



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Escuela Politécnica Superior

Trabajo Fin de Grado

INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CONECTADA A LA RED PARA EMPRESA DE SEGURIDAD EN GRANADA

Alumno: Julio Martín-Ambel Llaveró

Tutor: Prof. D. Jesús de la Casa Hernández
Dpto: Departamento de Ingeniería Eléctrica

Septiembre, 2022



Universidad de Jaén
Escuela Politécnica Superior de Jaén
Ingeniería electrónica industrial

Don Jesús de la Casa Hernández, tutor del Proyecto Fin de Grado titulado: **Instalación fotovoltaica conectada a la red para empresa de seguridad en Granada**, que presenta Julio Martín-Ambel Llaveró, autoriza su presentación para defensa y evaluación en la Escuela Politécnica Superior de Jaén.

Jaén, Septiembre de 2022.

El alumno:

Firma manuscrita del alumno, Julio Martín-Ambel Llaveró, en tinta negra.

Los tutores:

Julio Martín-Ambel Llaveró
Jesús de la Casa Hernández

ÍNDICE DE TABLAS	7
ÍNDICE DE GRÁFICOS	7
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	7
MEMORIA.....	9
1 INTRODUCCIÓN	10
2 OBJETO DEL PROYECTO.....	12
3 LOCALIZACIÓN.....	12
4 ANTECEDENTES.....	12
5 ALCANCE.....	12
6 NORMATIVA, REGLAMENTACIÓN Y DISPOSICIONES OFICIALES.....	12
7 DEFINICIONES Y ABREVIATURAS.....	13
8 REQUISITOS DE DISEÑO	14
9 CARACTERÍSTICAS DE LA EMPRESA DE SEGURIDAD PRIVADA.....	15
10 POTENCIA DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO	15
11 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN	15
11.1.1 MÓDULO FOTOVOLTAICO	15
11.1.2 GENERADOR FOTOVOLTAICO	16
11.2 INVERSOR	16
11.3 INSTALACIÓN Y CONEXIONADO	18
11.4 ELEMENTOS DE PROTECCIÓN Y MEDIDA.....	18
11.4.1 CABLEADO Y LÍNEA GENERAL	19
11.4.2 PROTECCIONES DE LA RED DE C.C.....	19
11.4.3 PROTECCIONES FRENTE A SOBRETENSIONES	20
11.4.4 RED DE C.A.	21
11.5 TOMA DE TIERRA.....	22
11.6 MÓDULO DE MEDIDA Y CONTADOR.....	22
12 CANALIZACIONES.....	22
12.1 SISTEMA DE INSTALACIÓN ADOTADO.....	23
13 CONEXIÓN AL CUADRO GENERAL	23
Bibliografía	24
ANEXO I (DETERMINACIÓN DE LA POTENCIA FOTOVOLTAICA)	26
1 POTENCIAL FOTOVOLTAICO DEL EDIFICIO	27
2 RESTRICCIONES LEGALES	27
3 VALOR DE LA POTENCIA ÓPTIMA	27
3.1 COBERTURA FRENTE A POTENCIA.....	27
3.2 PRECIO DEL kWh CONSUMIDO A LO LARGO DE LA VIDA ÚTIL DE LA INSTALACIÓN	28
3.2.1 COSTE DE VENTA Y COMPRA DE ENERGÍA.....	28
3.2.2 COSTE DEL kWp INSTALADO	29

3.2.3 PRECIO DEL kWh INYECTADO A LA RED	29
3.2.4 PRODUCCIÓN FOTOVOLTAICA.....	29
3.2.5 POTENCIA ÓPTIMA DE INSTALACIÓN	30
ANEXO II (CÁLCULOS).....	32
1 PRODUCTIVIDAD HORARIA FOTOVOLTAICA	33
2 DATOS DE GENERACIÓN PARA POTENCIA ÓPTIMA.....	34
3 CONSUMO, GENERACIÓN, INYECCIÓN A RED Y AUTOCONSUMO	35
4 COMPROBACIÓN DE TENSIONES EXTREMAS EN EL GENERADOR.....	35
5 INCLINACIÓN Y SEPARACIÓN DE MÓDULOS EN SUPERFICIE HORIZONTAL.....	36
6 CÁLCULO DE CONDUCTORES	37
6.1 RED DE C.C.....	37
6.1.1 COMPROBACIÓN POR DENSIDAD DE CORRIENTE.....	38
6.1.2 COMPROBACIÓN POR CAÍDA DE Tensión.....	38
6.2 RED DE CORRIENTE ALTERNA	38
6.2.1 INTENSIDADES	39
6.2.2 COMPROBACIÓN POR CAÍDA DE Tensión EN C.A.	39
7 INTENSIDAD NOMINAL DE MAGNETOTÉRMICOS DE PROTECCIÓN DE STRINGS	40
ANEXO III (DATOS DE CONSUMO HORARIO).....	42
ANEXO IV (MATERIALES).....	50
ANEXO V (DATOS DE RADIACIÓN Y TEMPERATURA)	58
1 TEMPERATURA ANUAL	59
2 RADIACIÓN	59
ANEXO VI (PLANOS).....	65
PLIEGO DE CONDICIONES	72
1 CONDICIONES GENERALES	73
1.1 OBJETO DE ESTE PLIEGO	73
1.2 DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS	73
1.3 DOCUMENTO QUE DEFINEN LAS OBRAS	73
2. DISPOSICIONES VIGENTES.....	73
3. CARACTERÍSTICAS Y CALIDAD DE LOS MATERIALES.....	74
3.1 ESTRUCTURAS METÁLICAS	74
3.2 GENERADOR FOTOVOLTAICO	74
3.2.1 GENERALIDADES	74
3.2.2 MÓDULOS FOTOVOLTAICOS.....	74
3.2.3 INVERSOR	75
3.2.4 RED DE CORRIENTE CONTINUA.....	75
3.2.5 PUESTA A TIERRA	75
4 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS	76
5 ENSAYO Y PRUEBAS DE RECEPCIÓN	76
ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	79

1	NORMATIVA	80
1.1	INTRODUCCIÓN	81
1.2	DERECHOS Y OBLIGACIONES	81
1.2.1	DERECHO A LA PROTECCIÓN FRENTE A LOS RIESGOS LABORALES	81
1.2.2	PRINCIPIOS DE LA ACCIÓN PREVENTIVA	82
1.2.3	EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS	82
1.2.4	EQUIPOS DE TRABAJO Y MEDIOS DE PROTECCIÓN	83
1.2.5	INFORMACIÓN, CONSULTA Y PARTICIPACIÓN DE LOS TRABAJADORES	84
1.2.6	FORMACIÓN DE LOS TRABAJADORES	84
1.2.7	MEDIDAS DE EMERGENCIA	84
1.2.8	RIESGO GRAVE E INMINENTE	84
1.2.9	VIGILANCIA DE LA SALUD	84
1.2.10	DOCUMENTACIÓN	84
1.2.11	COORDINACIÓN DE ACTIVIDADES EMPRESARIALES	85
1.2.12	PROTECCIÓN DE TRABAJADORES ESPECIALMENTE SENSIBLES A DETERMINADOS RIESGOS	85
1.2.13	PROTECCIÓN DE LA MATERNIDAD	85
1.2.14	PROTECCIÓN DE LOS MENORES	85
1.2.15	OBLIGACIÓN DE LOS TRABAJADORES EN MATERIA DE PREVENCIÓN DE RIESGOS	85
1.3	SERVICIOS DE PREVENCIÓN	86
1.3.1	PROTECCIÓN Y PREVENCIÓN DE RIESGOS NATURALES	86
1.3.2	SERVICIOS DE PREVENCIÓN	86
1.4	CONSULTA Y PARTICIPACIÓN DE LOS TRABAJADORES	86
1.4.1	CONSULTA DE LOS TRABAJADORES	86
1.4.2	DERECHOS DE PARTICIPACIÓN Y REPRESENTACIÓN	87
1.4.3	DELEGADOS DE PREVENCIÓN	87
2	DISPOSICIONES MÍNIMAS EN MATERIA DE SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO	87
2.1	INTRODUCCIÓN	87
2.2	OBLIGACIÓN GENERAL DEL EMPRESARIO	88
3	DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD SALUD PARA LA UTILIZACIÓN POR LOS TRABAJADORES DE LOS EQUIPOS DE TRABAJO	88
3.1	INTRODUCCIÓN	88
3.2	OBLIGACIÓN GENERAL DEL EMPRESARIO	89
3.2.1	DISPOSICIONES MÍNIMAS GENERALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJOS	89
3.2.2	DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LA MAQUINARIA HERRAMIENTA	90
4	DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD RELATIVAS A LA UTILIZACIÓN POR LOS TRABAJADORES DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL	91
4.1	INTRODUCCIÓN	91

4.2 OBLIGACIONES GENERALES DEL EMPRESARIO	91
4.2.1 PROTECTORES DE LA CABEZA	91
4.2.2 PROTECTORES DE MANOS Y BRAZOS	91
4.2.3 PROTECCIÓN DE PIÉS Y PIERNAS	91
4.2.4 PROTECTORES DEL CUERPO	92
PRESUPUESTO	94
ESTUDIO ECONÓMICO	99
0 INTRODUCCIÓN	100
1 ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA-FINANCIERA	100
1.1 DATOS DE PARTIDA	100
2 ANÁLISIS ECONÓMICO	101
3 CONCLUSIÓN	101

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Evolución de la potencia instalada de energía (MW).	12
Tabla 2. Parámetros eléctricos del módulo solar empleado.	16
Tabla 3. Dimensiones del módulo.	16
Tabla 4. Datos técnicos del generador fotovoltaico.	16
Tabla 5. Características técnicas inversor.	17
Tabla 6. Tipo de cableado.	19
Tabla 7. Características descargador de sobretensiones C.C.	20
Tabla 8. Características sobreintensidades C.C.	20
Tabla 9. Características sobretensiones C.A.	21
Tabla 10. Características magnetotérmico C.A.	21
Tabla 11. Características interruptor automático diferencial.	21
Tabla 12. Cobertura frente a potencia del generador.	28
Tabla 13. Porcentaje ingreso de la energía vertida a red.	29
Tabla 14. Valores de PR por meses.	33
Tabla 15. Producción energética (W) horaria.	34
Tabla 16. Producción horaria del kWh del GFV (15,015 kWp), inclinación 30° y acimut 180°.	34
Tabla 17. Consumo total de la instalación (kWh), generación (kWh), inyección a red (kWh) y autoconsumo (kWh).	35
Tabla 18. Rango de voltaje de entrada del inversor para trabajo.	36
Tabla 19. V para Tª mínima.	36
Tabla 20. V para Tª máxima.	36
Tabla 21. Porcentaje energía colectada según inclinación.	37
Tabla 22. Intensidad en cableado.	37
Tabla 23. Intensidad y longitud de cable para cada string.	38
Tabla 24. Consumo enero.	43
Tabla 25. Consumo febrero.	43
Tabla 26. Consumo marzo.	44
Tabla 27. Consumo abril.	44
Tabla 28. Consumo mayo.	45
Tabla 29. Consumo junio.	45
Tabla 30. Consumo julio.	46
Tabla 31. Consumo agosto.	46
Tabla 32. Consumo septiembre.	47
Tabla 33. Consumo octubre.	47
Tabla 34. Consumo noviembre.	48
Tabla 35. Consumo diciembre.	48
Tabla 36. Datos de partida estudio económico.	100
Tabla 37. Datos explotación.	100
Tabla 38. Datos económicos de la instalación.	101
Tabla 39. VAN y TIR.	101

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfica 1. Porcentaje de energía renovable frente a tiempo.	11
Gráfica 2. Precio medio (€) frente a potencia instalada (kW).	28
Gráfica 3. Precio del MWh en el último año. Fuente: Highcharts.	29
Gráfica 4. Energía mensual producida. Fuente: PVGIS.	30
Gráfica 5. Producción energética (kW) horaria en mes de máxima producción.	35
Gráfica 6. Producción energética (kW) horaria en mes de mínima producción.	35
Gráfica 7. Tª media anual. Fuente: PVGIS.	59
Gráfica 8. Irradiancia enero.	59
Gráfica 9. Irradiancia febrero.	59
Gráfica 10. Irradiancia marzo.	60
Gráfica 11. Irradiancia abril.	60

Gráfica 12. Irradiancia mayo.....	60
Gráfica 13. Irradiancia junio.	61
Gráfica 14. Irradiancia julio.	61
Gráfica 15. Irradiancia agosto.	61
Gráfica 16. Irradiancia septiembre.	62
Gráfica 17. Irradiancia octubre.....	62
Gráfica 18. Irradiancia noviembre.....	62
Gráfica 19. Irradiancia diciembre.....	63

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Conexión descargador sobretensiones.	20
---	----

TRABAJO FIN DE GRADO

INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CONECTADA A LA RED PARA EMPRESA DE SEGURIDAD EN GRANADA

MEMORIA

1 INTRODUCCIÓN

El presente Proyecto tiene por objeto el definir y justificar las condiciones técnicas, reglamentarias y de ejecución de las actuaciones de una **INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CONECTADA A LA RED PARA EMPRESA DE SEGURIDAD EN GRANADA**.

En la actualidad la industria cuenta con un suministro eléctrico para satisfacer las necesidades de su actividad. Dicho suministro es proporcionado por la red de distribución de la compañía eléctrica.

Con objeto de reducir el coste económico supuesto por el consumo derivado de los equipos e instalaciones, la propiedad decide realizar una optimización y mejora de la instalación eléctrica mediante una instalación solar fotovoltaica, que sirva como suministro eléctrico de apoyo. Por ello este proyecto sirve:

- De base técnica a las instalaciones a que se refiere.
- Como documento descriptivo, para que mediante su presentación ante los Organismos competentes, obtener los permisos necesarios para su legalización.
- Como cumplimiento de la legislación vigente para la seguridad de las personas y las cosas.

En el aspecto fotovoltaico español los próximos ocho años se deben de ajustar al Plan Nacional Integrado de Energía y Clima de España, el cual fue aprobado en 22 de febrero de 2019 por el Consejo de Ministros. A ello hay que añadir que la Comisión Europea actualizó el 28 de noviembre de 2018 su visión estratégica a largo plazo (“Un planeta limpio para todos” COM (2018) 773 final), a fin de que la Unión Europea alcance una economía próspera, moderna, competitiva y climáticamente neutra en 2050. Al objeto de conseguir estos objetivos de forma coordinada entre todos los Estados miembros de la UE el “paquete de invierno” recoge un Reglamento de Gobernanza.

El mismo establece el procedimiento de planificación para cumplir los objetivos y metas, garantizando la coherencia, comparabilidad y transparencia de la información presentada a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) y al Acuerdo de París. En concreto, la UE demanda a cada Estado miembro la elaboración de un Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030 (PNIEC). Los PNIEC presentados por cada Estado miembro servirán a la Comisión para determinar el grado de cumplimiento conjunto y establecer actuaciones para corregir posibles desvíos.

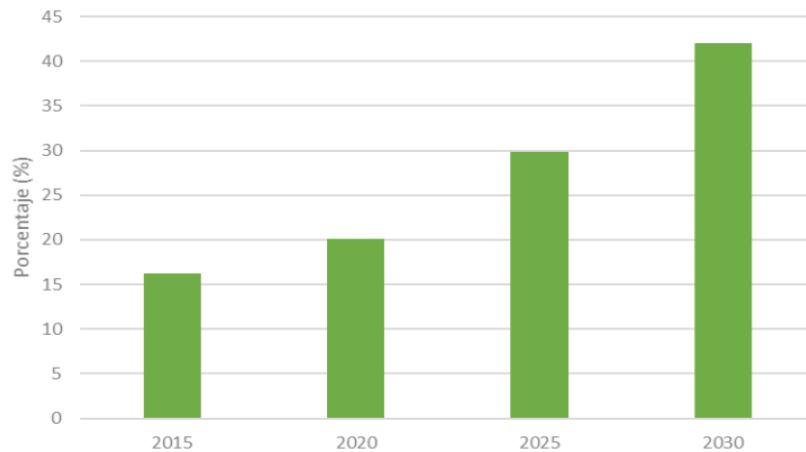
El Reglamento define, a su vez, un proceso iterativo entre la Comisión y los Estados miembros con vistas a la finalización de los Planes en 2019 y su posterior aplicación. Incluye un calendario de actualización de los Planes cada cinco años y establece que los Estados miembros deberán presentar cada dos años informes de progreso (el primero de los cuales se elaborará antes del 15 de marzo de 2023).

Finalmente, establece garantías para la continuidad del Plan más allá del 2030 mediante la elaboración de una Estrategia de Bajas Emisiones a Largo Plazo (2050). Este PNIEC tiene como objetivo alcanzar ciertos resultados para el año 2030:

- 23% de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) respecto a 1990.
- 42% de renovables sobre el uso final de la energía.
- 39,5% de mejora de la eficiencia energética.

- 74% de energía renovable en la generación eléctrica.

Estos resultados permitirán avanzar hacia el cumplimiento del objetivo a más largo plazo que ha guiado la elaboración de este Plan que es alcanzar la neutralidad de emisiones de GEI de España en 2050, en coherencia con las posiciones adoptadas por la Comisión Europea y la mayoría de los Estados miembros. Este objetivo supone la reducción de, al menos, un 90% de las emisiones brutas totales de gases de efecto invernadero (GEI) respecto a 1990 para 2050. Además, se persigue alcanzar para esa fecha un sistema eléctrico 100% renovable.



Gráfica 1. Porcentaje de energía renovable frente a tiempo.

Tres de cada cuatro toneladas de GEI se originan en el sistema energético, por lo que su descarbonización es clave para alcanzar los objetivos del presente Plan. A fin de lograr este objetivo es necesaria una transición desde los combustibles fósiles a la eficiencia y las energías renovables. Además, es necesario electrificar una parte importante de la demanda térmica y del transporte.

Como resultado de las medidas contempladas en este Plan encaminadas a la reducción del uso de combustibles fósiles y a la promoción de las fuentes de energías renovables en los tres usos de la energía – transporte, calefacción, refrigeración y electricidad las renovables alcanzan en 2030 el 42% del uso final de energía. A continuación en la siguiente tabla se muestra el desarrollo a conseguir con la puesta en marcha de este PNIEC.

Tabla 1. Evolución de la potencia instalada de energía (MW).

Parque de generación del Escenario Objetivo (MW)				
Año	2015	2020*	2025*	2030*
Eólica (terrestre y marítima)	22.925	28.033	40.633	50.333
Solar fotovoltaica	4.854	9.071	21.713	39.181
Solar termoelectrónica	2.300	2.303	4.803	7.303
Hidráulica	14.104	14.109	14.359	14.609
Bombeo Mixto	2.687	2.687	2.687	2.687
Bombeo Puro	3.337	3.337	4.212	6.837
Biogás	223	211	241	241
Otras renovables	0	0	40	80
Biomasa	677	613	815	1.408
Carbón	11.311	7.897	2.165	0
Ciclo combinado	26.612	26.612	26.612	26.612
Cogeneración	6.143	5.239	4.373	3.670
Fuel y Fuel/Gas (Territorios No Peninsulares)	3.708	3.708	2.781	1.854
Residuos y otros	893	610	470	341
Nuclear	7.399	7.399	7.399	3.181
Almacenamiento	0	0	500	2.500
Total	107.173	111.829	133.802	160.837

2 OBJETO DEL PROYECTO

El objeto del presente trabajo es el diseño y dimensionamiento de un SFCR, centrándose en el diseño de la tecnología, el dimensionamiento y la configuración buscando obtener la solución óptima en seguridad y economía.

También es objeto de este proyecto servir como documento necesario para superar la asignatura Trabajo Fin de Grado.

3 LOCALIZACIÓN

Las actuaciones recogidas en este proyecto se localizan en la cubierta de la empresa de seguridad privada “ELECTRÓNICA RODYCH”, situada en el polígono El Florío, Avenida El Florío sn (Granada).

Las coordenadas UTM de la instalación son:

Coordenada X = 443649,5. Coordenada Y = 4116772,2. Huso: 30S

4 ANTECEDENTES

La empresa Rodych Seguridad trata de reducir el gasto en energía además de contribuir de manera directa al uso de energías limpias.

Destacar que este proyecto tiene como objetivo principal superar la asignatura de Trabajo Fin de Grado y concluir el grado de Ingeniería Electrónica Industrial.

5 ALCANCE

El alcance de este proyecto trata el diseño del generador fotovoltaico en la terraza del edificio de la empresa solicitante, su conexión a la red de baja tensión y su protección.

6 NORMATIVA, REGLAMENTACIÓN Y DISPOSICIONES OFICIALES

En el desarrollo de este proyecto se ha respetado la siguiente legislación oficial:

- Ley 22/2013 de 26 de diciembre del Sector Eléctrico.

- Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- 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.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Especificación AENOR EA 0038. Cables eléctricos de utilización en circuitos de sistemas fotovoltaicos.
- Real Decreto 1164/2001, por el que se establecen tarifas de acceso a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica.
- Orden IET/2444/2014, de 19 de diciembre, por la que se determinan los peajes de acceso de energía eléctrica para 2015.
- Normas UNE que sean de aplicación.
- Normas particulares de Sevillana-Endesa.
- R.D. 1627/97 Real Decreto sobre disposiciones mínimas en materia de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción.
- Ley 31/1995 Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Estructuras de acero en Edificación, EA-95.
- Acciones en la Edificación, AE-88.
- Código Técnico de la Edificación, 2006.

7 DEFINICIONES Y ABREVIATURAS

C.A.: corriente alterna.

A.T.: alta tensión.

B.T.: baja tensión.

C.C.: corriente continua.

E_{ca} : energía en alterna generada por el sistema fotovoltaico.

CEM: condiciones estándar de medida.

G_{STC} : irradiancia en condiciones estándar.

G : irradiancia global.

G_d : irradiancia difusa.

H : irradiación global.

I_G : corriente del generador.

I_M : corriente del módulo.

I_{MPM} :	corriente del punto de máxima potencia del módulo.
I_{SCM} :	corriente de cortocircuito del módulo.
I_{SCG} :	corriente de cortocircuito del generador.
I_{MPG} :	corriente del punto de máxima potencia del generador.
N_{mp} :	número de módulos en paralelo del generador fotovoltaico.
N_{ms} :	número de módulos en serie del generador fotovoltaico.
PCB:	circuito impreso.
P_{ca} :	potencia a la salida del inversor en corriente alterna.
P_{cc} :	potencia a la entrada del inversor en corriente continua.
P_G :	potencia del generador.
PR:	factor de comportamiento (Performance Ratio).
P_{MG} :	potencia del punto de máxima potencia del generador.
P_{MM} :	potencia del punto de máxima potencia del módulo.
P1:	periodo tarifario 1.
P2:	periodo tarifario 2.
P3:	periodo tarifario 3.
T_a :	temperatura ambiente.
TONC:	temperatura de operación nominal de la célula.
UTP:	par trenzado no blindado.
V_G :	tensión del generador.
V_M :	tensión del módulo.
V_{MPM} :	tensión del punto de máxima potencia del módulo.
V_{MPG} :	tensión del punto de máxima potencia del generador.
V_{OCG} :	tensión de circuito abierto del generador.
V_{OCM} :	tensión de circuito abierto del módulo.
η :	rendimiento del inversor.

8 REQUISITOS DE DISEÑO

Para el diseño de la instalación, se ha tenido que tener en cuenta lo siguiente:

- El inversor no debe superar los 100 kW de potencia máxima, acorde con el apartado 2 del R. D. 1699/201.
- Consumo eléctrico horario de las instalaciones de la empresa en el año comprendido entre abril del año 2021 y el mes de abril del año 2022.
- Área máxima en la que se permite instalar los módulos fotovoltaicos.

9 CARACTERÍSTICAS DE LA EMPRESA DE SEGURIDAD PRIVADA

Tal y como se refleja en el punto 3, la empresa se sitúa en Granada, en el polígono industrial El Florío. La zona elegida para la instalación es una zona totalmente libre de sombras, el área es de 291 metros cuadrados, superficie inferior a la que utilizaremos para la instalación de los módulos fotovoltaicos, los cuales se instalarán con orientación sur e inclinados 30°. El potencial fotovoltaico de la cubierta es de 133.67 kWp, por lo que no tenemos ningún inconveniente en superficie. Cabe destacar las características del consumo de la empresa, las cuales vienen detalladas en el anexo 3 “CARACTERÍSTICAS DEL CONSUMO” donde se muestran los consumos horarios. El suministro tiene tarifa 2.0 TD. En la siguiente tabla se muestran los precios tarifarios:

- P1=0,360051 €.
- P2=0,366376 €.
- P1=0,269426 €.

10 POTENCIA DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO

La potencia será de 15,015 kWp, la cual está detallada en el Anexo 1 donde determinamos la potencia fotovoltaica teniendo en cuenta dos aspectos, cobertura frente a potencia y precio medio frente a precio.

