

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE
GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA



“DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR
FOTOVOLTAICA CONECTADA A RED
PARA UN CLUB DE ESGRIMA”

TRABAJO FIN DE GRADO
JUNIO- 2025

AUTOR: Francisco Javier Jiménez Pérez-Marsá

Director: Sergio Valero Verdú

DOCUMENTO 1: ÍNDICE

El índice para el proyecto de diseño de una instalación solar fotovoltaica conectada a red para un club de esgrima es el siguiente:

DOCUMENTO 1: ÍNDICE.....	2
DOCUMENTO 2: MEMORIA.....	7
1.1 INTRODUCCIÓN.....	7
1.2. OBJETO DEL PROYECTO.....	9
1.3. NORMATIVA Y REFERENCIAS.....	10
1.4. BIBLIOGRAFÍA.....	12
1.5 SOFTWARE UTILIZADO.....	13
1.6 TIPO DE INSTALACIÓN.....	13
1.6 LOCALIZACIÓN Y EMPLAZAMIENTO.....	14
1.7 DATOS METEOROLÓGICOS:.....	16
1.7 ELEMENTOS DE LA INSTALACIÓN:.....	22
1.7.1 MÓDULO FOTOVOLTAICO:.....	22
1.7.2 INVERSOR.....	24
1.7.3 DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN:.....	26
1.7.3 CABLEADO.....	28
1.7.4 TOMA DE TIERRA.....	29
1.8 GENERADOR FOTOVOLTAICO.....	30
1.9 ORIENTACIÓN E INCLINACIÓN.....	30
1.10 ILUMINACIÓN DEPORTIVA DE LA ZONA DEPORTIVA.....	31
1.11 ORDEN DE PRIORIDAD EN LOS DOCUMENTOS.....	36
1.12 CARACTERÍSTICAS GENERALES.....	37
1.12 PRESUPUESTO.....	37
1.14 PLAZO DE EJECUCIÓN Y GARANTÍA.....	38
DOCUMENTO 3 CÁLCULOS.....	39
1 GENERADOR FOTOVOLTAICOS.....	39
1.1 DIMENSIONAMIENTO DE LA INSTALACIÓN.....	39
2.1.2 CÁLCULO DE LA SUPERFICIE DISPONIBLE Y CARGA APLICADA.....	43
2.1.2 DISTANCIA ENTRE MÓDULOS.....	44
2. CÁLCULOS ELÉCTRICOS.....	46
2.1 CÁLCULOS EN LA RAMA DE CORRIENTE CONTINUA.....	46

2.2 CÁLCULO CABLEADO SECCIÓN CORRIENTE CONTÍNUA CC.....	47
2.3 CÁLCULO CABLEADO SECCIÓN CORRIENTE ALTERNA AC.....	51
2.4 CONEXIÓN A TIERRA.....	52
2.5 CALCULO DE PROTECCIONES.....	53
2.5.1 TRAMO CORRIENTE CONTINUA.....	53
2.6.2 TRAMO CORRIENTE ALTERNA.....	53
DOCUMENTO 4: PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS.....	54
1 OBJETO.....	54
2 DISPOSICIONES GENERALES.....	55
2.1 CONDICIONES FACULTATIVAS LEGALES.....	56
2.2 SEGURIDAD EN EL TRABAJO.....	58
2.3 SEGURIDAD PÚBLICA.....	59
2.4 DISEÑO DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO.....	59
2.4.1 MÓDULOS FOTOVOLTAICOS.....	60
2.4.2 INVERSOR.....	61
2.4.3 CONDUCTORES.....	63
2.4.4 CONEXIÓN A LA RED DE DISTRIBUCIÓN.....	64
4.2.4.1 PUNTO DE CONEXIÓN.....	64
4.2.4.2 DE LA COMPAÑÍA DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA.....	66
4.2.4.2.1 SEPARACIÓN GALVÁNICA.....	66
4.2.4.2.2 CUADRO DE SALIDA.....	67
4.2.4.2.3 MEDIDA.....	67
4.2.4.2.4 CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN.....	69
4.2.5. ESTRUCTURA SOPORTE.....	70
4.2.6. SISTEMA O CONJUNTO DE PROTECCIONES.....	71
4.2.6.1 TOMA DE TIERRA.....	72
4.2.6.2 PROTECCIONES CONTRA CONTACTOS DIRECTOS.....	72
4.2.6.2.1 PROTECCIÓN COMPLEMENTARIA MEDIANTE DISPOSITIVOS DE CORRIENTE DIFERENCIAL RESIDUAL.....	73
4.2.6.2.2 DIFERENCIALES.....	73
4.2.6.3 PROTECCIONES CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS.....	74
4.2.6.3.1 PROTECCIÓN MEDIANTE CORTE AUTOMÁTICO DE LA ALIMENTACIÓN.....	74
4.2.6.3.2 PROTECCIÓN MEDIANTE EQUIPOS DE CLASE II O AISLAMIENTO EQUIVALENTE.....	75
4.2.6.4 PROTECCIONES CONTRA SOBRECARGAS, CORTOCIRCUITOS Y SOBRETENSIONES.....	75
4.2.6.5 CONDUCTORES ELÉCTRICOS.....	75
4.2.6.6 CONDUCTORES DE PROTECCIÓN.....	76
4.2.6.7 IDENTIFICACIÓN DE CONDUCTORES.....	77
4.2.6.8 TUBOS PROTECTORES.....	78
4.2.6.9 CONDUCTOS PROTECTORES.....	78
4.2.6.10 CAJAS GENERALES DE PROTECCIÓN (CGP).....	79
4.2.6.11 INTERRUPTOR DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS (IPI).....	80

4.2.7.13 CAJAS DE EMPALME Y DERIVACIÓN (CD).....	80
4.2.7.14 EQUIPO DE MEDIDA.....	81
4.2.7.16 MATERIALES AUXILIARES Y ELEMENTOS DIVERSOS.....	82
4.3. VERIFICACIÓN Y ACEPTACIÓN DE COMPONENTES EN LA INSTALACIÓN FOTVOLTAICA CONECTADA A RED.....	82
5. EJECUCIÓN O MONTAJE DE LA INSTALACIÓN.....	85
5.1. CONSIDERACIONES GENERALES.....	85
5.2. COMPROBACIONES INICIALES.....	86
5.3. MONTAJE DE LOS ELEMENTOS.....	87
5.3.1. INSTALACIÓN DE MÓDULOS FOTVOLTAICOS.....	87
5.3.2. CONDICIONES A SATISFACER EN CUANTO A LA ORIENTACIÓN E INCLINACIÓN Y SOMBRAS DEL GENERADOR FOTVOLTAICO.....	89
5.3.3. INSTALACIÓN DE INVERSOR.....	91
5.3.4. INSTALACIÓN DE LOS EQUIPOS DE MEDIDA.....	92
5.3.5. SEÑALIZACIÓN.....	92
6. ACABADOS , CONTROL Y ACEPTACIÓN, MEDICIÓN Y ABONO.....	93
6.1. ACABADOS.....	93
6.2. CONTROL Y ACEPTACIÓN.....	93
6.3. MEDICIÓN Y ABONO.....	94
7. RECONOCIMIENTOS, PRUEBAS Y ENSAYOS.....	95
7.1. RECONOCIMIENTO DE LAS OBRAS.....	95
7.2.- PRUEBAS Y ENSAYOS.....	95
8. CONDICIONES DE MANTENIMIENTO Y USO.....	98
8.1. CONDICIONES GENERALES MÍNIMAS PARA EL MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN DE LAS INSTALACIONES FOTVOLTAICAS CONECTADAS A LA RED.....	99
8.2. REPARACIÓN Y REPOSICIÓN.....	100
9. INSPECCIONES PERIÓDICAS.....	101
9.1. PROTOCOLO DE INSPECCIÓN PERIÓDICA.....	101
10. CONDICIONES DE ÍNDOLE FACULTATIVO.....	102
10.1. DEL TITULAR DE LA INSTALACIÓN Y SUS OBLIGACIONES.....	102
10.2. DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA.....	104
10.3. DE LA EMPRESA INSTALADORA O CONTRATISTA.....	104
10.4. DE LA EMPRESA MANTENEDORA.....	105
10.5. DE LOS ORGANISMOS DE CONTROL AUTORIZADO (OCA).....	107
11. CONDICIONES DE ÍNDOLE ADMINISTRATIVO.....	108
11.1. ANTES DEL INICIO DE LAS OBRAS.....	108
11.2. PROCEDIMIENTO PREVIO A LA CONEXIÓN DE UNA INSTALACIÓN FOTVOLTAICA A LA RED ELÉCTRICA DE DISTRIBUCIÓN.....	110
11.3. DOCUMENTACIÓN DEL PROYECTO.....	112
11.4. MODIFICACIONES Y AMPLIACIONES DE LAS INSTALACIONES Y SU DOCUMENTACIÓN TÉCNICA.....	113
11.4.1. CAMBIOS Y AMPLIACIONES NO SUSTANCIALES EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS.....	113

11.4.1.1. INSTALACIONES EN FUNCIONAMIENTO Y DOCUMENTACIÓN TÉCNICA ASOCIADA.....	113
11.4.1.2. INSTALACIONES EN EJECUCIÓN Y DOCUMENTACIÓN DEL PROYECTO.....	114
11.4.2. MODIFICACIONES Y AMPLIACIONES DE CARÁCTER SIGNIFICATIVO	114
11.5. DOCUMENTACIÓN FINAL.....	115
11.6. CERTIFICADO DE DIRECCIÓN Y FINALIZACIÓN DE OBRA.....	116
11.7. CERTIFICADO DE INSTALACIÓN.....	116
11.8. LIBRO DE ÓRDENES.....	117
11.9. INCOMPATIBILIDADES.....	118
11.10. INSTALACIONES REALIZADAS POR VARIAS EMPRESAS INSTALADORAS.....	118
11.11. SUBCONTRATACIÓN.....	119
12. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	119
1. OBJETO DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	119
2. ALCANCE DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	120
2.1 MEMORIA INFORMATIVA.....	120
2.1.2 METODOLOGÍA.....	120
2.13 TIPO DE TRABAJOS.....	122
2.14 MAQUINARIA Y MEDIOS AUXILIARES.....	122
2.2 MEDIDAS DE PREVENCIÓN GENERALES.....	124
2.2.1 SEÑALIZACIÓN.....	124
2.2.2 ILUMINACIÓN.....	125
2.2.3 SEÑALES ÓPTICO-ACÚSTICAS DE VEHÍCULOS DE OBRA.....	127
2.2.4 CIRCULACIÓN Y ACCESOS A LA OBRA.....	127
2.2.5 PROTECCIONES COLECTIVAS.....	128
2.2.6 PROTECCIONES PERSONALES.....	129
2.2.7 FORMACIÓN DEL PERSONAL SOBRE RIESGOS LABORALES.....	130
2.2.8 PUESTA EN MARCHA DE LA INSTALACIÓN.....	130
2.3 RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS ACOPIO, ARMADO E IZADO DE ESTRUCTURAS Y PANELES.....	131
2.3.4 CUADROS E INSTALACIONES ELÉCTRICAS.....	134
2.3.5 ESTRUCTURAS.....	134
2.3.5.1 BALIZAMIENTO E INSTALACIÓN DE PROTECCIONES.....	135
2.3.6 TRABAJOS EN ALTURA EN ACCESORIOS.....	136
Evaluación de riesgos.....	136
Medidas preventivas a adoptar.....	136
2.4 OBLIGACIONES DEL PROMOTOR.....	139
2.4.1 COORDINACIÓN EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD.....	139
2.4.2 PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.....	140
2.5 OBLIGACIONES DE LOS CONTRATISTAS Y SUBCONTRATISTAS.....	143
2.6 OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES AUTÓNOMOS.....	144
2.7 LIBRO DE INCIDENCIAS.....	144

2.8 PARALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS.....	145
2.9 DERECHOS DE LOS TRABAJADORES.....	146
2.10 PRIMEROS AUXILIOS Y VIGILANCIA DE LA SALUD.....	146
2.11 PLAN DE EMERGENCIA.....	148
2.11.1 ACTUACIÓN EN CASO DE ACCIDENTE.....	148
2.11.2 LUCHA CONTRA INCENDIOS.....	148
2.11.4 NORMATIVA APLICABLE RELATIVA A SEGURIDAD Y SALUD.....	149
Normativa General de Prevención de Riesgos Laborales.....	149
Equipos de Protección Individual (EPI).....	150
Instalaciones y Equipos de Obra.....	151
DOCUMENTO 5: PRESUPUESTO.....	152
2. RESUMEN DEL PRESUPUESTO.....	155
DOCUMENTO 6: PLANOS.....	156
ANEXOS FICHAS TÉCNICAS.....	162
Agradecimientos:.....	174



DOCUMENTO 2: MEMORIA

1.1 INTRODUCCIÓN

La energía fotovoltaica tiene su origen en el efecto fotovoltaico, un fenómeno descubierto en 1839 por el físico francés Antoine César Becquerel, quien observó que ciertos materiales, como el selenio, generaban electricidad cuando se exponían a la luz. Este descubrimiento fue la base de la tecnología fotovoltaica.

A finales del siglo XIX y principios del XX, otros científicos realizaron avances clave. En 1905, Albert Einstein explicó el efecto fotoeléctrico, lo que permitió una mejor comprensión de cómo la luz podía liberar electrones en materiales y generar corriente eléctrica, contribuyendo al desarrollo teórico de la fotovoltaica.

El gran salto tecnológico llegó en 1954, cuando en los laboratorios Bell, los científicos Daryl Chapin, Calvin Fuller y Gerald Pearson crearon la primera célula solar eficiente a base de silicio, capaz de convertir la luz solar en electricidad con un 6% de eficiencia. Esta célula permitió el uso de la energía solar en aplicaciones como satélites espaciales.

Durante los años 70, en plena crisis del petróleo, la investigación sobre energías renovables como la fotovoltaica cobró impulso. Aunque al principio su costo era elevado, en las décadas siguientes la eficiencia de las células solares mejoró y los precios disminuyeron, lo que permitió su expansión.

Hoy en día, las células solares de silicio tienen eficiencias superiores al 20%, y las tecnologías emergentes, como las células de perovskita, están mejorando aún más el rendimiento. La energía fotovoltaica ha ganado relevancia como una fuente limpia y

accesible de energía renovable, contribuyendo a la lucha contra el cambio climático y al impulso hacia la sostenibilidad.

La transformación hacia un sistema energético más sostenible es una prioridad crucial en la actualidad. En este proceso, las energías renovables juegan un papel esencial, y la energía solar fotovoltaica se posiciona como una de las más prometedoras para cumplir con los objetivos ambientales y energéticos.

Una de las principales ventajas de la energía solar fotovoltaica es que aprovecha una fuente inagotable y limpia: el sol. Además, el proceso de convertir esta energía en electricidad no genera residuos ni emisiones contaminantes, lo que significa una contribución directa a la reducción del cambio climático y una menor dependencia de los combustibles fósiles.

Otro beneficio importante de la energía solar fotovoltaica es su capacidad para descentralizar la producción de electricidad. Esto permite que los usuarios generen su propia energía, lo cual les da mayor independencia energética y reduce la necesidad de depender de sistemas centralizados basados en fuentes no renovables.

Con la electrificación de sectores como el transporte y la industria, la demanda de energía limpia sigue creciendo. En este sentido, la energía solar fotovoltaica tiene el potencial de cubrir parte de esta creciente necesidad, ofreciendo una opción sostenible para satisfacer el consumo energético de un mundo cada vez más electrificado.

la adopción y expansión de la energía solar fotovoltaica es clave para avanzar hacia un modelo energético más limpio, que no solo reduzca las emisiones de gases de efecto invernadero, sino que también impulse el desarrollo sostenible y la adaptación a los desafíos del cambio climático.

Existen dos tipos principales de autoconsumo fotovoltaico:

El autoconsumo con excedentes permite que la energía no consumida se inyecte a la red eléctrica. Los usuarios pueden vender la energía sobrante o aprovechar el balance neto, lo que les permite compensar el exceso de energía vertido en sus facturas futuras.

El autoconsumo sin excedentes cuenta con un sistema que impide que la energía sobrante se vierta a la red. En lugar de ello, la energía excedente se puede almacenar en baterías para utilizarla en otro momento.

Ambos tipos permiten a los usuarios generar y consumir su propia energía solar, con diferentes opciones para gestionar el excedente de energía.

1.2. OBJETO DEL PROYECTO

El presente proyecto tiene como objetivo el diseño e instalación de un sistema de energía solar fotovoltaica para el Club de Esgrima de Alicante, con el fin de promover la sostenibilidad energética, reducir los costes energéticos y contribuir a la transición hacia fuentes de energía renovables. Dada la creciente preocupación por el impacto ambiental de las fuentes de energía convencionales, la implementación de un sistema fotovoltaico no solo permite aprovechar los recursos solares disponibles en la región, sino también alinear al club con las políticas de eficiencia energética y sostenibilidad.

El club, ubicado en la ciudad de Alicante, se beneficia de un clima mediterráneo con una alta radiación solar, lo que convierte a la energía fotovoltaica en una opción ideal para la cobertura de sus necesidades eléctricas. El sistema fotovoltaico permitirá suministrar energía limpia y renovable para el funcionamiento de las instalaciones, como iluminación, sistemas de climatización, y otros equipos eléctricos utilizados en esta actividad deportiva y administrativa del club.

A lo largo de este proyecto, se llevará a cabo un análisis detallado de cada uno de los elementos que conforman la instalación, incluyendo el dimensionamiento adecuado de los paneles solares, un estudio de la demanda energética del club. Todo ello se realizará cumpliendo con las normativas y requisitos legales vigentes, garantizando que la instalación sea segura, eficiente y cumpla con los estándares de calidad.

1.3. NORMATIVA Y REFERENCIAS

Para garantizar el correcto desarrollo de las obras, este proyecto establece las especificaciones de los materiales empleados, los cálculos que justifican su uso y el procedimiento de ejecución. En este sentido, se asegura el cumplimiento de la normativa vigente, cuya relación se expone a continuación.

- Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.
- Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo.
- 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.
- 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 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 1370/1988, de 25 de julio, por el que se aprueba la Norma Básica de la Edificación "NBE-AE/88. Acciones en la edificación.
- Real Decreto-ley 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores.
- Decreto ley 14/2020, de 7 de agosto, del Consell, de medidas para acelerar la implantación de instalaciones para el aprovechamiento de las energías renovables por la emergencia climática y la necesidad de la urgente reactivación económica.

- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Ley 4/2009, de 14 de mayo, de Protección Ambiental Integrada.
- Ley 31/1995, sobre riesgos laborales.
- RD 2224/1998, que establece el certificado de profesionalidad de la ocupación del instalador de sistemas fotovoltaicos y eólicos.
- Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red del IDAE, PCT-C-REV - julio 2011
- Norma UNE 61215 sobre Módulos fotovoltaicos (FV) de silicio cristalino para aplicación terrestre.
- Norma UNE EN 60904 sobre Dispositivos fotovoltaicos. Requisitos para los módulos solares de referencia.
- Norma UNE EN 60891 sobre Procedimiento de corrección con la temperatura y la irradiancia de la característica I-V de dispositivos fotovoltaicos de silicio cristalino.
- Norma UNE-EN 50380 sobre Informaciones de las hojas de datos y de las placas de características para los módulos fotovoltaicos.
- Norma UNE EN 61194 sobre Parámetros característicos de sistemas fotovoltaicos (FV) autónomos.
- Norma UNE EN 61173 sobre Protección contra las sobretensiones de los sistemas fotovoltaicos (FV) productores de energía - Guía.
- Norma UNE 206001 EX sobre Módulos fotovoltaicos. Criterios ecológicos.
- Norma UNE-EN 62093: Componentes de acumulación, conversión y gestión de energía de sistemas fotovoltaicos. Cualificación del diseño y ensayos ambientales.
- Norma UNE-EN 61683: Sistemas fotovoltaicos. Acondicionadores de potencia. Procedimiento para la medida del rendimiento.
- IEC 62116. Testing procedure of islanding prevention measures for utility interactive photovoltaic inverters.
- UNE-EN IEC 60598-1 Luminarias.
- UNE-EN 12193:2020 Iluminación deportiva.

- UNE-EN 1838:2016 Alumbrado de emergencia.

1.4. BIBLIOGRAFÍA

Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión REBT

Normas UNE

Proyecto tipo de instalaciones fotovoltaicas aisladas – CIEMAT.

