico en kWh. Julio laborable	8

Lista de Figuras

Figura 1: Máximo número de módulos a instalar	3
---	---

Lista de tablas

Tabla 1: Curva de producción por kWp para cada uno de los días característicos de cada mes	6
Tabla 2: Comparación de las diferentes potencias en términos de producción	7
Tabla 3: Comparación de las diferentes potencias en términos económicos	7

Anexo 2: Cálculos eléctricos

Índice

Índice	2
Índice de Figuras	3
Índice de Tablas	3
1. Introducción	4
2. Generador Fotovoltáico	4
2.1. Elección del inversor	4
2.2. Número de ramas paralelo	5
2.3. Número de ramas serie	5
2.4. Número total de módulos	5
2.5. Separación entre módulos	5
2.6. Comprobación temperaturas	6
2.7. Resultados	6
3. Sombras	8
3.1. Sombras externas.....	8
3.2. Sombras de otros elementos presentes	8
3.3. Sombras entre módulos	8
4. Secciones de conductores	8
4.1. Corriente continua	8
4.1.1. Criterio 1: Criterio térmico	8
4.1.2. Criterio 2: Criterio de caída de tensión	9
4.1.3. Criterio 3: Criterio económico	9
4.2. Corriente alterna	9
4.2.1. Criterio 1: Criterio térmico	9
4.2.2. Criterio 2: Criterio de caída de tensión	10
4.3. Resultados	10
4.3.1. Corriente continua	10

4.3.2. Corriente alterna	11
5. Protecciones eléctricas	13
5.1. Corriente continua	13
5.1.1. Protección frente a sobretensiones	13
5.1.2. Protección frente a sobrecargas y sobreintensidades	15
5.1.3. Protección frente a contactos directos e indirectos	16
5.2. Corriente alterna	18
5.2.1. Protección frente a sobretensión	18
5.2.2. Protección frente a sobrecargas y sobreintensidades	19
5.2.3. Protección frente a contactos directos e indirectos	19
6. Equipos de medida	20

Índice de Figuras

Figura 1: Esquema descargador sobretensión cc	14
Figura 2: Características fusibles	15
Figura 3: Esquema IT	18
Figura 4: Esquema conexión magnetotérmico líneas individuales	19

Índice de Tablas

Tabla 1: Características del inversor	4
Tabla 2: Temperaturas máximas y mínimas históricas para Jaén	7
Tabla 3: Temperaturas ambiente de operación máximas para Jaén.	7
Tabla 4: Cálculos para temperaturas extremas para inversor de 12 kW.	7
Tabla 5: Datos de cada uno de los subgeneradores de 12 kW	7
Tabla 6: Cálculos para temperaturas extremas para inversor de 8 kW.	7
Tabla 7: Datos de cada uno de los subgeneradores de 8 kW	8
Tabla 8: Separación entre series de módulos en paralelo	8
Tabla 9: Resultados obtenidos en corriente continua	11
Tabla 10: Resultados tramo 1 corriente alterna.....	12

Tabla 11: Resultados tramo 2 corriente alterna.....	12
Tabla 12: Cálculos para las temperaturas extremas	13
Tabla 13: Características del descargador sobretensión elegido	14
Tabla 14: Características fusibles CC	16
Tabla 15: Características seccionador inversor	16
Tabla 16: Características descargador alterna	18
Tabla 17: Características magnetotérmico líneas individuales	19

Anexo 3: Datos de la radiación solar

Índice

Índice	2
1. Enero [kWh]	3
2. Febrero [kWh]	3
3. Marzo [kWh]	3
4. Abril [kWh]	4
5. Mayo [kWh]	4
6. Junio [kWh]	4
7. Julio [kWh]	5
8. Agosto [kWh]	5
9. Septiembre [kWh]	5
10. Octubre [kWh]	6
11. Noviembre [kWh]	6
12. Diciembre [kWh]	6

Anexo 4: Datos de consumo eléctrico

Índice

1. Enero [kWh]	3
2. Febrero [kWh]	3
3. Marzo[kWh]	4
4. Abril [kWh]	4
5. Mayo [kWh]	5
6. Junio [kWh]	5
7. Julio [kWh]	6
8. Agosto [kWh]	6
9. Septiembre [kWh]	7
10. Octubre [kWh]	7
11. Noviembre [kWh]	8
12. Diciembre [kWh]	8

Anexo 5: Documentación técnica

Índice

Índice	2
1. Datos técnicos Inversores elegidos	3
2. Datos técnicos modulo fotovoltaico	13
3. Datos técnicos protecciones sobreintensidad	15
4. Datos técnicos estructura soporte	29
5. Datos técnicos equipos de medida	31
6. Datos técnicos conductores	33

Documento 4: Planos

Índice

Índice	2
Plano 1: Situación y emplazamiento	3
Plano 2: Ubicación de paneles	4
Plano 3: Esquema Unifilar	5
Plano 4: Detalles esquema unifilar	6

Documento 5: Pliego de condiciones

Índice

Índice	2
1. Objeto	4
2. Documentos que definen las obras	4
3. Condiciones facultativas	4
3.1. Delimitación general de funciones técnicas	4
3.1.1. Técnica Facultativa	4
3.1.2. Contratista.....	5
3.2. Obligaciones y derechos generales del contratista	6
3.2.1. Verificación de los documentos del proyecto	6
3.2.2. Plan de seguridad e higiene	6
3.2.3. Oficina en la obra.....	6
3.2.4. Presencia del contratista	6
3.2.5. Trabajos no estipulados expresamente	7
3.2.6. Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones de los Documentos del Proyecto	7
3.2.7. Reclamaciones contra las órdenes de la Dirección Facultativa	8
3.2.8. Faltas de personal	8

4. Condiciones económicas	8
4.1. Abandono de la obra	8
4.2. Precios	8
4.3. Revisión de precios	9
4.4. Penalizaciones	9
4.5. Contrato	9
4.6. Responsabilidades	9
4.7. Rescisión del contrato.....	10
4.8. Liquidaciones en caso de rescisión del contrato	10
5. Condiciones Técnicas	10
5.1. Objeto	10
5.2. Condiciones generales	11
5.2.1. Calidad de los materiales	11
5.2.2. Materiales que no constan en el proyecto	11
5.3. Disposiciones Vigentes.....	11
5.4. Generalidades	11
5.5. Módulos Fovovoltaicos	12
5.6. Estructura Soporte.....	13
5.7. Inversor	14
5.8. Canalizaciones	15
5.9. Cableado	16
5.9.1. Designación de los de los cables de energía de baja tensión. Cables eléctricos de tensión asignada hasta 450/750 V	17
5.9.2. Designación de los cables de energía de baja tensión .Cables eléctricos de tensión asignada 0,6/1 kV	17
5.9.3. Colores de los cableados	17
5.10. Conexión a Red	18

5.11. Protecciones	18
5.12. Medida de la Energía	18
5.13. Puesta a tierra	19
5.14. Armónicos y compatibilidad electromagnética	19
5.15. Ejecución de las obras	19
5.15.1. Replanteo de la obra	19
5.15.2. Ejecución del trabajo	19
5.15.3. Estructura soporte de los módulos fotovoltaicos	19
5.15.4. Conexiones	20
5.16. Protección del medio ambiente	20
5.17. Recepción y pruebas	20
5.18. Mantenimiento	21
5.18.1. Requerimientos técnicos del contrato de mantenimiento	21
5.18.2. Mantenimiento a realizar por el propietario	22
5.19. Garantías	22
5.19.1. Plazos	22
5.19.2. Condiciones económicas	23
5.19.3. Anulación de la garantía	23
5.19.4. Lugar y tiempo de la prestación	24

Documento 6: Estado de mediciones

Índice

Índice	2
CAPÍTULO 0001 GENERADOR FOTOVOLTAICO	3
CAPÍTULO 0002 INVERSORES	3
CAPÍTULO 0003 CUADROS ELÉCTRICOS	3
CAPÍTULO 0004 CABLEADO Y CANALIZACIONES	4
CAPÍTULO 0005 VERIFICACIÓN Y PUESTA EN MARCHA	5

Documento 7: Presupuesto

Índice

Índice	2
1. Precios simples	3
2. Cuadros de precios	4
3. Presupuesto ejecución material	9
4. Resumen del presupuesto	16

Documento 8: Estudios con entidad propia

Estudio con entidad propia 1: Impacto medioambiental de la instalación

Índice

Índice	2
1. Introducción	4
2. Análisis del ciclo de vida.....	4
3. Acciones y residuos susceptibles de producir impacto ambiental	6
3.1. Fase de fabricación de materiales	6
3.2. Fase de construcción	6
3.3. Fase de explotación	6
3.4. Fase de desmantelamiento	6
4. Identificación y valoración de impactos	6
4.1. Fase de fabricación de materiales	6
4.2. Fase de construcción	7
4.2.1. Impacto sobre la atmósfera.....	7
4.2.2. Impacto sobre el suelo	7
4.2.3. Impacto sobre las aguas	8
4.2.4. Impacto sobre la vegetación	8
4.2.5. Impacto sobre la fauna	8
4.2.6. Impacto sobre el paisaje	8
4.2.7. Impacto socioeconómico	8
4.3. Fase de explotación	8
4.3.1. Impacto sobre la atmósfera.....	8
4.3.2. Impactos sobre el suelo	9
4.3.3. Impactos sobre el agua	9
4.3.4. Impacto sobre la vegetación	9
4.3.5. Impacto sobre la fauna	9

4.3.6. Impacto sobre el paisaje	9
4.3.7. Impacto socioeconómico	9
4.3.8. Fase de desmantelamiento	9
5. Medidas preventivas y correctivas	10
5.1. Corrección del impacto atmosférico	10
5.1.1. Contaminación del aire:	10
5.1.2. Ruido	10
5.2. Corrección del impacto sobre el paisaje	10
6. Sostenibilidad energética del proyecto	11
7. Emisiones	11

Estudio con entidad propia 2: Estudio básico de seguridad y salud

Índice

Índice	2
1. Justificación del estudio Básico de Seguridad y Salud	4
2. Objeto	4
3. Situación y descripción de la obra	4
4. Características de las obras	4
4.1. Mano de obra	4
4.2. Interferencias y servicios afectados	5
4.3. Unidades constructivas que componen la obra	5
4.4. Riesgos detectables más comunes	5
4.4.1. Cargas de los componentes a la cubierta	5
4.4.2. Instalación eléctrica	5
5. Normas y medidas preventivas	6
5.1. Cargas, descargas y obras interiores	6
5.2. Instalación eléctrica	6
5.2.1. Normas de prevención tipo para los cables.	6
5.2.2. Normas de prevención tipo para los interruptores.	6
5.2.3. Normas de prevención tipo para los cuadros eléctricos.....	6
5.2.4. Normas de prevención tipo para las tomas de energía	7
5.2.5. Normas de prevención tipo para las tomas de tierra.	7
5.2.6. Normas de seguridad tipo, de aplicación durante el mantenimiento y reparaciones de la instalación eléctrica	7
5.2.7. Normas de actuación para el delegado de prevención, para la supervisión y control de la instalación eléctrica	8
6. Prevención de riesgos profesionales	9
6.1. Protecciones individuales	9
6.1.1. Protección de la cabeza	9

6.1.2. Protección del cuerpo	9
6.1.3. Protección extremidades superiores	9
6.1.4. Protección extremidades inferiores	10
6.2. Protecciones colectivas	10
6.2.1. Señalización general	10
6.2.2. Instalación eléctrica	10
6.2.3. Pantallas	10
6.2.4. Instalaciones varias	10
6.2.5. Protección contra incendios	10
7. Formación	11
8. Medicina preventiva y primeros auxilios	11
8.1.1. Botiquines	11
8.1.2. Asistencia a accidentados	11
8.1.3. Reconocimiento médico	11
9. Prevención de riesgos de daños a terceros	11

Estudio con entidad propia 3: Análisis de la rentabilidad de la inversión

Índice

Índice	2
Lista de tablas	2
1. Introducción	3
2. VAN	3
3. TIR	4
4. Pay-Back	5
5. Análisis de la inversión	6
6. Resultados del análisis	6
6.1. Datos	6
6.2. Resultados	7

Lista de tablas

Tabla 1: Costes unitarios por kWp según la potencia instalada.....	6
Tabla 2: Datos para realizar los cálculos de los supuestos	7
Tabla 3: Resultados obtenidos	7



Universidad de Jaén
Escuela Politécnica Superior de Jaén

Documento 2

Memoria

Hoja de Identificación

Título del Proyecto

Instalación fotovoltaica para autoconsumo

Situación y emplazamiento

Calle Fuente del Alamillo, 4, 23006 Jaén (Jaén)

Coordenadas

Coordenada	Valor
UTM	30 S 428807 4181817
MGRS	30SVG28808181
G M S.s	37 46 51.4 N, 03 48 30.5 O
G M.m	37 46.856 N, 03 48.508 O
G.g	37.7809347, -3.8084689

Promotor

Universidad de Jaén

Autor

Juan Manuel Rodríguez Torres

Tutor

D. Pedro Gómez Vidal

Jaén, Septiembre de 2015

Índice

Índice	4
Índice de Tablas.....	5
Índice de figuras.....	6
1. Objeto del proyecto	7
2. Promotor	7
3. Autor del proyecto	7
4. Localización.....	7
5. Antecedentes	8
6. Reglamentación.....	9
7. Otras referencias	10
7.1. Bibliografía.....	10
7.2. Recursos webs	11
7.3. Software	11
8. Justificación del proyecto	11
9. Programa de necesidades	12
10. Bases de cálculo.....	12
10.1. Datos meteorológicos	12
10.1.1. Irradiación:	12
10.1.2. Temperaturas.....	12
10.2. Datos de consumo.....	13
10.3. Eficiencias.....	13
11. Resultados obtenidos	13
12. Solución adoptada.....	14
12.1. Generador fotovoltaico	14
12.2. Módulos Fotovoltaicos	15
12.3. Estructura soporte	17
12.4. Inversor	17
12.5. Cableado.....	19
12.5.1. Cableado de corriente continua	19
12.5.2. Cableado de Corriente Alterna.....	21
12.6. Canalizaciones.....	22
12.6.1. Corriente continua	22
12.6.2. Corriente alterna.....	24

12.7.	Puesta a tierra.....	24
12.8.	Protecciones.....	26
12.8.1.	Protección contra contactos directos.....	26
12.8.2.	Protección contra contactos indirectos	26
12.8.3.	Protección frente a sobretensiones	27
12.8.4.	Protección frente a sobrecargas y sobreintensidades.....	28
12.9.	Cuadros eléctricos.....	31
13.	Justificación de la solución adoptada.....	31
13.1.	Generador fotovoltaico	31
13.2.	Módulos Fotovoltaicos	31
13.3.	Inversor	31
13.4.	Cableado.....	32
13.4.1.	Conexionado entre módulos	32
13.4.2.	Conexionado con el inversor	33
13.5.	Canalizaciones.....	34
13.5.1.	Corriente continua	34
13.5.2.	Corriente alterna	35
13.6.	Puesta a tierra.....	35
13.7.	Protecciones.....	35
14.	Orden de prioridad entre documentos básicos.....	38
15.	Presupuesto	38
16.	Conclusiones.....	39

Índice de Tablas

Tabla 1: Coordenadas del centro comercial en los distintos sistemas de representación	8
Tabla 2: Temperaturas extremas utilizadas para el cálculo	12
Tabla 3: Curva de producción por kWp para cada uno de los días característicos de cada mes	13
Tabla 4: Comparación de las diferentes potencias en términos de producción	14
Tabla 5: Datos de subgenerador tipo 1.....	15
Tabla 6: Datos subgenerador tipo 2	15
Tabla 7: Componentes módulo elegido	15
Tabla 8: Características eléctricas módulo elegido.....	16
Tabla 9: Características mecánicas módulo elegido	16
Tabla 10: Diferentes coeficientes térmicos del módulo elegido	16
Tabla 11: Características de salida	18

Tabla 12: Características de salida	18
Tabla 13: Características mínimas que deben cumplir los tubos	24
Tabla 14: Conductores de protección	25
Tabla 15: Tabla 1 del artículo 14 del RD 1699/2011	36

Índice de figuras

Figura 1: Características estructura de soporte	17
Figura 2: Componentes Inversores	19

1. Objeto del proyecto

En el presente proyecto se realiza el estudio y diseño de una instalación fotovoltaica para autoconsumo conectada en paralelo con la red eléctrica de alimentación a un centro comercial. La energía generada por la instalación fotovoltaica se destinará al consumo propio del centro y en el caso de excedentes se venderá a la red.

El objeto del proyecto es realizar el diseño de la instalación fotovoltaica, junto con el resto de componentes eléctricos, mecánicos y electrónicos que son mencionados en la instalación y determinar las características técnicas de lo proyectado.

También es objeto de este proyecto legalizar la instalación ante los organismos legales correspondientes para su puesta en ejecución.

Por el contrario, no será objeto de este proyecto la definición de la obra civil necesaria ajena a la especificada en esta memoria.

2. Promotor

El promotor del presente proyecto es la Universidad de Jaén, cuyo fin es de servir como Trabajo Final de Grado en la titulación Grado en Ingeniería Eléctrica.

3. Autor del proyecto

El proyecto ha sido realizado por el alumno Juan Manuel Rodríguez Torres, alumno del Grado en ingeniería Eléctrica impartido por la Escuela Politécnica Superior de Jaén.

4. Localización

El centro comercial está situado en Calle Fuente del Alamillo, 4, 23006 Jaén (Jaén), en el lugar exacto indicado en el Plano 01. Las coordenadas UTM del lugar se pueden ver en la Tabla 1.

Coordenada	Valor
UTM	30 S 428807 4181817
MGRS	30SVG28808181
G M S.s	37 46 51.4 N, 03 48 30.5 O
G M.m	37 46.856 N, 03 48.508 O
G.g	37.7809347, -3.8084689

Tabla 1: Coordenadas del centro comercial en los distintos sistemas de representación

5. Antecedentes

Con la aprobación el 8 de Diciembre de 2011 del Real Decreto 1699/2011 por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia, se realizaba la trasposición de la legislación española de la Directiva Europea 2009/28/CE, relativa al fomento de las de energías renovables (EERR), teniendo como finalidad simplificar la tramitación exigida para acelerar la entrada en el sistema eléctrico de instalaciones de pequeño tamaño regulando las condiciones administrativas y técnicas básicas para la conexión de las instalaciones de fuentes renovables y de cogeneración de pequeña potencia.

Así, se pretende el desarrollo de la generación distribuida, que presenta beneficios para el sistema como son la reducción de pérdidas en la red, la reducción de necesidades de inversiones en nuevas redes y, en definitiva, una minimización del impacto de las instalaciones eléctricas en su entorno.

Del mismo modo, mediante este RD se regula el suministro de la energía eléctrica producida en el interior de la red de un consumidor, para su propio consumo, con el objetivo de incentivar el autoconsumo.

Actualmente, la tecnología fotovoltaica ofrece la posibilidad de suministrar energía eléctrica para autoconsumo de una manera competitiva, pues el coste de instalación se ha reducido considerablemente en los últimos años. A esto hay que sumarle que la tecnología fotovoltaica se puede expandir como Generación Distribuida modular, pues presenta una naturaleza distribuida, que sumada a la facilidad de instalación gracias a la modularidad de los sistemas, hace que su aparición en el consumo del usuario final sea muy factible.

Hasta entonces todo parecía encaminado a un desarrollo del autoconsumo fotovoltaico en España, pero nada más lejos de la realidad, con la entrada en vigor del

Real Decreto-Ley 1/2012, que ha supuesto la paralización, por tiempo indefinido, del sistema de fomento de las EERR existente hasta la fecha en España (basado en tarifas de inyección a red), así como la entrada en vigor de la Ley 24/2013 del Sector Eléctrico, que contiene un punto muy desfavorable para el desarrollo de la fotovoltaica, ya que impone una tasa de respaldo para contribuir al coste de la infraestructura eléctrica. Todo ello ha propiciado que el autoconsumo fotovoltaico no sea viable actualmente en España.

España cuenta con un potencial fotovoltaico grande, siendo el mayor de los países europeos, pues tenemos una climatología y un potencial solar elevado, y teniendo una gran disponibilidad de cubiertas y sistema integrados en tejado para poder realizar generación distribuida en nuestros edificios, estamos perdiendo la ocasión de aprovechar una energía limpia e inagotable, pudiendo mejorar la eficiencia energética general del país, pero lamentablemente, como estamos viendo, priman más los interés económicos y políticos, frente a los medioambientales y de sostenibilidad energética.

6. Reglamentación

- Ley 54, de 27 de Noviembre, por el que se aprueba la Ley del Sector Eléctrico (BOE nº 285 de 28/11/1997).
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de Diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica (BOE nº 310 de 27/12/2000). Así como las siguientes aclaraciones y modificaciones del mismo:
 - Instrucción de 27/03/2001, Normas aclaratorias (BOJA nº 54 de 12/05/2001).
 - Instrucción de 11/01/2006, por el que se modifica la circular E-1/2002, sobre interpretación del artículo 162 del R.D. 1955/2000 (BOJA nº 19 de 30/01/2006).
 - Decreto 9/2011, de 18 de Enero, por el que se modifica el R.D. 1955/2000 (BOJA nº 22 de 02/02/2011).
- Real Decreto 842/2002, de 2 de Agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (BOE nº 224 de 18/09/2002).
- Normas Particulares y Condiciones Técnicas y de Seguridad de la Empresa Distribuidora de Energía Eléctrica ENDESA Distribución S.L.U. (BOJA nº 109 de 07/06/2005).
- Real Decreto 314/2006, de 17 de Marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación y las exigencias básicas desarrolladas en su Documento Básico DB – HE de Ahorro Energético (BOE nº 74 de 28/03/2006).
- Orden de 26 de Marzo de 2007, por el que se aprueban las Especificaciones Técnicas de las Instalaciones Fovoltaicas Andaluzas (BOJA nº 80 de 24/04/2007).

- Decreto 50/2008, de 19 de febrero, por el que se regulan los procedimientos administrativos referidos a las instalaciones de energía solar fotovoltaica emplazadas en la Comunidad Autónoma de Andalucía (BOJA nº 44 de 04/03/2008).
- Real Decreto Ley 14/2010, de 23 de diciembre por el que se establecen medidas urgentes para la corrección del déficit tarifario del sector eléctrico.
- Decreto 9/2011, de 18 de enero, por el que se modifican diversas normas reguladoras de procedimientos administrativos de industria y energía, en particular del decreto 50/2008 (BOJA nº 22 de 02/02/2011).
- Real Decreto 1544/2011, de 31 de octubre, por el que se establecen los peajes de acceso a las redes de transporte y distribución que deben satisfacer los productores de energía eléctrica.
- Real Decreto 1699/2011, de 18 de Noviembre (BOE nº 295 de 08/12/2011), por el que se regula la Conexión a Red de Instalaciones de Producción de Energía Eléctrica de Pequeña Potencia. Así como las siguientes correcciones del mismo:
 - Corrección de Errores del R.D. 1699/2011 de 11 de Febrero (BOE nº 36 de 11/02/2012).
- Real Decreto Ley 1/2012, de 27 de Enero, por el que se procede a la suspensión de los procedimientos de preasignación de retribución y a la supresión de los incentivos económicos para nuevas instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de cogeneración, fuentes de energía renovables y residuos.
- Circular 6/2012, de 27 de Septiembre, del Ministerio de Industria, Energía y Turismo, por el que se regula la gestión del sistema de garantía de origen de la electricidad procedente de fuentes de energía renovables y de cogeneración de alta eficiencia (BOE 31/10/2012).
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico. Publicado en BOE núm. 310 de 27 de Diciembre de 2013.
- Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos. Publicado en BOE núm. 140 de 10 de Junio de 2014
- Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red del IDAE.
- Normas UNE, publicadas por AENOR. Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas,
- Subestaciones y Centros de Transformación e Instrucciones Técnica Complementarias.

7. Otras referencias

7.1. Bibliografía

- SANCHEZ MARTÍN, J. Proyecto de sistema fotovoltaico conectado a red interior para autoconsumo en nuevo hipermercado. Universidad Internacional de Andalucía. 2013.

- CASERO CARRILLO, G. A. Integración de un sistema fotovoltaico conectado a red en una nave de uso industrial. Caso de Conexión de autoconsumo. Universidad de Jaén. 2013.
- TERMES, RAFAEL. La decisión de invertir y la teoría de opciones. Seminario sobre "Toma de decisiones en ambientes profesionales". 2010
- SECO BENEDICTO, M. Análisis de inversiones y proyectos de inversión. Escuela de organización industrial.
- PANER, Plan de acción nacional de energías renovables de España 2011-2020
- Documento Básico HE de Ahorro de Energía, Sección HE 5
- IDAE, 2011. Instalaciones de Energía Solar Fotovoltaica. Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a la Red. IDAE, Madrid.
- REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO DE BAJA TENSIÓN, aprobado por Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto
- GÓMEZ VIDAL, PEDRO. Apuntes asignatura "Tecnología eléctrica de los sistemas fotovoltaicos". Universidad de Jaén. Curso 2014/2015
- PEREZ HIGUERAS, P. J. Apuntes asignatura "Instalaciones fotovoltaicas". Universidad de Jaén. Curso 2013/2014

7.2. Recursos webs

- <http://www.idae.es/>
- <http://www.codigotecnico.org/web/cte/>
- <http://www.agenciaandaluzadelaenergia.es/Radiacion/radiacion1.php>
- <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis>
- <http://www.boe.es>
- <http://www.juntadeandalucia.es/eboja.html>
- <http://www.solarweb.net/>
- <http://www.energias-renovables.com/>
- <http://www.energiasrenovables.ciemat.es/>
- <http://noticias.juridicas.com/>

7.3. Software

- Microsoft Excel 2010
- Microsoft Word 2010
- DraftSight 2015

8. Justificación del proyecto

Según lo establecido en la Ley 24/2013 , de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico en su artículo 53, para la autorización de puesta en marcha de una nueva

instalación de generación conectada a red será necesaria la realización y puesta en marcha de un proyecto.

Por otra parte, el Reglamento Electrotécnico para Baja tensión (REAL DECRETO 842/2002) en su ITC-BT-04 punto 3, necesitarán proyecto las instalaciones de generadores y convertidores con una potencia superior a 10 kW. Además, las instalaciones realizadas en locales de pública concurrencia requerirán de proyecto sea cual sea la ocupación.

9. Programa de necesidades

Las necesidades establecidas es la cobertura de la mayor parte del consumo eléctrico mediante energía renovable fotovoltaica. El consumo eléctrico del centro comercial se puede observar en el documento Anexo 4.

10. Bases de cálculo

10.1. Datos meteorológicos

Los datos meteorológicos necesarios para el diseño y desarrollo del sistema fotovoltaico que nos ocupa son los de irradiación y temperatura ambiente principalmente. Estos datos han sido consultados en las siguientes fuentes:

10.1.1. Irradiación:

Obtenida a través del programa web de cálculo de la Junta de Andalucía proporcionado para la Agencia Andaluza de la Energía. Este programa nos ofrece los datos de irradiación medidos por las estaciones meteorológicas instaladas. La única limitación que nos ofrece es sólo poder obtener la radiación en localidades donde se encuentre situada una estación meteorológica.

Los datos obtenidos han sido verificados y comprobados mediante el denominado PVGIS, es decir, del “Photovoltaic Geographical Information System” desarrollado por el la Comisión Europea a través del “Joint Research Centre –Institute for Energy and Transport”, con objeto de contribuir a la implantación de las energías renovables en la Unión Europea.

Todos los datos de radiación obtenidos se pueden observar en el documento Anexo 3.

10.1.2. Temperaturas

Para las temperaturas se han consultado los máximos y mínimos históricos para la localidad de Jaén, de manera que obtenemos los siguientes datos

Temperaturas extremas	
Tmax	44,6 °C
Tmin	-8,5 °C

Tabla 2: Temperaturas extremas utilizadas para el cálculo

Los valores máximos fueron obtenidos el 26 de julio de 1998, mientras que los valores mínimos el día 11 de enero de 1991.

10.2. Datos de consumo

Los datos de consumo eléctrico han sido proporcionados por el promotor, estando todos disponibles en el documento Anexo 4.

10.3. Eficiencias.

Todos los valores de eficiencias y rendimientos considerados han sido obtenidos de las respectivas hojas de características, siendo las siguientes:

$$\text{Eficiencia módulo} = 15,1\%$$

$$\text{Eficiencia inversor} = 97,1\%$$

$$\text{PV system losses} = 26,5\%$$

11. Resultados obtenidos

Tras los cálculos realizados según hipótesis, los cuales pueden observarse con todo detalle en el documento Anexo 1, obtenemos la siguiente tabla de generación por kWp instalado.

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Hora	[Wh/kWp]	[Wh/kWp]	[Wh/kWp]	[Wh/kWp]	[Wh/kWp]	[Wh/kWp]	[Wh/kWp]	[Wh/kWp]	[Wh/kWp]	[Wh/kWp]	[Wh/kWp]	[Wh/kWp]
0:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7:00	0	0	0	0	1	9	5	0	0	0	0	0
8:00	0	46	101	33	75	94	87	55	11	0	0	0
9:00	135	170	238	126	204	224	222	187	135	55	0	0
10:00	276	302	380	238	348	366	370	335	285	168	118	63
11:00	400	421	504	350	490	504	514	483	437	287	237	158
12:00	487	503	590	448	610	621	636	610	569	400	349	248
13:00	519	532	620	515	691	699	718	695	659	475	425	309
14:00	487	503	590	539	720	727	747	725	691	502	452	331
15:00	400	421	504	515	691	699	718	695	659	475	425	309
16:00	276	302	380	448	610	621	636	610	569	400	349	248
17:00	135	170	238	350	490	504	514	483	437	287	237	158
18:00	0	46	101	238	348	366	370	335	285	168	118	63
19:00	0	0	0	126	204	224	222	187	135	55	0	0
20:00	0	0	0	33	75	94	87	55	11	0	0	0
21:00	0	0	0	0	1	9	5	0	0	0	0	0
22:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 3: Curva de producción por kWp para cada uno de los días característicos de cada mes

Partiendo de esta tabla, podemos obtener la generación fotovoltaica que habrá a la entrada del inversor para cada una de las distintas potencias disponibles. Así,

obtenemos los siguientes datos de producción, que se pueden observar en las siguientes tablas:

Potencia [kWp]	Total Generación [kWh]	Generación autoconsumo [kWh]						
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	Generada a red
1,0	1.553	307	256	28	111	234	617	0
10,0	15.534	3.072	2.561	284	1.107	2.340	6.170	0
20,0	31.069	6.144	5.123	569	2.213	4.679	12.341	0
30,0	46.603	9.216	7.684	853	3.320	7.019	18.511	0
50,0	77.672	15.361	12.806	1.422	5.533	11.699	30.852	0
60,0	93.207	18.433	15.368	1.706	6.639	14.038	37.022	0
66,0	102.527	20.276	16.904	1.877	7.303	15.442	40.724	0
69,0	107.188	21.198	17.673	1.962	7.635	16.144	42.575	9
75,0	116.508	23.041	19.210	2.133	8.299	17.548	46.278	58
87,5	135.926	26.881	22.411	2.489	9.683	20.473	53.991	489
100,0	155.344	30.721	25.613	2.844	11.066	23.397	61.704	1.909
110,0	170.879	33.793	28.174	3.128	12.172	25.737	67.874	3.984
115,5	179.423	35.483	29.583	3.285	12.781	27.024	71.268	5.506
200,0	310.689	61.442	51.225	5.688	22.131	46.794	123.407	44.535
300,0	466.033	92.163	76.838	8.532	33.197	70.191	185.111	120.092

Tabla 4: Comparación de las diferentes potencias en términos de producción

Por los criterios seguidos en el documento Anexo 1, se elige como potencia para instalar 100 kWp. Para tener en la salida esa potencia, se instalarán 104 kWp en total.

En total, se necesitará instalar un total de 416 módulos para generar la potencia deseada.

12. Solución adoptada

12.1. Generador fotovoltaico

Nuestro generador fotovoltaico se dispondrá en la cubierta transitable del centro comercial, siendo de fácil acceso, pero de forma privada.

El generador ha sido dimensionado para cubrir la máxima producción posible de la demanda del centro comercial, teniendo en cuenta la superficie disponible y teniendo en cuenta la potencia máxima disponible. De esta manera hemos determinado un generador de 104 kWp de potencia nominal en condiciones estándar de medida (STC).

Nuestro generador estará dividido en 9 subgeneradores diferentes. De estos subgeneradores, 8 de ellos tendrán la siguiente configuración.

DATOS GENERADOR	
M. serie	16
M. Paralelo	3
Potencia	12 kWp
Voc	598,4 V
Isc	26,7 A

Vmpp	483,2 V
Impp	24,9 A

Tabla 5: Datos de subgenerador tipo 1

El subgenerador restante tendrá la siguiente configuración

DATOS GENERADOR	
M. serie	16
M. Paralelo	2
Potencia	8 kWp
Voc	598,4 V
Isc	17,8 A
Vmpp	483,2 V
Impp	16,6 A

Tabla 6: Datos subgenerador tipo 2

Cada uno de los subgeneradores irá conectado a su correspondiente inversor, tal como se muestra en los documentos Plano 2 y Plano 3. La unión en paralelo de todos los inversores conformará el generador fotovoltaico total.

El generador se dispondrá con una orientación $\alpha=0^\circ$ (Sur) y una inclinación de $\beta=15^\circ$, con objeto de maximizar la superficie instalable de módulos sin reducir considerablemente la eficiencia.

La cubierta donde se dispondrá el generador fotovoltaico se encontrará libre de obstáculos. Además, se trata de una cubierta totalmente transitable y apta para instalar nuestro generador.

12.2. Módulos Fotovoltaicos

Los módulos fotovoltaicos a emplear en el presente proyecto serán del fabricante Krannich Solar, concretamente el modelo REC 250PE, que emplean tecnología de células de Silicio Policristalino.

Componentes	
Tipo de célula	Policristalino
Número de células	60
Célula [mm]	156
Conector	MC4 connectable

Tabla 7: Componentes módulo elegido

Los módulos REC 250PE tendrán las siguientes características:

Datos eléctricos	
Potencia (Wp)	250.0
Vmpp (V)	30.2
Impp (A)	8.3
Vca (V)	37.4
Icc (A)	8.9
Tolerancia	+5 Wp
Vmax (V)	1000.0

Tabla 8: Características eléctricas módulo elegido

Dimensiones y peso	
Largo (mm)	1665
Ancho (mm)	991
Alto (mm)	38
Peso (kg)	18
Área (m ²)	1.65

Tabla 9: Características mecánicas módulo elegido

Las variaciones de tensión, corriente y potencia con la temperatura vienen indicadas en la siguiente tabla

Coefficientes térmicos	
Coef. P (%/°C)	-0.40
Coef. I (%/°C)	0.02
Coef. V (%/°C)	-0.27

Tabla 10: Diferentes coeficientes térmicos del módulo elegido

El módulo cuenta con las certificaciones IEC/TÜV.

Para la instalación se utilizarán un total de 416 módulos, que vendrán suministrados en 10 palés y medio.

Los módulos fotovoltaicos se instalarán de forma que el aire pueda circular libremente a su alrededor, ya que así se conseguirá disminuir la temperatura de trabajo de las células y por tanto mejorar el rendimiento de los módulos fotovoltaicos. Esto se conseguirá al disponer los módulos fotovoltaicos sobre una estructura metálica diseñada para tal fin.

No obstante, si se desea obtener más información de los módulos fotovoltaicos se puede consultar la correspondiente ficha técnica de los mismos adjunta en el Anexo 5 del presente proyecto.

12.3. Estructura soporte

La función principal de la estructura soporte será la de servir de soporte y fijación segura de los módulos fotovoltaicos, proporcionándoles la inclinación y orientación óptimas, con objeto de maximizar la generación de energía eléctrica.

La estructura soporte empleada en el presente proyecto será del fabricante Krannich Solar, concretamente el modelo K2 Systems.

Todos los componentes de la estructura han sido fabricados en aluminio, con el objetivo de lograr una alta vida útil y una elevada resistencia a la corrosión, minimizando o haciendo prácticamente nulo el mantenimiento de la misma y de una gran resistencia frente a las acciones de agentes ambientales.

Las principales características del mismo son las siguientes:

Componentes
Guía K2-Light
Garantía
12 años
Material
Aluminio 6063 T66
Medidas disponibles: 2,10m - 3,43m - 4,35m - 5,40m - 6,10m
Peso: 0,85 Kg/m

Figura 1: Características estructura de soporte

El resto de características pueden verse si se quisiera en el documento Anexo 5.

12.4. Inversor

El inversor será el encargado de convertir la corriente continua generada por el generador fotovoltaico en corriente alterna de las mismas características que la de la red interior donde inyectará la energía nuestro sistema.

El sistema de conversión se realizará con múltiples inversores de pequeña potencia, de forma que consigamos mantener la generación en el supuesto fallo de alguno de los inversores, garantizando así una generación continua.

Para el presente proyecto se utilizarán dos inversores diferentes del fabricante ABB, denominados ABB string inverters PVI-10.0/12.5-TL-OUTD 10 to 12.5 kW. Son inversores capaces de funcionar en el exterior, con dos MPPT independientes capaces de obtener un 97.8% de eficiencia en cada uno de los MPPTs.

Las características de los inversores son las siguientes:

Type code	PVI-10.0-TL-OUTD		PVI-12.5-TL-OUTD
Output side			
AC grid connection type	Three-phase 3W+PE or 4W+PE		
Rated AC power (P_{acr} @ $\cos\phi=1$)	10000 W	12500 W	
Maximum AC output power (P_{acmax} @ $\cos\phi=1$)	11000 W ³⁾	13800 W ⁴⁾	
Maximum apparent power (S_{max})	11500 VA	13800 VA	
Rated AC grid voltage ($V_{ac,r}$)	400 V		
AC voltage range	320...480 V ¹⁾		
Maximum AC output current ($I_{ac,max}$)	16.6 A	20.0 A	
Contributory fault current	19.0 A	22.0 A	
Rated output frequency (f_r)	50 Hz / 60 Hz		
Output frequency range ($f_{min}...f_{max}$)	47...53 Hz / 57...63 Hz ²⁾		
Nominal power factor and adjustable range	> 0.995, adj. $\pm$ 0.9 with P_{acr} =10.0 kW, $\pm$ 0.8 with max 11.5 kVA	> 0.995, adj. $\pm$ 0.9 with P_{acr} =12.5 kW, $\pm$ 0.8 with max 13.8 kVA	
Total current harmonic distortion	< 2%		
AC connection type	Screw terminal block, cable gland M40		
Output protection			
Anti-islanding protection	According to local standard		
Maximum external AC overcurrent protection	25.0 A		
Output overvoltage protection - varistor	3 plus gas arrester		

Tabla 11: Características de salida

Type code	PVI-10.0-TL-OUTD		PVI-12.5-TL-OUTD
Input side			
Absolute maximum DC input voltage ($V_{max,abs}$)	900 V		
Start-up DC input voltage (V_{start})	360 V (adj. 250...500 V)		
Operating DC input voltage range ($V_{domin}...V_{domax}$)	0.7 x V_{start} ...850 V (min 200 V)		
Rated DC input voltage (V_{dcr})	580 V		
Rated DC input power (P_{dcr})	10300 W	12800 W	
Number of independent MPPT	2		
Maximum DC input power for each MPPT ($P_{MPPTmax}$)	6500 W	8000 W	
DC input voltage range with parallel configuration of MPPT at P_{acr}	300...750 V	360...750 V	
DC power limitation with parallel configuration of MPPT	Linear derating from max to null [750 V≤ V_{MPPT} ≤850 V]		
DC power limitation for each MPPT with independent configuration of MPPT at P_{acr} , max unbalance example	6500 W [380 V≤ V_{MPPT} ≤750 V] the other channel: P_{dcr} -6500 W [225 V≤ V_{MPPT} ≤750 V]	8000 W [445 V≤ V_{MPPT} ≤750 V] the other channel: P_{dcr} -8000 W [270 V≤ V_{MPPT} ≤750 V]	
Maximum DC input current (I_{dmax}) / for each MPPT ($I_{MPPTmax}$)	34.0 A / 17.0 A	36.0 A / 18.0 A	
Maximum input short circuit current for each MPPT	22.0 A		
Number of DC inputs pairs for each MPPT	2 (-S version) 3 (Standard or -FS version)		
DC connection type	Tool Free PV connector WM / MC4		
Input protection			
Reverse polarity protection	Inverter protection only, from limited current source, for standard and -S versions, and for -FS version when max 2 strings are connected		
Input over voltage protection for each MPPT - varistor	Yes		
Photovoltaic array isolation control	According to local standard		
DC switch rating for each MPPT (version with DC switch)	25 A / 1000 V		
Fuse rating (versions with fuses)	12 A / 1000 V		

Tabla 12: Características de salida

En la siguiente figura se puede observar cual es la configuración del inversor, con todos los componentes que dispone.

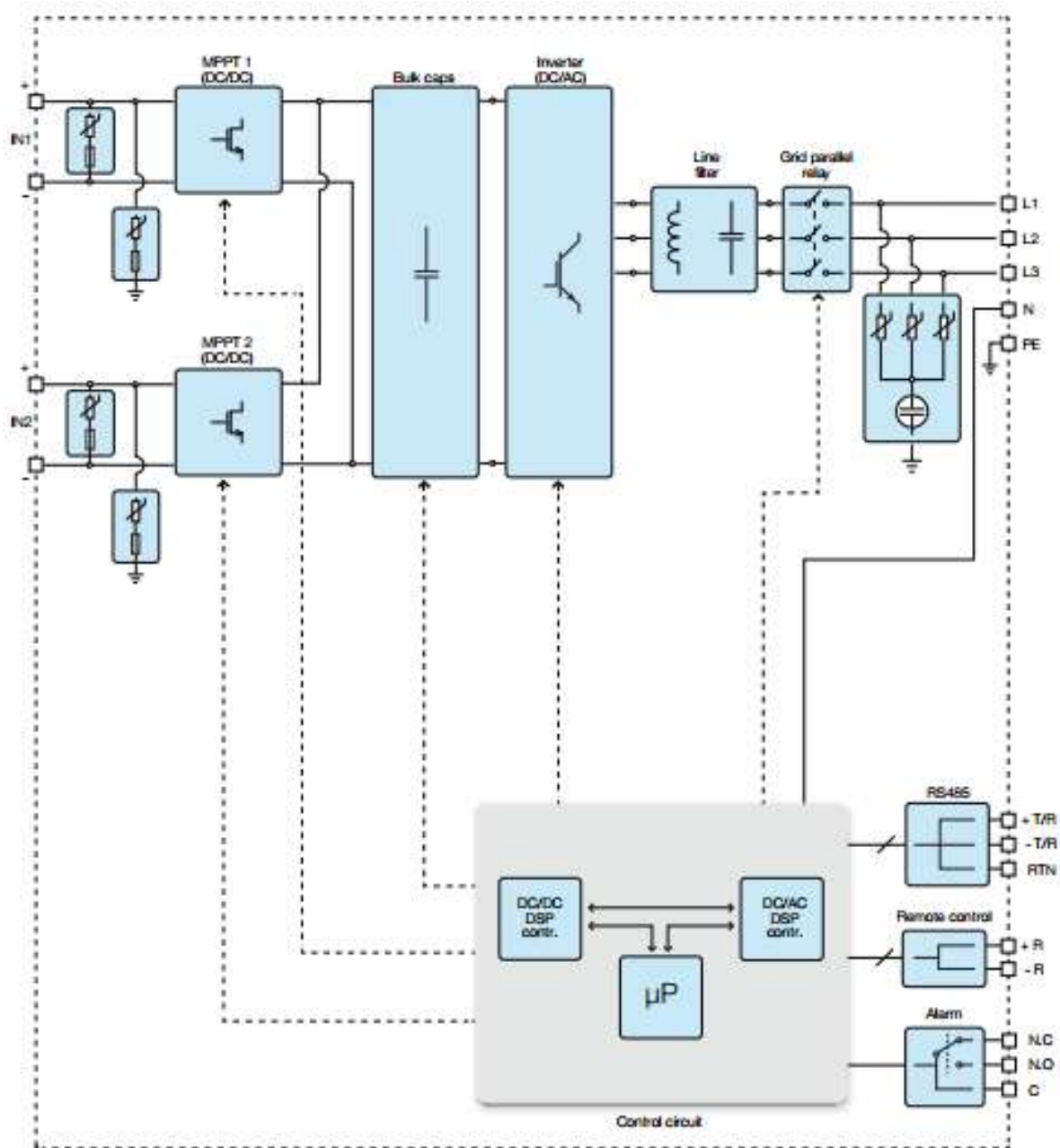


Figura 2: Componentes Inversores

El inversor cuenta con certificado de cumplimiento con las condiciones estipuladas en el RD 1699/2011, lo cual hace que pueda funcionar en España.

Si se desea obtener más información de los módulos fotovoltaicos se puede consultar la correspondiente ficha técnica de los mismos adjunta en el Anexo 5 del presente proyecto.

12.5. Cableado

12.5.1. Cableado de corriente continua

La elección de los conductores de la parte de corriente continua (CC) se realizará siguiendo lo indicado en la especificación AENOR EA 0038:2008 y en el Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red del IDAE.

La especificación EA 0038:2008 desarrolla el cableado a utilizar tanto en la conexión entre los módulos fotovoltaicos y las cajas de conexiones de CC y de estas con el inversor.

Los cables de la parte de continua serán cables diseñados para condiciones severas y de larga duración (superiores a 25 años), adecuados para equipos de aislamiento clase II, resistentes a temperaturas extremas (entre -40 °C y +90 °C) como a la intemperie y diseñados para una temperatura máxima en el conductor de 120 °C. Serán de alta seguridad (AS), es decir, no propagadores de llama, ni fuego y de baja emisión de humos y gases corrosivos.

Los conductores serán de cobre y tendrán la sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos elevados. Concretamente, para cualquier condición de trabajo, los conductores deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior del 1,5 % en toda la parte de corriente continua de nuestra instalación.

Los cables deberán indicar el fabricante o marca comercial, la designación del cable, la sección del mismo, la tensión asignada y las dos últimas cifras del año de fabricación. La grabación deberá ser legible y cumplir las especificaciones de los apartados 3.2., 3.3. y 3.4. de la parte 1 de la Norma UNE 21.027.

La tensión asignada de los cables serán 1,8 kV D.C. (Conductor - conductor, sin puesta a tierra, circuito sin carga).

Los cables a emplear serán del fabricante GENERAL CABLE o similar, siempre y cuando cumplan con las correspondientes consideraciones y se tenga un certificado de dicha empresa asegurando la calidad y el cumplimiento. Así los tipos empleados serán:

- Tramo 1: Desde el módulo más alejado hasta el cuadro de subgenerador (d1). Se empleará el cable designado EXZHELLENT® SOLAR ZZ-F (AS) 1.8 kV DC - 0.6/1 kV AC 10 mm² Cu. Dichos conductores se componen de:
 - Conductor de cobre estañado clase 5 para servicio móvil (-F).
 - Aislamiento de elastómero termoestable libre de halógenos (Z).
 - Cubierta de elastómero termoestable libre de halógenos (Z).
 - Norma: AENOR EA 0038:2008
 - Sección nominal empleada: 10 mm².
 - Tipo Montaje: Superficial sobre estructura solar y sobre superficie (suelo).
- Tramo 2: Desde el cuadro del subgenerador hasta el cuadro del inversor (d2). Se empleará el cable designado EXZHELLENT® SOLAR ZZ-F (AS) 1.8 kV DC - 0.6/1 kV AC 10 mm² Cu. Dichos conductores se componen de:
 - Conductor de cobre estañado clase 5 para servicio móvil (-F).
 - Aislamiento de elastómero termoestable libre de halógenos (Z).
 - Cubierta de elastómero termoestable libre de halógenos (Z).
 - Norma: AENOR EA 0038:2008
 - Sección nominal empleada: 10 mm².

- Tipo Montaje: Superficial sobre superficie (suelo) y bajo canal protectora.
- Tramo 3: Desde el cuadro del inversor hasta la entrada del inversor (d3). Se empleará el cable designado EXZHELLENT SOLAR XZ1FA3Z-K (AS) 1,8 kV DC - 0,6/1 kV AC 16 mm² Cu. Dichos conductores se componen de:
 - Cobre flexible clase 5 para instalación fija (-K).
 - Cinta de Mica + Polietileno reticulado (R).
 - Identificación por coloración.
 - Poliolefina termoplástica libre de halógenos (Z1).
 - Fleje corrugado de acero estañado (F3) en multipolares o de aluminio (FA3) en unipolares.
 - Poliolefina termoplástica libre de halógenos (Z)
 - Norma: AENOR EA 0038:2008
 - Sección nominal empleada: 16 mm².
 - Tipo Montaje: Superficial sobre Bandeja Perforada tipo rejilla.

En la parte de continua se utilizará el siguiente código de colores:

- Polo positivo: de color rojo.
- Polo negativo: de color negro.
- Protección: amarillo-verde.

12.5.2. Cableado de Corriente Alterna

Para la elección del cableado de la parte de corriente alterna (CA) seguiremos lo indicado en la ITC BT-19, 20, 28 y 40 del vigente Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

La caída de tensión máxima vendrá impuesta según lo estipulado en la ITC-BT 40 punto 5, es decir, la caída de tensión entre el generador y el punto de interconexión a la Red de Distribución Pública o a la Instalación Interior, no será superior al 1,5 %, para la intensidad nominal.

El cableado de la parte de alterna irá desde la salida de nuestro Inversor hasta el Cuadro General de Baja Tensión del Centro Comercial. Este cableado será realizado en dos tramos distintos. El primero de los tramos corresponde al tramo desde la salida del inversor hasta el cuadro de conexión de todos los inversores. El segundo de los tramos será el correspondiente a la salida del cuadro de conexión de todos los inversores y la entrada al módulo del Centro de Transformación.

Los cables serán diseñados para resistir temperaturas extremas (entre -40 °C y +90 °C). En el primer tramo, dentro de la sala de inversores serán de alta seguridad (AS), es decir, no propagadores de llama, ni fuego y de baja emisión de humos y gases corrosivos.

- Tramo 1: los conductores a emplear serán del fabricante GENERAL CABLE o similar, con designación EXZHELLENT® XXI RZ1-K (AS) 0.6/1 kV 4x6+PE mm² Cu cuyas características son:

- Conductor de cobre flexible clase 5 para servicio fijo (-K).
 - Aislamiento de Polietileno Reticulado XLPE.
 - Cubierta Exterior de Poliolefina termoplástica libre de halógenos.
 - Norma: UNE 21.123-4; IEC 60.502-1.
 - Sección nominal empleada: 6 mm² en cobre.
 - Tipo Montaje: En Bandeja tipo rejilla.
-
- Tramo 2: los conductores a emplear serán del fabricante GENERAL CABLE o similar, con designación ENERGY® RV 0.6/1 kV 4x120+PE mm² Cu cuyas características son:
 - Aislamiento de Polietileno reticulado (R)
 - Cubierta Exterior de Policloruro de vinilo (V).
 - Norma: UNE 21.123-4; IEC 60.502-1.
 - Sección nominal empleada: 120 mm² en cobre.
 - Tipo Montaje: Soterrado bajo canal protectora.

No obstante, la ficha técnica de los cables arriba mencionados pueden consultarse en el Anexo 5 del presente proyecto.

12.6. Canalizaciones

12.6.1. Corriente continua

Para la elección de las canalizaciones de la parte de corriente continua (CC) seguiremos lo indicado en la especificación AENOR EA 0038.

En esta parte diferenciaremos dos tipos:

A) Interconexión entre módulos fotovoltaicos:

En este caso los conductores se dispondrán fijados directamente sobre la estructura portante.

Como los conductores empleados serán de doble aislamiento, los mismos se dispondrán aprovechando el interior de los perfiles metálicos de la estructura, evitando en la medida de lo posible su exposición al sol y el paso por aristas cortantes, teniendo en cuenta las siguientes prescripciones de montaje y ejecución:

- Se fijarán a la estructura mediante bridas, abrazaderas o collares de forma que no dañen las cubiertas de los cables.
- Se dispondrán puntos de fijación sucesivos cada 0,40 m de cableado, con objeto de evitar el doblado por su propio peso.
- El radio de doblado no será inferior a 10 veces el diámetro exterior del cable.
- Los cruces con cables de canalizaciones no eléctricas se realizará por la parte posterior o anterior de las mismas, dejando una distancia mínima de 3 cm entre la superficie exterior de la canalización no

eléctrica y la cubierta de los cables cuando el cruce se efectúe por la parte anterior.

B) Conexionado Ramas –Cajas de Conexiones a la entrada del inversor:

El cableado de este tramo de corriente continua será de doble aislamiento con armadura y adecuado para su uso en intemperie, de acuerdo con la norma UNE 21.123.

El tramo entre las ramas y la bajada vertical (incluyendo las cajas de cc), los conductores irán apoyados sobre superficie, con una separación de 0.25 m entre conductores activos del mismo tipo, y 0.3m entre el grupo de conductores positivos y negativos. Los conductores irán cubiertos, de forma que puedan disipar en condiciones similares a libres y vayan protegidos de posibles desperfectos físicos, como mordidas de animales.

En el tramo vertical comprendido entre las Cajas de Conexiones de CC y el Inversor, es decir, el tramo de bajadas de la cubierta al habitáculo del inversor, se dispondrá en montaje con bandeja de rejilla con tapa metálica.

C) Conexión cajas de conexión CC y entrada del inversor

El cableado de este tramo se realizará bajo bandejas tipo rejilla sin tapa. Así se dispondrán las bandejas sin tapa del modelo REJIBAND del fabricante AEMSA o similares. Dichas rejillas cumplirán los requisitos exigidos por la norma europea UNE-EN-61.537 “Sistemas de bandejas y bandejas de escalera para la conducción de cables” y contarán con el marcado CE.

Las bandejas Rejiband se tratan de bandejas metálicas de varillas electrosoldadas con borde de seguridad, para evitar el dañado del cableado y del instalador. Con este tipo de bandejas se ofrece la máxima ventilación y limpieza del cableado, proporcionando gran resistencia al sistema de canalización.

Con objeto de que nuestro sistema de canalizaciones cumpla la norma UNE-EN-61.537 con respecto a la resistencia a la corrosión, deberemos utilizar bandejas Rejiband de tipo “Galvanizado en Caliente (G.C.)”, ya que este tipo de acabado es el apto para instalación al exterior con condiciones agresivas o húmedas.

El fabricante nos asegura además que la bandeja Rejiband posee una buena continuidad eléctrica entre tramos de bandeja, no obstante y como medida de seguridad, cada tramo de bandeja se dispondrá a tierra de forma independiente.

En todo momento se deberá respetar la capacidad de carga de cada tramo acorde a lo indicado por el fabricante y conforme a la norma UNE-EN-61.537, así como las recomendaciones del mismo en cuanto a soportes, curvas y accesorios a utilizar.

12.6.2. Corriente alterna

Para la elección de las canalizaciones de la parte de corriente alterna (CA) seguiremos lo indicado en la ITC BT-20 y 21 del REBT, para la parte de instalación interior. Para nuestra instalación exterior, enterrada bajo canal protectora, se registrará bajo las ITC-BT-07 y ITC-BT-21.

Según la tabla 1 de la ITC BT-20 y al disponer conductores de tipo unipolar con cubierta se podrán utilizar “Bandejas de Escalera o Bandejas Soportes”, por lo que dispondremos Bandejas de tipo rejilla del modelo REJIBAND del fabricante AEMSA o similares (es decir, las mismas descritas anteriormente en la parte de corriente continua). Siendo su montaje de tipo Superficial, como así determina la tabla 2 de la misma instrucción técnica.