11 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

La instalación solar fotovoltaica está compuesta de un único generador de 15,015 kWp, éste a su vez está constituido por 33 módulos divididos en dos líneas, una de 17 módulos y otra de 16 módulos resultando una potencia total de 15,015 kWp en C.C., están conectadas a un inversor con una salida C.A. de 20 kW máximo.

11.1 DESCRIPCIÓN DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO

11.1.1 MÓDULO FOTOVOLTAICO

El generador fotovoltaico dispone de 33 módulos fotovoltaicos de la empresa productora de módulos fotovoltaicos JA SOLAR, siendo el modelo elegido el JAM78S10-455/MR. A continuación listamos las certificaciones del modelo empleado:

- IEC 61215, IEC 61730.
- ISO 9001: 2015 Quality management systems.
- ISO 14001: 2015 Environmental management systems.
- OHSAS 18001: 2007 Occupational health and safety management systems.
- IEC TS 62941: 2016 Terrestrial photovoltaic (PV) modules – Guidelines for increased confidence in PV module design.

Estos módulos están formados por 156 células monocristalinas distribuidas en 6*26 mediante tecnología PERC. Parámetros eléctricos del módulo en condiciones ideales y dimensiones:

Tabla 2. Parámetros eléctricos del módulo solar empleado.

P_{max} (W)	455
V_{oc} (V)	53,87
I_{mpm} (A)	9,93
V_{mpm} (V)	45,83
I_{sc} (A)	10,56
Coeficiente de variación de V_{ocm} con T^a (V/°C)	-0,272%
Coeficiente de variación de I_{scm} con T^a (A/°C)	0,044%

Tabla 3. Dimensiones del módulo.

Longitud (mm)	2180
Ancho (mm)	996
Profundidad de la caja de conexión (mm)	40
Peso (kg)	24,6
Longitud cable del terminal positivo y negativo (mm)	1200
Sección latiguillos(mm2)	4

11.1.2 GENERADOR FOTOVOLTAICO

Esta instalación depende de un único generador fotovoltaico. Características en la tabla.

Tabla 4. Datos técnicos del generador fotovoltaico.

Nº total de módulos	33
Nº de módulos en serie	17/16
Nº de módulos en paralelo	0
Potencia máxima (kW)	15,015
Tensión de máxima potencia V_{mpg} (V)	1512,39
Corriente de máxima potencia I_{mpg} (A)	19,86
Tensión de circuito abierto V_{ocg} (V)	1777,71
Corriente de cortocircuito I_{sc} (A)	21,12

11.2 INVERSOR

El inversor Huawei SUN2000-20KTL de conexión a red está preparado para ser instalado en negocios o viviendas que son alimentadas con corriente trifásica. Este inversor es un modelo de potencia media dentro de la gama de inversores trifásicos Huawei de conexión a red.

El inversor Huawei SUN2000-20KTL cuenta con una potencia de 20.000 W y 22.000 VA, así como una salida de 33,5 A de intensidad máxima. Los 2 MPPT que incorpora el inversor Huawei SUN2000-20KTL se caracterizan por trabajar a un rango de tensión entre 160 V y 950 V y por contar con 2 entradas para cada uno de los reguladores.

El inversor Huawei SUN2000-20KTL incorpora 2 MPPT que permiten la instalación de los paneles en dos grupos de forma que cada uno de ellos se pueda instalar con diferente inclinación o con características eléctricas distintas.

Gracias a estos MPPT integrados, el inversor Huawei SUN2000-20KTL maximiza la eficiencia de los paneles solares de forma que se saca el máximo partido a los paneles solares instalados en función de la radiación solar que estén recibiendo. Algunas de las prestaciones adicionales que ofrece el inversor Huawei SUN2000-20KTL es que cuenta con seccionador de C.C., protección anti-isla, contra sobreintensidad de corriente alterna y contra polaridad inversa de C.C.

Mediante la monitorización a través de la plataforma de huawei FusionSolar, podremos saber el rendimiento del sistema en cada momento. Este inversor es capaz de trabajar entre -25 °C y 60 °C y cuenta con protección IP65.

Tabla 5. Características técnicas inversor.

Potencia C.C. máxima	30 kW
Rango V_{MPPT}	160 V - 900 V
Max V entrada C.C.	1080 V
Max I entrada C.C.	22 A
Potencia salida C.A.	20 kW
Tensión de salida	400 V
Frecuencia	50 Hz
Elementos de operación	Interruptor de C.A.
Eficiencia	98,65%
Rango de T°	-25 °C a 60 °C
Grado de protección	IP65

Deberán cumplir las normas establecidas en la directiva EMC EN 61000; directiva de baja tensión EN 62109, la normativa establecida en el RD 1699/2011 por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia y el RD 661/2007.

Este inversor incorpora una unidad de monitorización de corriente residual (en inglés RCMU: Residual Current Monitoring Unit), sensible a todas las corrientes de fuga, que actúa con un umbral de respuesta de 30 mA. Los relés de corriente alterna desconectan de forma segura la red en caso de fallo. Disponen además de un dispositivo de control de aislamiento y un detector de tierra en el lado de la corriente continua, antes de la conexión a red.

Estas funciones han sido probadas y certificadas según la norma DIN V VDE V 0126-1-1:2006.

La corriente continua inyectada en la red de distribución por el inversor es inferior al 0,5% del valor eficaz de la corriente nominal de salida, medida tal como indica la “Nota de interpretación de equivalencia de la separación galvánica”.

El tiempo de reconexión de los inversores es de al menos 3 minutos conforme a la norma IEC 61727:2001, una vez que los parámetros de la red vuelven a estar dentro de los márgenes permitidos. No existe la posibilidad de que los usuarios puedan modificar los valores de ajuste de las protecciones mediante software. Los equipos disponen de protección frente al funcionamiento en isla.

Bases de certificación:

RD1699:2011, RD661:2007, RD413:2014, DIN V VDE V 0126-1-1:2006 (seguridad funcional,

monitorización de corriente residual), nota de interpretación técnica de la equivalencia de la separación galvánica de la conexión de instalaciones generadoras en baja tensión.

El concepto de seguridad de un producto representativo de los mencionados arriba, corresponde, en el momento de la emisión de este certificado, a las especificaciones válidas de seguridad para el empleo especificado conforme a la normativa vigente.

11.3 INSTALACIÓN Y CONEXIONADO

El montaje de los módulos se hará con inclinación 30°, apoyado en una estructura de aluminio. Con este sistema el panel quedará totalmente fijado al suelo sin peligro de desplazamiento o arranque. El conexionado de la línea C.C. de los módulos, se realizará en dos strings diferenciados. La interconexión entre módulos del mismo string, irá dotada de conectores MC4 (IP65), para evitar pérdidas por arco eléctrico en C.C. Dichas líneas, irán directamente conectadas con el mismo sistema, a la entrada MPPT correspondiente del equipo inversor.

11.4 ELEMENTOS DE PROTECCIÓN Y MEDIDA

Los elementos de protección, maniobra y medida se prevén de acuerdo al Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. En cuanto a la protección y maniobra se distinguen dos partes: aguas arriba del inversor, donde la corriente es continua y aguas abajo del inversor, donde la corriente es alterna. En el tramo de corriente continua, a la entrada del inversor, se dispone de un fusible de 10 A situado en el positivo y negativo para cada una de las bajadas de módulos fotovoltaicos, además de un seccionador, con la finalidad de garantizar la seguridad y facilitar el mantenimiento y reparación del sistema. También dispondrá de un sobretensiones de 1000 V además de un descargador de 1000 V.

En el tramo de corriente alterna, a la salida del inversor, se conectará equilibradamente a la línea trifásica, que irá protegida por un conjunto compuesto por un magnetotérmico tripolar de 40 A acompañado de un diferencial tetrapolar con sensibilidad 300 mA, en función de los cables seleccionados. También dispondrá de protección contra sobretensiones. Las protecciones de red estarán agrupadas en una caja precintable junto con las protecciones generales de la instalación. Las protecciones generales constan de dos elementos: un interruptor automático diferencial de alta sensibilidad para prevenir accidentes causados por contactos directos y también para prevenir derivaciones; un interruptor automático magnetotérmico contra sobretensiones, sobrecargas y cortocircuitos.

Además de las protecciones indicadas anteriormente, el inversor dispone de las siguientes funciones:

- Fallo en la red eléctrica: En caso de que se interrumpa el suministro de la red eléctrica, el inversor se encuentra en situación de cortocircuito, en este caso, el inversor se desconecta por completo y espera a que se restablezca la tensión en la red para iniciar de nuevo su funcionamiento.
- Tensión fuera de rango: El inversor trabaja en los límites de la mínima y máxima tensión de red admisibles en las tres fases. Al salirse de estos límites ($U_{min}= 340\text{ V}$ y $U_{max}= 440\text{ V}$), el inversor se desconecta y sólo se vuelve a conectar una vez que el valor de tensión se sitúa nuevamente dentro del rango. La desconexión por fallo puede ser activada incluso por una superación muy breve de los límites.

11.4.1 CABLEADO Y LÍNEA GENERAL

Actualmente para el cálculo del cableado se utilizará el criterio de caída de tensión y el criterio térmico para limitar la intensidad máxima admisible.

El reglamento electrotécnico de baja tensión establece en el artículo 5 de la ITC-BT-40 que para instalaciones generadoras de baja tensión los cables de conexión deberán estar dimensionados 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.

Los positivos y negativos de cada grupo de módulos se conducirán separados y protegidos de acuerdo con la normativa vigente. Todo el cableado en continua será adecuado para su uso a la intemperie según la norma UNE 21123.

El cableado se conducirá de forma que tenga el menor impacto visual posible. El tipo de cable que se empleará será Solar 0.6/1 kV, cuyas características técnicas son las que se muestran a continuación:

- Temperatura de servicio (instalación fija): -40 °C, +90 °C (Cable termoestable).

Cada extremo del cable habrá de suministrarse con un medio autorizado de identificación. Este requisito tendrá vigencia especialmente para todos los cables que terminen en la parte posterior o en la base de un cuadro de mandos, y en cualquier otra circunstancia en que la función del cable no sea evidente de inmediato.

Los medios de identificación serán etiquetas de plástico rotulado, firmemente sujetas al cajetín que precinta el cable o al cable.

Los conductores de todos los cables de control habrán de ir identificados a título individual en todas las terminaciones por medio de células de plástico autorizadas, que lleven rotulados caracteres indelebles, con arreglo a la numeración que figure en los diagramas de cableado pertinentes.

Tabla 6. Tipo de cableado.

De módulos a inversor	
Sección del cable (mm ²)	6
Tipo	RV-K 0,6/1 KV
Conexión a red	
Sección del cable (mm ²)	6
Tipo	RV-K 0,6/1 KV

11.4.2 PROTECCIONES DE LA RED DE C.C.

Las protecciones de C.C. en régimen transitorio o permanente vienen integradas en la PCB de nuestro inversor seleccionado, cumpliendo normativa actual, aunque dotaremos a la instalación de protecciones en C.C., que indicaremos a continuación.

11.4.3 PROTECCIONES FRENTE A SOBRETENSIONES

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:

Tabla 7. Características descargador de sobretensiones C.C.

Solución adoptada	
Descargador de sobretensiones	
Clase de protección	PV (C.C.)
Tensión de red (V_{CC})	1.000
Corriente máxima de descarga (kA)	40
Cantidad	1

Esquema de conexión de los descargadores de sobretensión:

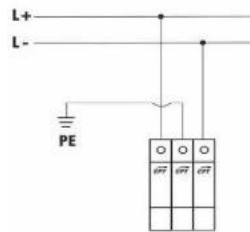


Ilustración 1. Conexión descargador sobretensiones.

Además de cumplir el criterio de la intensidad de descarga mayor a 10 kA, cumple también con el criterio de nivel de protección por debajo de la categoría marcada por la ITC-BT 23.

11.4.3.1 PROTECCIONES FRENTE A SOBREINTENSIDADES EN C.C.

Se dispondrán fusibles de protección para cada rama (tanto en el cable positivo como en el negativo). Las características de los mismos serán las siguientes:

Tabla 8. Características sobreintensidades C.C.

Solución adoptada	
Fusibles de protección	
Curva	GPV15 A
Portafusibles (V)	1.000
Medidas (mm)	10 x 38
Tipo	Cilíndrico

En los circuitos de corriente continua que enlazan con el inversor, se instalarán interruptores seccionadores con objeto de poder seccionar las líneas para posibles mantenimientos y averías.

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.

El inversor lleva incorporado el sistema de desconexión en carga.

11.4.3.2 PROTECCIONES DE PERSONAS

Las medidas tomadas para evitar el riesgo de cualquier persona que tengo acceso al generador vienen recogidas en el reglamento UNE20460-4-41.

11.4.4 RED DE C.A.

11.4.4.1 PROTECCIÓN FRENTE A SOBRETENSIONES DE C.A.

Se dispone un protector de sobretensiones entre fases y neutro y entre neutro y conductor de protección. Como el circuito de corriente alterna entre inversor y cuadro de baja tensión será interior, se dispondrá de clase C (tipo 2).

Así, las características de dicha protección serán:

Tabla 9. Características sobretensiones C.A.

Solución adoptada	
Descargador de sobretensiones	
Clase de protección	PV (Tipo 2)
Tensión de red (V_{AC})	400
Corriente máxima de descarga (kA)	40
Instalación	En inversor
Cantidad (unidades)	1

11.4.4.2 PROTECCIÓN FRENTE A SOBREINTENSIDADES

En el circuito de salida del inversor al cuadro de baja tensión del edificio, los conductores quedarán protegidos frente a sobrecargas y sobreintensidades mediante el empleo de un interruptor automático magnetotérmico, cuyas características serán:

Tabla 10. Características magnetotérmico C.A.

Solución adoptada	
Interruptor Automático Magnetotérmico	
Curva de disparo	Curva C
Intensidad máxima (A)	40
Número de polos	4
Medidas (mm)	4 x 6

Se debe utilizar una protección contra corrientes residuales. Las características de dicha protección son las siguientes:

Tabla 11. Características interruptor automático diferencial.

Solución adoptada	
Interruptor Automático Diferencial	
Grado de protección (mA)	30
Intensidad máxima (A)	40
Tensión (V)	400
Clase	C.A.
Medidas (mm)	4 x 6
Cantidad (unidades)	1

11.5 TOMA DE TIERRA

Todas las masas de la instalación fotovoltaica estarán conectadas a una red de tierras independiente de la del neutro de la empresa distribuidora de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión así como de las masas del resto del suministro. Dado que no hay acceso a la red de distribución, esto no afectará al proyecto dado que se tendrá que ejecutar una red de tierras.

Para la conexión de los dispositivos al circuito de puesta a tierra, será necesario disponer de bornas o elementos de conexión que garanticen una unión perfecta, teniendo en cuenta los esfuerzos dinámicos y térmicos que se producen en caso de cortocircuito.

El reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, así como la norma UNE 20460, determinan para el caso de corriente alterna los parámetros de protección tanto para contactos indirectos (curvas de tensión de contacto-tiempo, valor permanente de 50 V para locales secos, 24 V para locales húmedos), como para contactos directos (protección complementaria con dispositivos de corte diferencial de sensibilidad menor o igual de 30 mA).

Por tanto, la seguridad ante contactos indirectos, queda plenamente satisfecha, en base al esquema de montaje empleado. Se tendrá en cuenta la nota de interpretación técnica de la equivalencia de la separación galvánica de la conexión de instalaciones generadoras en baja tensión, del ministerio de industria turismo y comercio basada en los requisitos técnicos contenidos en la ITC-BT-40 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT, RD 842/2002).

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.

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1699/2011 por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia (modificaciones en el Real Decreto 413/2014, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de renovables, cogeneración y residuos)

11.6 MÓDULO DE MEDIDA Y CONTADOR

Para la medida de la energía generada se instalará un vatímetro inteligente trifásico cuyas entradas serán 3 sensores toroidales, uno por fase. Dichos sensores serán la entrada de datos al vatímetro, la salida de datos de este dispositivo se conectarán a la entrada habilitada para este fin en el inversor respetando los pines de conexión según manual de instalación de este modelo de inversor con cable utp categoría 5 A.

El inversor realizará la medida y enviará los datos a una dirección IP, de este modo el resultado de esta medición se visualizará en la app web.

12 CANALIZACIONES

La red de evacuación discurrirá de forma superficial con conductores aislados y protegidos bajo tubo de PVC, hasta el cuadro general de mando. Estas líneas cumplirán en todo momento las especificaciones recogidas en la ITC-BT-20.

12.1 SISTEMA DE INSTALACIÓN ADOTADO

La solución adoptada será “Conductores Aislados bajo Tubos Protectores”. En función de ITC BT 20, las canalizaciones se harán siguiendo las verticales y horizontales a las aristas de las paredes. Las curvas practicadas serán continuas y no originarán reducciones de sección. Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material según normativa. Por lo demás, se cumplirá todo lo prescrito en esta ITC.

13 CONEXIÓN AL CUADRO GENERAL

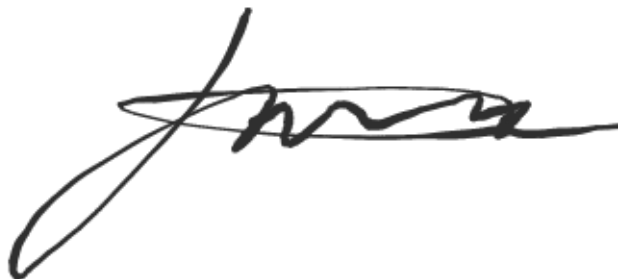
La instalación fotovoltaica se conectará en paralelo a la entrada de acometida del primer interruptor magnetotérmico diferencial de corte general.

Bibliografía

- J. de la Casa. Apuntes de la asignatura tecnología eléctrica de los sistemas fotovoltaicos, grado Ingeniería Eléctrica, 2020/2021.
- Normas, Reglamentos y Reales Decretos referenciados en los apuntes.
- Mario Baselga Carreras. Instalaciones Solares Fovoltaicas. Editorial: Editex.
- Plan de Energías Renovables (PER) 2011-2020. IDAE.
- Directiva 2009/28/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de abril de 2009, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables.
- IDAE. Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red PCT C-REV-julio 2011.
- Miguel Alonso Abella. Sistemas fotovoltaicos. Editorial: Ediciones S.A.P.T. Publicaciones Técnicas S.L.

Granada, Septiembre de 2022

El alumno

A handwritten signature in black ink, consisting of a large, stylized 'J' followed by a series of loops and a horizontal line.

Julio Martín-Ambel Llaveró

TRABAJO FIN DE GRADO

INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CONECTADA A LA RED PARA EMPRESA DE SEGURIDAD EN GRANADA

ANEXO I (DETERMINACIÓN DE LA POTENCIA FOTOVOLTAICA)

1 POTENCIAL FOTOVOLTAICO DEL EDIFICIO

El potencial fotovoltaico de la cubierta es de 133.67 kWp, por lo que no tenemos ningún inconveniente en superficie, disponiendo de un total de 261 m².

2 RESTRICCIONES LEGALES

Desde el punto de vista legal tanto el Real Decreto 1699/2011 “por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia”, así como teniendo en cuenta la Instrucción Técnica ITC-BT-40 “Instalaciones generadoras de baja tensión” del Reglamento electrotécnico para baja tensión, se limita la potencia máxima que se puede conectar tanto a la red de distribución de baja tensión, como a la red de suministro eléctrico interno de baja tensión de un consumidor, a 100 kW de potencia de inversor. Por otro lado, para instalaciones por debajo o igual a 100 kW, el citado Real Decreto 1699/2011 simplifica los requisitos para la conexión a red de estas instalaciones y también las excluyen del régimen de autorización administrativa. De acuerdo con lo anterior y dado las ventajas que ofrecen las instalaciones fotovoltaicas de potencia de inversor no superior a 100 kW, se tomara este valor como el límite máximo de potencia a instalar.

3 VALOR DE LA POTENCIA ÓPTIMA

El valor de la potencia óptima a instalar en el rango 0-100 kW se determinará en relación a la optimización de dos parámetros: tolerancia frente a potencia instalada y variación del precio del kWh consumido teniendo en cuenta también dicha potencia de instalación. El coste del kWh disminuirá al aumentar la potencia instalada hasta un punto de inflexión ya que a partir de cierta potencia la mayor parte de la inyección de energía a red no nos será compensada económicamente ya que superaremos la energía consumida en dicho tramo horario.

3.1 COBERTURA FRENTE A POTENCIA

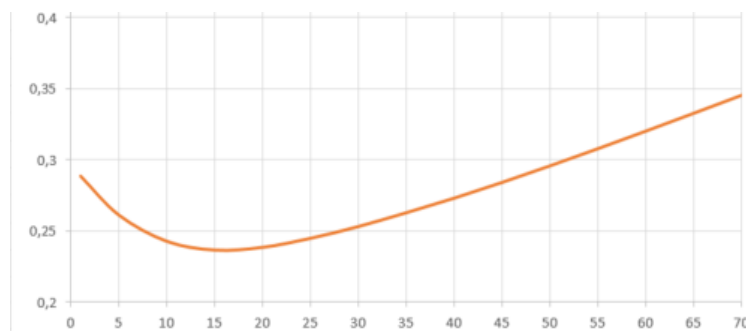
En este ámbito estudiamos la relación entre autoconsumo y consumo frente a la potencia de nuestro generador a diseñar, dándonos cuenta que por más grande que sea nuestro generador siempre nos hará falta adquirir en torno al 40% de la energía total consumida.

Tabla 12. Cobertura frente a potencia del generador.

Cobertura	P (kW)
0,21687479	5
0,35502931	10
0,43410717	15
0,48164988	20
0,51258624	25
0,53429293	30
0,54983369	35
0,56311856	40
0,57300488	45
0,5808376	50
0,58696315	55
0,59202048	60
0,59610333	65
0,59971297	70
0,6030262	75
0,6061677	80
0,60899945	85
0,61136116	90
0,61344297	95
0,61536034	100

3.2 PRECIO DEL kWh CONSUMIDO A LO LARGO DE LA VIDA ÚTIL DE LA INSTALACIÓN

Para calcular el precio del kWh medio a lo largo de la vida útil hay que tener en cuenta que según fabricante el sistema estará 25 años trabajando con la misma eficiencia. Así mismo también hay que tener en cuenta el coste inicial de inversión. Posteriormente habría que sumarle la diferencia entre compra y venta de energía. Una vez hayamos calculado no podemos olvidar multiplicar todo por el coeficiente que nos hará referencia al incremento del coste de la vida en los próximos 25 años.

**Gráfica 2.** Precio medio (€) frente a potencia instalada (kW).

3.2.1 COSTE DE VENTA Y COMPRA DE ENERGÍA

En este punto simplemente descargamos los datos de compra y venta de <https://www.esios.ree.es/es/pvpc?date=01-06-2021> teniendo en cuenta que cada hora tendrá un valor de compra de energía con peajes, compra de energía sin los peajes y por último la venta de energía. Hay que tener en cuenta que no podemos vender más energía de la que consumimos.

3.2.2 COSTE DEL kWp INSTALADO

Tras consultar a varias empresas instaladoras de sistemas fotovoltaicos conectados a la red eléctrica podemos concretar que el costo está en torno a los 1300 € por cada kWp para instalaciones como la nuestra 15,015 kWp.

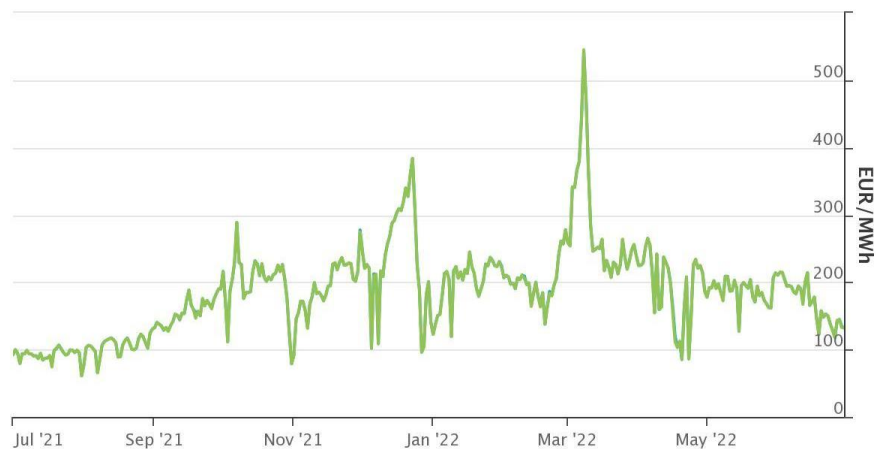
3.2.3 PRECIO DEL kWh INYECTADO A LA RED

En caso de generar una energía superior a la consumida y tener un contrato del tipo “producción con autoconsumo” el precio del kWh inyectado a la red se ajustaría la tabla 3 de proporciones la cual depende del precio del MWh publicado en www.omie.es.