Pliego de Condiciones IDAE

Páginas web:

- [Autosolar | La Tienda de la Energía Solar](#)
- https://efectosolar.es/tienda/inversores/conexion-red-inversores/inversor-trifasico-60kw-solis-s5-gc60k/?srsltid=AfmBOorqXW29axdbfImjQe3gpUaKLiAxUehPTIJ5RC_ycyObmbT5fefr
- grupotemper.com/producto/zr-0-vcc-10-3x38-de-20a-gpv
- https://elalmacenfotovoltaico.com/es/inversor-conexion-a-red/566-inversor-solis-s5-gc60k-trifasico-60000w.html?gad_source=1&gclid=CjwKCAiAkc28BhB0EiwAM001TekEamCPMugbIM9a1P6gu4BBHH-XPzigL72CR3tyQq1JIadKGoRyahoC8cgQAvD_BwE
- <https://www.aemet.es>
- [Inicio | Sede IDAE](#)
- "Curso Autoconsumo con Instalaciones Fotovoltáicas - XVI Edición. Febrero 2024" Realizado en la UMH.
- <https://www.se.com/es/es/product/A9N18376/interruptor-magnetot%C3%A9rmico-acti9-c120n-4p-125-a-curva-c-10000-a-10-ka/>
- https://es.wiautomation.com/abb/variadores-motores-proteccion-de-circuitos/2CSF204101R3950?gad_source=1&gclid=CjwKCAjw--K_BhB5EiwAuwYoyjj2yoowrlXjB_MloSSNi-68fK3ZyBDIMeOrXfu7kuXU_3YqELbz-RoCqqQAvD_BwE
- <https://electro-profesional.com/es/fotovoltaica/36402-fusible-cilindrico-dyfus-zr-0-cc-103x38-25a-gpv-8426487493463.html>

- <https://lumisolar.es/topsolar-pv-h1z2z2-k-1x6-1500v-rojo-negro-cca-r1000-1000m>

1.5 SOFTWARE UTILIZADO

[JRC Photovoltaic Geographical Information System \(PVGIS\) - European Commission](#)

Excel

Libre Office

Autodesk Inventor

Visual Ligthing

1.6 TIPO DE INSTALACIÓN

Ateniéndonos al artículo 4 del Real Decreto 244/2019, de 5 de abril “Clasificación de modalidades de autoconsumo”, nos encontramos ante la modalidad de suministro con autoconsumo con excedentes, el cual se divide en dos tipos :

- Modalidad con excedentes acogida a compensación
- Modalidad con excedentes no acogida a compensación

Nos encontramos en la primera opción, que expone las siguientes condiciones:

- i. La fuente de energía primaria sea de origen renovable.
- ii. La potencia total de las instalaciones de producción asociadas no sea superior a 100 kW.
- iii. Si resultase necesario realizar un contrato de suministro para servicios auxiliares de producción, el consumidor haya suscrito un único contrato de suministro para el consumo

asociado y para los consumos auxiliares de producción con una empresa comercializadora, según lo dispuesto en el artículo 9.2 del presente real decreto.

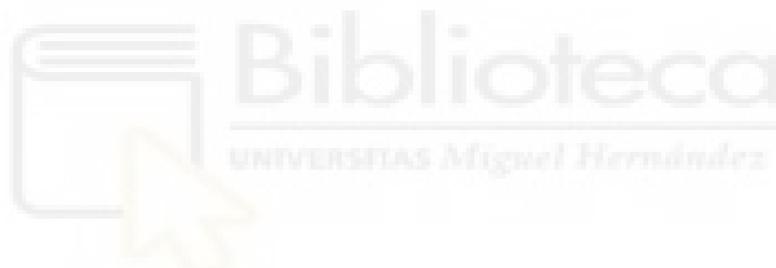
iv. El consumidor y productor asociado hayan suscrito un contrato de compensación de excedentes de autoconsumo definido en el artículo 14 del presente real decreto.

v. La instalación de producción no tenga otorgado un régimen retributivo adicional o específico.“

Nuestra instalación es de 60 Kwp, por lo tanto nos encontramos ante un tipo A según el Real Decreto 647/2020, de 7 de julio.

“Módulos de generación de electricidad cuyo punto de conexión sea inferior a 110 kV y cuya capacidad máxima sea igual o superior a 0,8 kW e igual o inferior a 100 kW.”

Recogido en el artículo 8 del Real Decreto 647/2020, de 7 de julio.

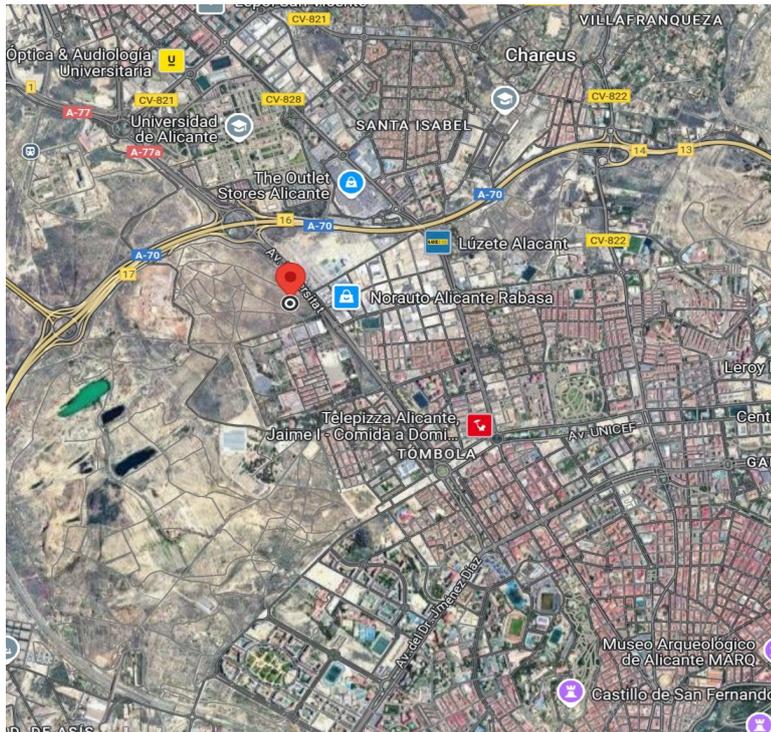


1.6 LOCALIZACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

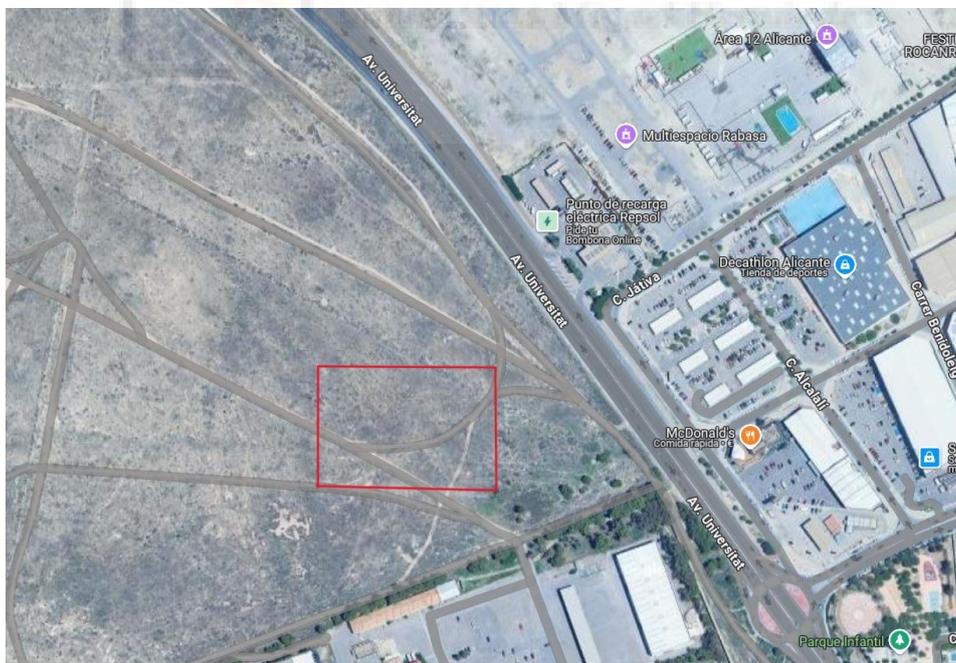
La instalación se situará en la azotea del pabellón, ubicado en Rabasa, (Alicante) Junto a la base militar.

las coordenadas geográficas de la instalación son:

- Latitud:38.375
- Longitud:-0.511



localización



Emplazamiento

La dirección es:

- Dirección: Av. Universitat, 03005 Alicante (Alacant), Alicante
- Localidad Alicante
- CP: 03014
- Provincia: Alicante

1.7 DATOS METEOROLÓGICOS:

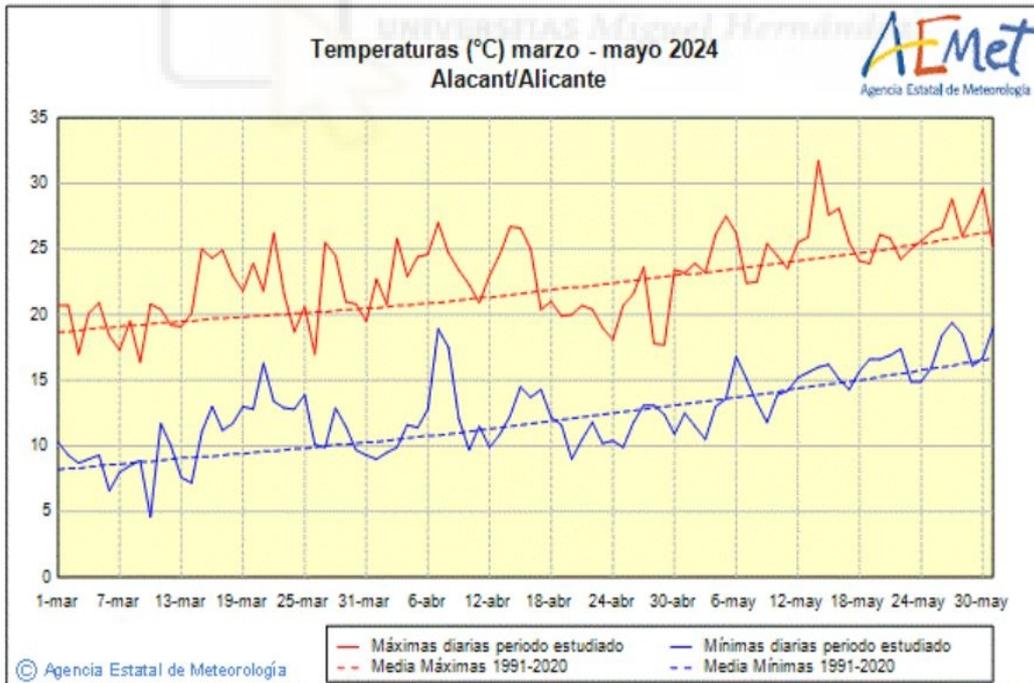
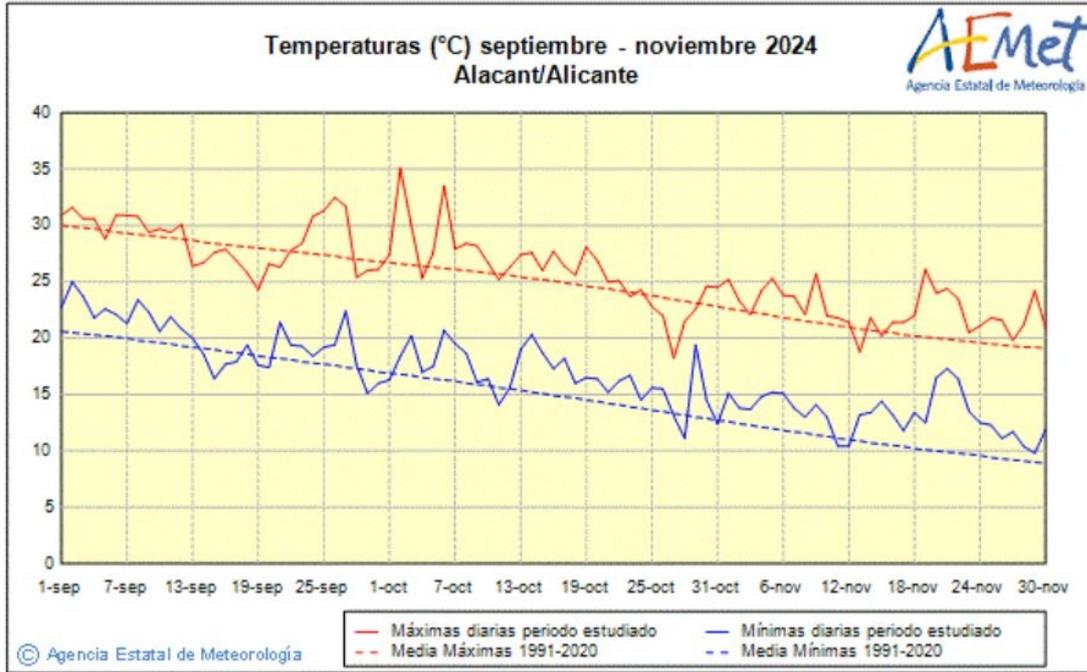
La climatología de la zona de Rabasa situada en Alicante está a una altura de 90 metros sobre el nivel del mar.

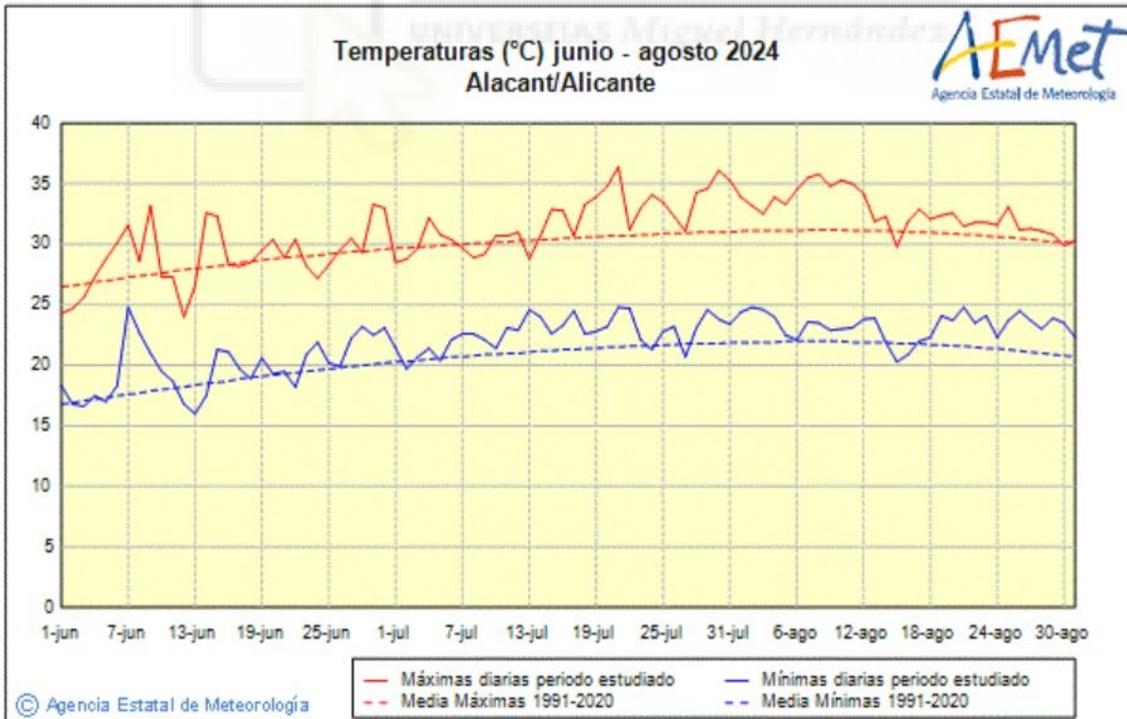
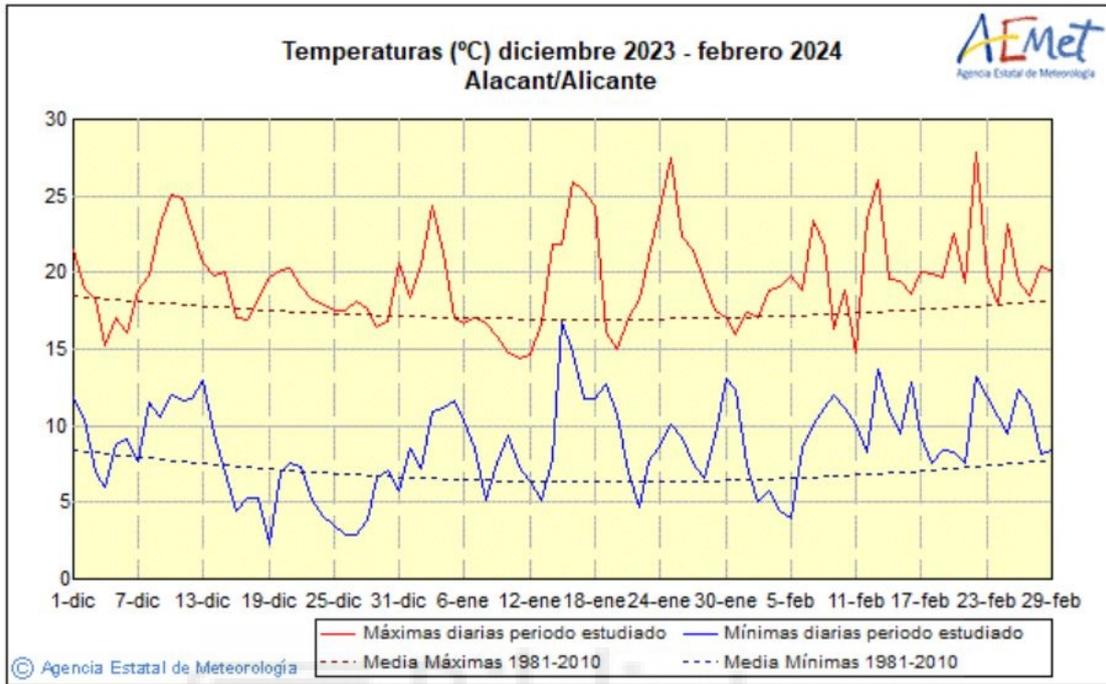
Los datos obtenidos de la Agencia Estatal de Meteorología son los siguientes:

Mes	T	TM	Tm	R	H	DR	DN	DT	DF	DH	DD	I
Enero	11.7	17.0	6.3	23	67	3.6	0.0	0.2	0.2	0.4	8.0	181
Febrero	12.3	17.6	7.1	22	66	3.0	0.0	0.4	0.5	0.3	6.1	180
Marzo	14.2	19.6	8.9	23	65	3.4	0.0	0.4	0.6	0.0	6.5	227
Abril	16.1	21.3	10.9	29	63	4.1	0.0	1.6	0.2	0.0	5.5	247
Mayo	19.1	24.1	14.1	28	64	4.0	0.0	2.3	0.0	0.0	5.4	277
Junio	22.9	27.8	18.1	12	63	1.8	0.0	1.5	0.0	0.0	9.9	302
Julio	25.5	30.3	20.7	4	65	0.6	0.0	0.7	0.1	0.0	15.2	330
Agosto	26.0	30.8	21.2	7	67	1.1	0.0	1.1	0.0	0.0	12.7	304
Septiembre	23.5	28.5	18.5	56	69	3.3	0.0	2.7	0.1	0.0	6.5	250
Octubre	19.7	24.9	14.5	47	70	4.5	0.0	2.1	0.1	0.0	5.4	217
Noviembre	15.4	20.5	10.3	36	69	4.2	0.0	0.5	0.1	0.0	5.7	173
Diciembre	12.6	17.7	7.4	25	68	3.8	0.0	0.4	0.0	0.1	7.0	164
Año	18.3	23.3	13.2	311	66	37.5	0.0	13.8	1.9	0.9	95.2	2851

Legenda

- T Temperatura media mensual/anual (°C)
- TM Media mensual/anual de las temperaturas máximas diarias (°C)
- Tm Media mensual/anual de las temperaturas mínimas diarias (°C)
- R Precipitación mensual/anual media (mm)
- H Humedad relativa media (%)
- DR Número medio mensual/anual de días de precipitación superior o igual a 1 mm
- DN Número medio mensual/anual de días de nieve
- DT Número medio mensual/anual de días de tormenta
- DF Número medio mensual/anual de días de niebla
- DH Número medio mensual/anual de días de helada
- DD Número medio mensual/anual de días despejados
- I Número medio mensual/anual de horas de sol





De los datos más relevantes es el de la temperatura mínima a la hora de calcular las tensiones en circuito abierto. Según datos de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET), la temperatura mínima histórica registrada en el observatorio de Alicante fue de $-4,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ el 12 de febrero de 1956 y la máxima fue de $42,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ el 13 de agosto de 2022.