Las características de la bandeja rejiband son las mismas a las dispuestas en el punto anterior.

Las canalizaciones que trascurren desde el cuadro general de baja tensión y la conexión en el centro de transformación deberán cumplir mínimo las siguientes condiciones, estipuladas en la tabla 8 de la ITC-BT-21 del REBT.

Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión	NA	250 N / 450 N / 750 N
Resistencia al impacto	NA	Ligero / Normal / Normal
Temperatura mínima de instalación y servicio	NA	NA
Temperatura máxima de instalación y servicio	NA	NA
Resistencia al curvado	1-2-3-4	Cualquiera de las especificadas
Propiedades eléctricas	0	No declaradas
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Protegido contra objetos $D \geq 1 \text{ mm}$
Resistencia a la penetración del agua	3	Protegido contra el agua en forma de lluvia
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos	2	Protección interior y exterior media
Resistencia a la tracción	0	No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	0	No declarada
Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada
Notas: NA : No aplicable (*) Para tubos embebidos en hormigón aplica 250 N y grado Ligero; para tubos en suelo ligero aplica 450 N y grado Normal; para tubos en suelos pesados aplica 750 N y grado Normal		

Tabla 13: Características mínimas que deben cumplir los tubos

El diámetro exterior a los tubos instalados no será inferior a 160 mm, según se estipula en la tabla 9 de la ITC-BT-21 del REBT.

12.7. Puesta a tierra

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

Así, se dispondrá una conexión equipotencial a tierra a la que se unirán todas las partes metálicas de los componentes de nuestro sistema fotovoltaico en la parte de corriente continua (CC). Esta red de tierra tendrá los objetivos siguientes:

- La protección de personas frente a contactos directos.
- La protección de las personas frente a contactos indirectos, al impedir que las masas adquieran potencial en el caso de defectos de aislamiento.
- Permitir la correcta actuación de los limitadores de corriente y sobretensión de la protección interna.

Se cumplirá el artículo 15 del RD 1.699/2011 y la ITC BT-40, por lo que el electrodo de puesta a tierra de nuestra instalación será independiente del electrodo del neutro de la empresa distribuidora, así como también se dispondrá de una separación galvánica entre la parte de corriente alterna y la de continua en nuestra instalación, que se logrará mediante los componentes internos del inversor.

Los conductores de protección discurrirán por las mismas canalizaciones de corriente continua y de corriente alterna de nuestra instalación. La sección mínima de dichos conductores vendrá dado según la tabla 2 de la ITC BT-18 y cumplirá la norma UNE 20.460-5-54. Así se dispondrá los siguientes conductores de protección:

Sección de los conductores de fase de la instalación S (mm ²)	Sección mínima de los conductores de protección S_p (mm ²)
$S \leq 16$	$S_p = S$
$16 < S \leq 35$	$S_p = 16$
$S > 35$	$S_p = S/2$

Tabla 14: Conductores de protección

Los conductores de protección serán del mismo tipo y modelo que los empleados en sus respectivos tramos, descritos en el apartado 12.5 del presente documento.

El conductor de tierra que unirá la barra de equipotencialidad con la puesta a tierra será de cobre desnudo de 35 mm² de sección nominal con una longitud total de 10 m, hasta enlazar con una pica de acero cobrizado de 250 μ de 14,2 mm de diámetro y 2 m de longitud total, que se dispondrá hincada al terreno.

El tipo y la profundidad de enterramiento de las tomas de tierra deben ser tales que la posible pérdida de humedad del suelo, la presencia de hielo u otros efectos climáticos, no aumenten la resistencia de la toma de tierra por encima del valor previsto. La profundidad nunca será inferior a 0,50 m.

Los materiales utilizados y la realización de las tomas de tierra deben ser tales que no se vea afectada la resistencia mecánica y eléctrica por efecto de la corrosión de forma que comprometa las características del diseño de la instalación

Dado que la resistencia de un electrodo depende de la resistividad del terreno en el que se establece y esta resistividad varía frecuentemente de un

punto a otro del terreno, previa a la entrega deberá ser obligatoriamente comprobada por el Instalador Autorizado. En caso de que no cumpla con lo establecido se incrementará el número de picas separadas un metro entre si y unidas por cable de cobre enterrado hasta conseguir que la resistencia a tierra adecuada.

Personal técnicamente competente efectuará la comprobación de la instalación de puesta a tierra, al menos anualmente, en la época en la que el terreno esté más seco. Para ello, se medirá la resistencia de tierra, y se repararán con carácter urgente los defectos que se encuentren. Los electrodos y los conductores de enlace hasta el punto de puesta a tierra, se pondrán al descubierto para su examen, al menos una vez cada cinco años.

12.8. Protecciones

12.8.1. Protección contra contactos directos

La protección principal contra contactos directos se logrará principalmente mediante la aplicación de medidas para impedir el contacto de las personas con las partes activas de la instalación. Siendo estas medidas las siguientes:

- Recubrimiento de las partes activas con material aislante.
- Interposición de barreras o envolventes.
- Interposición de obstáculos.
- Puesta fuera de alcance por alejamiento.

La protección auxiliar consistirá en:

A) Parte de Corriente Continua:

Instalación según el esquema IT. Una conexión a tierra no ocasionará diferencia de potencial alguna, de forma que no ocasionará peligro alguno.

12.8.2. Protección contra contactos indirectos

Las dos protecciones contra contactos indirectos a utilizar serán las siguientes:

- Protección por corte automático de la alimentación.
- Protección por el empleo de materiales de clase II o aislamiento equivalente.

A) Parte de Corriente Continua:

En generadores con esquema flotante, se cumplirá que siempre que la tensión límite convencional de seguridad será inferior a 60 V DC.

Teniendo en cuenta que en esta parte de la instalación no contamos con un dispositivo de corte por corriente diferencial residual, la única forma de limitar el valor de la intensidad de defecto será mantener la resistencia de aislamiento (Riso), sea mayor o igual que 10 veces la tensión de generación (VOC,GFV,STC).

Se emplearán en la instalación materiales de clase II o aislamiento equivalente (módulos, cajas, cables, inversor, etc...).

B) Parte de Corriente Alterna:

El corte automático de la instalación se realizará mediante el empleo de un dispositivo de corriente diferencial residual de sensibilidad igual a 30 mA, asociado al interruptor automático general en la salida CA del inversor, de forma que se cumplirá que la tensión límite convencional de seguridad en emplazamientos secos sea 50 V AC.

No obstante, la Guía BT-26 referente al REBT, hace unas recomendaciones entre las que figura que se consiga que la resistencia de puesta a tierra $R_T < 37 \Omega$ para edificios sin pararrayos, como es nuestro caso. Esta recomendación viene siendo exigida por el Ministerio de Industria, Energía y Turismo, por lo que dispondremos de una puesta a tierra con un valor de resistencia a tierra inferior a los 37Ω .

12.8.3. Protección frente a sobretensiones

Para la protección frente a sobretensiones se utilizará un sistema interno de protección, con el objeto de reducir y evitar los efectos de las sobretensiones originadas por la descarga del rayo y los campos electromagnéticos asociados, así como las sobretensiones transmitidas por las líneas de conexión.

El sistema interno de protección empleado consistirá en las siguientes medidas:

- Conexión equipotencial: se basa en conseguir la equipotencialidad de las tierras utilizando un único electrodo de puesta a tierra para toda la instalación. Esto evita que, ante una descarga del rayo, aparezcan diferencias de potencial entre los distintos elementos del sistema.
- Instalación de descargadores de sobretensión: encargados de limitar el valor de las sobretensiones que se pueden presentar en la instalación.

A) Parte de Corriente Continua:

En la parte de corriente continua se deben proteger los componentes del generador fotovoltaico y el inversor.

Así, se dispondrán descargadores de sobretensiones en las cajas de conexiones de corriente continua que cumplirán como mínimo las siguientes condiciones:

- Clase C (Tipo 2 según EN 61.643-11).
- Tensión máxima en régimen permanente superior a la tensión máxima de circuito abierto del generador.
- Corriente nominal de descarga: $I_{sn} \geq 20 \text{ kA}$.
- Corriente máxima de descarga: $I_{máx} \geq 40 \text{ kA}$.
- Nivel de protección: $U_p < 3 \text{ kV}$. Inferior a tensión soportada a impulsos 1,2/50 kV por los elementos del generador fotovoltaico, según tabla 1 de la ITC BT-23, que tiene un valor de Categoría III = 4 kV.

Debido a que la distancia entre las cajas de conexiones de corriente continua y el inversor es superior a 30 m, es aconsejable instalar un segundo descargador de sobretensiones en la entrada de corriente continua del inversor, por lo que se

dispondrá un descargador de sobretensiones que tendrá unas características similares al anterior, incluido dentro del inversor.

B) Parte de Corriente Alterna:

Con objeto de proteger nuestra instalación frente a sobretensiones procedentes de la red eléctrica se dispondrá en la salida de corriente alterna del inversor un descargador de sobretensiones.

Como la acometida al centro comercial se realiza en alta tensión de forma subterránea, solo será necesario que nuestros descargadores sean de Clase C. Teniendo en cuenta que en España se utiliza el esquema de distribución TT, el descargador a utilizar se instalará entre las fases y neutro y entre neutro y conductor de protección.

Así, el descargador de sobretensiones de la parte de corriente alterna dispuesto en el inversor cumplirá como mínimo las siguientes condiciones:

- Clase C (Tipo 2 según EN 61643-11).
- Tensión nominal: $U_n = 350 \text{ V}$.
- Tensión máxima de funcionamiento: $U = 385 \text{ VAC}$
- Corriente nominal de descarga: $I_{sn} \geq 20 \text{ kA}$.
- Corriente máxima de descarga: $I_{m\acute{a}x} \geq 40 \text{ kA}$.
- Nivel de protección: $U_p < 1,7 \text{ kV}$. Inferior a tensión soportada a impulsos 1,2/50 kV por los elementos del generador fotovoltaico, según tabla 1 de la ITC BT-23, que tiene un valor de Categoría III = 4 kV.

12.8.4. Protección frente a sobrecargas y sobreintensidades

12.8.4.1. Corriente continua

A) Protección de Ramas:

Con objeto de evitar que se produzcan sobreintensidades en las ramas de nuestro generador fotovoltaico se dispondrán fusibles como elementos de protección.

Se utilizarán fusibles aptos para su uso en corriente continua y curva gPV, según IEC 60.269-6, adecuada a instalaciones fotovoltaicas. Se dispondrán fusibles tanto en el cable positivo como en el negativo de cada rama de nuestro generador fotovoltaico.

La tensión asignada mínima de los fusibles deberán ser 1,1 veces superior a la tensión máxima de circuito abierto del generador (VOCG) en condiciones estándar de medida.

B) Protección de Cables de Cajas de Conexiones CC - Inversor:

Al disponer cables bien dimensionados entre las cajas de conexiones CC y el inversor, es decir, que soportan 1,25 veces la intensidad de cortocircuito en condiciones estándar de medida de cada subgenerador, no es necesaria la instalación de una protección contra sobrecargas y cortocircuitos, ya que si se produce un

cortocircuito en uno de los circuitos que enlazan las cajas de conexiones CC e inversor, en ningún cable circulará más del 25% de la corriente.

No obstante se dispondrán interruptores-seccionadores con objeto de poder seccionar las líneas para posibles mantenimientos y averías.

C) Protección de entrada del Inversor:

Con objeto de proteger contra sobreintensidades la entrada de corriente continua del inversor, el mismo inversor incorpora un fusible tanto para el polo positivo como para el negativo.

Así, se utilizarán fusibles aptos para su uso en corriente continua y curva gPV, según IEC 60.269-6, adecuada a instalaciones fotovoltaicas.

La tensión asignada mínima de los fusibles deberán ser 1,1 veces superior a la tensión máxima de circuito abierto del generador (VGFV,OC,max) en condiciones estándar de medida.

La corriente asignada del fusible se escogerá de forma que los fusibles de cada rama cumplirán que la intensidad sea un 25% superior a la intensidad nominal.

Los fusibles escogidos serán del fabricante GAVE, concretamente los fusibles gPV y portafusibles NH 1.000 VDC.

Dichos fusibles serán de tipo cuchilla NH, talla 2XL. Los Portafusibles serán aptos para fusibles de intensidad máxima de 250 A.

Además, con objeto de cumplir lo indicado en la IEC 60.634-7-712, se deberá disponer de un interruptor de corte en carga con objeto de llevar a cabo trabajos de reparación y/o mantenimiento.

Así, en la entrada de corriente continua de cada inversor se dispone de un interruptor seccionador de corte en carga del fabricante GAVE, concretamente el modelo DC21 - 1000 VDC, con accionamiento a través de mando en el exterior del inversor.

12.8.4.2. Corriente alterna

Para evitar sobreintensidades que puedan dañar nuestro circuito de corriente alterna tenemos que disponer de los correspondientes elementos de protección.

Así, el propio inversor dispone en su salida de corriente alterna de una protección mediante un interruptor automático magnetotérmico, con un relé diferencial asociado.

Aún así, se colocarán una serie de interruptores magnetotérmicos y diferenciales en los cuadros de salida, de forma que garanticen una mejor protección y funcionen como seccionador para dejar la instalación desconectada de red.

12.8.4.3. Protección de la interconexión

La conexión del generador fotovoltaico a la red no deberá provocar en la red averías, disminuciones de las condiciones de seguridad ni alteraciones superiores a las admitidas por la normativa. Asimismo, su funcionamiento no podrá dar origen a condiciones peligrosas de trabajo para el personal de mantenimiento y explotación de la red de distribución.

En el caso de que la línea de distribución se quede desconectada de la red, bien sea por trabajos de mantenimiento requeridos por la empresa distribuidora o por haber actuado alguna protección de la línea, las instalaciones fotovoltaicas no deberán mantener tensión en la línea de distribución.

En el circuito de generación hasta el equipo de medida no podrá intercalarse ningún elemento de generación distinto del de la instalación autorizada, ni de acumulación.

Al tener nuestra instalación fotovoltaica una potencia superior a 5 kW, la conexión será trifásica.

La variación de tensión provocada por la conexión y desconexión de la instalación fotovoltaica no podrá ser superior al 2,5 % de la tensión nominal.

El factor de potencia de la energía suministrada debe ser lo más próximo posible a la unidad y, en todo caso, superior a 0,98 cuando la instalación trabaje a potencias superiores al 25% de su potencia nominal, como así cumple el inversor escogido.

Condiciones específicas para la conexión en redes interiores:

En nuestro caso, para la conexión eléctrica del centro comercial tendremos un centro de entrega con red subterránea de alta tensión.

Así, se dispondrá un transformador de la compañía distribuidora, que alimentará con medida de cada local en centralización de contadores. Por otro lado, se dispondrá un transformador de propiedad del consumidor para la alimentación del centro comercial con medida en alta tensión y su correspondiente cuadro de baja tensión a la salida del transformador.

Con objeto de lograr los puntos anteriores y atendiendo a lo indicado en el RD 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia (≤ 100 kW), como es nuestro caso, el artículo 14 de dicho RD fija las protecciones y relaciona los elementos de maniobra y protección que se deben incluir en la red de baja tensión de salida de nuestra instalación fotovoltaica.

Por lo que, las protecciones con las que debemos contar en la interconexión serán las siguientes:

a) Un elemento de corte general que proporcione un aislamiento requerido por el Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

b) Interruptor automático diferencial, con el fin de proteger a las personas en el caso de derivación de algún elemento a tierra.

c) Interruptor automático de la conexión, para la desconexión-conexión automática de la instalación en caso de anomalía de tensión o frecuencia de la red, junto a un relé de enclavamiento. La función desarrollada por este interruptor puede ser desempeñada por el interruptor o interruptores de los equipos generadores. Eventualmente, las funciones del interruptor automático de la conexión y el interruptor de corte general pueden ser cubiertas por el mismo dispositivo.

d) Protecciones de la conexión máxima y mínima frecuencia (50,5 Hz y 48 Hz con una temporización máxima de 0,5 y de 3 segundos respectivamente) y máxima y mínima tensión entre fases (1,15 Un y 0,85 Un) como se recoge en la tabla 1 del artículo 14 del RD 1699/2011, donde lo propuesto para baja tensión se generaliza para todos los demás niveles. La tensión para la medida de estas magnitudes se deberá tomar en el lado red del interruptor automático general para las instalaciones en alta tensión o de los interruptores principales de los generadores en redes en baja tensión. En caso de actuación de la protección de máxima frecuencia, la reconexión sólo se realizará cuando la frecuencia alcance un valor menor o igual a 50 Hz.

12.9. Cuadros eléctricos

Se dispondrán dos cuadros eléctricos en la parte de corriente continua, donde se ubicarán los dispositivos de protección contra sobretensiones y contra sobrecargas y sobreintensidades de la parte de corriente continua anteriormente indicadas.

Se utilizarán cajas de conexiones de la firma GAVE, de doble aislamiento según IEC 60.439-1, fabricadas en material higroscópico autoextinguible y elevada resistencia a la polución y la corrosión, tapa frontal transparente de policarbonato, ventilación para asegurar la no existencia de condensación en el interior, mando exterior de desconexión bloqueable, pantallas de protección para evitar el contacto directo, con grado de protección y resistencia IP55 e IK09.

13. Justificación de la solución adoptada

13.1. Generador fotovoltaico

En su totalidad, el generador fotovoltaico no superará los 100 kW de potencia generada, como viene estipulado en el Real Decreto 1699/2011.

13.2. Módulos Fotovoltaicos

Los módulos utilizados en la instalación cuentan con las certificaciones IEC/TÜV.

13.3. Inversor

El inversor cumple con las condiciones estipuladas en el Real Decreto 1699/2011 y viene acompañado del certificado del fabricante en el que se certifica su cumplimiento. Dicho documento se puede ver si se quisiera en el Documento Anexo 5.

13.4. Cableado

Todos los conductores utilizados en la instalación, tanto de continua como de alterna, cumplen con lo estipulado en la ITC-BT-40 punto 5:

Los cables de conexión deberán estar dimensionadas para una intensidad no inferior al 125% de la máxima intensidad del generador y la caída de tensión entre el generador y el punto de interconexión a la Red de Distribución Pública o a la instalación interior, no será superior al 1.5% para la intensidad nominal.

Para la parte de continua, los conductores utilizados en el diseño de la instalación han sido elegidos según las indicaciones de la norma EA 0038:2008:

Las temperaturas de referencia para los cables son:

- temperatura ambiente: $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $+90\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- temperatura máxima en el conductor: $120\text{ }^{\circ}\text{C}$ para conexionado entre módulos y 90°C para conexionado con el inversor.

13.4.1. Conexionado entre módulos

Los conductores utilizables son:

- FOTOVOLTAICO ZZ-F (AS);
- FOTOVOLTAICO SZ-F (AS);
- FOTOVOLTAICO SS-F (AS);

Siendo FOTOVOLTAICO una indicación que verifique que los cables han sido diseñados para este uso.

Tensión asignada:

1,8 kV c.c. (conductor-conductor, sin puesta a tierra, circuito sin carga).

Construcción

Número de conductores: 1.

La sección del conductor debe ser entre 2.5 mm^2 y 35 mm^2 .

El conductor debe ser de cobre clase 5, apto para servicios móviles, de acuerdo con la Norma UNE-EN 60228. Los alambres individuales deben ser estañados.

Capa de separación entre conductor y aislamiento

Se puede aplicar alrededor del conductor una capa de separación de un material compatible con el compuesto de aislamiento y libre de halógenos.

Aislamiento:

El aislamiento debe ser aplicado por extrusión y debe ser:

- un compuesto elastómero reticulado de baja emisión de humos y gases corrosivos, del tipo EI6 indicado en la Norma UNE-EN 50363-1; o bien
- un compuesto elastómero reticulado basado en silicona, del tipo EI2 indicado en la Norma UNE-EN 50363-1.

Cubierta

La cubierta debe ser aplicada por extrusión y debe ser:

- un compuesto elastómero reticulado de baja emisión de humos y gases corrosivos del tipo EM8 indicado en la Norma UNE-EN 50363-6; o bien
- un compuesto elastómero reticulado basado en silicona, del tipo EM9 indicado en la Norma UNE-EN 50363-2-1.

El valor especificado del espesor de la cubierta debe corresponder a lo indicado en la tabla 3a.

El color de la cubierta debe ser preferentemente negro o rojo.

13.4.2. Conexión con el inversor

Los cables objeto de este capítulo se designan mediante los siguientes códigos:

- cables no armados:
 - FOTOVOLTAICO XZ-K (AS);
 - FOTOVOLTAICO XS-K (AS)
- cables armados:
 - FOTOVOLTAICO XZ1FAZ-K (AS);
 - FOTOVOLTAICO XZ1FA3Z-K (AS);
 - FOTOVOLTAICO XZ1MAZ-K (AS);
 - FOTOVOLTAICO XZ1FAS-K (AS);
 - FOTOVOLTAICO XZ1FA3S-K (AS);
 - FOTOVOLTAICO XZ1MAS-K (AS);

Siendo FOTOVOLTAICO una indicación que verifique que los cables han sido diseñados para este uso.

Tensión asignada:

1,8 kV c.c. (conductor-conductor, sin puesta a tierra, circuito sin carga).

Construcción

Número de conductores: 1.

La sección del conductor debe ser entre 16 mm² y 300 mm².

El conductor debe ser de cobre clase 5 de acuerdo con la Norma UNE-EN 60228.

Aislamiento

El aislamiento debe ser aplicado por extrusión y debe ser un compuesto de polietileno reticulado del tipo DIX 3 de la tabla 2A de la Norma UNE-HD 603-1.

El espesor del aislamiento corresponde a lo especificado en la tabla 1.

Armadura (cables armados)

La armadura debe consistir en:

- a) una corona de alambres de aluminio aplicados helicoidalmente en el mismo sentido;
- b) fleje de aluminio.

En ambos casos, la aplicación y dimensiones de la armadura deben cumplir las especificaciones del capítulo 12 de la Norma IEC 60502-1.

- c) fleje corrugado de aluminio.

Cubierta

La cubierta debe ser aplicada por extrusión y debe ser:

- un compuesto elastómero reticulado de baja emisión de humos y gases corrosivos del tipo EM 8 indicado
- en la Norma UNE-EN 50363-6; o bien
- un compuesto elastómero reticulado basado en silicona, del tipo EM9 indicado en la Norma UNE-EN 50363-2-1.

13.5. Canalizaciones

13.5.1. Corriente continua

Para la elección de las canalizaciones de la parte de corriente continua (CC) seguiremos lo indicado en la especificación AENOR EA 0038.

En todo momento se deberá respetar la capacidad de carga de cada tramo acorde a lo indicado por el fabricante y conforme a la norma UNE-EN-61.537, así como las recomendaciones del mismo en cuanto a soportes, curvas y accesorios a utilizar.

13.5.2. Corriente alterna

Para la elección de las canalizaciones de la parte de corriente alterna (CA) seguiremos lo indicado en la ITC BT-20 y 21 del REBT, para la parte de instalación interior. Para nuestra instalación exterior, enterrada bajo canal protectora, se registrará bajo las ITC-BT-07 y ITC-BT-21.

Las canalizaciones que trascurren desde el cuadro general de baja tensión y la conexión en el centro de transformación deberán cumplir mínimo las siguientes condiciones, estipuladas en la tabla 8 de la ITC-BT-21 del REBT.

El diámetro exterior a los tubos instalados cumple con las indicaciones estipuladas en la tabla 9 de la ITC-BT-21 del REBT.

13.6. Puesta a tierra

La puesta a tierra se realiza siguiendo las indicaciones del Real Decreto 1699/2011, que en su Artículo 15 (Condiciones de puesta a tierra de las instalaciones) establece las siguientes condiciones:

1. La puesta a tierra de las instalaciones interconectadas se hará siempre de forma que no se alteren las condiciones de puesta a tierra de la red de la empresa distribuidora, asegurando que no se produzcan transferencias de defectos a la red de distribución.
2. La instalación deberá disponer de una separación galvánica entre la red de distribución y las instalaciones generadoras, bien sea por medio de un transformador de aislamiento o cualquier otro medio que cumpla las mismas funciones de acuerdo con la reglamentación de seguridad y calidad industrial aplicable.
3. Las masas de la instalación de generación estarán conectadas a una tierra independiente de la del neutro de la empresa distribuidora y cumplirán con lo indicado en los reglamentos de seguridad y calidad industrial vigentes que sean de aplicación.

Además, se cumple con las indicaciones técnicas establecidas por la ITC-BT-08 y ITC-BT-40 en su punto 8.

13.7. Protecciones

Según lo establecido en Artículo 14 del Real Decreto 1699/2011:

1. El sistema de protecciones deberá cumplir, en lo no previsto en este real decreto, el Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, y los procedimientos de operación correspondientes, así como, en lo no previsto en los anteriores, las exigencias previstas en la reglamentación vigente, en particular, el Reglamento electrotécnico de baja tensión, aprobado por Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación, aprobado por Real Decreto 3275/1982, de 12 de noviembre, y el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión, aprobado por Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero. Este cumplimiento deberá ser acreditado adecuadamente en la documentación relativa a las características de la instalación a que se refiere el artículo 4, incluyendo lo siguiente:

a) Un elemento de corte general que proporcione un aislamiento requerido por el Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico. Eventualmente, las funciones del elemento de corte general pueden ser cubiertas por otro dispositivo de la instalación generadora, que proporcione el aislamiento indicado entre el generador y la red.

b) Interruptor automático diferencial, con el fin de proteger a las personas en el caso de derivación de algún elemento a tierra.

c) Interruptor automático de la conexión, para la desconexión-conexión automática de la instalación en caso de anomalía de tensión o frecuencia de la red, junto a un relé de enclavamiento. Eventualmente la función desarrollada por este interruptor puede ser desempeñada por el interruptor o interruptores de los equipos generadores. Eventualmente, las funciones del interruptor automático de la conexión y el interruptor de corte general pueden ser cubiertas por el mismo dispositivo.

d) Protecciones de la conexión máxima y mínima frecuencia (50,5 Hz y 48 Hz con una temporización máxima de 0.5 y de 3 segundos respectivamente) y máxima y mínima tensión entre fases (1,15 Un y 0,85 Un) como se recoge en la tabla 1, donde lo propuesto para baja tensión se generaliza para todos los demás niveles. En los sistemas eléctricos insulares y extrapeninsulares, los valores anteriores serán los recogidos en los procedimientos de operación correspondientes. La tensión para la medida de estas magnitudes se deberá tomar en el lado red del interruptor automático general para las instalaciones en alta tensión o de los interruptores principales de los generadores en redes en baja tensión. En caso de actuación de la protección de máxima frecuencia, la reconexión sólo se realizará cuando la frecuencia alcance un valor menor o igual a 50 Hz.

Parámetro	Umbral de protección	Tiempo máximo de actuación
Sobretensión –fase 1.	Un + 10%	1,5 s
Sobretensión – fase 2.	Un + 15%	0,2 s
Tensión mínima.	Un - 15%	1,5 s
Frecuencia máxima.	50,5 Hz	0,5 s
Frecuencia mínima.	48 Hz	3 s

Tabla 15: Tabla 1 del artículo 14 del RD 1699/2011

e) Además para tensión mayor de 1 kV y hasta 36 kV, inclusive, se deberá añadir el criterio de desconexión por máxima tensión homopolar.

2. Estas protecciones pueden actuar sobre el interruptor general o sobre el interruptor o interruptores del equipo o equipos generadores.

3. Las protecciones deberán ser precintadas por la empresa distribuidora, tras las verificaciones necesarias sobre el sistema de conmutación y sobre la integración en el equipo generador de las funciones de protección.

4. En caso en el que el equipo generador o el inversor incorporen las protecciones anteriormente descritas, éstas deberán cumplir la legislación vigente, en particular, el Reglamento electrotécnico de baja tensión, aprobado por Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación, aprobado por Real Decreto 3275/1982, de 12 de noviembre, y el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión, aprobado por Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, para instalaciones que trabajen en paralelo con la red de distribución.

En este caso no será necesaria la duplicación de las protecciones.

Además, también se cumplen con las protecciones indicadas en la ITC-BT-40 del REBT:

La máquina motriz y los generadores dispondrán de las protecciones específicas que el fabricante aconseje para reducir los daños como consecuencia de defectos internos o externos a ellos.

Los circuitos de salida de los generadores se dotarán de las protecciones establecidas en las correspondientes ITC que les sean aplicables.

En las instalaciones de generación que puedan estar interconectadas con la Red de Distribución Pública, se dispondrá un conjunto de protecciones que actúen sobre el interruptor de interconexión, situadas en el origen de la instalación interior. Éstas corresponderán a un modelo homologado y deberán estar debidamente verificadas y precintadas por un Laboratorio reconocido.

Las protecciones mínimas a disponer serán las siguientes:

- De sobreintensidad, mediante relés directos magnetotérmicos o solución equivalente.
- De mínima tensión instantáneos, conectados entre las tres fases y neutro y que actuarán, en un tiempo inferior a 0,5 segundos, a partir de que la tensión llegue al 85% de su valor asignado.
- De sobretensión, conectado entre una fase y neutro, y cuya actuación debe producirse en un tiempo inferior a 0,5 segundos, a partir de que la tensión llegue al 110% de su valor asignado.
- De máxima y mínima frecuencia, conectado entre fases, y cuya actuación debe producirse cuando la frecuencia sea inferior a 49 Hz o superior a 51 Hz durante más de 5 períodos.

14. Orden de prioridad entre documentos básicos

Ante posibles discrepancias que pudieran aparecer entre los distintos documentos básicos que conforman el presente proyecto, se establece el siguiente orden de prioridad entre los mismos:

- 1 Memoria
- 2 Planos
- 3 Presupuesto
- 4 Pliego de condiciones

15. Presupuesto

CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
0001	GENERADOR FOTOVOLTAICO.....	123.823,98	72,45
0002	INVERSORES.....	22.701,18	13,28
0003	CUADROS ELÉCTRICOS.....	7.580,46	4,44
0004	CABLEADO Y CANALIZACIONES.....	15.947,92	9,33
0005	VERIFICACIÓN Y PUESTA EN MARCHA.....	858,90	0,50
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL		170.912,44	
	10,00 % Gastos generales	17.091,24	
	6,00 % Beneficio industrial	10.254,75	
	SUMA DE G.G. y B.I.	27.345,99	
	21,00 % I.V.A.....	41.634,27	
TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA		239.892,70	
TOTAL PRESUPUESTO GENERAL		239.892,70	

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de DOSCIENTOS TREINTA Y NUEVE MIL OCHOCIENTOS NOVENTA Y DOS EUROS con SETENTA CÉNTIMOS (239.892,70 €)

16. Conclusiones

El autor del presente Proyecto estima, salvo superior criterio, que el documento redactado cumple todos los condicionamientos exigidos en su encargo.

En especial, se han seguido las indicaciones del documento “Criterios y estilos para la realización del TFG”, proporcionado por la Escuela Politécnica Superior de Jaén.

Jaén, Septiembre de 2015

Juan Manuel Rodríguez Torres

A handwritten signature in black ink, reading "Juan Manuel", enclosed within a large, stylized oval loop.

El alumno



Universidad de Jaén
Escuela Politécnica Superior de Jaén

Documento 3

Anexos

Anexo 1: Elección de la potencia óptima

Índice

Índice	2
Lista de Gráficos	2
Lista de Figuras	2
Lista de tablas	2
1. Introducción	3
2. Limitaciones de potencia pico	3
2.1. Limitación por capacidad de cubierta	3
2.2. Limitación por legislación	4
3. Obtención de la curva de producción	4
3.1. Curva de radiación	4
3.2. Curva de consumo	4
3.3. Curva de producción	5
4. Selección de la potencia óptima	6

Lista de Gráficos

Gráfico 1: Generación horaria frente a consumo eléctrico en kWh. Marzo no laborable....	8
Gráfico 2: Generación horaria frente a consumo eléctrico en kWh. Julio laborable	8

Lista de Figuras

Figura 1: Máximo número de módulos a instalar	3
---	---

Lista de tablas

Tabla 1: Curva de producción por kWp para cada uno de los días característicos de cada mes	6
Tabla 2: Comparación de las diferentes potencias en términos de producción	7
Tabla 3: Comparación de las diferentes potencias en términos económicos	7

Anexo 2: Cálculos eléctricos

Índice

Índice	2
Índice de Figuras	3
Índice de Tablas	3
1. Introducción	4
2. Generador Fotovoltaico	4
2.1. Elección del inversor	4
2.2. Número de ramas paralelo	5
2.3. Número de ramas serie	5
2.4. Número total de módulos	5
2.5. Separación entre módulos	5
2.6. Comprobación temperaturas	6
2.7. Resultados	6
3. Sombras	8
3.1. Sombras externas.....	8
3.2. Sombras de otros elementos presentes	8
3.3. Sombras entre módulos	8
4. Secciones de conductores	8
4.1. Corriente continua	8
4.1.1. Criterio 1: Criterio térmico	8
4.1.2. Criterio 2: Criterio de caída de tensión	9
4.1.3. Criterio 3: Criterio económico	9
4.2. Corriente alterna	9
4.2.1. Criterio 1: Criterio térmico	9
4.2.2. Criterio 2: Criterio de caída de tensión	10
4.3. Resultados	10
4.3.1. Corriente continua	10

4.3.2. Corriente alterna	11
5. Protecciones eléctricas	13
5.1. Corriente continua	13
5.1.1. Protección frente a sobretensiones	13
5.1.2. Protección frente a sobrecargas y sobreintensidades	15
5.1.3. Protección frente a contactos directos e indirectos	16
5.2. Corriente alterna	18
5.2.1. Protección frente a sobretensión	18
5.2.2. Protección frente a sobrecargas y sobreintensidades	19
5.2.3. Protección frente a contactos directos e indirectos	19
6. Equipos de medida	20

Índice de Figuras

Figura 1: Esquema descargador sobretensión cc	14
Figura 2: Características fusibles	15
Figura 3: Esquema IT	18
Figura 4: Esquema conexión magnetotérmico líneas individuales	19

Índice de Tablas

Tabla 1: Características del inversor	4
Tabla 2: Temperaturas máximas y mínimas históricas para Jaén	7
Tabla 3: Temperaturas ambiente de operación máximas para Jaén.	7
Tabla 4: Cálculos para temperaturas extremas para inversor de 12 kW.	7
Tabla 5: Datos de cada uno de los subgeneradores de 12 kW	7
Tabla 6: Cálculos para temperaturas extremas para inversor de 8 kW.	7
Tabla 7: Datos de cada uno de los subgeneradores de 8 kW	8
Tabla 8: Separación entre series de módulos en paralelo	8
Tabla 9: Resultados obtenidos en corriente continua	11
Tabla 10: Resultados tramo 1 corriente alterna.....	12

Tabla 11: Resultados tramo 2 corriente alterna.....	12
Tabla 12: Cálculos para las temperaturas extremas	13
Tabla 13: Características del descargador sobretensión elegido	14
Tabla 14: Características fusibles CC	16
Tabla 15: Características seccionador inversor	16
Tabla 16: Características descargador alterna	18
Tabla 17: Características magnetotérmico líneas individuales	19

Anexo 3: Datos de la radiación solar

Índice

Índice	2
1. Enero [kWh]	3
2. Febrero [kWh]	3
3. Marzo [kWh]	3
4. Abril [kWh]	4
5. Mayo [kWh]	4
6. Junio [kWh]	4
7. Julio [kWh]	5
8. Agosto [kWh]	5
9. Septiembre [kWh]	5
10. Octubre [kWh]	6
11. Noviembre [kWh]	6
12. Diciembre [kWh]	6

Anexo 4: Datos de consumo eléctrico

Índice

1. Enero [kWh]	3
2. Febrero [kWh]	3
3. Marzo[kWh]	4
4. Abril [kWh]	4
5. Mayo [kWh]	5
6. Junio [kWh]	5
7. Julio [kWh]	6
8. Agosto [kWh]	6
9. Septiembre [kWh]	7
10. Octubre [kWh]	7
11. Noviembre [kWh]	8
12. Diciembre [kWh]	8

Anexo 5: Documentación técnica

Índice

Índice	2
1. Datos técnicos Inversores elegidos	3
2. Datos técnicos modulo fotovoltaico	13
3. Datos técnicos protecciones sobreintensidad	15
4. Datos técnicos estructura soporte	29
5. Datos técnicos equipos de medida	31
6. Datos técnicos conductores	33



Universidad de Jaén
Escuela Politécnica Superior de Jaén

Anexo I

Elección de la potencia óptima

Índice

Índice	2
Lista de Gráficos	2
Lista de Figuras	2
Lista de tablas	2
1. Introducción	3
2. Limitaciones de potencia pico	3
2.1. Limitación por capacidad de cubierta	3
2.2. Limitación por legislación	4
3. Obtención de la curva de producción	4
3.1. Curva de radiación	4
3.2. Curva de consumo	4
3.3. Curva de producción	5
4. Selección de la potencia óptima	6

Lista de Gráficos

Gráfico 1: Generación horaria frente a consumo eléctrico en kWh. Marzo no laborable.	8
Gráfico 2: Generación horaria frente a consumo eléctrico en kWh. Julio laborable	8

Lista de Figuras

Figura 1: Máximo número de módulos a instalar	3
---	---

Lista de tablas

Tabla 1: Curva de producción por kWp para cada uno de los días característicos de cada mes	6
Tabla 2: Comparación de las diferentes potencias en términos de producción	7
Tabla 3: Comparación de las diferentes potencias en términos económicos	7

1. Introducción

En el presente anexo se presentará el cálculo seguido para la elección de la potencia óptima, partiendo desde la obtención de la curva de radiación, hasta el proceso elegido para la obtención de la potencia óptima.

2. Limitaciones de potencia pico

2.1. Limitación por capacidad de cubierta

El edificio, en cubierta, se estima que tiene capacidad para albergar 453 módulos dispuestos según se observa en la figura 1



Figura 1: Máximo número de módulos a instalar

Se estima que, con los módulos elegidos, se podrá instalar la siguiente potencia máxima:

$$\text{Potencia máxima} = 462 \text{ módulos} * 250 \text{ Wp} = 115500 \text{ Wp} \quad (1)$$

2.2. Limitación por legislación

Según requisito para poder acoger la instalación al RD 1699/2011, la instalación deberá tener una potencia inferior a 100 kW.

3. Obtención de la curva de producción

3.1. Curva de radiación

La orientación de la instalación será sur (azimut = 0°), mientras que la inclinación elegida será obtenida mediante el criterio de la máxima captación, de forma que se puede obtener el ángulo con la formula empírica:

$$\text{Ángulo} = \frac{\text{Consumo eléctrico}}{\text{Radiación solar}} \cong 15^\circ \quad (2)$$

Los datos de radiación solar han sido obtenidos mediante la aplicación web proporcionada por la Junta de Andalucía, con los siguientes criterios:

- Localidad más cercana con datos de satélite: Jaén
- Estación más cercana con datos de tierra: Jaén
- Datos sobre Superficie Inclineda -> Inclinación: 15 Orientación: 0
- Todos los meses
- Todos los días
- Salida del sol a Puesta del sol
- Desglose horario

Todos los datos obtenidos por esta aplicación y más detalles sobre su cálculo y obtención se muestran en el documento Anexo 3.

3.2. Curva de consumo

Para la construcción de esta curva se han tenido en cuenta las siguientes consideraciones:

- Se han realizado dos distinciones: Días laborables y días no laborables.
- Los sábados han sido considerados días no laborables, con su similitud de consumo eléctrico.
- Para la elección del día, se ha elegido el día laborable y no laborable más próximo al día 15 a modo de día representativo de cada mes. Previamente,

se han representado los valores cercanos para verificar que esos días se pueden considerar como días representativos de ese mes.

- Para hacer la aproximación mensual, se ha considerado que un mes tiene 20 días laborables, y 11 no laborables.

Todos los datos de consumo facilitados, junto a otras consideraciones en el cálculo, se presentan en el documento Anexo 4.

3.3. Curva de producción

La curva de producción se obtiene de la siguiente expresión:

$$Prod = Rad \cdot Sup \cdot \varepsilon \cdot PR \text{ [kWh/kWp]} \quad (3)$$

Siendo:

- Prod: Producción de energía fotovoltaica horaria [kWh/kWp]
- Rad: Radiación Solar [kWh/m²]
- ε =Eficiencia de conversión del módulo [pu]
- PR= Performance Ratio [pu]
- Sup: Superficie que se necesitaría para instalar un kWp [m²/kWp] según la siguiente expresión:

$$Sup = 1000 * \frac{S}{Pp} \text{ [m}^2\text{/kWp]} \quad (4)$$

- S=Superficie ocupada por un módulo [m²]
- Pp= Potencia pico de producción del módulo [W]

Habiendo sido considerados los valores obtenidos por el fabricante para la eficiencia y los obtenidos de la aplicación web PVGIS para el Performance Ratio, obtenemos los siguientes resultados:

- Sup= 6.6 m²/kWp
- ε =15.15%
- PR=73.5%
- S=1.65 m²
- Pp= 250 W

En la tabla 1 se puede observar la gráfica calculada para cada uno de los días modelo de cada mes del año

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Hora	[Wh/kWp]	[Wh/kWp]	[Wh/kWp]	[Wh/kWp]	[Wh/kWp]	[Wh/kWp]	[Wh/kWp]	[Wh/kWp]	[Wh/kWp]	[Wh/kWp]	[Wh/kWp]	[Wh/kWp]
0:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7:00	0	0	0	0	1	9	5	0	0	0	0	0
8:00	0	46	101	33	75	94	87	55	11	0	0	0
9:00	135	170	238	126	204	224	222	187	135	55	0	0
10:00	276	302	380	238	348	366	370	335	285	168	118	63
11:00	400	421	504	350	490	504	514	483	437	287	237	158
12:00	487	503	590	448	610	621	636	610	569	400	349	248
13:00	519	532	620	515	691	699	718	695	659	475	425	309
14:00	487	503	590	539	720	727	747	725	691	502	452	331
15:00	400	421	504	515	691	699	718	695	659	475	425	309
16:00	276	302	380	448	610	621	636	610	569	400	349	248
17:00	135	170	238	350	490	504	514	483	437	287	237	158
18:00	0	46	101	238	348	366	370	335	285	168	118	63
19:00	0	0	0	126	204	224	222	187	135	55	0	0
20:00	0	0	0	33	75	94	87	55	11	0	0	0
21:00	0	0	0	0	1	9	5	0	0	0	0	0
22:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 1: Curva de producción por kWp para cada uno de los días característicos de cada mes

4. Selección de la potencia óptima

De los datos obtenidos en la tabla 1, podemos tabular para cada valor de potencia cual será el precio medio que tendría cada kWh. El proceso de elección de la potencia óptima será aquel en el que obtengamos el mayor precio por cada kWh generado.

Los precios medios para cada una de las potencias se calculan según la siguiente expresión:

$$\text{Precio medio} = \frac{\text{Ingresos} - \text{Peajes}}{\text{Energía generada}} \text{ [€/kWh]} \quad (5)$$

Para el análisis del precio medio se han supuesto tres hipótesis distintas, teniendo en cuenta la legislación actual.

- Considerando la posibilidad de vender la energía sobrante a red y considerando los peajes de generación previstos en Real Decreto 1544/2011.
- No considerando la posibilidad de vender la energía sobrante a red y teniendo en cuenta los peajes de generación.

- Considerando la posibilidad de vender la energía sobrante a red y no teniendo en cuenta los peajes de generación.

Para el análisis de rentabilidad se considerará la situación más desfavorable, que será la segunda hipótesis.

Del análisis llevado a cabo en las tablas 2 y 3, podemos extraer las siguientes conclusiones:

- Para las potencias disponibles, el precio permanece prácticamente constante.
- A mayor potencia instalada, mayor será el beneficio obtenido.
- Los consumos eléctricos son muy elevados, por lo que a más potencia instalada, mayor ahorro.
- Estamos muy lejos de cubrir toda la demanda con energía fotovoltaica.

Potencia [kWp]	Total Generación [kWh]	Generación autoconsumo [kWh]						
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	Generada a red
1,0	1.553	307	256	28	111	234	617	0
10,0	15.534	3.072	2.561	284	1.107	2.340	6.170	0
20,0	31.069	6.144	5.123	569	2.213	4.679	12.341	0
30,0	46.603	9.216	7.684	853	3.320	7.019	18.511	0
50,0	77.672	15.361	12.806	1.422	5.533	11.699	30.852	0
60,0	93.207	18.433	15.368	1.706	6.639	14.038	37.022	0
66,0	102.527	20.276	16.904	1.877	7.303	15.442	40.724	0
69,0	107.188	21.198	17.673	1.962	7.635	16.144	42.575	9
75,0	116.508	23.041	19.210	2.133	8.299	17.548	46.278	58
87,5	135.926	26.881	22.411	2.489	9.683	20.473	53.991	489
100,0	155.344	30.721	25.613	2.844	11.066	23.397	61.704	1.909
110,0	170.879	33.793	28.174	3.128	12.172	25.737	67.874	3.984
115,5	179.423	35.483	29.583	3.285	12.781	27.024	71.268	5.506
200,0	310.689	61.442	51.225	5.688	22.131	46.794	123.407	44.535
300,0	466.033	92.163	76.838	8.532	33.197	70.191	185.111	120.092

Tabla 2: Comparación de las diferentes potencias en términos de producción

Potencia [kWp]	Total Generación [kWh]	Ingresos por venta a red [€]	Ingresos por consumo [€]	Peajes [€]	Total Ingresos [€]	Precio medio [€/kWh]		
						Con venta y con peajes	Con peajes y sin venta	Sin peaje y con venta
1,0	1.553	0,00	181,68	16,30	165,38	0,1065	0,1065	0,1170
10,0	15.534	0,00	1.816,81	163,00	1.653,81	0,1065	0,1065	0,1170
20,0	31.069	0,00	3.633,62	326,00	3.307,62	0,1065	0,1065	0,1170
30,0	46.603	0,00	5.450,43	489,00	4.961,42	0,1065	0,1065	0,1170
50,0	77.672	0,00	9.084,04	815,00	8.269,04	0,1065	0,1065	0,1170
60,0	93.207	0,00	10.900,85	978,00	9.922,85	0,1065	0,1065	0,1170
66,0	102.527	0,00	11.990,94	1.075,80	10.915,13	0,1065	0,1065	0,1170
69,0	107.188	0,50	12.535,20	1.124,70	11.411,00	0,1065	0,1065	0,1170
75,0	116.508	3,23	13.621,02	1.222,50	12.401,76	0,1064	0,1064	0,1169
87,5	135.926	27,40	15.853,78	1.426,25	14.454,93	0,1063	0,1061	0,1168
100,0	155.344	106,89	17.999,09	1.630,00	16.475,98	0,1061	0,1054	0,1165
110,0	170.879	223,12	19.633,19	1.793,00	18.063,30	0,1057	0,1044	0,1162
115,5	179.423	308,33	20.497,96	1.882,65	18.923,64	0,1055	0,1037	0,1159
200,0	310.689	2.493,97	32.314,74	3.260,01	31.548,70	0,1015	0,0934	0,1120
300,0	466.033	6.725,17	43.185,98	4.890,01	45.021,14	0,0965	0,0820	0,1070

Tabla 3: Comparación de las diferentes potencias en términos económicos

Podemos representar gráficamente las diferentes curvas de producción frente al consumo eléctrico de un día con un menor consumo y un día con un consumo superior, para observar en un vistazo rápido que es lo que ocurre en ambos extremos.

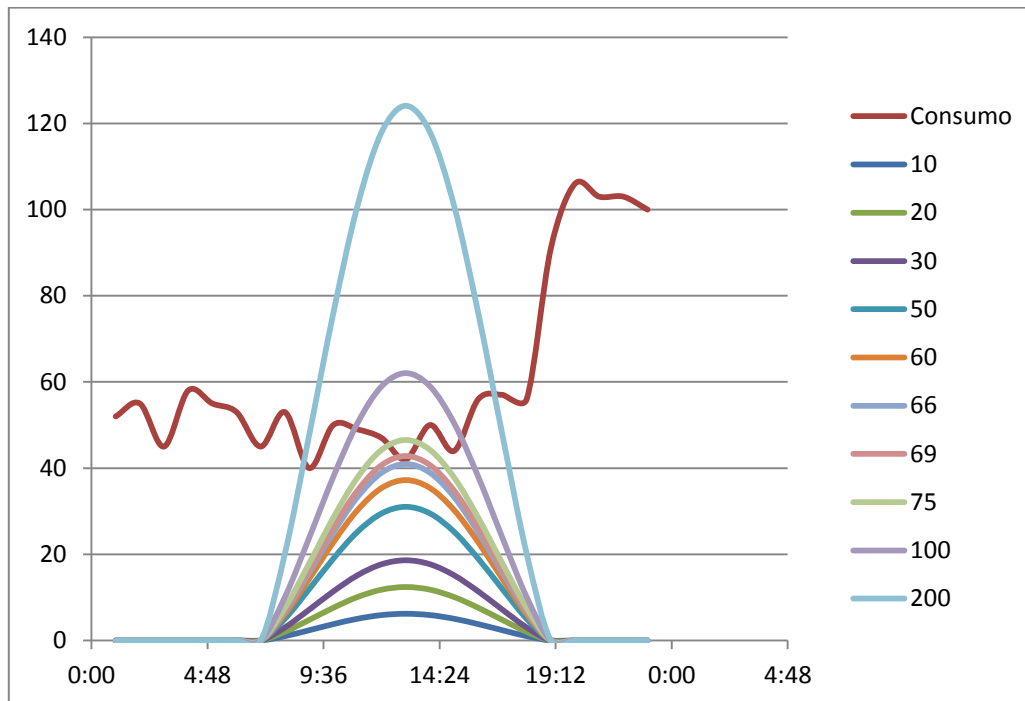


Gráfico 1: Generación horaria frente a consumo eléctrico en kWh. Marzo no laborable.

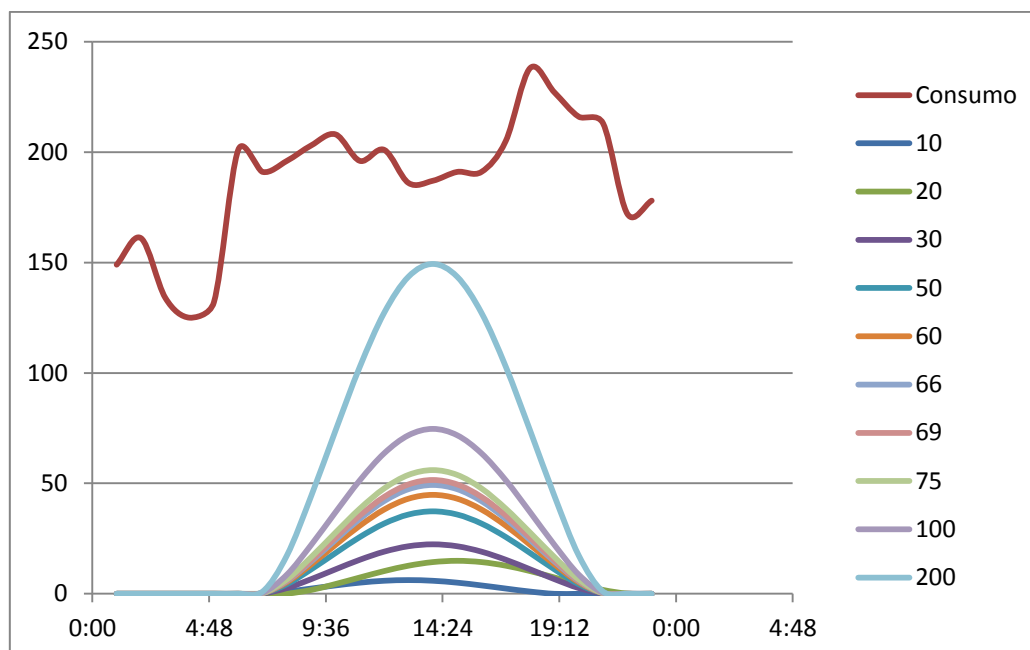


Gráfico 2: Generación horaria frente a consumo eléctrico en kWh. Julio laborable



Universidad de Jaén
Escuela Politécnica Superior de Jaén

Anexo 2

Cálculos eléctricos

Índice

Índice.....	2
Índice de Figuras.....	3
Índice de Tablas.....	3
1. Introducción	4
2. Generador Fotovoltáico	4
2.1. Elección del inversor.....	4
2.2. Número de ramas paralelo	5
2.3. Número de ramas serie	5
2.4. Número total de módulos.....	5
2.5. Separación entre módulos	5
2.6. Comprobación temperaturas	6
2.7. Resultados	6
3. Sombras	8
3.1. Sombras externas.....	8
3.2. Sombras de otros elementos presentes.....	8
3.3. Sombras entre módulos.....	8
4. Secciones de conductores	8
4.1. Corriente continua	8
4.1.1. Criterio 1: Criterio térmico	8
4.1.2. Criterio 2: Criterio de caída de tensión.....	9
4.1.3. Criterio 3: Criterio económico	9
4.2. Corriente alterna.....	9
4.2.1. Criterio 1: Criterio térmico	9
4.2.2. Criterio 2: Criterio de caída de tensión.....	10
4.3. Resultados	10
4.3.1. Corriente continua	10
4.3.2. Corriente alterna.....	11
5. Protecciones eléctricas	13
5.1. Corriente continua	13
5.1.1. Protección frente a sobretensiones.....	13
5.1.2. Protección frente a sobrecargas y sobreintensidades.....	15
5.1.3. Protección frente a contactos directos e indirectos	16
5.2. Corriente alterna.....	18
5.2.1. Protección frente a sobretensión	18

5.2.2.	Protección frente a sobrecargas y sobreintensidades.....	19
5.2.3.	Protección frente a contactos directos e indirectos	19
6.	Equipos de medida.....	20

Índice de Figuras

Figura 1:	Esquema descargador sobretensión cc	14
Figura 2:	Características fusibles	15
Figura 3:	Esquema IT	18
Figura 4:	Esquema conexión magnetotérmico líneas individuales	19

Índice de Tablas

Tabla 1:	Características del inversor	4
Tabla 2:	Temperaturas máximas y mínimas históricas para Jaén	7
Tabla 3:	Temperaturas ambiente de operación máximas para Jaén.	7
Tabla 4:	Cálculos para temperaturas extremas para inversor de 12 kW.	7
Tabla 5:	Datos de cada uno de los subgeneradores de 12 kW	7
Tabla 6:	Cálculos para temperaturas extremas para inversor de 8 kW.	7
Tabla 7:	Datos de cada uno de los subgeneradores de 8 kW	8
Tabla 8:	Separación entre series de módulos en paralelo.....	8
Tabla 9:	Resultados obtenidos en corriente continua.....	11
Tabla 10:	Resultados tramo 1 corriente alterna.....	12
Tabla 11:	Resultados tramo 2 corriente alterna.....	12
Tabla 12:	Cálculos para las temperaturas extremas	13
Tabla 13:	Características del descargador sobretensión elegido	14
Tabla 14:	Características fusibles CC	16
Tabla 15:	Características seccionador inversor.....	16
Tabla 16:	Características descargador alterna.....	18
Tabla 17:	Características magnetotérmico líneas individuales	19

1. Introducción

En este anexo se detalla las fórmulas y el procedimiento seguido para la realización de todos los cálculos eléctricos necesarios para la obtención del generador fotovoltaico o los diferentes subgeneradores fotovoltaicos que puedan ser necesarios.