Tabla 13. Porcentaje ingreso de la energía vertida a red.

MWh/€	Porcentaje a cobrar
0-80	90
80-100	100
100 en adelante	50

Mostramos en la siguiente gráfica el precio de MWh en el último año:

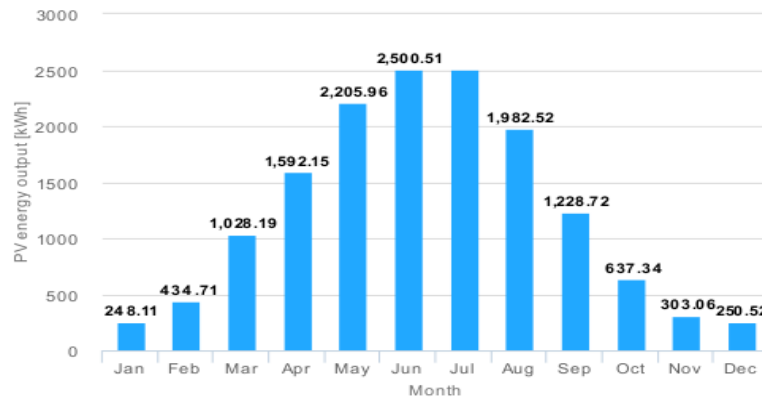


Gráfica 3. Precio del MWh en el último año. Fuente: Highcharts.

Actualmente el cliente tiene un contrato del tipo 2.0 TD por lo que en caso de excedente no le pagaría nada la empresa comercializadora del suministro eléctrico.

3.2.4 PRODUCCIÓN FOTOVOLTAICA

La producción fotovoltaica resulta de calcular la potencia de nuestro generador por los datos de radiación. En el gráfico 1 obtenido en <https://re.jrc.ec.europa.eu/> podemos visualizarlo gráficamente.



Gráfica 4. Energía mensual producida. Fuente: PVGIS.

3.2.5 POTENCIA ÓPTIMA DE INSTALACIÓN

La potencia óptima de instalación según el precio medio del kW a lo largo de los 25 años de vida útil de la instalación es de 15 kWp.

Granada, Septiembre de 2022

El alumno

A handwritten signature in black ink, consisting of a large, stylized 'J' followed by a series of loops and a horizontal line.

Julio Martín-Ambel Llavero

TRABAJO FIN DE GRADO

INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CONECTADA A LA RED PARA EMPRESA DE SEGURIDAD EN GRANADA

ANEXO II (CÁLCULOS)

1 PRODUCTIVIDAD HORARIA FOTOVOLTAICA

Para el cálculo de la energía de un sistema fotovoltaico conectado a la red eléctrica usamos la siguiente fórmula:

$$E_{AC} = P_{STC} \frac{H_i}{G_{STC}} PR$$

donde:

E_{AC} (kWh): energía inyectada en red durante una hora o unidad de tiempo.

P_{STC} (kWp): potencia nominal del generador FV en condiciones estándar (CEM, condiciones estándar de medida: $G = 1000 \text{ W/m}^2$; $T_c = 25^\circ \text{ C}$) También llamada potencia pico del GFV.

H_i (kWh/m²): irradiación sobre la superficie del GFV en el mismo periodo de tiempo considerado para EAC (año, día, hora...).

G_{STC} : irradiancia en CEM (1 kW/m²).

PR : factor de comportamiento (Performance Ratio) que recoge todos los efectos de pérdidas de funcionamiento en condiciones no ideales.

Para establecer el valor del PR tenemos que tener en cuenta las pérdidas debidas tanto de la instalación como de factores ajenos a la misma. En la siguiente tabla 1 mostramos unos valores medios del PR para cada uno de los meses.

Tabla 14. Valores de PR por meses.

Mes	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
PR	0,79	0,78	0,76	0,75	0,72	0,71	0,71	0,71	0,73	0,75	0,78	0,79

El Centro de investigación de la UE (JRC, JonitResearch Centre) nos proporciona, a través de su página web (<http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php>) datos de irradiancia en intervalos de 15', suficientes para nuestro propósito (datos recogidos en anexo V).

Con los datos recogidos en la web y aplicando la siguiente fórmula obtenemos la productividad horaria de nuestro generador establecido en Granada con coordenadas 37°11'43"N y 3°38'07" obtenemos los siguientes resultados recogidos en la tabla.

Tabla 15. Producción energética (W) horaria.

Hora	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
8:00:00	0,00	0,00	46,50	0,00	28,50	40,50	31,50	6,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9:00:00	9,00	73,50	250,50	114,00	171,00	192,00	172,50	123,00	55,50	0,00	58,50	10,50
10:00:00	195,00	289,50	456,00	301,50	366,00	403,50	396,00	339,00	244,50	169,50	265,50	222,00
11:00:00	367,50	481,50	627,00	489,00	556,50	616,50	627,00	574,50	463,50	381,00	436,50	387,00
12:00:00	499,50	630,00	748,50	645,00	715,50	799,50	831,00	783,00	657,00	564,00	564,00	510,00
13:00:00	580,50	721,50	817,50	757,50	832,50	936,00	982,50	939,00	802,50	699,00	637,50	579,00
14:00:00	607,50	753,00	831,00	822,00	898,50	1014,00	1072,50	1029,00	886,50	775,50	651,00	594,00
15:00:00	580,50	721,50	790,50	834,00	912,00	1030,50	1089,00	1047,00	903,00	792,00	607,50	552,00
16:00:00	499,50	630,00	694,50	796,50	871,50	982,50	1036,50	993,00	852,00	745,50	507,00	454,50
17:00:00	367,50	481,50	547,50	706,50	780,00	874,50	913,50	868,50	736,50	639,00	355,50	309,00
18:00:00	150,00	289,50	355,50	571,50	640,50	712,50	733,50	684,00	564,00	477,00	133,50	48,00
19:00:00	9,00	61,50	141,00	397,50	463,50	511,50	513,00	457,50	354,00	277,50	13,50	6,00
20:00:00	0,00	0,00	13,50	205,50	265,50	294,00	280,50	225,00	142,50	70,50	0,00	0,00
21:00:00	0,00	0,00	0,00	49,50	91,50	102,00	85,50	49,50	15,00	0,00	0,00	0,00
22:00:00	0,00	0,00	0,00	0,00	28,50	58,50	37,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
23:00:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

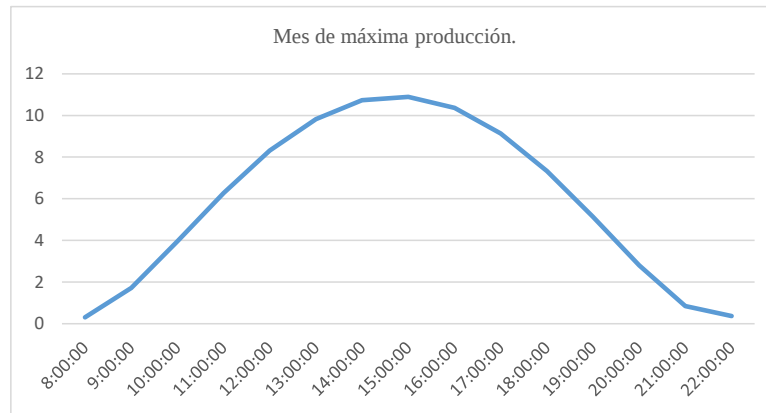
2 DATOS DE GENERACIÓN PARA POTENCIA ÓPTIMA

La potencia óptima es de 15,015 kWp, inclinación 30° y acimut 180°.

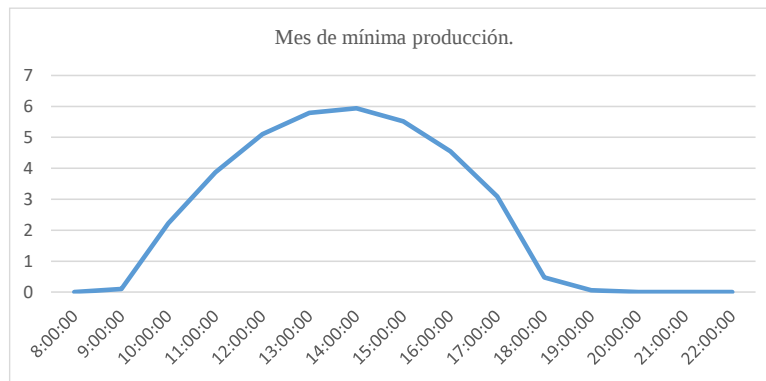
Tabla 16. Producción horaria del kWh del GFV (15,015 kWp), inclinación 30° y acimut 180°.

Hora	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
8:00:00	0	0	0,465	0	0,285	0,405	0,315	0,06	0	0	0	0
9:00:00	0,09	0,735	2,505	1,14	1,71	1,92	1,725	1,23	0,555	0	0,585	0,105
10:00:00	1,95	2,895	4,56	3,015	3,66	4,035	3,96	3,39	2,445	1,695	2,655	2,22
11:00:00	3,675	4,815	6,27	4,89	5,565	6,165	6,27	5,745	4,635	3,81	4,365	3,87
12:00:00	4,995	6,3	7,485	6,45	7,155	7,995	8,31	7,83	6,57	5,64	5,64	5,1
13:00:00	5,805	7,215	8,175	7,575	8,325	9,36	9,825	9,39	8,025	6,99	6,375	5,79
14:00:00	6,075	7,53	8,31	8,22	8,985	10,14	10,725	10,29	8,865	7,755	6,51	5,94
15:00:00	5,805	7,215	7,905	8,34	9,12	10,305	10,89	10,47	9,03	7,92	6,075	5,52
16:00:00	4,995	6,3	6,945	7,965	8,715	9,825	10,365	9,93	8,52	7,455	5,07	4,545
17:00:00	3,675	4,815	5,475	7,065	7,8	8,745	9,135	8,685	7,365	6,39	3,555	3,09
18:00:00	1,5	2,895	3,555	5,715	6,405	7,125	7,335	6,84	5,64	4,77	1,335	0,48
19:00:00	0,09	0,615	1,41	3,975	4,635	5,115	5,13	4,575	3,54	2,775	0,135	0,06
20:00:00	0	0	0,135	2,055	2,655	2,94	2,805	2,25	1,425	0,705	0	0
21:00:00	0	0	0	0,495	0,915	1,02	0,855	0,495	0,15	0	0	0
22:00:00	0	0	0	0	0,285	0,585	0,375	0	0	0	0	0
Total	38,655	51,33	63,195	66,9	76,215	85,68	88,02	81,18	66,765	55,905	42,3	36,72

A continuación observamos la producción horaria del mes de máxima generación (julio) y el mes de generación mínima (diciembre).



Gráfica 5. Producción energética (kW) horaria en mes de máxima producción.



Gráfica 6. Producción energética (kW) horaria en mes de mínima producción.

3 CONSUMO, GENERACIÓN, INYECCIÓN A RED Y AUTOCONSUMO

A continuación mostramos los datos de consumo total de la instalación, generación, inyección a red y autoconsumo.

Tabla 17. Consumo total de la instalación (kWh), generación (kWh), inyección a red (kWh) y autoconsumo (kWh).

MES	CONSUMO kWh	GENERACION kWh	GENERACION EN P1	GENERACIÓN EN P2	GENERACION EN P3	TOTAL AUTOCONSUMO	ENERGIA A RED
ENERO	3.967	1.198	88	491	341	920	279
FEBRERO	3.043	1.489	136	644	392	1.172	316
MARZO	3.057	1.959	205	852	424	1.481	478
ABRIL	2.397	2.007	405	417	401	1.223	784
MAYO	2.311	2.363	472	518	314	1.303	1.059
JUNIO	2.376	2.570	493	595	360	1.448	1.123
JULIO	2.739	2.729	609	461	471	1.542	1.186
AGOSTO	2.418	2.517	555	397	349	1.300	1.217
SEPTIEMBRE	2.346	2.003	414	439	356	1.209	794
OCTUBRE	2.045	1.733	343	341	257	941	792
NOVIEMBRE	3.024	1.269	91	598	332	1.021	248
DICIEMBRE	3.548	1.138	52	436	395	883	255
ANUAL	33.271	22.975	3.863	6.189	4.391	14.443	8.531

4 COMPROBACIÓN DE TENSIONES EXTREMAS EN EL GENERADOR

Comprobamos en este apartado los valores de las tensiones extremos en las que va trabajar nuestro generador que deben de estar dentro de los valores de trabajo de nuestro inversor SUN2000-12/15/17/20KTL-M2.

Tabla 18. Rango de voltaje de entrada del inversor para trabajo.

Mínimo	Máximo
160 V	1080 V

Para el módulo solar con el que vamos a trabajar calculamos el máximo y el mínimo en función de la temperatura extrema máxima y mínima a las que estará expuesta la instalación.

Para eso usaremos la siguiente fórmula:

$$V_{OCM} = V_{OCM,STC} + k_{VOC} \times \Delta T$$

Para el módulo que hemos seleccionado JAM78S10 455/MR el coeficiente de temperatura es de: -0,272%/°C.

El valor de V_{oc} es de: 53,87 V.

Para la temperatura mínima: -5 °C.

El valor de V_{ocm} es: 62,03 V.

En nuestro caso tenemos dos MPPT por lo que tenemos que diferenciar el cálculo para el string de 16 y el string de 17.

Tabla 19. V para T^a mínima.

Nº de placas	V para T^a de -10 °C
17	1054,51 V
16	992,48 V

Para la temperatura máxima: 50 °C.

El valor de V_{ocm} es: 47,07 V.

En nuestro caso tenemos dos MPPT por lo que tenemos que diferenciar el cálculo para el string de 16 y el string de 17.

Tabla 20. V para T^a máxima.

Nº de placas	V para T^a de 50 °C
17	800,19 V
16	753,12 V

5 INCLINACIÓN Y SEPARACIÓN DE MÓDULOS EN SUPERFICIE HORIZONTAL

En este apartado se determina la inclinación de módulos y la separación entre filas de módulos que permita una instalación óptima desde el punto de vista del aprovechamiento del espacio disponible, y también minimizar las pérdidas por inclinación, y pérdidas producidas por el sombreado de unos módulos sobre otros.

Este punto nos afecta sobre todo a dos factores, la primera es la producción de nuestro generador y la segunda el área total de la instalación.

A continuación mostramos en la siguiente tabla la relación directa entre la inclinación de los paneles y el porcentaje de energía colectada por los mismos.

Tabla 21. Porcentaje energía colectada según inclinación.

Inclinación	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°
% E. Colec.	91	94	96	97	99	100	100	100

A la hora de la instalación hay que tener en cuenta que la inclinación de cada panel es directamente proporcional a la distancia N-S que hay que dejar con la siguiente para no producir sombras.

Aunque en la instalación dispondremos de un área más que suficiente para la instalación y podremos dejar entre módulo fotovoltaico distancias mayores, tendremos que respetar una distancia mínima para garantizar que no se produzcan sombras entre módulos. El cálculo de la distancia mínima lo obtendremos a través de la siguiente fórmula:

$$D = \text{largo del panel} \times 2 \times \sin 30^\circ$$

Dándonos un resultante de $D=2,18$ m.

El espacio total necesario sería la proyección del propio módulo la cual la calculamos a partir de la siguiente expresión:

$$D = \text{largo del panel} \times (\cos 30^\circ + 2 \times \sin 30^\circ)$$

Dándonos una resultante de 4,06 m.

6 CÁLCULO DE CONDUCTORES

6.1 RED DE C.C.

La red de corriente continua está formada por los cables de interconexión de módulos de cada uno de nuestros dos strings hasta nuestro módulo inversor.

Los conductores de la red de continua responde a la norma AENOR EA 038 “Cables eléctricos de utilización en circuitos de sistemas fotovoltaicos” y al código FOTOVOLTAICO ZZ-F (AS).

El cálculo de la sección de los conductores se realizará en base a las siguientes hipótesis de partida:

- Caída de tensión global menor del 1,5% a corriente nominal.
- Intensidad de cálculo para densidad de corriente 125% de la corriente máxima de cortocircuito.
- Tensión V_{PMM} string de 15,015 kWp 1512,39 V en C.C.

A continuación se muestra en la siguiente tabla la intensidad del conductor por densidad de corriente:

Tabla 22. Intensidad en cableado.

Cable	Intensidad (A)
String 1 y string 2	1,25x10,5=13,125

La siguiente tabla nos muestra las intensidades del conductor por caída de tensión y longitud:

Tabla 23. Intensidad y longitud de cable para cada string.

Cable	Intensidad (A)	Longitud (m)
String 1	9,93	30
String 2	9,93	32

6.1.1 COMPROBACIÓN POR DENSIDAD DE CORRIENTE

Las Intensidades máximas de los conductores son las recogidas en el anexo C; apartado C1 y C2 de la norma EA 0038:2008.

Conductores de conexión módulos, rama a inversor.

Tipo de instalación al aire y sobre superficie.

Tipo de conductor utilizado PV ZZ-F-(AS).

Condiciones de utilización:

- Temperatura ambiente 60 °C.
- Sección 6 mm² en cobre.

6.1.2 COMPROBACIÓN POR CAÍDA DE TENSIÓN

El cálculo de la caída de tensión en C.C. lo calcularemos a partir de la siguiente expresión:

$$\Delta U = \frac{2 \times L \times I \times \rho}{S}$$

donde:

ΔU : caída de tensión en V.

I : intensidad en A.

L : longitud de la línea en m.

S : sección del conductor en mm².

ρ : resistividad del cable ($\Omega \cdot \text{mm}^2 \cdot \text{m}^{-1}$). Rho. Para un cable de cobre, es de 0.0172.

Aplicamos los valores recogidos previamente para calcular la caída de tensión:

$$\Delta U = \frac{2 \times 30 \times 9,93 \times 0.0172}{6} + \frac{2 \times 32 \times 9,93 \times 0.0172}{6} = 3,52 \text{ V}$$

6.2 RED DE CORRIENTE ALTERNA

Datos de partida:

- Tensión de línea 400 V C.A.
- Caída de tensión menor del 1,5 % a corriente nominal (ITC-BT 40) (Desde la salida del inversor hasta el punto de conexión).

- Intensidad de cálculo para densidad de corriente 125 % de la corriente nominal del inversor (ITC-BT40).

6.2.1 INTENSIDADES

El valor de la intensidad a la salida del inversor a potencia nominal es de:

$$I = \frac{P_{in}}{\sqrt{3} \times U_L \times \cos \varphi}$$

donde:

I : intensidad a la salida del inversor en amperios.

P_{in} : potencia nominal del inversor en W.

U_L : tensión compuesta salida inversor = 400 V.

$\cos \varphi$: factor de potencia = 0,98 (mínimo permitido según R.D.1699/2011).

$$I = \frac{15000}{\sqrt{3} \times 400 \times 0,98} = 22,09 \text{ A}$$

6.2.1.1 COMPROBACION POR DENSIDAD DE CORRIENTE

Conductores de conexión inversores acometida.

Tipo de instalación: al aire y sobre superficie.

Tipo de conductor utilizado: RV 0,6/1 kV.

Condiciones de utilización:

- Temperatura ambiente 40 °C.

Sección 6 mm² en cobre.

La intensidad admisible según tabla I de la ITC-BT-19 del Reglamento de B.T.es de 57 A superior a la intensidad de 31,3 A de la tabla II.XI. Se utilizará la misma sección para la salida del inversor.

6.2.2 COMPROBACIÓN POR CAÍDA DE TENSIÓN EN C.A.

La caída de tensión para trifásica se puede determinar con suficiente aproximación por medio de la expresión:

$$e = \frac{2 \times L \times I \times \cos \varphi}{y \times S}$$

donde:

S : sección del conductor en mm².

L : longitud en m.

I : intensidad en A.

$\cos \varphi$: 0,97.

γ : conductividad del material en m/ ($\Omega \cdot \text{mm}^2$) a 70° (35 Al 56 Cu).

$$e = \frac{2 \times 30 \times 7,98 \times \cos \varphi}{y \times S} = 1,40 \text{ V}$$

Esta caída de potencial es menor al valor fijado de 1,5%.

7 INTENSIDAD NOMINAL DE MAGNETOTÉRMICOS DE PROTECCIÓN DE STRINGS

El magnetotérmico a instalar debe de cumplir las siguientes condiciones para evitar sobrecargas:

$$I_B \leq I_Z \leq I_n I_Z \leq 1,45 I_2$$

donde:

I_B : corriente para la que se ha diseñado el circuito=13,125 A.

I_Z : corriente máxima admisible del circuito=44 A.

I_n : corriente asignada del interruptor.

I_2 : corriente que asegura la actuación del dispositivo, por ejemplo en el caso de los magnetotérmicos de la marca Schneider está entre $(1,05 \div 3) \cdot I_n$ (según catálogos técnicos de magnetotérmicos).

De esta manera usaremos un magnetotérmico de 10 A.

Granada, Septiembre de 2022

El alumno

A handwritten signature in black ink, consisting of a large, stylized 'J' followed by a series of loops and a horizontal line.

Julio Martín-Ambel Llavero

TRABAJO FIN DE GRADO

INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CONECTADA A LA RED PARA EMPRESA DE SEGURIDAD PRIVADA EN GRANADA

ANEXO III (DATOS DE CONSUMO HORARIO)

Tabla 24. Consumo enero.

	MES DE ENERO CONSUMO (kWh)																														
	Día																														
Hora	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	3	2	2	2	4	4	3	3	2	3	3	4	5	4	4	3	2	2	3	3	4	3	2	2	2	3	3	3	2	2	3
1	2	2	2	2	4	4	4	3	2	3	2	4	5	4	4	2	2	2	3	3	5	3	2	2	2	3	3	3	3	2	2
2	2	3	2	2	4	4	4	3	2	3	2	4	5	4	4	2	2	2	3	3	4	3	2	3	2	3	3	3	3	2	2
3	2	2	3	2	4	4	4	3	2	3	2	4	5	4	4	3	2	3	3	4	3	2	2	2	3	3	3	3	3	2	2
4	2	2	2	2	4	4	4	3	3	3	3	4	5	4	4	3	2	2	3	3	4	3	2	2	3	3	3	3	2	3	2
5	2	3	3	3	4	4	4	3	2	3	2	4	5	4	4	3	2	2	3	3	5	3	2	2	3	3	3	3	3	2	2
6	3	3	3	3	4	4	4	4	3	3	3	4	5	4	5	3	3	3	4	4	5	4	2	3	3	4	3	4	4	3	3
7	2	3	3	3	4	4	4	4	3	3	3	4	5	4	6	2	3	3	4	4	5	5	2	3	3	4	3	4	5	3	3
8	1	1	3	11	12	3	11	11	2	3	9	12	13	13	13	2	2	13	10	12	11	9	2	2	7	9	8	7	9	2	3
9	1	1	2	16	15	3	17	15	2	2	16	14	16	16	16	1	2	18	13	14	12	10	2	2	9	10	8	9	9	2	2
10	1	1	2	16	15	3	15	15	2	2	17	15	15	15	15	2	2	17	12	14	12	11	2	2	9	10	9	10	9	2	2
11	2	1	2	14	14	3	13	14	2	2	16	14	14	14	13	1	2	16	13	12	11	9	2	2	10	10	9	10	7	2	2
12	2	1	2	15	13	3	14	12	2	2	15	14	13	14	13	1	2	15	12	13	9	9	1	1	11	11	9	9	7	2	2
13	1	1	2	15	13	3	13	11	2	2	15	12	12	13	13	1	2	14	12	13	9	10	1	2	10	12	8	8	7	1	2
14	1	1	1	15	12	3	13	12	2	2	13	14	12	12	12	2	1	14	12	13	10	9	2	1	11	10	8	8	6	2	1
15	1	1	1	15	13	3	12	12	2	1	14	14	13	11	11	1	2	12	12	12	10	11	2	1	10	9	8	8	6	2	2
16	2	1	1	15	14	3	12	10	2	1	13	14	10	11	11	2	2	11	10	11	11	10	2	2	11	9	8	6	7	2	2
17	2	2	2	13	16	3	12	12	2	2	12	12	11	12	11	2	2	12	11	11	11	11	2	2	9	10	8	7	8	2	2
18	2	2	3	14	14	3	12	13	2	2	13	13	11	12	13	2	2	13	12	13	10	13	2	2	10	11	8	7	8	2	2
19	2	2	3	4	4	4	3	3	2	2	6	6	4	4	4	2	3	5	6	6	5	6	2	2	4	4	4	5	4	2	2
20	2	3	3	4	4	4	3	3	2	2	4	4	3	4	2	3	3	4	3	5	4	2	3	2	4	3	3	3	2	3	2
21	2	3	3	4	3	4	3	3	2	3	4	5	4	4	3	3	3	4	3	5	3	2	3	2	4	3	4	3	2	3	2
22	2	3	3	4	3	4	4	3	3	3	4	5	4	4	3	3	3	4	3	5	4	2	3	2	4	4	4	3	2	3	2
23	2	3	3	4	3	4	3	3	3	3	4	5	4	4	3	2	3	3	3	4	3	2	3	2	3	3	4	3	2	3	2

Tabla 25. Consumo febrero.