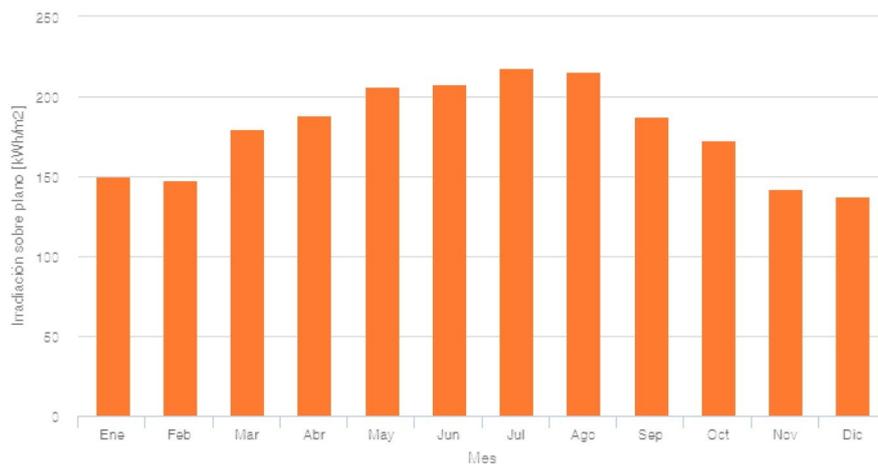
Por ello obtendremos una temperatura mínima de -5°C y 45°C para los cálculos.

La irradiancia solar es la magnitud que indica la intensidad de la radiación solar que llega a la superficie terrestre, expresada como la potencia instantánea por unidad de área medida en W/m^2 .

La irradiación solar representa la cantidad total de energía solar recibida en una superficie durante un período determinado. Se expresa en vatios-hora por metro cuadrado (Wh/m^2) y permite calcular la energía acumulada a lo largo del tiempo.

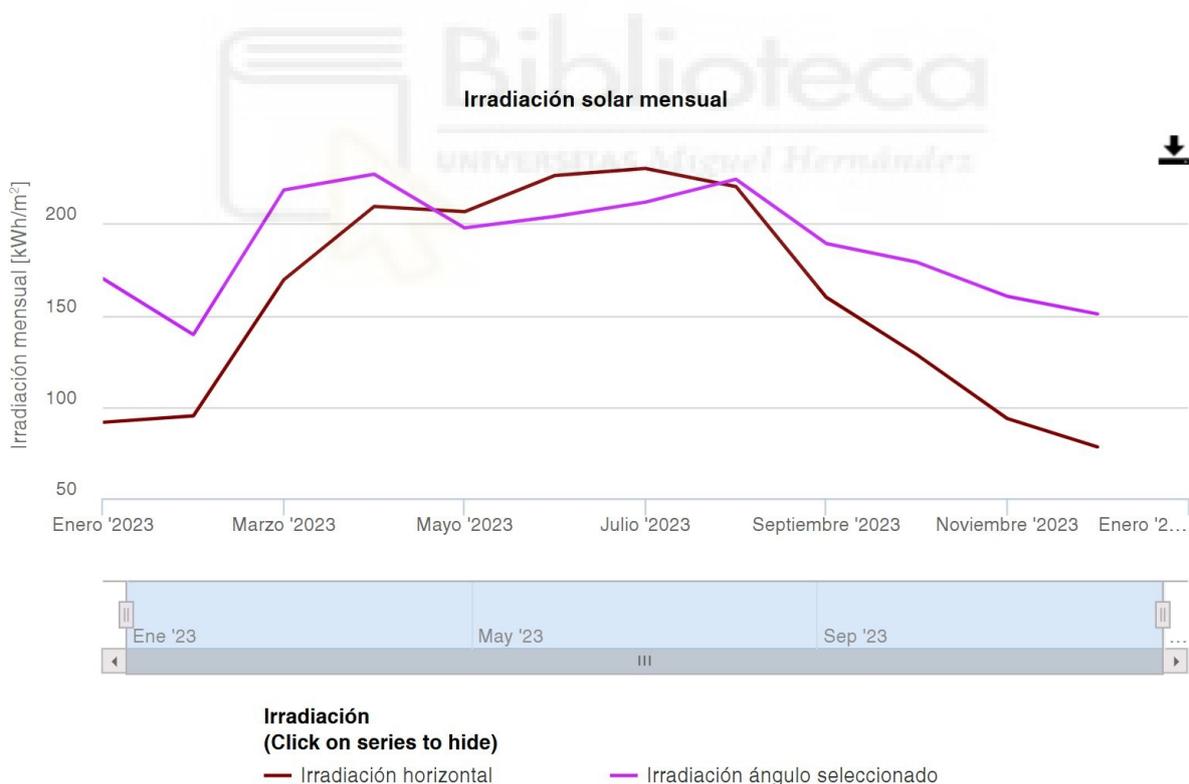
Podemos obtener esos datos de la base de datos PVGIS para las coordenadas y ángulos de inclinación y azimut específicos para el proyecto.

Irradiación mensual sobre plano fijo:



Energía FV y radiación solar mensual

Mes	E_m	H(i)_m	SD_m
Enero	123.8	150.4	13.1
Febrero	120.3	147.9	11.7
Marzo	144.0	179.9	16.6
Abril	148.4	188.5	11.6
Mayo	159.4	206.2	11.7
Junio	157.9	208.0	4.3
Julio	164.1	218.3	4.5
Agosto	162.5	215.7	5.3
Septiembre	143.3	187.7	7.1
Octubre	135.0	172.8	10.6
Noviembre	114.2	141.9	10.4
Diciembre	113.6	137.7	9.5



Irradiación global horizontal

Mes	2023
Enero	91.47
Febrero	94.98
Marzo	169.24
Abril	209.35
Mayo	206.47
Junio	226.26
Julio	230.08
Agosto	220.19
Septiembre	159.75
Octubre	128.44
Noviembre	93.53
Diciembre	78.05

Irradiación global con el ángulo de inclinación

Mes	2023
Enero	169.07
Febrero	138.99
Marzo	218.06
Abril	227.29
Mayo	198.27
Junio	204.82
Julio	212.54
Agosto	224.72
Septiembre	189.11
Octubre	178.61
Noviembre	159.59
Diciembre	149.83

Irradiación global con el ángulo de inclinación

Mes	2023
Enero	169.91
Febrero	139.36
Marzo	218.25
Abril	226.93
Mayo	197.59
Junio	203.89
Julio	211.66
Agosto	224.15
Septiembre	189.09
Octubre	178.96
Noviembre	160.27
Diciembre	150.63


Ratio difusa a global medio mensual


Month	2023
Enero	0.26
Febrero	0.30
Marzo	0.26
Abril	0.24
Mayo	0.34
Junio	0.3
Julio	0.31
Agosto	0.26
Septiembre	0.36
Octubre	0.35
Noviembre	0.33
Diciembre	0.32

Temperatura media mensual


Month	2023
Enero	12.8
Febrero	11.8
Marzo	16.3
Abril	17.8
Mayo	19.2
Junio	24.1
Julio	27.9
Agosto	27.3
Septiembre	24.1
Octubre	21.7
Noviembre	17
Diciembre	13.2

El ángulo de inclinación será de 38° para favorecer la captación solar en los meses de invierno, ya que en los meses de verano el pabellón reducirá su actividad deportiva. Mantendremos un azimut 0° ya que la cubierta del pabellón estará orientada al sur.

1.7 ELEMENTOS DE LA INSTALACIÓN:

1.7.1 MÓDULO FOTOVOLTAICO:

La instalación estará equipada con 120 módulos de 500 W del modelo EM500-PH de la marca Tensite, agrupados en 6 strings de 20 módulos cada uno.

Tensite EM500-PH

- MBB Half-Cut Solar Cell
- PERC technology
- Higher power output
- Light-weight design
- Low-light performance
- Higher module conversion efficiency

TECHNICAL CHARACTERISTICS

Current (A)

Voltage (V)

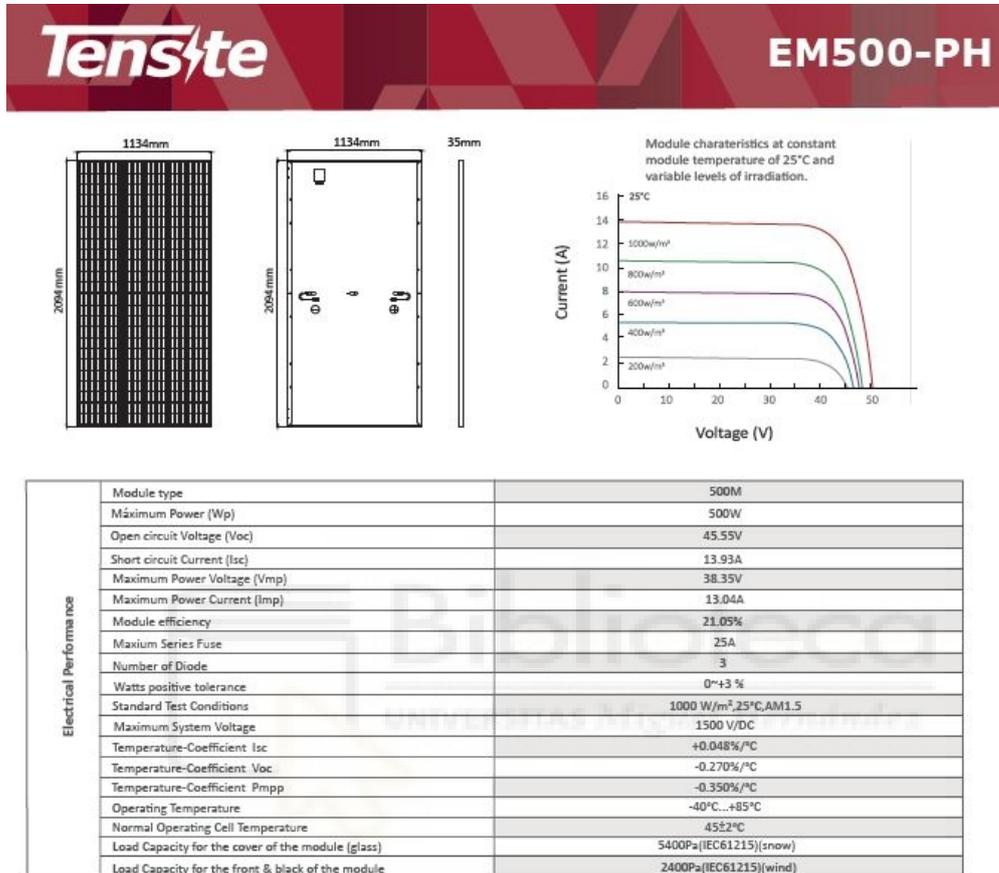
Module characteristics at variable module temperature and constant module irradiance of 1.000 W/m^2

- + Watts positive tolerance
- 12 Years product warranty
- 25 Years linear power warranty

Tensite
info@tensite-energy.com
www.tensite-energy.com

IEC CE CEC

en la ficha técnica se describen sus principales características eléctricas y físicas



Electrical Performance (NOCT)	Maximum Power (Wp)	378W
	Open circuit Voltage (Voc)	42.82V
	Short circuit Current (Isc)	11.07A
	Maximum Power Voltage (Vm)	36.24V
	Maximum Power Current (Im)	10.43A
Mechanical Characteristics	Front cover (material/ thickness)	low-iron tempered glass / 3.2 mm
	Module Weight	25 Kg
	Module Dimensions (L / W / H)	2094 X 1134 x 35 mm
	Backsheet (color)	TPT in white
	Cell (quantity /material / dimensions)	132 (6 X 22) / monocrystalline silicon
	Frame (material / color)	Aluminum hollow-chamber frame on each side anodized aluminum alloy / silver
	Function box (protection degree)	≥IP68
	Cables & Plug connectors	4 mm², 1400 mm in length, length can be customized
	Application class	Class A
	Electrical protection class	Class II
Fire safety class	Class C	

1.7.2 INVERSOR

El inversor fotovoltaico es un componente esencial en una instalación de energía solar, ya que se encarga de transformar la corriente continua (CC) generada por los módulos fotovoltaicos en corriente alterna (CA), permitiendo su uso en aplicaciones domésticas, comerciales o industriales.

 Soluciones Solares PV para uso comercial e industrial

S5-GC(50-60)K

Inversores Solis trifásicos

>> **Modelo:**

S5-GC50K

S5-GC60K



Eficiente

- 98.7% de eficiencia máxima
- Corriente de string hasta **16 A**
- Diseño de 5/6 MPPT, soporta el diseño de sistema con múltiples orientaciones
- Función de recuperación PID por la noche, que aumenta rendimiento del sistema (opcional)

Inteligente

- Función nocturna SVG
- Soporta el control de exportación de potencia
- Monitorización inteligente de strings. Exploración inteligente de curvas I-V
- Escanea para registrar en SolisCloud, soporta la actualización y control remoto

Seguro

- Nivel de anti-corrosión IP66, C5
- Ventilador redundante inteligente
- Componentes de marca reconocidos mundialmente para una mayor vida útil
- Protección AFCI, reduce activamente el riesgo de incendio

Económico

- Soporta comunicación GPRS/WiFi con menos cable, reduciendo costos de instalación
- Admite conectores tipo \star en el lado de DC
- Soporta cable de aluminio para reducir costos de material
- Admite 10/12 strings para 150%+ de sobredimensionamiento en DC

Hoja de datos
S5-GC(50-60)K

Modelo	50K	60K
Entrada (DC)		
Voltaje máximo de entrada	1100 V	
Voltaje nominal	600 V	
Voltaje de arranque	195 V	
Rango de voltaje MPPT	180-1000 V	
Corriente máxima de entrada	5*32 A	6*32 A
Corriente máxima de cortocircuito	5*40 A	6*40 A
Número de MPPT/Número máximo de cadenas de entrada	5/10	6/12
Salida (AC)		
Potencia nominal de salida	50 kW	60 kW
Potencia aparente máxima de salida	55 kVA	66 kVA
Potencia máxima de salida	55 kW	66 kW
Voltaje nominal de la red	3/N/PE, 220 V / 380 V, 230 V / 400 V	
Frecuencia nominal de la red	50 Hz / 60 Hz	
Corriente nominal de salida de red	76.0 A / 72.2 A	91.2 A / 86.6 A
Corriente máxima de salida	83.6 A	100.3 A
Factor de potencia	>0.99 (0.8 capacitivo a 0.8 inductivo)	
THDi	<3%	

eficiencia

Eficiencia	
Eficiencia máxima	98.7%
Eficiencia EU	98.3%
Protección	
Protección contra polaridad inversa DC	Sí
Protección contra cortocircuito	Sí
Protección de sobrecorriente de salida	Sí
Protección contra sobretensiones	DC Tipo II / AC Tipo II
Monitoreo de red	Sí
Protección Anti-isla	Sí
Protección de temperatura	Sí
Monitoreo de cadenas	Sí
Escaneo de curvas I/V	Sí
AFCI Integrado (Protección de falla de arco DC)	Sí ⁽¹⁾
Recuperación PID integrada	Opcional ⁽²⁾
Interruptor de DC integrado	Opcional
Datos generales	
Dimensiones (longitud*altura*ancho)	691*578*338 mm
Peso	54.5 kg
Topología	Sin Transformador
Consumo propio (noche)	<1 W
Rango de temperatura de funcionamiento	-25 ~ +60°C
Humedad relativa	0-100%
Nivel de protección	IP66
Enfriamiento	Ventilador redundante inteligente
Altitud máxima de funcionamiento	4000 m
Estándar de conexión de red	G99, VDE-AR-N 4105 / VDE V 0124, EN 50549-1, VDE 0126 / UTE C 15 / VFR:2019, RD 1699 / RD 244 / UNE 206006 / UNE 206007-1, CEI 0-21, C.10/11, NRS 097-2-1, EIFS 2018.2, IEC 62116, IEC 61727, IEC60068, IEC 61683, EN 50530
Estándar de seguridad / EMC	IEC 62109-1/-2, IEC62116 & IEC 61000-6-1/-2/-3/-4
Características	
Conexión de DC	Conector MC4
Conexión de AC	Terminal OT (máxima 70 mm ²)
Pantalla	LCD, botones táctiles capacitivos
Comunicación	RS485, USB, Opcional: Wi-Fi, GPRS

Utilizaremos el inversor trifásico de la marca Solis, concretamente el modelo S5-GC60K ya que tenemos una instalación de 60KW

1.7.3 DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN:

Los sistemas de protección, control y medición en instalaciones fotovoltaicas deben diseñarse cumpliendo lo dispuesto en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT) y respetando las especificaciones de la compañía suministradora de electricidad.

Dado que los sistemas solares fotovoltaicos implican el uso de circuitos eléctricos, la normativa actual exige incorporar medidas de seguridad adecuadas para proteger tanto a las personas como al sistema eléctrico en sí.

En líneas generales, se establecen ciertos criterios de seguridad según el nivel de riesgo de la instalación. De forma resumida, se destacan los siguientes puntos:

- Cuando la tensión de la instalación supera los 48 voltios, se requiere una conexión a tierra. Esta conexión debe incluir al menos la estructura donde se montan los paneles solares y los soportes del generador.
- Los mecanismos de protección deben estar preparados para evitar accidentes por contacto eléctrico, ya sea directo o indirecto. En caso de añadirse a una instalación ya existente, no deben modificarse las condiciones de seguridad originales.
- Toda instalación debe contar con protecciones frente a fallos eléctricos comunes, como sobrecargas, cortocircuitos o aumentos de tensión.

En cuanto al sistema de protección y maniobra, se divide en dos partes fundamentales: la sección anterior al inversor, donde circula corriente continua, y la posterior al inversor, donde la corriente es alterna.

A partir de estos principios, se pueden identificar los distintos dispositivos necesarios para garantizar la seguridad y buen funcionamiento de una instalación fotovoltaica.

- Interruptores magnetotérmicos: Los interruptores magnetotérmicos, son dispositivos de protección que cumplen una doble función: interrumpen el paso de la corriente cuando se detectan sobrecargas y actúan frente a cortocircuitos . En instalaciones fotovoltaicas, su papel es esencial para garantizar la seguridad del sistema y de las personas, ya que actúan de forma automática ante cualquier anomalía eléctrica. La parte térmica del interruptor responde a sobrecargas prolongadas, es decir, cuando la corriente supera el valor nominal de forma continua. Esta parte actúa con cierto retardo, permitiendo el paso de picos leves de corriente sin dispararse innecesariamente. La parte magnética, en cambio, reacciona de forma instantánea ante cortocircuitos, interrumpiendo de inmediato la corriente para evitar daños mayores.
- Fusibles: Son elementos de protección fundamentales en sistemas eléctricos, y su función principal en una instalación fotovoltaica es interrumpir el paso de corriente cuando se supera un valor determinado, evitando así daños en los equipos o riesgos para la seguridad . En el contexto de energía solar, los fusibles se utilizan principalmente para proteger los strings de paneles solares ante situaciones de cortocircuito o sobreintensidad. Si uno de los strings falla, el resto podría inyectar corriente hacia ese punto defectuoso, generando un riesgo de incendio o daños en los conductores. El fusible se funde en ese momento, cortando el paso de corriente y aislando el fallo.
- Interruptor diferencial: El interruptor diferencial es un componente de protección destinado a evitar riesgos por contacto eléctrico accidental, ya sea directo (o indirecto (cuando se toca una carcasa metálica. Su función principal es detectar fugas de corriente hacia tierra y desconectar automáticamente el circuito cuando esto ocurre.

1.7.3 CABLEADO

La energía eléctrica generada por un sistema fotovoltaico se transporta a través de distintos subsistemas mediante redes de cableado eléctrico. Para el diseño de este sistema de distribución, es fundamental considerar varios aspectos técnicos como material (cobre o aluminio), rígido o flexible, si se trata de un cable unipolar o multipolar y tipo de aislamiento eléctrico.

La sección de los cables se tomará teniendo en cuenta criterios de caída de tensión y la intensidad máxima admisible en los conductores.

En el proyecto contaremos con zonas de corriente continua CC (desde paneles hasta el inversor) y de corriente alterna CA (del inversor hasta la caja general de protección y medida del pabellón CPM) .

En el tramo de continua utilizaremos los cables recomendados para instalaciones fotovoltaicas.

Para determinar la sección adecuada de un cable que transporta corriente continua, es necesario conocer ciertos parámetros fundamentales: el tipo de material con el que está fabricado el conductor (y su capacidad para conducir electricidad), la distancia total del recorrido en metros, la intensidad de corriente que circulará por él (expresada en amperios) y la diferencia de tensión entre los extremos del cable (medida en voltios).

Serán los cables TOPSOLAR PV HAZ2Z2-K 6 mm², al emplear cables recomendados para fotovoltaicas nos aseguramos que su recubrimiento sea resistente a las condiciones que serán expuestos.