2. Generador Fotovoltaico

2.1. Elección del inversor

El inversor elegido para la instalación es “ABB string inverters PVI-10/12.5-TL-OUTD”, cuyas características se pueden observar en la TABLA 1

Technical data and types

Type code	PVI-10.0-TL-OUTD	PVI-12.5-TL-OUTD
Input side		
Absolute maximum DC input voltage ($V_{max,DC}$)	900 V	
Start-up DC input voltage (V_{start})	360 V (adj. 250...500 V)	
Operating DC input voltage range ($V_{min}...V_{max}$)	0.7 x V_{max} ...850 V (min 200 V)	
Rated DC input voltage (V_{DC})	580 V	
Rated DC input power (P_{DC})	10300 W	12800 W
Number of independent MPPT	2	
Maximum DC input power for each MPPT ($P_{MPPT,max}$)	6500 W	8000 W
DC input voltage range with parallel configuration of MPPT at P_{DC}	300...750 V	360...750 V
DC power limitation with parallel configuration of MPPT	Linear derating from max to null [$750 V_{DC}/V_{MPPT,max} \times 850$ V]	
DC power limitation for each MPPT with independent configuration of MPPT at P_{DC} , max unbalance example	6500 W [$380 V_{DC}/V_{MPPT,max} \times 750$ V] the other channel: $P_{DC}=6500$ W [$225 V_{DC}/V_{MPPT,max} \times 750$ V]	8000 W [$445 V_{DC}/V_{MPPT,max} \times 750$ V] the other channel: $P_{DC}=8000$ W [$270 V_{DC}/V_{MPPT,max} \times 750$ V]
Maximum DC input current ($I_{max,DC}$) / for each MPPT ($I_{MPPT,max}$)	34.0 A / 17.0 A	36.0 A / 18.0 A
Maximum input short circuit current for each MPPT	22.0 A	
Number of DC inputs pairs for each MPPT	2 (-S version) 3 (Standard or -FS version)	
DC connection type	Tool Free PV connector WM / MC4	
Input protection		
Reverse polarity protection	Inverter protection only, from limited current source, for standard and -S versions, and for -FS version when max 2 strings are connected	
Input over voltage protection for each MPPT - varistor	Yes	
Photovoltaic array isolation control	According to local standard	
DC switch rating for each MPPT (version with DC switch)	25 A / 1000 V	
Fuse rating (versions with fuses)	12 A / 1000 V	
Output side		
AC grid connection type	Three-phase 3W+PE or 4W+PE	
Rated AC power (P_{AC} @cos $\phi=1$)	10000 W	12500 W
Maximum AC output power ($P_{AC,max}$ @cos $\phi=1$)	11000 W ¹⁾	13800 W ¹⁾
Maximum apparent power (S_{max})	11500 VA	13800 VA
Rated AC grid voltage (V_{AC})	400 V	
AC voltage range	320...480 V ¹⁾	
Maximum AC output current ($I_{AC,max}$)	16.6 A	20.0 A
Contributory fault current	19.0 A	22.0 A
Rated output frequency (f)	50 Hz / 60 Hz	
Output frequency range ($f_{min}...f_{max}$)	47...53 Hz / 57...63 Hz ¹⁾	
Nominal power factor and adjustable range	> 0.995, adj. ± 0.9 with $P_{DC}=10.0$ kW, ± 0.8 with max 11.5 kVA	> 0.995, adj. ± 0.9 with $P_{DC}=12.5$ kW, ± 0.8 with max 13.8 kVA
Total current harmonic distortion	< 2%	
AC connection type	Screw terminal block, cable gland M40	
Output protection		
Anti-islanding protection	According to local standard	
Maximum external AC overcurrent protection	25.0 A	
Output overvoltage protection - varistor	3 plus gas arrester	
Operating performance		
Maximum efficiency (η_{max})	97.8%	
Weighted efficiency (EURO/CEC)	97.1% / ±	97.2% / ±
Feed in power threshold	30.0 W	
Night consumption	< 1.0 W	

Tabla 1: Características del inversor

2.2. Número de ramas paralelo

Para el cálculo de las ramas de módulos en paralelo que debemos colocar usamos la siguiente fórmula:

$$Np = \frac{I_{inv,fv,stc}}{I_{mod,mpp,stc}} \quad [1]$$

Siendo:

- $I_{inv,fv,stc}$: corriente del inversor en el punto de máxima potencia (A)
- $I_{rama,mpp,stc}$: corriente del módulo en el punto de máxima potencia(A)

Para elegir el número de ramas, debemos redondear siempre hacía el entero inmediatamente por debajo del valor obtenido.

2.3. Número de ramas serie

Para los módulos a colocar en las ramas serie tenemos la siguiente función:

$$Ns = \frac{V_{inv,mpp}}{V_{rama,mpp}} \quad [2]$$

Siendo:

- $V_{inv,mpp}$: tensión máxima del inversor en el punto de máxima potencia(V)
- $V_{rama,mpp}$: tensión de la rama en el punto de máxima potencia(V)

Para elegir el número de ramas, debemos redondear siempre hacía el entero inmediatamente por debajo del valor obtenido.

2.4. Número total de módulos

Para calcular los módulos totales solo tenemos que multiplicar las ramas en paralelo con las ramas en serie.

$$Nt = Np * Ns \quad [3]$$

2.5. Separación entre módulos

Para el cálculo de la separación entre módulos que debemos dejar se ha utilizado la fórmula empírica presentada en el CTE-HBE:

$$L_{sombra} = \frac{H_{mod}}{\tan(61-\varphi)} \quad [4]$$

Siendo:

- L_{sombra} = longitud de la sombra que ocupará un módulo (m)
- H_{mod} =altura sobre la vertical que ocupa el módulo (m)
- Φ = Latitud del lugar donde está instalado el generador.

2.6. Comprobación temperaturas

Los datos anteriormente obtenidos para el generador son considerando las características estándar, es decir, considerando que la temperatura ambiente es de 20°C. Para comprobar que el generador funcione dentro de los rangos del inversor, debemos comprobar que tanto tensión como intensidad entran dentro del límite.

El criterio para elegir la temperatura ambiente de la instalación será el siguiente

$$T_{m\acute{a}x} = T_{m\acute{a}x,hist} + 30 \quad [5]$$

$$T_{m\acute{i}n} = T_{m\acute{i}n,hist} \quad [6]$$

Siendo:

- T_{max} = Temperatura máxima a considerar para los cálculos (°C)
- $T_{max,hist}$ = Temperatura máxima histórica alcanzada en el lugar de la instalación (°C)
- T_{min} = Temperatura mínima a considerar para los cálculos (°C)
- $T_{min,hist}$ = Temperatura mínima histórica alcanzada en el lugar de la instalación (°C)

La comprobación que realizamos será tal que se cumpla

$$V_{Tmin} \leq V_{max,inv} \quad [7]$$

$$V_{Tmax} \leq V_{min,inv} \quad [8]$$

Siendo:

- V_{tmin} = Tensión máxima del generador a la temperatura mínima considerada (V)
- $V_{max.inv}$ = Tensión máxima de funcionamiento del inversor (V)
- V_{tmax} = Tensión mínima del generador a la temperatura máxima considerada (V)
- $V_{min.inv}$ = Tensión mínima de funcionamiento del inversor (V)

2.7. Resultados

El generador quedará compuesto por 5 inversores de 12 kw y un inversor de 8 kW

Temperaturas extremas	
Tmax	44,6 °C
Tmin	-8,5 °C

Tabla 2: Temperaturas máximas y mínimas históricas para Jaén

Temperaturas de Operación	
Tmax	74,6 °C
Tmin	-8,5 °C
Tref	25 °C

Tabla 3: Temperaturas ambiente de operación máximas para Jaén.

CÁLCULOS TEMPERATURA	
Vmin	518,2623 V
Vmax	652,5253 V
Imax	26,96486 A
Imin	26,52111 A
Pnomin	12 kWp
Pmin	9,6192 kWp
Pmax	13,608 kWp
Módulos serie	16
Módulos Paralelo	3

Tabla 4: Cálculos para temperaturas extremas para inversor de 12 kW.

DATOS GENERADOR	
M. serie	16
M. Paralelo	3
Potencia	12 kW
Voc	598,4 V
Isc	26,7 A
Vmpp	483,2 V
Impp	24,9 A

Tabla 5: Datos de cada uno de los subgeneradores de 12 kW

CÁLCULOS TEMPERATURA	
Vmin	518,2623 V
Vmax	652,5253 V
Imax	26,96486 A
Imin	26,52111 A
Pnomin	12 kWp
Pmin	9,6192 kWp
Pmax	13,608 kWp
Módulos serie	16
Módulos Paralelo	3

Tabla 6: Cálculos para temperaturas extremas para inversor de 8 kW.

DATOS GENERADOR	
M. serie	16
M. Paralelo	3
Potencia	12 kW
Voc	598,4 V
Isc	26,7 A
Vmpp	483,2 V
Impp	24,9 A

Tabla 7: Datos de cada uno de los subgeneradores de 8 kW

SOMBRAS	
longitud	1,00 m
h	0,43093371 m
latitud	37,77
long	
ocupada	1,6082665 m

Tabla 8: Separación entre series de módulos en paralelo

3. Sombras

3.1. Sombras externas

En el presente proyecto, el cálculo de sombras externas ha sido obviado al no encontrar posibles sombreamientos en los edificios de alrededor.

3.2. Sombras de otros elementos presentes

Este cálculo tampoco ha sido realizado debido a que se suprimirán de la superficie cualquier elemento que pueda interferir en el sombreamiento de la instalación.

3.3. Sombras entre módulos

Estos cálculos han sido realizados en el apartado 2.5 del presente Anexo

4. Secciones de conductores

4.1. Corriente continua

4.1.1. Criterio 1: Criterio térmico

La intensidad que circula por el conductor deberá ser menor que la intensidad máxima admisible permitida por el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión

según cada caso. Para ello se comprueba que la intensidad que circula por los conductores es menor que la permitida por el reglamento, de tal forma que se cumpla:

$$I_{conductor} \leq I_{admisible} \quad [9]$$

Para este dimensionamiento, consideramos que la intensidad que circula por los conductores es un 25% superior a la real, de forma que

$$I_{conductor} = 1.25 * I_{rama} \quad [10]$$

4.1.2. Criterio 2: Criterio de caída de tensión

La caída de tensión máxima admisible desde la rama más alejada a la entrada del inversor es de un 1,5%. Esta caída de tensión se calcula de la siguiente manera:

$$\Delta U = \frac{2 * L * I_{conductor}}{56 * S} \quad [11]$$

Siendo:

- ΔU = Caída de tensión en esa rama
- 2=Por haber dos ramas de conductor (ida y vuelta)
- L= Longitud del conductor
- 56= Conductividad eléctrica del cobre
- S= Sección del conductor elegida

4.1.3. Criterio 3: Criterio económico

Para la elección de las secciones de cada una de la línea se tienen en cuenta criterios económicos. Los criterios económicos tenidos en cuenta han sido:

- Economizar el precio de la electricidad. Utilizar secciones mayores, aprovechando la economía de escala, para reducir las pérdidas por efecto Joule, y así reducir el consumo eléctrico del consumidor final.
- Reducir los costes de instalación. Se utilizan secciones iguales para todas las ramas, de forma que se consiga así que el instalador pueda trabajar de forma más mecánica y sencilla, utilizando solo un tipo de conductor o menos tipos de conductores. Se reducen costes también por economía de escala.

4.2. Corriente alterna

4.2.1. Criterio 1: Criterio térmico

La intensidad que circula por el conductor deberá ser menor que la intensidad máxima admisible permitida por REBT-ITC-BT-40. Para ello se comprueba que la

intensidad que circula por los conductores es menor que la permitida por el reglamento, según la ecuación [12]:

Para este dimensionamiento, la intensidad a considerar para el cálculo será la siguiente:

$$I_{inv} = \frac{S_{inv}}{\sqrt{3} \cdot 400} \quad [12]$$

Siendo:

- I_{inv} = Intensidad nominal del inversor
- S_{inv} = Potencia aparente nominal del inversor
- 400 = Tensión de salida del inversor

La intensidad permanente que consideramos a la salida del inversor será un 25% superior a la intensidad nominal del mismo

$$I_p = 1.25 \cdot I_{inv} \quad [13]$$

4.2.2. Criterio 2: Criterio de caída de tensión

La caída de tensión máxima admisible desde la salida del inversor y la conexión a la red de distribución de baja tensión es de un 1,5%. Esta caída de tensión se calcula de la siguiente manera:

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I_p \cdot \cos \varphi}{\sigma \cdot S} \quad [14]$$

Siendo:

- ΔU = Caída de tensión
- L = Longitud del conductor
- $\cos \varphi$ = Factor de potencia del inversor.
- σ = Conductividad eléctrica, Cu= 56 ; Al=35.
- S = Sección del conductor elegida

4.3. Resultados

4.3.1. Corriente continua

Para el cálculo de las secciones se ha tenido en cuenta las consideraciones mínimas de la norma EA 0038:2008.

Dividiremos la instalación en tres tramos distintos, que serán los siguientes:

- Tramo 1: Desde el módulo más alejado hasta el cuadro de subgenerador (d1).
- Tramo 2: Desde el cuadro del subgenerador hasta el cuadro del inversor (d2).
- Tramo 3: Desde el cuadro del inversor hasta la entrada del inversor (d3).

Los tramos 1 y 2 los dimensionaremos con la misma sección y el tramo 3 con otra sección, según norma EA 0038:2008.

Los resultados obtenidos son:

Subgenerador	d1 (m)	d2 (m)	S1 (mm ²)	L1 (m)	AV (V)	S2 (mm ²)	L2 (m)	AV (V)	AVtotal (V)	¿Cumple?
A	24,5	33,5	10	58	4,298214	16	5	0,231585	4,529799	Sí
B	32,1	26,2	10	58,3	4,320446	16	5	0,231585	4,552031	Sí
C	41,4	18,8	10	60,2	4,46125	16	5	0,231585	4,692835	Sí
D	24	11,3	10	35,3	2,615982	16	5	0,231585	2,847567	Sí
E	20,9	9,1	10	30	2,223214	16	5	0,231585	2,454799	Sí
F	20,5	16,7	10	37,2	2,756786	16	5	0,231585	2,988371	Sí
G	17,9	35,95	10	53,85	3,99067	16	5	0,231585	4,222254	Sí
H	17,9	45,95	10	63,85	4,731741	16	5	0,231585	4,963326	Sí
I	17,9	56,75	10	74,65	5,532098	16	5	0,231585	5,763683	Sí

Tabla 9: Resultados obtenidos en corriente continua

Siendo:

$$L1 = d1 + d2 \quad [15]$$

$$d1 = \text{distancia de la rama más alejada} \quad [16]$$

$$L2 = d3 = 5 \text{ m} \quad [17]$$

Los conductores elegidos serán los siguientes o algunos con características similares:

EXZHELLENT SOLAR ZZ-F (AS) 1.8 kV DC - 0.6/1 kV AC 10 mm² Cu (tramos 1 y 2)
EXZHELLENT SOLAR XZ1FA3Z-K (AS) 1,8 kV DC - 0,6/1 kV AC 16 mm² Cu (tramo 3)

El resto de características de los conductores pueden observarse si se quisiera en el Documento Anexo 5.

4.3.2. Corriente alterna

Según los criterios del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y la fórmula [13] obtenemos los siguientes tramos:

- Tramo 1: Desde la salida del inversor hasta la caja general
- Tramo 2: Desde la caja general hasta el centro de transformación

Obteniendo los siguientes resultados:

	Tramo 1	
linv	25	A
Vinv	400	V
Idis	31,25	A
L	1	m
S	6	mm
Iad	40,641	A
AV	0,161091035	V

Tabla 10: Resultados tramo 1 corriente alterna

Siendo:

- linv: Intensidad a la salida del inversor
- Vinv: Tensión de red
- Idis: Intensidad utilizada para el diseño
- L: Longitud de conductor
- S: Sección elegida
- Iad: Intensidad térmica

Cables instalados sobre una bandeja perforada separados entre ellos 0,25 m, con los siguientes factores de corrección:

Cables en bandeja separados 0.25 m = 0.93

Temperatura ambiente 50°C = 0.95

El conductor elegido para este el tramo 1 será el siguiente o uno con características similares:

EXZHELLENT® XXI RZ1-K (AS) 0.6/1 kV 4x6+PE mm² Cu

	Tramo 2	
Ilin	225	A
V	400	V
Idis	281,25	A
L	40	m
S	120	mm
Iad	235,5936	A
AV	2,899638629	V

Tabla 11: Resultados tramo 2 corriente alterna

Siendo:

- linv: Intensidad a la salida del inversor
- Vinv: Tensión de red
- Idis: Intensidad utilizada para el diseño
- L: Longitud de conductor
- S: Sección elegida
- Iad: Intensidad térmica

Cables enterrados a 1m de profundidad en canal protectora, con los siguientes factores de corrección:

Temperatura del terreno diferente a 15°C = 0.96

Profundidad de la Instalación = 0.97

Resistividad del terreno diferente (2 k*m/W) = 1.05

El conductor elegido para este tramo será el siguiente o uno con características similares:

ENERGY® RV 0.6/1 kV 4x120+PE mm² Cu

5. Protecciones eléctricas

5.1. Corriente continua

5.1.1. Protección frente a sobretensiones

Tanto en la red de continua como en la de alterna se dispondrán los correspondientes descargadores de sobretensión.

La tensión nominal de los descargadores la obtendremos en base a la máxima tensión de vacío del generador fotovoltaico, y será mayor a la que tenemos a tensión de circuito abierto en el generador:

CÁLCULOS TEMPERATURA	
Vmin	518,2623 V
Vmax	652,5253 V
Imax	26,96486 A
Imin	26,52111 A
Pnomin	12 kWp
Pmin	9,6192 kWp
Pmax	13,608 kWp
Módulos serie	16
Módulos Paralelo	3

Tabla 12: Cálculos para las temperaturas extremas

Tensión que consideramos como elevada (pues es mayor a 600 V), por lo que será necesario disponer de un tercer descargador en serie con los dos dispuestos entre el positivo y el negativo y punto de equipotencialidad.

Al no poseer nuestra instalación una protección externa contra pararrayos, la corriente nominal de los descargadores deberá ser mayor o igual a 10 kA. Así, las características y ubicación de los descargadores de sobretensiones en la red de continua serán:

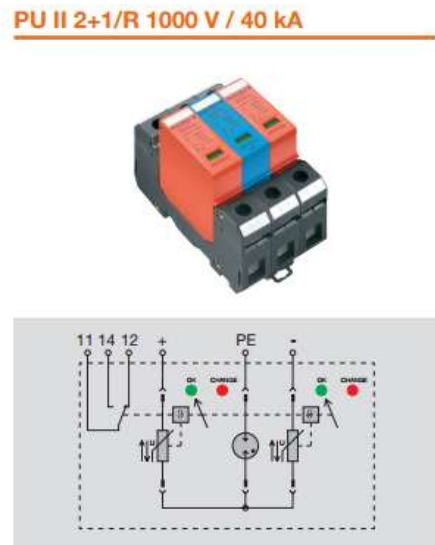


Figura 1: Esquema descargador sobretensión cc

Datos técnicos	
Tensión nominal sistema fotovoltaico Uoc (+,-) según IEC 60364-7-712	≤ 1000 VDC
Máxima tensión (DC) permanente (+/-)	1200 VDC
Máxima tensión (DC) permanente (+/PE) / (-/PE)	1100 VDC
Tipo según IEC 61643-1	Tipo 2
Corriente descarga nominal, por polo In (8/20 ls)	20kA
Corriente descarga máxima, por polo Imax (8/20 ls)	40kA
Corriente descarga máxima, total Itotal (8/20 ls)	40kA
Tiempo de respuesta	≤ 25 ns
Intensidad máx. del equipo a proteger	125 A gl
Nivel de protección con In Up (+,-) típico	4000 V
Indicación óptica de funcionamiento	verde = ok, rojo = descargador defectuoso, cambiar
Contacto de aviso (en versiones con aviso remoto)	250 V 1A 1CO
Diseño	3 TE ; Módulos insertables a TS 35
Color	base negro, descargador rojo / azul
Temperatura de servicio	-40°C ... 70°C
Temperatura almacenamiento	-40°C ... 70°C
Homologaciones	CE, ÖVE, cURus disponible en breve
Dimensiones	
Sección embornada (nom. / min. / máx.)	mm2
Longitud / Anchura / Altura	mm
Indicaciones	
Este producto también cumple los requisitos de tipo 3 con U _m 6kV	
Sin contactoCon contacto	
25 / 4 / 2525 / 4 / 25	
97 / 54 / 6499 / 54 / 58	

Tabla 13: Características del descargador sobretensión elegido

Estos descargadores irán situados en las cajas CA1, CB1, CC1, CD1, CE1, CF1, CG1, CH1 y CI1.

Como podemos ver además de cumplir el criterio de la intensidad de descarga mayor a 10 kA, cumple también con los criterios de tensión nominal (1.000 V > 652 V

(máxima en vacío de generación)), y con el criterio de nivel de protección por debajo de la categoría marcada por la ITC-BT 23 (Categoría III = 4 kV, pues $U_p < 4 \text{ kV}$).

En las cajas de entrada al inversor no se colocará descargador de sobretensión, puesto que el inversor en la entrada ya tiene uno incluido, de forma que sería una protección redundante.

5.1.2. Protección frente a sobrecargas y sobreintensidades

En primer lugar vamos a estudiar la necesidad o no de la instalación de protecciones contra sobrecargas y sobreintensidades en las ramas. Para ello, si dimensionamos los conductores según norma IEC 60.634-7-712, es decir, que soporten una intensidad un 25% superior a la intensidad de cortocircuito en el punto de cada conductor, podríamos suprimir la protección frente a sobrecargas.

5.1.2.1. Cajas de protección

Como se explicó en el punto 5.1.2, podrían suprimirse las protecciones frente a sobrecargas, pero por añadirle más fiabilidad y seguridad a la instalación, y debido al pequeño coste que supone, se instalarán fusibles de protección para cada rama (tanto en el cable positivo como en el negativo). Las características de los mismos serán las siguientes:

Characteristics

- Rated voltage: 1000Vdc
- Amps: 2A, 4A, 6A, 8A, 10A, 12A, 15A and 20A
- Rated breaking capacity: 33kA dc
- Minimum interrupting rating: $1.3 \times I_n$
- Time Constant (L/R): under 1ms

Figura 2: Características fusibles

En los circuitos de corriente continua que enlazan sendas cajas de conexiones de CC con el inversor instalaremos interruptores-seccionadores con objeto de poder seccionar las líneas para posibles mantenimientos y averías. Dichos interruptores-seccionadores serán los siguientes, o con características similares:

referencia	A-5342PV0	A-5362PV0	A-5382PV0	A-5102PV0	A-5122PV0	A-5386PV0	A-5106PV0
tornillos de conexión	M5	M5	M5	M5	M5	M8	M8
hilo rígido	mm2	10 - 25	10 - 25	10 - 25	10 - 25	16 - 50	16 - 50
cable flexible	mm2	10 - 16	10 - 16	10 - 16	10 - 16	16 - 50	16 - 50
tensión impulso	Uimp kV	4	4	4	4	6	6
sección del cable	AWG	6	6	6	6	6-1	6-1
par de apriete	Nm	2,5	2,5	2,5	2,5	3,5	3,5
tensión V							
300V	35 A	-	-	-	-	-	-
400V	-	25 A	-	-	-	-	-
500V	-	20 A	-	-	-	-	-
600V	-	15 A	25 A	-	-	-	-
800V	-	-	16 A	-	-	40 A	-
1000V	-	-	-	25 A	-	-	40 A
1200V	-	-	-	-	25 A	-	-

Tabla 14: Características fusibles CC

5.1.2.2. Inversor

Según IEC 60.364-7-712, es obligatorio disponer de un interruptor de corte en carga que permita poder realizar trabajos de reparación y/o mantenimiento, separando el inversor del generador fotovoltaico. Por lo que, dispondremos en el inversor de un interruptor seccionador de corte en carga de las siguientes características:

referencia	Categoría de empleo DC-21 a Ue				
	220 V	400 V	600 V	800 V	1000 V
 55DC4014	125 A	125 A	80 A	63 A	-
 55DC4026	250 A	250 A	125 A	125 A	-
55PV4012	-	-	-	-	125 A
55PV4016	-	-	-	-	160 A
 55DC4032	315 A	315 A	250 A	250 A	-

Tabla 15: Características seccionador inversor

5.1.3. Protección frente a contactos directos e indirectos

La instalación a tierra de las masas metálicas se realizará teniendo en cuenta la configuración IT (configuración flotante). La propia configuración ofrece unos buenos niveles de seguridad tanto frente a contactos directos como indirectos si la resistencia de aislamiento de la instalación es elevada.

Las partes metálicas (bastidores metálicos de las placas y soportes metálicos) se conectan todas entre sí para que sean equipotenciales y, además, se conectan a tierra como medida de seguridad para la instalación frente a descargas atmosféricas. De los dos terminales de cada array los dos conductores activos estarán aislados entre sí y aislados de tierra.

Con esta disposición, si uno cualquiera de los hilos que parten de las placas, positivo o negativo, se pone en contacto eléctrico con una parte metálica, que está puesta a tierra, el único efecto es que los potenciales de ese hilo, de la parte metálica y de tierra son los mismos, y no hay ninguna corriente de derivación a tierra.

Si ahora una persona toca la parte metálica, no hay tampoco ninguna corriente de derivación por su cuerpo, pues la diferencia de potencial a que está sometida es cero, que es la diferencia de potencial entre la parte metálica y tierra. Esto es así, incluso, si la puesta a tierra fuera defectuosa, en cuyo caso la conexión a tierra se realiza por el cuerpo de la persona. Es decir, si una persona toca una parte metálica que estuviera aislada de tierra y que se ha puesto en contacto con un hilo activo, no circula ninguna corriente por la persona, salvo, a lo sumo, la producida inicialmente por las cargas estáticas. Por tanto, con los dos hilos activos aislados entre sí y de tierra, un primer defecto a tierra no es peligroso para las personas.

Si ahora se produce un nuevo contacto del otro conductor con la parte metálica, tampoco hay una corriente de fuga a tierra, sino un cortocircuito, pues, como se ha dicho, toda la parte metálica es una superficie equipotencial. Si ahora una persona toca la parte metálica, tampoco se produce ninguna corriente de fuga a tierra por ella, pues la diferencia de potencial entre la parte metálica y tierra sigue siendo cero. El cortocircuito tampoco produce una avería en las placas, pues la intensidad de cortocircuito de las placas fotovoltaicas es solo escasamente superior a su intensidad nominal. El efecto del cortocircuito es anular la tensión en la entrada de la parte de continua del convertidor, por lo que este se desconectará automáticamente de la línea de continua que le llega, ya que los convertidores van dotados de un interruptor automático que se abre cuando la tensión de continua disminuye hasta cierto valor que no hace posible continuar con la entrega de energía a la red pública. Esta desconexión es el mejor aviso de avería, pues cesa el suministro de energía a la red.

Solo puede haber peligro para la persona si el segundo defecto a tierra se produce a través de ella. Pero esto solo ocurre si ya se ha producido un primer defecto a tierra de uno de los hilos de una serie de placas fotovoltaicas, si ese defecto no ha sido reparado, y si la persona toca directamente el otro hilo activo. Esta situación equivale al contacto directo de la persona con los dos hilos activos, contacto cuyas consecuencias no puede evitar ningún interruptor diferencial, tampoco en las instalaciones de alterna, si la persona está aislada de tierra.

Toda protección frente a contactos indirectos debe conseguir que cualquier contacto accidental de un conductor activo con una parte metálica, no cause una derivación a tierra a través de una persona que esté tocando los bastidores, soportes o carcasas de placas y equipos. Ya se ha expuesto cómo el sistema IT asegura totalmente dicha protección en la parte de continua de las plantas fotovoltaicas, pues no hay riesgo de contactos indirectos, y ni siquiera hay riesgo de derivación a tierra a través de la persona, cuando esta toca directamente un solo conductor activo. Eso significa que el nivel de seguridad alcanzado con esta disposición resulta comparable al que se consigue en las instalaciones ordinarias de corriente alterna con los interruptores diferenciales, aunque con la ventaja para las instalaciones fotovoltaicas de generador flotante, de que esa seguridad no depende del correcto funcionamiento

de un interruptor diferencial ni de ningún otro aparato, sino que es una característica de seguridad inherente a la propia instalación.

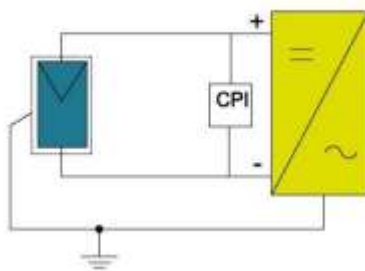


Figura 3: Esquema IT

Se pueden asegurar los niveles de aislamiento con un controlador de aislamiento (CPI) que vigile el valor de la resistencia de aislamiento, partiendo de unos valores bases correspondiendo a los valores de la instalación recién instalada.

La actuación del CPI debe activar una alarma, una bajada de aislamiento en un primer defecto no supone una situación de riesgo por contacto indirecto (las masas no adquieren potencial). Para los contactos directos está activa la protección principal, la alarma previene del riesgo para extremar el cuidado ante posibles contactos directos.

5.2. Corriente alterna

5.2.1. Protección frente a sobretensión

Tanto en la red de continua como en la de alterna se dispondrán los correspondientes descargadores de sobretensión.

En nuestro caso, los inversores PVI-10.0-TL-OUTD y PVI-15.5-TL-OUTD disponen de un descargador de sobretensiones en la salida de corriente alterna, apto para las condiciones de nuestra instalación. Dicho descargador será el encargado de proteger la instalación fotovoltaica frente a sobretensiones procedentes de la red eléctrica.

Así, se dispone un protector de sobretensiones entre fases y neutro y entre neutro y conductor de protección.

El descargador instalado tendrá las siguientes características:

Nombre del limitador	N.º de polos	Ancho	I_{max} (8/20)	I_n	U_p	U_n	U_c		Referencia
		Mód. 18 mm	kA	kA	kV	V CA	V MC L/PE	MD L/N	
PRD20r 3P+N	3P+N	4	20	5	1,2	230/400	440	340	16674
PRD20 3P+N	3P+N	4	20	5	1,2	230/400	440	340	16574

Tabla 16: Características descargador alterna

5.2.2. Protección frente a sobrecargas y sobreintensidades

El circuito de salida del inversor al cuadro de baja tensión del centro de transformación del abonado, los conductores quedarán protegidos frente a sobrecargas y sobreintensidades mediante el empleo de interruptores automáticos magnetotérmicos y diferenciales, cuyas características serán:

5.2.2.1. Protección de líneas individuales

Cada línea irá protegida por un interruptor magnetotérmico con función de corte diferencial con curva regulable con las siguientes características según norma IEC/EN 61009:

Número de polos	Sensibilidad Intensidad		Tipo	Código pedido	Peso Ud.	Unidad embalaje
	I _{Δn} mA	I _n A			kg	
4	30	25		DDA204 AC-25/0.032CSB204001R1250	0.200	1

Tabla 17: Características magnetotérmico líneas individuales

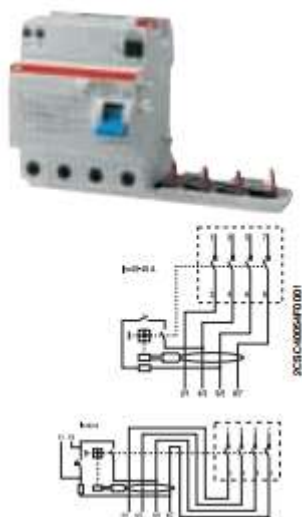


Figura 4: Esquema conexión magnetotérmico líneas individuales

5.2.2.2. Protección de línea común:

Todas las líneas a la salida del cuadro irán protegidas por otro interruptor diferencial, de forma que quede toda la instalación desconectada de red en caso de manipulación.

El interruptor diferencial a instalar será el modelo DPX3 250 magnetotérmicos regulado para la corriente de 250 A con poder de corte de 50 KA y curva de disparo tipo B

5.2.3. Protección frente a contactos directos e indirectos

Para la protección de contactos directos se interpondrán barreras para impedir el contacto con las masas metálicas, y señales de peligro de alta tensión para avisar del peligro.

Para la protección frente a los contactos indirectos se realizará una instalación TT, en la que todas las masas metálicas irán a tierra (independiente de la tierra de continua) y el neutro ligado a tierra. La resistencia a tierra será siempre inferior a 37 Ω ,

para cumplir con la Guía BT-26 referente al REBT y los requerimientos del Ministerio de Industria, Energía y Turismo.

6. Equipos de medida

Se deberá colocar un contador bidireccional telemandado con medición indirecta de 5ª con características iguales o superiores a las siguientes:

- Certificado MID
- Clase de exactitud B
- Pérdida Stand-by 0.4 W/paso o inferior
- LCD Display



Universidad de Jaén
Escuela Politécnica Superior de Jaén

Anexo 3

Datos de la radiación solar

Índice

Índice 2

1. Enero [kWh] 3

2. Febrero [kWh] 3

3. Marzo [kWh]..... 3

4. Abril [kWh] 4

5. Mayo [kWh]..... 4

6. Junio [kWh] 4

7. Julio [kWh]..... 5

8. Agosto [kWh]..... 5

9. Septiembre [kWh] 5

10. Octubre [kWh]..... 6

11. Noviembre [kWh] 6

12. Diciembre [kWh] 6

1. Enero [kWh]

Hora/Día	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
5:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36,1	35,6	39	40,6
8:00	71,9	108,4	72,2	116,8	102,7	98,8	105,5	124,8	96,8	112,5	147,9	174,6	165,6	167,9	183,2	175,5	169,3	108,1	179,2	189,1	184,8	148,8	156,6	167,2	193,5	157	171,3	202,4	199,8	206,1	208,1
9:00	190,8	256,8	190,6	267,9	246,1	239,1	249,9	279,3	229,4	260,1	321,4	359,1	344,5	347,5	375,4	358	347,5	242,1	361,5	376,2	368,8	308,3	326,4	342,7	378,8	317,8	346,4	389,7	384,6	393,4	395,4
10:00	296,1	388,9	295,3	403,7	373,3	363,2	377,9	426,2	355,1	391,1	474,2	530,4	504,6	508,3	544,6	521,4	506,9	369,4	524,8	549,8	533,4	459,9	475,4	496,8	544,5	470,4	499,9	563,2	549,9	560,9	562,9
11:00	370,6	482,1	369,4	508,5	463,1	450,8	468,3	525,4	440,6	483,4	581,6	647,2	617	621,1	663,1	642,5	618,7	455,6	645,6	667,8	655,2	561,8	579,7	604,7	666,9	573	607,4	680,8	671,8	684,4	686,3
12:00	397,5	515,7	396,2	543,5	495,4	482,4	500,8	561,1	471,5	516,7	620,3	689,2	657,4	668,3	705,7	683,9	658,9	486,6	686,9	710,2	696,8	598,4	617,3	643,4	708,8	609,8	645,9	723,1	713,4	726,5	728,4
13:00	370,6	482,1	369,4	508,5	463,1	450,8	468,3	525,4	440,6	483,4	581,6	647,2	617	621,1	663,1	642,5	618,7	455,6	645,6	667,8	655,2	561,8	579,7	604,7	666,9	573	607,4	680,8	671,8	684,4	686,3
14:00	296,1	388,9	295,3	403,7	373,3	363,2	377,9	426,2	355,1	391,1	474,2	530,4	504,6	508,3	544,6	521,4	506,9	369,4	524,8	549,8	533,4	459,9	475,4	496,8	544,5	470,4	499,9	563,2	549,9	560,9	562,9
15:00	190,8	256,8	190,6	267,9	246,1	239,1	249,9	279,3	229,4	260,1	321,4	359,1	344,5	347,5	375,4	358	347,5	242,1	361,5	376,2	368,8	308,3	326,4	342,7	378,8	317,8	346,4	389,7	384,6	393,4	395,4
16:00	71,9	108,4	72,2	116,8	102,7	98,8	105,5	124,8	96,8	112,5	147,9	174,6	165,6	167,9	183,2	175,5	169,3	108,1	179,2	189,1	184,8	148,8	156,6	167,2	193,5	157	171,3	202,4	199,8	206,1	208,1
17:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36,1	35,6	39	40,6
18:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

2. Febrero [kWh]

Hora/Día	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
5:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7:00	42,1	39,5	35,5	29,2	38,2	57,8	40	55	57,9	61,6	67,4	67,7	67,9	49,3	62,1	75,2	76,8	76,4	78	85,8	85,9	89	89,7	88,4	93,4	80,2	93	91,4
8:00	210,1	202,8	188,6	172	191,3	236,6	191,8	227,2	232	238,4	249	247,9	246,6	200,5	231	256,8	258,5	255,6	256,7	271,3	269,4	273,8	273,1	269,3	276,4	242,2	272,3	266,5
9:00	397,4	384,7	366,3	331,5	368,1	437,6	366,3	415,3	421,5	430,1	450,2	442,3	438,7	363,4	410,8	450,2	451,2	445,2	445,6	467,3	463,1	468,6	466	458,8	468,5	420,2	459,4	448,9
10:00	564,9	547,2	522	474,7	523	614,1	519,1	583,7	591,1	607,6	626,9	622,1	616,6	518,4	572,2	629,2	629,7	615,2	614,9	648,3	641,8	648,2	638,3	628	639,8	575,3	626,1	611,4
11:00	688,2	660,7	630,7	584,4	631,1	736,8	625,6	707,2	715,4	727,5	749,6	743,4	736,6	621,8	684,3	749,9	750	739,2	732,2	770,2	762,2	769,1	763,6	745	764,3	682,8	741,3	723,7
12:00	730,3	701,4	669,7	620,8	669,8	780,7	663,9	749,4	757,9	770,4	793,5	786,9	779,5	658,9	724,4	793	793	781,6	780,5	813,7	805,2	812,3	806,4	786,8	806,8	721,2	782,5	763,8
13:00	688,2	660,7	630,7	584,4	631,1	736,8	625,6	707,2	715,4	727,5	749,6	743,4	736,6	621,8	684,3	749,9	750	739,2	732,2	770,2	762,2	769,1	763,6	745	764,3	682,8	741,3	723,7
14:00	564,9	547,2	522	474,7	523	614,1	519,1	583,7	591,1	607,6	626,9	622,1	616,6	518,4	572,2	629,2	629,7	615,2	614,9	648,3	641,8	648,2	638,3	628	639,8	575,3	626,1	611,4
15:00	397,4	384,7	366,3	331,5	368,1	437,6	366,3	415,3	421,5	430,1	450,2	442,3	438,7	363,4	410,8	450,2	451,2	445,2	445,6	467,3	463,1	468,6	466	458,8	468,5	420,2	459,4	448,9
16:00	210,1	202,8	188,6	172	191,3	236,6	191,8	227,2	232	238,4	249	247,9	246,6	200,5	231	256,8	258,5	255,6	256,7	271,3	269,4	273,8	273,1	269,3	276,4	242,2	272,3	266,5
17:00	42,1	39,5	35,5	29,2	38,2	57,8	40	55	57,9	61,6	67,4	67,7	67,9	49,3	62,1	75,2	76,8	76,4	78	85,8	85,9	89	89,7	88,4	93,4	80,2	93	91,4
18:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

3. Marzo [kWh]

Hora/Día	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
5:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,1	3,1	5,1	7,1	9	11,2	12,8	14,9	16,5	17,9	20,9
7:00	101,1	103,5	104,6	107,2	103,5	111,1	120	124,9	126,1	127,8	127,6	120,3	133,2	135,8	137,1	138	138,2	147,8	155,4	156,9	159,6	164,5	165	167,1	157,7	173,6	158,4	165,3	158,1	152,4	176
8:00	283,3	286	287,6	290,7	280,3	294,3	308,4	316,2	316,2	317,3	314,3	298,6	320,8	323,6	323,7	323	323,5	338	351,3	351,7	354,5	362,1	360,3	362	343,2	370	339,4	351	329,3	315	361,4
9:00	473,7	476,5	477,7	481,1	463,5	483,8	504,3	515	513,5	513,8	507,7	482	514,9	517,7	516,4	513,8	513,2	534	557,2	552,1	555	569,2	560,9	562,1	532,1	575,5	523,6	539,8	511,9	482,8	551,4
10:00	643,1	645,9	646,5	650,1	626,1	651,8	677,6	696	693,1	687,3	678,5	644,1	686	688,7	686,1	681,9	680,1	706,3	734,7	732,6	735,5	747,5	741,2	741,8	697,4	751,9	684,7	704,8	668	637,3	717,1
11:00	760,1	762,8	763	766,7	738,3	767,6	802,7	817,3	813,5	812,2	795,9	755,7	803,6	806,2	802,6	797,3	794,8	829,6	856,2	853,3	856	869,3	861,6	861,7	810,7	872,3	795,1	817,7	774,9	739,2	830,3
12:00	801,8	804,6	804,6	808,3	778,4	809	845,4	860,5	856,3	854,9	837,8	795,5	845,5	848,1	844,2	838,4	835,6	871,8	899,4	896,2	898,9	912,7	904,4	904,4	851	915,1	834,4	857,8	813	775,5	870,5
13:00	760,1	762,8	763	766,7	738,3	767,6	802,7	817,3	813,5	812,2	795,9	755,7	803,6	806,2	802,6	797,3	794,8	829,6	856,2	853,3	856	869,3	861,6	861,7	810,7	872,3	795,1	817,7	774,9	739,2	830,3
14:00	643,1	645,9	646,5	650,1	626,1	651,8	677,6	696	693,1	687,3	678,5	644,1	686	688,7	686,1	681,9	680,1	706,3	734,7	732,6	735,5	747,5	741,2	741,8	697,4	751,9	684,7	704,8	668	637,3	717,1
15:00	473,7	476,5	477,7	481,1	463,5	483,8	504,3	515	513,5	513,8	507,7	482	514,9	517,7	516,4	513,8	513,2	534	557,2	552,1	555	569,2	560,9	562,1	532,1	575,5	523,6	539,8	511,9	482,8	551,4
16:00	283,3	286	287,6	290,7	280,3	294,3	308,4	316,2	316,2	317,3	314,3	298,6	320,8	323,6	323,7	323	323,5	338	351,3	351,7	354,5	362,1	360,3	362	343,2	370	339,4	351	329,3	315	361,4
17:00	101,1	103,5	104,6	107,2	103,5	111,1	120	124,9	126,1	127,8	127,6	120,3	133,2	135,8	137,1	138	138,2	147,8	155,4	156,9	159,6	164,5	165	167,1	157,7	173,6	158,4	165,3	158,1	152,4	176
18:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,1	3,1	5,1	7,1	9	11,2	12,8	14,9	16,5	17,9	20,9
19:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

4. Abril [kWh]

Hora/Día	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
5:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6:00	21,9	24,8	27,1	29,1	31,2	32,9	33,9	36,6	37,8	38,2	39,5	44,7	46,6	47,1	45,4	50,1	53,7	56	58,1	60,1	63	59,9	65,7	68,5	71,2	70,8	72,7	75,7	77,2	78,6
7:00	160,7	176,6	189,6	192,5	192,3	191,3	180	192,4	185,3	175,7	173,3	204,9	207,4	195	172,1	194,5	211,3	216,7	223,9	227,5	239,2	201,7	234,4	244	257,3	237,9	241	252,5	252	251,7
8:00	327,2	361,4	381,4	384,9	382,1	377,8	352,4	375,3	362,6	337,5	330,6	391,5	394,3	371,2	323,6	362,5	393,8	402,3	414,4	419,5	443	365,3	426,9	446,2	467,6	428,1	432,1	454,9	452	447,4
9:00	504,5	548,7	577,4	581,4	575,8	568	534,8	561,8	541,6	502,9	491,5	580,9	583,8	548,4	476,8	538,6	578,3	589,5	606,3	612,6	645,5	530,7	620,1	646,8	677,1	618,4	623,3	655	649,7	645,3
10:00	656	711,9	747,9	752	744,1	733,3	690	723,7	697,1	654	631,6	744,8	747,7	701,9	609,9	687,9	737,6	751,1	771,6	782,2	819,2	680,1	789,4	818,5	856,2	781,7	790,4	826,1	818,7	812,3
11:00	759,8	823,4	868,6	872,8	858,8	846	795,9	834,1	803,2	753,5	727,3	856,3	859,2	806,5	700,9	789,7	845,9	860,9	887,3	895,1	936,7	778,4	901,9	934,6	977,1	895,6	901,4	941,6	932,8	925,2
12:00	796,7	863	909,9	914,2	903,9	886	833,7	873,3	841	788,9	769,9	896	898,9	843,7	733,3	825,9	884,4	899,9	927,1	935,1	978,3	813,4	941,8	975,7	1019,9	934,8	940,7	982,5	973,1	965,1
13:00	759,8	823,4	868,6	872,8	858,8	846	795,9	834,1	803,2	753,5	727,3	856,3	859,2	806,5	700,9	789,7	845,9	860,9	887,3	895,1	936,7	778,4	901,9	934,6	977,1	895,6	901,4	941,6	932,8	925,2
14:00	656	711,9	747,9	752	744,1	733,3	690	723,7	697,1	654	631,6	744,8	747,7	701,9	609,9	687,9	737,6	751,1	771,6	782,2	819,2	680,1	789,4	818,5	856,2	781,7	790,4	826,1	818,7	812,3
15:00	504,5	548,7	577,4	581,4	575,8	568	534,8	561,8	541,6	502,9	491,5	580,9	583,8	548,4	476,8	538,6	578,3	589,5	606,3	612,6	645,5	530,7	620,1	646,8	677,1	618,4	623,3	655	649,7	645,3
16:00	327,2	361,4	381,4	384,9	382,1	377,8	352,4	375,3	362,6	337,5	330,6	391,5	394,3	371,2	323,6	362,5	393,8	402,3	414,4	419,5	443	365,3	426,9	446,2	467,6	428,1	432,1	454,9	452	447,4
17:00	160,7	176,6	189,6	192,5	192,3	191,3	180	192,4	185,3	175,7	173,3	204,9	207,4	195	172,1	194,5	211,3	216,7	223,9	227,5	239,2	201,7	234,4	244	257,3	237,9	241	252,5	252	251,7
18:00	21,9	24,8	27,1	29,1	31,2	32,9	33,9	36,6	37,8	38,2	39,5	44,7	46,6	47,1	45,4	50,1	53,7	56	58,1	60,1	63	59,9	65,7	68,5	71,2	70,8	72,7	75,7	77,2	78,6
19:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

5. Mayo [kWh]

Hora/Día	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
5:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,7	1,2	1,8	2,8	2,9	3,4	4	4,1	4,7	5	5,9	5,7	5,9	6,3	7	7,4	8,5	8,2
6:00	80,4	81,2	81,2	82,8	75,2	78	76,7	85,2	89,5	88,5	94,7	97,5	98,5	98	102	103,4	102,9	106,3	107,8	108,8	110,8	111,8	113,1	113,5	115,4	116,7	117,7	118,2	119	118,9	120,6
7:00	254	249,8	239	240,8	199,1	205,9	197,1	228,3	242,6	233,4	261,4	271	270,3	261,2	277,1	278,8	270,3	283,4	287,2	287,5	294,1	293,2	296,3	292,3	299,4	302,4	303,2	301,1	301,6	295,9	301,6
8:00	449,9	440,3	418,1	420	343,2	354,1	334,2	390,4	418,3	397	448,1	464,8	462,1	443,7	474,1	475,9	456,8	481,9	486	485,2	496,5	493,7	498,4	489,8	502,1	506,7	507,1	502,2	502,3	490,9	500,6
9:00	647,9	630	596,7	598,6	486,7	501,6	476,2	556,6	591,8	564,4	633,1	658,8	654	624,2	666,9	668,8	640,9	675,9	681	679,1	694,7	690	696,1	683,1	700,2	706,2	706,2	698,6	698,2	681,3	694,8
10:00	815	795,2	749,9	751,5	610,3	628,5	596,1	696,6	740,2	705,3	790,8	821,9	815,3	778,1	830,4	832,3	799,6	840,2	846,1	843,3	862,3	856	863,2	846,5	867,5	874,6	874,3	864,3	863,5	842,1	858,5
11:00	927,8	905	853,6	855,2	694,4	714,8	677,8	791,6	840,6	800,9	899,6	931,7	923,9	882	940,4	942,2	905	950,6	957	953,5	974,8	967,4	975,2	956,1	979,6	987,5	986,9	975,4	974,3	949,9	968,2
12:00	967,7	943,8	890,5	892	724,4	745,6	706,9	825,3	876,3	834,8	937,2	970,6	962,3	918,9	979,3	981,1	942,3	989,6	996,2	992,4	1014,5	1006,7	1014,8	994,8	1019,2	1027,3	1026,6	1014,6	1013,4	987,9	1006,9
13:00	927,8	905	853,6	855,2	694,4	714,8	677,8	791,6	840,6	800,9	899,6	931,7	923,9	882	940,4	942,2	905	950,6	957	953,5	974,8	967,4	975,2	956,1	979,6	987,5	986,9	975,4	974,3	949,9	968,2
14:00	815	795,2	749,9	751,5	610,3	628,5	596,1	696,6	740,2	705,3	790,8	821,9	815,3	778,1	830,4	832,3	799,6	840,2	846,1	843,3	862,3	856	863,2	846,5	867,5	874,6	874,3	864,3	863,5	842,1	858,5
15:00	647,9	630	596,7	598,6	486,7	501,6	476,2	556,6	591,8	564,4	633,1	658,8	654	624,2	666,9	668,8	640,9	675,9	681	679,1	694,7	690	696,1	683,1	700,2	706,2	706,2	698,6	698,2	681,3	694,8
16:00	449,9	440,3	418,1	420	343,2	354,1	334,2	390,4	418,3	397	448,1	464,8	462,1	443,7	474,1	475,9	456,8	481,9	486	485,2	496,5	493,7	498,4	489,8	502,1	506,7	507,1	502,2	502,3	490,9	500,6
17:00	254	249,8	239	240,8	199,1	205,9	197,1	228,3	242,6	233,4	261,4	271	270,3	261,2	277,1	278,8	270,3	283,4	287,2	287,5	294,1	293,2	296,3	292,3	299,4	302,4	303,2	301,1	301,6	295,9	301,6
18:00	80,4	81,2	81,2	82,8	75,2	78	76,7	85,2	89,5	88,5	94,7	97,5	98,5	98	102	103,4	102,9	106,3	107,8	108,8	110,8	111,8	113,1	113,5	115,4	116,7	117,7	118,2	119	118,9	120,6
19:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,7	1,2	1,8	2,8	2,9	3,4	4	4,1	4,7	5	5,9	5,7	5,9	6,3	7	7,4	8,5	8,2

6. Junio [kWh]

Hora/Día	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
5:00	9,2	9	9,4	10,1	11,1	10,4	10,6	11	11,6	11,7	11,7	11,9	11,9	12	12,1	12,1	11,7	11,7	11,7	11,8	12	11,5	11,5	11,4	11,5	11,3	11,1	11	10,8	10,7
6:00	120,4	122	122,6	122,6	122,1	124,2	124,8	125	125,1	125,7	126,3	126,6	127,1	127,4	127,7	128	128,7	128,8	128,9	129	128,8	129,2	129,1	129,1	128,7	128,7	128,6	128,3	128,1	127,7
7:00	296,2	302,2	301,9	299,1	293,1	301,8	302,9	301,7	299	300,1	302,2	302,5	303,3	304,1	304,4	304,9	307,8	308,3	308,5	308,2	307	310	309,8	310,1	308,6	309,6	309,7	309,7	309,9	309,2
8:00	491,5	500,2	499	493	481,5	496,9	498,3	495,7	491,8	493,4	495,3	495,5	496,6	497,8	498	498,8	503,9	504,8	505	504,4	502,1	507,7	507,4	508	505,4	507,5	507,8	508,1	508,7	507,9
9:00	681,3	693,2	691,2	682,2	667,6	687,1	688,7	684,6	678,8	680,8	683,3	683,4	684,8	686,2	686,4	687,4	694,6	695,8	696,1	695,2	691,8	699,9	699,5	700,4	696,8	699,8	700,4	701	702	701,1
10:00	841,5	856	853,2	841,7	823,3	847,3	849,1	843,8	836,4	838,8	841,7	841,6	843,3	844,9	845,1	846,2	855,1	856,5	856,9	855,7	851,5	861,6	861,1	862,2	857,8	861,6	862,5	863,2	864,7	863,6
11:00	948,8	965,1	961,7	948,6	927,6	954,6	956,5	950,4	942	944,5	947,7	947,6	949,3	951,1	951,2	952,5	962,5	964	964,4	963,1	958,4	969,7	969,2	970,5	965,5	969,9	970,9	971,8	973,5	972,4
12:00	986,7	1003,5	999,9	986,3	964,5	992,5	994,4	988	979,2	981,8	985,1	985	986,7	988,6	988,7	990	1000,4	1001,9	1002,3	1001	996	1007,8	1007,3	1008,6	1003,5	1008	1009,1	1010,1	1011,9	1010,7
13:00	948,8	965,1	961,7	948,6	927,6	954,6	956,5	950,4	942	944,5	947,7	947,6	949,3	951,1	951,2	952,5	962,5	964	964,4	963,1	958,4	969,7	969,2	970,5	965,5	969,9	970,9	971,8	973,5	972,4
14:00	841,5	856	853,2	841,7	823,3	847,3	849,1	843,8	836,4	838,8	841,7	841,6	843,3	844,9	845,1	846,2	855,1	856,5	856,9	855,7	851,5	861,6	861,1	862,2	857,8	861,6	862,5	863,2	864,7	863,6
15:00	681,3	693,2	691,2	682,2	667,6	687,1	688,7	684,6	678,8	680,8	683,3	683,4	684,8	686,2	686,4	687,4	694,6	695,8	696,1	695,2	691,8	699,9	699,5	700,4	696,8	699,8	700,4	701	702	701,1
16:00	491,5	500,2	499	493	481,5	496,9	498,3	495,7	491,8	493,4	495,3	495,5	496,6	497,8	498	498,8	503,9	504,8	505	504,4	502,1	507,7	507,4	508	505,4	507,5	507,8	508,1	508,7	507,9
17:00	296,2	302,2	301,9	299,1	293,1	301,8	302,9	301,7	299	300,1	302,2	302,5	303,3	304,1	304,4	304,9	307,8	308,3	308,5	308,2	307	310	309,8	310,1	308,6	309,6	309,7	309,7	309,9	309,2
18:00	120,4	122	122,6	122,6	122,1	124,2	124,8	125	125,1	125,7	126,3	126,6	127,1	127,4	127,7	128	128,7	128,8	128,9	129	128,8	129,2	129,1	129,1	128,7	128,7	128,6	128,3	128,1	127,7
19:00	9,2	9	9,4	10,1	11,1	10,4	10,6	11	11,6	11,7	11,7	11,9	11,9	12	12,1	12,1	11,7	11,7	11,7	11,8	12	11,5	11,5	11,4	11,5	11,3	11,1	11	10,8	10,7