MES DE FEBRERO CONSUMO (kWh)																																	
	Día																																
Hora	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					
0	2	4	3	2	3	2	2	2	3	2	2	3	3	2	2	3	3	3	3	2	2	2	3	2	3	2	2	2					
1	2	4	3	2	3	2	2	2	2	3	2	3	2	2	3	3	3	4	3	2	2	2	3	2	3	2	2	2					
2	2	4	3	3	3	2	2	2	3	3	3	3	2	2	2	3	3	4	3	2	2	2	3	2	3	3	2	2					
3	2	4	3	3	3	2	2	2	3	3	2	3	2	3	2	3	3	4	3	2	2	2	3	3	3	3	3	2					
4	2	4	3	3	3	2	3	3	3	3	2	3	2	2	2	3	3	4	3	2	2	2	3	2	3	3	2	2					
5	2	4	3	3	3	2	2	2	3	3	2	2	3	2	2	3	3	3	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3					
6	3	5	4	4	4	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	5	2	3	3	3	2	3	4	3	3					
7	2	5	4	3	4	2	3	3	3	3	3	4	3	3	2	4	4	4	4	2	2	3	3	2	3	4	2	2					
8	8	9	8	9	7	1	2	8	7	7	8	8	2	2	7	9	9	9	7	2	2	8	7	9	7	8	2	2					
9	11	11	10	11	9	1	2	11	8	9	8	10	2	2	10	9	10	11	8	2	2	9	8	10	8	9	2	2					
10	10	8	11	9	8	1	2	11	7	8	9	9	1	2	10	8	9	11	7	1	2	10	8	9	8	9	2	2					
11	9	7	11	9	8	1	2	9	7	8	10	9	2	2	9	7	7	9	7	1	2	10	7	9	9	8	2	2					
12	7	7	9	8	9	1	2	9	8	9	9	8	2	2	9	7	6	8	7	2	2	10	7	8	9	9	1	2					
13	8	7	8	8	8	2	2	10	8	8	8	8	1	2	9	7	6	8	7	1	2	10	8	8	9	9	2	1					
14	9	8	8	9	8	2	1	9	8	10	8	8	2	2	9	8	7	8	7	1	2	8	9	8	8	9	2	2					
15	8	7	8	9	9	1	1	9	9	9	8	8	1	2	9	8	8	7	6	2	2	8	9	9	7	8	2	2					
16	7	7	8	9	8	2	2	9	8	9	7	8	2	2	8	7	8	6	6	2	1	7	7	9	7	6	2	2					
17	8	7	8	9	7	2	1	10	9	9	7	8	2	2	8	8	8	5	7	2	2	8	7	8	7	6	2	2					
18	9	8	9	8	10	2	2	10	8	9	8	7	2	2	8	8	6	5	7	2	2	9	7	9	8	6	2	2					
19	5	4	3	3	5	3	2	3	3	3	4	3	2	2	4	4	3	3	3	2	2	4	4	6	4	3	3	2					
20	4	3	3	3	2	2	2	3	3	3	3	2	2	3	3	4	3	3	3	3	2	3	4	4	3	2	2	3					
21	4	3	3	3	3	2	2	3	3	3	3	3	2	3	3	4	4	4	3	3	2	3	3	4	3	2	3	3					
22	4	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	2	2	3	3	4	3	3	3	2	3	3	3	4	3	2	3	3					
23	4	3	2	3	2	2	2	2	3	3	3	3	2	2	2	3	3	3	2	2	2	2	3	3	2	2	3	3					

Tabla 26. Consumo marzo.

	MES DE ENERO CONSUMO (kwh)																														
	Día																														
Hora	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	2	2	3	3	2	2	2	2	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	3	3	3	2	3	3	3	2	3
1	2	2	3	3	3	2	2	2	3	3	3	2	3	3	3	3	2	3	3	3	2	2	3	3	2	2	2	2	3	2	
2	2	2	3	3	3	2	2	2	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	3	3	2	2	2	2	3	2	2
3	2	2	3	3	3	2	2	2	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	3	3	2	3	2	2	3	3	2
4	2	2	3	3	3	2	2	2	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	2	2	2	3	3	2	3	2	2	2	2	2
5	3	2	3	3	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	2	3	3	2	3	2	2	2	2	2
6	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	4	4	4	4	4	3	3	4	3	3	3	3	3	4	3	4	4	3	2	3
7	2	3	3	3	4	2	2	3	3	3	4	4	3	3	4	3	3	2	4	2	3	3	3	3	4	2	4	4	3	3	3
8	2	5	7	7	6	1	2	7	7	8	8	6	2	3	7	6	6	5	6	2	2	7	8	9	6	7	6	6	3	7	7
9	2	8	9	9	8	2	2	10	9	9	9	8	2	2	8	8	7	7	8	2	2	10	11	10	8	10	8	8	3	8	7
10	2	10	9	9	8	1	2	9	10	9	8	8	2	2	8	8	7	7	7	2	2	8	10	9	7	9	7	7	3	8	7
11	2	9	8	10	8	2	2	8	9	9	8	7	2	2	9	7	7	7	7	2	2	9	9	8	7	7	7	7	3	5	5
12	2	9	8	10	6	1	2	8	9	9	8	7	3	2	8	6	7	6	7	2	2	10	8	9	7	7	7	7	2	4	4
13	2	9	9	8	6	1	1	8	9	8	7	6	2	2	7	5	7	5	7	2	2	10	8	9	7	5	7	7	2	5	4
14	2	9	8	7	6	2	2	7	8	8	7	6	2	2	9	6	6	5	7	2	2	7	7	8	5	5	5	5	2	6	4
15	2	9	8	5	6	2	2	8	7	8	6	7	2	2	7	6	7	7	7	2	2	7	7	8	5	6	5	5	2	7	4
16	2	8	6	6	6	1	2	7	7	7	6	5	2	2	6	6	5	6	5	2	2	6	6	6	5	5	5	5	2	4	4
17	3	10	6	6	8	2	2	8	7	7	6	6	2	2	5	5	5	7	5	2	2	7	6	6	6	6	6	6	2	4	4
18	3	8	8	5	9	2	2	7	7	7	5	7	3	3	5	4	7	7	6	2	2	5	4	5	5	5	5	5	3	5	4
19	2	3	4	3	2	2	2	3	3	3	2	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	4	3	4	4	3	3	3
20	2	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3
21	2	3	3	3	3	3	2	3	3	4	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	2	3	3	3	3	3	2	2
22	2	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	2	3	3	2	3	3	3	3	3	3	2
23	2	3	3	3	2	2	2	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	3	3	2	2	3	2	2	2	3	2

Tabla 27. Consumo abril.

	MES DE ABRIL CONSUMO (kWh)																													
	Día																													
Hora	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	2	2	2	3	2	2	2	2	3	2	2	3	2	2	2	3	2	2	2	3	2	2	2	2	3	3	2	2	2	2
1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2
2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	3	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3
3	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	3	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2
4	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2
6	2	3	3	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	2	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
7	3	3	3	3	3	3	3	3	4	2	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
8	2	2	3	2	6	6	6	6	5	2	3	5	6	6	6	7	2	3	7	6	7	6	5	3	2	7	6	6	6	6
9	2	2	2	2	7	6	7	7	7	2	2	6	8	8	7	8	2	2	7	7	8	8	6	2	2	8	8	7	7	6
10	2	2	2	2	6	6	6	6	6	2	2	6	7	7	8	9	2	2	7	6	7	8	7	3	2	7	7	5	6	6
11	2	2	2	2	5	6	7	5	5	2	2	5	7	5	9	6	2	2	6	6	6	8	7	2	2	5	9	6	6	7
12	2	2	2	2	5	5	6	5	5	2	2	5	5	5	7	6	2	2	7	5	5	7	7	2	2	5	7	6	5	6
13	2	2	2	2	5	5	6	4	4	2	2	5	6	4	7	5	2	2	6	5	6	6	5	2	2	5	6	6	4	5
14	2	2	2	2	4	5	4	4	5	2	2	5	5	5	7	7	2	2	6	6	5	4	4	2	2	5	7	5	5	5
15	2	2	2	2	5	6	4	5	5	2	2	5	6	6	6	6	2	2	7	5	7	6	5	2	2	6	5	6	5	5
16	2	2	2	2	3	4	4	4	5	2	2	4	5	4	5	6	2	2	5	4	5	5	4	2	2	4	5	4	4	6
17	2	2	2	2	4	4	4	4	5	2	2	4	4	5	5	7	2	2	5	4	4	5	4	2	2	4	4	3	4	6
18	2	2	2	2	3	3	4	4	6	2	2	4	4	6	6	5	2	2	5	4	4	4	4	2	2	4	4	4	3	4
19	3	2	2	2	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4
20	3	2	2	2	3	2	2	2	3	2	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	3	2	2	3	3
21	2	2	2	2	3	2	2	2	2	3	3	2	2	3	3	3	4	3	3	2	3	3	3	3	2	2	3	2	2	3
22	2	2	3	2	3	3	2	3	2	3	2	2	2	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3
23	2	2	3	2	3	2	2	3	2	3	2	2	2	3	4	3	2	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	2	2	3

Tabla 28. Consumo mayo.

	MES DE MAYO CONSUMO (kWh)																														
	Día																														
Hora	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	2	3	3	2	2	2	2	2	2	2	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
1	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
2	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2
4	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	3	2	2
5	2	3	3	2	2	2	2	2	3	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	2	2	2	3	2	2	2
6	2	2	3	3	2	2	2	3	2	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	2	2	2	3	2	2	2
7	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	2	3	3
8	2	3	6	6	6	5	4	2	2	4	4	5	4	4	2	2	4	4	4	4	4	2	2	4	4	4	5	5	2	2	4
9	2	3	6	7	6	5	5	2	3	5	5	6	4	4	2	2	4	4	5	4	5	2	2	5	5	5	5	5	2	2	5
10	2	3	7	5	6	5	5	2	2	5	6	6	5	4	2	2	5	4	5	4	4	2	2	4	4	5	6	5	3	2	5
11	2	2	6	4	5	5	5	2	2	4	5	5	5	5	2	2	5	4	5	5	4	3	2	4	5	4	5	5	3	2	5
12	2	2	5	4	4	4	5	2	2	5	5	5	5	5	2	2	5	4	4	4	6	2	2	4	4	5	5	5	2	2	5
13	2	2	4	4	4	5	4	2	2	6	5	4	4	4	2	2	5	5	4	4	5	6	3	2	4	5	5	5	2	2	5
14	3	2	6	5	3	4	4	2	2	4	5	5	5	4	2	2	4	4	4	4	4	2	2	4	4	5	4	4	2	2	4
15	2	2	7	5	4	5	4	2	2	5	4	5	5	4	2	2	4	4	4	4	4	3	2	5	4	5	5	4	2	2	4
16	2	2	5	5	4	4	3	2	2	4	4	4	4	4	2	2	4	4	4	4	4	3	2	4	4	4	4	4	2	2	5
17	2	2	5	3	4	4	5	2	2	3	4	4	4	4	2	2	4	4	4	5	4	3	2	4	4	5	4	4	3	2	5
18	2	3	5	4	4	4	5	2	2	4	3	4	4	4	2	2	4	4	4	4	4	2	2	4	4	4	4	4	2	2	5
19	3	3	4	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	4	3	3	3
20	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
21	3	3	2	3	2	3	3	3	3	3	3	2	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
22	3	3	2	2	2	3	3	3	3	3	3	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3
23	3	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	2	3	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

Tabla 29. Consumo junio.

	MES DE JUNIO CONSUMO (kWh)																														
	Día																														
Hora	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	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	
1	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	3	2	2	
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	
3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	
4	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
5	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
6	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
7	3	3	2	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
8	4	4	2	2	2	2	4	4	4	4	5	2	2	4	5	7	6	4	2	2	4	4	4	4	4	4	3	2	4	4	4
9	5	4	2	2	2	2	5	6	5	5	5	2	2	5	5	7	5	5	2	2	4	4	4	4	4	5	3	2	5	5	5
10	6	5	2	2	2	2	5	6	5	5	5	2	2	5	6	5	5	4	2	2	4	4	4	4	4	5	3	2	5	4	4
11	6	5	2	2	2	2	6	6	4	5	5	2	2	5	6	5	5	4	2	2	4	5	3	4	5	3	2	5	4	4	4
12	6	5	2	2	2	2	6	5	4	5	5	2	2	6	7	5	4	5	2	2	4	5	3	5	5	3	2	6	5	4	4
13	7	5	2	2	2	2	6	5	5	5	6	2	2	8	6	6	5	6	2	2	4	5	4	6	7	3	2	7	6	5	5
14	4	4	2	2	2	2	5	5	6	5	4	2	2	6	8	6	4	5	2	2	4	4	4	5	7	3	2	7	5	7	7
15	4	4	2	2	2	2	5	6	5	5	5	3	3	7	8	5	4	5	2	2	4	5	4	5	3	2	4	7	6	6	6
16	4	5	2	2	2	2	5	5	5	7	7	3	2	8	9	6	4	5	2	2	4	5	5	6	5	2	2	5	7	7	7
17	4	5	2	2	2	2	5	6	6	7	8	2	2	9	9	6	6	6	2	2	5	6	6	6	5	2	2	6	7	8	8
18	4	4	2	2	2	2	5	6	4	8	7	3	3	6	6	6	6	5	2	2	4	5	4	5	5	3	2	5	6	7	7
19	3	3	3	3	3	3	3	4	3	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	5	3	3	3	3	3
20	3	3	3	3	3	3	3	4	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	5	3	3	3	3	3
21	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3
22	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	3	2	3	3	4	3	3	3	3	3	3
23	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	3	2	3	3	4	3	3	3	3	3	3

Tabla 30. Consumo julio.

	MES DE JULIO CONSUMO (kWh)																														
	Día																														
Hora	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	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	2	2	2	3	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	2	2	3	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	3	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
4	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2
5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
6	2	3	2	2	2	2	2	2	3	2	2	3	2	2	2	3	2	2	3	3	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2
7	4	4	3	3	4	4	4	4	4	3	3	5	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	5	3	3	4	4	4	4	4	3
8	4	6	2	2	5	5	6	4	5	2	3	9	5	6	6	5	2	3	6	5	4	4	7	2	2	7	5	6	5	4	2
9	4	6	2	2	5	6	5	5	5	2	3	8	5	6	7	5	2	2	7	7	5	5	8	2	2	6	5	5	6	4	2
10	6	6	2	2	6	9	6	7	7	2	2	10	6	6	6	6	2	2	9	8	5	5	9	2	2	6	6	6	6	5	2
11	6	7	2	2	5	10	7	7	8	3	3	11	7	6	6	8	2	2	10	9	6	7	10	2	2	7	8	6	8	6	2
12	5	8	2	2	5	10	8	7	8	3	3	9	6	6	8	8	3	3	9	10	9	7	12	2	2	8	10	7	8	6	2
13	8	9	3	2	6	10	9	7	9	3	3	10	6	6	9	8	3	2	10	10	9	9	11	2	2	8	9	10	9	7	2
14	8	8	3	3	7	9	9	8	11	3	3	10	6	6	9	9	2	3	10	12	10	9	11	2	2	8	9	11	11	8	2
15	5	4	2	3	5	5	5	4	5	3	3	4	4	4	4	5	3	3	6	6	5	4	5	2	2	6	5	5	5	4	2
16	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	2	2	2	3	3	3	2	2
17	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	2	3	3	3	3	2	2
18	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
19	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
20	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
21	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
22	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
23	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

Tabla 31. Consumo agosto.

	MES DE AGOSTO CONSUMO (kWh)																														
	Día																														
Hora	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	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
4	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	3	2	3	3	2	2	3	2	2	3	2	2	2	2	2	2
5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2
6	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
7	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	4	4	3	3	3	3	4	4	5	4	3	3	4	4	4	3	3	2	2	4	4
8	2	4	4	4	4	5	2	2	5	6	6	5	2	3	2	3	6	5	6	6	2	3	6	6	6	5	5	2	2	6	5
9	2	4	5	5	4	6	2	2	4	6	6	6	2	2	2	2	5	5	5	5	2	2	6	5	5	4	5	2	2	5	4
10	2	5	5	5	5	5	2	2	6	5	5	5	2	2	2	2	5	5	6	5	2	2	5	5	5	4	5	2	2	5	4
11	2	6	6	6	5	7	2	2	6	5	8	6	2	2	2	2	5	6	6	6	2	2	6	5	6	4	6	2	2	6	8
12	2	6	6	8	5	8	2	2	7	4	10	6	2	3	3	3	6	9	6	7	2	2	5	5	7	5	6	2	2	6	8
13	2	7	6	7	6	8	2	2	8	7	11	7	3	3	3	3	6	10	6	8	2	2	6	6	7	4	8	2	2	6	8
14	2	7	5	8	7	9	2	2	10	9	11	9	3	3	3	3	7	9	6	8	2	2	7	8	4	8	2	2	6	8	
15	2	3	4	4	4	7	2	3	6	4	5	6	3	3	3	3	6	5	4	4	2	2	4	4	3	3	3	2	2	4	4
16	2	2	2	2	2	3	3	3	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
17	2	2	2	2	2	3	3	3	2	2	2	2	3	3	4	3	3	3	3	2	3	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2
18	2	2	2	2	2	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2
19	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	5	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
20	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
21	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
22	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
23	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3

Tabla 32. Consumo septiembre.

	MES DE SEPTIEMBRE CONSUMO (kWh)																													
	Día																													
Hora	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	2	2	2	2	2	2	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
1	2	2	2	2	2	3	2	3	3	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
3	2	2	2	2	2	2	2	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
4	2	2	2	2	2	2	2	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
5	2	2	2	3	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2
6	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	2
7	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	2	3	2	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	2	2	3	3	3	3
8	6	6	6	2	2	6	5	5	5	5	2	2	5	5	5	4	4	2	2	5	5	4	5	5	2	2	4	5	5	5
9	6	6	6	2	2	6	5	5	5	4	2	2	5	5	5	5	4	2	2	5	4	5	4	5	2	2	5	5	4	4
10	6	5	4	2	2	6	4	5	4	4	2	2	5	5	5	4	4	2	2	5	4	4	4	5	2	2	4	4	4	4
11	7	7	4	2	3	8	7	5	5	5	2	2	6	5	4	5	4	2	2	4	5	4	4	5	2	2	4	4	4	4
12	8	6	6	2	2	10	10	5	5	5	2	2	6	6	4	5	4	2	2	4	4	4	4	4	2	2	4	4	4	4
13	7	6	7	3	3	9	11	5	6	6	2	2	6	6	4	5	5	2	2	4	4	4	4	4	2	2	4	4	4	4
14	7	5	5	3	3	8	10	6	5	5	2	2	4	5	4	4	4	2	2	4	4	4	4	4	2	2	4	4	4	4
15	6	5	5	3	3	8	7	6	5	4	2	2	4	4	4	4	4	2	2	4	4	3	4	4	2	2	4	4	4	4
16	6	6	6	3	3	8	8	7	4	6	2	2	4	4	3	4	4	2	2	5	4	3	4	4	2	2	5	4	4	4
17	6	6	7	3	3	8	9	8	6	6	2	3	5	4	3	4	4	2	2	5	3	4	4	4	2	2	5	4	4	5
18	4	4	7	3	3	7	7	5	5	7	3	2	4	4	4	4	5	3	2	4	4	4	4	3	2	2	4	3	4	5
19	3	3	4	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3
20	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
21	3	3	3	3	3	3	4	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	2	3	3	3	3
22	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	3	3	3	3	3
23	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	3	3	3	3

Tabla 33. Consumo octubre.

MES DE OCTUBRE CONSUMO (kWh)																																	
	Día																																
Hora	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	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	
3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	
4	2	2	2	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	
5	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
6	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	3	2	2	2	3	2	2	3	2	2	2	2	
7	3	2	2	3	3	3	2	2	2	3	3	2	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	
8	4	2	2	4	4	4	5	4	2	2	2	2	6	5	4	2	2	5	5	5	5	5	2	2	5	6	5	4	6	2	2	2	
9	4	2	2	4	4	4	5	4	2	2	2	2	6	5	4	2	2	5	6	6	5	5	2	2	5	6	5	5	7	2	2	2	
10	4	2	2	4	4	4	4	4	2	2	2	2	5	5	5	2	2	5	5	4	5	4	2	2	5	6	4	6	6	2	2	2	
11	4	2	2	4	4	4	4	4	2	2	2	2	5	4	4	2	2	4	5	4	5	4	2	2	5	6	4	5	6	2	1		
12	4	2	2	4	4	4	4	4	2	2	2	2	5	4	4	2	2	4	5	4	5	5	2	2	5	5	5	5	6	2	1		
13	4	2	2	4	4	3	4	4	2	2	2	2	4	4	4	2	2	4	5	5	5	4	2	2	5	6	4	4	5	2	2		
14	4	2	2	4	4	4	3	3	2	2	2	2	5	4	3	2	2	4	4	4	4	4	2	1	5	4	4	3	5	2	2		
15	3	2	2	3	4	3	4	3	2	2	2	2	5	4	4	2	2	4	5	4	4	4	2	2	4	4	5	4	5	2	1		
16	4	2	2	3	4	3	4	3	2	2	2	2	4	4	4	2	2	4	5	3	4	4	2	2	5	4	5	4	5	2	2		
17	4	2	2	4	4	4	4	3	2	2	2	2	5	4	4	2	2	4	6	4	4	4	2	1	5	4	4	4	4	2	1		
18	4	2	2	3	3	3	4	4	2	2	2	2	3	4	4	2	2	4	4	4	3	4	2	2	4	4	3	4	4	2	2		
19	3	3	2	3	3	3	3	3	2	3	3	2	3	3	3	2	2	4	2	3	3	3	2	2	2	3	3	3	2	2	2		
20	3	3	3	3	2	3	3	3	2	3	2	2	2	3	2	3	3	3	2	3	3	3	2	2	2	2	2	3	2	2	2		
21	3	3	2	2	2	2	2	2	3	3	2	2	2	3	3	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		
22	3	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	2	3	2	3	2	3	2	2	2	2	2	3	3	3	2	2	2		
23	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	3	2	2	2	3	2	2	2	3	3	3	2	2	2		

Tabla 34. Consumo noviembre.

Hora	MES DE NOVIEMBRE CONSUMO (kWh)																													
	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	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	3	2	3	2	2	3	2	2	3	3	4	2	3	2	2
1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	2	3	2	2
2	2	1	2	2	2	2	2	2	3	2	3	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	2	2
3	2	1	2	2	3	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	3	2	3	3	2	2	2	2	2	3	4	3	3	2	2
4	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	3	2	3	2	2	3	2	2	2	3	4	3	3	2	3
5	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	4	2	3	2	3	2	3	2	2	3	4	3	3	3	3
6	2	2	3	3	3	2	3	3	3	3	3	4	3	3	3	4	3	4	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	3	3
7	2	2	2	2	3	2	3	3	2	2	3	4	2	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	4	4	4	4	3	3	3
8	2	5	5	5	7	1	2	9	9	10	8	9	2	1	11	11	6	5	5	4	2	2	7	7	8	7	7	3	2	7
9	2	7	5	6	7	1	2	11	11	13	10	12	2	1	11	13	8	7	6	5	2	1	9	11	10	10	10	6	2	10
10	2	5	5	5	7	1	2	12	13	12	11	11	2	1	11	12	9	7	8	7	2	1	8	11	9	8	10	7	2	9
11	2	6	4	6	6	1	2	12	12	9	11	11	2	1	11	11	8	6	7	7	2	2	8	10	9	8	9	7	2	8
12	2	5	4	7	7	2	2	10	10	9	11	9	2	1	10	11	8	5	7	7	2	1	9	8	9	9	8	6	1	8
13	1	5	5	7	8	2	2	10	9	10	10	9	2	1	11	10	6	5	6	7	2	2	8	7	8	9	8	5	1	7
14	1	5	5	6	7	1	1	8	8	9	8	8	1	1	9	8	7	6	6	7	2	2	8	9	7	9	8	2	1	8
15	1	5	6	5	6	1	1	10	8	9	8	9	2	1	8	9	7	7	6	8	2	1	9	9	7	9	10	2	2	8
16	1	5	5	5	5	2	2	7	6	6	7	7	1	2	9	6	7	7	7	7	2	1	7	8	8	8	9	2	2	8
17	2	4	6	5	6	2	2	7	7	6	6	7	2	2	9	6	7	8	8	7	2	2	9	8	9	9	9	2	2	8
18	2	4	6	5	5	2	3	7	7	5	6	8	2	2	8	6	9	9	9	8	2	2	9	9	9	8	9	3	3	8
19	2	2	2	2	2	3	2	3	2	2	2	2	2	2	3	2	3	3	4	5	3	2	3	4	4	4	4	3	3	4
20	2	2	2	2	3	3	2	3	3	3	3	3	2	3	4	3	3	2	2	3	2	3	3	3	3	2	4	2	2	3
21	2	2	2	2	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	2	2	3	2	3	3	3	3	3	4	3	2	3
22	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	2	3	3	2	3	3	3	3	3	4	3	2	3
23	2	2	2	2	2	2	2	3	2	3	2	2	2	2	3	2	3	2	2	3	2	2	2	3	3	2	3	2	2	2

Tabla 35. Consumo diciembre.