El cableado de alterna a la salida del inversor será trifásico, asegurando los criterios de intensidad admisible y caída de tensión en el pliego de condiciones técnicas del IDAE. Se tratará de una manguera flexible de 35 mm² libre de halógenos.

El cableado se sobredimensionará un 125% siguiendo el punto 5 de la ITC-BT 40 y la sección y tipo de instalación mediante la Guía de la ITC BT 19

1.7.4 TOMA DE TIERRA

Todas las partes metálicas de la instalación solar, tanto en el circuito de corriente continua como en el de alterna, deberán estar conectadas a un único sistema de puesta a tierra. Esta toma de tierra será completamente independiente de la utilizada por el neutro de la red eléctrica de la compañía distribuidora, conforme a lo establecido por el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT).

La función principal de la puesta a tierra es reducir el potencial eléctrico que pueda acumularse en las superficies metálicas de los equipos, disminuyendo así el riesgo de accidentes en caso de fallos o averías en el sistema.

En las instalaciones fotovoltaicas conectadas a redes de baja tensión, esta conexión a tierra debe realizarse de forma que no interfiera ni modifique el sistema de puesta a tierra de la red eléctrica pública. Es fundamental evitar cualquier transmisión de fallos desde la instalación hacia la red de distribución, lo que se consigue asegurando una separación galvánica entre ambos sistemas, mediante transformadores de aislamiento u otros dispositivos con función equivalente.

Las estructuras metálicas de los equipos estarán todas conectadas a una red equipotencial unida a tierra, como protección ante contactos eléctricos indirectos. El cable de tierra deberá recorrer el mismo camino que los conductores de corriente: en instalaciones exteriores, acompañará a los cables de corriente continua; y en instalaciones interiores o subterráneas, irá junto a los cables de corriente alterna, protegidos por tubos o canalizaciones

1.8 GENERADOR FOTOVOLTAICO

El generador fotovoltaico se ha dimensionado para cubrir la demanda energética del club de esgrima (79311,52 kWh). La superficie disponible es de 1265 m², suficiente como para albergar todos los módulos dispuestos en 6 strings de 20 conectados en serie, generando una producción anual de 99392,91 Kwh.

Los módulos son de 500 w con una tecnología monocristalino PERC (Passivated Emitter and Rear Contact) proporcionando una potencia pico del generador de 60 kwp.

Dispondremos de un inversor CC/CA trifásico con una potencia nominal de salida de 60 kw.

1.9 ORIENTACIÓN E INCLINACIÓN

Para favorecer la captación solar en los meses de invierno la inclinación será de 38° y un azimut 0° aprovechando la orientación sur del pabellón.

La localización y altura del pabellón permiten que no haya pérdidas por sombras en la captación solar, ya que a su alrededor no hay árboles ni edificios que puedan incidir sombras sobre los módulos. De ser así aplicaríamos la tabla 1 del pliego de condiciones técnicas del IDAE.

Tabla I

	Orientación e inclinación (OI)	Sombras (S)	Total (OI+S)
General	10%	10%	15%
Superposición	20%	15%	30%
Integración arquitectónica	40%	20%	50%

Tabla cálculo de sombras IDAE

A su vez, al disponer del espacio suficiente en la azotea del edificio, no contaremos con sombras de antepechos

1.10 ILUMINACIÓN DEPORTIVA DE LA ZONA DEPORTIVA

La instalación de iluminación propuesta para las pistas de esgrima se ha diseñado conforme a los requisitos establecidos en la norma UNE-EN 12193:2020 “Iluminación de instalaciones deportivas”, que establece los parámetros técnicos para garantizar unas condiciones visuales óptimas durante la práctica de esta disciplina, tanto en entrenamientos como en competición.

Tabla A.1

Interior		Área de referencia		Números de puntos de retícula		Longitud	Anchura	
		Longitud m	Anchura m	Longitud	Anchura			
Badminton ^a	PA	13,4	6,1	11	5			
	TA (máx.)	18	10,5	11	7			
Críquet	PA	32	20	15	9			
Redes de críquet	PA	33	4	15	3			
Esgrima	PA	14	2	11	3			
	TA (máx.)	18	5	11	3			
Hockey	PA	40	20	15	7			
	TA	44	24	15	7			
Hockey/Patinaje artístico sobre hielo ^c	PA	60	30	17	9			
Raquetbol ^b	PA	18,3	9,1	11	5			
Squash ^b	PA	9,7	6,4	9	5			
Tenis de mesa	PA	9	4,5	9	3			
	Iluminancia horizontal		Iluminancia vertical (sólo esgrima) ^e		Iluminancia horizontal (Redes de críquet)		R_G^d	R_A
	$E_{hor Ave}$ lx	U_{2hor}	$E_{vert Ave}$ lx	U_{2hor}	$E_{hor Ave}$ lx	U_{2hor}		
I	750	0,70	500	0,70	1 500	0,80	35	80
II	500	0,70	300	0,70	1 000	0,80	40	60
III	300	0,70	200	0,70	750	0,80	40	60

a Las luminarias no deberían situarse en la parte del techo que está encima del área de juego principal.
 b Deberían evitarse luminarias funcionando en el espacio de 1 m de la pared lateral.
 c Para alturas de montaje por debajo de 8 m la relación E_{min}/E_{max} debería ser mayor de 0,50. Para la Clase III la uniformidad puede rebajarse a 0,50.
 d R_G sólo aplica para alturas de montaje por encima de 10 m.
 e La iluminancia vertical se calcula en los mismos puntos de la retícula como horizontal en 4 planos verticales ortogonales en una altura de 1,50 m.

Tabla 4 – Selección de la clase de alumbrado

Nivel de competición	Clase de alumbrado		
	I	II	III
Internacional y nacional	X		
Regional	X	X	
Local	X	X	X
Entrenamiento		X	X
Recreativo/deportes escolares (Educación física)			X

Dado que la esgrima es una actividad de precisión, velocidad y alta exigencia visual, se han considerado los siguientes criterios mínimos de iluminación según dicha norma:

- Nivel de iluminancia horizontal media (E_m): Se garantizará un valor mínimo de 500 lux en la superficie de combate para la categoría de competición nacional o internacional (Clase I), con una uniformidad mínima $U_0 \geq 0,7$.
- Índice de deslumbramiento (GR): El sistema de alumbrado se ha proyectado de modo que el valor del índice de deslumbramiento no supere $GR \leq 30$, para evitar molestias visuales a los tiradores.
- Índice de reproducción cromática (R_a): Se utilizarán luminarias con un índice $R_a \geq 80$, para asegurar una correcta percepción del entorno y facilitar la visibilidad del equipamiento, ropa y señales.
- Dirección de la luz: Se han tenido en cuenta las recomendaciones específicas de la norma en cuanto a orientación y distribución de la luz, minimizando sombras duras y reflejos que puedan interferir en el rendimiento deportivo.

El sistema de iluminación se compone de proyectores LED modelo TUGRA , TUGRAHE + +21 PW19 64-840 ET C2 de alta eficiencia, proporcionando 183 lm/w distribuidos de forma simétrica a lo largo de cada pista, con ópticas específicas que aseguran una distribución homogénea de la luz.

Con esta solución, se garantiza el cumplimiento de la normativa vigente, así como las condiciones técnicas necesarias para una práctica segura y eficiente de la esgrima en interior.

Para saber el número necesario de luminarias en el pabellón empleamos el programa de cálculo Visual Lighting

Visual Interior Tool™ AcuityBrands.

File Help Tools

Settings
Units: Meters - Lux

Room Dimensions
Length [X]: 45 m
Width [Y]: 16 m
Height [Z]: 10 m
Workplane: 2.5 m
Ceiling Type: Open

Room Reflectances
Ceiling: 80 %
Walls: 50 %
Floor: 20 %

Criteria
Illuminance: 500 lux
Power Density: W/m²
Quantity:

Constraints
Spacing X [SC=9.8]: m
Spacing Y [SC=9.8]: m
Rows:
Columns:

Calculation Results [A]
Illuminance: 507 lux
Power Density: 5.17 W/m²
Quantity: 95

Spacing Results [A]
Spacing: 2.3 x 3.2 m
Arrangement: 19 x 5
Outside Spacing X: 1.72 m
Outside Spacing Y: 1.25 m

Display
Dimensions Room Layout
Show Zonal Cavity Info [+]

Project Information

luminarias zona pistas

Visual Interior Tool™ AcuityBrands.

File Help Tools

Settings
Units: Meters - Lux

Room Dimensions
Length [X]: 15.5 m
Width [Y]: 4 m
Height [Z]: 10 m
Workplane: 2.5 m
Ceiling Type: Open

Room Reflectances
Ceiling: 80 %
Walls: 50 %
Floor: 20 %

Criteria
Illuminance: 400 lux
Power Density: W/m²
Quantity:

Constraints
Spacing X [SC=9.8]: m
Spacing Y [SC=9.8]: m
Rows:
Columns:

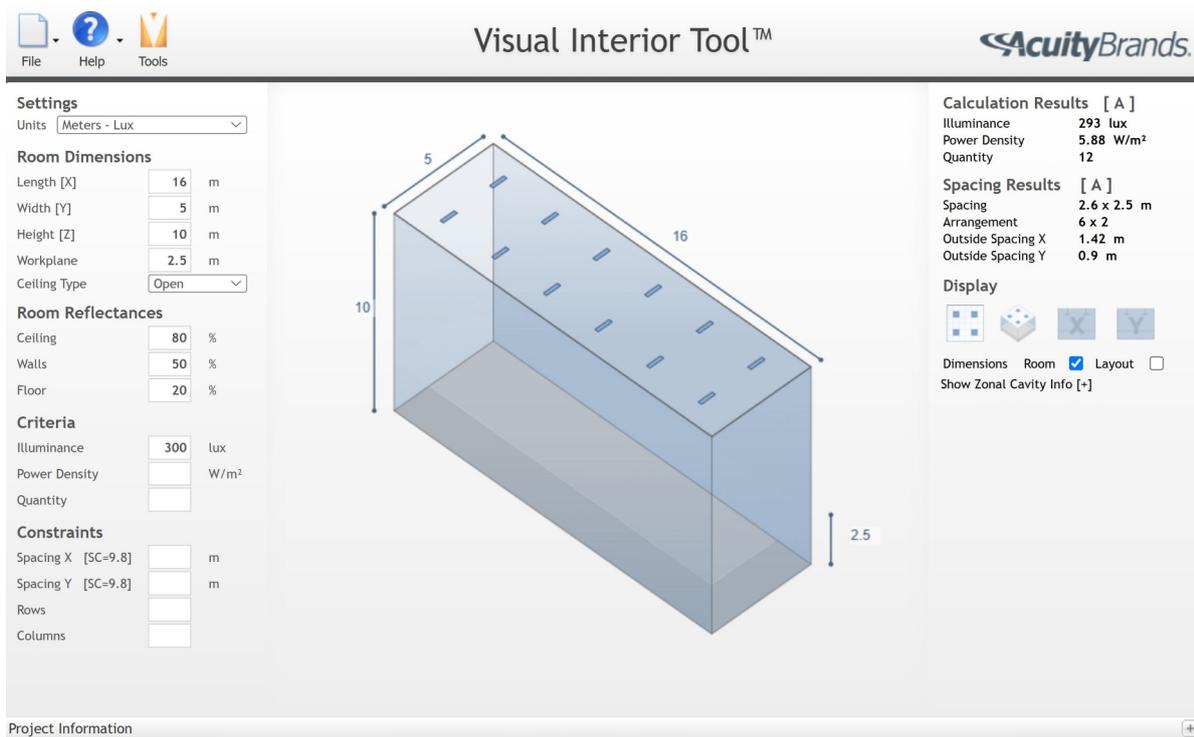
Calculation Results [A]
Illuminance: 435 lux
Power Density: 10.12 W/m²
Quantity: 16

Spacing Results [A]
Spacing: 1.9 x 2 m
Arrangement: 8 x 2
Outside Spacing X: 1.02 m
Outside Spacing Y: 0.65 m

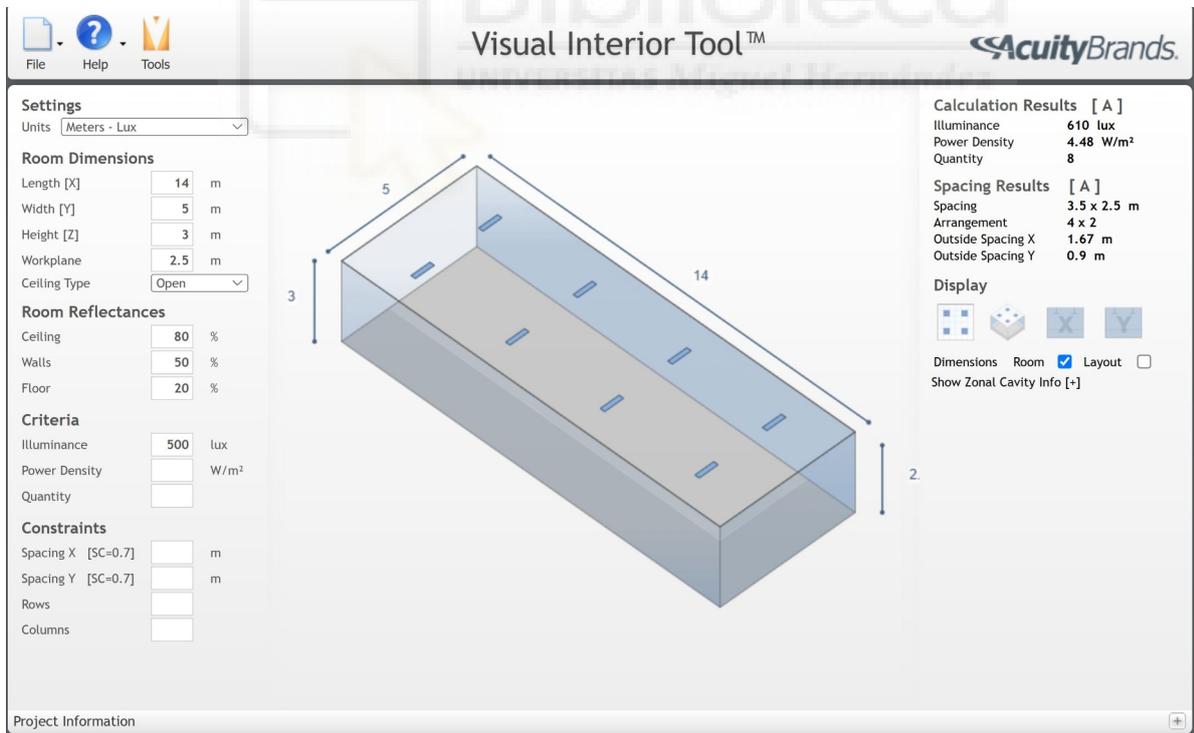
Display
Dimensions Room Layout
Show Zonal Cavity Info [+]

Project Information

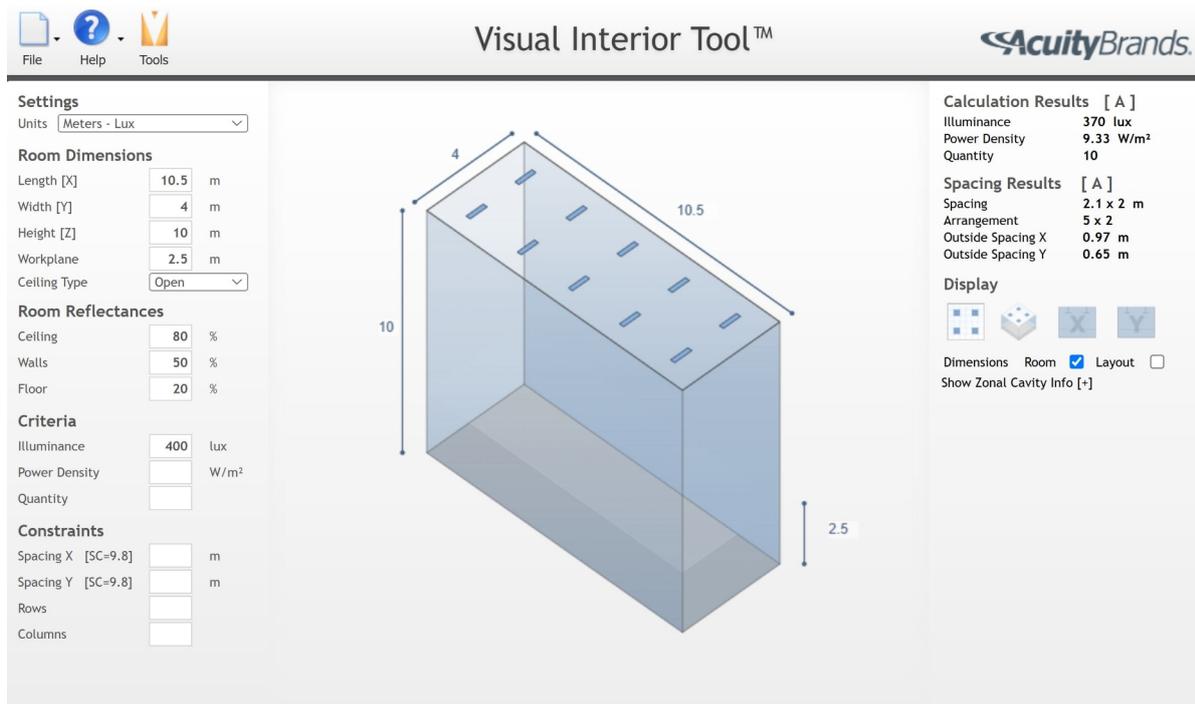
luminarias gimnasio



luminarias zona gradas



luminarias vestuarios



luminarias recibidor



1.11 ORDEN DE PRIORIDAD EN LOS DOCUMENTOS

El orden de prioridad de los documentos será el siguiente:

- Planos
- Pliego de condiciones
- Presupuesto
- Memoria

1.12 CARACTERÍSTICAS GENERALES

CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA INSTALACIÓN	
USO	generación fotovoltaica
SUPERFICIE ÚTIL	1265 m ²
UBICACIÓN	Rabasa, Alicante
TIPO DE CONSUMO	Con excedentes acogida a compensación
TIPO DE PANEL	EM500- PH
MARCA DE LOS PANELES	tensite
POTENCIA PICO DEL PANEL	500 w
NÚMERO DE PANELES TOTALES DEL CAMPO	120
POTENCIA NOMINAL DEL CAMPO FOTOVOLTAICO	60 kwp
MODELO DEL INVERSOR	s5-gc (50-60) K
MARCA DEL INVERSOR	solis
NUMERO DE INVERSORES	1
MÁXIMA INTENSIDAD DE SALIDA	100.3 A
POTENCIA NOMINAL DEL INVERSOR	66kw
TIPO DE CONEXIÓN ELECTRICA	trifásica

1.12 PRESUPUESTO

El presupuesto de ejecución material con un 6% de beneficio industrial de todos los costes directos e indirectos asciende a una cifra de 35.002,99 euros

(TREINTA Y CINCO MIL VEINTIDÓS CON NOVENTA Y NUEVE EUROS)

1.14 PLAZO DE EJECUCIÓN Y GARANTÍA

El plazo de ejecución del presente proyecto de instalaciones será de treinta días naturales, contados a partir de la firma del acta de inicio de los trabajos. Durante este periodo, el contratista deberá finalizar la totalidad de las actuaciones conforme al cronograma establecido en la documentación técnica y contractual.

El contratista garantiza la correcta ejecución de los trabajos por un periodo de un año, contado a partir de la fecha de recepción definitiva de la obra. Durante este plazo, se compromete a subsanar, sin coste alguno para la propiedad, cualquier defecto, vicio oculto o deficiencia derivada de una ejecución inadecuada o del uso de materiales defectuosos, conforme a lo dispuesto en la normativa vigente y en particular en la Ley de Contratos del Sector Público.



DOCUMENTO 3 CÁLCULOS

1 GENERADOR FOTOVOLTAICOS

1.1 DIMENSIONAMIENTO DE LA INSTALACIÓN

Dado que el club de esgrima se establece como proyecto teórico, no tenemos datos reales del consumo.

Haremos una estimación de la demanda energética para las dimensiones y horarios del pabellón (10:00 – 15:00 horas) .