7. Julio [kWh]

Hora/Día	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
5:00	11	10,5	10,1	9,9	9,7	9,6	9,4	9,2	8,9	8,6	8,3	7,9	7,5	7,2	6,9	6,6	6,2	5,9	5,5	5,1	4,6	4,2	3,8	3,3	2,8	2,3	1,9	1,3	0,8	0,2	0
6:00	126,9	126,8	126,5	126,1	125,5	124,8	124,1	123,4	122,8	122,1	121,3	120,6	119,9	119	118,1	117	116	115	113,9	112,7	111,8	110,6	109,4	108,2	107	105,6	104,2	102,9	101,5	99,9	98,5
7:00	306,4	307,8	308,5	308,6	307,8	306,6	305,7	304,8	304,4	303,9	303,4	303,2	303	302,1	301,4	299,8	298,6	297,4	296,5	294,9	294,9	293,3	292	290,9	289,9	288,3	285,3	284,7	282,3	279,5	278,1
8:00	503	506	507,8	508,5	507,4	505,8	504,7	503,8	503,6	503,4	503,2	503,7	504,1	503,4	502,9	500,9	499,6	498,4	497,6	495,7	496,8	494,9	493,7	492,8	492,1	490,5	486,1	486,3	483,1	479,2	478
9:00	694,3	698,8	701,7	702,9	701,7	699,7	698,5	697,5	697,7	697,9	698,1	699,2	700,3	699,7	699,6	697,2	696	694,8	694,3	692,2	694,4	692,4	691,2	690,7	690,5	688,9	683,3	684,4	680,6	675,8	674,8
10:00	855,3	861,1	864,9	866,6	865,3	863	861,8	860,8	861,2	861,7	862,3	864	865,7	865,3	865,5	862,9	861,7	860,6	860,5	858,2	861,4	859,3	858,3	858,1	858,3	856,8	850,3	852,2	847,9	842,4	841,8
11:00	963	969,7	974	976,1	974,7	972,3	971,1	970,1	970,8	971,5	972,3	974,3	976,4	976,2	976,7	973,9	972,8	971,8	971,9	969,6	973,4	971,3	970,5	970,4	971	969,6	962,5	964,9	960,4	954,5	954
12:00	1001	1008	1012,5	1014,7	1013,3	1010,9	1009,6	1008,6	1009,4	1010,2	1011,1	1013,2	1015,5	1015,4	1015,9	1013,1	1012	1011	1011,1	1008,9	1012,9	1010,8	1010	1010,1	1010,7	1009,4	1002,1	1004,8	1000,1	994,1	993,7
13:00	963	969,7	974	976,1	974,7	972,3	971,1	970,1	970,8	971,5	972,3	974,3	976,4	976,2	976,7	973,9	972,8	971,8	971,9	969,6	973,4	971,3	970,5	970,4	971	969,6	962,5	964,9	960,4	954,5	954
14:00	855,3	861,1	864,9	866,6	865,3	863	861,8	860,8	861,2	861,7	862,3	864	865,7	865,3	865,5	862,9	861,7	860,6	860,5	858,2	861,4	859,3	858,3	858,1	858,3	856,8	850,3	852,2	847,9	842,4	841,8
15:00	694,3	698,8	701,7	702,9	701,7	699,7	698,5	697,5	697,7	697,9	698,1	699,2	700,3	699,7	699,6	697,2	696	694,8	694,3	692,2	694,4	692,4	691,2	690,7	690,5	688,9	683,3	684,4	680,6	675,8	674,8
16:00	503	506	507,8	508,5	507,4	505,8	504,7	503,8	503,6	503,4	503,2	503,7	504,1	503,4	502,9	500,9	499,6	498,4	497,6	495,7	496,8	494,9	493,7	492,8	492,1	490,5	486,1	486,3	483,1	479,2	478
17:00	306,4	307,8	308,5	308,6	307,8	306,6	305,7	304,8	304,4	303,9	303,4	303,2	303	302,1	301,4	299,8	298,6	297,4	296,5	294,9	294,9	293,3	292	290,9	289,9	288,3	285,3	284,7	282,3	279,5	278,1
18:00	126,9	126,8	126,5	126,1	125,5	124,8	124,1	123,4	122,8	122,1	121,3	120,6	119,9	119	118,1	117	116	115	113,9	112,7	111,8	110,6	109,4	108,2	107	105,6	104,2	102,9	101,5	99,9	98,5
19:00	11	10,5	10,1	9,9	9,7	9,6	9,4	9,2	8,9	8,6	8,3	7,9	7,5	7,2	6,9	6,6	6,2	5,9	5,5	5,1	4,6	4,2	3,8	3,3	2,8	2,3	1,9	1,3	0,8	0,2	0

8. Agosto [kWh]

Hora/Día	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
5:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6:00	97,2	95,7	93,9	92,7	91,2	89,6	88,1	86,3	84,8	83,1	81,4	79,8	78	76,3	74,6	73	71,2	69,4	67,6	65,7	63,9	62,1	60	58,1	56,4	54,5	52,5	50,6	48,7	46,7	44,7
7:00	277,5	275,9	272,4	273	271,5	269,7	268,9	265,9	264,9	262,4	260,9	259,5	257,4	255,1	253,9	253,2	251,1	249,6	248,1	245	243,3	242,2	235,6	233,1	234,3	232,2	227,7	226,2	225,7	220,2	217,2
8:00	478,2	476,7	471,5	474,2	472,9	471	471,3	467,2	466,8	463,8	462,7	461,7	459,5	456,7	456,3	456,8	454,6	453,7	452,7	448,6	447,3	447,2	439	436,1	437,9	435,6	431,9	430,9	429,2	423,4	419,6
9:00	675,9	674,6	668	672,8	671,8	670	671,3	666,3	666,9	663,4	662,8	662,4	660,3	657,3	657,6	659,5	657,4	657,1	656,8	651,9	651,1	652,2	641,3	638,2	642	639,9	635,6	635,4	634,1	626,8	622,3
10:00	843,8	842,7	834,9	841,6	840,9	839,3	841,6	835,9	837,2	833,5	833,4	833,5	831,6	828,5	829,6	832,8	830,8	831,2	831,5	826	825,8	827,9	814,9	811,7	817,3	815,5	810,7	811,2	810,5	801,9	797,1
11:00	956,7	955,8	947,3	955,2	954,8	953,3	956,2	950,2	952	948,2	948,5	949	947,1	944	945,7	949,7	947,9	948,7	949,5	943,7	943,9	946,8	932,3	929,2	936	934,3	929,3	930,4	930	920,7	915,6
12:00	996,5	995,7	987	995,3	995	993,6	996,8	990,6	992,6	988,7	989,1	989,8	988	984,9	986,8	991,1	989,3	990,3	991,2	985,4	985,7	988,8	973,9	970,8	978	976,4	971,4	972,7	972,4	962,8	957,7
13:00	956,7	955,8	947,3	955,2	954,8	953,3	956,2	950,2	952	948,2	948,5	949	947,1	944	945,7	949,7	948,7	948,7	949,5	943,7	943,9	946,8	932,3	929,2	936	934,3	929,3	930,4	930	920,7	915,6
14:00	843,8	842,7	834,9	841,6	840,9	839,3	841,6	835,9	837,2	833,5	833,4	833,5	831,6	828,5	829,6	832,8	830,8	831,2	831,5	826	825,8	827,9	814,9	811,7	817,3	815,5	810,7	811,2	810,5	801,9	797,1
15:00	675,9	674,6	668	672,8	671,8	670	671,3	666,3	666,9	663,4	662,8	662,4	660,3	657,3	657,6	659,5	657,4	657,1	656,8	651,9	651,1	652,2	641,3	638,2	642	639,9	635,6	635,4	634,1	626,8	622,3
16:00	478,2	476,7	471,5	474,2	472,9	471	471,3	467,2	466,8	463,8	462,7	461,7	459,5	456,7	456,3	456,8	454,6	453,7	452,7	448,6	447,3	447,2	439	436,1	437,9	435,6	431,9	430,9	429,2	423,4	419,6
17:00	277,5	275,9	272,4	273	271,5	269,7	268,9	265,9	264,9	262,4	260,9	259,5	257,4	255,1	253,9	253,2	251,1	249,6	248,1	245	243,3	242,2	235,6	233,1	234,3	232,2	227,7	226,2	225,7	220,2	217,2
18:00	97,2	95,7	93,9	92,7	91,2	89,6	88,1	86,3	84,8	83,1	81,4	79,8	78	76,3	74,6	73	71,2	69,4	67,6	65,7	63,9	62,1	60	58,1	56,4	54,5	52,5	50,6	48,7	46,7	44,7
19:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

9. Septiembre [kWh]

Hora/Día	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
5:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6:00	42,8	40,7	38,9	36,8	34,9	32,9	31	29,1	27,2	25,2	23,2	21,2	19,3	17,2	15,2	13,2	11,2	9	7	5,3	3,3	1,4	0	0	0	0	0	0	0	0
7:00	216	211,9	210,9	206,8	206,3	203,4	201,9	201,3	199,5	197,6	194,5	192	192,7	187,6	183,5	176,8	174,7	152,8	147,4	159,4	147,4	140,6	146,2	147,3	139,3	128,1	133,3	118,2	127,8	114,1
8:00	419,5	413,5	413,7	407,7	409,1	405,5	404,8	406,1	404,7	403,4	399,7	397,2	398,3	393,5	387,8	373,6	371,8	332,6	323,9	348,2	329	317,3	328,6	333,5	322,3	296,9	314,7	280,8	308,1	277,1
9:00	623,5	615,8	617,4	609,7	613,1	609	609,3	612,6	611,9	611,2	607	604,8	607,7	601,8	594,6	579,2	577,9	515,7	503,9	542,1	514,3	497,8	516,3	525,2	509,4	478,5	500,6	449,9	493,1	453,2
10:00	799,4	790,3	793,3	784,3	789,4	785,1	786,3	791,4	791,4	791,4	786,8	784,8	789,5	782,8	774,4	755,5	754,7	676,1	661,6	711,8	676,8	656,3	681,1	693,5	673,9	634,7	664,3	607,4	656,3	605,1
11:00	918,8	908,9	912,7	902,9	909,2	904,8	906,7	913	913,5	913,9	909,2	907,4	913,3	906,2	897	875,8	875,4	786	769,8	832,9	788,3	765,1	794,2	808,9	786,9	742	776,7	711,5	768,4	709,8
12:00	961,1	950,9	955,1	945	951,7	947,3	949,4	956,2	956,8	957,4	952,7	951	957,3	950	940,5	918,5	918,2	825,1	808,3	874,4	827,9	803,8	834,4	855,2	827,1	780,3	816,8	748,6	808,4	747,2
13:00	918,8	908,9	912,7	902,9	909,2	904,8	906,7	913	913,5	913,9	909,2	907,4	913,3	906,2	897	875,8	875,4	786	769,8	832,9	788,3	765,1	794,2	808,9	786,9	742	776,7	711,5	768,4	709,8
14:00	799,4	790,3	793,3	784,3	789,4	785,1	786,3	791,4	791,4	791,4	786,8	784,8	789,5	782,8	774,4	755,5	754,7	676,1	661,6	711,8	676,8	656,3	681,1	693,5	673,9	634,7	664,3	607,4	656,3	605,1
15:00	623,5	615,8	617,4	609,7	613,1	609	609,3	612,6	611,9	611,2	607	604,8	607,7	601,8	594,6	579,2	577,9	515,7	503,9	542,1	514,3	497,8	516,3	525,2	509,4	478,5	500,6	449,9	493,1	453,2
16:00	419,5	413,5	413,7	407,7	409,1	405,5	404,8	406,1	404,7	403,4	399,7	397,2	398,3	393,5	387,8	373,6	371,8	332,6	323,9	348,2	329	317,3	328,6	333,5	322,3	296,9	314,7	280,8	308,1	277,1
17:00	216	211,9	210,9	206,8	206,3	203,4	201,9	201,3	199,5	197,6	194,5	192	192,7	187,6	183,5	176,8	174,7	152,8	147,4	159,4	147,4	140,6	146,2	147,3	139,3	128,1	133,3	118,2	127,8	114,1
18:00	42,8	40,7	38,9	36,8	34,9	32,9	31	29,1	27,2	25,2	23,2	21,2	19,3	17,2	15,2	13,2	11,2	9	7	5,3	3,3	1,4	0	0	0	0	0	0	0	0
19:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

10. Octubre [kWh]

Hora/Día	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
5:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7:00	121,1	121,3	118,5	113,4	105,6	93,2	98,8	104,5	107,9	104,1	87,5	78,7	85,3	69,6	74,5	56,2	72,9	68,2	64,7	46,5	41,7	50,7	55,9	60	57,1	56,3	64,1	48,9	61,4	51,7	50,4
8:00	299	301,8	298,5	290,1	271,3	248,7	261,7	280,8	288,5	284,7	246,6	231,1	246,5	215,5	228,8	186,4	228,7	221,6	216,1	172,6	163,2	187,3	204,9	215,6	211	211,4	235	199,1	232,5	208,5	207,6
9:00	481,8	487,5	483,8	472,1	451,2	410,5	438,8	463,2	476,7	472	414	390,7	423,1	368,3	391	323,6	393,6	383,4	375,9	306,1	291,8	338,4	363,1	388,4	375,8	384,6	417,1	361,2	416,4	386,1	386
10:00	643,3	651,7	647,7	633,3	606,8	554,4	592,2	625,1	643,6	638,4	571,6	533,3	576,8	505,2	544,5	454,9	549,7	536,9	519,5	434,5	407,9	471,8	505,7	539,9	532,7	536,5	580,5	515,5	581	541,6	542,3
11:00	754,4	764,6	760,5	744,4	714,1	663,2	698,2	736,8	758,8	753,2	676,1	641,5	683,1	600,2	646,4	542,2	653,4	639	628,7	519,9	498,5	564,6	614,3	645,2	637,2	642,1	693,9	618,3	695,5	649,8	651,1
12:00	794,1	804,9	800,7	784	752,4	699,2	736	776,7	799,9	794,2	713,5	677,2	721,1	634,2	682,8	573,4	690,5	675,5	664,8	550,6	528,1	597,8	650,2	682,9	674,7	679,9	734,5	655,2	736,4	688,6	690
13:00	754,4	764,6	760,5	744,4	714,1	663,2	698,2	736,8	758,8	753,2	676,1	641,5	683,1	600,2	646,4	542,2	653,4	639	628,7	519,9	498,5	564,6	614,3	645,2	637,2	642,1	693,9	618,3	695,5	649,8	651,1
14:00	643,3	651,7	647,7	633,3	606,8	554,4	592,2	625,1	643,6	638,4	571,6	533,3	576,8	505,2	544,5	454,9	549,7	536,9	519,5	434,5	407,9	471,8	505,7	539,9	532,7	536,5	580,5	515,5	581	541,6	542,3
15:00	481,8	487,5	483,8	472,1	451,2	410,5	438,8	463,2	476,7	472	414	390,7	423,1	368,3	391	323,6	393,6	383,4	375,9	306,1	291,8	338,4	363,1	388,4	375,8	384,6	417,1	361,2	416,4	386,1	386
16:00	299	301,8	298,5	290,1	271,3	248,7	261,7	280,8	288,5	284,7	246,6	231,1	246,5	215,5	228,8	186,4	228,7	221,6	216,1	172,6	163,2	187,3	204,9	215,6	211	211,4	235	199,1	232,5	208,5	207,6
17:00	121,1	121,3	118,5	113,4	105,6	93,2	98,8	104,5	107,9	104,1	87,5	78,7	85,3	69,6	74,5	56,2	72,9	68,2	64,7	46,5	41,7	50,7	55,9	60	57,1	56,3	64,1	48,9	61,4	51,7	50,4
18:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

11. Noviembre [kWh]

Hora/Día	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
5:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7:00	48,2	33,6	38,9	38,1	24,3	33,2	35,4	36,7	28,2	33,8	17,5	8,6	13,1	19,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8:00	204,4	172,4	187,2	186,7	152,9	179,1	185,7	190,4	172,5	190,5	147,2	125,2	139,6	159	160,5	146,9	149	129,7	141,9	108,9	119,1	90,6	147,7	158,3	122,2	133,8	133,6	140,6	143,8	144,2
9:00	382,4	325,1	350,6	351,1	301,2	341,4	360	368,8	334,5	366	299,1	258,3	288,9	318,4	321,9	300,9	305,3	277,5	295,7	239,3	262,6	211,3	308,7	332,9	271,1	288,4	288,9	307,2	313,1	314,3
10:00	538,1	462,4	505,8	507,3	432	495,7	512,6	525,1	488,4	522,8	433,3	385,2	420,7	469,8	475,3	438,9	453,7	408,2	433,7	363,3	389,3	318,1	461,8	486,5	403,1	435,4	436,5	453,6	462	464
11:00	646,6	558,2	609,6	611,7	523,6	598,9	619,1	634,3	591,5	632,3	527,4	470,6	513,1	571,4	578,3	545,1	553,5	500	539,9	447,1	478,4	393,4	564,9	594,3	496	534,4	536	556,5	566,6	569,3
12:00	685,5	592,6	646,8	649,2	556,5	635,9	657,4	673,4	628,5	671,6	561,2	501,3	546,3	607,9	615,3	580,4	589,3	533	575,2	477,3	510,5	420,5	601,9	633,1	529,4	570,1	571,8	593,5	604,3	607,1
13:00	646,6	558,2	609,6	611,7	523,6	598,9	619,1	634,3	591,5	632,3	527,4	470,6	513,1	571,4	578,3	545,1	553,5	500	539,9	447,1	478,4	393,4	564,9	594,3	496	534,4	536	556,5	566,6	569,3
14:00	538,1	462,4	505,8	507,3	432	495,7	512,6	525,1	488,4	522,8	433,3	385,2	420,7	469,8	475,3	438,9	453,7	408,2	433,7	363,3	389,3	318,1	461,8	486,5	403,1	435,4	436,5	453,6	462	464
15:00	382,4	325,1	350,6	351,1	301,2	341,4	360	368,8	334,5	366	299,1	258,3	288,9	318,4	321,9	300,9	305,3	277,5	295,7	239,3	262,6	211,3	308,7	332,9	271,1	288,4	288,9	307,2	313,1	314,3
16:00	204,4	172,4	187,2	186,7	152,9	179,1	185,7	190,4	172,5	190,5	147,2	125,2	139,6	159	160,5	146,9	149	129,7	141,9	108,9	119,1	90,6	147,7	158,3	122,2	133,8	133,6	140,6	143,8	144,2
17:00	48,2	33,6	38,9	38,1	24,3	33,2	35,4	36,7	28,2	33,8	17,5	8,6	13,1	19,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

12. Diciembre [kWh]

Hora/Día	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
5:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6:00	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8:00	142,5	145,6	142,1	116,2	130,3	115,1	109,4	100,4	103,6	102,7	109,1	117,5	115	84,8	85,5	110	89,1	86,9	92,8	110,8	132,6	101,1	101,1	114,2	104,8	126	84,9	82,8	67,2	59,8	51,4
9:00	312,3	317,8	312,6	264,7	288,3	264	257,1	242,3	248,3	247	258	270,2	266,5	213,1	214,6	258,9	221,2	217,5	232,4	260,6	302,2	246,4	246,5	266,2	252,5	291,4	214	209,9	183	165,4	151,3
10:00	461,7	469,6	462,9	398	438,9	397,7	388,4	368,2	376,7	375,2	390,7	415,6	402,7	334,7	337,1	392,7	346,5	341,4	356	395,4	452	375,7	375,8	410,8	384	437,1	336,3	330,5	285,5	265	244,6
11:00	566,7	576,3	568,6	492	540,6	500,9	481,1	457	467,4	465,6	484,3	513,9	507,9	417,6	420,5	496,1	431,9	425,8	443,4	499,5	557,6	467	467,2	508,7	476,9	539,8	419,6	412,6	358,1	333,2	308,3
12:00	604,5	614,7	606,6	535,3	577,2	535,3	514,5	489,1	500	498,3	527,4	549,3	543,1	447,5	450,6	530,6	462,7	456,3	475	534,2	595,7	499,9	500,2	544	510,4	576,8	449,7	442,2	384,3	357,8	331,3
13:00	566,7	576,3	568,6	492	540,6	500,9	481,1	457	467,4	465,6	484,3	513,9	507,9	417,6	420,5	496,1	431,9	425,8	443,4	499,5	557,6	467	467,2	508,7	476,9	539,8	419,6	412,6	358,1	333,2	308,3
14:00	461,7	469,6	462,9	398	438,9	397,7	388,4	368,2	376,7	375,2	390,7	415,6	402,7	334,7	337,1	392,7	346,5	341,4	356	395,4	452	375,7	375,8	410,8	384	437,1	336,3	330,5	285,5	265	244,6
15:00	312,3	317,8	312,6	264,7	288,3	264	257,1	242,3	248,3	247	258	270,2	266,5	213,1	214,6	258,9	221,2	217,5	232,4	260,6	302,2	246,4	246,5	266,2	252,5	291,4	214	209,9	183	165,4	151,3
16:00	142,5	145,6	142,1	116,2	130,3	115,1	109,4	100,4	103,6	102,7	109,1	117,5	115	84,8	85,5	110	89,1	86,9	92,8	110,8	132,6	101,1	101,1	114,2	104,8	126	84,9	82,8	67,2	59,8	51,4
17:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



Universidad de Jaén
Escuela Politécnica Superior de Jaén

Anexo 4

Datos de consumo eléctrico

Índice

1. Enero [kWh] 3

2. Febrero [kWh] 3

3. Marzo[kWh] 4

4. Abril [kWh] 4

5. Mayo [kWh]..... 5

6. Junio [kWh] 5

7. Julio [kWh]..... 6

8. Agosto [kWh]..... 6

9. Septiembre [kWh] 7

10. Octubre [kWh]..... 7

11. Noviembre [kWh] 8

12. Diciembre [kWh] 8

1. Enero [kWh]

Hora/Día	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
0:00	46	48	84	104	102	59	55	61	78	103	108	114	107	85	56	87	109	100	95	97	76	54	91	107	99	111	120	79	50	86	106
1:00	43	42	80	97	97	52	48	57	73	98	99	112	104	69	51	88	101	86	88	92	65	50	91	92	89	106	109	62	47	84	94
2:00	51	51	89	101	100	57	59	61	87	99	104	108	104	68	55	86	102	93	96	90	64	53	94	103	88	105	104	66	50	88	96
3:00	42	42	77	91	92	45	47	51	74	86	83	93	84	50	46	84	81	75	81	84	49	46	86	86	78	101	93	49	40	83	83
4:00	49	47	86	95	103	53	65	59	87	93	100	100	89	57	54	101	94	87	83	86	57	55	95	92	82	91	97	60	55	86	86
5:00	52	52	96	101	128	59	125	59	90	94	103	108	105	59	58	97	95	94	85	98	63	59	96	99	84	99	101	57	51	97	90
6:00	41	46	149	134	129	50	131	54	139	142	147	141	151	54	51	153	148	145	134	149	50	48	147	147	142	148	146	48	45	144	144
7:00	43	44	151	146	149	46	136	53	140	155	153	155	154	55	49	158	150	153	158	147	51	46	149	149	147	142	144	47	43	143	140
8:00	49	48	152	144	153	52	137	57	143	165	151	155	159	53	53	167	153	154	160	147	54	54	147	155	141	140	150	49	48	147	142
9:00	34	37	147	141	151	38	118	43	141	151	149	155	150	42	40	171	145	150	148	144	43	39	149	157	139	139	149	39	40	142	143
10:00	41	45	156	162	155	53	124	52	145	163	156	153	165	48	46	163	150	162	164	153	52	45	153	165	142	148	152	54	47	148	147
11:00	43	42	148	151	156	51	108	52	143	155	149	156	157	47	43	165	159	157	166	135	53	52	143	166	149	143	163	47	44	148	149
12:00	37	41	138	143	154	48	70	51	152	156	147	162	142	53	46	161	148	157	161	130	47	45	138	166	137	135	152	42	38	144	150
13:00	42	42	139	151	166	51	72	53	161	163	163	168	158	48	46	168	162	153	168	151	49	48	149	164	142	147	149	48	45	142	157
14:00	46	47	153	173	167	58	74	60	168	171	154	170	153	52	46	168	160	152	164	163	54	52	155	157	144	151	156	49	46	166	174
15:00	43	45	161	178	160	47	65	51	167	163	148	159	155	49	38	163	168	157	159	161	46	47	149	142	144	152	154	42	43	168	162
16:00	49	51	161	163	149	64	73	66	164	156	154	169	163	56	51	176	175	152	144	167	55	56	163	134	140	142	165	62	53	170	148
17:00	49	49	163	159	95	58	67	58	164	161	155	178	169	56	43	174	170	144	138	156	59	56	149	130	147	140	172	50	49	143	132
18:00	47	47	159	159	87	55	60	60	158	158	171	171	167	53	50	174	178	161	146	161	50	52	166	156	156	172	171	53	50	143	143
19:00	43	45	163	158	72	54	58	55	150	155	166	169	168	55	45	163	175	174	158	152	54	53	176	163	156	182	162	46	47	160	154
20:00	44	44	150	158	66	51	57	54	152	164	161	155	130	45	42	155	168	171	152	127	47	47	164	144	139	175	158	44	42	154	151
21:00	44	44	152	141	65	51	58	57	158	148	151	143	134	51	47	168	151	154	142	128	51	54	160	133	141	171	140	47	59	148	142
22:00	47	85	115	110	66	61	64	84	118	128	125	125	100	55	71	115	115	110	111	95	54	90	127	110	116	139	101	54	75	104	120
23:00	53	85	113	109	61	62	67	82	115	116	121	120	88	57	83	114	105	106	103	88	63	92	114	102	111	125	88	54	83	111	115

2. Febrero [kWh]

Hora/Día	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
0:00	115	106	90	73	44	77	113	116	101	92	63	47	82	83	101	112	100	79	47	81	112	105	109	119	75	49	76	83	96
1:00	99	88	84	63	43	77	103	102	96	88	61	47	73	75	92	96	86	66	46	72	96	89	100	115	66	43	82	75	97
2:00	99	87	87	60	48	82	108	105	89	90	58	49	79	91	85	100	94	71	50	79	96	90	98	103	60	50	80	67	91
3:00	89	76	72	45	36	82	95	80	73	73	45	38	66	71	79	83	90	55	42	73	70	82	84	82	46	39	83	62	97
4:00	96	86	77	46	46	85	94	92	79	90	47	49	80	77	76	91	83	63	48	72	79	88	91	85	53	57	86	59	91
5:00	91	90	78	46	45	87	99	99	90	86	51	50	77	80	85	95	91	61	54	84	87	98	89	97	53	54	85	57	98
6:00	142	136	121	40	40	139	137	141	129	140	45	43	126	131	135	147	144	54	45	139	136	146	140	139	47	45	138	49	150
7:00	144	147	120	42	37	132	146	141	131	135	111	44	129	125	127	137	144	48	42	142	142	146	144	143	40	42	137	50	152
8:00	147	148	129	44	42	143	143	144	132	138	115	44	133	141	140	147	156	55	48	145	136	147	146	144	45	45	137	48	152
9:00	138	146	130	36	29	147	140	140	121	134	106	33	128	135	145	139	155	41	35	141	114	142	143	136	35	36	138	45	156
10:00	146	147	145	43	36	148	151	139	136	152	110	40	149	150	156	160	157	47	43	136	132	160	142	147	48	55	145	47	169
11:00	142	151	111	41	35	142	155	111	141	155	127	41	136	141	146	156	157	51	45	137	134	116	138	120	43	45	144	46	160
12:00	127	144	104	34	34	138	135	108	144	136	63	37	143	138	140	169	156	44	43	123	134	102	112	123	41	42	146	47	163
13:00	140	147	113	37	37	153	134	119	152	116	58	41	143	139	144	169	152	44	42	128	135	106	116	123	44	42	157	51	152
14:00	151	163	126	43	45	180	140	121	165	122	51	44	154	145	154	170	159	48	46	130	139	123	132	122	46	49	154	46	158
15:00	160	154	125	34	33	178	141	117	168	130	43	37	153	151	153	162	160	43	43	133	133	117	119	124	41	41	149	52	159
16:00	158	158	117	42	45	182	144	117	165	142	51	47	158	151	149	145	155	52	52	133	132	115	119	121	57	54	150	57	164
17:00	155	148	128	43	42	173	135	137	158	157	48	49	160	151	146	137	155	50	51	141	139	147	139	107	49	50	154	52	178
18:00	157	147	133	41	43	180	160	157	161	153	51	47	146	157	144	148	158	54	52	146	149	149	149	125	45	75	158	56	170
19:00	163	144	134	41	40	180	168	162	167	155	46	43	146	157	168	156	154	47	74	149	168	159	148	122	44	79	167	51	173
20:00	157	144	117	41	43	173	159	154	152	133	42	41	136	136	164	143	132	46	75	145	161	143	159	119	43	73	158	48	166
21:00	138	134	121	41	56	150	141	151	145	131	45	53	127	118	153	125	132	47	77	147	147	141	153	124	48	78	157	56	150
22:00	117	109	83	47	75	119	137	122	126	78	53	72	105	105	114	110	92	52	76	125	140	122	136	114	57	86	105	92	128
23:00	109	107	79	46	78	119	120	119	108	73	49	79	94	103	114	104	87	56	81	124	114	110	118	89	49	87	93	97	119

3. Marzo[kWh]

Hora/Día	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
0:00	115	123	84	53	113	123	104	118	121	89	56	113	110	109	106	114	77	57	96	119	120	110	106	81	57	126	139	126	96	95	76
1:00	103	120	76	53	113	124	96	111	117	75	52	113	96	95	100	105	62	52	101	118	110	96	104	72	53	122	130	123	96	99	69
2:00	113	112	72	55	120	113	91	106	108	66	52	108	92	96	99	106	66	55	103	117	113	108	112	72	0	119	136	134	94	102	60
3:00	96	105	60	42	100	102	78	90	100	54	45	96	74	77	91	81	55	45	91	95	94	91	100	59	57	123	131	126	89	94	62
4:00	96	98	62	55	101	97	95	94	94	59	54	99	89	85	93	90	65	58	85	99	102	97	103	73	48	110	107	107	66	96	58
5:00	108	104	57	52	95	94	96	95	97	54	53	89	95	95	88	94	59	55	86	100	101	98	107	59	63	106	117	109	79	88	119
6:00	150	152	54	53	149	147	143	146	158	49	49	157	147	150	149	165	59	53	144	149	158	146	150	60	57	161	173	179	157	153	129
7:00	152	167	49	45	153	149	157	150	161	49	46	163	145	155	157	162	55	45	150	153	162	142	162	52	52	163	171	176	148	162	139
8:00	159	167	54	50	162	159	157	143	157	46	46	164	153	158	161	171	53	53	161	160	166	153	162	52	53	178	174	174	146	170	132
9:00	158	167	43	36	162	155	156	146	159	37	37	163	157	159	156	171	48	40	157	144	163	153	164	47	50	172	178	185	130	168	136
10:00	171	173	50	45	161	163	141	128	161	48	45	167	163	170	157	174	53	50	162	139	124	137	142	60	44	171	168	195	141	164	135
11:00	171	162	48	45	154	135	127	136	140	45	44	170	172	164	162	174	53	49	174	141	124	128	126	51	65	187	182	196	155	171	135
12:00	177	164	53	46	132	134	125	132	119	49	45	157	169	162	162	190	49	47	169	137	128	128	128	54	48	187	186	196	164	161	122
13:00	184	158	46	46	130	140	124	126	117	48	47	137	175	129	166	177	48	42	174	131	130	124	118	49	51	182	166	169	162	156	118
14:00	188	170	58	52	137	160	131	135	128	50	48	133	186	146	170	181	51	50	158	141	135	130	153	50	48	181	177	167	171	158	81
15:00	183	165	46	45	143	168	138	136	128	45	43	148	182	143	166	169	46	44	155	160	136	132	160	44	52	199	172	165	173	156	76
16:00	184	164	57	54	157	183	142	140	131	55	62	158	185	137	151	165	58	56	155	170	144	125	154	62	46	207	173	153	164	148	66
17:00	164	158	52	53	162	176	155	133	144	52	51	142	172	142	148	150	58	57	152	178	164	137	149	54	68	214	175	144	163	151	73
18:00	169	158	51	53	157	154	160	163	154	53	57	147	175	147	147	148	55	56	143	176	152	162	143	54	58	211	176	159	169	146	70
19:00	156	148	48	91	166	152	164	174	153	53	102	157	169	161	156	139	54	91	146	171	157	169	150	50	86	198	157	151	157	143	69
20:00	166	122	49	103	168	156	151	165	125	46	102	155	161	157	153	129	51	106	128	147	153	164	133	49	107	188	160	150	170	131	65
21:00	156	129	50	113	145	147	141	150	124	53	105	153	152	136	142	138	52	103	132	133	142	154	134	48	115	193	145	156	152	120	67
22:00	118	89	55	117	127	115	130	129	108	53	116	128	134	116	121	91	52	103	124	132	127	137	123	61	116	157	135	116	80	91	65
23:00	130	88	55	114	129	115	123	126	92	55	110	109	120	115	115	80	59	100	128	127	121	107	84	55	124	152	135	108	73	85	71

4. Abril [kWh]

Hora/Día	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
0:00	70	128	151	138	83	59	55	51	115	131	130	106	110	80	53	101	139	136	123	121	87	63	130	146	139	121	126	95	57	110
1:00	69	127	141	123	83	55	55	56	117	126	129	108	118	81	55	102	126	141	115	125	85	66	133	138	132	126	133	97	54	121
2:00	67	127	133	116	75	56	55	54	111	138	134	109	114	68	51	106	132	150	116	130	84	66	131	137	133	128	142	80	56	113
3:00	71	132	123	117	72	60	54	55	107	122	121	100	106	60	54	89	117	126	111	126	73	59	115	126	119	125	122	78	56	116
4:00	59	96	106	107	61	53	44	42	92	115	100	97	97	49	47	84	109	127	86	104	65	55	113	126	113	113	108	66	51	103
5:00	68	120	120	115	57	60	55	54	89	108	119	103	96	63	58	93	117	126	118	124	66	69	125	132	118	113	102	69	58	111
6:00	68	171	184	176	56	54	85	53	159	170	165	150	163	54	56	154	170	174	162	169	65	63	168	169	162	176	183	66	59	161
7:00	66	168	178	180	52	51	143	49	158	173	164	156	158	50	49	149	160	178	167	169	57	55	166	165	167	170	182	60	53	164
8:00	62	172	180	182	54	52	148	47	167	170	169	158	158	44	43	148	156	174	172	169	49	51	168	161	162	179	181	55	49	167
9:00	65	183	172	184	54	53	139	46	170	174	177	173	161	50	49	153	163	172	176	178	57	56	174	173	166	177	189	63	56	165
10:00	60	176	172	174	46	46	65	38	167	165	150	157	161	42	40	159	165	166	170	180	57	52	165	167	167	177	178	53	51	149
11:00	64	189	177	177	50	56	56	47	150	157	141	149	150	51	50	136	136	136	172	175	64	62	153	163	158	179	170	57	55	130
12:00	64	183	178	169	53	50	53	45	124	149	145	134	136	51	49	134	125	127	167	136	67	58	136	157	130	193	181	59	53	125
13:00	62	186	179	176	50	52	51	50	135	134	146	132	138	52	47	121	127	113	168	134	60	60	122	137	129	181	170	52	52	120
14:00	60	182	196	182	53	46	48	51	138	146	136	141	134	44	43	115	128	117	175	155	63	57	118	142	130	185	180	53	55	145
15:00	64	193	192	172	47	47	48	47	149	151	143	156	126	46	43	135	138	117	181	164	57	54	141	146	142	187	193	54	51	172
16:00	65	187	183	154	47	40	45	47	142	146	144	148	122	42	38	150	143	115	169	145	52	53	133	126	143	176	167	50	50	155
17:00	71	205	190	151	54	48	52	55	138	147	144	142	136	53	52	164	128	114	161	154	67	67	146	154	146	160	163	57	59	178
18:00	64	194	191	151	53	55	54	57	140	162	143	150	142	55	56	172	156	159	162	158	71	69	149	165	156	188	148	57	57	164
19:00	92	186	190	149	56	49	55	79	146	165	148	174	138	52	72	148	175	178	175	161	58	96	152	170	170	188	144	51	75	172
20:00	113	184	176	139	53	55	55	99	138	172	139	171	126	54	89	171	176	179	185	130	65	107	174	186	168	180	143	56	94	167
21:00	121	179	170	136	49	46	48	113	159	163	134	162	124	49	102	168	171	155	167	131	59	121	198	192	151	159	136	50	106	185
22:00	121	157	151	94	51	49	50	115	162	133	120	130	98	48	100	155	160	128	137	107	62	114	165	148	140	148	116	55	99	151
23:00	125	147	140	83	55	49	57	115	139	128	123	129	90	47	105	153	149	124	138	98	65	123	165	154	126	138	107	52	112	103

5. Mayo [kWh]

Hora/Día	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
0:00	100	106	133	110	92	62	135	135	142	147	137	97	70	168	168	134	141	161	92	61	112	147	149	143	128	104	67	157	154	134	155
1:00	88	112	126	108	88	67	122	134	143	128	134	92	78	157	145	138	128	160	92	70	119	133	129	132	123	92	69	155	132	119	149
2:00	81	114	108	101	81	61	121	124	125	121	142	79	71	160	151	136	141	150	81	56	114	129	122	124	111	84	66	155	131	130	142
3:00	73	121	102	104	72	57	118	121	133	120	128	69	66	169	150	142	125	138	73	56	98	118	125	140	118	75	59	147	144	127	128
4:00	70	105	100	96	57	52	104	113	111	107	97	65	58	153	130	110	112	130	60	49	91	115	108	124	120	67	54	135	128	113	123
5:00	67	111	113	103	69	55	108	115	137	121	103	70	68	150	135	127	129	138	68	62	102	120	109	136	113	73	65	126	129	121	136
6:00	70	163	171	159	65	61	157	184	200	183	176	72	70	192	195	196	185	202	71	59	164	157	169	185	181	132	67	193	186	187	196
7:00	63	168	170	169	60	55	160	185	193	185	182	70	70	196	188	187	179	203	70	61	159	158	166	182	172	126	58	185	186	171	188
8:00	59	164	174	165	55	49	163	179	188	182	189	69	63	204	184	201	187	182	58	51	166	166	167	186	173	121	56	189	176	182	188
9:00	61	171	169	169	59	52	164	194	196	190	202	68	67	211	195	206	199	187	68	55	172	182	175	190	181	128	61	193	180	189	194
10:00	56	164	176	177	53	46	159	178	198	179	198	61	57	203	179	188	186	186	52	43	180	178	177	183	180	116	47	201	174	169	198
11:00	70	172	171	183	51	51	158	187	197	193	208	75	61	212	189	190	168	202	56	55	176	177	182	198	172	137	63	173	155	162	195
12:00	61	164	164	178	50	49	160	188	187	189	194	68	66	222	167	192	164	154	57	47	180	175	192	197	171	97	51	180	136	164	160
13:00	63	152	156	173	55	54	160	196	182	190	175	71	73	193	150	186	152	147	61	53	170	163	178	173	171	87	61	177	116	158	165
14:00	60	165	164	174	62	55	155	197	178	168	177	83	89	169	154	182	150	143	59	51	153	168	170	176	176	83	62	175	140	170	161
15:00	63	170	163	167	58	53	163	201	193	180	176	77	76	185	155	197	152	140	58	51	175	163	178	182	177	77	65	191	152	201	171
16:00	56	168	163	153	54	55	153	192	182	152	162	77	82	180	147	189	148	129	55	51	177	157	173	169	139	68	61	186	135	186	187
17:00	63	164	153	163	63	63	153	196	166	166	164	85	95	187	176	186	157	131	67	64	183	164	165	181	136	83	78	197	146	175	201
18:00	69	165	152	162	56	63	161	205	176	182	159	90	87	199	217	197	198	123	57	54	187	182	189	201	145	75	70	204	174	185	211
19:00	58	169	154	146	58	92	151	201	166	185	141	86	138	198	211	210	196	134	57	81	158	163	205	189	153	75	119	194	207	182	191
20:00	58	178	158	142	56	96	150	174	86	207	138	81	159	211	232	209	200	145	55	92	159	169	196	184	149	68	128	179	176	183	191
21:00	81	166	143	131	48	107	140	189	163	184	140	64	166	207	179	205	175	145	50	110	167	146	181	167	143	65	143	185	168	156	181
22:00	97	143	134	101	60	122	145	171	155	146	116	71	145	198	150	167	162	101	60	103	163	142	161	143	119	69	139	163	149	155	151
23:00	115	147	128	94	61	136	142	164	152	157	112	70	135	196	142	169	156	96	60	124	167	151	152	135	121	73	156	170	155	161	141

6. Junio [kWh]

Hora/Día	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
0:00	135	91	60	137	141	153	155	128	89	66	127	143	144	139	129	79	69	144	174	155	136	147	102	73	165	149	169	159	165	98
1:00	125	88	68	127	136	137	145	122	88	72	108	141	126	133	142	83	74	146	150	152	124	138	101	77	167	135	156	133	135	93
2:00	128	76	56	125	128	134	145	130	82	66	138	136	117	125	137	85	68	137	145	146	125	147	102	73	173	143	157	132	139	95
3:00	127	66	58	118	123	118	135	122	81	62	115	131	111	140	125	69	66	142	137	144	114	137	86	67	146	137	148	130	136	88
4:00	114	67	52	109	99	97	117	107	61	55	111	119	102	108	109	67	60	135	143	117	112	110	81	75	125	128	134	139	125	87
5:00	129	63	57	135	130	121	144	126	70	64	132	129	120	122	127	82	61	131	147	138	126	127	76	77	143	149	149	150	131	87
6:00	189	67	64	193	196	189	185	189	67	63	177	176	180	165	178	132	66	177	187	174	168	182	74	70	185	194	188	177	184	133
7:00	185	64	58	189	191	195	190	179	63	60	178	169	173	171	176	142	65	170	181	170	170	167	74	71	185	183	181	179	176	124
8:00	176	54	51	191	195	210	189	177	62	60	188	178	173	162	177	138	57	178	181	177	179	180	64	62	180	190	186	184	174	120
9:00	192	66	60	192	207	216	203	190	68	58	186	186	168	167	183	136	56	184	181	168	180	184	70	69	189	209	197	183	185	117
10:00	187	55	50	181	196	199	192	173	54	53	178	170	173	163	178	147	58	195	192	175	177	193	67	66	194	195	199	197	187	124
11:00	179	59	53	175	206	196	164	179	62	63	175	175	168	163	198	118	58	193	185	170	187	165	76	71	205	196	196	190	177	115
12:00	183	55	52	168	195	217	171	170	58	52	182	162	143	160	176	90	66	196	191	176	175	164	69	66	203	194	208	206	185	113
13:00	167	55	56	158	201	204	170	155	61	61	178	142	139	153	170	101	64	179	168	149	151	155	70	76	209	185	209	193	179	95
14:00	182	62	63	167	199	193	167	172	71	69	170	133	138	151	159	91	74	172	164	156	162	174	76	84	192	187	219	190	188	89
15:00	179	58	59	181	227	218	184	173	66	67	166	127	131	171	123	87	69	184	185	168	173	172	78	82	208	187	222	198	183	82
16:00	149	55	61	183	202	200	157	149	64	64	165	118	124	147	94	82	69	184	175	156	161	145	80	84	207	177	208	194	176	78
17:00	147	67	79	181	209	210	151	149	78	86	174	118	129	161	124	90	80	179	151	123	160	148	95	97	223	189	200	189	163	87
18:00	154	59	66	191	217	236	174	147	65	77	193	142	149	174	134	90	83	188	194	147	185	155	93	102	225	214	223	215	163	85
19:00	139	56	97	188	199	220	163	135	66	118	187	193	177	175	133	85	137	166	178	139	175	162	89	142	205	222	200	207	155	77
20:00	138	59	113	175	197	216	151	133	70	127	178	191	169	155	114	82	130	166	170	163	162	161	81	145	208	225	184	194	149	78
21:00	141	47	131	201	215	196	154	129	58	133	185	180	159	168	92	75	143	172	171	173	169	163	76	139	237	217	181	190	147	71
22:00	112	68	137	177	178	161	136	106	63	119	167	147	139	137	84	74	126	162	156	148	150	123	72	146	203	173	158	178	118	71
23:00	108	64	163	168	176	162	131	102	72	127	160	155	150	149	86	76	143	180	157	150	152	117	79	162	182	182	169	183	109	72

7. Julio [kWh]

Hora/Día	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
0:00	75	140	156	163	128	140	98	71	140	162	151	137	154	103	71	146	162	153	152	148	122	78	137	175	134	150	136	105	70	151	151
1:00	74	134	146	143	121	124	92	73	121	149	129	130	140	102	78	149	139	149	134	129	105	79	147	141	119	143	132	92	71	147	143
2:00	71	137	147	161	128	145	103	73	132	150	127	139	148	104	68	161	154	148	142	153	105	72	140	144	136	149	128	94	68	152	130
3:00	66	134	145	158	115	141	95	73	110	135	123	143	139	97	67	134	155	159	146	140	92	70	121	136	142	121	116	83	68	112	128
4:00	68	129	130	118	110	132	78	66	102	149	103	116	120	82	64	125	118	139	118	122	79	65	112	119	110	111	115	78	60	126	118
5:00	69	123	128	131	115	122	82	71	116	134	126	122	139	95	66	132	142	155	142	134	89	73	144	159	139	140	121	85	65	143	130
6:00	70	171	171	171	170	168	75	68	171	183	178	179	187	116	67	201	211	189	177	195	132	73	206	207	192	196	200	146	73	180	186
7:00	65	162	168	170	172	163	71	62	180	183	177	182	185	118	69	191	206	194	173	187	128	69	189	204	193	198	194	145	66	191	186
8:00	61	162	178	179	174	173	64	60	192	189	185	193	183	107	60	196	212	195	170	201	127	61	199	212	197	192	194	139	60	196	179
9:00	64	174	177	179	190	172	69	61	186	179	187	190	194	107	68	203	221	197	168	200	124	72	203	210	199	194	193	139	66	198	186
10:00	65	177	172	180	189	177	70	55	189	184	166	192	191	95	57	208	210	193	174	183	125	61	200	200	207	204	184	146	60	205	186
11:00	64	180	171	175	186	178	76	64	193	185	159	182	180	105	71	196	206	192	177	187	125	74	206	204	207	205	178	152	66	205	203
12:00	68	184	176	175	173	177	67	62	187	172	166	186	167	111	64	201	209	198	172	190	133	64	202	214	193	205	171	115	61	186	197
13:00	66	172	181	181	174	168	75	65	172	170	167	185	166	99	57	186	191	209	183	179	124	66	201	201	189	185	154	101	71	177	198
14:00	67	168	182	191	176	176	79	69	172	193	179	190	189	94	72	187	216	216	183	184	114	72	197	198	179	177	175	98	70	181	187
15:00	68	182	189	193	176	162	73	67	178	189	180	180	171	94	74	191	229	212	187	182	112	77	201	201	183	170	171	87	76	189	200
16:00	72	177	180	180	163	151	71	65	183	178	176	187	164	81	68	191	216	218	185	171	103	68	187	183	156	149	162	85	77	186	192
17:00	84	175	188	190	158	157	87	74	173	187	180	198	183	95	85	205	211	227	181	177	109	86	186	188	171	144	152	88	89	194	194
18:00	80	198	195	196	178	164	90	75	200	199	185	203	196	97	86	238	229	232	200	191	114	84	207	191	202	148	138	71	89	209	226
19:00	107	196	191	170	172	149	85	109	162	196	181	200	175	93	123	227	215	215	198	171	88	132	211	188	174	171	146	71	140	199	222
20:00	116	190	190	160	155	144	80	120	168	191	163	189	152	86	142	216	226	202	183	145	83	137	207	193	203	174	150	76	148	193	200
21:00	115	191	176	152	167	139	70	117	192	177	171	173	144	75	137	213	242	175	168	141	73	143	213	179	176	164	145	62	146	188	167
22:00	127	149	157	129	140	108	70	123	181	170	131	165	112	69	129	172	174	145	152	120	78	125	178	157	168	157	126	75	126	158	152
23:00	136	153	179	151	149	109	76	146	179	179	146	159	113	83	137	178	164	150	158	128	83	143	185	157	158	150	118	78	146	163	156

8. Agosto [kWh]

Hora/Día	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
0:00	148	143	133	103	69	132	150	151	156	166	115	85	147	155	125	131	139	116	72	162	171	145	155	146	88	64	143	144	149	125	128
1:00	142	135	126	94	73	126	140	140	139	144	114	88	148	140	119	140	134	103	71	149	146	135	141	134	86	62	128	144	130	115	128
2:00	164	137	126	94	73	127	136	137	157	153	112	92	156	147	119	124	145	109	71	155	148	132	144	137	89	64	149	132	125	115	121
3:00	148	142	128	86	67	96	119	150	146	161	101	80	130	138	112	116	124	92	68	143	126	127	134	134	78	61	124	124	111	117	112
4:00	141	103	111	75	60	92	112	135	123	148	93	75	142	130	101	105	135	83	62	123	123	107	128	131	66	53	121	116	105	93	103
5:00	145	123	140	83	68	111	127	147	154	164	109	85	137	153	103	141	131	84	74	126	139	139	139	126	67	60	117	142	104	117	112
6:00	182	174	180	76	67	157	175	193	198	213	145	75	189	182	94	182	176	78	70	183	194	167	192	181	70	62	169	199	171	157	168
7:00	186	173	184	71	67	169	169	197	202	212	149	78	178	180	89	190	186	73	67	196	200	176	191	180	63	59	174	195	181	164	173
8:00	178	175	189	68	63	175	180	209	211	217	141	69	187	185	83	187	200	71	69	188	201	168	198	190	61	57	178	190	179	171	177
9:00	184	175	183	71	62	164	178	194	210	222	151	67	179	188	83	197	204	68	65	199	208	176	208	192	59	60	184	197	184	177	190
10:00	193	185	184	65	60	165	176	194	204	220	166	64	186	197	83	188	198	68	60	191	208	184	205	190	64	50	187	187	189	182	163
11:00	193	200	185	75	69	177	195	195	200	204	171	82	179	197	84	191	185	77	77	203	201	187	208	181	62	59	188	186	209	200	159
12:00	181	188	174	73	61	189	178	168	208	210	137	64	182	213	80	196	172	70	61	206	209	173	219	175	60	55	196	162	204	175	178
13:00	178	193	173	74	66	171	182	171	208	207	141	78	185	195	80	188	172	74	67	185	216	181	191	161	66	54	192	147	183	166	171
14:00	190	199	190	80	76	174	190	181	209	201	133	79	192	197	81	184	174	78	80	192	215	175	192	184	69	62	188	177	187	175	174
15:00	195	198	190	79	66	168	188	178	205	205	121	77	188	196	80	194	176	75	79	198	206	174	189	164	64	62	204	193	173	185	178
16:00	187	175	159	75	67	169	178	163	201	186	110	80	185	182	82	173	155	74	80	193	208	201	169	158	66	60	192	192	183	170	142
17:00	191	169	169	87	69	162	187	177	212	199	124	91	178	187	90	200	160	91	101	204	216	203	168	150	74	67	195	190	193	175	147
18:00	212	193	179	88	72	184	214	196	238	210	125	85	212	211	92	211	170	90	100	210	232	225	176	159	74	81	209	204	204	170	153
19:00	217	180	166	83	110	184	190	223	224	194	121	133	195	192	86	193	147	88	146	220	207	207	173	143	69	113	192	180	201	176	146
20:00	216	197	144	80	110	174	210	217	232	181	110	132	186	184	78	215	150	81	133	208	229	208	178	127	67	126	177	176	202	167	149
21:00	175	186	150	68	97	172	187	205	200	172	98	132	208	186	75	191	143	72	151	197	193	182	179	108	65	135	209	176	164	156	152
22:00	150	155	118	73	106	163	168	189	183	139	89	128	172	144	89	142	115	68	129	183	157	165	153	95	63	122	157	139	135	132	115
23:00	155	147	114	73	125	165	167	180	190	133	89	139	162	143	113	152	121	78	151	186	167	176	145	97	69	144	157	147	144	131	110

9. Septiembre [kWh]

Hora/Día	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
0:00	96	67	123	121	127	145	137	76	54	122	127	119	118	117	100	67	135	134	119	123	130	91	65	128	124	119	130	123	101	75
1:00	92	73	131	114	125	133	138	84	56	126	115	114	114	119	94	73	140	134	120	119	136	90	73	122	126	127	130	121	104	72
2:00	87	68	133	129	133	127	135	68	52	114	100	119	113	117	88	63	126	117	119	111	129	78	64	127	101	114	123	121	90	74
3:00	87	67	99	134	111	131	125	67	53	112	102	106	121	108	81	70	121	127	104	114	116	79	66	106	117	128	121	127	89	69
4:00	71	55	93	116	108	122	135	51	44	89	92	102	98	95	67	53	100	116	86	92	123	69	56	95	109	111	103	100	72	59
5:00	80	71	105	125	119	123	142	59	50	113	112	115	117	106	71	69	112	121	132	124	132	75	70	118	122	105	128	112	74	75
6:00	73	64	172	179	167	185	190	59	56	165	171	185	188	184	71	65	179	177	189	175	184	71	67	175	173	177	174	179	71	71
7:00	74	61	183	172	174	179	187	57	53	184	184	179	180	180	69	62	182	180	186	194	187	69	64	180	170	203	171	176	71	65
8:00	71	64	199	186	187	186	201	55	52	196	188	195	185	185	64	62	196	173	190	199	200	67	69	185	181	199	195	174	70	69
9:00	82	62	200	184	186	194	202	55	50	195	200	194	186	190	67	61	195	186	194	192	203	69	62	189	184	193	186	198	76	64
10:00	63	48	186	173	173	185	192	44	40	186	189	184	173	172	53	49	195	182	202	170	195	55	56	188	184	168	190	178	59	57
11:00	70	66	190	177	179	178	187	55	47	193	196	189	178	174	64	72	200	190	203	191	189	73	59	177	198	190	191	192	71	70
12:00	68	61	176	179	194	156	188	48	47	190	192	184	173	174	67	53	181	176	194	190	188	58	58	181	195	165	181	189	61	59
13:00	71	58	175	180	178	151	166	54	46	187	199	186	169	166	66	59	158	183	176	172	176	64	59	156	182	177	173	176	65	59
14:00	75	73	174	182	191	148	159	57	53	176	207	200	188	182	70	65	154	189	188	190	176	68	62	161	192	177	181	186	69	69
15:00	83	78	170	172	185	152	158	58	56	192	206	207	193	174	70	65	190	179	190	185	167	72	65	177	205	193	189	189	69	70
16:00	67	67	166	165	172	141	148	54	48	183	186	195	174	163	64	59	177	167	175	179	157	64	64	174	177	182	180	159	66	63
17:00	90	86	168	169	179	155	162	68	58	185	198	198	181	166	84	78	175	173	180	186	160	91	73	170	176	185	181	160	72	73
18:00	81	80	177	192	178	176	164	52	62	199	193	195	179	166	81	69	190	186	186	191	157	69	68	158	192	182	178	167	69	68
19:00	76	125	175	169	171	173	163	57	109	180	195	189	179	156	75	101	211	174	174	168	139	63	108	158	164	159	188	148	67	111
20:00	74	118	187	185	160	175	127	52	120	172	177	171	194	137	67	126	191	184	180	189	141	68	123	157	184	156	186	142	70	130
21:00	68	100	196	156	151	166	126	49	119	168	156	147	152	127	61	117	201	156	166	212	132	61	130	158	169	157	160	146	66	120
22:00	69	96	148	125	140	136	93	49	102	145	137	133	123	99	65	113	175	128	138	165	103	65	118	156	141	130	129	109	65	114
23:00	79	107	143	137	141	150	98	62	110	139	141	131	132	110	75	110	167	136	150	140	108	70	115	154	135	136	140	117	72	128