	MES DE DICIEMBRE CONSUMO (kwh)																														
	Día																														
Hora	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	2	3	3	3	2	2	3	2	2	3	3	3	2	2	4	3	4	4	2	2	3	3	4	3	3	3	2	2	3	3	3
1	2	3	3	3	2	3	2	2	2	3	3	3	2	2	4	3	4	4	2	2	2	3	4	3	2	3	3	2	3	3	3
2	3	3	3	3	2	2	2	2	2	3	3	3	2	1	4	3	4	4	2	2	2	3	4	3	2	3	2	2	3	3	4
3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	3	3	3	2	2	4	3	4	3	2	2	2	3	4	3	2	3	2	2	3	4	3
4	3	3	3	3	2	2	2	2	1	3	2	3	2	3	4	3	4	4	2	2	3	3	4	3	2	3	3	2	3	3	3
5	3	3	3	3	2	2	3	2	2	3	2	3	2	3	4	3	4	3	2	2	3	3	4	3	2	3	3	3	3	3	3
6	4	3	4	4	3	3	3	3	2	3	4	4	3	3	4	4	4	5	3	3	3	4	5	4	3	3	3	3	4	4	4
7	4	3	4	5	2	3	3	3	2	3	4	3	3	3	4	4	4	5	2	2	3	4	5	4	3	3	3	3	4	4	4
8	7	8	6	7	2	2	1	2	6	6	7	2	2	9	8	8	7	8	2	2	8	10	8	8	2	2	3	10	11	9	11
9	9	11	10	12	1	2	2	2	12	11	8	6	2	12	9	10	9	10	2	2	15	15	9	10	2	2	3	13	14	13	17
10	10	11	10	12	2	2	1	2	12	12	9	6	2	11	10	9	9	10	1	2	11	14	10	10	2	2	2	15	13	15	15
11	10	11	10	11	1	2	1	2	11	10	11	6	2	9	9	10	9	9	2	2	9	10	9	9	2	2	2	14	10	14	13
12	8	9	10	10	1	2	1	2	11	10	10	6	2	9	8	10	10	8	2	2	9	9	8	10	2	2	2	12	10	10	11
13	9	8	9	10	1	2	1	2	11	10	9	5	2	9	9	9	8	7	2	2	8	9	8	10	2	2	2	12	10	10	12
14	9	9	10	10	2	1	1	1	10	9	9	2	1	8	10	10	8	8	1	1	9	9	9	5	2	2	2	11	11	9	7
15	8	9	9	10	1	1	1	1	9	10	7	1	2	9	10	10	10	10	1	2	9	9	10	2	2	2	2	12	10	11	1
16	8	8	8	9	1	1	2	2	8	9	7	1	2	9	10	9	9	9	2	1	9	8	10	2	2	2	2	10	10	11	1
17	9	8	9	11	2	2	2	2	11	10	7	2	2	9	10	8	10	9	2	2	9	10	9	2	2	2	2	9	10	10	2
18	9	10	11	10	2	2	2	2	12	12	9	2	2	7	10	8	9	11	2	2	11	9	11	2	3	2	2	10	10	12	2
19	4	4	4	4	3	2	3	3	5	4	5	2	3	4	4	4	4	6	3	2	7	4	5	2	3	2	3	5	5	5	2
20	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	2	3	3	4	4	3	3	2	3	4	3	3	2	3	3	4	4	3	3
21	4	4	4	3	3	2	3	3	4	4	3	3	2	4	4	4	4	3	3	2	3	3	4	3	2	3	3	4	4	4	3
22	3	4	3	3	3	2	3	3	4	4	3	3	2	4	3	4	4	3	3	2	3	4	4	3	2	3	3	4	4	4	3
23	3	3	3	2	2	2	2	3	3	3	3	2	2	3	3	4	4	2	2	2	3	4	3	2	3	3	3	3	3	3	3

Granada, Septiembre de 2022

El alumno

A handwritten signature in black ink, consisting of a large, stylized 'J' followed by a series of loops and a horizontal line.

Julio Martín-Ambel Llavero

TRABAJO FIN DE GRADO

INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CONECTADA A LA RED PARA EMPRESA DE SEGURIDAD EN GRANADA

ANEXO IV (MATERIALES)

Smart PV Controller



Active Safety

AI Powered Arcing Protection



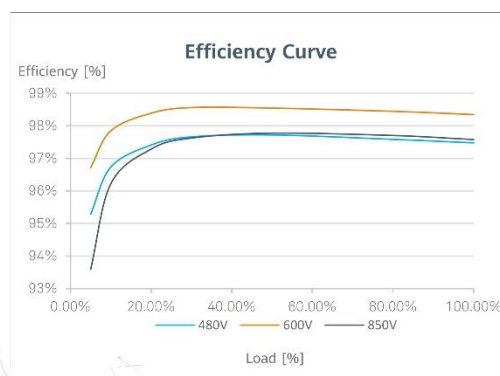
Higher Yields

Up to 30% More Energy with Optimizer ¹

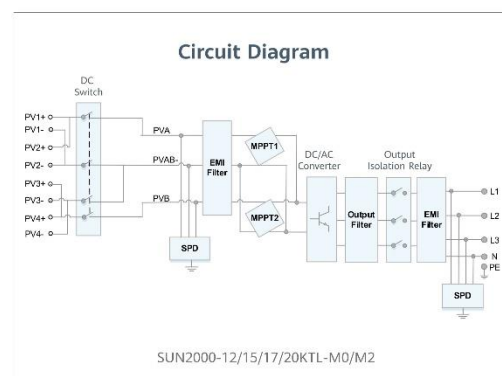


Flexible Communication

WLAN, Fast Ethernet, 4G
Communication Supported



¹ Only applicable to SUN2000-12/15/17/20KTL-M2 Inverter.



SOLAR.HUAWEI.COM/EU/

SUN2000-12/15/17/20KTL-M2
Technical Specification

Technical Specification	SUN2000 -12KTL-M2	SUN2000 -15KTL-M2	SUN2000 -17KTL-M2	SUN2000 -20KTL-M2
Efficiency				
Max. efficiency	98.50%	98.65%	98.65%	98.65%
European weighted efficiency	98.00%	98.30%	98.30%	98.30%
Input				
Recommended max. PV power ¹	18,000 Wp	22,500 Wp	25,500 Wp	30,000 Wp
Max. input voltage ²	1,080 V			
Operating voltage range ³	160 V ~ 950 V			
Start-up voltage	200 V			
Rated input voltage	600 V			
Max. input current per MPPT	22 A			
Max. short-circuit current	30 A			
Number of MPP trackers	2			
Max. input number per MPP tracker	2			
Output				
Grid connection	Three phase			
Rated output power	12,000 W	15,000 W	17,000 W	20,000 W
Max. apparent power	13,200 VA	16,500 VA	18,700 VA	22,000 VA
Rated output voltage	220 Vac / 380 Vac, 230 Vac / 400 Vac, 3W + N + PE			
Rated AC grid frequency	50 Hz / 60 Hz			
Max. output current	20 A	25.2 A	28.5 A	33.5 A
Adjustable power factor	0.8 leading ... 0.8 lagging			
Max. total harmonic distortion	≤ 3 %			
Features & Protections				
Input-side disconnection device	Yes			
Anti-islanding protection	Yes			
AC over-current protection	Yes			
AC short-circuit protection	Yes			
AC over-voltage protection	Yes			
DC reverse-polarity protection	Yes			
DC surge protection	TYPE II			
AC surge protection	Yes, compatible with TYPE II protection class according to EN/IEC 61643-11			
Residual current monitoring unit	Yes			
Arc fault protection	Yes			
Ripple receiver control	Yes			
Integrated PID recovery ⁴	Yes			
General Data				
Operation temperature range	-25 ~ +60 °C (-13 °F ~ 140 °F)			
Relative humidity	0 % RH ~ 100% RH			
Max. operating altitude	0 ~ 4,000 m (13,123 ft.) (Derating above 2000 m)			
Cooling	Natural Convection			
Display	LED Indicators; Integrated WLAN + FusionSolar App			
Communication	RS485; WLAN/Ethernet via Smart Dongle-WLAN-FE (Optional) 4G / 3G / 2G via Smart Dongle-4G (Optional)			
Weight (with mounting plate)	25 kg			
Dimensions (W x H x D) (incl. mounting plate)	525 x 470 x 262 mm (20.7 x 18.5 x 10.3 inch)			
Degree of protection	IP65			
Nighttime Power Consumption	< 5.5 W ⁵			
Optimizer Compatibility				
DC MBUS compatible optimizer	SUN2000-450W-P			
Standard Compliance (more available upon request)				
Safety	EN/IEC 62109-1, EN/IEC 62109-2			
Grid connection standards	G98, G99, EN 50549, CEI 0-21, CEI 0-16, VDE-AR-N-4105, VDE-AR-N-4110, AS 4777.2, C10/11, ABNT, VFR 2019, RD 1699, RD 661, PO 12.3, TOR D4, IEC61727, IEC62116, DEWA			

^{*1} Inverter max input PV power is 40,000 Wp when long strings are designed and fully connected with SUN2000-450W-P power optimizers.

^{*2} The maximum input voltage is the upper limit of the DC voltage. Any higher input DC voltage would probably damage inverter.

^{*3} Any DC input voltage beyond the operating voltage range may result in inverter improper operating.

^{*4} SUN2000-12~20KTL-M2 raises potential between PV- and ground to above zero through integrated PID recovery function to recover module degradation from PID. Supported module types include: P-type (mono, poly)

^{*5} <10 W when PID recovery function is activated.

Version No.:04-(20201006)

SOLAR.HUAWEI.COM/EU/



Certificate of compliance

Applicant: Huawei Technologies Co., Ltd.
Administration Building, Headquarters of Huawei Technologies Co., Ltd.,
Bantian, Longgang District, Shenzhen, 518129
P.R.C

Products: SOLAR INVERTER

Model: SUN2000-8KTL-M0, SUN2000-10KTL-M0, SUN2000-12KTL-M0,
SUN2000-15KTL-M0, SUN2000-17KTL-M0, SUN2000-20KTL-M0,
SUN2000-8KTL-M2, SUN2000-10KTL-M2, SUN2000-12KTL-M2,
SUN2000-15KTL-M2, SUN2000-17KTL-M2, SUN2000-20KTL-M2

The grid connected inverters mentioned in this document comply with Spanish regulations on the connection of photovoltaic installations to the low voltage grid.

More specifically, they comply with the safety requirements concerning people and the installation through the use of techniques which are equivalent to the galvanic isolation of a transformer, in accordance with the Royal Legislative Decree 1699/2011 and the Royal Legislative Decree 661/2007.

The inverters incorporate a Residual Current Monitoring Unit (RCMU) which is sensitive to all fault currents and which operates on a response threshold of 30 mA. The alternating current relays safely disconnect the grid in the event of a fault. The inverter is fitted with an isolation monitoring device and an earth detector on the direct current (DC) side, upstream of the connection to the grid.

These functions have been tested and certified in accordance with DIN V VDE V 0126-1-1:2006:02. A sophisticated circuit breaker prohibits the injection of direct current into the grid at all times.

La corriente continua inyectada en la red de distribución por el inversor es inferior al 0,5% del valor eficaz de la corriente nominal de salida, medida tal como indica la "Nota de interpretación de equivalencia de la separación galvánica".

The inverters' reconnection time is at least three minutes according to IEC 61727:2001 once the grid parameters are within the permitted margins. It is impossible for the user to modify the safeguards' setting points with software. The equipment is protected in the event of isolated operation.

Applied rules and standards:

RD 1699/2011, RD661/2007, DIN V VDE V 0126-1-1:2006-02 and "nota de interpretación técnica de la equivalencia de la separación galvánica de la conexión de instalaciones generadoras en baja tensión".

At the time of issue of this certificate the safety concept of an aforementioned representative product corresponds to the valid safety specifications for the specified use in accordance with regulations.

Report number: PVSP190424N048

Certificate number: U19-0353

Date of issue: 2019-06-06

Certification body



Holger Schaffer



Certification body of Bureau Veritas Consumer Products Services Germany GmbH
Accredited according to DIN EN ISO/IEC 17065

BUREAU VERITAS
Consumer Products Services Germany GmbH

Oehlecker Ring 40, 22419 Hamburg, Germany
Tel: +49 40 74041-0

cps-hamburg@de.bureauveritas.com
www.bureauveritas.de/cps

Harvest the Sunshine



Mono 455W MBB Half-Cell PERC Module

JAM78S10 435-455/MR Series





Higher output power



Lower temperature coefficient



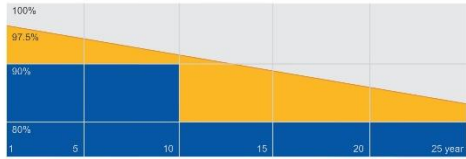
Less shading effect



Better mechanical loading tolerance

Superior Warranty

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



■ JA Linear Power Warranty ■ Industry Warranty

Comprehensive Certificates

- IEC 61215, IEC 61730
- ISO 9001: 2015 Quality management systems
- ISO 14001: 2015 Environmental management systems
- OHSAS 18001: 2007 Occupational health and safety management systems
- IEC TS 62941: 2016 Terrestrial photovoltaic (PV) modules – Guidelines for increased confidence in PV module design




JA SOLAR

www.jasolar.com

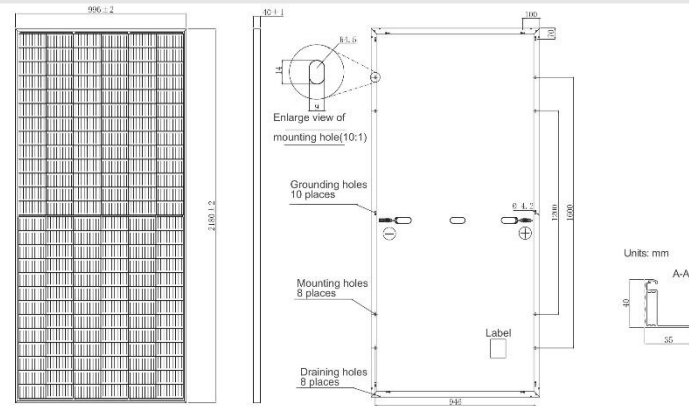
Specifications subject to technical changes and tests.
JA Solar reserves the right of final interpretation.



JA SOLAR

JAM78S10 435-455/MR Series

MECHANICAL DIAGRAMS



SPECIFICATIONS

Cell	Mono
Weight	24.6kg±3%
Dimensions	2180±2mm×996±2mm×40±1mm
Cable Cross Section Size	4mm ²
No. of cells	156(6×26)
Junction Box	IP68, 3 diodes
Connector	QC 4.10(1000V) QC 4.10-35(1500V)
Cable Length (Including Connector)	Portrait:300mm(+)/400mm(-); Landscape:1200mm(+)/1200mm(-)
Packaging Configuration	27 Per Pallet

ELECTRICAL PARAMETERS AT STC

TYPE	JAM78S10 -435/MR	JAM78S10 -440/MR	JAM78S10 -445/MR	JAM78S10 -450/MR	JAM78S10 -455/MR
Rated Maximum Power(P _{max}) [W]	435	440	445	450	455
Open Circuit Voltage(V _{oc}) [V]	52.73	53.00	53.31	53.58	53.87
Maximum Power Voltage(V _{mp}) [V]	44.50	44.87	45.18	45.51	45.83
Short Circuit Current(I _{sc}) [A]	10.40	10.44	10.48	10.52	10.56
Maximum Power Current(I _{mp}) [A]	9.78	9.81	9.85	9.89	9.93
Module Efficiency [%]	20.0	20.3	20.5	20.7	21.0
Power Tolerance	0~+5W				
Temperature Coefficient of I _{sc} (α _{Isc})	+0.044%/°C				
Temperature Coefficient of V _{oc} (β _{Voc})	-0.272%/°C				
Temperature Coefficient of P _{max} (γ _{Pmp})	-0.350%/°C				
STC	Irradiance 1000W/m ² , cell temperature 25°C, AM1.5G				

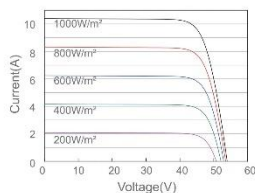
Remark: Electrical data in this catalog do not refer to a single module and they are not part of the offer. They only serve for comparison among different module types.

ELECTRICAL PARAMETERS AT NOCT

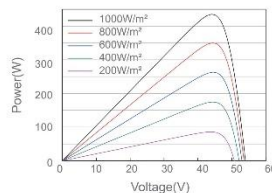
TYPE	JAM78S10 -435/MR	JAM78S10 -440/MR	JAM78S10 -445/MR	JAM78S10 -450/MR	JAM78S10 -455/MR	OPERATING CONDITIONS
Rated Max Power(P _{max}) [W]	330	334	338	342	346	Maximum System Voltage 1000V/1500V DC(IEC)
Open Circuit Voltage(V _{oc}) [V]	50.45	50.66	50.86	51.11	51.38	Operating Temperature -40°C~+85°C
Max Power Voltage(V _{mp}) [V]	41.03	41.28	41.57	41.86	42.14	Maximum Series Fuse 20A
Short Circuit Current(I _{sc}) [A]	8.43	8.48	8.53	8.57	8.61	Maximum Static Load, Front 5400Pa
Max Power Current(I _{mp}) [A]	8.04	8.09	8.13	8.17	8.21	Maximum Static Load, Back 2400Pa
NOCT	Irradiance 800W/m ² , ambient temperature 20°C, wind speed 1m/s, AM1.5G					NOCT 45±2°C
						Safety Class Glass II

CHARACTERISTICS

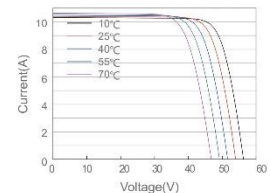
Current-Voltage Curve JAM78S10-435/MR



Power-Voltage Curve JAM78S10-435/MR



Current-Voltage Curve JAM78S10-435/MR



Premium Cells, Premium Modules

Version No. : Global_EN_20200323A

R1-02/21

Ficha técnica

Soporte inclinado abierto para cubierta plana

09V

SUNFER



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

Viento: Hasta 150 Km/h (Ver documento de velocidades del viento)

Materiales: Perfilera de aluminio EN AW 6005A T6
Tornillería de acero inoxidable A2-70

Comprobar el buen estado y la capacidad portante de la cubierta antes de cualquier instalación.

Comprobar la impermeabilidad de la fijación una vez colocada.

Dos opciones:

Para módulos de hasta 2279x1150 - Sistema Kit

2279x1150



(Ver página 2)

Para módulos de hasta 2400x1350 - Sistema PS

2400x1350

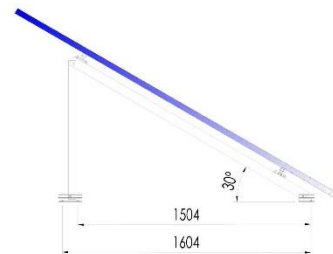
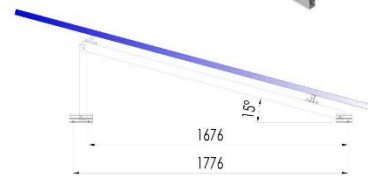


(Ver página 3)

Carga de nieve:
40 kg/m²



Perfil compatible
G1



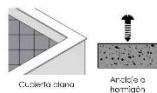
Triángulo plegado



Par de apriete:

Tornillo Presor	7 Nm
Tornillo M8 Hexagonal	20 Nm
Tornillo M10 Hexagonal	40 Nm
Tornillo M6.3 Hexagonal	10 Nm

Apriete de las uniones y anclaje al suelo mediante tornillo de hasta M10.



Cubierta plana

Anclaje a hormigón



100% Reciclable

Marcado
ES19/86524



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

Herramientas necesarias:



Seguridad:



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

Granada, Septiembre de 2022

El alumno

A handwritten signature in black ink, consisting of a large, stylized 'J' followed by a series of loops and a horizontal line.

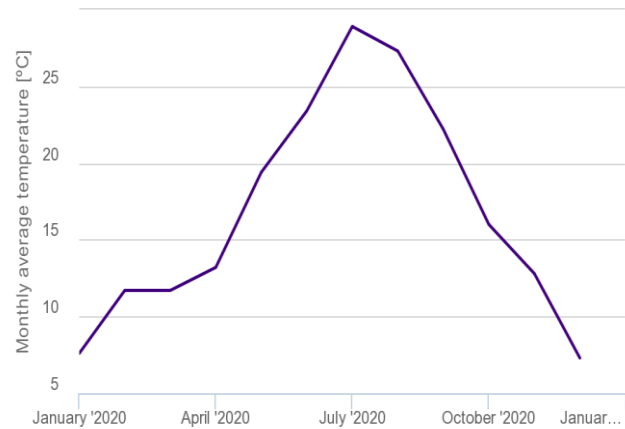
Julio Martín-Ambel Llavero

TRABAJO FIN DE GRADO

INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CONECTADA A LA RED PARA EMPRESA DE SEGURIDAD EN GRANADA

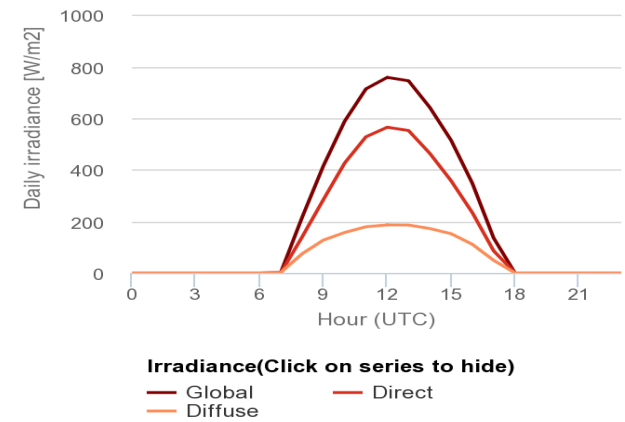
ANEXO V (DATOS DE RADIACIÓN Y TEMPERATURA)

1 TEMPERATURA ANUAL

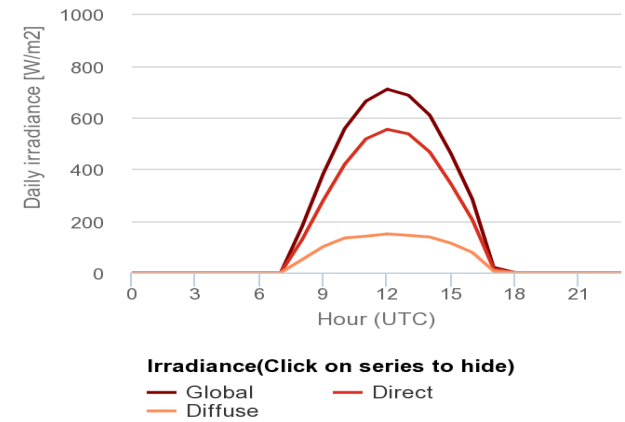


Gráfica 7. Tª media anual. Fuente: PVGIS.

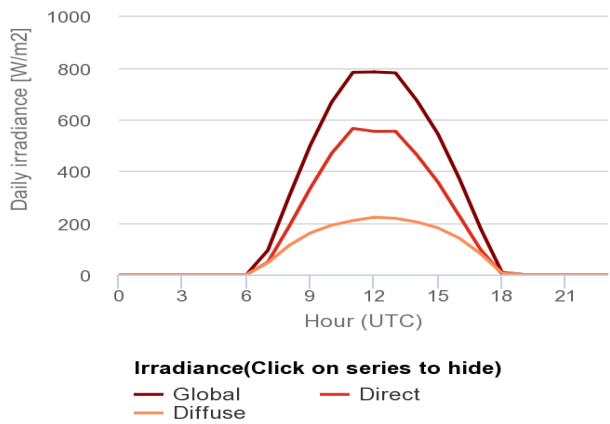
2 RADIACIÓN



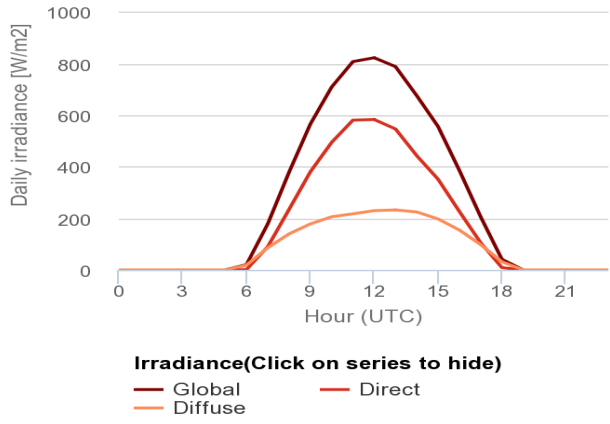
Gráfica 8. Irradiancia enero.