APARATOS	UNIDADES	POTENCIA (W)	PROMEDIO HORAS DE FUNCIONAMIENTO DIARIAS
CLIMATIZACIÓN	1	40.000	4,45
NEVERA	1	80	24
TELEVISOR	1	150	5
EQUIPO DE SONIDO	1	900	1
ENCHUFES	20	20	5
IMPRESORA	1	50	0,2
MARCADORES favero	12	5	5
TERMO DUCHA	4	1.400	0,5
MICROONDAS	2	900	0,1
ORDENADOR	2	50	5
LUMINARIAS PISTAS	95	35	5
LUMINARIA EMERGENCIA	20	5	5
LUMINARIAS VESTUARIO	8	35	5
LUMINARIAS GRADAS	12	35	5
LUMINARIAS GIMNASIO	16	35	5
LUMINARIAS TALLER	2	35	5
LUMINARIAS OFICINAS	2	35	5
LUMINARIAS RECIBIDOR	10	35	5
TOTALES			

CONSUMO DIARIO Kwh	CONSUMO MENSUAL Kwh	CONSUMO ANUAL Kwh
178,00	5.518,00	66.216,00
1,92	59,52	714,24
0,75	23,25	279,00
0,90	27,90	334,80
2,00	62,00	744,00
0,01	0,31	3,72
0,29	8,93	107,14
2,80	86,80	1.041,60
0,18	5,58	66,96
0,50	15,50	186,00
16,63	515,38	6.184,50
0,48	14,88	178,56
1,40	43,40	520,80
2,10	65,10	781,20
2,80	86,80	1.041,60
0,35	10,85	130,20
0,35	10,85	130,20
1,75	54,25	651,00
213,20	6.609,29	79.311,52

Consumo energético del Club

Teniendo un consumo anual total de 79,311,52 kwh, sobredimensionando un 25% más obtendríamos 99139,395 kwh.

Del la base de datos del PVGIS podemos saber qué energía anual produce 1 kwp instalado en la ubicación dónde nos encontramos y sus respectivos ángulos de inclinación y azimut. (siendo en nuestro caso 38° para favorecer la captación solar en los meses de invierno y azimut 0° ya que el pabellón se encuentra orientado al sur).

Siendo este valor de 1686,48 kwh.

Además conoceremos mediante esta herramienta la irradiancia anual, 2155 kwh/m²



Rendimiento de un sistema FV conectado a red

PVGIS-5 valores estimados de la producción eléctrica solar:

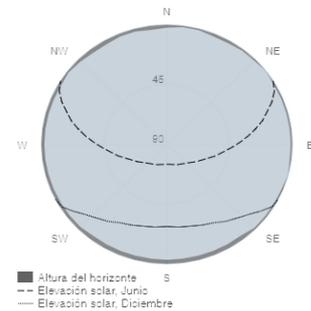
Datos proporcionados:

Latitud/Longitud: 38.375,-0.511
 Horizonte: Calculado
 Base de datos: PVGIS-SARAH3
 Tecnología FV: Silicio cristalino
 FV instalado: 1 kWp
 Pérdidas sistema: 14 %

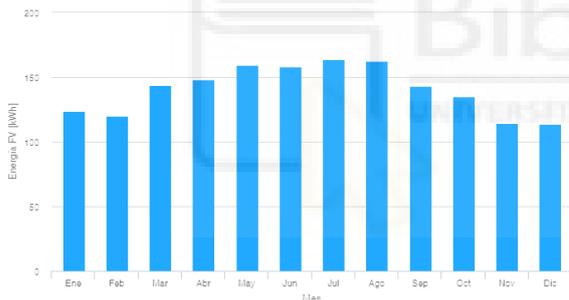
Resultados de la simulación

Ángulo de inclinación: 38 °
 Ángulo de azimut: 0 °
 Producción anual FV: 1686.48 kWh
 Irradiación anual: 2155 kWh/m²
 Variación interanual: 44.61 kWh
 Cambios en la producción debido a:
 Ángulo de incidencia: -2.54 %
 Efectos espectrales: 0.56 %
 Temperatura y baja irradiancia: -7.15 %
 Pérdidas totales: -21.74 %

Perfil del horizonte en la localización seleccionada:



Producción de energía mensual del sistema FV fijo:



Irradiación mensual sobre plano fijo:



Energía FV y radiación solar mensual

Mes	E_m	H(i)_m	SD_m
Enero	123.8	150.4	13.1
Febrero	120.3	147.9	11.7
Marzo	144.0	179.9	16.6
Abril	148.4	188.5	11.6
Mayo	159.4	206.2	11.7
Junio	157.9	208.0	4.3
Julio	164.1	218.3	4.5
Agosto	162.5	215.7	5.3
Septiembre	143.3	187.7	7.1
Octubre	135.0	172.8	10.6
Noviembre	114.2	141.9	10.4
Diciembre	113.6	137.7	9.5

E_m: Producción eléctrica media mensual del sistema definido [kWh].

H(i)_m: Suma media mensual de la irradiación global recibida por metro cuadrado por los módulos del sistema dado [kWh/m²].

SD_m: Desviación estándar de la producción eléctrica mensual debida a la variación interanual [kWh].

La Comisión Europea mantiene esta web para facilitar el acceso público a la información sobre sus iniciativas y las políticas de la Unión Europea en general. Nuestro propósito es mantener la información precisa y al día. Tratarémos de corregir los errores que se nos señalen. No obstante, la Comisión declina toda responsabilidad en relación con la información incluida en este web. Aunque hacemos lo posible por reducir al mínimo los errores técnicos, algunos datos o informaciones contenidos en nuestra web pueden haberse creado o estructurado en archivos o formatos no exentos de dichos errores, y no podemos garantizar que ello no interrumpa o afecte de alguna manera al servicio. La Comisión no asume ninguna responsabilidad por los problemas que puedan surgir al utilizar este sitio o sitios externos con enlaces al mismo.

Para obtener más información, por favor visite https://ec.europa.eu/info/legal-notice_es

Joint
Research
Centre

PVGIS ©Unión Europea, 2001-2024.
 Reproduction is authorised, provided the source is acknowledged,
 save where otherwise stated.

Informe creado el 2024/12/19

Del Pliego de Condiciones Técnicas de instalaciones Conectadas a Red del IDEA en su apartado 7.2.4 establece:

7.2.4 La estimación de la energía inyectada se realizará de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$E_p = \frac{G_{dm}(\alpha, \beta) P_{mp} PR}{G_{CEM}} \text{ kWh/día}$$

Donde:

P_{mp} = Potencia pico del generador

G_{CEM} = 1 kW/m²

El PR (performance ratio) lo obtendremos mediante los datos proporcionados por PVGIS

$PR = 1 + k$ pérdidas totales

Las pérdidas de k se subdividen en:

- k ángulo de incidencia= -2,54
- k espectral= 0,56
- k temperatura= -7,15
- k sistema= -14

Obteniendo un $PR = 1 + (-2,54 + 0,56 - 7,15 - 14) / 100 = 0,7687$.

MES	$G_{dm}(\alpha, \beta=38^\circ)$ (kwh/m2)	PR	G_{cem} (Kw/m2)	E_p (Kwh)	E_p (kwh/día)
ENERO	150,4	0,7687	1	6936,7488	223,76609
FEBREO	147,9	0,7687	1	6821,4438	243,622993
MARZO	179,9	0,7687	1	8297,3478	267,656381
ABRIL	188,5	0,7687	1	8693,997	289,7999
MAYO	206,2	0,7687	1	9510,3564	306,78569
JUNIO	208	0,7687	1	9593,376	319,7792
JULIO	218,3	0,7687	1	10068,4326	324,788148
AGOSTO	215,7	0,7687	1	9948,5154	320,919852
SEPTIEMBRE	187,7	0,7687	1	8657,0994	288,56998
OCTUBRE	172,8	0,7687	1	7969,8816	257,092955
NOVIEMBRE	141,9	0,7687	1	6544,7118	218,15706
DICEMBRE	137,7	0,7687	1	6350,9994	204,870948
IRRADIANCIA PROMEDIO MENSUAL	179,5833333		ENERGIA PROMEDIO MENSUAL	8282,7425	272,150766
IRRADIANCIA ANUAL	2155		ENERGIA ANUAL	99392,91	

Para saber la potencia a instalar en el campo fotovoltaico dividiremos la energía consumida entre la irradiación anual por el performance ratio.

$$P_{mp} = E / Y_r * PR = 99139,395 \text{ Kwh} / 2155 \text{ kwh/m}^2 * 0,7687 = 59.84 \text{ KW}$$

Redondeando a 60 Kw.

Los módulos empleados tienen una potencia nominal de 500w, para saber cuantos debemos instalar dividiremos la potencia de la instalación entre la de un módulo

$$N = P_{\text{instalación}} / P_{\text{nominal módulo}} = 60 \text{ kw} / 0,5 \text{ kw} = 120 \text{ módulos}$$

Por tanto, siguiendo la fórmula inicial

$$E_p = \frac{G_{dm}(\alpha, \beta) P_{mp} PR}{G_{CEM}} \text{ kWh/día}$$

$$G_{dm}(\alpha, \beta) = 2155 \text{ kwh/m}^2$$

$$PR = 0,7687$$

$$G_{cem} = 1 \text{ kw/m}^2$$

$$P_{mp} = 60 \text{ kw}$$

la producción anual esperada es de 99392,91 kwh

2.1.2 CÁLCULO DE LA SUPERFICIE DISPONIBLE Y CARGA APLICADA.

El espacio disponible para la instalación es de 1265 metros cuadrados, teniendo un largo de 55 metros y un ancho de 23 metros, a una altura de 20 metros. La azotea del edificio se encuentra orientada al Sur, por lo que tendremos un ángulo Azimut 0° para favorecer la captación solar.

La Carga estática distribuida corresponde a un valor de 25 kg por módulo más 10 kilos de las barras de aluminio y de anclaje, haciendo un total de 4200 kg (14, 73 Kg/m²) tendremos en

cuenta un sobredimensionado del 25% obteniendo 18,41 kg/ m², lo que se traduce a 0,1803 KN/m²

La instalación se encuentra en la zona B según el CTE, la velocidad del viento de de 27 m/s ofreciendo una carga dinámica de 0,45 KN/m²

2.1.2 DISTANCIA ENTRE MÓDULOS

El IDAE en su punto 5 establece:

5 Distancia mínima entre filas de módulos

La distancia d , medida sobre la horizontal, entre filas de módulos o entre una fila y un obstáculo de altura h que pueda proyectar sombras, se recomienda que sea tal que se garanticen al menos 4 horas de sol en torno al mediodía del solsticio de invierno.

En cualquier caso, d ha de ser como mínimo igual a $h \cdot k$, siendo k un factor adimensional al que, en este caso, se le asigna el valor $1/\tan(61^\circ - \text{latitud})$.

En la tabla VII pueden verse algunos valores significativos del factor k , en función de la latitud del lugar.

Tabla VII

Latitud	29°	37°	39°	41°	43°	45°
k	1,600	2,246	2,475	2,747	3,078	3,487

Asimismo, la separación entre la parte posterior de una fila y el comienzo de la siguiente no será inferior a $h \cdot k$, siendo en este caso h la diferencia de alturas entre la parte alta de una fila y la parte baja de la posterior, efectuándose todas las medidas con relación al plano que contiene las bases de los módulos.

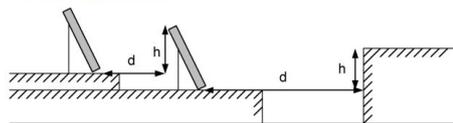


Fig. 7

Si los módulos se instalan sobre cubiertas inclinadas, en el caso de que el azimut de estos, el de la cubierta, o el de ambos, difieran del valor cero apreciablemente, el cálculo de la distancia entre filas deberá efectuarse mediante la ayuda de un programa de sombreado para casos generales suficientemente fiable, a fin de que se cumplan las condiciones requeridas.

Esa distancia “d” se toma desde la vertical de un módulo hasta en inicio del siguiente, para saber la distancia total a la que separaremos cada módulo, llamándolo “b” a ese valor. La

distancia desde el inicio del primer módulo a su proyección vertical la identificaremos como “a”, siendo $b = d + a$.

Además el factor K que se expone a continuación lo obtendremos mediante interpolación de los datos de la tabla anterior, en nuestro caso tenemos una latitud de 38.375, proporcionándonos un valor de $K = 2,403$.

Una vez obtenido ese valor, podemos sacar el valor de “d” siendo $d = h \times k$.

- $k = 2,403$ adimensional
- $h = 1,289$ m
- $d = 3,098$ m

Así pues podremos calcular la distancia b, sabiendo que a corresponde al coseno del ángulo de inclinación del módulo (38°).

- $a = 1,650$ m
- $b = 4,748$ m

Por lo tanto los módulos deberán estar separados una distancia de 4,748 metros.

El área total ocupada por la instalación, teniendo en cuenta la separación de módulos, los 6 strings con 20 paneles por cada uno sería de 663,283 m², siendo inferior al área total del espacio disponible, 1265 m².

2. CÁLCULOS ELÉCTRICOS

La instalación contará con 120 módulos de 500w distribuidos en 6 strings de 20 módulos cada uno conectados en serie. Cada string irá conectado a un regulador MPPT del propio inversor.

2.1 CÁLCULOS EN LA RAMA DE CORRIENTE CONTINUA

Este tramo corresponde al que unen los módulos al inversor, debemos asegurarnos que los valores de entrada que llegan al inversor cumplen con sus requisitos de potencia, intensidad y voltaje.

INVERSOR	S5-GC(50-60)K	modulo	
		TONC	45 °C
tension maxima de entrada	1100	Voc	45,55 v
corriente maxima de entrada	32	Isc	13,93 A
corriente de cortocircuito	40	Vmp	38,35 V
tension funcionamiento mppt	180V-1000V	Imp	13,04 A
		Tcoef Voc	-0,27 %/°C
		t coeg isc	0,048 %/°C
		t coef pmpp	-0,35 %/°C

Los 20 módulos de cada string proporcionarán una tensión de 767 V y una tensión de entrada de 911V. Estos cálculos se obtienen de multiplicar el número de módulos en serie por la tensión del punto de máxima potencia V_{mp} y la tensión a circuito abierto V_{oc} .

Estos valores deben estar dentro de los rangos de funcionamiento del inversor, 180V- 1000V y menores que la tensión máxima de entrada 1100V.

Para la tensión del punto de máxima potencia es recomendable que se encuentre cerca de un punto medio entre el intervalo que se muestra. Ambos parámetros, 767V y 911V garantizan el correcto funcionamiento del inversor.

La intensidad a circuito abierto que le llega al inversor será de 13,94 A y la intensidad del punto de máxima potencia será de 13,04 A, con bastante margen de los 32 A que permite de entrada el inversor.

Los valores anteriores corresponden a una temperatura de de 25°C. Demos comprobar los casos más extremos de temperatura según la zona geográfica dónde nos encontremos. Para la zona de Rabasa hemos tomado valores de -5°C y 45°C en los casos más extremos

	String (20 módulos)	Inversor
Voc (-5°C)	984,791	1100V
Isc (-5°C)	13,729408	32A
Voc (45°C)	861,806	1100V
Isc (45°C)	14,063728	32A

Los cálculos anteriores se han tomado utilizando el coeficiente de variación de temperatura Tcoef Voc = -0,27%/°C y T coef Isc= 0,048%/°C

Todos los cálculos confirman el correcto funcionamiento del inversor.

2.2 CÁLCULO CABLEADO SECCIÓN CORRIENTE CONTÍNUA CC.

El pliego de condiciones técnicas del IDAE indica que la caída de tensión en el lado de corriente continua debe mantenerse siempre inferior al 1,5%. tomaremos el mismo valor para la parte de corriente alterna. De la tabla de intensidades admisibles de la ITC-BT-19 obtendremos la sección de los cables.

Tabla B - Tipos de instalación de cables no enterrados

A1	<ul style="list-style-type: none"> - Conductores unipolares aislados en tubos empotrados en paredes térmicamente aislantes - Cables multiconductores empotrados directamente en paredes térmicamente aislantes. - Conductores unipolares aislados en molduras. - Conductores unipolares aislados en conductos o cables uni o multiconductores dentro de los marcos de las puertas. - Conductores unipolares aislados en tubos o cables uni o multiconductores dentro de los marcos de las ventanas.
A2	<ul style="list-style-type: none"> - Cables multiconductores en tubos empotrados en paredes térmicamente aislantes.
B1	<ul style="list-style-type: none"> - Conductores aislados o cable unipolar en tubos empotrados en obra - Conductores aislados o cable unipolar en tubo sobre pared de madera o mampostería separados a una distancia inferior a 0,3 veces el diámetro del tubo. - Conductores unipolares aislados en canales o conductos cerrados de sección no circular sobre pared de madera - Cables unipolares o multiconductores en huecos de obra de fábrica ⁺⁾ - Conductores unipolares aislados en tubos dentro de huecos de obra de fábrica ⁺⁾ - Conductores unipolares aislados en conductos cerrados de sección no circular en huecos de obra de fábrica ⁺⁾ - Conductores aislados en conductos cerrados de sección no circular empotrados en obra de fábrica con una resistividad térmica no superior a $2K \cdot m/W$ ⁺⁾ - Conductores unipolares aislados o cables unipolares en canal protectora empotrada en el suelo - Conductores aislados o cables unipolares en conductos perfilados empotrados - Cables uni o multiconductores en falsos techos o suelos técnicos ⁺⁾ - Conductores unipolares aislados o cables unipolares en canal protectora suspendida - Conductores aislados o cables unipolares en tubos en canalizaciones no ventiladas ⁺⁾ - Conductores unipolares aislados en tubos en canales de obra ventilados - Cables uni o multiconductores en canales de obra ventilados - Conductores unipolares aislados o cables unipolares dentro de zócalos acanalados (rodapiés ranurado)
B2	<ul style="list-style-type: none"> - Cables multiconductores en tubos empotrados en obra - Cables multiconductores en tubos sobre pared de madera o separados a una distancia inferior a 0,3 veces el diámetro del tubo. - Cables multiconductores en canales o conductos cerrados de sección no circular sobre pared de madera - Cables multiconductores en canal protectora suspendida - Cables multiconductores dentro de zócalos acanalados(rodapiés ranurado) - Cables multiconductores en canal protectora empotrada en el suelo - Cables multiconductores en conductos perfilados empotrados
C	<ul style="list-style-type: none"> - Cables multiconductores directamente bajo un techo de madera - Cables unipolares o multiconductores sobre bandejas no perforadas - Cables unipolares o multiconductores fijados en el techo o pared de madera o espaciados 0,3 veces el diámetro del cable - Cables uni o multiconductores empotrados directamente en paredes
E	<ul style="list-style-type: none"> - Cables multiconductores separados de la pared una distancia no inferior a $0,3 D$ ⁵⁾ - Cables unipolares o multiconductores sobre bandejas perforadas en horizontal o vertical - Cables unipolares o multiconductores sobre bandejas de rejilla - Cables unipolares o multiconductores sobre bandejas de escalera - Cables unipolares o multiconductores suspendidos de un cable fiador
F	<ul style="list-style-type: none"> - Se aplica a los mismos sistemas de instalación que el tipo E, cuando la sección del conductor es superior a 25 mm^2 - Cables unipolares en contacto mutuo separados de la pared una distancia no inferior a D ⁵⁾

Ver notas ^{1) a 5)} en la tabla 1.

⁺⁾ Según la relación entre el diámetro del cable y su alojamiento, puede ser de aplicación el método B2. Dicha relación se indica en la norma UNE 20460-5-523.

Instalaciones no enterradas de cables con conductor de cobre

En la siguiente tabla, además de repetir los valores dados en la Tabla A.52-1bis de la norma UNE 20460-5-523:2004, se incluyen los valores calculados para las secciones no contempladas en la misma (de 400 mm² hasta 630 mm²).

Tabla A - Intensidades admisibles para cables con conductores de cobre, no enterrados
 Temperatura ambiente 40°C en el aire

Método de instalación*	Número de conductores cargados y tipo de aislamiento											
		3x PVC	2x PVC		3x XLPE	2x XLPE						
A1												
A2	3x PVC	2x PVC		3x XLPE	2x XLPE							
B1				3x PVC	2x PVC		3x XLPE		2x XLPE			
B2			3x PVC	2x PVC		3x XLPE	2x XLPE					
C					3x PVC		2x PVC	3x XLPE		2x XLPE		
E						3x PVC		2x PVC	3x XLPE		2x XLPE	
F							3x PVC		2x PVC	3x XLPE		2x XLPE
Sección mm ² COBRE	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1,5	11	11,5	13	13,5	15	16	16,5	19	20	21	24	--
2,5	15	16	17,5	18,5	21	22	23	26	26,5	29	33	--
4	20	21	23	24	27	30	31	34	36	38	45	--
6	25	27	30	32	36	37	40	44	46	49	57	--
10	34	37	40	44	50	52	54	60	65	68	76	--
16	45	49	54	59	66	70	73	81	87	91	105	--
25	59	64	70	77	84	88	95	103	110	116	123	140
35	--	77	86	96	104	110	119	127	137	144	154	174
50	--	94	103	117	125	133	145	155	167	175	188	210
70	--	--	--	149	160	171	185	199	214	224	244	269
95	--	--	--	180	194	207	224	241	259	271	296	327
120	--	--	--	208	225	240	260	280	301	314	348	380
150	--	--	--	236	260	278	299	322	343	363	404	438
185	--	--	--	268	297	317	341	368	391	415	464	500
240	--	--	--	315	350	374	401	435	468	490	552	590
300	--	--	--	361	401	430	461	500	538	563	638	678
400	--	--	--	431	480	515	552	600	645	674	770	812
500	--	--	--	493	551	592	633	687	741	774	889	931
630	--	--	--	565	632	681	728	790	853	890	1028	1071

Se indican como 3x los circuitos trifásicos y como 2x los monofásicos.
 A efecto de las intensidades admisibles los cables con aislamiento termoplástico a base de poliolefina (Z1) son equivalentes a los cables con aislamiento de policloruro de vinilo (V).