10. Octubre [kWh]

Hora/Día	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
0:00	124	135	138	116	124	99	62	138	128	116	128	101	70	65	110	126	123	109	130	89	58	122	124	131	115	128	90	58	102	150	125
1:00	125	114	124	115	124	94	76	134	123	119	129	97	70	68	112	112	107	96	132	76	53	110	114	118	116	133	92	60	94	126	117
2:00	105	109	133	118	112	79	63	126	135	118	122	89	65	63	96	102	95	91	127	66	54	107	116	106	117	116	73	56	92	116	107
3:00	114	112	127	110	115	70	62	109	116	109	121	75	62	62	89	101	90	84	111	59	53	105	116	97	97	105	76	64	91	99	97
4:00	97	105	109	92	99	58	56	106	113	95	99	69	57	57	82	94	81	82	108	51	46	103	109	81	89	112	63	48	89	101	101
5:00	121	131	129	120	109	72	63	105	133	123	127	70	61	67	96	98	106	92	110	66	53	105	108	110	115	125	71	63	92	109	115
6:00	174	180	183	173	182	66	62	172	191	182	182	75	73	64	157	156	152	150	150	113	57	159	158	163	157	160	69	57	140	154	152
7:00	182	197	188	172	188	69	66	175	190	185	179	67	151	64	158	158	158	167	145	111	53	168	166	173	157	169	72	55	140	168	151
8:00	183	186	180	183	184	60	60	187	188	186	187	68	156	63	171	166	169	169	160	112	53	180	179	174	169	159	61	48	148	176	150
9:00	187	189	187	170	180	67	62	183	195	191	194	66	161	62	168	162	154	170	149	110	51	174	173	169	161	162	21	58	150	177	139
10:00	188	184	171	166	173	53	51	166	189	183	188	58	87	52	156	151	147	172	153	104	43	177	169	168	168	163	53	43	150	165	151
11:00	183	176	172	166	173	62	59	180	208	206	178	64	68	62	152	161	148	182	158	107	49	170	169	169	163	166	68	49	152	181	152
12:00	177	167	178	177	180	56	51	170	206	199	174	60	68	57	121	154	147	183	148	106	43	155	173	179	160	176	55	44	139	164	159
13:00	155	169	174	174	180	63	63	184	211	198	149	65	60	61	111	140	143	174	150	111	45	154	156	165	149	188	58	48	144	161	142
14:00	159	167	178	165	178	66	64	173	197	196	157	65	68	61	133	153	160	187	165	109	54	166	157	168	172	149	63	49	130	154	156
15:00	152	171	179	179	165	66	69	179	202	182	156	63	62	61	144	148	164	204	156	83	55	170	163	174	178	139	62	55	138	162	161
16:00	143	161	167	158	155	61	59	186	193	166	153	60	59	59	158	161	157	185	154	75	47	163	147	172	177	140	66	43	164	178	170
17:00	161	168	163	160	153	73	67	190	186	176	156	72	71	71	161	162	158	159	145	75	60	173	148	154	184	152	67	63	172	173	172
18:00	183	171	173	166	150	64	64	205	220	201	157	67	65	67	156	161	173	176	148	62	76	196	170	196	178	139	59	49	133	158	157
19:00	162	165	162	160	144	70	110	205	181	180	153	63	65	106	168	165	170	172	151	58	92	180	182	171	171	145	60	74	177	149	155
20:00	192	178	189	185	136	64	135	178	182	171	144	64	65	121	153	162	174	177	127	57	104	162	171	160	183	139	62	103	178	163	159
21:00	175	171	163	156	133	57	120	174	194	179	146	58	58	106	157	143	158	160	129	51	98	164	174	158	179	135	58	110	173	155	159
22:00	146	146	126	119	110	62	122	148	146	152	106	63	63	93	134	121	134	144	103	55	104	136	150	131	145	112	65	101	169	129	122
23:00	147	153	136	122	106	75	128	153	131	140	102	65	65	108	131	123	133	135	95	60	113	130	132	130	138	109	64	104	148	129	105

11. Noviembre [kWh]

Hora/Día	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
0:00	105	105	90	67	108	112	127	122	123	92	60	88	111	108	105	109	89	60	106	111	113	126	118	64	56	98	128	98	98	97
1:00	94	81	72	63	109	102	111	119	126	77	53	88	93	95	91	94	75	59	100	103	110	122	108	59	54	75	116	87	89	87
2:00	82	88	72	60	120	95	106	104	123	71	59	89	96	88	91	86	70	58	95	109	103	107	104	56	55	93	105	82	80	87
3:00	65	77	64	53	97	89	92	97	90	53	46	83	83	67	73	85	61	50	94	84	90	96	91	47	47	73	87	71	71	69
4:00	72	88	73	63	105	107	118	100	100	64	66	100	99	74	87	91	62	59	94	99	103	105	96	60	57	97	94	84	75	81
5:00	69	101	75	70	102	109	110	103	111	57	59	100	100	97	93	90	60	61	109	98	106	100	91	58	58	91	90	90	77	85
6:00	71	147	109	62	140	155	158	170	165	55	51	148	161	143	147	160	60	58	154	157	163	158	165	55	54	153	148	145	139	134
7:00	58	151	110	61	142	171	164	171	162	54	53	158	162	147	156	164	59	54	161	172	172	171	178	89	54	162	156	148	144	137
8:00	70	151	111	64	149	165	172	182	172	55	52	155	170	153	164	173	57	59	167	176	182	173	172	130	50	175	163	149	147	146
9:00	47	154	101	50	147	166	162	172	168	43	44	151	169	153	169	177	49	41	153	172	177	166	176	126	42	174	153	144	136	142
10:00	66	154	115	66	143	162	153	162	176	60	55	153	165	155	161	176	50	50	163	183	181	172	182	136	59	182	151	146	139	153
11:00	54	146	104	55	150	165	166	165	158	50	46	150	153	153	146	155	45	44	173	178	180	179	164	126	46	160	148	143	131	152
12:00	58	149	103	48	137	149	165	164	156	51	41	133	143	142	137	150	50	47	174	175	180	148	156	103	43	165	140	147	136	157
13:00	64	150	112	57	141	154	161	149	154	53	48	127	139	136	139	156	55	54	173	171	179	146	160	88	52	164	137	128	133	148
14:00	60	148	96	60	158	154	169	160	169	60	51	141	154	147	144	151	59	55	162	157	187	145	140	80	55	165	147	131	142	148
15:00	64	136	75	50	172	147	175	162	156	52	47	157	158	139	147	130	51	51	159	156	179	155	166	63	47	181	138	131	141	144
16:00	71	139	91	65	179	152	173	174	165	67	66	160	157	138	148	130	57	60	158	154	182	148	161	61	65	182	145	135	147	141
17:00	60	146	70	55	168	152	174	172	149	56	49	151	151	138	156	138	53	54	154	160	184	158	137	55	51	174	142	141	138	135
18:00	64	141	59	63	157	148	159	167	151	53	56	151	150	144	172	142	50	71	167	165	181	168	149	53	55	160	150	144	140	145
19:00	61	145	61	124	149	158	165	163	147	55	89	142	153	155	162	141	57	106	164	158	185	167	148	57	104	170	160	138	142	143
20:00	56	127	57	124	152	158	163	152	129	52	83	140	144	151	164	128	46	110	163	174	164	174	122	50	93	159	142	138	146	151
21:00	68	120	58	99	148	148	154	160	137	53	82	154	149	140	161	132	53	101	162	167	156	167	70	51	86	155	148	129	138	133
22:00	89	109	71	107	129	147	143	132	112	70	90	141	113	122	137	109	60	110	163	147	144	134	71	63	93	152	113	123	121	106
23:00	92	91	69	102	119	129	139	128	96	59	87	122	107	109	126	94	60	105	125	127	132	120	66	60	91	133	104	106	101	90

12. Diciembre [kWh]

Hora/Día	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
0:00	82	44	81	105	120	83	72	90	51	87	107	113	110	118	80	54	98	123	121	119	116	84	52	88	58	91	103	102	72	51	75
1:00	77	45	74	88	106	73	79	68	47	75	96	98	100	100	72	57	88	117	108	114	111	70	53	95	61	75	92	97	59	50	80
2:00	69	46	82	88	107	71	79	66	49	75	91	97	101	101	70	55	92	108	106	104	105	67	55	94	61	73	90	97	63	49	79
3:00	48	37	69	74	88	54	74	54	42	63	81	78	88	86	61	48	83	96	95	88	99	56	44	93	48	68	77	81	42	38	67
4:00	54	46	84	85	109	58	90	63	54	85	88	81	90	93	63	63	99	106	105	105	105	59	54	103	59	80	89	85	52	54	88
5:00	49	49	88	94	104	60	92	62	54	82	93	81	92	89	73	58	102	112	111	99	97	69	52	138	55	91	97	89	61	55	132
6:00	48	41	136	142	157	52	151	57	45	133	137	128	144	148	124	53	164	169	177	154	154	109	51	152	54	148	142	138	119	44	131
7:00	44	43	140	142	165	57	164	61	44	147	147	142	151	159	120	52	172	178	164	154	157	130	54	156	55	145	146	144	109	49	147
8:00	46	44	142	146	164	53	180	59	50	151	157	149	155	166	130	57	177	184	163	169	159	138	49	156	56	152	145	154	113	46	156
9:00	37	34	138	140	160	45	189	46	38	157	156	147	148	186	132	45	186	188	161	171	170	132	37	156	47	158	146	150	122	36	158
10:00	49	46	150	147	170	52	188	53	47	162	151	151	155	186	131	55	180	194	179	178	176	139	45	164	56	150	158	160	118	43	170
11:00	37	39	143	145	172	47	182	50	45	141	145	151	155	186	126	46	174	186	170	170	176	125	44	151	45	149	154	163	115	39	143
12:00	39	38	149	147	158	52	181	51	40	148	141	141	159	184	122	47	179	159	177	169	172	127	44	151	48	162	157	159	117	37	141
13:00	42	43	144	159	144	53	183	57	46	149	150	145	153	174	123	52	176	160	169	170	174	110	53	157	50	156	149	147	117	46	153
14:00	46	45	148	173	140	55	190	57	53	159	164	152	173	177	94	56	180	191	174	171	176	82	50	175	47	166	155	156	74	49	148
15:00	36	37	150	165	144	52	169	48	45	164	162	154	164	169	79	42	179	186	171	166	164	73	50	115	42	166	153	152	56	38	101
16:00	53	51	169	167	138	57	170	70	63	172	168	169	179	167	80	59	193	193	178	177	160	72	52	102	57	167	160	156	72	58	103
17:00	44	49	171	173	167	54	149	55	47	160	155	159	172	166	67	50	199	183	176	183	154	63	49	92	47	177	165	146	56	52	77
18:00	44	65	161	159	170	48	150	50	49	151	158	145	157	158	59	51	171	183	168	177	184	53	71	78	53	167	157	140	47	63	62
19:00	44	73	165	172	180	57	146	53	77	156	158	149	167	150	54	96	171	180	169	194	178	56	97	74	50	153	161	144	52	88	59
20:00	40	69	157	165	169	45	127	48	72	155	150	145	158	130	55	90	166	159	162	169	154	47	96	58	47	154	157	130	44	78	42
21:00	43	68	159	146	158	56	142	49	76	158	148	153	161	133	55	96	159	150	162	149	143	56	94	56	57	149	148	123	49	76	52
22:00	50	76	125	135	110	73	107	59	85	133	129	129	126	89	57	90	151	141	134	133	100	53	106	59	71	158	128	85	62	90	63
23:00	47	80	118	123	99	75	97	55	88	122	117	116	117	85	59	89	133	123	127	121	87	55	91	64	74	113	113	73	52	88	53



Universidad de Jaén
Escuela Politécnica Superior de Jaén

Anexo 5

Documentación técnica

Índice

Índice.....	2
1. Datos técnicos Inversores elegidos.....	3
2. Datos técnicos modulo fotovoltaico	13
3. Datos técnicos protecciones sobreintensidad	15
4. Datos técnicos estructura soporte	29
5. Datos técnicos equipos de medida	31
6. Datos técnicos conductores.....	33

Datos técnicos Inversores elegidos

1. Datos técnicos Inversores elegidos

Solar inverters

ABB string inverters

PVI-10.0/12.5-TL-OUTD

10 to 12.5 kW



Designed for commercial usage, this PVI-10/12.5, three-phase inverter is highly unique in its ability to control the performance of the PV panels, especially during periods of variable weather conditions.

The high speed and precise Maximum Power Point Tracking (MPPT) algorithm provides real-time power tracking and improved energy harvesting.

Two independent MPPTs and efficiency ratings up to 97.8%

This transformerless device has two independent MPPTs and efficiency ratings of up to 97.8%.

Flat efficiency curves ensure high efficiency at all output levels ensuring consistent and stable performance across the entire input voltage and output power range.

The wide input voltage range makes the inverter suitable for low power installations with reduced string size.

Highlights

- True three-phase bridge topology for DC/AC output converter
- Transformerless topology
- Each inverter is set on specific grid codes which can be selected in the field
- Wide input voltage range
- Dual input section with independent MPPT allows optimal energy harvesting from two sub-arrays oriented in different directions

Additional highlights

- 'Electrolyte-free' power converter to further increase the life expectancy and long term reliability
- Integrated DC disconnect switch in compliance with international standards (-S and -FS versions)
- Natural convection cooling for maximum reliability

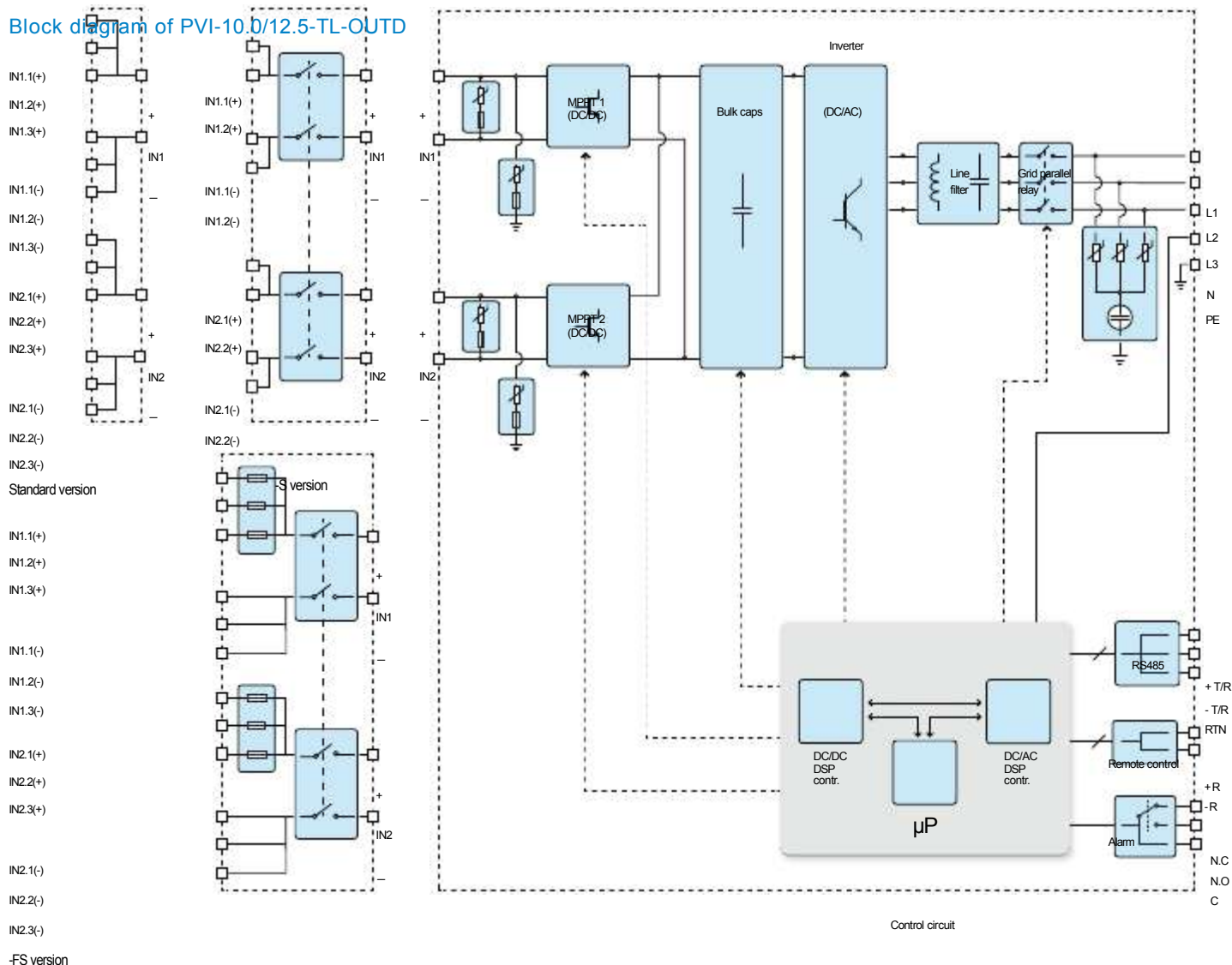
- Outdoor enclosure for unrestricted use under any environmental conditions
- RS-485 communication interface (for connection to laptop or data logger)



Technical data and types

Type code	PVI-10.0-TL-OUTD		PVI-12.5-TL-OUTD
Input side			
Absolute maximum DC input voltage ($V_{max,abs}$)	900 V		
Start-up DC input voltage (V_{start})	360 V (adj. 250...500 V)		
Operating DC input voltage range ($V_{dmin}...V_{dmax}$)	0.7 x $V_{start}...850$ V (min 200 V)		
Rated DC input voltage (V_{dcr})	580 V		
Rated DC input power (P_{dcr})	10300 W		12800 W
Number of independent MPPT	2		
Maximum DC input power for each MPPT ($P_{MPPTmax}$)	6500 W		8000 W
DC input voltage range with parallel configuration of MPPT at P_{dcr}	300...750 V		360...750 V
DC power limitation with parallel configuration of MPPT	Linear derating from max to null [750 V÷ V_{MPPT} ÷850 V]		
DC power limitation for each MPPT with independent configuration of MPPT at P_{dcr} , max unbalance example	6500 W [380 V÷ V_{MPPT} ÷750 V] the other channel: P_{dcr} -6500 W [225 V÷ V_{MPPT} ÷750 V]		8000 W [445 V÷ V_{MPPT} ÷750 V] the other channel: P_{dcr} -8000 W [270 V÷ V_{MPPT} ÷750 V]
Maximum DC input current ($I_{dcr,max}$) / for each MPPT ($I_{MPPTmax}$)	34.0 A / 17.0 A		36.0 A / 18.0 A
Maximum input short circuit current for each MPPT	22.0 A		
Number of DC inputs pairs for each MPPT	2 (-S version) 3 (Standard or -FS version)		
DC connection type	Tool Free PV connector WM / MC4		
Input protection			
Reverse polarity protection and for -FS version when max 2 strings are connected	Inverter protection only, from limited current source, for standard and -S versions,		
Input over voltage protection for each MPPT - varistor	Yes		
Photovoltaic array isolation control	According to local standard		
DC switch rating for each MPPT (version with DC switch)	25 A / 1000 V		
Fuse rating (versions with fuses)	12 A / 1000 V		
Output side			
AC grid connection type	Three-phase 3W+PE or 4W+PE		
Rated AC power (P_{acr} @cosφ=1)	10000 W		12500 W
Maximum AC output power (P_{acmax} @cosφ=1)	11000 W ³⁾		13800 W ⁴⁾
Maximum apparent power (S_{max})	11500 VA		13800 VA
Rated AC grid voltage (V_{acr})	400 V		
AC voltage range	320...480 V ¹⁾		
Maximum AC output current ($I_{ac,max}$)	16.6 A		20.0 A
Contributory fault current	19.0 A		22.0 A
Rated output frequency (f)	50 Hz / 60 Hz		
Output frequency range ($f_{min}...f_{max}$)	47...53 Hz / 57...63 Hz ²⁾		
± Nominal power factor and adjustable range	> 0.995, adj. ± 0.9 with P_{acr} =10.0 kW, ± 0.8 with max 11.5 kVA		> 0.995, adj. ± 0.9 with P_{acr} =12.5 kW,
Total current harmonic distortion	< 2%		
AC connection type	Screw terminal block, cable gland M40		
Output protection			
Anti-islanding protection	According to local standard		
Maximum external AC overcurrent protection	25.0 A		
Output overvoltage protection - varistor	3 plus gas arrester		
Operating performance			
Maximum efficiency (η_{max})	97.8%		
Weighted efficiency (EURO/CEC)	97.1% / -		97.2% / -
Feed in power threshold	30.0 W		

Block diagram of PVI-10.0/12.5-TL-OUTD

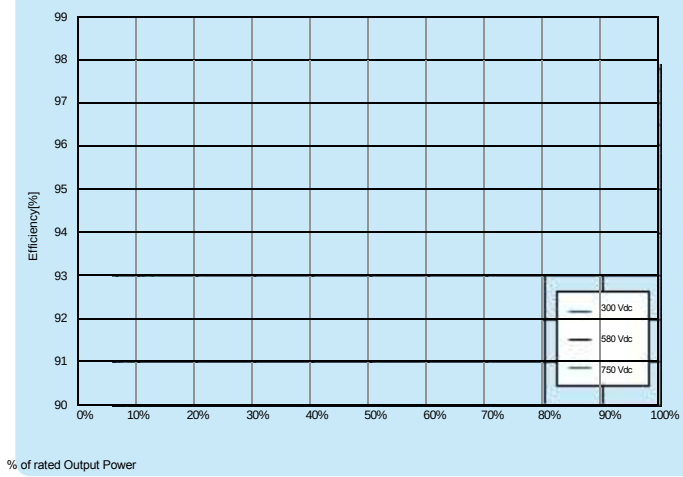


Technical data and types

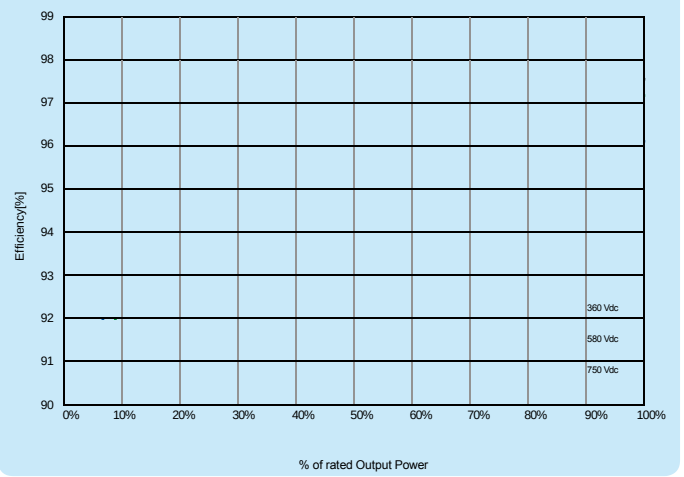
Type code	PVI-10.0-TL-OUTD	PVI-12.5-TL-OUTD
Communication	PVI-USB-RS232_485 (opt.) VSN300 Wifi Logger Card (opt.), PVI-AEC-EVO (opt.), VSN700 Data Logger (opt.) VSN300 Wifi Logger Card (opt.)	
Wired local monitoring	16 characters x 2 lines LCD display	
Remote monitoring	-25...+60°C (-13...+140°F) with derating above 55°C (131°F)	
Wireless local monitoring	-25...+60°C (-13...+140°F)	
User interface	0...100% condensing	
Environmental	50 dBA @ 1 m	
Ambient temperature range	2000 m / 6560 ft	
with derating above 50°C (122°F)	IP 65	
Relative humidity	Natural	
Sound pressure level, typical	716 mm x 645 mm x 224 mm / 28.2" x 25.4" x 8.8"	
Maximum operating altitude without derating	< 41.0 kg / 90.4 lbs	
Physical	Wall bracket	
Environmental protection rating	Transformerless	
Cooling	EN 50178, IEC/EN 62109-1, IEC/EN 62109-2, AS/NZS 3100, AS/NZS 60950.1, CE (50 Hz only), RCM	
Dimension (H x W x D)	CEI 0-21, CEI DIN V VDE V 0126-1-1, 1699, 413, RD 661, P.O. 12.3, EN for all 0-16, VDE-AR-N 4105, G59/3, C10/11,	
Weight	50438 (not national appendices), RD	
Mounting system	AS/NZS 4777.2, AS/NZS 4777.3, IEC 61727, IEC 62116, BDEW, MEA, NRS 097-2-1	
Safety	PVI-10.0-TL-OUTD	
Isolation level	PVI-10.0-TL-OUTD-S	
Marking safety and EMC standard	PVI-10.0-TL-OUTD-FS	
Grid standard (check your sales channel for availability)	PVI-12.5-TL-OUTD	
Available products variants	PVI-12.5-TL-OUTD-S	
Standard	PVI-12.5-TL-OUTD-FS	
With DC switch		
With DC switch and fuse		

1)

Efficiency curves of PVI-10.0-TL-OUTD



Efficiency curves of PVI-12.5-TL-OUTD





The results of tests performed according to reference standard SPAIN RD 1699/2011 are summarized in this certificate.

Power-One Italy S.p.a. declares that the units set for SPAIN RD 1699/2011 operations are characterized by the following features:

- The internal specification and parameters are set to be compliant with SPAIN RD 1699/2011 engineering requirements.
- All units have identical internal parameters setting.

SSEG DETAILS (Small-Scale Embedded Generator)

SSEG Type Reference:	PHOTO-VOLTAIC GRID TIED INVERTER
SSEG Model Reference:	PVI-12.5-TL-OUTD PVI-12.5-TL-OUTD-S PVI-12.5-TL-OUTD-FS PVI-10.0-TL-OUTD PVI-10.0-TL-OUTD-S PVI-10.0-TL-OUTD-FS
Maximum export capability (SSEG rating less parasitic load)	13750W (PVI-12.5-TL-OUTD and derived models) 11000W (PVI-10.0-TL-OUTD and derived models)
Nominal Output AC Power	12500W (PVI-12.5-TL-OUTD and derived models) 10000W (PVI-10.0-TL-OUTD and derived models)

· These parameters cannot be changed without the usage of password protected tool.

MANUFACTURER and TEST HOUSE DETAILS

Name:	Power-one Italy S.p.A. - R.& D. Department
Address:	Via S. Giorgio 642, 52028 Terranuova Bracciolini Arezzo - Italy
Telephone number:	+39-055-91951
Fax number:	+39-055-9195248
E-mail address	service@power-one.com



TEST RESULTS SUMMARY

Power Quality:

- Harmonic Current Emission as per EN-61000-3-12
- Voltage Fluctuation and Flickers as per EN-61000-3-3
- DC Injection as per VDE 0126
- Power Factor as per VDE 0126

Protection:

- Under/Over Frequency Tests
- Under/Over Voltage Tests
- Reconnection Times
- Loss of Main Test

Power-One Italy S.p.a.
Terranuova Bracciolini,

March 22, 2013

Robert White
(Director Safety & Environmental Compliance)

22/03/2013

www.power-one.com

Page 1 of 4

File: PVI-12.5(10.0)-TL-OUTD_Certificate_SPAIN_RD1699_Rev22-Mar-2013.xlsm



RD 1699/2011 TEST RESULTS DETAILS – TYPE VERIFICATION TEST SHEET

POWER QUALITY

PVI-12.5-TL-OUTD		Value of Short Circuit Power SSC = 0.4125 MVA @ RSCE = 33							
		Harmonic Current Emission as per EN-61000-3-12							
Harmonic		3rd [A%]	5rd [A%]	7rd [A%]	9rd [A%]	11rd [A%]	13rd [A%]	THD [A%]	PWHD [A%]
Limit		21.6	10.7	7.2	3.8	3.1	2	13	22
Result	Test value L1	0.664	0.360	0.026	0.075	0.348	0.383	1.326	3.586
	Test value L2	0.088	0.215	0.167	0.089	0.309	0.439	0.986	3.575
	Test value L3	0.549	0.425	0.150	0.104	0.334	0.478	1.230	3.461

22/03/2013

PVI-10.0-TL-OUTD		Value of Short Circuit Power SSC = 0.33 MVA @ RSCE = 33							
		Harmonic Current Emission as per EN-61000-3-12							
Harmonic		3rd [A%]	5rd [A%]	7rd [A%]	9rd [A%]	11rd [A%]	13rd [A%]	THD [A%]	PWHD [A%]
Limit		21.6	10.7	7.2	3.8	3.1	2	13	22
Result	Test value L1	0.981	0.490	0.095	0.072	0.046	0.149	1.333	2.953
	Test value L2	0.306	0.403	0.280	0.062	0.056	0.197	0.926	3.219
	Test value L3	0.668	0.761	0.275	0.076	0.067	0.149	1.288	3.368

www.power-one.com

Page 2 of 4

File: PVI-

PVI-12.5-TL-OUTD					
Voltage Fluctuation and Flickers as per EN-61000-3-3					
Voltage Disturbance	Pst	Plt	D(t) > 3%	dc (%)	dmax (%)
Limit	1	0.65	0.5	3.3	4
Test Value	0.17	0.15	0	1.80	2.18

PVI-10.0-TL-OUTD					
Voltage Fluctuation and Flickers as per EN-61000-3-3					
Voltage Disturbance	Pst	Plt	D(t) > 3%	dc (%)	dmax (%)
Limit	1	0.65	0.5	3.3	4
Test Value	0.17	0.15	0	1.8	2.18

12.5(10.0)-TL-OUTD_Certificate_SPAIN_RD1699_Rev22-Mar-2013.xlsm

PVI-12.5-TL-OUTD							
VDE 0126 Limit 0.5% of 20A	DC injection [mA]				Power Factor		
	100mA, tested at three power levels				0.95 lag - 0.95 lead at three voltage levels		
Test Level		10%	50%	100%	200 Vac	230 Vac	250 Vac
Test Value	L1	-11.0	-31.0	13.0	0.99	0.99	0.99
	L2	15.0	11.0	-26.0			
	L3	5.0	20.0	20.0			

PVI-10.0-TL-OUTD							
VDE 0126 Limit 0.5% of 16.5A	DC injection [mA]				Power Factor		
	82.5mA, tested at three power levels				0.95 lag - 0.95 lead at three voltage levels		
Test Level		10%	50%	100%	200 Vac	230 Vac	250 Vac
Test Value	L1	-4.0	-15.0	-14.0	0.99	0.99	0.99
	L2	-19.0	8.0	-16.0			
	L3	1.0	1.0	8.0			

PROTECTION

PVI-12.5-TL-OUTD and PVI-10.0-TL-OUTD

UNDER FREQUENCY TEST						
Fnom=50Hz	SPAIN RD 1699/2011 Limit		Settings		Results	
Under Frequency <	Frequency [Hz]	Time [s]	Frequency [Hz]	Time [s]	Frequency [Hz]	Time [s]
	48.00	3.00	48.00	2.92	47.96	2.89

OVER FREQUENCY TEST						
Fnom=50Hz	SPAIN RD 1699/2011 Limit		Settings		Results	
Over Frequency >	Frequency [Hz]	Time [s]	Frequency [Hz]	Time [s]	Frequency [Hz]	Time [s]
	50.50	0.50	50.50	0.42	50.54	0.42

22/03/2013

www.power-one.com

File: PVI-12.5(10.0)-TL-OUTD_Certificate_SPAIN_RD1699_Rev22-Mar-2013.xlsm

UNDER VOLTAGE TEST						
Vφ-n nom =230V	SPAIN RD 1699/2011 Limit		Settings		Results	
Under Voltage <	Voltage [V]	Time [s]	Voltage [V]	Time [s]	Voltage [V]	Time [s]
	L1-N	1.50	195.5	1.44	194.5	1.47
L2-N	195.5				195.9	1.48
L3-N					195.6	1.48
L1-L2-L3	338.6	1.50	338.6	1.44	336.9	1.47

OVER VOLTAGE TEST						
Vφ-n nom =230V	SPAIN RD 1699/2011 Limit		Settings		Results	
Over Voltage >	Voltage [V]	Time [s]	Voltage [V]	Time [s]	Voltage [V]	Time [s]
	L1-N	1.50	253.0	1.44	252.2	1.49
L2-N	253.0				252.0	1.49
L3-N					252.1	1.48
L1-L2-L3	438.2	1.50	438.2	1.44	437.2	1.49
Over Voltage >>	Voltage [V]	Time [s]	Voltage [V]	Time [s]	Voltage [V]	Time [s]
	L1-N	0.20	264.5	0.16	264.1	0.19
L2-N	264.5				263.9	0.19
L3-N					264.0	0.19
L1-L2-L3	458.1	0.20	458.1	0.16	456.0	0.19

RECONNECTION TIMES			
	Under/Over voltage	Under/Over Frequency	Loss of Main
Minimum Value Limit [s]	180	180	180
Actual setting [s]	180	180	180
Recorded value [s]	184	183	183

LOSS OF MAIN TESTS			
Method used	Rate Of Change Of Frequency and Active Power Variation		
Output power Level	10%Prated	55%Prated	100%Prated
SPAIN RD 1699/2011 Limit [s]	5	5	5
Trip setting [s]	5	5	5
Trip value [s]	4	4	4



SSEG Short Circuit Current Contribution Test

RMS Value over 1 Period (Cycle)	15.46	[Aac]
Peak Current	247.0	[A]

SELF MONITORING – SOLID STATE SWITCHING

Not applicable because electro-mechanical relays are used

SSEG ACCURACY

Voltage reading accuracy = +/- 1%
Frequency reading accuracy = +/- 0.05Hz

Datos técnicos modulo fotovoltaico

2. Datos técnicos modulo fotovoltaico



REC250PE

Eficiencia

15.15%

Garantía

Producto garantizado para 10 años.
97% inicial con degradación anual
máxima de 0,7% durante 25 años.

Certificaciones

IEC/TÜV

Datos eléctricos

Potencia (Wp)	2500
Vmpp (V)	302
Impp (A)	83
Vca (V)	374
Icc (A)	89
Tolerancia	-5/+5
Vmax (V)	1000

Coefficientes térmicos

Coef. P (%/°C)	-0.40
Coef. I (%/°C)	0.02
Coef. V (%/°C)	-0.27

Dimensiones y peso

Largo (mm)	1665
Ancho (mm)	991
Alto (mm)	38



Peso (kg)	18
Área (m2)	1.65

REC, la fábrica vertical de paneles solares

Dentro del sector de la energía solar, Renewable Energy Corporation, fundada en 1996 en Noruega, es uno de los líderes integrados verticalmente con más de 3.000 empleados. Las factorías de REC se encuentran en países como Noruega, Suecia y Estados Unidos. El fabricante ha abierto sus puertas al continente asiático con la reciente inauguración de su sucursal en Singapur. El equipo de I+D+i del gigante escandinavo trabaja para mejorar el producto y reducir los costes acercando, de este modo, la paridad de red.

Componentes

Tipo de célula	Monocristalino
Número de células	60
Célula (mm)	156
Conector	MC4 compatible

Embalaje y palet

Unidades por palet	40
Medidas palet (mm)	1700x1050x1600
Peso (kg)	7400

Contenedor

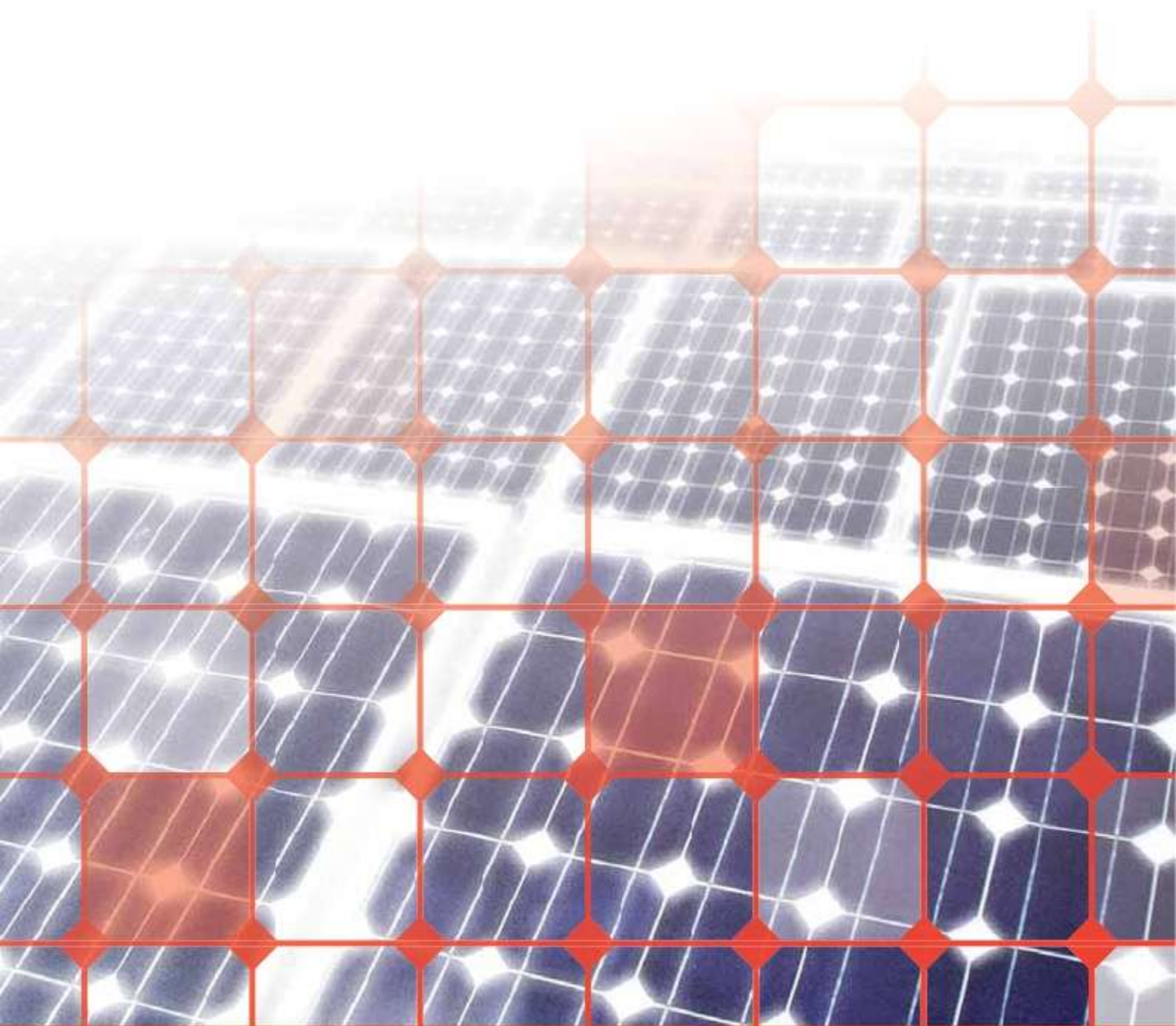
Palets	15
Unidades	600
Peso (kg)	111000

Ref:	AET115
------	--------

Datos técnicos protecciones sobreintensidad

3. Datos técnicos protecciones sobreintensidad

SOLARtec



Componentes y equipos de desconexión fotovoltaicos

Gawe





Interruptores-seccionadores de potencia



Los interruptores-seccionadores de la serie 55DC/55PV aseguran el corte en carga y el seccionamiento de seguridad de los circuitos eléctricos de potencia en aplicaciones fotovoltaicas.

Conforme a las normas

IEC 60947-3
EN 60947-3
VDE 0660-107 (1992)
IEC 60364-4-410 (Protección para garantizar la seguridad frente a los choques eléctricos).
IEC 60364-7-712 (norma aplicable a las instalaciones fotovoltaicas).
DIN VDE 0126

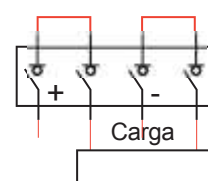
Características generales

Corte plenamente aparente.
Alta resistencia térmica y dinámica.

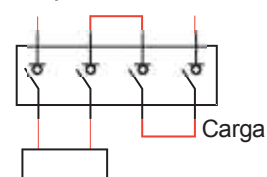
12 www.gawe.com

Conexión

4 polos inferior/inferior



4 polos superior/inferior
Categoría de empleo DC-21.



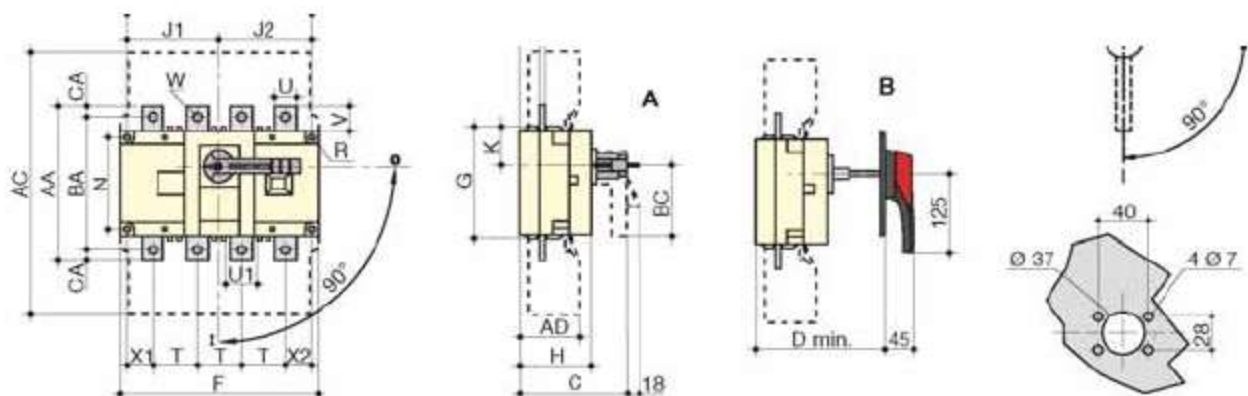
Interruptores-seccionadores de potencia

Características técnicas y modelos

	referencia	Categoría de empleo DC-21 a Ue				
		20V	40V	60V	80V	100V
	5SD204	125 A	125 A	80 A	63 A	-
	5SD206	250 A	250 A	125 A	125 A	-
	5BP402	-	-	-	-	125 A
	5BP406	-	-	-	-	160 A
	5SD202	315 A	315 A	250 A	250 A	-

	5SD204	5SD206	5BP402	5BP406	5SD202
tensión de aislamiento Ui (V)	1000	1000	1200	1200	1000
tensión de impulso Uimp (kV)	8	8	12	12	12
Par de apriete mínimo (Nm)	9	20	20	20	20

Dimensiones



	Exterior		Cubrebornes				Caja							Fijaciones							Conexión						
calibre (A)	C	Dmín.	AC	AD	F	G	H	J1	J2	K	BC	M	N	R	T	U	U1	V	W	X1	X2	Y	Z	AA	BA	CA	
S.1	120	125	235	50	170	93	65	75	75	31,5	80	150	65	5,5	36	20	20,5	25	9	22	20	3,5	20,5	135	115	10	
S.2	130	135	280	60	230	108	75	105	105	34	115	210	80	5,5	50	25	20,5	30	11	33	27	3,5	22,5	160	130	15	
S.3	160	165	401	89	290	170	110	135	135	55	115	270	140	7	65	32	45,5	37,5	11	37,5	37,5	5	36	235	205	15	

Protección fusible gPV



Una gama de fusibles 10x38mm especialmente diseñados para la protección y aislamiento de cadenas fotovoltaicas. Los fusibles puede interrumpir las pequeñas sobrecargas asociadas a circuitos FV defectuosos. De esta forma la protección actuará a partir de $1,3 \times I_n$ asegurando una óptima protección de la instalación.

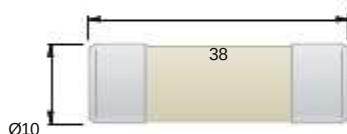
Conforme a

IEC 60269-1
IEC 60269-6

Características

Tensión de empleo: 1000Vdc
Amps: 2A, 4A, 6A, 8A, 10A, 12A, 15A y 20A
Capacidad de ruptura: 33kA dc
Corriente mínima de interrupción: $1,3 \times I_n$
Constante de tiempo (L/R):
menor de 1ms

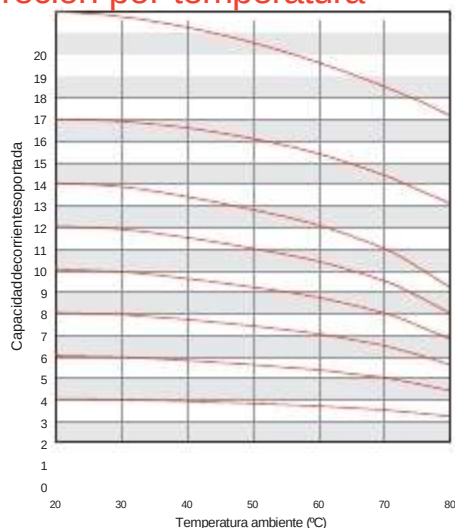
Dimensiones



Datos técnicos

Referencia	Intensidad nominal (A)	Integrales Energía I ² t (A ² s)		Disipación térmica (W)	
		Pre-Arco	Total a 1000V	0,8I ⁿ	I ⁿ
30F2PV	2	1.2	3.4	0.6	1.0
30F4PV	4	9.5	26	1.0	1.3
30F6PV	6	30	90	1.1	1.8
30F8PV	8	3	32	1.2	2.1
30F10PV	10	7	70	1.3	2.3
30F12PV	12	12	120	1.5	2.7
30F15PV	15	22	220	1.7	2.9
31F20PV	20	34	240	2.1	3.5

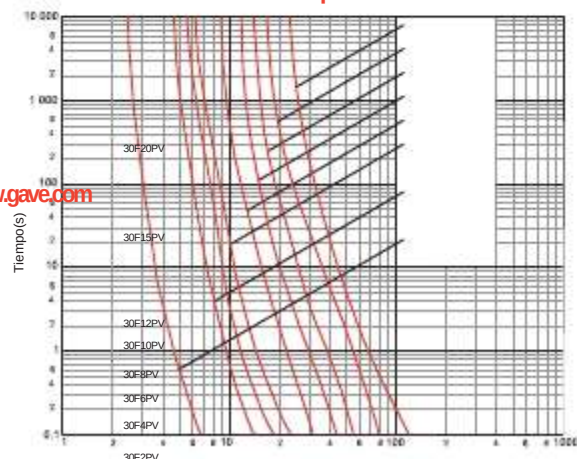
Corrección por temperatura



20

www.gawe.com

Características tiempo-corriente



Protección fusible

Portafusibles



Características

- 1000V DC-20B
- Corte modular 45 mm -
- 1 módulo (17,5mm) X polo.
- Montaje en carril DIN 35mm.
- Plásticos resistentes a altas temperaturas.
- Elevadas características de aislamiento.

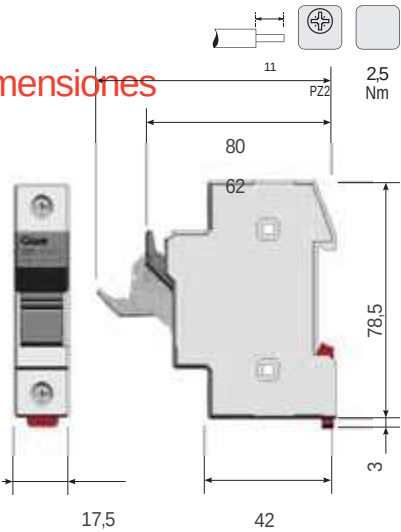
According to

IEC 60947-1

IEC 60947-3

Referencias	Corriente térmica	Tamaño			
			fusible	Polos	Módulos
					Embalaje

Dimensiones



System pro M compact®

Características técnicas Interruptores Diferenciales serie F 200

F 200

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			
Norma de referencia			
Características eléctricas	Tipo (Clase de onda)		
	Polos		
	Corriente asignada I_n		A
	Tensión de empleo asignada U_e		V
	Sensibilidad		mA
	Tensión de aislamiento U_i		V
	Tensión máxima de servicio U_b máx.		V
	Tensión mínima de servicio U_b mín.		V
	Frecuencia		Hz
	Corriente condicional de cortocircuito asignada $I_{nc} = I_{cc}$	DPCC - fusible gG 100 A	kA
	Poder de cierre y de corte diferencial asignado $I_{cm} = I_m$		kA
	Tensión impulsional asignada (1,2/50) U_{imp}		kV
	Tensión de aislamiento asignada		kV
	Categoría de sobretensión		
	Resistencia a ondas de choque según VDE 0432 Parte 2 (onda 8/20)		A
Características mecánicas	Maneta		
	Indicación positiva del contacto		
	Endurancia eléctrica		
	Endurancia mecánica		
	Grado de protección	carcasa	
		bornes	
	Tropicalización según IEC/EN 60068-2	calor húmedo	°C/RH
		clima constante	°C/RH
		clima variable	°C/RH
	Temperatura ambiente (con media diaria $\delta + 35$ °C)		°C
	Temperatura de almacenamiento		°C
Instalación	Tipo de borne		
	Sección de embornamiento		mm ²
	Par de apriete		Nm
	Montaje		
	Alimentación		
	Conexión del bloque de barras		
Dimensiones y peso	Dimensiones (Al x Pr x An)	2P	mm
		4P	mm
	Peso	2P	g
		4P	g
Combinación con accesorios	Accesoriable con:		
		contacto auxiliar	
		contacto universal de señalización de disparo/contacto auxiliar	
		bobina de emisión de corriente	
		bobina de mínima tensión	

System pro M compact®

Características técnicas Interruptores Diferenciales serie F 200

F 200



F 200 AC	F 200 A	F 200 A AP-R	F 200 AC S	F 200 A S
AC	A	IEC/EN 61008 A	AC	A
16, 25, 40, 63		2P, 4P 25, 40, 63 230/400 - 240/415	40, 63	
0.01...0.5		0.03 500 254 110 50...60	0.1...1	
		10 1 6 2.5		
250		III, capacidad de desconexión 3000	5000	
		azul posibilidad de enclavamiento en posición ON/OFF		
		sí 10000 20000 IP4X IP2X		
		28 ciclos 55/95...100 23/83 - 40/93 - 55/20 25/95 - 40/95 -25...+55 -40...+70		
		Borne cilíndrico de arrastre bidireccional de seguridad en la parte inferior y superior (protegido contra impactos) 25/35 (bornes principales); 16 (bornes auxiliares) 2.8		
		Perfil DIN - EN 60715 (35 mm) mediante grapas de fijación rápida Superior o inferior sin necesidad de utilización herramientas		
		85 x 69 x 35 85 x 69 x 70 200 350		
		sí sí sí sí		

System pro M compact®

Tablas de selección Interruptores Diferenciales serie F 200 Tipo AC

F 200 AC

AC

F 200 AC

Función: protección contra los riesgos de una corriente de defecto a tierra, alterna senoidal tipo AC; protección contra contactos indirectos y protección adicional contra contactos directos (con $I_{\Delta n} \leq 30 \text{ mA}$); mando y aislamiento de circuitos óhmicos e inductivos.

Aplicación: terciario e industrial.

Norma de referencia: IEC/EN 61008

Número de polos	Sensibilidad Intensidad				Peso	Unidad
	$I_{\Delta n} \text{ mA}$	$I_n \text{ A}$	Tipo	Código pedido	Ud.	embalaje
					kg	
2	10	16	F202 AC-16/0.01	2CSF202001R0160	0.225	1/6
		25	F202 AC-25/0.03	2CSF202001R1250	0.225	1/6
		40	F202 AC-40/0.03	2CSF202001R1400	0.225	1/6
		63	F202 AC-63/0.03	2CSF202001R1630	0.225	1/6
	100	25	F202 AC-25/0.1	2CSF202001R2250	0.225	1/6
		40	F202 AC-40/0.1	2CSF202001R2400	0.225	1/6
		63	F202 AC-63/0.1	2CSF202001R2630	0.225	1/6
	300	25	F202 AC-25/0.3	2CSF202001R3250	0.225	1/6
		40	F202 AC-40/0.3	2CSF202001R3400	0.225	1/6
		63	F202 AC-63/0.3	2CSF202001R3630	0.225	1/6
	500	25	F202 AC-25/0.5	2CSF202001R4250	0.225	1/6
		40	F202 AC-40/0.5	2CSF202001R4400	0.225	1/6
		63	F202 AC-63/0.5	2CSF202001R4630	0.225	1/6
4	30	25	F204 AC-25/0.03	2CSF204001R1250	0.375	1/3
		40	F204 AC-40/0.03	2CSF204001R1400	0.375	1/3
		63	F204 AC-63/0.03	2CSF204001R1630	0.375	1/3
	100	25	F204 AC-25/0.1	2CSF204001R2250	0.375	1/3
		40	F204 AC-40/0.1	2CSF204001R2400	0.375	1/3
		63	F204 AC-63/0.1	2CSF204001R2630	0.375	1/3
	300	25	F204 AC-25/0.3	2CSF204001R3250	0.375	1/3
		40	F204 AC-40/0.3	2CSF204001R3400	0.375	1/3
		63	F204 AC-63/0.3	2CSF204001R3630	0.375	1/3
	500	25	F204 AC-25/0.5	2CSF204001R4250	0.375	1/3
		40	F204 AC-40/0.5	2CSF204001R4400	0.375	1/3
		63	F204 AC-63/0.5	2CSF204001R4630	0.375	1/3

2CSC40050F0001

2CSC40051F0001

11. Gamas Schneider Electric para la

Protección de



protección contra las sobretensiones transitorias

	PRF1	PRF1 Master
Cable rígido	10...25 mm ²	10...50 mm ²
Cable flexible	10...25 mm ²	16...35 mm ²

• Indicador de funcionamiento (ref. **16621** y ref. **16630**):

– Verde: funcionamiento correcto.

– Apagado: fin de vida.

• Tipo de protección:

– IP40 en el frontal.

– IP20 en las bornas.

• Temperatura de funcionamiento: -40 °C...+85 °C.

• Standards: IEC 61643-1, EN 61643-11 tipo 1

Accesorios de conexionado para PRF1

Peines de conexión	N.º de polos	Referencia
Peine de conexión 2P	2	16641
Peine de conexión 3P	3	16642
Peine de conexión 4P	4	16643
Peine de conexión 6P	6	16644
Peine de conexión 8P	8	16645
Cable flexible 200 mm (PRF1 Master)	-	16646

Automático de desconexión para PRF1

Es necesaria la asociación aguas arriba con un automático de desconexión tipo D125 o fusible previo para garantizar la máxima seguridad y continuidad de servicio después de las descargas. Los automáticos D125 están concebidos especialmente para asegurar la desconexión ante intensidad de cortocircuito $I_{cc} \leq 6 \text{ kA}$.

Los siguientes automáticos de desconexión han sido ensayados en coordinación con la gama de limitadores PRF1 con forma de onda 10/350 (cumpliendo con los standards IEC 61643-1 y EN 61643-11):

Automático de desconexión (*)	N.º de			18mm	Referencia
D125	2	125	D	2	18532
	3	125	D	3	18533
	4	125	D	4	18534

Debe elegirse el automático de desconexión con un poder de corte como mínimo igual a la corriente de cortocircuito esperada en el punto de la instalación.

Automáticos de desconexión para PRF1 Master

El limitador PRF1 Master (ref. 16630) está especialmente concebido para redes donde la intensidad de cortocircuito (I_{cc}) es muy elevada: $I_{cc} \leq 50 \text{ kA}$.

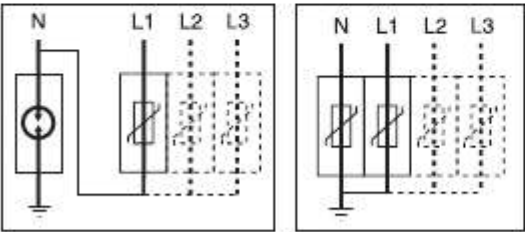
Los siguientes automáticos de desconexión han sido ensayados en coordinación con el limitador PRF1 Master con forma de onda 10/350 (cumpliendo con los standards IEC 61643-1 y EN 61643-11):

Automático de desconexión (*)	N.º de polos	Calibre (A)	Curva	Referencia
	2	160	D	30620
NS160 TM160D	3	160	D	30630
	4	160	D	30650

(*) Fusible previo 250 A gL.

11. Gamas Schneider Electric para la protección contra las sobretensiones transitorias

Los limitadores desenchufables PRD permiten el cambio rápido de los cartuchos dañados por señalización visual del estado de los cartuchos. Los limitadores con señalización "r" disponen además de señalización a distancia de la información: cartucho a cambiar.