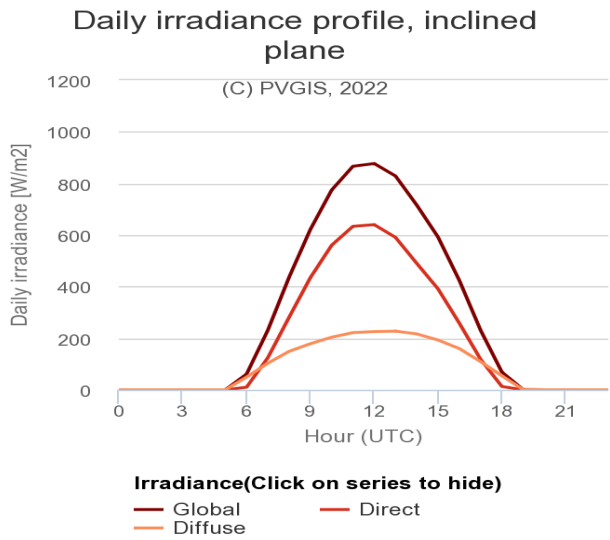
Gráfica 9. Irradiancia febrero.



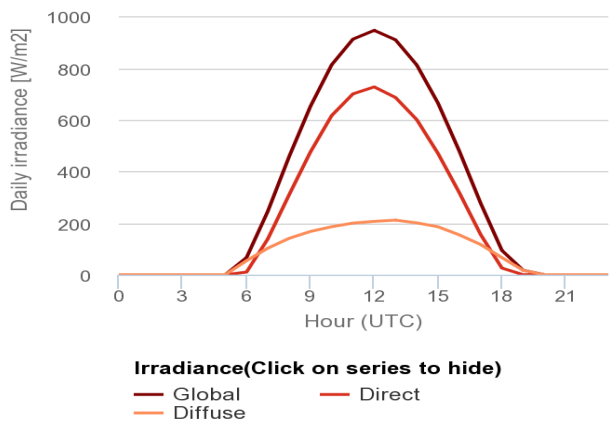
Gráfica 10. Irradiancia marzo.



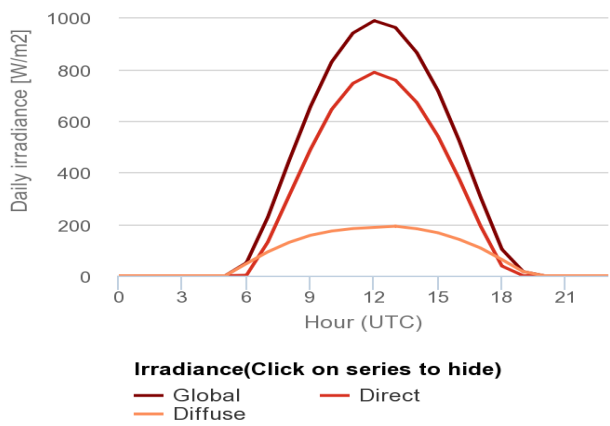
Gráfica 11. Irradiancia abril.



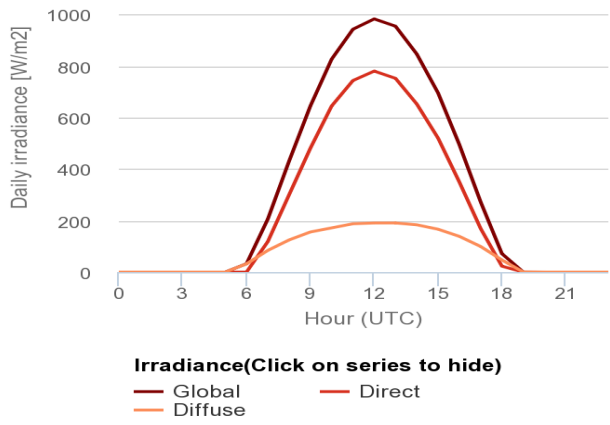
Gráfica 12. Irradiancia mayo.



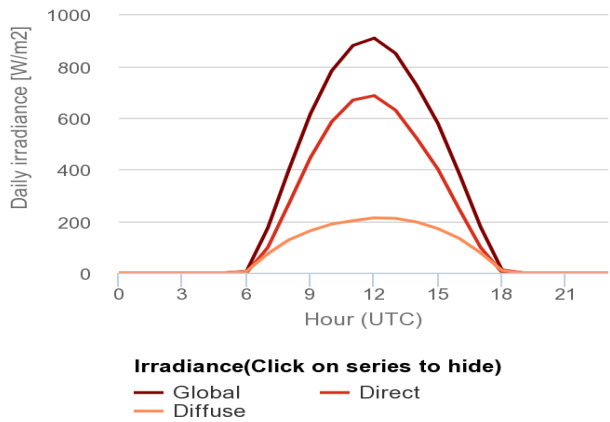
Gráfica 13. Irradiancia junio.



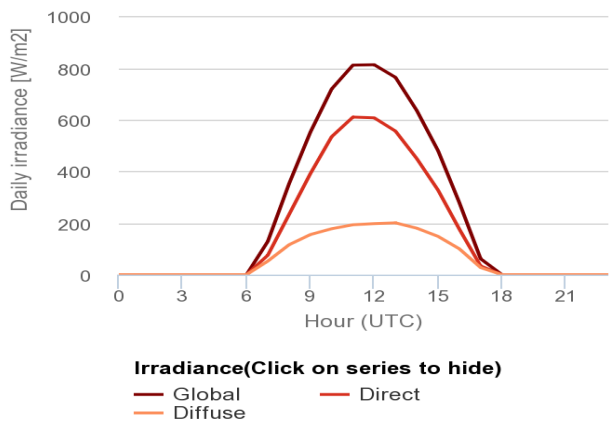
Gráfica 14. Irradiancia julio.



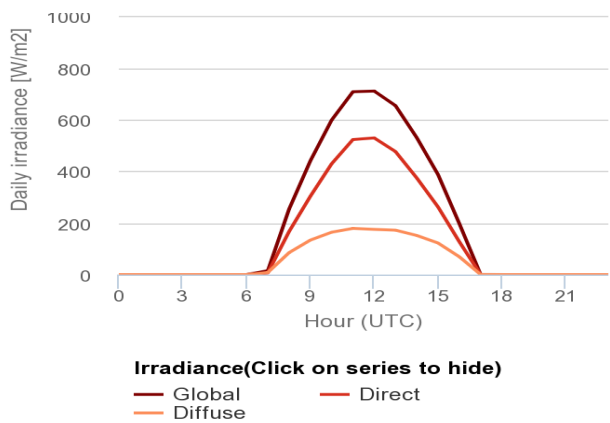
Gráfica 15. Irradiancia agosto.



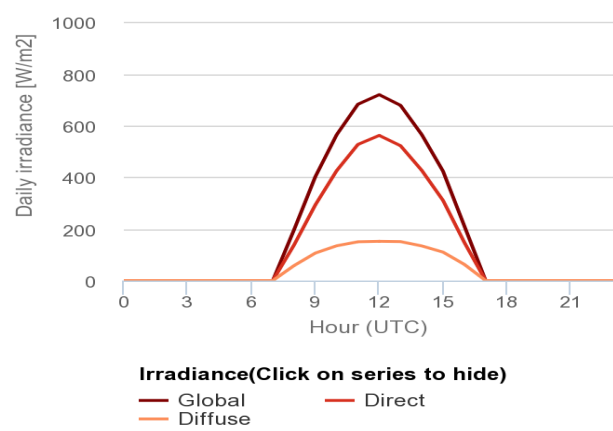
Gráfica 16. Irradiancia septiembre.



Gráfica 17. Irradiancia octubre.



Gráfica 18. Irradiancia noviembre.



Gráfica 19. Irradiancia diciembre.

Granada, Septiembre de 2022

El alumno

A handwritten signature in black ink, consisting of a large, stylized 'J' followed by a series of loops and a horizontal line.

Julio Martín-Ambel Llavero

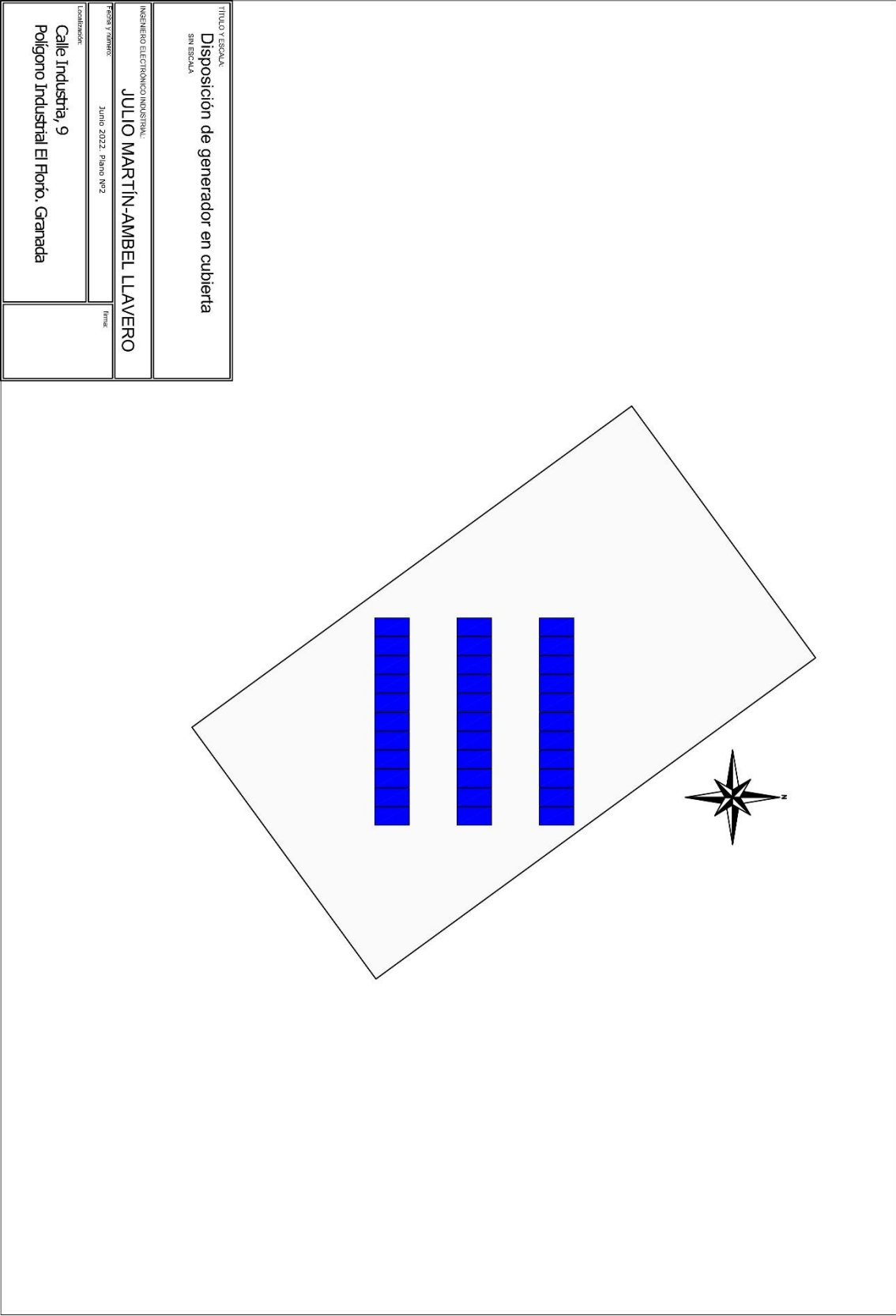
TRABAJO FIN DE GRADO

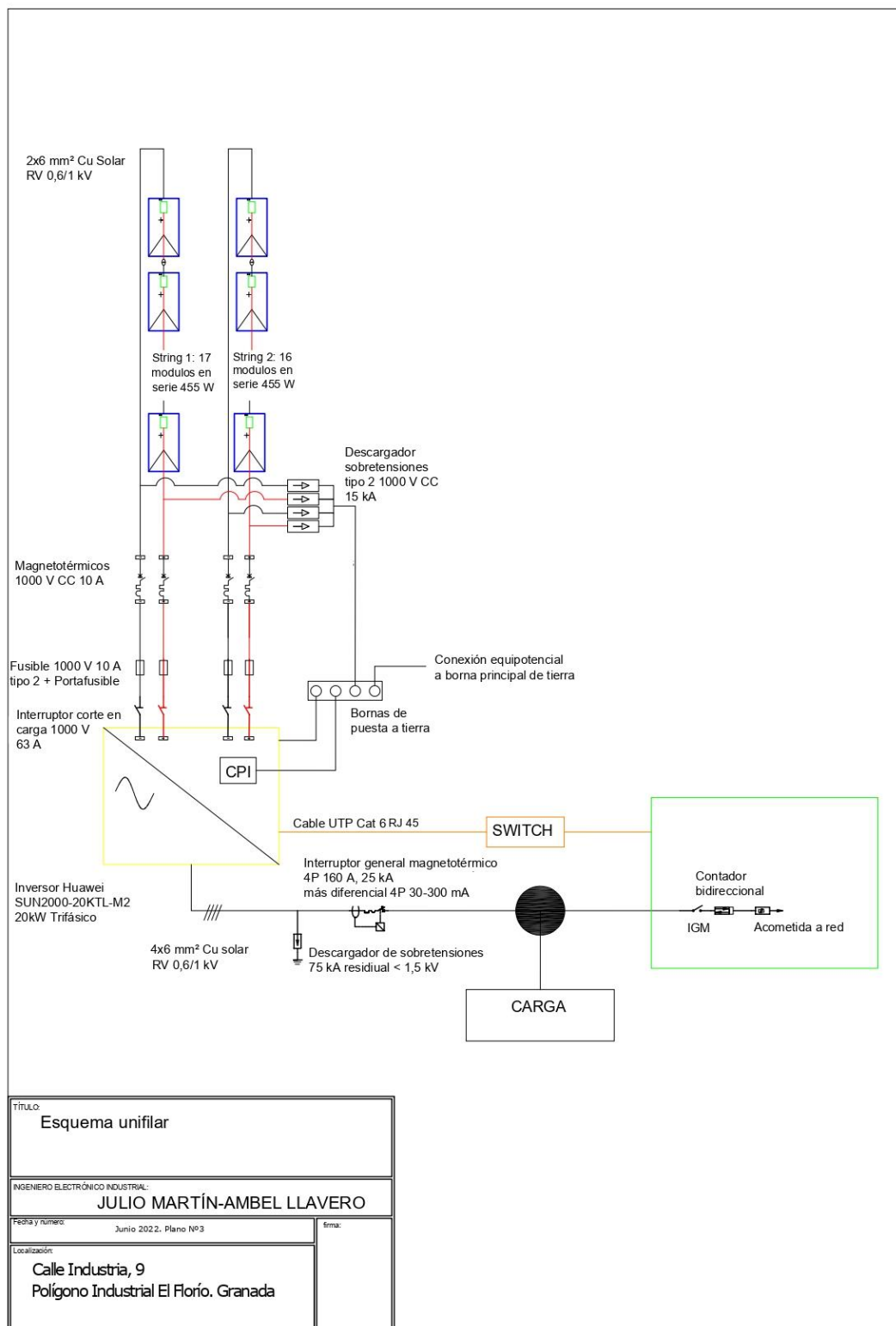
INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CONECTADA A LA RED PARA EMPRESA DE SEGURIDAD PRIVADA EN GRANADA

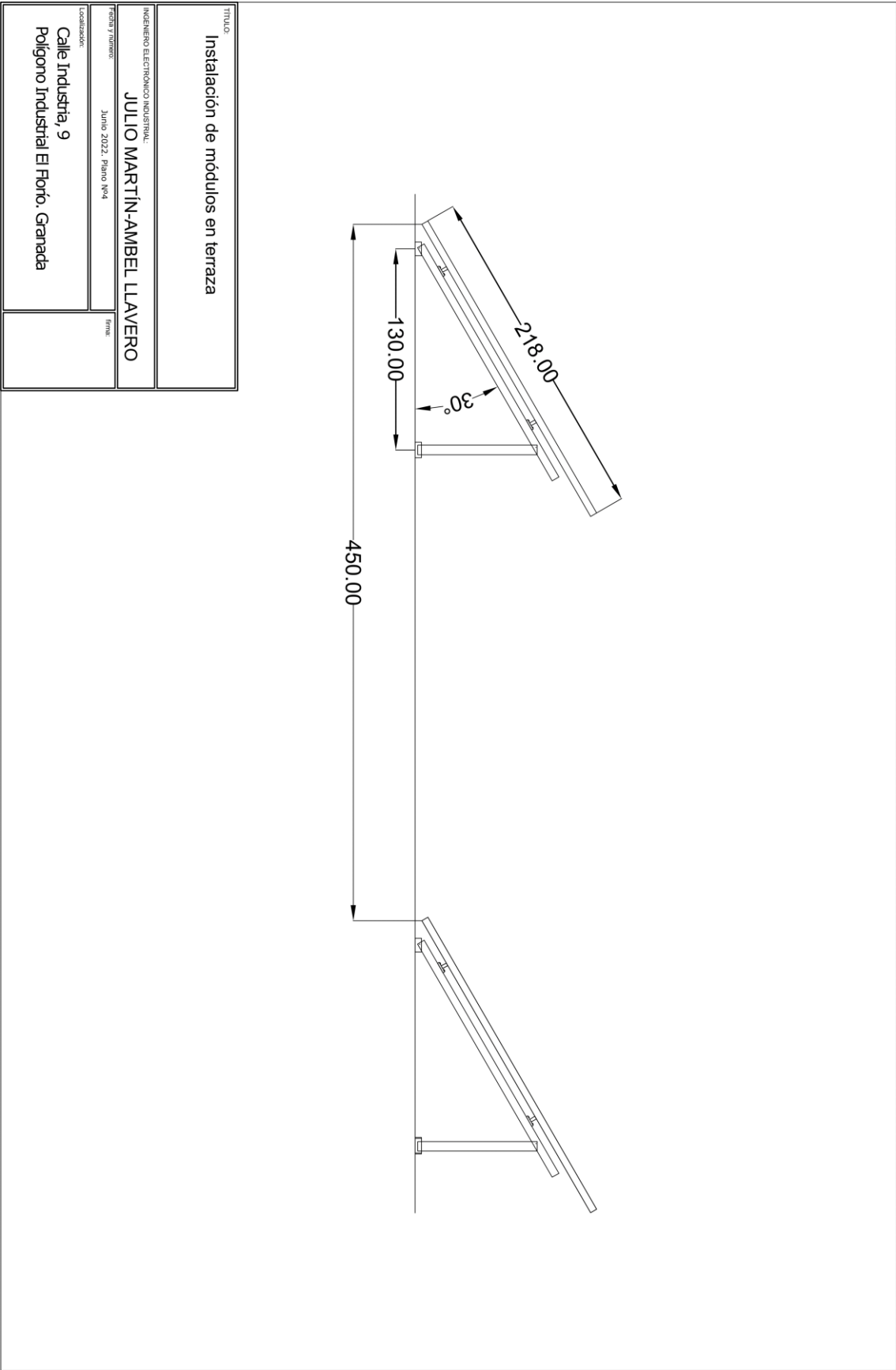
ANEXO VI (PLANOS)

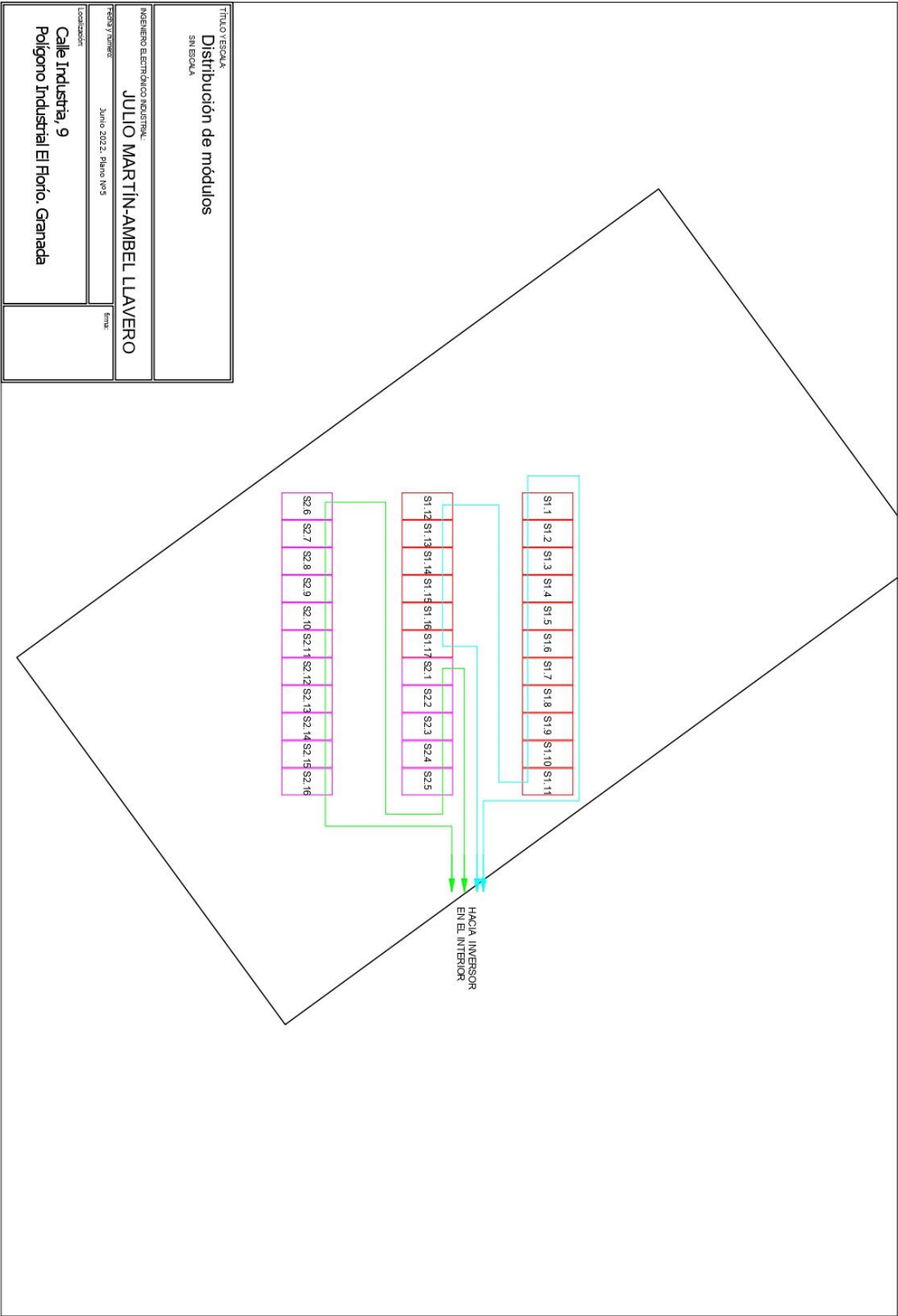
TÍTULO Y ESCALA: Plano de situación SIN ESCALA	
INGENIERO ELECTRONICO INDUSTRIAL: JULIO MARTÍN-AMBEL LLAVERO	
Foja y número: Junio 2022, Plano nº1	Hoja:
Ubicación: Calle Industria, 9 Polígono Industrial El Floró, Granada	





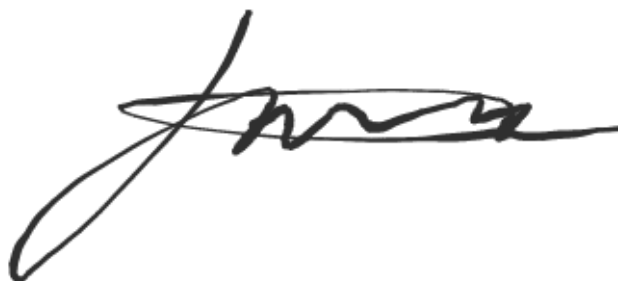






Granada, Septiembre de 2022

El alumno

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'JML', written over a horizontal line.

Julio Martín-Ambel Llaveró

TRABAJO FIN DE GRADO

INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CONECTADA A LA RED PARA EMPRESA DE SEGURIDAD EN GRANADA

PLIEGO DE CONDICIONES

1 CONDICIONES GENERALES

1.1 OBJETO DE ESTE PLIEGO

El presente Pliego será aplicable al Contrato de construcción del proyecto “Instalación fotovoltaica conectada a red para empresa de seguridad en Granada” y define expresamente o por referencia a los pliegos generales y normas que resulten de aplicación, la forma de realizar las obras de este proyecto, regulando la ejecución de las mismas por parte del Contratista, que se atenderá en todo momento a lo expuesto en él. Este Pliego se complementa con las especificaciones técnicas incluidas en cada anexo de la memoria descriptiva correspondiente a este proyecto.