Esta tabla presenta de manera simplificada, varias tablas de la norma, de forma que en determinados casos se han agrupado en la misma columna diferentes tipos de cable y diferentes tipos de instalación cuyos valores de intensidad admisibles son prácticamente iguales. Por lo tanto, la columna de la izquierda que corresponde al "tipo de instalación" (de A hasta F) abarca los sistemas indicados en la tabla B.

La ITC-BT-19 establece que la intensidad será mayorada en un 25% por lo que la intensidad será:

$$I_{sc} \times 1,25 = 17,41 \text{ A}$$

De la tabla A de la ITC-BT-19 siguiendo el tipo E de instalación, tomaremos cables del tipo 2XLPE de cobre con sección 6mm², teniendo una intensidad admisible de 57A

Para la caída de tensión tendremos en cuenta el cable más alejado de toda la rama de strings. Con una longitud de 40 metros. La sección de los conductores será de 6 mm² como comentamos anteriormente.

La intensidad de cálculo será la intensidad nominal según la ITC-BT- 40 como establece en su punto 5.

Tomaremos el valor de la resistividad del cobre a 90°C y la tensión de salida de cualquier string

caída de tension		$e\% = \frac{2 \times \rho \times L \times I}{S \times U} \times 100$	
resistividad cobre 90°C	ρ		0,023 $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$
sección cable	S		6 mm ²
longitud cable	L		40 m
Intensidad de cálculo	I		13,93 A
tensión string	U		767 V
caída de tensión	e%		0,55695784 %

Los cálculos realizados según la anterior expresión dan como resultado una caída de tensión del 0,557%, siendo bastante inferior al 1,5% máximo permitido, entrando así pues dentro de los parámetros establecidos.

2.3 CÁLCULO CABLEADO SECCIÓN CORRIENTE ALTERNA AC.

La longitud del cable de alterna será de 4 metros, conectándolo al cuadro general de baja tensión.

Tratándose de un inversor trifásico, el cableado empleado será de 3 fases más el neutro. Según las características del inversor, la sección máxima del cable no debe superar los 70 mm², el voltaje nominal a la red es de 400 V y la intensidad nominal de salida a es 91,2 A, mayorando un 25% contaríamos con 114 A.

Según la tabla de la ITC-BT-19 con una protección 3XLPE y con modo de instalación B1, la sección a utilizar será de 35mm².

La caída de tensión no superará el 1.5%

caída de tensión AC		$e\% = \frac{\sqrt{3} \times \rho \times L \times I}{S \times U} \times 100$
resistividad cobre 90°C	ρ	0,023 $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$
sección cable	S	35 mm ²
longitud cable	L	4 m
Intensidad de cálculo	I	91,2 A
tensión salida	U	400 V
caída de tensión	e%	0,10380428 %

Así pues cumplimos por los requisitos establecidos en la ITC-BT-40 y el Pliego de condiciones del IDAE. Siendo menor del 1,5%

2.4 CONEXIÓN A TIERRA

Las puestas a tierra se establecen principalmente con objeto de limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan representar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados.

Las masas del tramo de continua y de alterna estarán conectadas a una única tierra.

La suma del tramo de alterna y continua será 44 metros y la resistividad del cobre a 90°C de 0,023 ohmios x mm²/m.

El valor de resistencia de tierra será aquel que asegure que cualquier masa no supere tensiones mayores de 24 V

El electrodo se calculará mediante la expresión

$$R_e = \rho_{\text{terreno}} / L = 100 \Omega / 2 \text{ m} = 50 \Omega$$

Siendo ρ la resistividad del terreno considerada de 100 $\Omega \cdot \text{m}$ y L la longitud de la pica en metros.

Teniendo en cuenta que el interruptor diferencial tiene una sensibilidad de 0,3 A

$$R_t \leq 24 \text{ V} / 0,3 \text{ A} = 80 \Omega$$

Se recomienda que la instalación a tierra no supere los 10 Ω , por ello si se superara el límite se instalarían 6 piquetas de 2 metros unidas por un conductor de cobre de 35 mm²

$$R_t = 50 \Omega / 6 = 8,34 \Omega \text{ siendo menor que } 10 \Omega$$

2.5 CALCULO DE PROTECCIONES

2.5.1 TRAMO CORRIENTE CONTINUA

La corriente máxima admisible para el cable de CC con 6mm² de sección es de 57A.

Instalaremos unos fusibles para proteger contra las sobreintensidades.

Contaremos con los fusibles cilíndricos DYFUS ZR gPV, adecuados para sistemas de generación fotovoltaicas con un voltaje nominal para 1000V y corriente nominal de hasta 32 A, la capacidad de corte del fusible es de 20 KA y cumplen con la norma IEC60269-6.

Teniendo en cuenta los valores más desfavorables $V_{oc} (-5^{\circ}C) = 984,791$ V y la $I_{sc} (45^{\circ}C)$ mayorada $1,25 = 14,06$ A $\times 1,25 = 17,575$ A, tanto el conductor como las protecciones están por encima de estos valores.

2.6.2 TRAMO CORRIENTE ALTERNA

La tensión de línea trifásica será de 400V, la intensidad nominal de 91,2 A y la corriente máxima de 100,3 A.

La intensidad máxima que soporta la sección del conductor es de 119 A

Instalaremos un interruptor diferencial de 4 polos con capacidad de corte 300mA $I_n=125$ A de clase AC (fugas en AC, Residencial, terciario e industrial.)

A su vez a la entrada del cuadro eléctrico instalaremos un interruptor automático magnetotérmico con una tensión máxima de 440V, un poder de corte de 10000 A (UNE-EN 60898) 10 KA (UNE-EN 60947-2) de curva C

DOCUMENTO 4: PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

1 OBJETO

El presente Pliego de Condiciones Técnicas tiene por objeto definir las especificaciones y requisitos técnicos que regirán la ejecución del proyecto de instalación de una planta solar fotovoltaica para generación de energía eléctrica, con el fin de garantizar su correcto diseño, suministro, montaje, conexión, puesta en marcha y legalización conforme a la normativa vigente.

El proyecto contempla la instalación de un sistema fotovoltaico de 60 kW de potencia nominal, destinado al autoconsumo con vertido de excedentes a red, ubicado en la zona de Rabasa, Alicante para un club de esgrima. La instalación comprenderá todos los elementos necesarios para su correcto funcionamiento: módulos fotovoltaicos, estructura soporte sobre cubierta, un único inversor central, cableado, protecciones, cuadros eléctricos y conexión tanto a la red interior del consumidor como a la red de distribución, conforme a la reglamentación aplicable.

Este pliego establece las condiciones técnicas mínimas exigibles en cuanto a calidad de materiales, normativa aplicable, procedimientos de ejecución, criterios de verificación, pruebas, ensayos y condiciones de recepción de la instalación.

2 DISPOSICIONES GENERALES

Una instalación solar fotovoltaica conectada a la red eléctrica se compone de distintos elementos cuya función es captar la energía solar y convertirla en electricidad en forma de corriente continua (CC). Posteriormente, esta energía se transforma y adapta para que pueda ser utilizada dentro de la red de distribución eléctrica en corriente alterna (CA). Este tipo de sistemas opera conjuntamente con otros medios de generación que también aportan energía a la red.

Los principales componentes de una instalación de este tipo son:

- a) El generador fotovoltaico, que convierte la radiación solar en energía eléctrica.
- b) El inversor o sistema de acondicionamiento de potencia, que convierte la corriente continua en alterna.
- c) Los sistemas de protección, seguridad, maniobra, medición y otros elementos auxiliares necesarios para su correcto funcionamiento.

El inversor desempeña un papel fundamental al transformar la energía generada en una forma compatible con la red. Este equipo debe cumplir con todos los estándares de calidad, seguridad y funcionamiento establecidos por la normativa vigente, garantizando que su operación no genere alteraciones en la red ni comprometa su fiabilidad. Además, debe incorporar sistemas de protección adecuados para asegurar un funcionamiento seguro y eficiente.

El contratista deberá cumplir estrictamente con toda la normativa laboral, fiscal, de seguridad social y de prevención de riesgos laborales vigente en el momento de ejecución de los trabajos, así como con aquellas disposiciones que puedan entrar en vigor durante el desarrollo del contrato.

Asimismo, será imprescindible que la empresa contratista esté debidamente autorizada como instaladora, y disponga del certificado oficial de habilitación o calificación técnica, conforme a la normativa vigente en materia de instalaciones eléctricas en baja tensión y conexión a red.

2.1 CONDICIONES FACULTATIVAS LEGALES

Las obras del proyecto , ademas de regirse por el pliego de condiciones se regularán por:

- Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.
- Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo.
- 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.
- 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 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 1370/1988, de 25 de julio, por el que se aprueba la Norma Básica de la Edificación "NBE-AE/88. Acciones en la edificación.
- Real Decreto-ley 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores.
- Decreto ley 14/2020, de 7 de agosto, del Consell, de medidas para acelerar la implantación de instalaciones para el aprovechamiento de las energías renovables por la emergencia climática y la necesidad de la urgente reactivación económica.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Ley 4/2009, de 14 de mayo, de Protección Ambiental Integrada.
- Ley 31/1995, sobre riesgos laborales.

- RD 2224/1998, que establece el certificado de profesionalidad de la ocupación del instalador de sistemas fotovoltaicos y eólicos.
- Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red del IDAE, PCT-C-REV - julio 2011
- Norma UNE 61215 sobre Módulos fotovoltaicos (FV) de silicio cristalino para aplicación terrestre.
- Norma UNE EN 60904 sobre Dispositivos fotovoltaicos. Requisitos para los módulos solares de referencia.
- Norma UNE EN 60891 sobre Procedimiento de corrección con la temperatura y la irradiancia de la característica I-V de dispositivos fotovoltaicos de silicio cristalino.
- Norma UNE-EN 50380 sobre Informaciones de las hojas de datos y de las placas de características para los módulos fotovoltaicos.
- Norma UNE EN 61194 sobre Parámetros característicos de sistemas fotovoltaicos (FV) autónomos.
- Norma UNE EN 61173 sobre Protección contra las sobretensiones de los sistemas fotovoltaicos (FV) productores de energía - Guía.
- Norma UNE 206001 EX sobre Módulos fotovoltaicos. Criterios ecológicos.
- Norma UNE-EN 62093: Componentes de acumulación, conversión y gestión de energía de sistemas fotovoltaicos. Cualificación del diseño y ensayos ambientales.
- Norma UNE-EN 61683: Sistemas fotovoltaicos. Acondicionadores de potencia. Procedimiento para la medida del rendimiento.
- IEC 62116. Testing procedure of islanding prevention measures for utility interactive photovoltaic inverters.
- UNE-EN IEC 60598-1 Luminarias.
- UNE-EN 12193:2020 Iluminación deportiva.

2.2 SEGURIDAD EN EL TRABAJO

El contratista deberá respetar y aplicar todas las disposiciones contenidas en la Ley 31/1995, de Prevención de Riesgos Laborales, así como cualquier otra normativa vigente relacionada con la seguridad y salud de los trabajadores durante la ejecución del proyecto.

Será responsabilidad de la empresa contratista mantener en correcto estado todos los equipos, herramientas, materiales y maquinaria empleados, asegurando que su uso no represente peligro alguno para los operarios ni para terceros.

En aquellos trabajos que se desarrollen en presencia de tensión eléctrica o en sus proximidades, el personal deberá vestir ropa libre de elementos metálicos y evitar el uso de objetos conductores innecesarios. Las herramientas de medición, limpieza o manipulación deberán estar fabricadas con materiales aislantes.

Del mismo modo, el transporte de herramientas deberá realizarse en fundas o bolsas específicas, y el calzado utilizado deberá ser dieléctrico o carecer de partes metálicas expuestas como clavos o refuerzos.

Será obligatorio el uso de los equipos de protección individual adecuados a cada tarea — como cascos, guantes, gafas, botas de seguridad, arneses, etc.— con el fin de minimizar los riesgos asociados a la actividad profesional.

En caso de detectarse situaciones de peligro, el Director de Obra podrá ordenar la paralización inmediata de los trabajos hasta que se corrijan las deficiencias observadas.

Asimismo, el Director de Obra podrá requerir la retirada de cualquier trabajador cuya conducta imprudente suponga un riesgo para la seguridad propia o ajena, debiendo el contratista cumplir dicha instrucción por escrito.

El contratista estará también obligado a presentar, en cualquier momento durante el desarrollo del contrato, la documentación que acredite el cumplimiento de sus obligaciones

en materia de Seguridad Social: afiliaciones, cobertura de accidentes, enfermedad profesional y demás aspectos legalmente establecidos.

2.3 SEGURIDAD PÚBLICA

El Contratista será responsable de aplicar todas las medidas preventivas necesarias durante la realización de los trabajos y el uso de maquinaria, con el objetivo de evitar cualquier daño a personas, animales o bienes.

Cualquier perjuicio derivado de estas actividades será asumido por el Contratista, quien deberá hacerse cargo de las consecuencias que puedan surgir.

Además, deberá disponer de una póliza de seguros adecuada que brinde cobertura suficiente tanto para él como para su personal, frente a posibles reclamaciones por daños a terceros, responsabilidad civil u otros riesgos asociados a la ejecución de las obras.

2.4 DISEÑO DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO

En la instalación fotovoltaica se emplearán módulos del mismo modelo. En caso de utilizar modelos distintos, el diseño deberá asegurar su total compatibilidad y garantizar que no se produzcan efectos adversos en el funcionamiento de la instalación.

En situaciones excepcionales donde se recurra a módulos no cualificados, será obligatorio justificar técnicamente su utilización y aportar documentación que acredite los ensayos y pruebas a los que han sido sometidos.

En cualquier caso, se deberá cumplir con la normativa vigente de obligado cumplimiento.

La disposición del generador fotovoltaico, en cuanto a su orientación, inclinación y exposición a sombras, deberá ser tal que las pérdidas energéticas se mantengan por debajo de los límites especificados en la Tabla I del apartado 4.1.2.1 del Código Técnico del IDAE.

Para ello, se tendrán en cuenta tres posibles configuraciones: la instalación general, la instalación mediante superposición de módulos y la integración arquitectónica.

En todas ellas se deberán respetar tres condiciones fundamentales: que las pérdidas por orientación e inclinación, las pérdidas por sombreado y las pérdidas totales no superen los valores límite establecidos en comparación con las condiciones óptimas.

Cuando existan razones justificadas que impidan cumplir con estas condiciones de forma estricta, se permitirá una configuración alternativa siempre que se evalúe adecuadamente la reducción de las prestaciones energéticas de la instalación.

Incluso en estos casos especiales, será obligatorio calcular y justificar las pérdidas derivadas tanto de la orientación e inclinación del generador como de las sombras que puedan afectar al campo fotovoltaico.

2.4.1 MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

Un módulo fotovoltaico, también llamado panel o placa solar, consiste en un conjunto de células solares conectadas entre sí y encapsuladas entre dos láminas de vidrio, formando una unidad protegida frente a las condiciones ambientales. Normalmente, estos módulos incluyen entre 20 y 40 células, que pueden disponerse en serie y/o en paralelo según el voltaje que se quiera alcanzar por ejemplo, 12V o 14V.

Uno de los principales parámetros que definen estos módulos es la denominada "potencia pico", que corresponde a la potencia máxima que puede entregar el panel bajo condiciones estándar de medida (CEM).

En toda instalación, se requerirá que los módulos utilizados sean del mismo modelo. Si, por razones justificadas, se integran módulos diferentes, el diseño deberá asegurar

completamente su compatibilidad, evitando cualquier impacto negativo en el funcionamiento del sistema.

En los casos excepcionales en que se incluyan módulos no certificados, será imprescindible presentar una justificación técnica junto con la documentación que respalde los ensayos o pruebas realizados. Cualquier componente que no cumpla con lo especificado requerirá aprobación expresa por parte de la Dirección Facultativa. Además, deberá cumplirse en todo momento la normativa técnica vigente de carácter obligatorio.

Los módulos deberán estar fabricados conforme a las normas UNE aplicables a tecnologías de silicio cristalino o de capa delgada, y contar con la certificación correspondiente emitida por un laboratorio acreditado.

Cada módulo tendrá, de manera visible y permanente, el nombre o logotipo del fabricante, el modelo, y un número de serie único que permita su trazabilidad hasta el momento de su fabricación.

2.4.2 INVERSOR

Los inversores son dispositivos electrónicos encargados de transformar la corriente continua (CC) generada por los sistemas fotovoltaicos en corriente alterna (CA). Para ello, utilizan componentes electrónicos que actúan como interruptores, permitiendo la inversión de la polaridad de la corriente. Estos dispositivos permiten conectar los sistemas fotovoltaicos tanto a instalaciones aisladas de la red como a la red de distribución eléctrica, facilitando el uso de receptores de corriente alterna en ambos casos.

La potencia de los inversores debe ser al menos el 80% de la potencia pico real del generador fotovoltaico, y su funcionamiento debe basarse en un principio de fuente de corriente. Estos inversores son autoconmutados, lo que les permite realizar un seguimiento automático del punto de máxima potencia del generador fotovoltaico, garantizando así la eficiencia de la conversión energética. Además, no están diseñados para funcionar en modo isla o aislado.

Los inversores deben cumplir con ciertos requisitos eléctricos, como la adaptación del voltaje y la corriente de entrada a los parámetros del generador fotovoltaico, y ser capaces de proporcionar la potencia máxima de salida en una forma de onda adecuada (sinusoidal pura o modificada). La frecuencia de trabajo y la eficiencia del inversor deben ser cercanas al 85%, y debe poder adaptarse al voltaje de fase de la red de distribución. También es necesario que los inversores gestionen correctamente la potencia reactiva de salida, especialmente en instalaciones mayores a 5 kWp.

Para garantizar la seguridad y el correcto funcionamiento de los inversores, deben cumplir con las directivas comunitarias de seguridad eléctrica y compatibilidad electromagnética, certificadas por el fabricante. Además, deben incorporar sistemas de protección contra diversos eventos, como cortocircuitos en la salida de corriente alterna, desviaciones en la tensión y la frecuencia de la red, sobretensiones mediante varistores, y perturbaciones en la red, como microcortes, defectos en los ciclos de energía o ausencias en el suministro.

Los inversores también deben estar equipados con señales indicadoras de su operación y controles automáticos que aseguren su supervisión y funcionamiento adecuado. Entre los controles manuales necesarios, deben incluirse el encendido y apagado general, así como la conexión y desconexión a la interfaz de corriente alterna, pudiendo ser estos controles externos al propio inversor.

En cuanto a su rendimiento, los inversores deben ser capaces de entregar energía a la red incluso en condiciones de irradiancia solar superiores en un 10% a las condiciones estándar de medida (CEM). También deben soportar picos de potencia hasta un 30% superior a las CEM durante un máximo de 10 segundos. En términos de eficiencia, los inversores deben lograr una eficiencia superior al 85% al 25% de su potencia nominal y superior al 88% al 100% de la potencia nominal para inversores de menos de 5 kW. Para inversores de más de 5 kW, la eficiencia debe estar entre el 90% y el 92%. Además, el autoconsumo de los inversores en modo nocturno debe ser inferior al 0,5% de su potencia nominal.

El factor de potencia de la energía generada debe ser superior a 0,95 entre el 25% y el 100% de la potencia nominal. Para potencias superiores al 10% de la potencia nominal, el inversor debe inyectar energía a la red.

Los inversores deben tener un grado de protección adecuado, siendo mínimo de IP 20 para instalaciones en lugares inaccesibles dentro de edificios, IP 30 para lugares accesibles y IP 65 para instalaciones al aire libre. En todos los casos, deben cumplir con la normativa vigente. Asimismo, los inversores deben ser capaces de operar correctamente en un rango de temperatura de entre 0°C y 40°C y con una humedad relativa entre el 0% y el 85%.