11.2 Limitadores de sobretensiones transitorias enchufables tipo 2, PRD

Funciones
El limitador de sobretensiones **PRD** es un dispositivo de tipo 2 destinado a limitar las sobretensiones transitorias y derivar las ondas de corriente hacia tierra para limitar la amplitud de esta sobretensión a un valor no peligroso para la instalación y la aparata eléctrica.

Cada limitador de la gama PRD tiene una función determinada:

- **Protección de la cabecera: (tipo 2)**
 - El **PRD65(r)** está aconsejado para un nivel de riesgo muy elevado
 - El **PRD40(r)** está aconsejado para un nivel de riesgo elevado
 - El **PRD20(r)** está aconsejado para un nivel de riesgo moderado
- **Protección fina: (tipo 2 y 3)**
 - El **PRD8(r)** asegura una protección fina de las instalaciones a proteger y se sitúa en cascada con los limitadores de cabecera. Es recomendable instalar este limitador cuando los receptores a proteger están a más de 30 metros del limitador de cabecera.
- **Referencias gama limitadores PRD**
- **Características técnicas PRD**

Corriente máxima de descarga (Imáx)	N.º de polos				Contacto		desconexión Automática
	1P	1P+N	3P	3P+N			
65 kA							
Nivel de riesgo muy elevado	16556	16557		16559	Sí Sí Sí	PRD65r 1P PRD65r 1P+N PRD65r 1P+N	50 A curva C
40 kA							
Nivel de riesgo elevado	16561 16566	16562 16567	16563	16564 16569	Sí Sí Sí Sí	PRD40r 1P PRD40 1P PRD40r 1P+N PRD40 1P+N PRD40r 3P PRD40r 3P+N PRD40 3P+N	40 A curva C
20 kA							
Nivel de riesgo moderado	16571	16672 16572	16573	16674 16574	Sí Sí Sí	PRD20 1P PRD20r 1P+N PRD20 1P+N PRD20r 3P PRD20r 3P+N PRD20 3P+N	25 A curva C
8 kA							
Protcción fina	16576	16677			Sí	PRD8 1P PRD8r 1P+N	20 A curva C
		16577	16578		Sí	PRD8 1P+N PRD8r 3P	
				16679 16579	Sí	PRD8r 3P+N PRD8 3P+N	

Protección de

11. Gamas Schneider Electric para la protección contra las sobretensiones transitorias

Nombre del limitador	N.º de		• Cartuchos de recambio PRD						
			(8/20)	In	Up	Un	Uc		Referencia
Mód.									
		18 mm	kA	kA	kV	V CA	MC L/PE	MD L/N	
PRD65									
PRD65r 1P	1P	1	65	20	1,5	230	340	-	16556
PRD65r 1P+N	1P+N	2	65	20	1,5	230	440	340	16557
PRD65r 3P+N	3P+N	4	65	20	1,5	230/400	440	-	16559
PRD40									
PRD40r 1P	1P	1	40	15	1,5	230	340	-	16561
PRD40 1P	1P	1	40	15	1,5	230	340	-	16566
PRD40r 1P+N	1P+N	2	40	15	1,5	230	440	340	16562
PRD40 1P+N	1P+N	2	40	15	1,5	230	440	340	16567
PRD40r 1P+N	3P	3	40	15	1,5	400	460	-	16563
PRD40r 3P	3P+N 4 40	15 1,5 230/400	440 340	16564					
PRD40 3P+N	3P+N 4 40	15 1,5 230/400	440 340	16569					
PRD20									
PRD20 1P	1P	1	20	5	1,2	230	340	-	16571
PRD20r 1P+N	1P+N	2	20	5	1,2	230	440	340	16672
PRD20 1P+N	1P+N	2	20	5	1,2	230	440	340	16572
PRD20r 3P+IT	3P	3	20	5	1,4	400	460	-	16573
PRD20r 3P+N	3P+N 4 20	5 1,2 230/400	440 340	16674					
PRD20 3P+N	3P+N 4 20	5 1,2 230/400	440 340	16574					
PRD8									
PRD8 1P	1P	1	8	2,5	1,1	230	340	-	16576
PRD8r 1P+N	1P+N	2	8	2,5	1,1	230	440	340	16677
PRD8 1P+N	1P+N	2	8	2,5	1,1	230	440	340	16577
PRD8r 3P IT	3P	3	8	2,5	1,1	400	460	-	16578
PRD8r 3P+N	3P+N 4 8 2,5 1,1	230/400 440 340	16679						
PRD8 3P+N	3P+N 4 8 2,5 1,1	230/400 440 340	16579						

MC: modo común (L/PE y N/PE).
MD: modo diferencial (L/N).



DPX³ 250 magnetotérmicos

interruptores automáticos en caja moldeada de 100 a 250 A



4 202 05

Características técnicas y curvas de funcionamiento: pág. 72
Dimensiones: pág. 67

Se montan en un perfil Σ o en placa dentro de las cajas y los armarios XL³ mediante los adaptadores de la página 57.

Garantizan el corte, el mando, el seccionamiento y la protección de las líneas eléctricas de baja tensión.

Ejecución fija conexión anterior.

Se suministran con tabiques de separación y conexión por terminal.

Admiten los accesorios y los auxiliares comunes DPX³ (pág. 58).

Son conformes a la norma UNE-EN 60947-2.

Emb.	Ref.			Interruptores automáticos magnetotérmicos
	3P	4P	3P+N/2	
				Térmico regulable de 0,8 a 1 In. Magnético regulable de 5 a 10 In.
				In (A) ~
				Poder de corte Icu 25 kA (400 V_±)
1	4 202 05	4 202 15		100
1	4 202 07	4 202 17		160
1	4 202 08	4 202 18		200
1	4 202 09	4 202 19	4 207 50	250 ~
				Poder de corte Icu 36 kA (400 V_±)
1	4 202 35	4 202 45		100
1	4 202 37	4 202 47		160
1	4 202 38	4 202 48		200
1	4 202 39	4 202 49	4 207 52	250 ~
				Poder de corte Icu 50 kA (400 V_±)
1	4 202 65	4 202 75		100
1	4 202 67	4 202 77		160
1	4 202 68	4 202 78		200
1	4 202 69	4 202 79	4 207 54	250 ~
				Poder de corte Icu 70 kA (400 V_±)
1	4 206 05	4 206 15		100
1	4 206 07	4 206 17		160
1	4 206 08	4 206 18		200
1	4 206 09	4 206 19	4 207 56	250

Emb.	Ref.		Interruptores automáticos magnetotérmicos diferenciales
	3P+N/2	4P	
			Térmico regulable de 0,8 a 1 In. Magnético regulable de 5 a 10 In. Diferencial electrónico integrado con pantalla LCD. Sensibilidad regulable: 0,03 - 0,3 - 1 - 3 A. Disparo regulable: 0 - 0,3 - 1 - 3 s (0 s solo con sensibilidad 0,03 A).
			In (A) ~
			Poder de corte Icu 25 kA (400 V_±)
1		4 202 25	100
1		4 202 27	160
1		4 202 28	200
1	4 207 51	4 202 29	250 ~
			Poder de corte Icu 36 kA (400 V_±)
1		4 202 55	100
1		4 202 57	160
1		4 202 58	200
1	4 207 53	4 202 59	250 ~
			Poder de corte Icu 50 kA (400 V_±)
1		4 202 85	100
1		4 202 87	160
1		4 202 88	200
1	4 207 55	4 202 89	250 ~
			Poder de corte Icu 70 kA (400 V_±)
1		4 206 25	100
1		4 206 27	160
1		4 206 28	200
1	4 207 57	4 206 29	250

Equipos de montaje en XL³ 400 pág. 212
Equipos de montaje en XL³ 800 pág. 222
Equipos de montaje en XL³ 4000 pág. 234
Accesorios comunes pág. 58



Datos técnicos estructura soporte

4. Datos técnicos estructura soporte



Montaje para tejados planos

Componentes

Guía K2-Light

Garantía

12 años

Material

Aluminio 6063 T66

Medidas disponibles: 2,10m - 3,43m - 4,35m - 5,40m - 6,10m

Peso: 0,85 Kg/m

Triángulo de elevación

Garantía

12 años

Material

Aluminio 6063 T66

Medidas disponibles: Cualquiera, producido según necesidades

Peso: Según modelo



K2 Systems

Creada en 2004, K2 Systems, con sede en la ciudad alemana de Leonberg, es una de las compañías líderes en la producción de sistemas de montaje en aluminio para instalaciones fotovoltaicas. Desde su constitución, el fabricante cuenta con un crecimiento continuo por lo que ha abierto tres oficinas, una en Italia y dos en Francia.

Las estructuras K2 Systems están fabricadas en aleación de aluminio 6063 T66 AlMgSi 05 F22. Esta combinación ha demostrado ser especialmente resistente al agua del mar y también en ambientes salubres, por lo que, además, está recomendada para instalaciones en lugares costeros.

Este sistema incorpora un estudio personalizado y a medida del cliente, que incluye análisis de la zona de carga de viento y nieve, con ángulos de inclinación a petición del cliente dependiendo de sus necesidades. Tiene una garantía de 12 años y está disponible de inmediato. A pesar de que más del 90% del sistema está fabricado en aluminio 6063 (excepto tornillería y piezas de agarre que están fabricadas en acero inoxidable), el precio del sistema encaja perfectamente en el mercado español

Datos técnicos equipos de medida

5. Datos técnicos equipos de medida

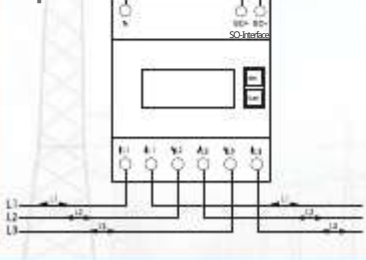
con display

NUEVO

Contador de energía trifásico bidireccional DSZ12DZ-3x65A

- Contador de energía directo, bidireccional
- Certificado MID
- Corriente máxima 3x65A
- Pérdida Stand-by solo 0,4 vatios por paso
- Con LC-Display de 7 segmentos
- Para el montaje sobre perfil simétrico, 4 módulos de anchura
- Clase de exactitud
- SO-Interface
- La energía activa se adicionara dependiendo del signo

Esquema de conexión



DSZ12DZ-3x65A

MID calibrado

EAN 4010312501429

239,00 €/Unid.

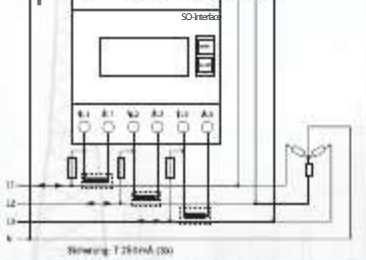
En Stock

NUEVO

Contador de energía indirecto, bidireccional DSZ12WDZ-3x5A

- Contador indirecto con proporción ajustable
- Certificado MID
- Corriente máxima 3x5A
- Pérdida Stand-by solo 0,4 vatios por paso
- Con LC-Display de 7 segmentos
- Para el montaje sobre perfil simétrico, 4 módulos de anchura
- Clase de exactitud B
- SO-Interface
- La energía activa se adicionara dependiendo del signo

Esquema de conexión



Datos técnicos conductores

6. Datos técnicos conductores

EXZHELLENT[®] SOLAR

exzhellent[®] SOLAR

ZZ-F (PV1-F)

1.8 kV DC - 0.6/1 kV AC

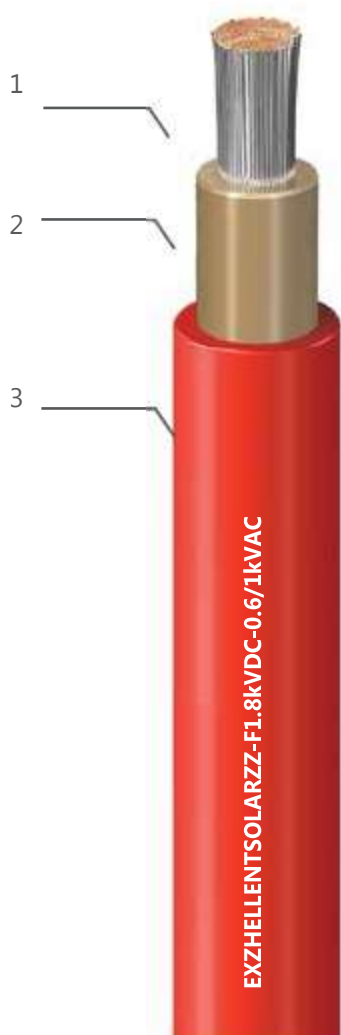
APLICACIONES:

Los cables Exzhellent[®] Solar ZZ-F (PV1-F) han sido diseñados para resistir las exigentes condiciones ambientales que se producen en cualquier tipo de instalación fotovoltaica, ya sea fija, móvil, sobre tejado o de integración arquitectónica.

No recomendado para instalación subterránea, ya sea bajo tubo o directamente enterrado.

Exzhellent[®] Solar garantiza la máxima eficiencia en la evacuación de la energía producida durante toda la vida útil de su instalación.

CONSTRUCCIÓN:



1. Conductor:

Cobre estañado Clase 5 para servicio móvil (-F)

2. Aislamiento:

Elastómero termoestable libre de halógenos (Z)

3. Cubierta:

Elastómero termoestable libre de halógenos (Z)

NORMAS:

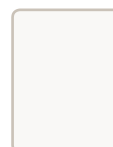
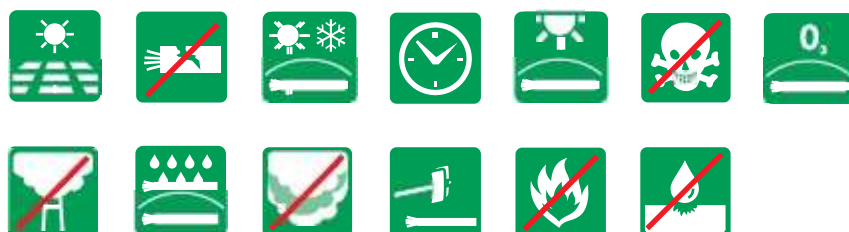
TÜV 2 Pfg 1169/08.2007

UTE C 32-502

TENSIÓN:

1.8 kV DC - 0.6/1 kV AC

PRESTACIONES:



APROBACIONES:

HUERTAS SOLARES

SERVICIO FIJO

TENSIÓN 1,8 kV DC - 0,6 / 1 kV AC



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

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

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

Conductor:	Cobre Clase 5 para servicio fijo (-k)
Aislamiento:	Polietileno Reticulado XLPE (X)
Asiento de Armadura:	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



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

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



exZhelent XXI 1000 V
General Cable

EXZHELLENT® XXI

1000 V

RZ1-K (AS)

RZ1-K (AS)

APLICACIONES:

Cables flexibles unipolares y multipolares de 600/1000 V, para ser instalados en viviendas (línea general de alimentación y derivaciones individuales) según indica el Reglamento de Baja Tensión en las correspondientes ITC-BT-14 y 15, en los locales de pública concurrencia según ITC-BT-28, así como en aquellos lugares donde se pretenda elevar el grado de seguridad. A partir de la sección de 50 mm² inclusive se ofrece la configuración SECTORFLEX® con conductor sectoral flexible que, consigue un menor diámetro y peso del cable, incrementando su manejabilidad y facilidad de instalación.

Producto certificado con la marca AENOR.

Resistencia a muy baja temperatura (-40 °C).

La temperatura máxima del conductor en servicio permanente es de 90 °C.



CONSTRUCCIÓN:

UNE 21123-4, IEC 60502-1

1. CONDUCTOR

Cobre flexible clase 5 para instalación fija (-K).

2. AISLAMIENTO

Polietileno reticulado (R).

3. CUBIERTA

Polioléfina termoplástica ignífuga, libre de halógenos (Z1).

TENSIÓN:

0,6/1 kV

PRESTACIONES:



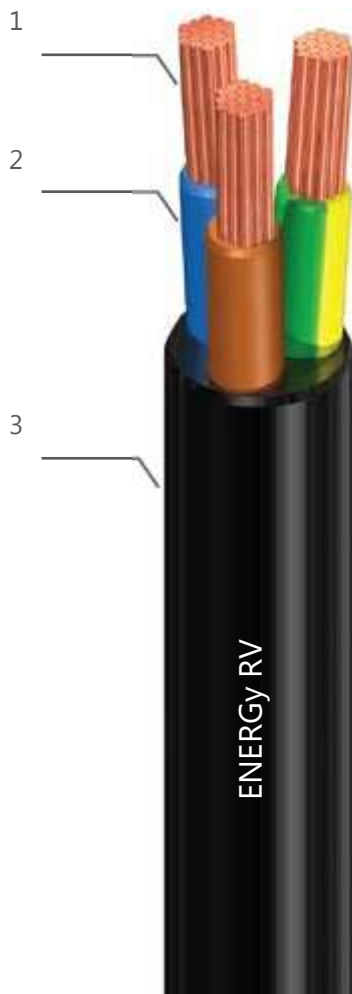
ENERGY[®] RV

RV



APLICACIONES:

Cables rígidos y semirígidos para utilización en la distribución de energía en baja tensión en instalaciones fijas de interior y exterior.
La variante UNFIRE[®] cumple la No Propagación del Incendio.
Producto certificado con la marca AENOR.
La temperatura máxima del conductor en servicio permanente es de 90 °C.



CONSTRUCCIÓN:

UNE 21123-2, IEC 60502-1

1. Conductor

Cobre rígido clase 1 hasta 4 mm² inclusive y semi-rígido clase 2 a partir de 6 mm².

2. Aislamiento

Polietileno reticulado (R).
Identificación por coloración.

3. Cubierta

Policloruro de vinilo (V).

TENSIÓN:

0,6/1 kV

PRESTACIONES:





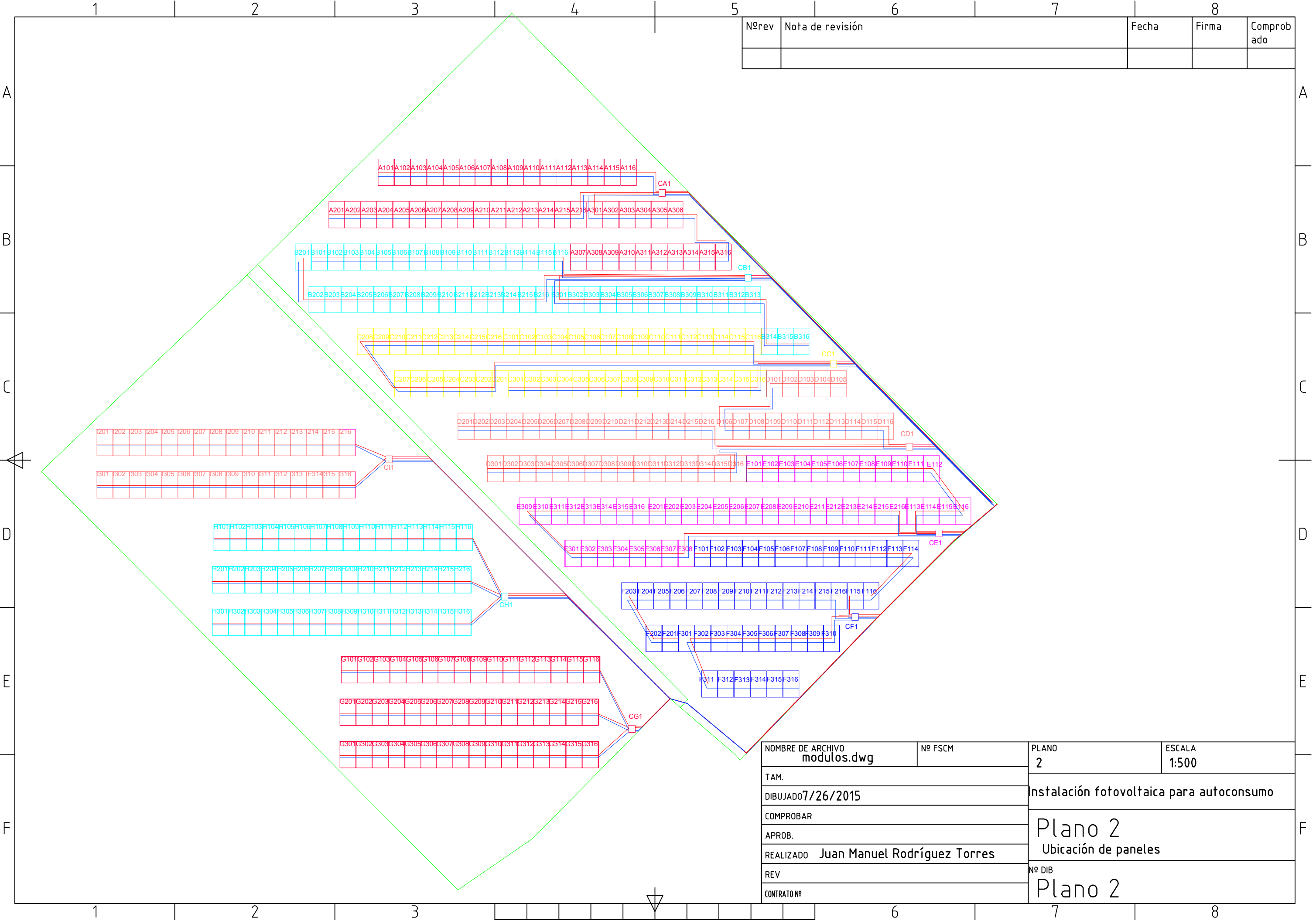
Universidad de Jaén
Escuela Politécnica Superior de Jaén

Documento 4

Planos

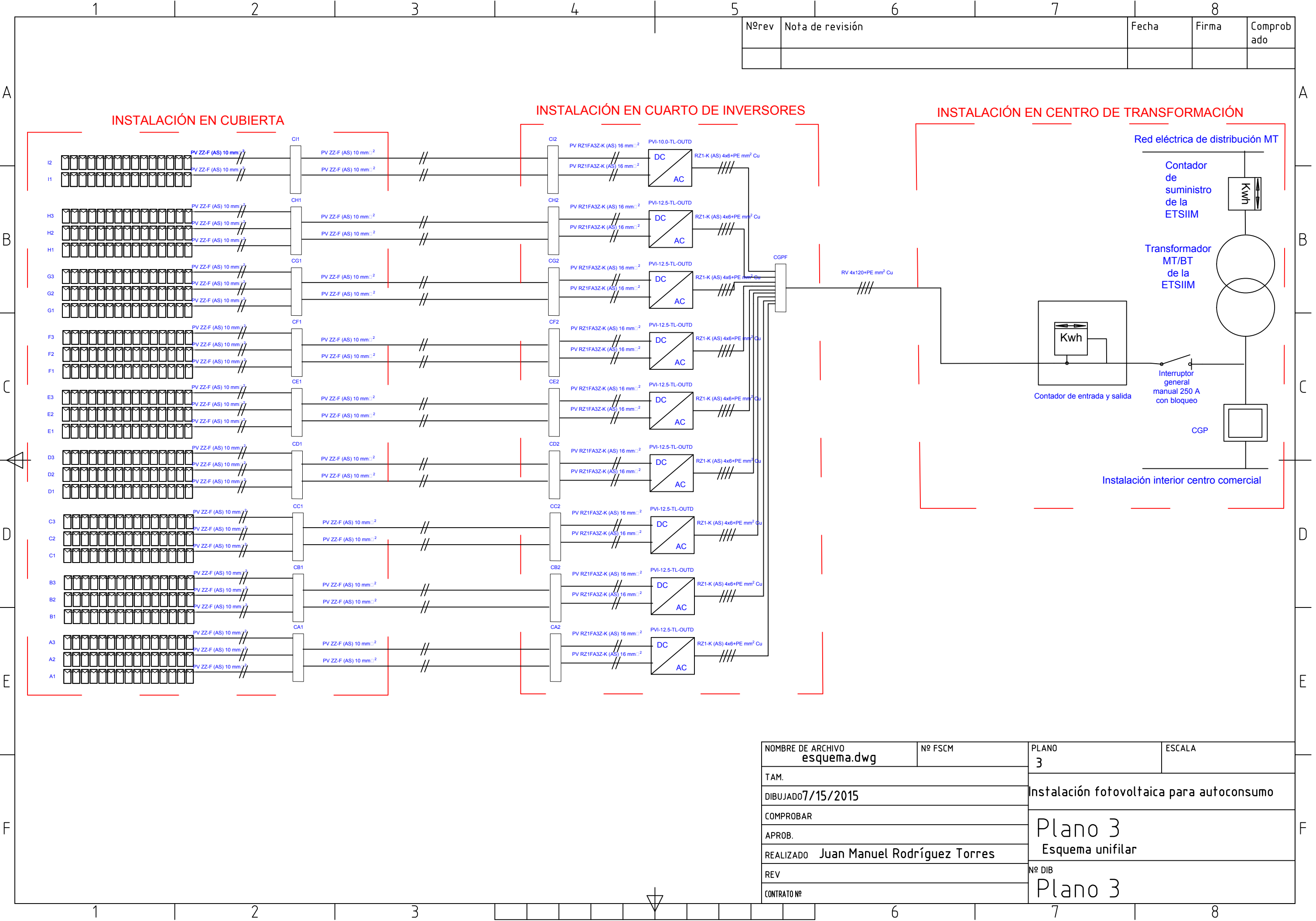
Índice

Índice	2
Plano 1: Situación y emplazamiento	3
Plano 2: Ubicación de paneles	4
Plano 3: Esquema Unifilar	5
Plano 4: Detalles esquema unifilar	6



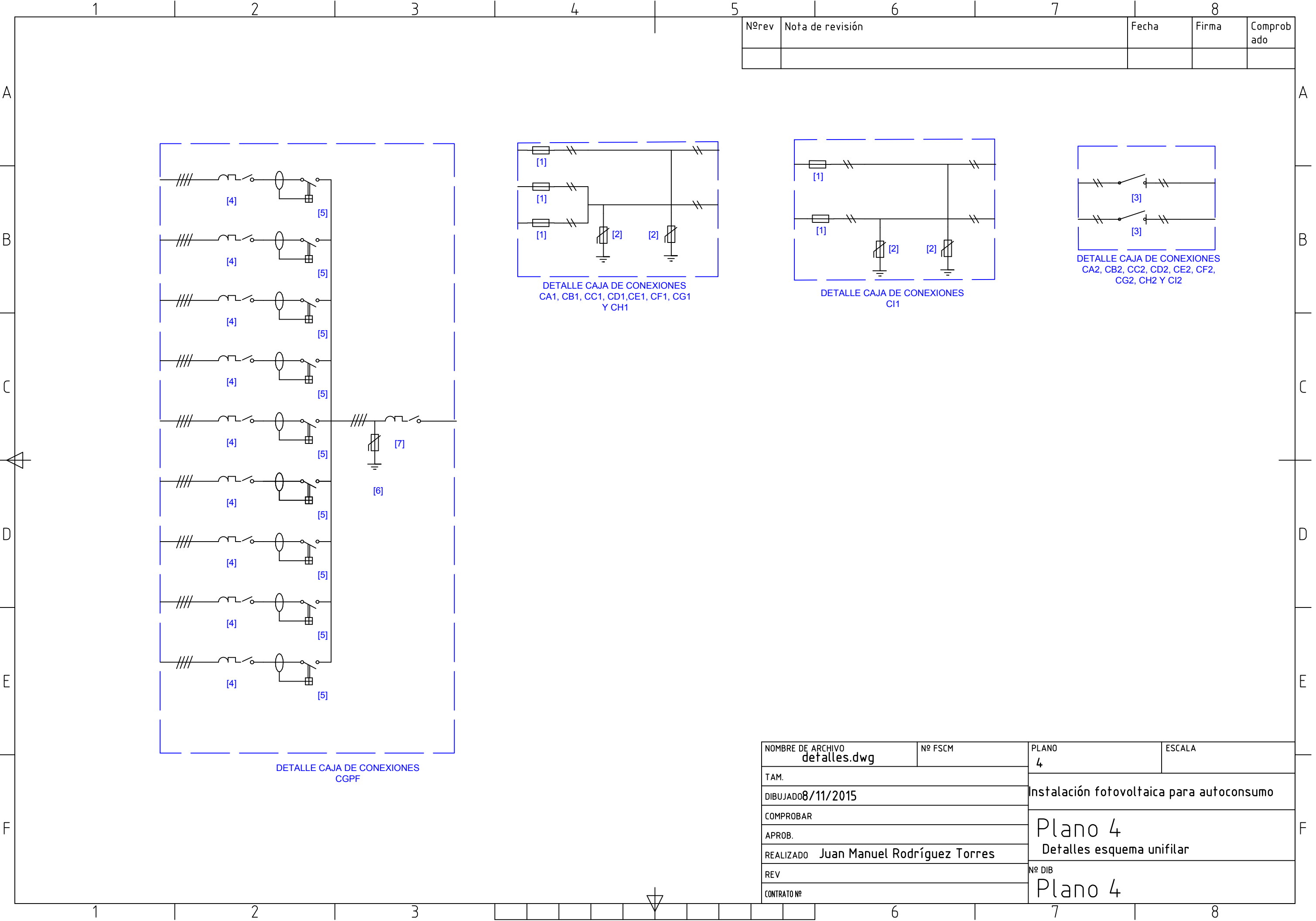
Nºrev	Nota de revisión	Fecha	Firma	Comprobado

NOMBRE DE ARCHIVO modulos.dwg	Nº FSCM	PLANO 2	ESCALA 1:500
TAM.	Instalación fotovoltaica para autoconsumo		
DIBUJADO 7/26/2015			
COMPROBAR	Plano 2 Ubicación de paneles		
APROB.			
REALIZADO Juan Manuel Rodríguez Torres	Nº DIB Plano 2		
REV			
CONTRATO Nº			



Nºrev	Nota de revisión	Fecha	Firma	Comprobado

NOMBRE DE ARCHIVO esquema.dwg	Nº FSCM	PLANO 3	ESCALA
TAM.	Instalación fotovoltaica para autoconsumo		
DIBUJADO 7/15/2015	Plano 3		
COMPROBAR	Esquema unifilar		
APROB.	Plano 3		
REALIZADO Juan Manuel Rodríguez Torres	Nº DIB		
REV	Plano 3		
CONTRATO Nº			





Universidad de Jaén
Escuela Politécnica Superior de Jaén

Documento 5

Pliego de condiciones

Índice

Índice	2
1. Objeto	4
2. Documentos que definen las obras	4
3. Condiciones facultativas.....	4
3.1. Delimitación general de funciones técnicas	4
3.1.1. Técnica Facultativa	4
3.1.2. Contratista.....	5
3.2. Obligaciones y derechos generales del contratista.....	6
3.2.1. Verificación de los documentos del proyecto.....	6
3.2.2. Plan de seguridad e higiene	6
3.2.3. Oficina en la obra.....	6
3.2.4. Presencia del contratista	6
3.2.5. Trabajos no estipulados expresamente	7
3.2.6. Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones de los Documentos del Proyecto7	
3.2.7. Reclamaciones contra las órdenes de la Dirección Facultativa.....	8
3.2.8. Faltas de personal	8
4. Condiciones económicas	8
4.1. Abandono de la obra.....	8
4.2. Precios	8
4.3. Revisión de precios.....	9
4.4. Penalizaciones	9
4.5. Contrato	9
4.6. Responsabilidades	9
4.7. Rescisión del contrato.....	10
4.8. Liquidaciones en caso de rescisión del contrato.....	10
5. Condiciones Técnicas.....	10
5.1. Objeto	10
5.2. Condiciones generales	11
5.2.1. Calidad de los materiales	11
5.2.2. Materiales que no constan en el proyecto	11
5.3. Disposiciones Vigentes.....	11
5.4. Generalidades.....	11

5.5.	Módulos Fotovoltaicos	12
5.6.	Estructura Soporte.....	13
5.7.	Inversor	14
5.8.	Canalizaciones.....	15
5.9.	Cableado.....	16
5.9.1.	Designación de los de los cables de energía de baja tensión. Cables eléctricos de tensión asignada hasta 450/750 V	17
5.9.2.	Designación de los cables de energía de baja tensión .Cables eléctricos de tensión asignada 0,6/1 kV	17
5.9.3.	Colores de los cableados	17
5.10.	Conexión a Red	18
5.11.	Protecciones.....	18
5.12.	Medida de la Energía.....	18
5.13.	Puesta a tierra.....	19
5.14.	Armónicos y compatibilidad electromagnética.....	19
5.15.	Ejecución de las obras.....	19
5.15.1.	Replanteo de la obra.....	19
5.15.2.	Ejecución del trabajo.....	19
5.15.3.	Estructura soporte de los módulos fotovoltaicos	19
5.15.4.	Conexiones.....	20
5.16.	Protección del medio ambiente	20
5.17.	Recepción y pruebas	20
5.18.	Mantenimiento.....	21
5.18.1.	Requerimientos técnicos del contrato de mantenimiento	21
5.18.2.	Mantenimiento a realizar por el propietario	22
5.19.	Garantías	22
5.19.1.	Plazos	22
5.19.2.	Condiciones económicas	23
5.19.3.	Anulación de la garantía.....	23
5.19.4.	Lugar y tiempo de la prestación	24

1. Objeto

El objeto de este pliego es la ordenación de las condiciones técnicas que han de regir en la ejecución, desarrollo, control y recepción de las obras relativas a la construcción de nuestra instalación solar fotovoltaica conectada a red interior en la cubierta de un centro comercial.

Así se fijarán los niveles técnicos y de la calidad exigible, precisando las intervenciones que corresponden, según el contrato y con arreglo a la Legislación aplicable a la Propiedad, al Contratista de la misma, a sus Técnicos y Encargados, así como las relaciones entre todos ellos y sus correspondientes obligaciones en orden al cumplimiento del contrato de obra.

2. Documentos que definen las obras

Los documentos contractuales que definen las obras y que la propiedad entregará al Contratista, son los Planos, Pliego de Condiciones, Presupuesto y Memoria, que se incluyen en el presente Proyecto, así como las condiciones que se establezcan en el contrato que se deberá suscribir.

El presente proyecto se refiere a una obra de nueva construcción, siendo por tanto susceptible a ser entregada al uso al cual se destina una vez finalizada la misma. Las órdenes e instrucciones de la Dirección Facultativa de las obras se incorporan al Proyecto como a interpretación, complemento o precisión de sus determinaciones. En cada documento, las especificaciones literales prevalecen sobre las gráficas y los planos, la cota prevalece sobre la medida a escala.

Cualquier cambio en el planteamiento de la Obra que implique un cambio sustancial respecto de lo proyectado deberá ponerse en conocimiento del proyectista o técnico competente para que lo apruebe, si procede, y redacte el oportuno proyecto reformado.

En caso de contradicción entre los Planos y el Pliego de Condiciones, prevalecerá lo prescrito en el primer documento. Lo mencionado en los Planos y omitido en el Pliego de Condiciones o viceversa, habrá de ser ejecutado como si estuviera expuesto en ambos documentos.

3. Condiciones facultativas

3.1. Delimitación general de funciones técnicas

3.1.1. Técnica Facultativa

Corresponde al Técnico Facultativo del presente proyecto:

- Redactar los complementos o rectificaciones del proyecto que se precisen.

- Asistir a las obras, las veces que lo requiera su naturaleza y complejidad, con la finalidad de resolver las contingencias que se producen e impartir las órdenes complementarias que sean precisas para conseguir la correcta solución.
- Coordinar la intervención en la obra de otros técnicos que, en su caso, concurran a la dirección en función propia en aspectos parciales de su especialidad.
- Aprobar las certificaciones parciales de la obra, la liquidación final y asesorar al promotor en el acto de recepción.
- Planificar, a la vista del proyecto, del contrato y de la normativa técnica de aplicación el control de calidad y económico de las obras.
- Redactar cuando lo requiera el estudio de los sistemas adecuados a los riesgos del trabajo en la realización de la obra y aprobar el Plan de Seguridad e Higiene para la aplicación del mismo.
- Efectuar el replanteamiento de la obra y preparar el acta correspondiente, subscribiéndola en la unión del Contratista.
- Comprobar las instalaciones provisionales, medios auxiliares y sistemas de seguridad e higiene en el trabajo, controlando su correcta ejecución.
- Ordenar y dirigir la ejecución material con arreglo al proyecto, a las normas técnicas y a las reglas de la buena construcción.
- Realizar o disponer de las pruebas o ensayos de materiales, instalaciones y demás unidades de obra según las frecuencias muestras programadas en el plan de control, así como efectuar las demás comprobaciones que resulten necesarias para asegurar la calidad constructiva de acuerdo con el proyecto y la normativa técnica aplicable. De los resultados se informará puntualmente al Contratista, impartiendo, en el correspondiente caso, las órdenes oportunas. De no resolverse la contingencia adoptará las medidas correspondientes.
- Realizar las medidas de obra ejecutada y dar conformidad, según las relaciones establecidas, a las certificaciones valoradas y a la liquidación de la obra.
- Subscribirse al certificado final de la obra.

3.1.2. Contratista

Corresponden al Contratista las siguientes funciones:

- Organizar los trabajos de construcción, redactar los planos de obras que se precisen y proyectar o autorizar las instalaciones provisionales y medios auxiliares de la obra.
- Elaborar, cuando sea necesario, el Plan de Seguridad e Higiene de la obra en aplicación del estudio correspondiente y disponer en todo caso de la ejecución de las medidas preventivas, vigilando por el cumplimiento y para la observación de la normativa vigente en materia de seguridad e higiene en el trabajo, en concordancia con las previstas en la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el trabajo aprobada por O.M. 9-3-71.
- Subscribirse con el Director Técnico el acta de replanteamiento de la obra.
- Ostentar la prefectura de todo el personal que intervienen en la obra y coordinar las intervenciones de los subcontratistas.

- Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales y elementos constructivos que se utilicen, comprobando los preparativos en la obra y rechazando, por iniciativa propia o por prescripción del Director Técnico, los materiales y/o suministros que no cuenten con las garantías o documentos de idoneidad requeridos por la normas de aplicación.
- Preparar las certificaciones parciales de la obra y la propuesta de liquidación final.
- Suscribirse con el Promotor las actas de recepción provisional y definitiva.
- Concertar el seguro de accidentes de trabajo y de daños a terceros durante la obra.
- Deberá de tener siempre en la obra un número proporcionado de obreros en la extensión de los trabajos.

3.2. Obligaciones y derechos generales del contratista

3.2.1. Verificación de los documentos del proyecto

Antes de iniciar las obras, el Contratista consignará por escrito que la documentación aportada le resulta suficiente para la comprensión de la totalidad de la obra contratada o, en caso contrario, solicitará las aclaraciones pertinentes. El Contratista se sujetará a las Leyes, Reglamentos y Ordenanzas vigentes, así como a las que se dicten durante la ejecución de la obra.

3.2.2. Plan de seguridad e higiene

El Contratista, a la vista del Proyecto de Ejecución, conteniendo el Estudio de Seguridad e Higiene, presentará el Plan de Seguridad e Higiene de la obra a la aprobación del Técnico de la Dirección Facultativa.

3.2.3. Oficina en la obra

El Contratista habilitará en la obra una oficina o zona en la que existirá una mesa o tablero adecuado, en el cual se puedan entender o consultar los planos.

A la comentada oficina habrá de tener siempre el Contratista a disposición de la Dirección Facultativa:

- El proyecto de Ejecución completo.
- La licencia de obras.
- El libro de Órdenes y Asistencias.
- El Plan de Prevenciones y Riesgos Laborales.
- El Libro de Incidencias.
- El Reglamento y Ordenanza de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- La Documentación de los Seguros.

3.2.4. Presencia del contratista

El Contratista tiene la obligación de comunicar a la Propiedad la persona designada como delegada en la obra, la cual tendrá carácter de jefe, con dedicación plena y con facultades para representarla y adoptar en todo momento las disposiciones que compiten en la contrata.

El Pliego de Condiciones particular determinará el personal facultativo o especialista que el Contratista se obliga a mantener en la obra como mínimo y el tiempo de dedicación comprometido.

El incumplimiento de esta obligación o, en general, la falta de cualificación suficiente por parte del personal según la naturaleza de los trabajos, facultará a la Dirección Facultativa a ordenar la paralización de las obras, sin derecho a ninguna reclamación, hasta que se resuelva la deficiencia.

El jefe de la obra, por sí mismo o por medio de sus técnicos encargados, estará presente durante la jornada legal de trabajo y acompañará al Técnico Facultativo, a las visitas que haga en las obras, poniéndose a su disposición para la práctica de los reconocimientos que se consideren necesarios, suministrándole datos precisos para la comprobación de medidas y liquidaciones.

3.2.5. Trabajos no estipulados expresamente

Es obligación de la contrata ejecutar tanto como sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras, aunque no estén expresamente determinadas en los documentos del Proyecto, siempre y cuando, no se separen de la correcta interpretación, o disponga el Técnico Facultativo dentro de los límites de posibilidades que los presupuestos habiliten para cada unidad de obra y del tipo de ejecución.

El Contratista, de acuerdo con la Dirección Facultativa, entregará en el acto de la recepción provisional, los planos de todas las instalaciones ejecutadas en la obra, con las modificaciones o estado definitivo en las cuales hayan quedado.

El Contratista se compromete también a entregar las autorizaciones que preceptivamente han de expendirse a las Delegaciones Provinciales de Industria, etc..., y autoridades locales, para la puesta en servicio de las referidas instalaciones. Son también para tener en cuenta del Contratista, todos los arbitrajes, licencias municipales, vallas, alumbrado, multas, etc..., que ocasionen las obras desde el inicio hasta el final.

3.2.6. Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones de los Documentos del Proyecto

Cuando se trate de aclarar, interpretar o modificar prospectos del Pliego de Condiciones o indicaciones de los planos o croquis, las órdenes e instrucciones correspondientes se comunicaran precisamente por escrito al Contratista, estando éste obligado a retornar los originales o las copias subscribiendo con su firma el conocimiento, que figurará al pie de todas las órdenes, avisos o instrucciones que reciba del Técnico Facultativo.

Cualquier reclamación que en contra de las disposiciones tomadas por éstos crea oportuno hacer el Contratista, tendrá que dirigirla, dentro del término de tres días, del que la haya dictado, el cual dará al Contratista el correspondiente recibo, si este lo solicitara.

El Contratista podrá requerir del Técnico Facultativo, las instrucciones o aclaraciones que se precisen para la correcta interpretación y ejecución de lo proyectado.

3.2.7. Reclamaciones contra las órdenes de la Dirección Facultativa

Las reclamaciones que el Contratista quiera hacer contra las órdenes o instrucciones pedidas por la Dirección Facultativa, solo podrán presentarse delante de la Propiedad, si son de orden económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en el Pliego de Condiciones correspondiente. Contra disposiciones de orden técnico del Ingeniero, no se admitirá ninguna reclamación, pudiendo el Contratista salvar su responsabilidad, si así lo cree oportuno, mediante una exposición razonada dirigida al Ingeniero, el cual podrá limitar su respuesta al acusamiento de lo recibido, que en todo caso será obligatorio para este tipo de reclamaciones.

3.2.8. Faltas de personal

Director Facultativo, en el supuesto caso de desobediencia a sus instrucciones, manifestación de incompetencia o negligencia grave que comprometan o perturben la marcha de los trabajadores podrá requerir el Contratista para que aparte de la obra al dependiente u operarios causantes de la perturbación.

El Contratista podrá subcontratar capítulos o unidades de obra a otros contratistas e industriales, con sujeción en el caso, a lo estipulado en el Pliego de Condiciones Particulares y sin perjuicio de sus obligaciones como Contratista general de la obra.

4. Condiciones económicas

4.1. Abandono de la obra

En el contrato se deberá fijar detalladamente la forma y plazos que se abonarán las obras. Las liquidaciones parciales que puedan establecerse tendrán carácter de documentos provisionales a buena cuenta, sujetos a las certificaciones que resulten de la liquidación final. No suponiendo, dichas liquidaciones, aprobación ni recepción de las obras que comprenden.

Terminadas las obras se procederá a la liquidación final que se efectuará de acuerdo con los criterios establecidos en el contrato.

4.2. Precios

El contratista presentará, al formalizarse el contrato, la relación de los precios de las unidades de obra que integran el proyecto, los cuales de ser aceptados tendrán valor contractual y se aplicarán a las posibles variaciones que pueda haber.

Estos precios unitarios, se entiende que comprenden la ejecución total de la unidad de obra, incluyendo todos los trabajos aún los complementarios y los materiales así como la parte proporcional de imposición fiscal, las cargas laborales y otros gastos repercutibles.

En caso de tener que realizarse unidades de obra no previstas en el proyecto, se fijará su precio entre el Técnico Director y el Contratista antes de iniciar la obra y se presentará a la propiedad para su aceptación o no.

4.3. Revisión de precios

En el contrato se establecerá si el contratista tiene derecho a revisión de precios y la fórmula a aplicar para calcularla. En defecto de esta última, se aplicará a juicio del Técnico Director alguno de los criterios oficiales aceptados.

4.4. Penalizaciones

Por retraso en los plazos de entrega de las obras, se podrán establecer tablas de penalización cuyas cuantías y demoras se fijarán en el contrato.

4.5. Contrato

El contrato se formalizará mediante documento privado, que podrá elevarse a escritura pública a petición de cualquiera de las partes. Comprenderá la adquisición de todos los materiales, transporte, mano de obra, medios auxiliares para la ejecución de la obra proyectada en el plazo estipulado, así como la reconstrucción de las unidades defectuosas, la realización de las obras complementarias y las derivadas de las modificaciones que se introduzcan durante la ejecución, éstas últimas en los términos previstos.

La totalidad de los documentos que componen el Proyecto Técnico de la obra serán incorporados al contrato y tanto el contratista como la Propiedad deberán firmarlos en testimonio de que los conocen y aceptan.

4.6. Responsabilidades

El Contratista es el responsable de la ejecución de las obras en las condiciones establecidas en el proyecto y en el contrato. Como consecuencia de ello vendrá obligado a la desinstalación de lo mal ejecutado y a su reinstalación correcta sin que sirva de excusa el que el Técnico Director haya examinado y reconocido las obras.

El contratista es el único responsable de todas las contravenciones que él o su personal cometan durante la ejecución de las obras u operaciones relacionadas con las mismas.

También es responsable de los accidentes o daños que por errores, inexperiencia o empleo de métodos inadecuados se produzcan a la propiedad, a los vecinos o terceros en general.

El Contratista es el único responsable del incumplimiento de las disposiciones vigentes en la materia laboral respecto de su personal y por tanto los accidentes que puedan sobrevenir y de los derechos que puedan derivarse de ellos.

4.7. Rescisión del contrato

Se consideraran causas suficientes para la rescisión del contrato las siguientes:

- Muerte o incapacitación del Contratista.
- La quiebra del Contratista.
- Modificación del proyecto cuando produzca alteración en más o menos 25% del valor contratado.
- Modificación de las unidades de obra en número superior al 40% del original.
- La no iniciación de las obras en el plazo estipulado cuando sea por causas ajenas a la Propiedad.
- La suspensión de las obras ya iniciadas siempre que el plazo de suspensión sea mayor de seis meses.
- Incumplimiento de las condiciones del Contrato cuando implique mala fe.
- Terminación del plazo de ejecución de la obra sin haberse llegado a completar ésta.
- Actuación de mala fe en la ejecución de los trabajos.
- Destajar o subcontratar la totalidad o parte de la obra a terceros sin la autorización del Técnico Director y la Propiedad.

4.8. Liquidaciones en caso de rescisión del contrato

Siempre que se rescinda el Contrato por causas anteriores o bien por acuerdo de ambas partes, se abonará al Contratista las unidades de obra ejecutadas y los materiales acopiados a pie de obra y que reúnan las condiciones y sean necesarios para la misma.

Cuando se rescinda el contrato llevará implícito la retención de la fianza para obtener los posibles gastos de conservación del período de garantía y los derivados del mantenimiento hasta la fecha de nueva adjudicación.

5. Condiciones Técnicas

5.1. Objeto

El Objeto de este Pliego de Condiciones Técnicas es fijar las condiciones técnicas mínimas y valorar la calidad final de la instalación en cuanto a su rendimiento, producción e integración que deben cumplir las instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a red.

El ámbito de aplicación de este Pliego de Condiciones Técnicas se extiende a todos los sistemas mecánicos, eléctricos y electrónicos que forman parte de las instalaciones.

En determinados supuestos, para los proyectos se podrán adoptar, por la propia naturaleza de los mismos o del desarrollo tecnológico, soluciones diferentes a las exigidas en este Pliego de Condiciones Técnicas, siempre que quede suficientemente justificada su necesidad y que no impliquen una disminución de las exigencias mínimas de calidad especificadas en el mismo.

5.2. Condiciones generales

5.2.1. Calidad de los materiales

Todos los materiales que utilizaremos en dicha obra habrán de ser de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas en las condiciones generales de rango técnico previstas en el Pliego de Condiciones u otras disposiciones vigentes referentes a materiales prototipos.

5.2.2. Materiales que no constan en el proyecto

Los materiales que no se hacen constar en el proyecto, pueden dar lugar a precios contradictorios, si por lo tanto ocurre así realmente, éstos reunirán las condiciones de bondad necesarias, a juicio de la Dirección Facultativa, no teniendo derecho a reclamación por parte del Contratista, en caso de existir estas condiciones.

5.3. Disposiciones Vigentes

Todas las instalaciones que se ejecutan en el desarrollo del presente Proyecto, cumplirán en primer lugar los siguientes reglamentos:

- Real Decreto 842/2002, de 2 de Agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (BOE nº 224 de 18/09/2002).
- Real Decreto 314/2006, de 17 de Marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación y las exigencias básicas desarrolladas en su Documento Básico DB – HE de Ahorro Energético (BOE nº 74 de 28/03/2006). Así como las correcciones posteriores del mismo.
- Orden de 26 de Marzo de 2007, por el que se aprueban las Especificaciones Técnicas de las Instalaciones Fотовoltaicas Andaluzas (BOJA nº 80 de 24/04/2007). Así como la Corrección de Errores e Instrucciones Técnicas Complementarias y Anexos I y II (BOJA nº 98 de 18/05/2007).
- Real Decreto 1699/2011, de 18 de Noviembre (BOE nº 295 de 08/12/2011), por el que se regula la Conexión a Red de Instalaciones de Producción de Energía Eléctrica de Pequeña Potencia. Así como la Corrección de Errores del R.D. 1699/2011 de 11 de Febrero (BOE nº 36 de 11/02/2012).

5.4. Generalidades

Como principio general se ha de asegurar, como mínimo, un grado de aislamiento eléctrico de tipo básico clase I en lo que afecta tanto a equipos (módulos e inversores), como a materiales (conductores, cajas y armarios de conexión), exceptuando el cableado de continua, que será de doble aislamiento.

La instalación incorporará todos los elementos y características necesarios para garantizar en todo momento la calidad del suministro eléctrico.

El funcionamiento de las instalaciones fotovoltaicas no deberá provocar en la red averías, disminuciones de las condiciones de seguridad ni alteraciones superiores a las admitidas por la normativa que resulte aplicable.

Asimismo, el funcionamiento de estas instalaciones no podrá dar origen a condiciones peligrosas de trabajo para el personal de mantenimiento y explotación de la red de distribución.

Las marcas comerciales nombradas en la memoria, son recomendaciones a título orientativo. La elección de las mismas queda como responsabilidad del instalador, en función de la disponibilidad, existencia en el momento de la ejecución o preferencia de trabajo del instalador, siempre y cuando cumplan con los requisitos exigidos.

Los materiales seleccionados cumplirán con todas las características de diseño y la normativa aplicable. En el caso de que no fuese posible elegir un componente que cumpla con los requisitos de este proyecto, será necesario el visto bueno del proyectista o de un técnico cualificado que evalúe su idoneidad y efecto en el resto de componentes.

La aceptación final de los materiales y componentes se realizará con la firma del propietario del presupuesto presentado por el contratista.

Los materiales situados en intemperie se protegerán contra los agentes ambientales, en particular contra el efecto de la radiación solar y la humedad. Se incluirán todos los elementos necesarios de seguridad y protecciones propias de las personas y de la instalación fotovoltaica, asegurando la protección frente a contactos directos e indirectos, cortocircuitos, sobrecargas, así como otros elementos y protecciones que resulten de la aplicación de la legislación vigente.

En la Memoria de Diseño o Proyecto se resaltarán los cambios que hubieran podido producirse respecto a la Memoria de Solicitud, y el motivo de los mismos. Además, se incluirán las fotocopias de las especificaciones técnicas proporcionadas por el fabricante de todos los componentes.

Por motivos de seguridad y operación de los equipos, los indicadores, etiquetas, etc... de los mismos estarán en alguna de las lenguas españolas oficiales del lugar de la instalación.

5.5. Módulos Fotovoltaicos

Todos los módulos cumplirán con las especificaciones UNE-EN-61.215 para módulos de silicio cristalino, así como estar cualificados por algún laboratorio

reconocido, que lo acreditará mediante la presentación del certificado oficial correspondiente.

El módulo fotovoltaico lleva de manera claramente visible el modelo y nombre o logotipo del fabricante, así como una identificación individual o número de serie trazable en la fecha de fabricación.

Los módulos habrán de llevar diodos de derivación para evitar averías de las células y sus circuitos por sombreado parcial, con grado de protección IP61.

Los marcos laterales, serán de aluminio o acero inoxidable.

Todos los módulos que integren la instalación serán del mismo modelo, y con las mismas características de las células, incluidas las características físicas (color, dimensiones, etc...). Para que un módulo resulte aceptable, su potencia máxima y corriente de cortocircuito reales referidas a condiciones estándar deberán estar comprendidas en el margen del $\pm 5\%$ de los correspondientes valores nominales de catálogo.

Será rechazado cualquier módulo que represente defectos de fabricación con roturas o manchas en cualquier de sus elementos así como la falta de alineación en las células o burbujas en el encapsulante.

Se valorará positivamente una alta eficiencia de las células. La estructura del generador se conectará a tierra.

Por motivos de seguridad y para facilitar el mantenimiento o reparación del generador, se instalarán los elementos necesarios (fusibles, interruptores, etc...) para la desconexión de manera independiente y en ambos terminales, cualquiera que sea la rama.

En nuestro caso el modelo escogido será el del fabricante KRANNICH SOLAR, modelo REC 250 PE, que cumple lo anteriormente descrito, es un módulo de 250 Wp , con unas dimensiones de 1.665 x 991 x 38 mm, y un peso de 18 kg.

5.6. Estructura Soporte

La estructura soporte deberá cumplir las especificaciones de este apartado. En caso contrario se deberá incluir en la Memoria de Solicitud y de Diseño o Proyecto un apartado justificativo de los puntos objeto de incumplimiento y su aceptación deberá contar con la aprobación expresa del IDAE. En todos los casos se dará cumplimiento a lo obligado por el CTE y demás normas aplicables.

La estructura soporte de módulos ha de resistir, con los módulos instalados, las sobrecargas de viento y nieve, de acuerdo con lo indicado en el vigente CTE.

El diseño y la construcción de la estructura y el sistema de fijación de módulos, permitirá las necesarias dilataciones térmicas, sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los módulos, siguiendo las indicaciones del fabricante.

Los puntos de sujeción para el módulo fotovoltaico serán suficientes en número, teniendo en cuenta el área de apoyo y posición relativa, de forma que no se produzcan flexiones en los módulos superiores a las permitidas por el fabricante y los métodos homologados para el modelo de módulo.

El diseño de la estructura se realizará para la orientación y el ángulo de inclinación especificado para el generador fotovoltaico, teniendo en cuenta la facilidad de montaje y desmontaje, y la posible necesidad de sustituciones de elementos.