Los documentos indicados, junto con este Pliego, contienen, además de la descripción general y localización de las obras, las condiciones que han de cumplir los materiales, las instrucciones para la ejecución, medición y abono de las unidades de obra y son, por lo tanto, norma de obligado cumplimiento por parte del Contratista.

1.2 DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

Las obras objeto de este Proyecto son necesarias para la ejecución del proyecto “Instalación fotovoltaica conectada a la red para empresa de seguridad en Granada”, el cual consiste en en la instalación de un generador fotovoltaico de potencia total de nuestro inversor de 15 kW conectado a la red eléctrica de baja tensión de la empresa en cuestión, situada la misma en Granada con coordenadas UTM X=443649,5 m Y=4116772,2 m y Huso: 30S.

La instalación será constituida por un único generador fotovoltaico de potencia global 15 kW y un sistema de seguridad, protecciones y monitorización.

El generador se conectará en paralelo a la entrada de acometida del primer interruptor magnetotérmico diferencial de corte general.

La organización de la obra se realizará en base a la siguiente unidad de obra:

Instalación eléctrica: instalación del generador fotovoltaico, inversor, sistemas de protección red de monitoreo.

1.3 DOCUMENTO QUE DEFINEN LAS OBRAS

Los documentos, tanto los de Proyecto como otros que la Propiedad, entregue al Contratista, pueden tener un valor contractual o meramente informativo. Los documentos que quedan incorporados al Contrato como documentos contractuales son:

- Planos.
- Pliego de condiciones.
- Mediciones y Presupuesto.

2. DISPOSICIONES VIGENTES

El Contratista está obligado al cumplimiento de la Reglamentación del Trabajo correspondiente, la contratación del Seguro Obligatorio, Subsidio familiar y de vejez, Seguro de Enfermedad y todas aquellas reglamentaciones de carácter social vigentes o que en lo sucesivo se dicten. En particular, deberá cumplir lo dispuesto en la Norma UNE 24042 “Contratación de Obras. Condiciones Generales.”, siempre que no lo modifique el presente Pliego de Condiciones. Deberá estar clasificado, según Orden del Ministerio de Hacienda, en el Grupo, Subgrupo y Categoría correspondientes al Proyecto.

Las obras del Proyecto se regirán, además de lo citado en este Pliego de Condiciones, por lo especificado en:

- Reglamentación General de la Ley de Contratas aprobado por Real Decreto.

- Artículo 1588 y siguientes del Código Civil, en los casos que sea procedente su aplicación al contrato de que se trate.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, sobre Prevención de Riesgos Laborales y R.D. 1627/97 sobre disposiciones mínimas en materia de Seguridad y Salud en las Obras.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas complementarias.
- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.
- Normas U.N.E. y Normas de Cías de Distribución que sean de aplicación.
- Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- Estructuras de acero en Edificación, EA-95.
- Acciones en la Edificación, AE-88.
- Código Técnico de la Edificación, 2006.

3. CARACTERÍSTICAS Y CALIDAD DE LOS MATERIALES

3.1 ESTRUCTURAS METÁLICAS

La estructura soporte de módulos ha de resistir, con los módulos instalados, las sobrecargas del viento y nieve, de acuerdo con lo indicado en la normativa básica de la edificación NBE-AE-88. En todos los casos se dará cumplimiento a lo obligado por la NBE y demás normas aplicables.

La tornillería será de acero inoxidable y debe cumplir la Norma MV-106. 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.

La estructura metálica no proyectará sombra sobre los módulos en ninguno de los casos.

3.2 GENERADOR FOTOVOLTAICO

3.2.1 GENERALIDADES

Como principio general se ha de asegurar un grado de aislamiento eléctrico de tipo básico clase II 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).

El funcionamiento del generador fotovoltaico 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.

De igual manera, el funcionamiento, instalación y mantenimiento no dará lugar a condiciones peligrosas de trabajo para el personal.

Asimismo los materiales situados a la intemperie deberán de estar protegidos contra agentes ambientales, concretamente humedad y radiación solar.

Todo el etiquetado deberá de estar en castellano para facilitar la interpretación.

3.2.2 MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

Los módulos han de llevar diodos de derivación para no dar lugar a posibles fallas en las células, al igual que en sus circuitos parciales. La protección de estos ha de estar en grado IP65.

Los módulos han de estar dotados de manera clara, visible e indeleble de los siguientes datos:

- Modelo.

- Nombre del fabricante.
- Número de serie.

Los marcos laterales serán de acero inoxidable.

En caso de algún defecto físico en el módulo por mínimo que sea provocará el rechazo del mismo.

La estructura del módulo se conectará a tierra. Por motivos de seguridad, mantenimientos y facilitar las posibles averías del generador, se instalarán los elementos citados en la memoria.

Los módulos deberán de cumplir una por una todas las especificaciones eléctricas en condiciones de operación estándar, definidas en la memoria.

Los módulos deberán disponer de dos latiguillos de 4 mm² para la conexión de los terminales del módulo con conectores Multicontact MC4.

También, los módulos deben cumplir que su potencia nominal de salida disminuya menos del 5% durante los 12 primeros años y menos del 20% durante los 25 primeros años. Además, los módulos y su proceso de producción deben cumplir las normas UNE/CEI e ISO aplicables y en particular deben cumplir las normas IEC 61215 y UL1703 y ser de Clase II, certificado por TUV o un organismos similar.

3.2.3 INVERSOR

Para convertir la energía producida por nuestro generador la cual será en C.C. a energía en C.A. y de esta manera poder conectarla a la red se usará un inversor. Será un inversor fotovoltaico, el cual debe cumplir la normativa actualmente vigente.

Las características principales del mismo serán: funcionamiento como fuente de corriente mediante IGBT's, seguimiento del punto de máxima potencia, bajo consumo en reposo, incorporación de funciones de monitorización y protección, control del aislamiento del campo de paneles con localización selectiva de fallos y desconexión de seguridad, interfaces estándar de comunicaciones, armarios para montaje directamente sobre el suelo, tiempo medio entre fallos elevado, vida útil superior a los veinte años, etc. También incorporará separación galvánica entre la red de C.C. y C.A. Los principales parámetros de los inversores se detallan en la memoria.

El inversor se alojará en el almacén de la empresa junto a la fuente de bus del sistema de seguridad antirrobo para aprovechar la seguridad dispuesta en esa ubicación.

3.2.4 RED DE CORRIENTE CONTINUA

Por motivos de seguridad y para facilitar el mantenimiento y reparación del generador, se instalarán los elementos de maniobra y protección definidos en la memoria.

Los conductores de la red C.C. serán de cobre y tendrán que cumplir las secciones y condiciones definidas en la memoria.

Las líneas positivas y negativas es recomendable instalarlas de manera separada para no dar lugar a cortocircuitos.

3.2.5 PUESTA A TIERRA

Para la puesta a tierra se utilizarán las secciones definidas en la memoria.

Se dispondrá de un borne de puesta a tierra al cual se unirán el conductor de protección y derivación con el conductor de tierra.

Para no alterar las condiciones de puesta a tierra de la red interna de suministro, y siguiendo las instrucciones del Real Decreto 1699/2011 y la ITC-BT-40, se cumplirá la siguiente condición:

- La instalación dispondrá de una separación galvánica entre la red de C.C. y C.A.

4 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

Todas las normas de instalación de los generadores fotovoltaicos se ajustarán, en todo caso, a los planos, mediciones y calidades que se expresan, así como a las directrices que la Dirección Facultativa estime oportunas.

Además del cumplimiento de lo expuesto, las instalaciones se ajustarán a las normativas que le pudieran afectar, emanadas por organismos oficiales. El acopio de materiales se hará de forma que estos no sufran alteraciones durante su depósito en la obra, debiendo retirar y reemplazar todos los que hubieran sufrido alguna descomposición o defecto durante su estancia, manipulación o colocación en la obra.

En cuanto a la instalación de los generadores fotovoltaicos, siempre que se pueda se establecerá un nivel de tensión de seguridad máximo de 48 voltios en C.C. En el caso de circuitos con tensiones superiores no se debe manipular un conductor activo mientras el otro sea accesible y esté conectado o no protegido.

5 ENSAYO Y PRUEBAS DE RECEPCIÓN

El instalador entregará al promotor un documento – albarán en el que conste el suministro de componentes, materiales y manuales de uso y mantenimiento de la instalación. Los manuales entregados al promotor estarán en castellano.

Todos los módulos deberán satisfacer las especificaciones UNE-EN 61215 para módulos de silicio monocristalino, así como estar cualificados por algún laboratorio reconocido (por ejemplo, Laboratorio de Energía Solar Fotovoltaica del Departamento de Energías Renovables del CIEMAT, Joint Research Centre Ispra, etc.), lo que se acreditará mediante la presentación del certificado oficial correspondiente.

Antes de la puesta en servicio de todos los elementos principales (módulos, inversor, soportes) 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, simulando diversos modos de funcionamiento.

Las pruebas a realizar por el operador son:

- 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.

Se realizará una revisión general de la instalación teniendo especial cuidado en las siguientes partes: módulos fotovoltaicos, generador fotovoltaico, cableado entre módulos, envoltorios de los cables, cajas de conexión, cableado entre módulos e inversor, inversor, cajas generales de conexión, aterramiento de las estructuras, células solares calibradas y sondas de temperatura.

También se realizarán por técnicos cualificados las siguientes pruebas a la instalación.

Generadores fotovoltaicos:

Se realizarán las medidas, comprobaciones y verificaciones de los siguientes parámetros eléctricos del generador:

- Tensión de circuito abierto (V_{OCG}).
- Corriente en el punto de máxima potencia (I_{MPG}).
- Tensión en el punto de máxima potencia (V_{MPG}).
- Medida de la resistencia de aislamiento del circuito C.C. del generador.

Inversor:

Se comprobará el correcto funcionamiento del inversor y se realizarán las siguientes medidas y verificaciones:

- Comportamiento del sistema de protección del inversor.

- Medida de la calidad de la onda de alterna de salida (armónicos, desequilibrios).
- Comprobación de las medidas de protección en la interconexión con la red de alterna de B.T.
- Medidas de rendimiento del inversor y global de la instalación.

Granada, Septiembre de 2022

El alumno

A handwritten signature in black ink, consisting of a large, stylized 'J' followed by a series of loops and a horizontal line.

Julio Martín-Ambel Llavero

TRABAJO FIN DE GRADO

INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CONECTADA A LA RED PARA EMPRESA DE SEGURIDAD EN GRANADA

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

1 NORMATIVA

- Estatuto de los Trabajadores (modificado según Real Decreto Legislativo 1/1995 de 24 de marzo).
- Ley 31/1995 de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 39/1997 de 17 de enero por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 614/2001 de 8 de junio sobre disposiciones mínimas para la protección, seguridad y salud de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Real Decreto 374/2001 de 6 de abril sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.
- Real Decreto 379/2001 de 6 de abril por el que se aprueba el reglamento de almacenamiento de productos químicos y sus instrucciones técnicas complementarias.
- Real Decreto 783/2001 de 6 de julio por el que se aprueba el reglamento sobre protección sanitaria frente a radiaciones ionizantes.
- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de Seguridad y Salud laboral.
- Real Decreto 486/1997 de 14 de abril por el que se establecen las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 487/1997 de 14 de abril por el que se establecen disposiciones mínimas de Seguridad y Salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.
- Real Decreto 488/1997 de 14 de abril por el que se establecen disposiciones mínimas de Seguridad y Salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización.
- Real Decreto 664/1997 de 12 de mayo sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo.
- Real Decreto 665/1997 de 12 de mayo sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo, así como la modificación del mismo según el Real Decreto 1124/2000 de 16 de junio.
- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo por el que se establecen las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio por el que se establecen las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 1316/1989 de 27 de octubre sobre protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo y modificaciones posteriores de 9 de diciembre de 1989 y 26 de mayo de 1990.
- Orden de 30 de junio de 1996 por la que se aprueba el texto revisado del reglamento de Aparatos Elevadores.

- Real Decreto 1435/1992 de 27 de noviembre de seguridad en las máquinas.
- Real Decreto 1407/1992 de 20 de noviembre que regula las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individuales.
- Reales Decretos por los que se aprueban los Reglamentos sobre clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas (R.D. 2216 de 23 de octubre de 1985 y R.D. 1078 de 2 de julio de 1993).
- Resolución del 30 de abril de 1984 sobre las verificaciones de las instalaciones eléctricas antes de su puesta en marcha.
- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación (R.D. 3275/1982 de 12 de noviembre) e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Real Decreto 1244/1979 de 4 de abril por el que se aprueba el Reglamento de Aparatos a Presión.
- Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Real Decreto 223/08 de 15 de febrero por el que se aprueba el Reglamento de Líneas de Alta Tensión.
- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo (O.M de 9/3/71. B.O.E de 16/3/71), en sus capítulos que no estén derogados.
- Norma Básica de la Edificación.
- Normas UNE y NTE que les sean de aplicación, según fase de obra.

1.1 INTRODUCCIÓN

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales tiene por objeto la determinación del cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

Como ley establece un marco legal a partir del cual las normas reglamentarias irán fijando y concretando los aspectos más técnicos de las medidas preventivas.

Estas normas complementarias quedan resumidas a continuación:

- Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

1.2 DERECHOS Y OBLIGACIONES

1.2.1 DERECHO A LA PROTECCIÓN FRENTE A LOS RIESGOS LABORALES

Los trabajadores tienen derecho a una protección eficaz en materia de seguridad y salud en el trabajo. A este efecto, el empresario realizará la prevención de los riesgos laborales mediante la adopción de cuantas

medidas sean necesarias para la protección de la seguridad y la salud de los trabajadores, con las especialidades que se recogen en los artículos siguientes en materia de evaluación de riesgos, información, consulta, participación y formación de los trabajadores, actuación en casos de emergencia y de riesgo grave e inminente y vigilancia de la salud.

1.2.2 PRINCIPIOS DE LA ACCIÓN PREVENTIVA

El empresario aplicará las medidas preventivas pertinentes, con arreglo a los siguientes principios generales:

- Evitar los riesgos.
- Evaluar los riesgos que no se pueden evitar.
- Combatir los riesgos en su origen.
- Adaptar el trabajo a la persona, en particular en lo que respecta a la concepción de los puestos de trabajo, la organización del trabajo, las condiciones de trabajo, las relaciones sociales y la influencia de los factores ambientales en el trabajo.
- Adoptar medidas que antepongan la protección colectiva a la individual.
- Dar las debidas instrucciones a los trabajadores.
- Adoptar las medidas necesarias a fin de garantizar que sólo los trabajadores que hayan recibido información suficiente y adecuada puedan acceder a las zonas de riesgo grave y específico.
- Prever las distracciones o imprudencias no temerarias que pudiera cometer el trabajador.

1.2.3 EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS

La acción preventiva en la empresa se planificará por el empresario a partir de una evaluación inicial de los riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores, que se realizará, con carácter general, teniendo en cuenta la naturaleza de la actividad, y en relación con aquellos que estén expuestos a riesgos especiales. Igual evaluación deberá hacerse con ocasión de la elección de los equipos de trabajo, de las sustancias o preparados químicos y del acondicionamiento de los lugares de trabajo.

De alguna manera se podrían clasificar las causas de los riesgos en las categorías siguientes:

- Insuficiente calificación profesional del personal dirigente, jefes de equipo y obreros.
- Empleo de maquinaria y equipos en trabajos que no corresponden a la finalidad para la que fueron concebidos o a sus posibilidades.
- Negligencia en el manejo y conservación de las máquinas e instalaciones. Control deficiente en la explotación.
- Insuficiente instrucción del personal en materia de seguridad.

Referente a las máquinas herramienta, los riesgos que pueden surgir al manejarlas se pueden resumir en los siguientes puntos:

- Se puede producir un accidente o deterioro de una máquina si se pone en marcha sin conocer su modo de funcionamiento.
- La lubricación deficiente conduce a un desgaste prematuro por lo que los puntos de engrase manual deben ser engrasados regularmente.

- Puede haber ciertos riesgos si alguna palanca de la máquina no está en su posición correcta.
- El resultado de un trabajo puede ser poco exacto si las guías de las máquinas se desgastan, y por ello hay que protegerlas contra la introducción de virutas.
- Puede haber riesgos mecánicos que se deriven fundamentalmente de los diversos movimientos que realicen las distintas partes de una máquina y que pueden provocar que el operario:
 - Entre en contacto con alguna parte de la máquina o ser atrapado entre ella y cualquier estructura fija o material.
 - Sea golpeado o arrastrado por cualquier parte en movimiento de la máquina.
 - Ser golpeado por elementos de la máquina que resulten proyectados.
 - Ser golpeado por otros materiales proyectados por la máquina.
- Puede haber riesgos no mecánicos tales como los derivados de la utilización de energía eléctrica, productos químicos, generación de ruido, vibraciones, radiaciones, etc.

Los movimientos peligrosos de las máquinas se clasifican en cuatro grupos:

- Movimientos de rotación. Son aquellos movimientos sobre un eje con independencia de la inclinación del mismo y aun cuando giren lentamente. Se clasifican en los siguientes grupos:
- Elementos considerados aisladamente tales como árboles de transmisión, vástagos, brocas, acoplamientos.
- Puntos de atrapamiento entre engranajes y ejes girando y otras fijas o dotadas de desplazamiento lateral a ellas.
- Movimientos alternativos y de traslación. El punto peligroso se sitúa en el lugar donde la pieza dotada de este tipo de movimiento se aproxima a otra pieza fija o móvil y la sobrepasa.
- Movimientos de traslación y rotación. Las conexiones de bielas y vástagos con ruedas y volantes son algunos de los mecanismos que generalmente están dotados de este tipo de movimientos.
- Movimientos de oscilación. Las piezas dotadas de movimientos de oscilación pendular generan puntos de “tijera” entre ellas y otras piezas fijas.

Las actividades de prevención deberán ser modificadas cuando se aprecie por el empresario, como consecuencia de los controles periódicos previstos en el apartado anterior, su inadecuación a los fines de protección requeridos.

1.2.4 EQUIPOS DE TRABAJO Y MEDIOS DE PROTECCIÓN

Cuando la utilización de un equipo de trabajo pueda presentar un riesgo específico para la seguridad y la salud de los trabajadores, el empresario adoptará las medidas necesarias con el fin de que:

- La utilización del equipo de trabajo queda reservada a los encargados de dicha utilización.
- Los trabajos de reparación, transformación, mantenimiento o conservación sean realizados por los trabajadores específicamente capacitados para ello.
- El empresario deberá proporcionar a sus trabajadores equipos de protección individual adecuados para el desempeño de sus funciones y velar por el uso efectivo de los mismos.

1.2.5 INFORMACIÓN, CONSULTA Y PARTICIPACIÓN DE LOS TRABAJADORES

El empresario adoptará las medidas adecuadas para que los trabajadores reciban todas las informaciones necesarias en relación con:

- Los riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores en el trabajo.
- Las medidas y actividades de protección y prevención aplicables a los riesgos.

Los trabajadores tendrán derecho a efectuar propuestas al empresario, así como a los órganos competentes en esta materia, dirigidas a la mejora de los niveles de la protección de la seguridad y la salud en los lugares de trabajo, en materia de señalización en dichos lugares, en cuanto a la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en las obras de construcción y en cuanto a utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

1.2.6 FORMACIÓN DE LOS TRABAJADORES

El empresario deberá garantizar que cada trabajador reciba una formación teórica y práctica, suficiente y adecuada, en materia preventiva.

1.2.7 MEDIDAS DE EMERGENCIA

El empresario, teniendo en cuenta el tamaño y la actividad de la empresa, así como la posible presencia de personas ajenas a la misma, deberá analizar las posibles situaciones de emergencia y adoptar las medidas necesarias en materia de primeros auxilios, lucha contra incendios y evacuación de los trabajadores, designando para ello al personal encargado de poner en práctica estas medidas y comprobando periódicamente, en su caso, su correcto funcionamiento.

1.2.8 RIESGO GRAVE E INMINENTE

Cuando los trabajadores estén expuestos a un riesgo grave e inminente con ocasión de su trabajo, el empresario estará obligado a:

- Informar lo antes posible a todos los trabajadores afectados acerca de la existencia de dicho riesgo y de las medidas adoptadas en materia de protección.
- Dar las instrucciones necesarias para que, en caso de peligro grave, inminente e inevitable, los trabajadores puedan interrumpir su actividad y además estar en condiciones, habida cuenta de sus conocimientos y de los medios técnicos puestos a su disposición, de adoptar las medidas necesarias para evitar las consecuencias de dicho peligro.

1.2.9 VIGILANCIA DE LA SALUD

El empresario garantizará a los trabajadores a su servicio la vigilancia periódica de su estado de salud en función de los riesgos inherentes al trabajo, optando por la realización de aquellos reconocimientos o pruebas que causen las menores molestias al trabajador y que sean proporcionales al riesgo.

1.2.10 DOCUMENTACIÓN

El empresario deberá elaborar y conservar a disposición de la autoridad laboral la siguiente documentación:

- Evaluación de los riesgos para la seguridad y salud en el trabajo, y planificación de la acción preventiva.
- Medidas de protección y prevención a adoptar.
- Resultado de los controles periódicos de las condiciones de trabajo.
- Práctica de los controles del estado de salud de los trabajadores.
- Relación de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales que hayan causado al trabajador una incapacidad laboral superior a un día de trabajo.

1.2.11 COORDINACIÓN DE ACTIVIDADES EMPRESARIALES

Cuando en un mismo centro de trabajo desarrollen actividades trabajadores de dos o más empresas, éstas deberán cooperar en la aplicación de la normativa sobre prevención de riesgos laborales.

1.2.12 PROTECCIÓN DE TRABAJADORES ESPECIALMENTE SENSIBLES A DETERMINADOS RIESGOS

El empresario garantizará, evaluando los riesgos y adoptando las medidas preventivas necesarias, la protección de los trabajadores que, por sus propias características personales o estado biológico conocido, incluidos aquellos que tengan reconocida la situación de discapacidad física, psíquica o sensorial, sean específicamente sensibles a los riesgos derivados del trabajo.

1.2.13 PROTECCIÓN DE LA MATERNIDAD

La evaluación de los riesgos deberá comprender la determinación de la naturaleza, el grado y la duración de la exposición de las trabajadoras en situación de embarazo o parto reciente, a agentes, procedimientos o condiciones de trabajo que puedan influir negativamente en la salud de las trabajadoras o del feto, adoptando, en su caso, las medidas necesarias para evitar la exposición a dicho riesgo.

1.2.14 PROTECCIÓN DE LOS MENORES

Antes de la incorporación al trabajo de jóvenes menores de dieciocho años, y previamente a cualquier modificación importante de sus condiciones de trabajo, el empresario deberá efectuar una evaluación de los puestos de trabajo a desempeñar por los mismos, a fin de determinar la naturaleza, el grado y la duración de su exposición, teniendo especialmente en cuenta los riesgos derivados de su falta de experiencia, de su inmadurez para evaluar los riesgos existentes o potenciales y de su desarrollo todavía incompleto.

1.2.15 OBLIGACIÓN DE LOS TRABAJADORES EN MATERIA DE PREVENCIÓN DE RIESGOS

Corresponde a cada trabajador velar, según sus posibilidades y mediante el cumplimiento de las medidas de prevención que en cada caso sean adoptadas, por su propia seguridad y salud en el trabajo y por la de aquellas otras personas a las que pueda afectar su actividad profesional, a causa de sus actos y omisiones en el trabajo, de conformidad con su formación y las instrucciones del empresario.

Los trabajadores, con arreglo a su formación y siguiendo las instrucciones del empresario, deberán en particular:

- Usar adecuadamente, de acuerdo con su naturaleza y los riesgos previsibles, las máquinas, aparatos, herramientas, sustancias peligrosas, equipos de transporte y, en general, cualesquiera otros medios con los que desarrollen su actividad.
- Utilizar correctamente los medios y equipos de protección facilitados por el empresario.
- No poner fuera de funcionamiento y utilizar correctamente los dispositivos de seguridad existentes.
- Informar de inmediato un riesgo para la seguridad y la salud de los trabajadores.
- Contribuir al cumplimiento de las obligaciones establecidas por la autoridad competente.

1.3 SERVICIOS DE PREVENCIÓN

1.3.1 PROTECCIÓN Y PREVENCIÓN DE RIESGOS NATURALES

En cumplimiento del deber de prevención de riesgos profesionales, el empresario designará uno o varios trabajadores para ocuparse de dicha actividad, constituirá un servicio de prevención o concertará dicho servicio con una entidad especializada ajena a la empresa.