2.4.3 CONDUCTORES

Los conductores utilizados en este proyecto deberán ser los especificados en los documentos correspondientes, cumpliendo en todo momento con las directrices generales establecidas por la ICT-BT-19 del REBT. Estos conductores serán de cobre y siempre estarán aislados, salvo cuando se encuentren montados sobre aisladores, de acuerdo con las indicaciones de la ICT-BT-20 del REBT. Además, deben cumplir con la clasificación de reacción al fuego exigida por el reglamento de productos para la construcción (CPR).

El cobre utilizado en la fabricación de cables o en la realización de cualquier tipo de conexión debe cumplir con las especificaciones de la Norma UNE aplicable y con el REBT. Este cobre debe ser de tipo comercial puro, con una calidad y resistencia mecánica uniformes y sin defectos.

No se permitirá el uso de conductores que no estén especificados en los esquemas eléctricos del presente proyecto. En caso de no encontrar en el mercado un tipo específico de conductor, cualquier sustitución deberá ser aprobada por la Dirección Facultativa.

Los conductores serán de cobre y tendrán una sección adecuada para minimizar las caídas de tensión y evitar sobrecalentamientos. Además, deberán ser lo suficientemente resistentes para soportar la intensidad máxima admisible en cada tramo de cable. Específicamente, para

todas las condiciones de trabajo, los conductores deberán tener una sección tal que la caída de tensión en ellos sea inferior a los siguientes valores:

- En la parte de corriente continua (CC), la caída de tensión máxima será del 1,5%.
- En la parte de corriente alterna (CA), la caída de tensión máxima será del 1,5%.

Estas caídas de tensión se referirán a las tensiones correspondientes a las cajas de conexiones.

2.4.4 CONEXIÓN A LA RED DE DISTRIBUCIÓN

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el 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.

4.2.4.1 PUNTO DE CONEXIÓN

La Compañía Distribuidora definirá el denominado "punto de conexión", conforme a lo establecido en el Real Decreto 1183/2020, por el que se regula el acceso y conexión a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica. Se procurará que dicho punto esté lo más próximo posible a la ubicación de la instalación de generación, garantizando, en todo caso, el cumplimiento de los siguientes requisitos técnicos:

- Los esquemas de conexión deben diseñarse de manera que se minimicen las pérdidas eléctricas en el sistema, se asegure la calidad y seguridad del suministro, y se permita el funcionamiento en modo isla cuando proceda, siempre que la instalación cubra únicamente su propio consumo sin verter energía a otros usuarios conectados a la red.

- Las configuraciones adoptadas deben permitir una medición fiable tanto de la energía generada como de la consumida, conforme a los criterios técnicos establecidos por la distribuidora y a las condiciones del operador del sistema.
- Para instalaciones cuya potencia nominal supere los 5 kW, la conexión a la red deberá realizarse en modo trifásico, garantizando un desequilibrio entre fases inferior a 5 kW.
- La contribución de los generadores al aumento o disminución de la tensión en la red de baja o media tensión, desde el centro de transformación o subestación hasta el punto de conexión, no podrá superar el 2,5% de la tensión nominal, incluso en las condiciones más desfavorables para la red.
- El factor de potencia de la energía inyectada a la red debe ser lo más próximo posible a la unidad, siendo obligatoriamente superior a 0,98 cuando la instalación opere a potencias superiores al 25% de su potencia nominal.

Respecto a las conexiones en redes interiores:

- La conexión deberá realizarse en el punto más cercano a la caja general de protección de la red interior, de forma que sea posible el aislamiento conjunto del sistema de consumo y de la instalación de generación.
- En el caso de conexión en alta tensión con centro de transformación propiedad del consumidor, el acoplamiento de la instalación se llevará a cabo en el cuadro de salida de baja tensión del transformador.
- El titular de la red interior deberá coincidir con el titular de todos los equipos de consumo y generación conectados a dicha red. En tal caso, deberá hacerse constar esta condición en el registro definitivo de la instalación de producción, tanto en el registro autonómico como en el Registro administrativo de instalaciones de producción de energía eléctrica gestionado por la Dirección General de Política Energética y Minas.

- Las instalaciones de producción conectadas a redes interiores no podrán superar los 100 kW de potencia instalada, ni en ningún caso podrán sobrepasar la capacidad técnica disponible en el punto de conexión ni la potencia contratada para el suministro eléctrico.

Conforme al Real Decreto 244/2019, en instalaciones de autoconsumo, la potencia instalada de generación no podrá ser superior a la potencia contratada por el consumidor. Además, la instalación deberá conectarse aguas abajo del equipo de medida principal (contador general). Por su parte, en instalaciones destinadas a la venta de energía, según las disposiciones aplicables del Real Decreto 1183/2020

4.2.4.2 DE LA COMPAÑÍA DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Además de los componentes y sistemas de protección que pueda incorporar la propia instalación fotovoltaica y sus equipos asociados (como el inversor, entre otros), la conexión eléctrica entre la instalación fotovoltaica y la red de la Compañía Distribuidora deberá incluir los siguientes elementos:

4.2.4.2.1 SEPARACIÓN GALVÁNICA

La instalación debe incorporar una separación galvánica entre la red de distribución y los sistemas generadores. Esto podrá lograrse mediante un transformador de aislamiento u otro dispositivo que cumpla la misma función, conforme a la normativa vigente en materia de seguridad y calidad industrial.

4.2.4.2.2 CUADRO DE SALIDA

Este cuadro deberá instalarse en la salida de la instalación fotovoltaica, en un punto accesible para la empresa distribuidora, antes del sistema de medida. Incluirá los siguientes componentes:

- **Interruptor general manual:** Se trata de un interruptor magnetotérmico omnipolar con una capacidad de corte de cortocircuito de 6 kA. Deberá estar siempre accesible para la Compañía Distribuidora, permitiendo la desconexión manual cuando sea necesario. Además, deberá poder bloquearse en posición de apertura por la propia Compañía, garantizando la desconexión segura de la instalación fotovoltaica.
- **Interruptor automático diferencial:** Diseñado para proteger a las personas en caso de derivaciones eléctricas de cualquier componente del sistema.
- **Interruptor automático de la interconexión:** Interruptor omnipolar que permite la conexión y desconexión automática de la instalación fotovoltaica si se detecta una pérdida de tensión o una desviación de la frecuencia nominal de la red. Este mecanismo actuará mediante relés que controlen los límites de tensión (1,1 y 0,85 Um con un tiempo de respuesta inferior a 0,5 segundos) y frecuencia (51 y 49 Hz durante más de 5 ciclos)

Una vez verificadas, estas protecciones deben ser precintadas por la Compañía Distribuidora. El rearme del sistema de conmutación, y por ende la reconexión con la red de Baja Tensión, será automático cuando la Compañía restablezca el suministro.

4.2.4.2.3 MEDIDA

Todas las instalaciones deberán cumplir con lo establecido en el Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Unificado de Puntos de Medida del Sistema Eléctrico, así como con el resto de la normativa estatal vigente en materia de medición, calidad, seguridad industrial y facturación de energía eléctrica. Adicionalmente,

deberán ajustarse a las Normas Particulares de la empresa distribuidora aprobadas por la autoridad competente, siempre que estas no contradigan la normativa estatal.

Los puntos de medida deberán garantizar la correcta medición y facturación de la energía generada, consumida y, en su caso, vertida a la red. Estos puntos se instalarán cumpliendo los criterios técnicos exigidos por el operador del sistema y la distribuidora, de acuerdo con los procedimientos definidos por la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia (CNMC).

Será obligatorio disponer de un punto de medida independiente para la generación, en aquellos casos en que se pretenda acceder a un régimen económico específico para la energía producida (por ejemplo, régimen retributivo específico o compensación por excedentes en autoconsumo), garantizando así la trazabilidad y separación de los flujos energéticos.

Como norma general, en instalaciones conectadas a una red interior, los circuitos de generación y de consumo deberán mantenerse eléctricamente independientes, cada uno con su propio equipo de medida, instalados en paralelo y ubicados en el mismo emplazamiento. Esta disposición asegura la lectura diferenciada de consumos y generación, fundamental para la correcta liquidación de la energía.

En los casos de autoconsumo con excedentes acogidos a compensación o venta, podrá emplearse un único equipo de medida bidireccional, siempre que esté habilitado para registrar de forma separada la energía importada y exportada. En tales supuestos, será necesaria la contratación de dos accesos diferenciados: uno para el consumo y otro para la generación, conforme a lo dispuesto en el Real Decreto 244/2019.

Cuando la instalación de generación se conecte en el lado de baja tensión de un transformador propiedad del consumidor, el equipo de medida deberá ubicarse en ese punto, con configuración aprobada previamente por el encargado de la lectura, generalmente la empresa distribuidora.

La posibilidad de utilizar puntos de medida alternativos, así como las correcciones necesarias para que las mediciones reflejen con precisión la energía intercambiada en el

punto frontera, deberá regirse por lo dispuesto en las Instrucciones Técnicas Complementarias del Reglamento Unificado de Puntos de Medida y por los procedimientos operativos aprobados por el operador del sistema.

La clase de precisión de los equipos de medida de generación y consumo se ajustará a los requisitos mínimos establecidos en la normativa vigente, asegurando la fiabilidad de los datos registrados para la facturación de tarifas o peajes aplicables.

Por último, todos los equipos de medida deberán instalarse de forma que el encargado de la lectura tenga acceso libre, directo y permanente, a fin de garantizar la integridad, disponibilidad y veracidad de los datos eléctricos registrados.

4.2.4.2.4 CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN

El punto de conexión entre la instalación fotovoltaica y la red de distribución de la empresa distribuidora deberá realizarse a través de una Caja General de Protección (CGP) independiente, a la que deberá llegar una acometida específica desde la instalación de generación.

Dicha CGP deberá estar dimensionada y ejecutada conforme a lo establecido en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT), aprobado por el Real Decreto 842/2002, y en particular, cumpliendo con lo dispuesto en su Instrucción Técnica Complementaria (ITC) BT-13, relativa a instalaciones de enlace. Asimismo, deberá respetar los criterios técnicos particulares que la empresa distribuidora tenga aprobados por la administración competente, siempre que estos estén alineados con la normativa estatal vigente.

Esta disposición tiene por objeto asegurar la protección, seccionamiento y acceso adecuado a la instalación por parte de la distribuidora, así como garantizar la seguridad de las operaciones de mantenimiento y la correcta delimitación entre la red de distribución y la instalación de generación.

4.2.5. ESTRUCTURA SOPORTE

La estructura que soporta los módulos fotovoltaicos deberá ser capaz de resistir, con los módulos instalados, las cargas generadas por viento y nieve, conforme a lo establecido en el Código Técnico de la Edificación (CTE) en lo relativo a Seguridad Estructural.

El diseño y montaje de la estructura, así como del sistema de fijación de los módulos, deberá permitir las dilataciones térmicas necesarias, evitando la transmisión de esfuerzos que puedan comprometer la integridad de los módulos, de acuerdo con las especificaciones del fabricante.

Los puntos de fijación del módulo fotovoltaico serán suficientes en número y adecuadamente distribuidos, considerando el área de apoyo y la posición relativa, de manera que se eviten flexiones superiores a las permitidas por el fabricante y conforme a los métodos homologados aplicables al modelo de módulo utilizado.

El diseño de la estructura deberá adaptarse a la orientación e inclinación requeridas para el generador fotovoltaico, priorizando la facilidad de montaje y desmontaje, y permitiendo, en caso necesario, la sustitución de componentes.

La estructura deberá contar con protección superficial contra la acción de los agentes atmosféricos. En caso de requerirse perforaciones, éstas se realizarán previamente al proceso de galvanizado o al tratamiento de protección correspondiente.

La tornillería utilizada será de acero inoxidable. En estructuras galvanizadas se podrán emplear tornillos galvanizados, a excepción de los usados para la fijación de los módulos, que deberán ser de acero inoxidable.

Los elementos de fijación y la propia estructura deberán diseñarse de manera que no proyecten sombras sobre los módulos.

En instalaciones integradas en cubiertas que a su vez actúen como elemento de cerramiento del edificio, la estructura y la estanqueidad entre los módulos deberán cumplir con los requisitos establecidos en el CTE y demás normativas aplicables.

Se instalarán las estructuras necesarias para soportar los módulos, tanto sobre superficies planas (como terrazas) como integradas en cubiertas inclinadas, incluyendo todos los accesorios, bancadas y anclajes necesarios.

4.2.6. SISTEMA O CONJUNTO DE PROTECCIONES

Todas las instalaciones de producción de energía eléctrica conectadas a la red deberán cumplir con lo establecido en la normativa estatal vigente, en particular con lo dispuesto en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT), aprobado por el Real Decreto 842/2002, y con los requisitos técnicos recogidos en el Real Decreto 244/2019, en lo relativo al autoconsumo, y el Real Decreto 1183/2020, en lo referente al acceso y conexión a las redes de transporte y distribución.

En consecuencia, la instalación deberá incorporar todos los elementos necesarios para asegurar, en todo momento, la calidad del suministro eléctrico, conforme a las exigencias establecidas en las directivas europeas sobre Seguridad Eléctrica en Baja Tensión (2014/35/UE) y sobre Compatibilidad Electromagnética (2014/30/UE).

Deberán instalarse todos los dispositivos de protección y seguridad necesarios para garantizar la seguridad de las personas y de la propia instalación de generación, incluyendo sistemas contra contactos directos e indirectos, protección contra cortocircuitos, sobrecargas, sobretensiones, y otros elementos exigidos por la normativa vigente en materia de instalaciones eléctricas.

En particular, en la parte de corriente continua accesible de la instalación fotovoltaica, deberán utilizarse protecciones de Clase II o equivalentes en términos de aislamiento, de acuerdo con lo establecido en la ITC-BT-40 del REBT. Los equipos eléctricos situados en el exterior o expuestos a condiciones ambientales adversas deberán disponer de un grado de protección mínimo IP65, según lo establecido en la norma UNE-EN 60529.

Asimismo, las instalaciones deberán cumplir con los requisitos técnicos aplicables en materia de compatibilidad electromagnética y limitación de armónicos, asegurando que no

se comprometa el funcionamiento de la red de distribución. Estos aspectos están regulados tanto por el REBT como por las disposiciones técnicas del operador del sistema y los requisitos de conexión establecidos por las empresas distribuidoras en sus normas particulares, aprobadas por la autoridad competente

4.2.6.1 TOMA DE TIERRA

La toma de tierra de la instalación de generación deberá realizarse de forma que no altere las condiciones de puesta a tierra de la red de la empresa distribuidora, evitando cualquier posibilidad de transferencia de fallos eléctricos o tensiones peligrosas hacia dicha red. Esta condición es esencial para preservar la seguridad de personas, equipos e infraestructuras eléctricas.

Además, la instalación deberá incorporar una separación galvánica entre la red de distribución y la instalación generadora. Esta se podrá efectuar mediante un transformador de aislamiento o cualquier otro sistema que garantice un aislamiento funcional equivalente, conforme a las exigencias establecidas en la normativa vigente de seguridad eléctrica y compatibilidad electromagnética.

Las masas metálicas de la instalación de generación deberán conectarse a una toma de tierra independiente de la correspondiente al conductor neutro de la red de distribución. Esta configuración deberá cumplir con los criterios técnicos establecidos en las Instrucciones Técnicas Complementarias del REBT (especialmente la ITC-BT-18 y la ITC-BT-19), así como con cualquier otro reglamento de seguridad eléctrica o industrial que resulte de aplicación.

4.2.6.2 PROTECCIONES CONTRA CONTACTOS DIRECTOS

Este tipo de protección se orienta a evitar los riesgos que puedan derivarse del contacto directo con partes activas de los equipos eléctricos.

Salvo indicación expresa en contrario, las medidas habituales a aplicar incluyen:

- Protección mediante aislamiento de las partes activas.
- Protección mediante barreras o envolventes.
- Protección mediante obstáculos.
- Protección por puesta fuera de alcance por alejamiento.- Protección por puesta fuera de alcance por alejamiento.

4.2.6.2.1 PROTECCIÓN COMPLEMENTARIA MEDIANTE DISPOSITIVOS DE CORRIENTE DIFERENCIAL RESIDUAL

Esta medida está diseñada como un refuerzo a otras formas de protección contra contactos directos. El uso de dispositivos de corriente diferencial residual con una sensibilidad de disparo igual o inferior a 30 mA se considera una protección adicional eficaz en caso de fallo de otras medidas o imprudencias de los usuarios.

Cuando se prevea la posibilidad de corrientes diferenciales no senoidales (como en salas de radiología intervencionista), deberán instalarse dispositivos de tipo A, capaces de actuar ante corrientes alternas senoidales y corrientes pulsantes de corriente continua.

No obstante, estos dispositivos no constituyen por sí mismos una protección integral, siendo necesario acompañarlos de alguna de las medidas recogidas en los apartados 3.1 a 3.4 de la ITC-BT-24.

4.2.6.2.2 DIFERENCIALES

Los dispositivos diferenciales proporcionan una protección efectiva tanto frente a contactos directos como indirectos. Constan de los siguientes componentes:

- Transformador toroidal

- Relé electromecánico
- Mecanismo de conexión y desconexión
- Circuito de prueba auxiliar

Cuando la suma vectorial de las intensidades que atraviesan el transformador no es cero, se genera una tensión en el secundario que activa el relé, provocando la apertura del interruptor. Esta desconexión ocurre cuando la corriente de fuga supera la sensibilidad establecida para el dispositivo.

4.2.6.3 PROTECCIONES CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS

4.2.6.3.1 PROTECCIÓN MEDIANTE CORTE AUTOMÁTICO DE LA ALIMENTACIÓN

El corte automático de la alimentación ante un defecto tiene como finalidad evitar que una tensión de contacto potencialmente peligrosa persista el tiempo suficiente como para representar un riesgo.

Es imprescindible una adecuada coordinación entre el sistema de conexión a tierra elegido, conforme a lo dispuesto en la ITC-BT-08 del REBT, y las características de los dispositivos de protección.

Este tipo de corte es obligatorio cuando un defecto puede originar tensiones peligrosas para las personas o animales domésticos. Se establece una tensión límite convencional de 50 V (valor eficaz en corriente alterna) bajo condiciones normales.

Los dispositivos comúnmente utilizados incluyen:

- Dispositivos de protección contra sobreintensidad, como fusibles e interruptores automáticos
- Interruptores diferenciales

4.2.6.3.2 PROTECCIÓN MEDIANTE EQUIPOS DE CLASE II O AISLAMIENTO EQUIVALENTE

Esta protección se garantiza mediante:

- Uso de equipos con aislamiento doble o reforzado (Clase II)
- Conjuntos de aparataje prefabricados con aislamiento equivalente
- Aislamientos suplementarios instalados durante el montaje que proporcionen aislamiento adicional a equipos con aislamiento simple
- Aislamientos reforzados que protejan partes activas accesibles cuando no sea viable emplear aislamiento doble por diseño

4.2.6.4 PROTECCIONES CONTRA SOBRECARGAS, CORTOCIRCUITOS Y SOBRETENSIONES

- **Sobrecargas y cortocircuitos:** se protegerán mediante fusibles e interruptores magnetotérmicos.
- **Sobretensiones de red (tormentas, etc.):** se utilizarán varistores instalados en los paneles.

Los varistores ofrecen una protección eficaz y económica frente a picos transitorios de alta tensión provocados por descargas eléctricas, conmutaciones u otras perturbaciones en líneas de corriente continua o alterna.

4.2.6.5 CONDUCTORES ELÉCTRICOS

Los conductores y cables deberán cumplir con las especificaciones técnicas indicadas en los documentos del proyecto, ajustándose en todo momento a lo establecido en la ITC-BT-19 del REBT y al Reglamento de Productos para la Construcción (CPR) en cuanto a la clasificación de reacción al fuego.

No se permitirá la instalación de conductores diferentes a los definidos en los esquemas eléctricos del proyecto. En caso de que algún tipo de conductor no esté disponible en el mercado, su sustitución deberá contar con la autorización de la Dirección Facultativa.

Todos los conductores serán de cobre y estarán siempre aislados. El cobre empleado deberá cumplir las normas UNE correspondientes, así como las especificaciones del REBT, siendo de calidad comercial pura, homogénea en resistencia mecánica, y libre de defectos mecánicos.

4.2.6.6 CONDUCTORES DE PROTECCIÓN

Los conductores de protección tienen como función unir eléctricamente las masas de una instalación con elementos de puesta a tierra, asegurando así la protección contra contactos indirectos.

En el circuito de conexión a tierra, estos conductores enlazan las masas con el conductor de tierra. Su sección será la indicada en la Tabla 2 de la ITC-BT-19.