La estructura se protegerá superficialmente contra la acción de los agentes ambientales. La realización de taladros en la estructura se llevará a cabo antes de proceder, en su caso, al galvanizado o protección de la estructura.

La tornillería será realizada en acero inoxidable. En el caso de ser la estructura galvanizada se admitirán tornillos galvanizados, exceptuando la sujeción de los módulos a la misma, que serán de acero inoxidable.

Los topes de sujeción de módulos y la propia estructura no arrojarán sombra sobre los módulos.

Se dispondrán las estructuras soporte necesarias para montar los módulos, cumpliendo lo especificado en el punto sobre sombras. Se incluirán todos los accesorios y bancadas y/o anclajes.

La estructura soporte será calculada para soportar cargas extremas debidas a factores climatológicos adversos, tales como viento, nieve, etc... Si está construida con perfiles de acero laminado conformado en frío, garantizará todas sus características mecánicas y de composición química. Si es del tipo galvanizada en caliente, cumplirá las normas UNE 37.501 y UNE 37.508, con un espesor mínimo de 80 micras para eliminar las necesidades de mantenimiento y prolongar su vida útil.

5.7. Inversor

Será del tipo adecuado para la conexión a la red eléctrica, con una potencia de entrada variable para que sea capaz de extraer en todo momento la máxima potencia que el generador fotovoltaico puede proporcionar a lo largo de cada día.

Las características básicas del inversor serán las siguientes:

- Principio de funcionamiento: fuente de corriente.
- Autoconmutado.
- Seguimiento automático del punto de máxima potencia del generador.
- No funcionará en isla o modo aislado.

El inversor cumplirá con las directivas comunitarias de Seguridad Eléctrica y Compatibilidad Electromagnética (ambas serán certificadas por el fabricante), incorporando protecciones frente a:

- Cortocircuitos en alterna.
- Tensión de red fuera de rango.

- Frecuencia de red fuera de rango.
- Sobretensiones, mediante varistores o similares.
- Perturbaciones presentes en la red como microcortes, pulsos, defectos de ciclos, ausencia y retorno de la red, etc...

El inversor dispondrá de las señalizaciones necesarias para su correcta operación, e incorporará los controles automáticos imprescindibles que aseguren su adecuada supervisión y manejo. Incorporará, al menos, los controles manuales siguientes:

- Encendido y apagado general del inversor.
- Conexión y desconexión del inversor a la interfaz CA. Podrá ser externo al inversor.

Las características eléctricas del inversor serán las siguientes:

- El inversor seguirá entregando potencia a la red de forma continuada en condiciones de irradiancia solar un 8 % superiores a las STC. Además soportará picos de magnitud un 30 % superior a las STC durante períodos de hasta 10 segundos.
- Los valores de eficiencia al 25 % y 100 % de la potencia de salida nominal deberán ser superiores al 85 % y 88 % respectivamente (valores medidos incluyendo el transformador de salida, si lo hubiere) para inversores de potencia inferior a 5 kW, y del 90 % al 92 % para inversores mayores de 5 kW.
- El autoconsumo del inversor en modo nocturno ha de ser inferior al 0,5 % de su potencia nominal.
- El factor de potencia de la potencia generada deberá ser superior a 0,95, entre el 25 % y el 100 % de la potencia nominal.
- A partir de potencias mayores del 10 % de su potencia nominal, el inversor deberá inyectar en red.
- Tendrá un grado de protección mínima IP20 para inversores en el interior de edificios y lugares inaccesibles, IP30 para inversores en el interior de edificios y lugares accesibles, y de IP65 para inversores instalados a la intemperie. En cualquier caso, se cumplirá la legislación vigente.
- Los inversores estarán garantizados para operación en las siguientes condiciones ambientales: entre -10 °C y 50 °C de temperatura y entre 0 % y 100 % de humedad relativa.

El inversor deberá estar etiquetado con, al menos, la siguiente información:

- Potencia nominal (VA)
- Tensión nominal de entrada (V)
- Tensión (V) y frecuencia (Hz) nominales de salida
- Fabricante (nombre o logotipo) y número de serie
- Polaridad y terminales

5.8. Canalizaciones

Se dispondrán bandejas tipo rejilla sin tapa del modelo REJIBAND del fabricante AEMSA o similares. Dichas rejillas cumplirán los requisitos exigidos por la norma europea UNE-EN-61.537 “Sistemas de bandejas y bandejas de escalera para la conducción de cables” y contarán con el marcado CE.

Las bandejas Rejiband se tratan de bandejas metálicas de varillas electrosoldadas con borde de seguridad, para evitar el dañado del cableado y del instalador. Con este tipo de bandejas se ofrece la máxima ventilación y limpieza del cableado, proporcionando gran resistencia al sistema de canalización.

Con objeto de que nuestro sistema de canalizaciones cumpla la norma UNE-EN-61.537 con respecto a la resistencia a la corrosión, deberemos utilizar bandejas Rejiband de tipo “Galvanizado en Caliente (G.C.)”, ya que este tipo de acabado es el apto para instalación al exterior con condiciones agresivas o húmedas.

La bandeja Rejiband posee una buena continuidad eléctrica entre tramos de bandeja, no obstante y como medida de seguridad, cada tramo de bandeja se dispondrá a tierra de forma independiente.

En todo momento se deberá respetar la capacidad de carga de cada tramo acorde a lo indicado por el fabricante y conforme a la norma UNE-EN-61.537, así como las recomendaciones del mismo en cuanto a soportes, curvas y accesorios a utilizar.

5.9. Cableado

Los positivos y negativos de cada grupo de módulos se conducirán separados y protegidos de acuerdo a la normativa vigente.

Los conductores serán de cobre y tendrán la sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos. Concretamente, para cualquier condición de trabajo, los conductores de la parte CC deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior del 1,5 % y los de la parte CA para que la caída de tensión sea inferior del 1,5 %, teniendo en ambos casos como referencia las tensiones correspondientes a cajas de conexiones.

Se incluirá toda la longitud de cable CC y CA. Deberá tener la longitud necesaria para no generar esfuerzos en los diversos elementos ni posibilidad de enganche por el tránsito normal de personas.

Todo el cableado de continua será de doble aislamiento y adecuado para su uso en intemperie, al aire o enterrado, de acuerdo con la norma UNE 21.123.

Los cables utilizados para la interconexión de los módulos FV en cada una de los paneles estarán protegidos contra la degradación por efecto de la intemperie: radiación solar, UV, y condiciones ambientales de elevada temperatura ambiente.

Los cableados estarán adecuadamente etiquetados, identificados, de acuerdo con los esquemas eléctricos.

5.9.1. Designación de los de los cables de energía de baja tensión. Cables eléctricos de tensión asignada hasta 450/750 V

Los cables eléctricos aislados de tensión asignada hasta 450/750 V se designan según las especificaciones de la norma UNE 20.434 "Sistemas de designación de los cables".

Esta norma corresponde a un sistema armonizado (Documento de armonización HD 361 de CENELEC) y por lo tanto estas especificaciones son de aplicación en todos los países de la Unión Europea.

El sistema utilizado es una secuencia de símbolos en el que cada uno de ellos, según su posición, tiene un significado previamente establecido en la norma.

Los cables de uso general en España cumplen las siguientes normas UNE:

- UNE 21.031: Cables de tensión asignada inferior o igual a 450/750 V, con aislamiento termoplástico.
- UNE 21.027: Cables de tensión asignada inferior o igual a 450/750 V, con aislamiento reticulado. - UNE 21.153: Cables flexibles planos con cubierta de policloruro de vinilo.
- UNE 211.002: Cables de tensión asignada hasta 450/750 V con aislamiento de compuesto termoplástico de baja emisión de humos y gases corrosivos. Cables unipolares sin cubierta para instalaciones fijas.
- UNE-EN 50.214: Cables flexibles para ascensores y montacargas.

5.9.2. Designación de los cables de energía de baja tensión .Cables eléctricos de tensión asignada 0,6/1 kV

Los cables eléctricos aislados de tensión asignada 0,6/1 kV no están armonizados, por lo que tienen un sistema de designación basado en la norma UNE 20.434 (Documento de armonización HD 361 de CENELEC).

Para estos cables no existe una norma general de designación, sino que el sistema utilizado es una secuencia de símbolos en el que cada uno de ellos, según su posición, tiene un significado previamente establecido en la propia norma particular.

Existen algunas discrepancias y contradicciones entre ambos sistemas de designación, ya que el mismo símbolo puede tener significados distintos según se trate de un cable 450/750 V o un cable 0,6/1 kV

5.9.3. Colores de los cableados

Los conductores de la instalación deben ser fácilmente identificables, especialmente por lo que respecta al conductor neutro y al conductor de protección. Esta identificación se realizará por los colores que presenten sus aislamientos. Cuando exista conductor neutro en la instalación o se prevea para un conductor de fase su pase posterior a conductor neutro, se identificarán éstos por el color azul claro. Al conductor de protección se le identificará por el color verde-amarillo. Todos los conductores de fase, o en su caso, aquellos para los que no se prevea su pase posterior a neutro, se identificarán por los colores marrón o negro.

Cuando se considere necesario identificar tres fases diferentes, se utilizará también el color gris.

En los circuitos trifásicos, cada fase deberá identificarse con un color diferente, utilizando los colores negro, marrón y gris. El reglamento establece también que en circuitos monofásicos la fase estará identificada por el color negro o marrón, independientemente de que estos circuitos se alimenten de fases distintas.

No obstante, cuando para facilitar la identificación, la instalación o el mantenimiento, se considere necesario distinguir entre diferentes circuitos de una instalación interior monofásica, se podrán utilizar el color negro, marrón o gris en los conductores de fase de los diferentes circuitos, siempre que en el proyecto se especifiquen los colores seleccionados para cada circuito.

Los cables unipolares de tensión 0,6/1 kV con aislamiento y cubierta no tienen aplicadas diferentes coloraciones, en este caso el instalador debe identificar los conductores mediante medios apropiados, como puede ser una etiqueta o argolla.

5.10. Conexión a Red

Se cumplirá con lo dispuesto en el Real Decreto 1699/2011 sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas conectadas a red de baja tensión, concretamente el capítulo III del mismo.

5.11. Protecciones

Se cumplirá con lo dispuesto en el Real Decreto 1699/2011 sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas conectadas a red de baja tensión, concretamente el capítulo III del mismo, artículo

5.12. Medida de la Energía

Se cumplirá con lo dispuesto en el Real Decreto 1699/2011 sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas conectadas a red de baja tensión, concretamente el capítulo IV del mismo, artículo 18.

La medida consumos se realizará con equipos propios e independientes, que servirán de base para su facturación. Los contadores se deberán señalar de forma indeleble.

Todos los elementos integrantes del equipo de medida, tanto los de entrada como los de salida de energía, serán precintados por la empresa distribuidora. El instalador autorizado sólo podrá abrir los precintos con el consentimiento escrito de la empresa distribuidora. No obstante, en caso de peligro pueden retirarse los precintos sin consentimiento de la empresa eléctrica; siendo en este caso obligatorio informar a la empresa distribuidora con carácter inmediato.

Además de las prescripciones anteriores, los equipos de medida deberán cumplir con todas las especificaciones de la compañía distribuidora.

5.13. Puesta a tierra

Se cumplirá con lo dispuesto en el Real Decreto 1699/2011 sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas conectadas a red de baja tensión, concretamente el capítulo III del mismo, artículo 15.

5.14. Armónicos y compatibilidad electromagnética

Se cumplirá con lo dispuesto en el Real Decreto 1699/2011 sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas conectadas a red de baja tensión, concretamente el capítulo III del mismo, artículo 16.

5.15. Ejecución de las obras

5.15.1. Replanteo de la obra

Antes de comenzar las obras, se realizará el replanteo de las mismas, con especial interés en los puntos singulares, detallando la situación de los puntos de anclaje de la estructura de soporte en la cubierta, distribución de los módulos, canalizaciones, cajas de conexiones, etc..., de manera que se fije completamente la ubicación de todas las instalaciones antes de comenzar las obras.

5.15.2. Ejecución del trabajo

Durante el transcurso de las obras se realizará, entre otras cosas, las siguientes comprobaciones:

- Comprobación de los distintos equipos, tales como módulos, inversor, equipos auxiliares y conductores.
- Comprobación de la calidad y alineamiento de los soportes y estructuras, pernos de anclaje, tuercas y arandelas, etc...
- Verificación de la alineación, orientación, altura y nivelación de los equipos, teniendo en cuenta el entorno en el que se ubican.
- Comprobación de la instalación y estética general.

Corresponde al contratista la responsabilidad en la ejecución de los trabajos que deberá realizarse conforme a criterios de calidad reconocidos.

5.15.3. Estructura soporte de los módulos fotovoltaicos

Es responsabilidad del instalador la fijación de las estructuras soporte de sujeción de los módulos fotovoltaicos a la cubierta del centro comercial, su cálculo e instalación.

5.15.4. Conexiones

Todas las conexiones de los conductores entre sí y con los aparatos y dispositivos se efectuarán mediante conectores con la protección IP adecuada al ambiente en el que se encuentren.

El instalador entregará al usuario un documento-albarán en el que conste el suministro de componentes, materiales y manuales de uso y mantenimiento de la instalación. Este documento será firmado por duplicado.

Los conductores desnudos, preparados para efectuar una conexión estarán limpios, carentes de toda materia que impida un buen contacto, y sin daños sobre el conductor a la hora de quitar el revestimiento del cable. En ningún caso será admitido un empalme por simple retorcimiento empleándose para ello fichas, petacas y demás dispositivos existentes en el mercado.

5.16. Protección del medio ambiente

En el proceso de instalación de los equipos se observarán, además de todas las normas ambientales aplicables, las medidas necesarias para la correcta gestión de los residuos generados, que serán por cuenta en su totalidad del contratista, debiendo declarar por escrito al Ayuntamiento todos los residuos peligrosos generados al finalizar los trabajos.

Se observarán todas las medidas preventivas necesarias para respetar el medio ambiente circundante al ámbito de actuación (flora, fauna, aguas, suelos, calidad del aire, etc...). En caso de observarse daños en fauna, flora, contaminación de suelo, aire o agua, o derroche de agua, será obligatorio restaurar el medio ambiente afectado, independientemente del expediente sancionador correspondiente al que hubiera lugar.

5.17. Recepción y pruebas

El instalador entregará al usuario un documento-albarán en el que conste el suministro de componentes, materiales y manuales de uso y mantenimiento de la instalación. Este documento será firmado por duplicado por ambas partes, conservando cada una un ejemplar.

Los manuales entregados al usuario estarán en alguna de las lenguas oficiales españolas para facilitar su correcta interpretación.

Antes de la puesta en servicio de todos los elementos principales (módulos, inversores, contadores) éstos deberán haber superado las pruebas de funcionamiento en fábrica, de las que se levantará oportuna acta que se adjuntará con los certificados de calidad.

Las pruebas a realizar por el instalador, con independencia de lo indicado con anterioridad en este Pliego de Condiciones, serán como mínimo las siguientes:

- Funcionamiento y puesta en marcha de todos los sistemas.
- Pruebas de arranque y parada en distintos instantes de funcionamiento.
- Pruebas de los elementos y medidas de protección, seguridad y alarma, así como su actuación, con excepción de las pruebas referidas al interruptor automático de la desconexión.
- Determinación de la potencia instalada.

Concluidas las pruebas y la puesta en marcha se pasará a la fase de la Recepción Provisional de la Instalación. No obstante, el Acta de Recepción Provisional no se firmará hasta haber comprobado que todos los sistemas y elementos que forman parte del suministro han funcionado correctamente durante un mínimo de 240 horas seguidas, sin interrupciones o paradas causadas por fallos o errores del sistema suministrado, y además se hayan cumplido los siguientes requisitos:

- Entrega de toda la documentación requerida.
- Retirada de obra de todo el material sobrante.
- Limpieza de las zonas ocupadas, con transporte de todos los desechos a vertedero.

Durante este período el suministrador será el único responsable de la operación de los sistemas suministrados, si bien deberá adiestrar al personal de operación.

5.18. Mantenimiento

5.18.1. Requerimientos técnicos del contrato de mantenimiento

Se realizará un contrato de mantenimiento (preventivo y correctivo), al menos, de tres años realizado por personal técnico cualificado bajo la responsabilidad de la empresa instaladora.

El contrato de mantenimiento de la instalación incluirá todos los elementos de la misma, con las labores de mantenimiento preventivo aconsejados por los diferentes fabricantes. Las operaciones de mantenimiento realizadas se registrarán en un libro de mantenimiento.

El mantenimiento implicará, como mínimo, las revisiones indicadas en el documento Anexo V del presente proyecto.

El Plan de mantenimiento preventivo debe incluir como mínimo los siguientes aspectos:

- Verificación del funcionamiento de todos los componentes y equipos.
- Revisión del cableado, conexiones, pletinas, terminales, etc...
- Comprobación del estado de los módulos: situación respecto al proyecto original, limpieza y presencia de daños que afecten a la seguridad y protecciones.
- Estructura soporte: revisión de daños en la estructura, deterioro por agentes ambientales, oxidación, etc...
- Inversores: estado de indicadores y alarmas.
- Caídas de tensión en el cableado de continua.

- Verificación de los elementos de seguridad y protecciones: tomas de tierra, actuación de interruptores de seguridad, fusibles, etc...

El Plan de mantenimiento correctivo debe incluir todas las operaciones de sustitución necesarias para asegurar que el sistema funciona correctamente durante su vida útil, incluyendo:

- La visita a la instalación cada vez que el usuario lo requiera por avería grave en la instalación, en un plazo máximo de 24 horas si la instalación no funciona, o de una semana si el fallo no afecta al funcionamiento.
- El análisis y la presupuestación 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. Podrán no estar incluidas ni la mano de obra, ni las reposiciones de equipos necesarias más allá del período de garantía.

5.18.2. Mantenimiento a realizar por el propietario

Sin menoscabo de lo que indique el instalador autorizado, sería conveniente que como mínimo, el propietario realizase las siguientes de mantenimiento preventivo:

- Supervisión general: Comprobación general de que todo está funcionando correctamente. Para ello basta observar los indicadores de los inversores, con lo que se comprueba que el inversor recibe energía del campo solar y genera corriente alterna.
- Limpieza: Eliminación de hierbas, ramas, objetos o suciedad que proyecten sombras sobre las células fotovoltaicas.
- Verificación visual del campo fotovoltaico: Comprobación de eventuales problemas en las fijaciones de la estructura sobre el edificio, aflojamiento de tornillos, aparición de zonas de oxidación, etc...
- Verificación de las medidas: La verificación periódica de las cifras de electricidad generada nos permitirá detectar bajadas imprevistas de producción, que serían síntoma de un mal funcionamiento. La producción queda registrada en el contador de venta de electricidad que mensualmente hay que anotar para la emisión de la correspondiente factura. El balance mensual, aunque varía a lo largo del año, se mantiene en torno a un máximo y un mínimo que se debe conocer, por lo que se podrá detectar rápidamente una bajada no habitual de producción, lo cual podría indicar que se está produciendo un mal funcionamiento.

5.19. Garantías

5.19.1. Plazos

Todos los elementos suministrados, así como la instalación en su conjunto, estarán protegidos frente a defectos de fabricación, instalación o elección de componentes por una garantía de 3 años como mínimo, salvo para los módulos fotovoltaicos, para los que la garantía será de 10 años como mínimo, contados a partir de la fecha de la firma del Acta de Recepción Provisional. No obstante, vencida la garantía, el instalador quedará obligado a la reparación de los fallos de funcionamiento

que se puedan producir si se apreciase que su origen procede de defectos ocultos de diseño, construcción, materiales o montaje, comprometiéndose a subsanarlos sin cargo alguno. En cualquier caso, deberá atenderse a lo establecido en la legislación vigente en cuanto a vicios ocultos.

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 cualquiera de los componentes, siempre que haya sido manipulada correctamente de acuerdo con lo establecido en el manual de instrucciones.

La garantía se concederá a favor del comprador de la instalación, lo que deberá justificarse debidamente mediante el correspondiente certificado de garantía, con la fecha que se acredite en la entrega de la instalación.

Si hubiera de interrumpirse la explotación del suministro debido a razones de las que es responsable el suministrador, o a reparaciones que el suministrador haya de realizar para cumplir las estipulaciones de la garantía, el plazo se prolongará por la duración total de dichas interrupciones.

5.19.2. Condiciones económicas

La garantía comprende la reparación o reposición, en su caso, de los componentes y las piezas que pudieran resultar defectuosas, así como la mano de obra empleada en la reparación o reposición durante el plazo de vigencia de la garantía.

Quedan expresamente 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. Asimismo, se deben incluir la mano de obra y materiales necesarios para efectuar los ajustes y eventuales reglajes del funcionamiento de la instalación.

Si en un plazo razonable el suministrador incumple las obligaciones derivadas de la garantía, el comprador de la instalación podrá, previa notificación escrita, fijar una fecha final para que dicho suministrador cumpla con sus obligaciones. Si el suministrador no cumple con sus obligaciones en dicho plazo último, el comprador de la instalación podrá, por cuenta y riesgo del suministrador, realizar por sí mismo las oportunas reparaciones, o contratar para ello a un tercero, sin perjuicio de la reclamación por daños y perjuicios en que hubiere incurrido el suministrador.

5.19.3. Anulación de la garantía

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

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.

5.19.4. Lugar y tiempo de la prestación

El suministrador deberá atender cualquier incidencia en el plazo máximo de 24 horas y la resolución de la avería se realizará en un tiempo máximo de 48 horas, salvo causas de fuerza mayor y debidamente justificadas.

Las averías de las instalaciones serán reparadas 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 a 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 10 días naturales.

Jaén, Septiembre de 2015



Juan Manuel Rodríguez Torres

El alumno



Universidad de Jaén
Escuela Politécnica Superior de Jaén

Documento 6

Estado de mediciones

Índice

Índice	2
CAPÍTULO 0001 GENERADOR FOTOVOLTAICO	3
CAPÍTULO 0002 INVERSORES	3
CAPÍTULO 0003 CUADROS ELÉCTRICOS	3
CAPÍTULO 0004 CABLEADO Y CANALIZACIONES	4
CAPÍTULO 0005 VERIFICACIÓN Y PUESTA EN MARCHA	5

CAPÍTULO 0001 GENERADOR FOTOVOLTAICO

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
P15LFC130A	u Panel solar monocristalino Krannich Solar 250 W						
	Módulos instalados	416				416,00	
	Módulos de reparación	1				1,00	
							417,00

CAPÍTULO 0002 INVERSORES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
P15LFI190A	u Inversor trifásico 12.5 kW						
	Subgenerador A	1				1,00	
	Subgenerador B	1				1,00	
	Subgenerador C	1				1,00	
	Subgenerador D	1				1,00	
	Subgenerador E	1				1,00	
	Subgenerador F	1				1,00	
	Subgenerador G	1				1,00	
	Subgenerador H	1				1,00	

8,00

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
P15LFI150A	u Inversor trifásico 10 kW						
	Subgenerador I	1				1,00	

1,00

CAPÍTULO 0003 CUADROS ELÉCTRICOS

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
C01	u Cuadro conexión ramas						
	Subgenerador A	1				1,00	
	Subgenerador B	1				1,00	
	Subgenerador C	1				1,00	
	Subgenerador D	1				1,00	
	Subgenerador E	1				1,00	
	Subgenerador F	1				1,00	
	Subgenerador G	1				1,00	
	Subgenerador H	1				1,00	
	Subgenerador I	1				1,00	

9,00

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
C02	u Cuadro entrada inversor						
	Subgenerador A	1				1,00	
	Subgenerador B	1				1,00	
	Subgenerador C	1				1,00	
	Subgenerador D	1				1,00	
	Subgenerador E	1				1,00	
	Subgenerador F	1				1,00	
	Subgenerador G	1				1,00	
	Subgenerador H	1				1,00	
	Subgenerador I	1				1,00	

9,00

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
C03	u Cuadro conexiones salida						
	Cuadro de salida del inversor	1				1,00	

1,00

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
C04	u Aparamenta CT						
	Centro de transformación	1				1,00	

1,00

CAPÍTULO 0004 CABLEADO Y CANALIZACIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
CC01	ml Conductor unión módulos con bajada vertical						
	Longitud subgenerador A	54				54,00	
	Longitud subgenerador B	54,3				54,30	
	Longitud subgenerador C	65,2				65,20	
	Longitud subgenerador D	30,3				30,30	
	Longitud subgenerador E	25				25,00	
	Longitud subgenerador F	32,2				32,20	
	Longitud subgenerador G	48,9				48,90	
	Longitud subgenerador H	58,9				58,90	
	Longitud subgenerador I	69,6				69,60	

438,40

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
CC02	ml Conductor unión de bajada vertical con cuadro inversor						
	Longitud subgenerador A	5				5,00	
	Longitud subgenerador B	5				5,00	
	Longitud subgenerador C	5				5,00	
	Longitud subgenerador D	5				5,00	
	Longitud subgenerador E	5				5,00	
	Longitud subgenerador F	5				5,00	
	Longitud subgenerador G	5				5,00	
	Longitud subgenerador H	5				5,00	
	Longitud subgenerador I	5				5,00	

45,00

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
CC03	ml Conductor unión cuadro inversor con inversor						
	Longitud subgenerador A	5				5,00	
	Longitud subgenerador B	5				5,00	
	Longitud subgenerador C	5				5,00	
	Longitud subgenerador D	5				5,00	
	Longitud subgenerador E	5				5,00	
	Longitud subgenerador F	5				5,00	
	Longitud subgenerador G	5				5,00	
	Longitud subgenerador H	5				5,00	
	Longitud subgenerador I	5				5,00	

45,00

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
CC04	ml Conductor unión salida inversor con cuadro general de AC						
	Longitud subgenerador A	1				1,00	
	Longitud subgenerador B	1				1,00	
	Longitud subgenerador C	1				1,00	
	Longitud subgenerador D	1				1,00	
	Longitud subgenerador E	1				1,00	
	Longitud subgenerador F	1				1,00	
	Longitud subgenerador G	1				1,00	
	Longitud subgenerador H	1				1,00	
	Longitud subgenerador I	1				1,00	

9,00

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
CC05	ml Conductor unión cuadro general AC con centro de transformación						
	Conducción	40				40,00	

40,00

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
E17BD020	u TOMA DE TIERRA INDEPENDIENTE CON PICA						

2,00

CAPÍTULO 0005 VERIFICACIÓN Y PUESTA EN MARCHA

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
V01	u Verificación instalación						

1,00

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
V02	u Puesta en marcha						

1,00

Jaén, Septiembre de 2015

Juan Manuel Rodríguez Torres



El alumno



Universidad de Jaén
Escuela Politécnica Superior de Jaén

Documento 7

Presupuesto

Índice

Índice	2
1. Precios simples	3
2. Cuadros de precios	4
3. Presupuesto ejecución material.....	9
4. Resumen del presupuesto.....	16

1. Precios simples

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	IMPORTE
1085211NGP	90,000 m	GENERAL CABLE EXZHELLENT® SOLAR RZ1FA3Z-K (AS) 0,6/1kV 2x16mm²	12,00	1.080,00
1614110GC	966,800 m	GENERAL CABLE EXZHELLENT SOLAR ZZ-F (AS) 0,6/1kV 1x10mm²	7,75	7.492,70
1992409VDP	9,000 m	GENERAL CABLE EXZHELLENT XXI RZ1-K Cu (AS) 0,6/1kV 4G6mm²	8,00	72,00
1999414NGP	40,000 m	GENERAL CABLE ENERGY RV-K FOC 0,6/1kV 4x120mm²	8,89	355,60
M02GE240	6,672 h	Trailer grúa 75	138,49	924,01
M05RN020	4,000 h	Retrocargadora neumáticos 75 CV	32,96	131,84
M05RN060	8,400 h	Retro-pala con martillo rompedor	40,14	337,18
O01OA030	16,650 h	Oficial primera	19,64	327,01
O01OA040	10,000 h	Oficial segunda	18,12	181,20
O01OA050	7,150 h	Ayudante	17,49	125,05
O01OA060	10,000 h	Peón especializado	16,83	168,30
O01OA070	163,965 h	Peón ordinario	16,70	2.738,22
O01OB200	133,590 h	Oficial 1ª electricista	19,04	2.543,55
O01OB210	5,400 h	Oficial 2ª electricista	17,81	96,17
O01OB220	2,000 h	Ayudante electricista	17,81	35,62
O01OC420	10,000 h	Especialista Energía fotovoltaica	18,86	188,60
P01DW090	1.143,500 m	Pequeño material	1,35	1.543,73
P15EA010	2,000 u	Pica de t.t. 200/14,3 Fe+Cu	19,18	38,36
P15EB010	40,000 m	Conduc cobre desnudo 35 mm²	2,91	116,40
P15EC010	2,000 u	Registro de comprobación + tapa	22,60	45,20
P15EC020	2,000 u	Puente de prueba	8,06	16,12
P15ED020	2,000 u	Cartucho carga aluminotérmica C-115	3,21	6,42
P15FB110	1,000 u	Módulo medida 2 cont. trif.	251,38	251,38
P15FB130	9,000 u	Módulo seccionamiento 3 fus.	190,16	1.711,44
P15FH020	18,000 u	Caja con puerta para ICP (2p) 63A	17,55	315,90
P15FH070	1,000 u	Arm. puerta opaca 36 mód.	68,46	68,46
P15FJ100	9,000 u	Diferencial 4x25A a 300mA tipo AC	83,57	752,13
P15FK220	9,000 u	PIA 4x25A, 6/20 kA curva B	98,38	885,42
P15FK290	1,000 u	PIA 4x250A, 6/20 kA curva B	160,00	160,00
P15FN080	18,000 u	Limitador sobret. 15 kA 1,2 kV unipolar	63,81	1.148,58
P15FN100	1,000 u	Limitador sobret. 15 kA 1,2 kV tetrapolar	146,78	146,78
P15FV020	1,000 u	Interruptor tetrapolar 160 A.	126,69	126,69
P15GH020	9,900 m	Bandeja chapa perf. 200x35	10,07	99,69
P15GM040	40,000 m	Tubo de PVC enchufable pg.M 40 conec	12,84	513,60
P15LFA010	417,000 u	Soporte aluminio Krannich Solar 1 panel	11,60	4.837,20
P15LFA070	27,000 u	Caja 2 porta-fusibles incl. fusibles	45,63	1.232,01
P15LFC130	417,000 u	Panel solar monocristalino Krannich Solar 250 W	265,00	110.505,00
P15LFI150	8,000 u	ABB string inverters PVI-12.5-TL OUTD	2.350,00	18.800,00
P15LFI190	1,000 u	ABB string inverters PVI-10-TL OUTD	2.655,00	2.655,00
			Grupo P15	144.431,78

2. Cuadros de descompuestos

CAPÍTULO 0001 GENERADOR FOTOVOLTAICO

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
P15LFC130A	u	Panel solar monocristalino Krannich Solar 250 W Ud. Suministro, acopio e instalación de módulo fotovoltaico, de Silicio Policristalino de 250 W de potencia nominal, compuesto por 60 células de 156 mm en disposición 6x10, con vidrio de alta transmisividad, texturado y templado de 3,2 mm de espesor (EN-12150), marco de aluminio anodizado, caja de conexión IP65 con 3 diodos bypass. Modulo homologado por TÜV Rheinland (IEC 60904-9), con certificado CE y fabricado con materiales reciclable	296,94
DOSCIENTOS NOVENTA Y SEIS EUROS con NOVENTA Y CUATRO CÉNTIMOS			

CAPÍTULO 0002 INVERSORES

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
P15LFI190A	u	Inversor trifásico 12.5 kW Ud. Inversor trifásico, apto para su instalación en interior y para conexión a red de instalaciones en cubierta de mediana potencia, con avanzado sistema de seguimiento del punto de máxima potencia (MPPT), capaz de soportar huecos de tensión. Con marcado CE. Inversor de potencia 12.5 kW con certificado de cumplimentación del RD 1699/2011. El inversor cumple con lo indicado en el CTE DB-HE 5. Con grado de protección contra agentes externos IP20, según lo definido para este grado de protección en la norma IEC60529. Totalmente instalado, conexionado y comprobado.	2.486,14
DOS MIL CUATROCIENTOS OCHENTA Y SEIS EUROS con CATORCE CÉNTIMOS			

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
P15LFI150A	u	Inversor trifásico 10 kW Ud. Inversor trifásico, apto para su instalación en interior y para conexión a red de instalaciones en cubierta de mediana potencia, con avanzado sistema de seguimiento del punto de máxima potencia (MPPT), capaz de soportar huecos de tensión. Con marcado CE. Inversor de potencia 10 kW con certificado de cumplimentación del RD 1699/2011. El inversor cumple con lo indicado en el CTE DB-HE 5. Con grado de protección contra agentes externos IP20, según lo definido para este grado de protección en la norma IEC60529. Totalmente instalado, conexionado y comprobado.	2.812,06
DOS MIL OCHOCIENTOS DOCE EUROS con SEIS CÉNTIMOS			

CAPÍTULO 0003 CUADROS ELÉCTRICOS

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
C01	u	Cuadro conexión ramas Ud. Suministro e instalación de Caja de Conexiones de Corriente Continua (CC) apta para la entrada y protección de 3 ramas de generación fotovoltaica, con una tensión máxima de entrada de 1000 V y una intensidad de entrada de cortocircuito de 100 A. Fabricada por una envolvente de doble aislamiento según EN 60439-1, de material higroscópico autoextinguible adecuado para uso exterior, de elevada resistencia a la polución y a la corrosión, con tapa transparente de policarbonato. Equipado con portafusibles Solartec 1000V DC y fusibles SolarPV de 15A de GAVE tanto de las entradas positivas como negativas, protector de sobretensiones de Clase C (Tipo 2) PST31PV de GAVE, así como interruptor-seccionador de corte omnipolar de 125A modelo 55DC, categoría de empleo DC-21 1000V. Conforme a las normas IEC 60634-7-712, UNE 2460-7-712, IEC 943-7-3, IEC 61643-11 y EN 60439-1. Con grado de protección IP 55.	311,90 TRESCIENTOS ONCE EUROS con NOVENTA CÉNTIMOS
C02	u	Cuadro entrada inversor Ud. Suministro e instalación de Caja de Conexiones de Corriente Continua (CC) apta para la entrada y protección de 2 ramas de generación fotovoltaica, con una tensión máxima de entrada de 1000 V y una intensidad de entrada de cortocircuito de 100 A. Fabricada por una envolvente de doble aislamiento según EN 60439-1, de material higroscópico autoextinguible adecuado para uso exterior, de elevada resistencia a la polución y a la corrosión, con tapa transparente de policarbonato. Equipado con Interruptor seccioandor de corte bipolar adaptado para fotovoltaica.	242,34 DOSCIENTOS CUARENTA Y DOS EUROS con TREINTA Y CUATRO CÉNTIMOS
C03	u	Cuadro conexiones salida Ud. Suministro e instalación de Caja de Conexiones de Corriente Alterna (AC) apta para la entrada y protección de 9 conductores cuatripolares, con una tensión máxima de entrada de 500 V y una intensidad de entrada de cortocircuito de 30 A. Fabricada por una envolvente de doble aislamiento según EN 60439-1, de material higroscópico autoextinguible adecuado para uso exterior, de elevada resistencia a la polución y a la corrosión, con tapa transparente de policarbonato. Conforme a las normas IEC 60634-7-712, UNE 2460-7-712, IEC 943-7-3, IEC 61643-11 y EN 60439-1. Con grado de protección IP 55.	2.177,37 DOS MIL CIENTO SETENTA Y SIETE EUROS con TREINTA Y SIETE CÉNTIMOS
C04	u	Aparamenta CT ud. Aparamenta necesaria para la conexión a red de la instalación fotovoltaica. Incluye módulo de contaje indirecto con transformador de intensidad, instalación incluida.	414,93 CUATROCIENTOS CATORCE EUROS con NOVENTA Y TRES CÉNTIMOS

CAPÍTULO 0004 CABLEADO Y CANALIZACIONES

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
CC01	ml	Conductor unión módulos con bajada vertical ml. GENERAL CABLE EXZHELLENT SOLAR ZZ-F (AS) 0,6/1kV 1x10mm². Denominación Técnica: ZZ-F (AS) Norma constructiva y de ensayos: TÜV 2Pfg 1169 Conductor: CuSn 5 Aislamiento: Goma Cubierta: Goma Temperatura máxima del conductor: 120° C UNFIRE® No propagador del incendio UNE-EN 60332-3-24 No propagador de la llama UNE-EN 60332-1-2 Libre de halógenos UNE-EN 50267-2-1 Baja emisión de humos opacos UNE-EN 61034-2 Baja corrosividad UNE-EN 50267-2-2 Aplicación: Específico para instalaciones fotovoltaicas, alta seguridad (AS). Conductores ya instalados	21,44
			VEINTIUN EUROS con CUARENTA Y CUATRO CÉNTIMOS
CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
CC02	ml	Conductor unión de bajada vertical con cuadro inversor ml. GENERAL CABLE EXZHELLENT SOLAR ZZ-F (AS) 0,6/1kV 1x10mm². Denominación Técnica: ZZ-F (AS) Norma constructiva y de ensayos: TÜV 2Pfg 1169 Conductor: CuSn 5 Aislamiento: Goma Cubierta: Goma Temperatura máxima del conductor: 120° C UNFIRE® No propagador del incendio UNE-EN 60332-3-24 No propagador de la llama UNE-EN 60332-1-2 Libre de halógenos UNE-EN 50267-2-1 Baja emisión de humos opacos UNE-EN 61034-2 Baja corrosividad UNE-EN 50267-2-2 Aplicación: Específico para instalaciones fotovoltaicas, alta seguridad (AS). Además, se incluyen las canalizaciones y la instalación	40,86
			CUARENTA EUROS con OCHENTA Y SEIS CÉNTIMOS
CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
CC03	ml	Conductor unión cuadro inversor con inversor ml. GENERAL CABLE EXZHELLENT® SOLAR RZ1FA3Z-K (AS) 0,6/1kV 2x16mm² Bobina. (Colores de fases: Negros numerados+Amarillo/Verde). Denominación Técnica: RZ1FA3Z-K Norma constructiva y de ensayos: UNE 21123-2 Conductor: Cu Clase 5 Aislamiento: polietileno reticulado XLPE Armadura: Flejes de hierro Cubierta: PVC Temperatura máxima del conductor: 90° C No propagador de la llama UNE-EN 60332-1-2 Incluye la bandeja portacable sin tapa tipo rejilla y la instalación completa.	47,28
			CUARENTA Y SIETE EUROS con VEINTIOCHO CÉNTIMOS
CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
CC04	ml	Conductor unión salida inversor con cuadro general de AC ml. GENERAL CABLE EXZHELLENT XXI RZ1-K Cu (AS) 1kV 4G6mm² Bobina. (Colores de fases: Negro-Marrón-Gris-Amarillo/Verde). Denominación Técnica: RZ1-K (AS) Norma constructiva y de ensayos: UNE 21123-4 Conductor: Cu Clase 5 Aislamiento: Polietileno reticulado (XLPE) Cubierta: Poliolefina Color de cubierta: VERDE Temperatura máxima del conductor: 90° C UNFIRE® No propagador del incendio UNE-EN 60332-3-24 No propagador de la llama UNE-EN 60332-1-2 Libre de halógenos UNE-EN 50267-2-1 Baja emisión de humos opacos UNE-EN 61034-2 Baja corrosividad UNE-EN 50267-2-2 Aplicación: Exigido en el RBT para línea general de alimentación, locales de pública concurrencia.	28,32
			VEINTIOCHO EUROS con TREINTA Y DOS CÉNTIMOS

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
CC05	ml	Conductor unión cuadro general AC con centro de transformación ml. GENERAL CABLE ENERGY RV-K FOC 0,6/1kV 4x120mm ² . (Colores de fases: Negro-Marrón-Gris-Azul). Denominación Técnica: RV-K Norma constructiva y de ensayos: UNE 21123-2 Conductor: Cu Clase 5 Aislamiento: Polietileno reticulado (XLPE) Cubierta: PVC Temperatura máxima del conductor: 90° C No propagador de la llama UNE-EN 60332-1-2 Baja emisión de CLH inferior al 14 % Aplicación: Distribución de energía B.T. interior y exterior, en instalaciones fijas. Incluida la obra necesaria para la extracción de terreno e instalación del conductor enterrado bajo canal conducto- ra.	50,34

CINCUENTA EUROS con TREINTA Y CUATRO CÉNTIMOS

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
E17BD020	u	TOMA DE TIERRA INDEPENDIENTE CON PICA ud. Toma de tierra independiente con pica de acero cobrizado de D=14,3 mm. y 2 m. de longitud, cable de cobre de 35 mm ² , unido mediante soldadura aluminotérmica, incluyendo registro de comprobación y puente de prueba.	156,92

CIENTO CINCUENTA Y SEIS EUROS con NOVENTA Y DOS CÉNTIMOS

CAPÍTULO 0005 VERIFICACIÓN Y PUESTA EN MARCHA

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
V01	u	Verificación instalación Ud. Verificación del funcionamiento, parámetros y mediciones del sistema fotovoltaico una vez instalado y terminado, realizado por un Técnico competente y la ayuda de un Oficial 1ª Electricista.	404,25
		CUATROCIENTOS CUATRO EUROS con VEINTICINCO CÉNTIMOS	
CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
V02	u	Puesta en marcha Ud. Puesta en Marcha de la Instalación Fotovoltaica, acorde a las normativas actuales.	454,65
		CUATROCIENTOS CINCUENTA Y CUATRO EUROS con SESENTA Y CINCO CÉNTIMOS	

3. Presupuesto ejecución material

CAPÍTULO 0001 GENERADOR FOTOVOLTAICO

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
P15LFC130A		u	Panel solar monocristalino Krannich Solar 250 W Ud. Suministro, acopio e instalación de módulo fotovoltaico, de Silicio Policristalino de 250 W de potencia nominal, compuesto por 60 células de 156 mm en disposición 6x10, con vidrio de alta transmisividad, texturado y templado de 3,2 mm de espesor (EN-12150), marco de aluminio anodizado, caja de conexión IP65 con 3 diodos bypass. Modulo homologado por TÜV Rheinland (IEC 60904-9), con certificado CE y fabricado con materiales reciclable			
O01OB200	0,100	h	Oficial 1ª electricista	19,04	1,90	
O01OA070	0,100	h	Peón ordinario	16,70	1,67	
P15LFA010	1,000	u	Soporte aluminio Krannich Solar 1 panel	11,60	11,60	
P15LFC130	1,000	u	Panel solar monocristalino Krannich Solar 250 W	265,00	265,00	
P01DW090	0,300	m	Pequeño material	1,35	0,41	
M02GE240	0,016	h	Trailer grúa 75	138,49	2,22	
Mano de obra						3,57
Materiales.....						279,23
Suma la partida						282,80
Costes indirectos.....						5,00% 14,14
TOTAL PARTIDA						296,94

CAPÍTULO 0002 INVERSORES

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
P15LFI190A		u	Inversor trifásico 12.5 kW Ud. Inversor trifásico, apto para su instalación en interior y para conexión a red de instalaciones en cubierta de mediana potencia, con avanzado sistema de seguimiento del punto de máxima potencia (MPPT), capaz de soportar huecos de tensión. Con marcado CE. Inversor de potencia 12.5 kW con certificado de cumplimiento del RD 1699/2011. El inversor cumple con lo indicado en el CTE DB-HE 5. Con grado de protección contra agentes externos IP20, según lo definido para este grado de protección en la norma IEC60529. Totalmente instalado, conexionado y comprobado.			
O01OB200	0,300	h	Oficial 1ª electricista	19,04	5,71	
O01OB210	0,600	h	Oficial 2ª electricista	17,81	10,69	
P15LFI150	1,000	u	ABB string inverters PVI-12.5-TL OUTD	2.350,00	2.350,00	
P01DW090	1,000	m	Pequeño material	1,35	1,35	
Mano de obra						16,40
Materiales.....						2.351,35
Suma la partida						2.367,75
Costes indirectos.....						5,00% 118,39
TOTAL PARTIDA						2.486,14

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
P15LF150A		u	Inversor trifásico 10 kW Ud. Inversor trifásico, apto para su instalación en interior y para conexión a red de instalaciones en cubierta de mediana potencia, con avanzado sistema de seguimiento del punto de máxima potencia (MPPT), capaz de soportar huecos de tensión. Con marcado CE. Inversor de potencia 10 kW con certificado de cumplimiento del RD 1699/2011. El inversor cumple con lo indicado en el CTE DB-HE 5. Con grado de protección contra agentes externos IP20, según lo definido para este grado de protección en la norma IEC60529. Totalmente instalado, conexionado y comprobado.			
O01OB200	0,300	h	Oficial 1ª electricista	19,04	5,71	
O01OB210	0,600	h	Oficial 2ª electricista	17,81	10,69	
P15LF1190	1,000	u	ABB string inverters PVI-10-TL OUTD	2.655,00	2.655,00	
P01DW090	5,000	m	Pequeño material	1,35	6,75	
						Mano de obra 16,40
						Materiales..... 2.661,75
						Suma la partida 2.678,15
						Costes indirectos..... 5,00% 133,91
						TOTAL PARTIDA 2.812,06

CAPÍTULO 0003 CUADROS ELÉCTRICOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
C01		u	Cuadro conexión ramas Ud. Suministro e instalación de Caja de Conexiones de Corriente Continua (CC) apta para la entrada y protección de 3 ramas de generación fotovoltaica, con una tensión máxima de entrada de 1000 V y una intensidad de entrada de cortocircuito de 100 A. Fabricada por una envolvente de doble aislamiento según EN 60439-1, de material higroscópico autoextinguible adecuado para uso exterior, de elevada resistencia a la polución y a la corrosión, con tapa transparente de policarbonato. Equipado con portafusibles Solartec 1000V DC y fusibles SolarPV de 15A de GAVE tanto de las entradas positivas como negativas, protector de sobretensiones de Clase C (Tipo 2) PST31PV de GAVE, así como interruptor-seccionador de corte omnipolar de 125A modelo 55DC, categoría de empleo DC-21 1000V. Conforme a las normas IEC 60634-7-712, UNE 2460-7-712, IEC 943-7-3, IEC 61643-11 y EN 60439-1. Con grado de protección IP 55.			
P15FH020	1,000	u	Caja con puerta para ICP (2p) 63A	17,55	17,55	
P15FN080	2,000	u	Limitador sobret. 15 kA 1,2 kV unipolar	63,81	127,62	
P15LFA070	3,000	u	Caja 2 porta-fusibles incl. fusibles	45,63	136,89	
O01OA090	0,300	h	Cuadrilla A	45,48	13,64	
P01DW090	1,000	m	Pequeño material	1,35	1,35	
						Mano de obra 13,64
						Materiales..... 283,41
						Suma la partida 297,05
						Costes indirectos..... 5,00% 14,85
						TOTAL PARTIDA 311,90

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
C02		u	Cuadro entrada inversor Ud. Suministro e instalación de Caja de Conexiones de Corriente Continua (CC) apta para la entrada y protección de 2 ramas de generación fotovoltaica, con una tensión máxima de entrada de 1000 V y una intensidad de entrada de cortocircuito de 100 A. Fabricada por una envolvente de doble aislamiento según EN 60439-1, de material higroscópico autoextinguible adecuado para uso exterior, de elevada resistencia a la polución y a la corrosión, con tapa transparente de policarbonato. Equipado con Interruptor seccionador de corte bipolar adaptado para fotovoltaica.			
P15FH020	1,000	u	Caja con puerta para ICP (2p) 63A	17,55	17,55	
P15FB130	1,000	u	Módulo seccionamiento 3 fus.	190,16	190,16	
O01OA090	0,300	h	Cuadrilla A	45,48	13,64	
P01DW090	7,000	m	Pequeño material	1,35	9,45	
						Mano de obra 13,64
						Materiales..... 217,16
						Suma la partida 230,80
						Costes indirectos..... 5,00% 11,54
						TOTAL PARTIDA 242,34

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
--------	----------	----	---------	--------	----------	---------

C03**u Cuadro conexiones salida**

Ud. Suministro e instalación de Caja de Conexiones de Corriente Alterna (AC) apta para la entrada y protección de 9 conductores cuatripolares, con una tensión máxima de entrada de 500

V y una intensidad de entrada de cortocircuito de 30 A. Fabricada por una envolvente de doble aislamiento según EN 60439-1, de material higroscópico autoextinguible adecuado para uso exterior, de elevada resistencia a la polución y a la corrosión, con tapa transparente de policarbonato. Conforme a las normas IEC 60634-7-712, UNE 2460-7-712, IEC 943-7-3, IEC 61643-11 y EN 60439-1. Con grado de protección IP 55.

P15FH070	1,000	u	Arm. puerta opaca 36 mód.	68,46	68,46
O01OA090	1,250	h	Cuadrilla A	45,48	56,85
P15FK220	9,000	u	PIA 4x25A, 6/20 kA curva B	98,38	885,42
P15FK290	1,000	u	PIA 4x250A, 6/20 kA curva B	160,00	160,00
P15FJ100	9,000	u	Diferencial 4x25A a 300mA tipo AC	83,57	752,13
P15FN100	1,000	u	Limitador sobret. 15 kA 1,2 kV tetrapolar	146,78	146,78
P01DW090	3,000	m	Pequeño material	1,35	4,05

Mano de obra	56,85
Materiales.....	2.016,84

Suma la partida	2.073,69
Costes indirectos.....	5,00% 103,68

TOTAL PARTIDA	2.177,37
----------------------------	-----------------

**CÓDIGO
C04****CANTIDAD UD
u****RESUMEN****PRECIO****SUBTOTAL****IMPORTE****Aparamenta CT**

ud. Aparamenta necesaria para la conexión a red de la instalación fotovoltaica. Incluye módulo de contaje indirecto con transformador de intensidad, instalación incluida.