Los trabajadores designados deberán tener la capacidad necesaria, disponer del tiempo y de los medios precisos y ser suficientes en número, teniendo en cuenta el tamaño de la empresa, así como los riesgos a que están expuestos los trabajadores.

En las empresas de menos de seis trabajadores, el empresario podrá asumir personalmente las funciones señaladas anteriormente, siempre que desarrolle de forma habitual su actividad en el centro de trabajo y tenga capacidad necesaria.

El empresario que no hubiere concertado el Servicio de Prevención con una entidad especializada ajena a la empresa deberá someter su sistema de prevención al control de una auditoría o evaluación externa.

1.3.2 SERVICIOS DE PREVENCIÓN

Si la designación de uno o varios trabajadores fuera insuficiente para la realización de las actividades de prevención, en función del tamaño de la empresa, de los riesgos a que están expuestos los trabajadores o de la peligrosidad de las actividades desarrolladas, el empresario deberá recurrir a uno o varios servicios de prevención propios o ajenos a la empresa, que colaborarán cuando sea necesario.

Se entenderá como servicio de prevención el conjunto de medios humanos y materiales necesarios para realizar las actividades preventivas a fin de garantizar la adecuada protección de la seguridad y la salud de los trabajadores, asesorando y asistiendo para ello al empresario, a los trabajadores y a sus representantes y a los órganos de representación especializados.

1.4 CONSULTA Y PARTICIPACIÓN DE LOS TRABAJADORES

1.4.1 CONSULTA DE LOS TRABAJADORES

El empresario deberá consultar a los trabajadores, con la debida antelación, la adopción de las decisiones relativas a:

- La planificación y la organización del trabajo en la empresa y la introducción de nuevas tecnologías, en todo lo relacionado con las consecuencias que éstas pudieran tener para la seguridad y la salud de los trabajadores.
- La organización y desarrollo de las actividades de protección de la salud y prevención de los riesgos profesionales en la empresa, incluida la designación de los trabajadores encargados de dichas actividades o el recurso a un servicio de prevención externo.
- La designación de los trabajadores encargados de las medidas de emergencia.
- El proyecto y la organización de la formación en materia preventiva.

1.4.2 DERECHOS DE PARTICIPACIÓN Y REPRESENTACIÓN

Los trabajadores tienen derecho a participar en la empresa en las cuestiones relacionadas con la prevención de riesgos en el trabajo.

En las empresas o centros de trabajo que cuenten con seis o más trabajadores, la participación de éstos se canalizará a través de sus representantes y de la representación especializada.

1.4.3 DELEGADOS DE PREVENCIÓN

Los Delegados de Prevención son los representantes de los trabajadores con funciones específicas en materia de prevención de riesgos en el trabajo. Serán designados por y entre los representantes del personal, con arreglo a la siguiente escala:

- De 50 a 100 trabajadores: 2 Delegados de Prevención.
- De 101 a 500 trabajadores: 3 Delegados de Prevención.
- De 501 a 1000 trabajadores: 4 Delegados de Prevención.
- De 1001 a 2000 trabajadores: 5 Delegados de Prevención.
- De 2001 a 3000 trabajadores: 6 Delegados de Prevención.
- De 3001 a 4000 trabajadores: 7 Delegados de Prevención.
- De 4001 en adelante: 8 Delegados de Prevención.

En las empresas de hasta treinta trabajadores el Delegado de Prevención será el Delegado de Personal. En las empresas de treinta y uno a cuarenta y nueve trabajadores habrá un Delegado de Prevención que será elegido por y entre los Delegados de Personal.

2 DISPOSICIONES MÍNIMAS EN MATERIA DE SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

2.1 INTRODUCCIÓN

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo. De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las normas reglamentarias las que fijarán las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran las destinadas a garantizar que en los lugares de trabajo exista una adecuada señalización de seguridad y salud, siempre que los riesgos no puedan evitarse o limitarse suficientemente a través de medios

técnicos de protección colectiva. Por todo lo expuesto, el Real Decreto 485/1997 de 14 de Abril de 1.997 establece las disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y de salud en el trabajo, entendiendo como tales aquellas señalizaciones que referidas a un objeto, actividad o situación determinada, proporcionen una indicación o una obligación relativa a la seguridad o la salud en el trabajo mediante una señal en forma de panel, un color, una señal luminosa o acústica, una comunicación verbal o una señal gestual.

2.2 OBLIGACIÓN GENERAL DEL EMPRESARIO

La elección del tipo de señal y del número y emplazamiento de las señales o dispositivos de señalización a utilizar en cada caso se realizará de forma que la señalización resulte lo más eficaz posible, teniendo en cuenta:

- Las características de la señal.
- Los riesgos, elementos o circunstancias que hayan de señalizarse.
- La extensión de la zona a cubrir.
- El número de trabajadores afectados.

Para la señalización de desniveles, obstáculos u otros elementos que originen riesgo de caída de personas, choques o golpes, así como para la señalización de riesgo eléctrico, presencia de materias inflamables, tóxica, corrosiva o riesgo biológico, podrá optarse por una señal de advertencia de forma triangular, con un pictograma característico de color negro sobre fondo amarillo y bordes negros. Las vías de circulación de vehículos deberán estar delimitadas con claridad mediante franjas continuas de color blanco o amarillo. Los equipos de protección contra incendios deberán ser de color rojo. La señalización para la localización e identificación de las vías de evacuación y de los equipos de salvamento o socorro (botiquín portátil) se realizará mediante una señal de forma cuadrada o rectangular, con un pictograma característico de color blanco sobre fondo verde. La señalización dirigida a alertar a los trabajadores o a terceros de la aparición de una situación de peligro y de la consiguiente y urgente necesidad de actuar de una forma determinada o de evacuar la zona de peligro, se realizará mediante una señal luminosa, una señal acústica o una comunicación verbal.

Los medios y dispositivos de señalización deberán ser limpiados, mantenidos y verificados regularmente.

3 DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD SALUD PARA LA UTILIZACIÓN POR LOS TRABAJADORES DE LOS EQUIPOS DE TRABAJO

3.1 INTRODUCCIÓN

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo. De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las normas reglamentarias las que fijarán las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran las destinadas a garantizar que de la presencia o utilización de los equipos de trabajo puestos a disposición de los trabajadores en la empresa o centro de trabajo no se deriven riesgos para la seguridad o salud de los mismos. Por todo lo expuesto, el Real Decreto 1215/1997 de 18 de Julio de 1.997 establece las

disposiciones mínimas de seguridad y de salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, entendiendo como tales cualquier máquina, aparato, instrumento o instalación utilizado en el trabajo.

3.2 OBLIGACIÓN GENERAL DEL EMPRESARIO

El empresario adoptará las medidas necesarias para que los equipos de trabajo que se pongan a disposición de los trabajadores sean adecuados al trabajo que deba realizarse y convenientemente adaptados al mismo, de forma que garanticen la seguridad y la salud de los trabajadores al utilizar dichos equipos. Deberá utilizar únicamente equipos que satisfagan cualquier disposición legal o reglamentaria que les sea de aplicación. Para la elección de los equipos de trabajo el empresario deberá tener en cuenta los siguientes factores:

- Las condiciones y características específicas del trabajo a desarrollar.
- Los riesgos existentes para la seguridad y salud de los trabajadores en el lugar de trabajo.

En su caso, las adaptaciones necesarias para su utilización por trabajadores discapacitados. Adoptará las medidas necesarias para que, mediante un mantenimiento adecuado, los equipos de trabajo se conserven durante todo el tiempo de utilización en unas condiciones adecuadas. Todas las operaciones de mantenimiento, ajuste, desbloqueo, revisión o reparación de los equipos de trabajo se realizará tras haber parado o desconectado el equipo. Estas operaciones deberán ser encomendadas al personal especialmente capacitado para ello.

El empresario deberá garantizar que los trabajadores reciban una formación e información adecuadas a los riesgos derivados de los equipos de trabajo. La información, suministrada preferentemente por escrito, deberá contener, como mínimo, las indicaciones relativas a:

- Las condiciones y forma correcta de utilización de los equipos de trabajo, teniendo en cuenta las instrucciones del fabricante, así como las situaciones o formas de utilización anormales y peligrosas que puedan preverse.
- Las conclusiones que, en su caso, se puedan obtener de la experiencia adquirida en la utilización de los equipos de trabajo.

3.2.1 DISPOSICIONES MÍNIMAS GENERALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJOS

Los órganos de accionamiento de un equipo de trabajo que tengan alguna incidencia en la seguridad deberán ser claramente visibles e identificables y no deberán acarrear riesgos como consecuencia de una manipulación involuntaria.

Cada equipo de trabajo deberá estar provisto de un órgano de accionamiento que permita su parada total en condiciones de seguridad.

Cualquier equipo de trabajo que entrañe riesgo de caída de objetos o de proyecciones deberá estar provisto de dispositivos de protección adecuados a dichos riesgos.

Cualquier equipo de trabajo que entrañe riesgo por emanación de gases, vapores o líquidos o por emisión de polvo deberá estar provisto de dispositivos adecuados de captación o extracción cerca de la fuente emisora correspondiente.

Si fuera necesario para la seguridad o la salud de los trabajadores, los equipos de trabajo y sus elementos deberán estabilizarse por fijación o por otros medios.

Cuando los elementos móviles de un equipo de trabajo puedan entrañar riesgo de accidente por contacto mecánico, deberán ir equipados con resguardos o dispositivos que impidan el acceso a las zonas peligrosas.

Las zonas y puntos de trabajo o mantenimiento de un equipo de trabajo deberán estar adecuadamente iluminadas en función de las tareas que deban realizarse.

Las partes de un equipo de trabajo que alcancen temperaturas elevadas o muy bajas deberán estar protegidas cuando corresponda contra los riesgos de contacto o la proximidad de los trabajadores.

Todo equipo de trabajo deberá ser adecuado para proteger a los trabajadores expuestos contra el riesgo de contacto directo o indirecto de la electricidad y los que entrañen riesgo por ruido, vibraciones o radiaciones deberá disponer de las protecciones o dispositivos adecuados para limitar, en la medida de lo posible, la generación y propagación de estos agentes físicos.

Las herramientas manuales deberán estar construidas con materiales resistentes y la unión entre sus elementos deberá ser firme, de manera que se eviten las roturas o proyecciones de los mismos.

La utilización de todos estos equipos no podrá realizarse en contradicción con las instrucciones facilitadas por el fabricante, comprobándose antes de iniciar la tarea que todas sus protecciones y condiciones de uso son las adecuadas.

Deberán tomarse las medidas necesarias para evitar el atrapamiento del cabello, ropas de trabajo u otros objetos del trabajador, evitando, en cualquier caso, someter a los equipos a sobrecargas, sobrepresiones, velocidades o tensiones excesivas.

3.2.2 DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LA MAQUINARIA HERRAMIENTA

Las máquinas-herramienta estarán protegidas eléctricamente mediante doble aislamiento y sus motores eléctricos estarán protegidos por la carcasa. Las que tengan capacidad de corte tendrán el disco protegido mediante una carcasa antiproyecciones. Las que se utilicen en ambientes inflamables o explosivos estarán protegidas mediante carcasas antideflagrantes. Se prohíbe la utilización de máquinas accionadas mediante combustibles líquidos en lugares cerrados o de ventilación insuficiente. Se prohíbe trabajar sobre lugares encharcados, para evitar los riesgos de caídas y los eléctricos. Para todas las tareas se dispondrá una iluminación adecuada, en torno a 100 lux. En prevención de los riesgos por inhalación de polvo, se utilizarán en vía húmeda las herramientas que lo produzcan. Las mesas de sierra circular, cortadoras de material cerámico y sierras de disco manual no se ubicarán a distancias inferiores a tres metros del borde de los forjados, con la excepción de los que estén claramente protegidos (redes o barandillas, petos de remate, etc.) Bajo ningún concepto se retirará la protección del disco de corte, utilizándose en todo momento

gafas de seguridad antiproyección de partículas. Como normal general, se deberán extraer los clavos o partes metálicas hincadas en el elemento a cortar. Con las pistolas fija-clavos no se realizarán disparos inclinados, se deberá verificar que no hay nadie al otro lado del objeto sobre el que se dispara, se evitará clavar sobre fábricas de ladrillo hueco y se asegurará el equilibrio de la persona antes de efectuar el disparo. Para la utilización de los taladros portátiles y rozadoras eléctricas se elegirán siempre las brocas y discos adecuados al material a taladrar, se evitará realizar taladros en una sola maniobra y taladros o rozaduras inclinadas a pulso y se tratará no recalentar las brocas y discos.

4 DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD RELATIVAS A LA UTILIZACIÓN POR LOS TRABAJADORES DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

4.1 INTRODUCCIÓN

La ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

Así son las normas de desarrollo reglamentario las que deben fijar las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre ellas se encuentran las destinadas a garantizar la utilización por los trabajadores en el trabajo de equipos de protección individual que los protejan adecuadamente de aquellos riesgos para su salud o su seguridad que no puedan evitarse o limitarse suficientemente mediante la utilización de medios de protección colectiva o la adopción de medidas de organización en el trabajo.

4.2 OBLIGACIONES GENERALES DEL EMPRESARIO

Hará obligatorio el uso de los equipos de protección individual que a continuación se desarrollan.

4.2.1 PROTECTORES DE LA CABEZA

Cascos de seguridad, no metálicos, clase N, aislados para baja tensión, con el fin de proteger a los trabajadores de los posibles choques, impactos y contactos eléctricos.

- Protectores auditivos acoplables a los cascos de protección.
- Gafas de montura universal contra impactos y antipolvo.
- Mascarilla antipolvo con filtros protectores.
- Pantalla de protección para soldadura autógena y eléctrica.

4.2.2 PROTECTORES DE MANOS Y BRAZOS

- Guantes dieléctricos para B.T.
- Muñequeras.
- Mango aislante de protección en las herramientas.

4.2.3 PROTECCIÓN DE PIÉS Y PIERNAS

- Calzado provisto de suela y puntera de seguridad contra las agresiones mecánicas.
- Botas dieléctricas para B.T.
- Botas de protección e impermeables.

- Polainas de soldador.
- Rodilleras.

4.2.4 PROTECTORES DEL CUERPO

- Crema de protección y pomadas.
- Chalecos, chaquetas y mandiles de cuero para protección de las agresiones mecánicas.
- Traje impermeable de trabajo.
- Cinturón de seguridad, de sujeción y caída, clase A.
- Pértiga de B.T.
- Banqueta aislante clase I para maniobra de B.T.
- Linterna individual de situación.
- Comprobador de tensión.

Granada, Septiembre de 2022

El alumno

A handwritten signature in black ink, consisting of a large, stylized 'J' followed by a series of loops and a horizontal line.

Julio Martín-Ambel Llavero

TRABAJO FIN DE GRADO

INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CONECTADA A LA RED PARA EMPRESA DE SEGURIDAD EN GRANADA

PRESUPUESTO

CUADRO DE PRECIOS 1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
CAPÍTULO 1 Instalación del generador fotovoltaico			
SUBCAPÍTULO 1.1 Ud. Módulo fotovoltaico 455 Wp JA SOLAR			
1.1.1	u	Módulo fot. JA solar 455 W	300,00
		TRESCIENTOS EUROS	
1.1.2	h	Oficial 1ª electricista	30,00
		TREINTA EUROS	
1.1.3	h	Ayudante electricista	15,00
		QUINCE EUROS	
1.1.4	u	Pequeño material	5,00
		CINCO EUROS	
SUBCAPÍTULO 1.2 Ud. Inversor trifásico 20 kW HUAWEI			
1.2.1	u	Inversor 20 kW HUAWEI.	2.499,99
		DOS MIL CUATROCIENTOS NOVENTA Y NUEVE EUROS con NOVENTA Y NUEVE CÉNTIMOS	
1.2.3	h	Oficial de 2ª electricista	25,00
		VEINTICINCO EUROS	
1.2.4	h	Puesta en marcha y comprobación	250,00
		DOSCIENTOS CINCUENTA EUROS	
1.2.5	u	Repetidor TP - LINK 1 entrada + Conector RJ45	30,00
		TREINTA EUROS	
SUBCAPÍTULO 1.3 Ud. Protecciones C.C. y C.A			
1.3.1	u	Magnetotérmico 1000 V C.C. 10 A 3P	280,00
		DOSCIENTOS OCHENTA EUROS	
1.3.2	u	Fusible 10 A-1000 V Tipo 2 + Portafusible	15,75
		QUINCE EUROS con SETENTA Y CINCO CÉNTIMOS	
1.3.3	u	Magnetotérmico + Int. Diferencial 40 A, 4 P, 30-300 mA. C.A.	40,75
		CUARENTA EUROS con SETENTA Y CINCO CÉNTIMOS	
1.3.4	m	Cable Solar 0,6-1000 V 2x6mm ²	2,50
		DOS EUROS con CINCUENTA CÉNTIMOS	

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 1 Instalación del generador fotovoltaico									
SUBCAPÍTULO 1.1 Ud. Módulo fotovoltaico 455 Wp JA SOLAR									
1.1.1	u	Módulo fot. JA solar 455 W					1,00	300,00	300,00
1.1.2	h	Oficial 1ª electricista					0,25	30,00	7,50
1.1.3	h	Ayudante electricista					0,25	15,00	3,75
1.1.4	u	Pequeño material					1,00	5,00	5,00
TOTAL SUBCAPÍTULO 1.1 Ud. Módulo fotovoltaico 455 Wp JA									10.436,25
SUBCAPÍTULO 1.2 Ud. Inversor trifásico 20 kW HUAWEI									
1.2.1	u	Inversor 20 kW HUAWEI.					1,00	2.499,99	2.499,99
1.2.3	h	Oficial de 2ª electricista					1,00	25,00	25,00
1.2.4	h	Puesta en marcha y comprobación					1,00	250,00	250,00
1.2.5	u	Repetidor TP - LINK 1 entrada + Conector RJ45					1,00	30,00	30,00
TOTAL SUBCAPÍTULO 1.2 Ud. Inversor trifásico 20 kW									2.804,99
SUBCAPÍTULO 1.3 Ud. Protecciones C.C. y C.A									
1.3.1	u	Magnetotérmico 1000 V C.C. 10 A 3P					2,00	280,00	560,00
1.3.2	u	Fusible 10 A-1000 V Tipo 2 + Portafusible					4,00	15,75	63,00
1.3.3	u	Magnetotérmico + Int. Diferencial 40 A, 4 P, 30-300 mA. C.A.					1,00	40,75	40,75
1.3.4	m	Cable Solar 0,6-1000 V 2x6mm ²					90,00	2,50	225,00
TOTAL SUBCAPÍTULO 1.3 Ud. Protecciones C.C. y C.A.....									888,75
TOTAL CAPÍTULO 1 Instalación del generador fotovoltaico.....									14.129,99
TOTAL.....									14.129,99

RESUMEN DE PRESUPUESTO

CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
1	Instalación del generador fotovoltaico	14.129,99	100,00
	TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL	14.129,99	
	13,00 % Gastos generales..... 1.836,90		
	6,00 % Beneficio industrial..... 847,80		
	SUMA DE G.G. y B.I.	2.684,70	
	21,00 % I.V.A.....	3.531,08	
	TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA	20.345,77	
	TOTAL PRESUPUESTO GENERAL	20.345,77	

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de VEINTE MIL TRESCIENTOS CUARENTA Y CINCO EUROS con SETENTA Y SIETE CÉNTIMOS

, a 1 de julio de 2022.

El promotor

La dirección facultativa

Granada, Septiembre de 2022

El alumno

A handwritten signature in black ink, consisting of a large, stylized 'J' followed by a series of loops and a horizontal line.

Julio Martín-Ambel Llavero

TRABAJO FIN DE GRADO

INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CONECTADA A LA RED PARA EMPRESA DE SEGURIDAD EN GRANADA

ESTUDIO ECONÓMICO

0 INTRODUCCIÓN

Este tipo de instalación al tratarse de un sistema fotovoltaico conectado a la red con la finalidad de suponer un ahorro en el consumo eléctrico no sigue las pautas, en los que a rentabilidad económica se refiere, de una instalación destinada a la producción.

Este estudio valorará únicamente la parcela económica sin entrar en campos como el medioambiental o el social.

Este estudio tendremos que analizarlo en los 25 años de vida útil de nuestra instalación basándonos en el criterio del fabricante de nuestro inversor y módulos empleados. Tendremos en cuenta en este aspecto el consumo eléctrico que tendremos que seguir comprando a la compañía, como vemos en el anexo 2, en torno al 40% de la energía consumida, como el ingreso de verter a la red los excedentes de nuestra producción. En esta línea se obtendrá una valoración a futuro en cuanto a la capacidad de amortización de nuestra instalación.

1 ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA-FINANCIERA

A continuación presentaremos los datos necesarios para el estudio en los que como veremos que la mayor importancia se la llevará la inversión inicial que supondrá el grueso de nuestra inversión. Aclarar que para el estudio económico financiero supondremos el pago de la instalación desde el inicio.

1.1 DATOS DE PARTIDA

A continuación se muestran los datos de partida para el estudio económico

Tabla 36. Datos de partida estudio económico.

Potencia de la instalación (kWp)	15,015
Coste de la instalación (€/kWp)	1,3
Coste de la inversión (€)	20345,77
Recursos propios de la financiación (% inversión)	100
Recursos ajenos de la financiación (% de inversión)	0
Producción eléctrica P1 (KWh/año)	3.863
Producción eléctrica P2 (KWh/año)	6.189
Producción eléctrica P3 (KWh/año)	4.391
Producción eléctrica vertida a red (kWh/año)	1.416
Vida útil del proyecto en años	25

A continuación se muestran los datos de explotación:

Tabla 37. Datos explotación.

Precio eléctrico P1 (€/kWh)	0,360051
Precio eléctrico P2 (€/kWh)	0,366376
Precio eléctrico P3 (€/kWh)	0,269426
Precio eléctrico vertido a red (€/kWh)	0,10
Ingreso producción P1 (€)	1.391
Ingreso producción P2 (€)	2.267
Ingreso producción P3 (€)	1.183
Ingreso producción vertido a red (€)	435,69
Tasa de variación interanual precio electricidad (%)	1,5
Costes de mantenimiento (% inversión)	1
Tasa de variación interanual de los gastos/costes (%)	2
Impuestos	21%

La financiación de la instalación se hará en un único pago asumido totalmente por parte del cliente a causa del buen ejercicio económico del año anterior el cual resultó mayor de lo esperado.

2 ANÁLISIS ECONÓMICO

A continuación mostramos los datos económicos que garantizan la viabilidad del proyecto, estudiando tanto el VAN de la instalación el cual siendo mayor que nos garantiza que los activos del proyecto serán mayores que los pasivos a lo largo de la vida útil (según fabricante) como la TIR (tasa interna de retorno) que nos mostrará el porcentaje de beneficio de nuestra instalación.

Tabla 38. Datos económicos de la instalación.

Periodo	Ingreso	Gastos	Cash-Flow	Cash-Flow con IVA
1	1.950	195,195	1.755	2123,166345
2	1973,276465	198,122925	1.775	2147,935784
3	1996,955783	201,0947689	1.796	2172,991827
4	2020,919252	204,1111904	1.817	2198,337755
5	2045,170283	207,1728583	1.838	2223,976884
6	2069,712327	210,2804511	1.859	2249,912569
7	2094,548874	213,4346579	1.881	2276,148202
8	2119,683461	216,6361778	1.903	2302,687213
9	2145,119663	219,8857204	1.925	2329,53307
10	2170,861098	223,1840062	1.948	2356,689282
11	2196,911432	226,5317663	1.970	2384,159395
12	2223,274369	229,9297428	1.993	2411,946997
13	2249,953661	233,378689	2.017	2440,055716
14	2276,953105	236,8793693	2.040	2468,48922
15	2304,276542	240,4325599	2.064	2497,251219
16	2331,927861	244,0390483	2.088	2526,345463
17	2359,910995	247,699634	2.112	2555,775747
18	2388,229927	251,4151285	2.137	2585,545906
19	2416,888686	255,1863554	2.162	2615,65982
20	2445,891351	259,0141507	2.187	2646,121412
21	2475,242047	262,899363	2.212	2676,934647
22	2504,944951	266,8428534	2.238	2708,103538
23	2535,004291	270,8454963	2.264	2739,632141
24	2565,424342	274,9081787	2.291	2771,524558
25	2596,209434	279,0318014	2.317	2803,784936

Tabla 39. VAN y TIR.

Tasa Interna de Retorno (TIR)	6%
Valor Actual Neto (VAN)	11.131,16 €

3 CONCLUSIÓN

El valor actual neto es positivo, un indicador imprescindible para valorar la ejecución (rentable) del proyecto, la TIR positiva nos indica que el ingreso económico de producción de la instalación cubre la inversión y mantenimiento de la misma.

Granada, Septiembre de 2022

El alumno

A handwritten signature in black ink, consisting of a large, stylized 'J' followed by a series of loops and a horizontal line.

Julio Martín-Ambel Llavero