P15FV020	1,000	u	Interruptor tetrapolar 160 A.	126,69	126,69
P15FB110	1,000	u	Módulo medida 2 cont. trif.	251,38	251,38
O01OA050	0,500	h	Ayudante	17,49	8,75
O01OA070	0,500	h	Peón ordinario	16,70	8,35

Mano de obra	17,10
Materiales.....	378,07

Suma la partida	395,17
Costes indirectos.....	5,00% 19,76

TOTAL PARTIDA	414,93
----------------------------	---------------

CAPÍTULO 0004 CABLEADO Y CANALIZACIONES

CÓDIGO CC01	CANTIDAD UD ml	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
		Conductor unión módulos con bajada vertical ml. GENERAL CABLE EXZHELLENT SOLAR ZZ-F (AS) 0,6/1kV 1x10mm². Denominación Técnica: ZZ-F (AS) Norma constructiva y de ensayos: TÜV 2Pfg 1169 Conductor: CuSn 5 Aislamiento: Goma Cubierta: Goma Temperatura máxima del conductor: 120° C UNFIRE® No propagador del incendio UNE-EN 60332-3-24 No propagador de la llama UNE-EN 60332-1-2 Libre de halógenos UNE-EN 50267-2-1 Baja emisión de humos opacos UNE-EN 61034-2 Baja corrosividad UNE-EN 50267-2-2 Aplicación: Específico para instalaciones fotovoltaicas, alta seguridad (AS).			
		Conductores ya instalados			
O01OB200	0,100 h	Oficial 1ª electricista	19,04	1,90	
O01OA070	0,100 h	Peón ordinario	16,70	1,67	
1614110GC	2,000 m	GENERAL CABLE EXZHELLENT SOLAR ZZ-F (AS) 0,6/1kV 1x10mm²	7,75	15,50	
P01DW090	1,000 m	Pequeño material	1,35	1,35	
Mano de obra					3,57
Materiales.....					16,85
Suma la partida					20,42
Costes indirectos.....					1,02
TOTAL PARTIDA					21,44

CÓDIGO CC02	CANTIDAD UD ml	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
		Conductor unión de bajada vertical con cuadro inversor ml. GENERAL CABLE EXZHELLENT SOLAR ZZ-F (AS) 0,6/1kV 1x10mm². Denominación Técnica: ZZ-F (AS) Norma constructiva y de ensayos: TÜV 2Pfg 1169 Conductor: CuSn 5 Aislamiento: Goma Cubierta: Goma Temperatura máxima del conductor: 120° C UNFIRE® No propagador del incendio UNE-EN 60332-3-24 No propagador de la llama UNE-EN 60332-1-2 Libre de halógenos UNE-EN 50267-2-1 Baja emisión de humos opacos UNE-EN 61034-2 Baja corrosividad UNE-EN 50267-2-2 Aplicación: Específico para instalaciones fotovoltaicas, alta seguridad (AS). Además, se incluyen las canalizaciones y la instalación			
P01DW090	6,000 m	Pequeño material	1,35	8,10	
O01OB200	0,400 h	Oficial 1ª electricista	19,04	7,62	
O01OA070	0,400 h	Peón ordinario	16,70	6,68	
P15GH020	0,100 m	Bandeja chapa perf. 200x35	10,07	1,01	
1614110GC	2,000 m	GENERAL CABLE EXZHELLENT SOLAR ZZ-F (AS) 0,6/1kV 1x10mm²	7,75	15,50	
Mano de obra					14,30
Materiales.....					24,61
Suma la partida					38,91
Costes indirectos.....					1,95
TOTAL PARTIDA					40,86

CÓDIGO CC03	CANTIDAD UD ml	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
		Conductor unión cuadro inversor con inversor ml. GENERAL CABLE EXZHELLENT® SOLAR RZ1FA3Z-K (AS) 0,6/1kV 2x16mm² Bobina. (Colores de fases: Negros numerados+Amarillo/Verde). Denominación Técnica: RZ1FA3Z-K Norma constructiva y de ensayos: UNE 21123-2 Conductor: Cu Clase 5 Aislamiento: polietileno reticulado XLPE Armadura: Flejes de hierro Cubierta: PVC Temperatura máxima del conductor: 90° C No propagador de la llama UNE-EN 60332-1-2 Incluye la bandeja portacable sin tapa tipo rejilla y la instalación completa.			
P15GH020	0,100 m	Bandeja chapa perf. 200x35	10,07	1,01	
P01DW090	3,000 m	Pequeño material	1,35	4,05	
O01OB200	0,400 h	Oficial 1ª electricista	19,04	7,62	
O01OA070	0,500 h	Peón ordinario	16,70	8,35	
1085211NGP	2,000 km	GENERAL CABLE EXZHELLENT® SOLAR RZ1FA3Z-K (AS) 0,6/1kV 2x16mm²	12,00	24,00	

Mano de obra	15,97
Materiales.....	29,06

Suma la partida	45,03
Costes indirectos.....	5,00% 2,25

TOTAL PARTIDA	47,28
----------------------------	--------------

CÓDIGO CC04	CANTIDAD UD ml	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
		Conductor unión salida inversor con cuadro general de AC ml. GENERAL CABLE EXZHELLENT XXI RZ1-K Cu (AS) 1kV 4G6mm² Bobina. (Colores de fases: Negro-Marrón-Gris-Amarillo/Verde). Denominación Técnica: RZ1-K (AS) Norma constructiva y de ensayos: UNE 21123-4 Conductor: Cu Clase 5 Aislamiento: Polietileno reticulado (XLPE) Cubierta: Poliolefina Color de cubierta: VERDE Temperatura máxima del conductor: 90° C UNFIRE® No propagador del incendio UNE-EN 60332-3-24 No propagador de la llama UNE-EN 60332-1-2 Libre de halógenos UNE-EN 50267-2-1 Baja emisión de humos opacos UNE-EN 61034-2 Baja corrosividad UNE-EN 50267-2-2 Aplicación: Exigido en el RBT para línea general de alimentación, locales de pública concurrencia.			
P15GH020	0,100 m	Bandeja chapa perf. 200x35	10,07	1,01	
P01DW090	5,000 m	Pequeño material	1,35	6,75	
O01OB200	0,150 h	Oficial 1ª electricista	19,04	2,86	
O01OA070	0,500 h	Peón ordinario	16,70	8,35	
1992409VDP	1,000 m	GENERAL CABLE EXZHELLENT XXI RZ1-K Cu (AS) 0,6/1kV 4G6mm²	8,00	8,00	

Mano de obra	11,21
Materiales.....	15,76

Suma la partida	26,97
Costes indirectos.....	5,00% 1,35

TOTAL PARTIDA	28,32
----------------------------	--------------

CÓDIGO CC05	CANTIDAD UD ml	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
		Conductor unión cuadro general AC con centro de transformación			
		ml. GENERAL CABLE ENERGY RV-K FOC 0,6/1kV 4x120mm ² . (Colores de fases: Negro-Marrón-Gris-Azul).			
		Denominación Técnica: RV-K			
		Norma constructiva y de ensayos: UNE 21123-2			
		Conductor: Cu Clase 5 Aislamiento: Polietileno reticulado (XLPE) Cubierta: PVC			
		Temperatura máxima del conductor: 90° C			
		No propagador de la llama UNE-EN 60332-1-2			
		Baja emisión de CLH inferior al 14 %			
		Aplicación: Distribución de energía B.T. interior y exterior, en instalaciones fijas. Incluida la obra necesaria para la extracción de terreno e instalación del conductor enterrado bajo canal conductora.			
P15GM040	1,000 m	Tubo de PVC enchufable pg.M 40 conec	12,84	12,84	
P01DW090	1,000 m	Pequeño material	1,35	1,35	
E02EM040	0,500 m3	EXCAVACIÓN ZANJA TERRENOS DUROS C/MARTILLO ROMPEDOR	33,97	16,99	
O01OB200	0,150 h	Oficial 1ª electricista	19,04	2,86	
O01OA070	0,300 h	Peón ordinario	16,70	5,01	
1999414NGP	1,000 m	GENERAL CABLE ENERGY RV-K FOC 0,6/1kV 4x120mm ²	8,89	8,89	
Mano de obra					13,13
Materiales.....					34,81
Suma la partida					47,94
Costes indirectos.....					5,00% 2,40
TOTAL PARTIDA					50,34

CÓDIGO E17BD020	CANTIDAD UD u	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
		TOMA DE TIERRA INDEPENDIENTE CON PICA			
		ud. Toma de tierra independiente con pica de acero cobrizado de D=14,3 mm. y 2 m. de longitud, cable de cobre de 35 mm ² , unido mediante soldadura aluminotérmica, incluyendo registro de comprobación y puente de prueba.			
O01OB200	1,000 h	Oficial 1ª electricista	19,04	19,04	
O01OB220	1,000 h	Ayudante electricista	17,81	17,81	
P15EA010	1,000 u	Pica de t.t. 200/14,3 Fe+Cu	19,18	19,18	
P15EB010	20,000 m	Conduc cobre desnudo 35 mm ²	2,91	58,20	
P15ED020	1,000 u	Cartucho carga aluminotérmica C-115	3,21	3,21	
P15EC010	1,000 u	Registro de comprobación + tapa	22,60	22,60	
P15EC020	1,000 u	Puente de prueba	8,06	8,06	
P01DW090	1,000 m	Pequeño material	1,35	1,35	
Mano de obra					19,04
Materiales.....					130,41
Suma la partida					149,45
Costes indirectos.....					5,00% 7,47
TOTAL PARTIDA					156,92

CAPÍTULO 0005 VERIFICACIÓN Y PUESTA EN MARCHA

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
V01		u	Verificación instalación			
			Ud. Verificación del funcionamiento, parámetros y mediciones del sistema fotovoltaico una vez instalado y terminado, realizado por un Técnico competente y la ayuda de un Oficial 1ª Electricista.			
O01OC420	10,000	h	Especialista Energía fotovoltaica	18,86	188,60	
O01OA030	10,000	h	Oficial primera	19,64	196,40	
Mano de obra						196,40
Materiales.....						188,60
Suma la partida						385,00
Costes indirectos.....						5,00% 19,25
TOTAL PARTIDA						404,25
CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
V02		u	Puesta en marcha			
			Ud. Puesta en Marcha de la Instalación Fotovoltaica, acorde a las normativas actuales.			
O01OA100	10,000	h	Cuadrilla B	43,30	433,00	
Mano de obra						83,50
Materiales.....						349,50
Suma la partida						433,00
Costes indirectos.....						5,00% 21,65
TOTAL PARTIDA						454,65

4. Resumen del presupuesto

CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
0001	GENERADOR FOTOVOLTAICO	123.823,98	72,45
0002	INVERSORES.....	22.701,18	13,28
0003	CUADROS ELÉCTRICOS.....	7.580,46	4,44
0004	CABLEADO Y CANALIZACIONES	15.947,92	9,33
0005	VERIFICACIÓN Y PUESTA EN MARCHA.....	858,90	0,50
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL		170.912,44	
	10,00 % Gastos generales	17.091,24	
	6,00 % Beneficio industrial	10.254,75	
SUMA DE G.G. y B.I.		27.345,99	
	21,00 % I.V.A.....	41.634,27	
TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA		239.892,70	
TOTAL PRESUPUESTO GENERAL		239.892,70	

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de DOSCIENTOS TREINTA Y NUEVE MIL OCHOCIENTOS NOVENTA Y DOS EUROS con SETENTA CÉNTIMOS

Jaén, Septiembre de 2015

Juan Manuel Rodríguez Torres



El alumno



Universidad de Jaén
Escuela Politécnica Superior de Jaén

Documento 8

Estudios con entidad propia

Estudio con entidad propia 1: Impacto medioambiental de la instalación

Índice

Índice	2
1. Introducción	4
2. Análisis del ciclo de vida.....	4
3. Acciones y residuos susceptibles de producir impacto ambiental	6
3.1. Fase de fabricación de materiales	6
3.2. Fase de construcción	6
3.3. Fase de explotación	6
3.4. Fase de desmantelamiento	6
4. Identificación y valoración de impactos	6
4.1. Fase de fabricación de materiales	6
4.2. Fase de construcción	7
4.2.1. Impacto sobre la atmósfera.....	7
4.2.2. Impacto sobre el suelo	7
4.2.3. Impacto sobre las aguas	8
4.2.4. Impacto sobre la vegetación	8
4.2.5. Impacto sobre la fauna	8
4.2.6. Impacto sobre el paisaje	8
4.2.7. Impacto socioeconómico	8
4.3. Fase de explotación	8
4.3.1. Impacto sobre la atmósfera.....	8
4.3.2. Impactos sobre el suelo	9
4.3.3. Impactos sobre el agua	9
4.3.4. Impacto sobre la vegetación	9
4.3.5. Impacto sobre la fauna	9
4.3.6. Impacto sobre el paisaje	9

4.3.7. Impacto socioeconómico	9
4.3.8. Fase de desmantelamiento	9
5. Medidas preventivas y correctivas	10
5.1. Corrección del impacto atmosférico	10
5.1.1. Contaminación del aire:	10
1.1.1. Ruido	10
5.2. Corrección del impacto sobre el paisaje	10
6. Sostenibilidad energética del proyecto	11
7. Emisiones	11

Estudio con entidad propia 2: Estudio básico de seguridad y salud

Índice

Índice	2
1. Justificación del estudio Básico de Seguridad y Salud	4
2. Objeto	4
3. Situación y descripción de la obra	4
4. Características de las obras	4
4.1. Mano de obra	4
4.2. Interferencias y servicios afectados	5
4.3. Unidades constructivas que componen la obra	5
4.4. Riesgos detectables más comunes	5
4.4.1. Cargas de los componentes a la cubierta	5
4.4.2. Instalación eléctrica	5
5. Normas y medidas preventivas	6
5.1. Cargas, descargas y obras interiores	6
5.2. Instalación eléctrica	6
5.2.1. Normas de prevención tipo para los cables.	6
5.2.2. Normas de prevención tipo para los interruptores.	6
5.2.3. Normas de prevención tipo para los cuadros eléctricos.....	6
5.2.4. Normas de prevención tipo para las tomas de energía	7
5.2.5. Normas de prevención tipo para las tomas de tierra.	7
5.2.6. Normas de seguridad tipo, de aplicación durante el mantenimiento y reparaciones de la instalación eléctrica	7
5.2.7. Normas de actuación para el delegado de prevención, para la supervisión y control de la instalación eléctrica	8
6. Prevención de riesgos profesionales	9
6.1. Protecciones individuales	9
6.1.1. Protección de la cabeza	9

6.1.2. Protección del cuerpo	9
6.1.3. Protección extremidades superiores	9
6.1.4. Protección extremidades inferiores	10
6.2. Protecciones colectivas	10
6.2.1. Señalización general	10
6.2.2. Instalación eléctrica	10
6.2.3. Pantallas	10
6.2.4. Instalaciones varias	10
6.2.5. Protección contra incendios	10
7. Formación	11
8. Medicina preventiva y primeros auxilios	11
8.1.1. Botiquines	11
8.1.2. Asistencia a accidentados	11
8.1.3. Reconocimiento médico	11
9. Prevención de riesgos de daños a terceros	11

Estudio con entidad propia 3: Análisis de la rentabilidad de la inversión

Índice

Índice	2
Lista de tablas	2
1. Introducción	3
2. VAN	3
3. TIR	4
4. Pay-Back	5
5. Análisis de la inversión	6
6. Resultados del análisis	6
6.1. Datos	6
6.2. Resultados	7

Lista de tablas

Tabla 1: Costes unitarios por kWp según la potencia instalada.....	6
Tabla 2: Datos para realizar los cálculos de los supuestos	7
Tabla 3: Resultados obtenidos	7



Universidad de Jaén
Escuela Politécnica Superior de Jaén

Estudio con entidad propia 1

Impacto medioambiental de la instalación

Índice

Índice	2
1. Introducción	4
2. Análisis del ciclo de vida.....	4
3. Acciones y residuos susceptibles de producir impacto ambiental.....	6
3.1. Fase de fabricación de materiales.....	6
3.2. Fase de construcción.....	6
3.3. Fase de explotación	6
3.4. Fase de desmantelamiento.....	6
4. Identificación y valoración de impactos	6
4.1. Fase de fabricación de materiales.....	6
4.2. Fase de construcción.....	7
4.2.1. Impacto sobre la atmósfera.....	7
4.2.2. Impacto sobre el suelo.....	7
4.2.3. Impacto sobre las aguas	8
4.2.4. Impacto sobre la vegetación.....	8
4.2.5. Impacto sobre la fauna	8
4.2.6. Impacto sobre el paisaje.....	8
4.2.7. Impacto socioeconómico.....	8
4.3. Fase de explotación	8
4.3.1. Impacto sobre la atmósfera.....	8
4.3.2. Impactos sobre el suelo.....	9
4.3.3. Impactos sobre el agua	9
4.3.4. Impacto sobre la vegetación.....	9
4.3.5. Impacto sobre la fauna	9
4.3.6. Impacto sobre el paisaje.....	9
4.3.7. Impacto socioeconómico.....	9
4.3.8. Fase de desmantelamiento.....	9
5. Medidas preventivas y correctivas.....	10
5.1. Corrección del impacto atmosférico	10
5.1.1. Contaminación del aire:.....	10
1.1.1. Ruido	10
5.2. Corrección del impacto sobre el paisaje.....	10
6. Sostenibilidad energética del proyecto	11

7. Emisiones	11
--------------------	----

1. Introducción

El objetivo principal de este estudio es identificar y valorar los efectos que puede tener el proyecto de una instalación solar fotovoltaica de conexión a red sobre el medio en que está previsto implantarla. La estimación de dichos efectos servirá para poder minimizar, controlar o incluso anular los impactos ambientales negativos, a la vez que se potenciarán en lo posible los aspectos en los que el proyecto pueda resultar positivo para el medio que lo rodea.

La energía solar fotovoltaica, como fuente de energía renovable, representa una fórmula energética radicalmente más respetuosa con el medio ambiente que las energías convencionales debido a que se dispone de recursos inagotables, a escala humana, para cubrir las necesidades energéticas.

Las principales cargas ambientales se producen en las operaciones extractivas de las materias primas, aunque la mayor parte de las células fotovoltaicas que se fabrican en la actualidad son de silicio - material obtenido a partir de la arena y por tanto muy abundante, y del que no se requieren cantidades significativas-, así como en el proceso industrial de fabricación de las células y módulos fotovoltaicos y de la estructura de montaje. En la fase de uso, las cargas ambientales son prácticamente despreciables y no implican emisiones de productos tóxicos, ya que sólo suponen ligeras tareas manuales de limpieza y supervisión.

En el medio físico no existen afecciones sobre la calidad del aire ni sobre los suelos, no provocándose ruidos ni afectándose tampoco a la hidrología existente, aunque hay que tener especial cuidado con los impactos que se puedan derivar de una mala gestión de los módulos fotovoltaicos una vez agotada su vida útil, implementando estrategias de reciclado y reutilización de los materiales que constituyen el módulo fotovoltaico.

El principal impacto sobre el medio físico es el del efecto visual sobre el paisaje, susceptible de ser enmascarado o reducido en la mayoría de las instalaciones, para lo cual debe buscarse una integración respetuosa con el medio ambiente y los edificios. Respecto al medio biótico, no existen efectos significativos sobre flora y fauna.

2. Análisis del ciclo de vida

La vida útil de una planta fotovoltaica, la define la vida útil de sus componentes, principalmente el generador o módulo fotovoltaico, que constituye más del 50% del valor de la instalación. El mantenimiento es escaso, pero necesario para una vida más larga de la instalación.

Los módulos tienen una vida esperada de más de 40 años, aunque los fabricantes dan como periodo garantizado de generación de potencia, entre 25 y 30

años. Esta garantía se refiere a que se asegura que, los módulos darán una potencia superior al 80%, de la especificada inicialmente en el momento de la compra.

Centrándonos principalmente en los módulos fotovoltaicos, podemos observar que principalmente generan emisiones en la fase de fabricación, sobretodo indirectamente, por la energía invertida. Una vez amortizada la inversión energética, la energía producida no generará más emisiones, evitando así las que se podrían generar utilizando otra tecnología.

La vida útil de los restantes elementos que componen la planta fotovoltaica, inversores y medidores, así como los elementos auxiliares, cableado, canalizaciones, cajas de conexión, etc..., es la vida útil típica de todo equipo electrónico y material eléctrico, la cual es compatible con la larga vida útil del generador fotovoltaico, con el adecuado mantenimiento.

La vida del proyecto se divide en cuatro fases bien diferenciadas: fabricación de materiales, la construcción del sistema fotovoltaico, el funcionamiento y el desmantelamiento.

En la fase de fabricación de materiales nos centraremos principalmente en la producción de módulos fotovoltaicos, debido a que es el proceso más contaminante. Los paneles fotovoltaicos están formados por módulos de silicio, la producción de éstos representan la agresión al medio más importante de todo el ciclo de vida del parque. El silicio es el semiconductor más abundante de la corteza terrestre, a causa de su sensible banda electromagnética debe ser obtenido con el grado más puro posible por la desintegración del cuarzo en hornos eléctricos que trabajan a altas temperaturas. Pero el silicio utilizado para estas aplicaciones es aquél inservible para la industria electrónica, se aprovechan, por lo tanto, los subproductos de las extracciones mineras destinadas principalmente a los circuitos electrónicos.

La segunda fase del proyecto es la construcción del sistema fotovoltaico, incluyéndose en esta etapa la instalación de la estructura soporte, la colocación de módulos fotovoltaicos, y la construcción de los elementos necesarios para el funcionamiento del sistema.

La fase de funcionamiento comprende desde el inicio de la venta y/o utilización in situ de la energía generada hasta su fin.

Como anteriormente se ha comentado, se espera que la instalación asegure una producción del 80% en comparación al momento de la compra, al menos durante 30 años, aunque no se descarta que se prolongue la vida útil de la instalación.

La última fase del proyecto es el desmantelamiento, en la cual se realiza la deconstrucción del sistema, el tratamiento de residuos. Se prevé por tanto que tanto los módulos fotovoltaicos como la estructura soporte se reciclen, siendo materias primas para la elaboración de módulos fotovoltaicos y acero, respectivamente. El proceso de reciclaje y su posterior uso, puede cambiar en el futuro, debido a los posibles avances tecnológicos.

3. Acciones y residuos susceptibles de producir impacto ambiental

Se detalla una relación de todas las acciones, inherentes al proyecto, susceptibles de producir un impacto sobre el entorno, mediante un examen de las diferentes fases del proyecto.

3.1. Fase de fabricación de materiales

- Energía necesaria para la producción de materiales, principalmente módulos fotovoltaicos.

3.2. Fase de construcción

- Ocupación de la cubierta.
- Emisión de sólidos.
- Emisión de ruidos.
- Introducción de elementos ajenos al entorno.
- Molestias generales en obras.
- Aumento del riesgo de incendios.
- Producción de sobrantes y residuos.

3.3. Fase de explotación

- Introducción de elementos ajenos al entorno.
- Labores de mantenimiento.
- Aumento del riesgo de incendios.
- Impacto visual.

3.4. Fase de desmantelamiento

- Emisión de sólidos.
- Emisión de ruidos.
- Molestias generales en obras.
- Producción de sobrantes y residuos.

4. Identificación y valoración de impactos

4.1. Fase de fabricación de materiales

El proceso de elaboración de las células fotovoltaicas exige una gran cantidad de energía eléctrica, procedente generalmente de una generación eléctrica con una fuerte componente térmica y nuclear.

La generación eléctrica con fuentes de energías renovables no emite CO₂ durante la fase de operación de las instalaciones de producción. No obstante, considerado todo el ciclo de vida del kilovatio hora de origen renovable, existen emisiones de CO₂ en las fases de fabricación, transporte o instalación de los equipos, por lo que el balance global es positivo aunque siempre inferior al de la generación eléctrica con fuentes convencionales.

El impacto principal se produce en las operaciones extractivas de las materias primas, ya que aunque la mayoría de las células fotovoltaicas se fabrican con silicio, material obtenido a partir de la arena y por tanto muy abundante en la naturaleza, es necesario transformarlo con consumo de energía hasta conseguir silicio de grado solar.

En la fase de uso las cargas ambientales son despreciables, y en la fase de eliminación, después de la vida útil, pueden establecerse vías claras de reutilización o retirada, aunque hasta el momento, dado el escaso volumen, esta poco estudiado.

En cuanto a la energía consumida en el proceso de fabricación, tenemos el dato de que en un tiempo de entre 2 y 5 años, los módulos fotovoltaicos devuelven la energía consumida en la fabricación, periodo muy inferior a la vida prevista para estos que es superior a los 20 años.

4.2. Fase de construcción

4.2.1. Impacto sobre la atmósfera

El uso de maquinaria pesada para el transporte del material, producirá una contaminación atmosférica, aunque los casos serán de escasa magnitud por lo que se considera mínima su incidencia en las comunidades vegetales y animales.

Las emisiones de polvo son nulas al tratarse de una cubierta de un edificio y el ruido debido al movimiento y a la operación de la maquinaria de obra no repercute sobre la población cercana así como en la fauna terrestre y sobre la vegetación.

La magnitud del impacto derivado de la emisión del ruido dependerá de varios factores, entre los que destacan: niveles sonoros emitidos, duración de la emisión, franja horaria y proximidad de la población al foco emisor.

En el caso de ruidos no permanentes, como es el que nos ocupa, sería soportable un nivel de ruido de 85 dB(A) durante las ocho horas de jornada diaria. Por lo que, en nuestro caso no presenta ningún problema.

4.2.2. Impacto sobre el suelo

No existirá impacto alguno sobre el suelo, ya que nuestra instalación se ubica sobre la cubierta de un centro comercial.

4.2.3. Impacto sobre las aguas

No se prevé que exista impacto alguno sobre acuíferos por pérdida de hidrocarburos de la maquinaria destinada al traslado y acopio de los materiales. Por lo que, este impacto se puede considerar prácticamente nulo debido a que las pérdidas de la maquinaria serán nulas o muy bajas y, por otro lado, consideramos que no existen en la zona acuíferos con un nivel freático suficientemente alto como para ser afectados.

4.2.4. Impacto sobre la vegetación

En la fase de obra no se producirá pérdida alguna de matorrales y/o pequeña/gran vegetación propia de la zona, ya que nuestro sistema se ubicará sobre un edificio.

4.2.5. Impacto sobre la fauna

El impacto en la fase de obras se ciñe a los posibles daños en las aves que nidifican, debido a los movimientos y desplazamiento de las máquinas y del personal de la obra. Pero estos daños serán inapreciables ya que la utilización de maquinaria en la instalación del sistema fotovoltaico es mínima.

4.2.6. Impacto sobre el paisaje

La magnitud del impacto visual es uno de los pocos inconvenientes que poseen este tipo de instalaciones. En este caso, el impacto visual se reduce al mínimo puesto que la instalación está situada en la cubierta del centro comercial no siendo visible desde la vía pública, tan solo sería vista desde los edificios cercanos de mayor altura al del centro comercial. Una vez finalizadas las obras, el aspecto de emplazamiento de la instalación mejorará debido a la desaparición de la maquinaria pesada, materiales de obra sobrante, etc...

4.2.7. Impacto socioeconómico

La creación de una instalación de energía fotovoltaica genera diversas reacciones en la población. Al ser una planta relativamente pequeña, no podemos decir que llegue a favorecer la creación de empleos en la zona, pero sí que puede llegar a provocar un aumento de sensibilidad con el medio en la población afectada por el proyecto percibiendo que colabora en la conservación del medio ambiente de forma activa.

4.3. Fase de explotación

4.3.1. Impacto sobre la atmósfera

La generación de energía solar fotovoltaica como alternativa a otras no renovables y contaminantes supone una mejora de la calidad del aire, debido a que se evitan las emisiones contaminantes (CO₂, metano, óxidos de azufre, etc.) que los otros sistemas provocarían al producir la misma cantidad de energía.

Las instalaciones fotovoltaicas durante su fase de funcionamiento no emiten a la atmósfera ningún contaminante de ningún tipo, se considera una energía limpia, pues transforma la energía fotovoltaica del Sol en energía eléctrica.

Otro factor que influye en el impacto atmosférico es el de las emisiones acústicas, que en nuestro sistema las podría provocar el inversor. No obstante, las

emisiones acústicas que provoca el mismo son de escaso valor, en nuestro caso lo vamos a considerar nulo, ya que para evitar molestias el inversor se ha situado en el interior.

Así pues, se puede considerar como positivo el impacto ambiental sobre la calidad atmosférica por parte de la instalación objeto de estudio.

4.3.2. Impactos sobre el suelo

No existirá impacto alguno sobre el suelo, ya que nuestra instalación se ubica sobre la cubierta de un centro comercial.

4.3.3. Impactos sobre el agua

Durante la fase de funcionamiento de la instalación, no existe elemento alguno que pueda contaminar este medio.

4.3.4. Impacto sobre la vegetación

Una vez la instalación esté en funcionamiento, difícilmente se verá comprometida la vegetación circundante.

Al tener una cubierta de hormigón no se prevé la proliferación de plantas en las zonas sombreadas por el sistema fotovoltaico, alrededor de las estructuras que sustentan los módulos fotovoltaicos.

De cualquier modo, no se puede considerar ningún impacto negativo sobre la vegetación, más teniendo en cuenta que ésta ya es nula sobre la cubierta del centro comercial.

4.3.5. Impacto sobre la fauna

En cuanto a los animales, los módulos fotovoltaicos no suponen ningún tipo de peligro para ellos, puesto que no pueden dar lugar de ningún modo a riesgo de electrocución ni impiden el vuelo o movimiento normal de los posibles animales que habiten la zona.

4.3.6. Impacto sobre el paisaje

Podría ser el mayor impacto que se produce. Aunque, la presencia de módulos fotovoltaicos y tendido eléctrico no son visibles desde la vía pública.

4.3.7. Impacto socioeconómico

La instalación fotovoltaica prevista tendrá un impacto positivo durante la fase de funcionamiento, ya nivel local se producirán ingresos vía impuestos, así como la generación de puestos de trabajo durante su mantenimiento.

4.3.8. Fase de desmantelamiento

En la fase de desmantelamiento se procede al desmontaje del sistema fotovoltaico. Durante dicha operación se producirá impacto paisajístico, pero a su finalización, volverá a quedar como en un inicio ya que una vez finalizada la vida útil de la instalación, se procederá a desmantelar los equipos y a restaurar el área afectada.

Los impactos durante el proceso de desmantelamiento serán los mismos que en la fase de construcción. Los materiales residuales se gestionan según la normativa vigente y teniendo en cuenta que son reciclables.

5. Medidas preventivas y correctivas

En este apartado se tratará de dar soluciones que disminuyan la importancia y magnitudes de los impactos señalados anteriormente. A continuación se señalan las medidas correctoras tomadas y en la fase en la que se han considerado

5.1. Corrección del impacto atmosférico

5.1.1. Contaminación del aire:

Debido principalmente a las partículas sólidas, polvo, gases derivados de las operaciones de tráfico de maquinaria pesada, durante la fase de construcción. Los máximos niveles de contaminación atmosférica se producirán durante las fases de planificación y realización del proyecto.

Medidas correctoras:

- Será condición la utilización de maquinaria en correctas condiciones, que realicen la combustión liberando niveles de gases nocivos de acuerdo a lo estimado en la normativa vigente en la fecha de fabricación de dicha maquinaria, incorporando si es preciso sistemas de recirculación de gases quemados y catalizadores monolíticos de oxidación, reducción y trifuncionales.

1.1.1. Ruido

Contaminación debida principalmente a las operaciones de transporte y acopio de materiales que va a producir una contaminación sonora temporal.

Medidas correctoras:

- Instalación de silenciadores en los equipos móviles.
- Reducción de la velocidad de circulación.
- Colocación de silenciadores en las maquinas utilizadas durante la fase de explotación y en los útiles empleados.
- Realización de los trabajos durante las horas diurnas y laborales normales, es decir, de 9 horas a 22 horas de Lunes a Viernes.

5.2. Corrección del impacto sobre el paisaje

Perturbación de carácter global en el paisaje, sobretodo en la fase de construcción y explotación del sistema fotovoltaico.

Medidas correctoras:

- Los materiales de embalajes, así como otros residuos generados durante la fase de construcción caracterizados como inertes tendrán como destino un vertedero de residuos inertes que reúna las condiciones necesarias.
- El diseño de los soportes tendrá en cuenta la minimización del impacto paisajístico como un factor determinante.

6. Sostenibilidad energética del proyecto

Los módulos fotovoltaicos son un instrumento de producción de energía, ya que producen mucha más energía de la que consumen y la obtienen de una fuente inagotable y no contaminante como el Sol.

Los principales consumos energéticos se producen en la fabricación del módulo y de la estructura de montaje, siendo favorable su balance energético con un período de recuperación energético ó Pay-back energético que actualmente es de 4-6 años.

Para los sistemas conectados a la red eléctrica, el elemento fundamental es el inversor, que debe ser suficiente para no generar inconvenientes en la red, por lo que deberá cumplir una serie de condiciones técnicas para evitar averías y que su funcionamiento no disminuya la seguridad ni provoque alteraciones en la red eléctrica superiores a las admitidas.

7. Emisiones

Dejando a un lado los criterios económicos, las instalaciones solares fotovoltaicas se están implantando sobre todo por consideraciones ecológicas. El balance desde este punto de vista es totalmente favorable, tanto en reducción de emisiones, como en el balance energético.

Toda la energía generada con un sistema fotovoltaico equivale a un ahorro de energía generada con otras fuentes, con toda probabilidad con mayor grado de poder contaminante, lo que conlleva una reducción de emisiones.

La creciente preocupación por las consecuencias ambientales, sociales y económicas del cambio climático, y su reflejo en los compromisos derivados de los acuerdos alcanzados con el Protocolo de Kyoto, junto al hecho de que la producción y el consumo de energía son los principales responsables de las emisiones de gases de efecto invernadero, sitúan al sector energético como clave para alcanzar los objetivos y a la eficiencia energética y el desarrollo de las energías renovables como los principales instrumentos para conseguirlos.

De los seis gases o grupos de gases de efecto invernadero contemplados en el Protocolo de Kyoto, el CO₂ representa por sí solo las tres cuartas partes del total, y más del 90% de aquél es de origen energético. De ahí la gran importancia de las

políticas capaces de limitar las emisiones de CO₂ para cualquier estrategia de limitación de gases de efecto invernadero y el destacado papel que juega en ella el desarrollo de las energías renovables, como sucede igualmente en otros importantes objetivos de protección medioambiental.

En el caso del CO₂, la actuación rápida cobra mayor importancia por el largo plazo que transcurre entre la adopción de medidas y su incidencia efectiva sobre las emisiones.

Para muchos problemas medioambientales hay tratamientos de final de proceso relativamente rápidos o se pueden combatir con modificaciones de la tecnología actual, como ocurre con la disminución de emisiones de SO₂ o la eliminación del plomo en las gasolinas, pero no ocurre lo mismo con el CO₂, para cuyas emisiones, inherentes a la utilización de combustibles fósiles, no existe actualmente ninguna tecnología viable capaz de absorberlas.

Por tanto, la única forma actual de limitar las emisiones de CO₂ es a través de la modificación de estructuras, procesos, equipos y comportamientos relacionados con la utilización de la energía. La larga vida útil de las inversiones en el sector energético hace que las estrategias relativas al CO₂ tengan unos plazos de aplicación mucho más largos que las aplicadas a otros problemas medioambientales. Y es aquí donde la planificación del desarrollo a largo plazo de las energías renovables, y en consecuencia, de las instalaciones fotovoltaicas, juegan un papel decisivo.

Por lo tanto, la instalación fotovoltaica mediante paneles solares convencionales, detallada en este proyecto, permitiría ahorrar las siguientes cantidades anuales de emisiones consideradas inductoras del efecto invernadero o dañinas para el medio.

Jaén, Septiembre de 2015

Juan Manuel Rodríguez Torres



El alumno



Universidad de Jaén
Escuela Politécnica Superior de Jaén

Estudio con entidad propia 2

Estudio básico de seguridad y salud

Índice

Índice	2
1. Justificación del estudio Básico de Seguridad y Salud	4
2. Objeto	4
3. Situación y descripción de la obra	4
4. Características de las obras	4
4.1. Mano de obra	4
4.2. Interferencias y servicios afectados	5
4.3. Unidades constructivas que componen la obra.....	5
4.4. Riesgos detectables más comunes	5
4.4.1. Cargas de los componentes a la cubierta	5
4.4.2. Instalación eléctrica.....	5
5. Normas y medidas preventivas	6
5.1. Cargas, descargas y obras interiores.....	6
5.2. Instalación eléctrica.....	6
5.2.1. Normas de prevención tipo para los cables.	6
5.2.2. Normas de prevención tipo para los interruptores.	6
5.2.3. Normas de prevención tipo para los cuadros eléctricos.....	6
5.2.4. Normas de prevención tipo para las tomas de energía.....	7
5.2.5. Normas de prevención tipo para las tomas de tierra.	7
5.2.6. Normas de seguridad tipo, de aplicación durante el mantenimiento y reparaciones de la instalación eléctrica	7
5.2.7. Normas de actuación para el delegado de prevención, para la supervisión y control de la instalación eléctrica.....	8
6. Prevención de riesgos profesionales	9
6.1. Protecciones individuales.....	9
6.1.1. Protección de la cabeza	9
6.1.2. Protección del cuerpo	9
6.1.3. Protección extremidades superiores	9
6.1.4. Protección extremidades inferiores	10
6.2. Protecciones colectivas	10
6.2.1. Señalización general.....	10
6.2.2. Instalación eléctrica.....	10
6.2.3. Pantallas	10
6.2.4. Instalaciones varias.....	10

6.2.5.	Protección contra incendios	10
7.	Formación	11
8.	Medicina preventiva y primeros auxilios	11
8.1.1.	Botiquines	11
8.1.2.	Asistencia a accidentados.....	11
8.1.3.	Reconocimiento médico	11
9.	Prevención de riesgos de daños a terceros	11

1. Justificación del estudio Básico de Seguridad y Salud

El R.D. 1627/1997 de 24 de Octubre establece las disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables en obras de construcción.

A efectos de este R.D., la obra proyectada requiere la redacción del presente Estudio Básico de Seguridad y Salud, por cuanto dicha obra, dada su pequeña dimensión y sencillez de ejecución, no se incluye en ninguno de los supuestos contemplados en el art. 4 del R.D. 1627/1997, puesto que:

- El presupuesto de contrata es inferior a 450.759,08 euros.
- No se ha previsto emplear a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- El volumen de mano de obra estimado es inferior a 500 días de trabajo.

2. Objeto

De acuerdo con el art. 6 del R.D. 1627/1997, el Estudio Básico de Seguridad y Salud deberá precisar las normas de seguridad y salud aplicables a la obra, contemplando la identificación de los riesgos laborales evitables y las medidas técnicas precisas para ello, la relación de riesgos laborales que no puedan eliminarse especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos y cualquier tipo de actividad a desarrollar en obra.

En el estudio Básico se contemplarán también las previsiones y las informaciones útiles para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsible trabajos posteriores, siempre dentro del marco de la Ley 31/1.995 de prevención de Riesgos Laborales.

3. Situación y descripción de la obra

La obra que se pretende ejecutar y su situación queda detalladamente descrita en el resto de documentos que componen el presente proyecto con título:

PROYECTO DE “Estudio y diseño de una instalación fotovoltaica para autoconsumo conectada en paralelo con la red eléctrica de alimentación a un centro comercial. “

4. Características de las obras

4.1. Mano de obra

El número de operarios en la obra será determinado por la contrata previo conocimiento del promotor, y cuyo número será siempre inferior a veinte operarios.

4.2. Interferencias y servicios afectados

Durante el periodo de construcción pueden existir interferencias con el tráfico rodado, peatones y usuarios. Se verá afectado el tráfico de vehículos en la donde se realice la carga, por ello se seguirán las instrucciones de la autoridad local para interferir en menor medida el tráfico rodado. De todos modos, se deberá vigilar al máximo la evolución de las obras, así como el minimizar las posibles interferencias con el mismo.

Antes del comienzo de la obra se investigará la existencia de posibles servicios afectados para tomar las medidas precisas ante cualquier eventualidad.

4.3. Unidades constructivas que componen la obra

Serán:

- Carga de los componentes solares al lugar de la instalación (cubierta del hipermercado)
- Obras interiores para la colocación de los cables.
- Instalación de los soportes en la cubierta
- Montaje de los módulos sobre los soportes
- Conexiones eléctricas

4.4. Riesgos detectables más comunes

4.4.1. Cargas de los componentes a la cubierta

- Caídas de personas al mismo y distinto nivel.
- Caídas de objetos.
- Atrapamiento de personas mediante maquinaria.
- Caídas de objetos.
- Golpes por objetos.
- Atropellos y colisiones.
- Los riesgos a terceros, derivados de la intromisión descontrolada de los mismos en la obra, durante las horas dedicadas a la producción o descanso.
- Riesgos derivados de los trabajos realizados bajo condiciones meteorológicas adversas.

4.4.2. Instalación eléctrica

- Contactos eléctricos directos.
- Contactos eléctricos indirectos.
- Los derivados de caídas de tensión en la instalación por sobrecarga.
- Mal funcionamiento de los mecanismos y sistemas de protección.
- Mal comportamiento de las tomas de tierra.

- Interferencias con líneas eléctricas existentes.
- Riesgos eléctricos derivados de maquinaria, conducciones, cuadros, útiles, etc. que utilizan o producen electricidad en la obra.

5. Normas y medidas preventivas

5.1. Cargas, descargas y obras interiores

- El personal que debe trabajar en esta obra conocerá los riesgos a los que puede estar sometido.
- Si los trabajos requieren iluminación se efectuará mediante torretas aisladas con toma a tierra, en las que se instalarán proyectores de intemperie, alimentados a través de un cuadro eléctrico general de obra.
- Si los trabajos requieren iluminación portátil, la alimentación de las lámparas se efectuará a 24 V. Los portátiles estarán provistos de rejilla protectora y de carcasa - mango aislados eléctricamente.
- El taller almacén se ubicará en el lugar señalado en los planos; estará dotado de puerta, ventilación por "corriente de aire" e iluminación artificial en su caso.

5.2. Instalación eléctrica

5.2.1. Normas de prevención tipo para los cables.

- Los hilos tendrán la funda protectora aislante sin defectos apreciables. No se admitirán tramos defectuosos en este sentido.
- Los empalmes provisionales entre mangueras, se ejecutarán mediante conexiones normalizadas estancos antihumedad.
- Los empalmes definitivos se ejecutarán utilizando cajas de empalmes normalizadas estancos de seguridad.

5.2.2. Normas de prevención tipo para los interruptores.

- Se ajustarán expresamente a lo especificado en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- Los interruptores se instalarán en el interior de cajas normalizadas, provistas de puerta de entrada con cerradura de seguridad.
- Las cajas de los interruptores poseerán adherida sobre su puerta una señal normalizada de "peligro, electricidad".

5.2.3. Normas de prevención tipo para los cuadros eléctricos.

- Serán metálicos de tipo para la intemperie, con puerta y cerraja de seguridad (con llave), según Norma UNE-20324.
- Los cuadros eléctricos metálicos tendrán la carcasa conectada a tierra.
- Poseerán adherida sobre la puerta una señal normalizada de "peligro, electricidad".

- Los cuadros eléctricos poseerán tomas de corriente para conexiones normalizadas blindadas para intemperie, en número determinado según el cálculo realizado.

5.2.4. Normas de prevención tipo para las tomas de energía

- Las tomas de corriente de los cuadros se efectuará de los cuadros de distribución, mediante clavijas normalizadas blindadas (protegidas contra contactos directos) y siempre que sea posible, con enclavamiento.
- La tensión siempre estará en la clavija "hembra", nunca en la "macho", para evitar contactos eléctricos directos.

Normas de prevención tipo para la protección de los circuitos.

- La instalación poseerá todos aquellos interruptores automáticos que el cálculo defina como necesarios; no obstante, se calcularán siempre minorando con el fin de que actúen dentro del margen de seguridad.
- Los interruptores automáticos se instalarán en todas las líneas de toma de corriente de los cuadros de distribución y de alimentación.
- Los circuitos generales estarán también protegidos con interruptores.

5.2.5. Normas de prevención tipo para las tomas de tierra.

- El neutro de la instalación estará puesto a tierra.
- Las partes metálicas de todo equipo eléctrico dispondrá de toma de tierra.
- El hilo de toma de tierra, siempre estará protegido con macarrón en colores amarillo y verde. Se prohíbe utilizarlo para otros usos.
- Las tomas de tierra calculadas estarán situadas en el terreno de tal forma, que su funcionamiento y eficacia sea el requerido por la instalación.
- La conductividad del terreno se aumentará vertiendo en el lugar de hincado de la pica agua de forma periódica.
- El punto de conexión de la pica, estará protegido en el interior de una arqueta practicable.

5.2.6. Normas de seguridad tipo, de aplicación durante el mantenimiento y reparaciones de la instalación eléctrica

- El personal de mantenimiento de la instalación será electricista, en posesión del carnet profesional correspondiente.
- Toda la maquinaria eléctrica se revisará periódicamente y en especial, en el momento en el que se detecte un fallo, momento en el que se declarará fuera de servicio.
- La maquinaria eléctrica, será revisada por personal especialista en cada tipo de máquina.
- La ampliación o modificación de líneas, cuadros y asimilables sólo se efectuarán los electricistas.
- Los cuadros eléctricos de distribución, se ubicarán siempre en lugares de fácil acceso.

- Se conectarán a tierra las carcasas de los motores o máquinas (si no están dotados de doble aislamiento), o aislantes por propio material constitutivo.

5.2.7. Normas de actuación para el delegado de prevención, para la supervisión y control de la instalación eléctrica

Se entregarán al Delegado de prevención las normas que debe reunir la instalación eléctrica provisional de obra, tanto en su primera implantación, como en las sucesivas revisiones:

- Las instalaciones serán realizadas por personal especializado.
- Antes de la puesta en marcha de la instalación se procederá a su verificación.
- No se permitirá la manipulación de las instalaciones a personal no especializado.
- No se manipulará ningún equipo bajo tensión.
- Las partes metálicas de todo equipo eléctrico dispondrán de toma de tierra, excepto aquellos equipos que están dotados de doble aislamiento.
- No se permitirán las conexiones a tierra a través de tuberías, armaduras, pilares, etc.
- Se comprobará frecuentemente el buen funcionamiento de las tomas de tierra.
- No se permitirá el tránsito de carretillas y personas sobre mangueras eléctricas, por el peligro que supone el que puedan pelarse y producir contactos directos.
- No se permitirá el tránsito bajo líneas eléctricas de las compañías con elementos longitudinales transportados a hombro (pértigas, regles, escaleras de mano, etc.). La inclinación de la pieza puede llegar a producir el contacto eléctrico directo.
- No permita la anulación del hilo de tierra de las mangueras eléctricas.
- No se emplearán diferenciales de intensidad de defecto superior a 300 mA.
- Se comprobará frecuentemente el funcionamiento de los diferenciales a través del pulsador de prueba.
- Se utilizarán elementos de conexión adecuados.
- No se permitirán las conexiones directas cable - clavija de otra máquina.
- Para la alimentación de las lámparas portátiles, se empleará tensión de 24 V. Así mismo los portátiles estarán provistos de rejilla protectora y de carcasa - mango aislados eléctricamente.

6. Prevención de riesgos profesionales

6.1. Protecciones individuales

El Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, establece las disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

Los “equipos de protección individual” son aquellos destinados a ser llevados o sujetados por el trabajador para que le proteja de uno o varios riesgos que puedan amenazar su seguridad o su salud, así como cualquier complemento o accesorio destinado a tal fin. Los “equipos de protección individual” deberán utilizarse cuando existan riesgos para la seguridad o salud de los trabajadores que no hayan podido evitarse o limitarse suficientemente por medios técnicos de protección colectiva o mediante medidas, métodos o procedimientos de organización del trabajo.

Para la elección de los equipos de protección individual, se ha llevado a cabo el análisis y la evaluación de los riesgos existentes que no puedan evitarse o eliminarse suficientemente por otros medios.

A continuación, se definen los equipos de protección que serán necesarios disponer para la ejecución de esta obra, teniéndose en cuenta la naturaleza y la magnitud de los riesgos de los que deban proteger.

6.1.1. Protección de la cabeza

- Cascos de polietileno, para todas las personas que trabajan en la obra, incluidos visitantes.
- Gafas de seguridad antiproyecciones.
- Gafas antipolvo.
- Mascarillas antipolvo con filtro mecánico recambiable.
- Pantalla contra proyección de partículas.
- Mascarillas filtrantes antipolvo.
- Protectores auditivos.

6.1.2. Protección del cuerpo

- Cinturón de seguridad, cuya clase se adaptará a los riesgos específicos de cada trabajo.
- Cinturón antivibratorio.
- Cinturón porta - herramientas.
- Mosquetones.
- Prendas reflectantes.
- Mandiles de cuero.
- Faja elástica de sujeción de cintura.

6.1.3. Protección extremidades superiores

- Guantes de cuero y goma.
- Guantes de soldador.
- Guantes impermeabilizados.
- Guantes dieléctricos para utilización en baja tensión.
- Manguitos de cuero.

6.1.4. Protección extremidades inferiores

- Botas impermeables al agua y a la humedad.
- Botas dieléctricas aislantes de la electricidad.
- Polainas de soldador.

6.2. Protecciones colectivas

6.2.1. Señalización general

- Señal de STOP en salidas de vehículos.
- Señales de: Obras, Estrechamiento, Limitación velocidad, Prohibición adelantamiento, Fin de prohibición, en todas las zonas afectadas por las obras con paso de vehículos.
- Hitos y cintas de balizamiento.
- Entrada y salida de vehículos.
- Obligatorio el uso del casco, cinturón de seguridad, gafas, mascarilla, protectores auditivos, botas y guantes.
- Riesgo eléctrico, caída de objetos, caída a distinto nivel, maquinaria pesada en movimiento, cargas suspendidas, incendio y explosiones.
- Prohibido apagar con agua.
- Agua no potable.
- Señal de advertencia de peligro indeterminado.
- Riesgo de intoxicación y corrosión.
- Prohibido el paso a toda persona ajena a la obra.
- Prohibido encender fuego, prohibido fumar y prohibido aparcar.
- Señal de dirección, localización y equipo de primeros auxilios.
- Señal informativa de localización y dirección de socorro.
- Señal informativa de localización de botiquín y de extintor.
- Sistema sonoro de alarma.

6.2.2. Instalación eléctrica

- Conductor de protección y pica o placa de puesta a tierra.
- Interruptores diferenciales a 30 mA. de sensibilidad para el alumbrado y de 300 mA. para fuerza.
- Transformadores de seguridad.
- Verificadores de tensión.
- Pórticos limitadores de galíbo para líneas eléctricas.

6.2.3. Pantallas

- Protección contra caída a las zanjas.
- Pantalla de seguridad para soldador eléctrico.

6.2.4. Instalaciones varias

- Válvulas antirretroceso en mangueras.

6.2.5. Protección contra incendios

- Extintores portátiles.

7. Formación

Todo el personal debe recibir al ingresar en la obra, una exposición de los métodos de trabajo y los riesgos que éstos pudieran entrañar, juntamente con las medidas de seguridad que deberá emplear.

Se impartirá formación en materia de seguridad e higiene en el trabajo, al personal de la obra.

Eligiendo al personal más cualificado, se impartirán cursillos de socorrismo y primeros auxilios, de forma que todos los tajos dispongan de algún socorrista.

8. Medicina preventiva y primeros auxilios

8.1.1. Botiquines

Se dispondrá de un botiquín en cada tajo de obra conteniendo el material especificado en la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

8.1.2. Asistencia a accidentados

Se deberá informar al personal de la obra del emplazamiento de los diferentes Centros Médicos (Servicios propios, Mutuas patronales, Mutualidades Laborales, Ambulatorios, etc.) Donde debe trasladarse a los accidentados para su más rápido y efectivo tratamiento.

Para ello se dispondrá en lugares visibles listas con los teléfonos y direcciones de los centros asignados para urgencias, ambulancias, taxis, etc., para garantizar un rápido transporte de los posibles accidentados a los Centros de asistencia.

8.1.3. Reconocimiento médico

Todo el personal que empiece a trabajar en la obra, pasará un reconocimiento médico previo al trabajo, y que será repetido en el período de un año.

9. Prevención de riesgos de daños a terceros

En prevención de posibles accidentes a terceros, se colocarán las oportunas señales de advertencia de salida de camiones y de limitación de velocidad en la carretera en los lugares reglamentarios.

Se señalizarán los accesos naturales a la obra, prohibiéndose el paso a toda persona ajena a la misma, colocándose en su caso, los cerramientos necesarios.

Jaén, Septiembre de 2015

A handwritten signature in black ink, enclosed within a hand-drawn oval. The signature appears to read "Juan Manuel".

Juan Manuel Rodríguez Torres

El alumno



Universidad de Jaén
Escuela Politécnica Superior de Jaén

Estudio con entidad propia 3

Análisis de la rentabilidad de la inversión

Índice

Índice	2
Lista de tablas.....	2
1. Introducción	3
2. VAN.....	3
3. TIR	4
4. Pay-Back.....	5
5. Análisis de la inversión	6
6. Resultados del análisis	6
6.1. Datos	6
6.2. Resultados	7

Lista de tablas

Tabla 1: Costes unitarios por kWp según la potencia instalada.....	6
Tabla 2: Datos para realizar los cálculos de los supuestos.....	7
Tabla 3: Resultados obtenidos	7

1. Introducción

El análisis de viabilidad económica de instalaciones solares fotovoltaicas se realiza teniendo en cuenta que se trata de una inversión a largo plazo.

Una inversión es una operación financiera que se materializa en una serie de ingresos y desembolsos (gastos) que se van produciendo a lo largo de todo el tiempo analizado (para este tipo de proyectos suele ser de 25 años).

El mero transcurrir del tiempo altera el resultado del análisis económico que realicemos. Está claro que no se pueden comparar 1.000 euros actuales con 1.000 euros del año final de la instalación, ya que en ese año el coste del capital tendrá un valor diferente. Además, si colocamos este importe en el mercado de capitales en una cuenta a plazo fijo, por ejemplo, tendremos un capital superior al inicialmente invertido al final del periodo.

Por lo tanto, tendremos que utilizar unas “reglas” que nos permitan movernos por todo este intervalo temporal actualizando los valores de ingresos y gastos al día de hoy. Sólo de esta forma podremos comparar importes heterogéneos de forma objetiva ya que los habremos homogeneizado siguiendo unas reglas razonables.

Los dos instrumentos más utilizados que nos permitirán realizar estas comparaciones son el VAN, el TIR y el PAY-BACK.

Los resultados obtenidos en este anexo son solo aplicables a este proyecto siempre que se cumplan las condiciones de diseño.

2. VAN

El VAN mide el valor actual de todos los ingresos y los costes de una inversión actualizándolos al momento actual. Para realizar esta actualización tendremos que aplicar una tasa de descuento.

La tasa de descuento (k) a utilizar deberá estar relacionada con el coste de oportunidad de la inversión que vayamos a acometer. Para ello, al elegir la tasa de descuento debemos considerar la rentabilidad que esa cantidad nos reportaría en un depósito a plazo fijo. Si el mercado ofrece depósitos al 5%, por ejemplo, esta será la pérdida que tendríamos por invertir en otro proyecto distinto. La tasa de descuento mínima que debemos utilizar en este caso sería del 5%.

Nuestro informe de viabilidad económica siempre deberá justificar el por qué se emplea una determinada tasa de descuento. Lo más recomendable será emplear un valor conservador, teniendo en cuenta que a medida que vayamos incrementando la tasa de descuento de un proyecto irá disminuyendo el valor del VAN.

De forma alternativa el cálculo de la tasa de descuento para los distintos sectores renovables puede que no sea necesario. Esto es así porque las asociaciones empresariales del sector pueden negociar con el ejecutivo una tasa de descuento

razonable para los proyectos que van a acometer. Recordemos que las tarifas que cobran los productores de energía eléctrica por fuentes renovables, se fijarán previamente y esta tarifa tendrá como objetivo garantizar una rentabilidad razonable al productor. Cuando este hecho ocurre el sector podrá utilizar una tasa de descuento que se denominará WACC del sector, que será fija. En el caso de España esta tasa oscila entre el 7 y el 9%.

Un VAN positivo nos indicará que es interesante llevar a cabo el proyecto. Si el VAN es negativo el proyecto no será interesante desde un punto de vista económico.

Si el VAN resulta ser cero, no obtendríamos beneficio adicional y si es negativo perderíamos dinero en relación a la rentabilidad que nos ofrecería un plazo fijo, por el importe negativo obtenido tras el cálculo del VAN.

El VAN se calculará teniendo en cuenta la siguiente expresión:

(1)

$$VAN = -A + \frac{Q_1}{(1+K)} + \frac{Q_2}{(1+K)^2} + \dots + \frac{Q_n}{(1+K)^n} = -A + \sum_{i=1}^n \frac{Q_i}{(1+K)^i}$$

Siendo:

A	Costo del proyecto o desembolso inicial.
C_i	Cobros o flujos de entrada de caja que se esperan recibir al final de cada período.
P_i	Pagos o salidas de caja previstas al final de cada período.
Q_i	Flujo Neto de Caja de cada período ($Q_i = C_i - P_i$).
n	Duración u horizonte temporal del proyecto.
K	Tipo de descuento o coste de capital de la empresa.

3. TIR

Para poder realizar un análisis más detallado de la rentabilidad de una inversión en energía solar fotovoltaica debemos realizar el cálculo del TIR (tasa interna de rentabilidad) de nuestro proyecto.

Mediante el TIR calculamos la tasa de descuento que hace el VAN cero. Por lo tanto, si el TIR es mayor al tipo de descuento el proyecto será interesante desde un punto de vista económico. Si no es así deberemos rechazar el proyecto.

(2)

$$VAN = 0 = -A + \sum_{t=1}^n \frac{Q_t}{(1+r)^t}$$

Entre varios proyectos alternativos de inversión se elegirá aquel que presente un TIR más elevado.

Supongamos ahora otro proyecto (PROYECTO A) que implicará un desembolso económico en el momento inicial (C_0) y unos beneficios empresariales durante los próximos cuatro años, como se detallan en la tabla 1. Además compararemos este proyecto con el (PROYECTO B). Este segundo proyecto no es más que colocar la inversión inicial prevista, 200 euros, en un plazo fijo a interés compuesto a cuatro años.

4. Pay-Back

El período de recuperación o Pay-Back de una inversión es el tiempo necesario para que las entradas de caja generadas por la inversión hasta ese momento anulen las salidas que ésta ha generado.

Para calcular el Pay-Back podemos elegir dos métodos distintos, siendo igual de válidos.

- A) Si todos los flujos de caja (Q) son iguales entre sí, podemos utilizar la siguiente expresión:

(3)

$$P = \frac{A}{Q}$$

- B) Si los flujos de caja fueran diferente para cada año, debemos sumar dichos flujos hasta que el valor alcanzado sea igual o superior a la inversión, tal que:

(4)

$$\sum_{i=1}^n Q_i = A$$

Siendo n el Pay-Back.

5. Análisis de la inversión

Se considerará favorable la inversión de la instalación si se cumplen los tres siguientes criterios:

- **Criterio del VAN:** Se considerará favorable este criterio si el VAN calculado es mayor que 0.
- **Criterio del TIR:** Se considerará favorable este criterio cuando el TIR calculado sea superior o igual a la tasa de descuento (k) exigida.
- **Criterio del Pay-Back:** Se considerará favorable este criterio cuando el retorno de la inversión sea inferior o igual a la vida útil de la instalación.

6. Resultados del análisis

Para comprobar la viabilidad de la instalación se han considerado dos supuestos, uno de una instalación de 66 kW y otro de 100 kW, que compararemos.

6.1. Datos

Los datos de partida para el inicio del cálculo son los siguientes:

$$\text{Tasa de descuento } (k) = 8\%$$

Se ha elegido un valor intermedio como tasa de descuento, redondeando hacia el lado conservador.

Los datos del precio aproximado de la instalación se han obtenido de la siguiente tabla, obtenida de forma empírica.

Potencia instalada (kWp)	Coste kWp (€/kWp)
$0 < P \leq 10$	2100
$10 < P \leq 20$	1950
$20 < P \leq 50$	1800
$50 < P \leq 100$	1600

Tabla 1: Costes unitarios por kWp según la potencia instalada

Para el cálculo se considerará que los flujos de caja son constantes, de manera que el análisis será mucho más conservador que lo que nos presenta la realidad.

El horizonte de la inversión se considerará de 20 años, aunque la vida útil de la instalación se estima que sea 25 años.

6.2. Resultados

Así, según lo calculado en el Anexo I, obtenemos las siguientes aproximaciones económicas:

	66 kWp	100 kWp
Beneficio neto anual	10.915,13 €	16.475,98 €
Inversión total	105.600,00 €	160.000,00 €
Horizonte inversión	20 años	20 años

Tabla 2: Datos para realizar los cálculos de los supuestos

Utilizando los instrumentos que nos proporciona el software “Microsoft Excel” obtenemos los siguientes resultados:

	66 kWp	100 kWp
VAN	1.566,39 €	1.763,57 €
TIR	8%	8%
Pay-Back (años)	10	10

Tabla 3: Resultados obtenidos

Según los resultados de la tabla 3 y los criterios marcados en el capítulo 5 del presente documento, comprobamos que:

- Las dos instalaciones son rentables
- Como se había predicho en el documento Anexo I, a mayor potencia contratada, mayor rentabilidad de la instalación.

Jaén, Septiembre de 2015

Juan Manuel Rodríguez Torres



El alumno