Deben tenerse en cuenta las siguientes condiciones durante su instalación:

- En ciertos casos, también se considera conductor de protección aquel que conecta las masas al neutro de la red o a un relé de protección.
- Los conductores no integrados en canalizaciones de alimentación deberán ser de cobre, con sección mínima de 6 mm² (sin protección mecánica)

Si un conductor de protección es común para varios circuitos, su sección se dimensionará en función de la mayor sección de los conductores de fase correspondientes.

Se podrán utilizar como conductores de protección:

- Conductores integrados en cables multiconductores
- Conductores aislados o desnudos que compartan envoltorio con conductores activos
- Conductores separados, desnudos o aislados

En estructuras prefabricadas con envolventes metálicas, éstas podrán usarse como conductores de protección si cumplen simultáneamente con:

- Continuidad eléctrica adecuada frente a daños mecánicos, químicos o electroquímicos
- Conductividad mínima conforme a las exigencias del reglamento
- Posibilidad de conexión de otros conductores en derivaciones predeterminadas

Las cubiertas exteriores de los cables con aislamiento mineral podrán utilizarse como conductores de protección si cumplen los puntos a) y b) anteriores. No podrán usarse como conductores de protección: conductos de agua, gas u otras estructuras metálicas.

Los conductores de protección deberán estar protegidos frente a deterioro mecánico, químico, electroquímico y esfuerzos electrodinámicos. Las conexiones deberán ser accesibles para verificación y pruebas, excepto en cajas selladas o estancas. No se permitirá la interposición de aparatos en el conductor de protección, salvo conexiones desmontables para pruebas.

4.2.6.7 IDENTIFICACIÓN DE CONDUCTORES

Todos los conductores deben ser fácilmente identificables, especialmente el neutro y el de protección. Esto se logrará mediante colores en los aislamientos o inscripciones específicas en caso de aislamientos no coloreables.

- **Neutro:** azul claro
- **Protección:** verde-amarillo
- **Fase(s):** marrón o negro (y gris si se requieren tres fases)

4.2.6.8 TUBOS PROTECTORES

Los tubos y accesorios de protección podrán ser metálicos, no metálicos o compuestos, siempre fabricados con materiales resistentes a la corrosión, ácidos y que no propaguen la llama, en concordancia con la ITC-BT-21 del REBT para instalaciones interiores o receptoras.

Los tubos podrán ser:

- Rígidos
- Curvables
- Flexibles
- Enterrados

Todo conforme a las Normas UNE aplicables. Las dimensiones y características de rosca también deberán seguir lo especificado en dichas normas.

4.2.6.9 CONDUCTOS PROTECTORES

Los conductos protectores estarán compuestos por perfiles con paredes, ya sean perforadas o lisas, cuya función principal será alojar los cables eléctricos. Estos perfiles deberán contar con una tapa desmontable, cumpliendo lo establecido en la ITC-BT-01 y en las normas UNE que correspondan.

Para asegurar que se mantengan sus propiedades protectoras, el montaje deberá realizarse conforme a las especificaciones del fabricante.

En el caso de instalaciones visibles sobre superficies, los conductos deberán cumplir, como mínimo, con las características señaladas en la tabla 3.2 de la ITC-BT-21 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT).

La instalación y ejecución de estos conductos deberá respetar lo descrito a continuación, o en su defecto, lo indicado en la norma UNE aplicable, así como en las instrucciones técnicas complementarias ITC-BT-19 e ITC-BT-20.

Su disposición deberá seguir, preferentemente, líneas verticales u horizontales paralelas a los bordes de las paredes del recinto donde se realice la instalación eléctrica.

Si el material del conducto es eléctricamente conductor, se deberá conectar al sistema de puesta a tierra para garantizar la continuidad eléctrica.

4.2.6.10 CAJAS GENERALES DE PROTECCIÓN (CGP)

Para este proyecto, únicamente se aceptarán Cajas Generales de Protección que estén debidamente homologadas por la autoridad competente y cuenten con las especificaciones técnicas emitidas por la empresa distribuidora de energía eléctrica.

Estas cajas estarán fabricadas con materiales aislantes y permitirán su precintado. En su interior deben incluir, como elementos principales, los bornes de conexión y las bases para fusibles tipo NH en todos los conductores de fase. Además, deberán incorporar una conexión removible para el neutro, situada a la izquierda del conjunto de fases.

El diseño de la CGP deberá permitir que la tapa, al abrirse, permanezca sujeta al cuerpo de la caja sin obstaculizar los trabajos internos. Si se emplean bisagras, éstas deberán garantizar una apertura mayor a 90 grados.

El sistema de cierre de la tapa estará compuesto por mecanismos de cabeza triangular de 11 mm por lado. Si se utilizan tornillos, estos deberán ser imperdibles. Todos los cierres incluirán un orificio de al menos 2 mm de diámetro que permita el paso del hilo de precinto.

Las CGP contarán con fusibles para cada conductor de fase, con una capacidad de corte igual o superior a la corriente de cortocircuito prevista en el punto de instalación. Una vez colocadas, deberán asegurar un grado de protección mínimo IP43 frente a la entrada de

sólidos y líquidos, y resistencia mecánica IK08, conforme a las normas UNE aplicables. Además, deberán permitir su precintado.

En cualquier caso, estas cajas deberán ajustarse a los requisitos establecidos en la Instrucción Técnica Complementaria ITC-BT-13 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT).

4.2.6.11 INTERRUPTOR DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS (IPI)

La instalación de un Interruptor de Protección contra Incendios será obligatoria en aquellos sistemas eléctricos que, conforme a la normativa vigente y a las Ordenanzas Municipales, deban poder desconectarse parcial o totalmente por parte de los servicios de emergencia en caso de incendio.

Este dispositivo deberá instalarse inmediatamente después de la Caja General de Protección (CGP), y su diseño, montaje y características deberán cumplir con todos los requisitos mencionados previamente para las Cajas Generales de Protección.

4.2.7.13 CAJAS DE EMPALME Y DERIVACIÓN (CD)

Las características técnicas, sistemas de fijación, entradas y salidas de cables, así como los métodos de conexión de las cajas de derivación estarán definidos en la memoria técnica y el presupuesto del presente proyecto. En cualquier caso, deberán cumplir con lo establecido en el capítulo 7.1 de las Normas Particulares de Instalaciones de Enlace emitidas por la empresa distribuidora.

En las instalaciones interiores, todos los cambios de dirección de tubos rígidos, empalmes de conductores y uniones en tubos de cualquier tipo, deberán realizarse mediante cajas de derivación o de registro. Estas serán preferentemente de material plástico, con protección contra el polvo para interiores y estancas en el caso de circuitos exteriores. La sustitución

por cajas metálicas estancas u otros modelos sólo podrá realizarse con la aprobación previa y por escrito de la Dirección Facultativa.

4.2.7.14 EQUIPO DE MEDIDA

Se detallan a continuación las especificaciones particulares aplicables a los equipos de medida, en función de la potencia contratada y su modalidad de instalación individual:

- **Potencia contratada inferior a 15 kW:**

El equipo de medida se instalará dentro de una única envolvente, que incluirá también una caja precintable con el interruptor de frontera de la instalación. Esta deberá estar permanentemente accesible para el personal de la empresa distribuidora. Las dimensiones mínimas de dicha caja serán de 180 x 105 mm.

- **Potencia contratada entre 15 y 44 kW:**

En este caso, el equipo de medida requerirá una envolvente con unas dimensiones mínimas de 700 x 500 mm colocada en posición vertical. Junto a esta, se instalará una segunda envolvente de similares características, precintable, con un tamaño mínimo de 270 x 270 mm, destinada a alojar el interruptor de frontera, el cual deberá ser accesible a la distribuidora en todo momento.

- **Potencia contratada superior a 44 kW:**

El equipo de medida deberá situarse en una envolvente cuyas dimensiones mínimas sean de 500 x 500 mm. Adicionalmente, se colocará una envolvente anexa, también precintable y con unas medidas mínimas de 360 x 360 mm, que albergará el interruptor de frontera y será accesible permanentemente a la compañía suministradora.

4.2.7.16 MATERIALES AUXILIARES Y ELEMENTOS DIVERSOS

Todo el material auxiliar que se utilice en la ejecución de la instalación deberá estar técnicamente adaptado a su función específica, ser de buena calidad y, preferiblemente, corresponder a fabricantes y modelos de reconocida fiabilidad. La Dirección Facultativa se reserva el derecho de determinar, en cualquier momento, las marcas o tipos que considere más adecuados para garantizar la calidad de la instalación.

En ningún caso se permitirá que los empalmes o conexiones introduzcan una resistencia adicional en el circuito que supere la correspondiente a un metro lineal del conductor utilizado.

4.3. VERIFICACIÓN Y ACEPTACIÓN DE COMPONENTES EN LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CONECTADA A RED

La Dirección Facultativa será responsable de garantizar que todos los equipos, materiales, productos y sistemas que integren la instalación fotovoltaica conectada a red pertenezcan a fabricantes de reconocido prestigio y cumplan con los estándares de calidad establecidos en normativas aplicables (UNE, EN, CEI, CE, AENOR, entre otras). Asimismo, deberán acompañarse de la documentación técnica que acredite que sus prestaciones eléctricas y mecánicas están en conformidad con los requisitos reglamentarios, las especificaciones del proyectista y lo estipulado en este Pliego de Condiciones Técnicas Particulares.

Será prerrogativa de la Dirección Facultativa solicitar muestras de materiales, certificados de calidad, informes de ensayos y pruebas realizadas en laboratorios. En cualquier fase de ejecución, podrá ordenar la sustitución, desmontaje o retirada de elementos que considere que afectan negativamente a la calidad, seguridad o estética de la instalación.

Cuando se requieran ensayos para aceptar los productos o verificaciones técnicas conforme a su función en la instalación, estos podrán realizarse por muestreo u otros métodos validados por los órganos competentes de las Comunidades Autónomas. En todos los casos será obligatorio presentar la documentación de suministro correspondiente, así como instrucciones detalladas para la correcta instalación y uso de cada componente.

Cada elemento deberá estar debidamente identificado con, al menos, la siguiente información:

- Nombre del fabricante, distribuidor o responsable comercial.
- Marca y modelo del producto.
- Parámetros eléctricos asignados (tensión, intensidad o potencia).
- Información adicional sobre su uso específico, proporcionada por el fabricante.

El instalador autorizado o contratista deberá entregar al usuario un documento de entrega (albarán), donde conste el suministro de todos los componentes, materiales y manuales de uso y mantenimiento. Este documento deberá ser firmado por duplicado, conservando cada parte una copia. Los manuales deberán estar redactados en español para garantizar su adecuada comprensión.

Antes de la puesta en marcha de los principales componentes (como módulos solares, inversores, etc.), será imprescindible que estos hayan superado con éxito las pruebas de funcionamiento en fábrica. Dichas pruebas deberán quedar registradas en actas, que se entregarán junto a los certificados de calidad correspondientes.

De forma específica, cada tipo de componente deberá incluir los siguientes datos de identificación:

Generador Fotovoltaico:

- Identificación de acuerdo con las especificaciones del proyecto.
- Distintivo de calidad: Los módulos fotovoltaicos deberán contar con la marca de calidad AENOR, homologada por el Ministerio de Industria, Comercio y Turismo

(MICT), cumpliendo con las especificaciones de las Normas UNE aplicables tanto a los módulos de silicio cristalino como a los de capa delgada. Además, estos deberán estar certificados por un laboratorio acreditado, lo que se demostrará mediante el correspondiente certificado oficial.

Cada módulo deberá llevar de forma visible e indeleble la identificación del modelo, el nombre o logotipo del fabricante, así como un número de serie único y trazable desde la fecha de fabricación.

Cualquier módulo que presente defectos de fabricación, tales como roturas, manchas, desalineación en las células o burbujas en el encapsulante, será rechazado.

Inversores:

Los inversores deberán llevar una etiqueta con, al menos, la siguiente información:

- Potencia nominal (VA).
- Tensión nominal de entrada (V).
- Tensión (VRMS) y frecuencia (Hz) nominales de salida.
- Nombre o logotipo del fabricante y número de serie.
- Información sobre la polaridad y los terminales.

En el caso de utilizar otros tipos de inversores, se deberán cumplir con requisitos de calidad equivalentes.

Contadores y Equipos:

- Identificación: Según las especificaciones del proyecto.
- Distintivo de calidad: Tipos homologados por el Ministerio de Industria, Comercio y Turismo (MICT).

Cuadros Generales de Distribución:

- Distintivo de calidad: Tipos homologados por el MICT.

Aparatos y Material Eléctrico para Instalaciones de Baja Tensión:

- Distintivo de calidad: Marca AENOR, homologada por el Ministerio de Industria.

Cables Eléctricos y Accesorios para Cables:

- Distintivo de calidad: Marca AENOR, homologada por el MICT.

Otros Componentes de la Instalación:

El resto de los componentes utilizados en la instalación deberán ser recibidos en obra conforme a la documentación del fabricante, las normativas correspondientes, el marcado de calidad aplicable, las especificaciones del proyecto y las indicaciones de la Dirección Facultativa durante la ejecución de las obras.

Los materiales no especificados en el proyecto, pero que sean necesarios para la ejecución de la instalación, deberán contar con una marca de calidad reconocida. Estos no podrán ser utilizados sin la previa aprobación y conocimiento de la Dirección Facultativa.

5. EJECUCIÓN O MONTAJE DE LA INSTALACIÓN

5.1. CONSIDERACIONES GENERALES

La ejecución de la instalación se llevará a cabo siguiendo lo dispuesto en el Pliego de Condiciones Técnicas Particulares del proyecto, así como en la normativa técnica y legal vigente, asegurando en todo momento el cumplimiento de las disposiciones aplicables en materia de seguridad industrial, prevención de riesgos laborales y salud en el trabajo, conforme a la Ley 31/1995, de Prevención de Riesgos Laborales, y su normativa de desarrollo.

La Dirección Facultativa rechazará cualquier parte de la instalación que no cumpla con los requisitos establecidos, obligando a la empresa instaladora autorizada o al contratista a subsanar las deficiencias a su propio costo.

La instalación fotovoltaica deberá contar con todos los elementos necesarios para garantizar la calidad del suministro eléctrico en todo momento, de modo que no se generen fallos en la

red, ni disminuciones de las condiciones de seguridad, ni alteraciones superiores a las permitidas por la normativa aplicable.

Asimismo, el funcionamiento de la instalación fotovoltaica no deberá generar condiciones de riesgo para el personal encargado del mantenimiento y explotación de la red de distribución. Esto implica que las instalaciones deben operar sin comprometer la seguridad laboral de quienes gestionan la red.

En cuanto al transporte, manipulación y uso de los materiales, se deberán tomar medidas que aseguren que sus características y propiedades no sufran alteraciones o daños durante el proceso de instalación.

Los materiales que se encuentren al aire libre deberán ser protegidos adecuadamente contra las condiciones ambientales adversas, especialmente contra la radiación solar y la humedad, para evitar su deterioro prematuro.

Se implementarán todos los elementos de seguridad necesarios tanto para las personas como para la instalación fotovoltaica, garantizando una protección completa contra contactos directos e indirectos, cortocircuitos, sobrecargas y cualquier otro riesgo potencial que se derive de la normativa de seguridad vigente.

Además, se deberá entregar una copia de las especificaciones técnicas proporcionadas por el fabricante de todos los componentes que conforman la instalación.

Por razones de seguridad y operatividad de los equipos, todos los indicadores, etiquetas y demás elementos de señalización deberán estar en español.

5.2. COMPROBACIONES INICIALES

Se verificará que todos los componentes y elementos de la instalación fotovoltaica coinciden con lo especificado en el proyecto. En caso de que no coincidan, se procederá a la redefinición de los mismos en presencia de la Dirección Facultativa. El Instalador

autorizado, junto con la Dirección Facultativa, marcará los lugares de montaje de los diferentes componentes de la instalación.

Durante el marcado de los tendidos, se deberá asegurar que haya una separación mínima de 30 cm respecto a la instalación de abastecimiento de agua o fontanería.

5.3. MONTAJE DE LOS ELEMENTOS

El montaje se llevará a cabo conforme a la ITC-BT-40 del REBT.

Replanteo

Al inicio de la obra, se deberá indicar sobre el terreno, utilizando los planos del proyecto, el movimiento de tierras (si es necesario), la ubicación de las zapatas, losa corrida, estructura de soporte, paneles, etc.

Cimentación

Si es necesario, se procederá primero con el movimiento de tierras y la excavación para las zapatas o losa corrida, en caso de que los módulos fotovoltaicos se instalen sobre una estructura de soporte en el suelo.

Si los módulos se instalan sobre una terraza, tejado o fachada, no será necesario realizar cimentación, y solo se llevará a cabo la obra de sujeción de la estructura, previa verificación de que el tejado, fachada o terraza puede soportar el peso de la estructura. En el caso de una estructura sobre el suelo, será imprescindible excavar las zapatas, colocar la armadura metálica correspondiente, vertir el hormigón con las características especificadas por el diseñador de la estructura y, finalmente, proceder con la colocación de la estructura.

5.3.1. INSTALACIÓN DE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

Los módulos fotovoltaicos deberán ser montados de forma que se maximice su exposición a

la luz solar directa, evitando sombras y ángulos de inclinación reducidos que puedan favorecer la acumulación de suciedad sobre el cristal y el marco.

Se utilizarán marcos de soporte o kits de montaje especializados, fabricados en aluminio anodizado o acero inoxidable, para fijar los módulos.

Es fundamental evitar la acumulación de suciedad en la superficie de los módulos durante la instalación, ya que esto puede reducir el rendimiento eléctrico al generar sombras sobre las células solares.

En el caso de sistemas montados en cubiertas y tejados, se deberá garantizar un espacio suficiente en la parte posterior de los módulos para permitir su adecuada ventilación.

Además, se debe dejar un espacio entre los módulos para permitir la expansión o dilatación térmica de los marcos.

Es crucial que la superficie posterior del módulo esté libre de objetos o elementos de la estructura que puedan entrar en contacto con él, especialmente si el módulo está sometido a carga mecánica.

Se debe asegurar que los módulos no estén expuestos a vientos o nevadas que excedan la carga máxima permitida, ni a fuerzas excesivas debidas a la dilatación térmica de la estructura de soporte.

El sistema de fijación de los módulos deberá ser de tipo "antivandálico", y la cimentación puede ser tanto horizontal como vertical, sin afectar la instalación de los soportes de las estructuras.

Las estructuras de soporte pueden estar fabricadas en aluminio anodizado de alta resistencia a los agentes atmosféricos, garantizando la durabilidad de los elementos de soporte, incluso en ambientes salinos.

Si el módulo dispone de una caja de conexiones, no se deberá utilizar esta caja para sujetar o transportar el módulo. Se debe tener cuidado de no subirse ni pisar la superficie del módulo.

Además, se evitará que el módulo sufra golpes o caídas de otros objetos que puedan dañarlo.

La superficie posterior del módulo debe permanecer intacta y libre de arañazos o daños.

Para mantener las garantías del fabricante, no se podrá desmontar, modificar ni adaptar el módulo, ni retirar ninguna pieza o etiqueta instalada por el fabricante. Asimismo, se evitará perforar el marco o el cristal del módulo.

No se debe aplicar pintura ni adhesivos a la superficie posterior del módulo.

En caso de que se rompa el cristal o el material posterior de un módulo, no podrá ser reparado ni utilizado. El contacto con cualquier parte del módulo o del marco podría generar una descarga eléctrica, por lo que deberá ser reemplazado.

Los módulos fotovoltaicos dañados o rotos deben ser manipulados con mucho cuidado. Los cristales rotos pueden tener bordes afilados que representan un peligro de heridas, por lo que es esencial utilizar un equipo de protección adecuado (guantes, gafas de seguridad, etc.) durante su manipulación.

Se recomienda que los módulos se instalen solo en condiciones de tiempo seco, y se debe utilizar herramientas secas. Si los módulos están húmedos, no deben ser manipulados, a menos que se utilicen los equipos de protección adecuados para evitar accidentes.

En el caso de instalaciones fotovoltaicas en tejados, los módulos deben montarse sobre una cubierta que sea resistente al fuego y que esté homologada para este tipo de instalaciones. Esto es crucial para garantizar la seguridad y el cumplimiento de las normativas sobre prevención de incendios en instalaciones fotovoltaicas.

Una vez instalados los módulos, se procederá a su conexionado eléctrico. Los campos fotovoltaicos deben conectarse a través de una canalización eléctrica adecuada hacia el inversor o inversores, con el fin de convertir la energía generada en corriente alterna, con la tensión y frecuencia de red requeridas para su inyección en la red eléctrica.

Las canalizaciones que se utilicen para este conexionado deben cumplir con los requisitos establecidos en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT), específicamente en la Instrucción Técnica ITC-BT-07. Además, se debe diseñar las líneas de forma adecuada, teniendo en cuenta los criterios de calentamiento y caída de tensión para garantizar la eficiencia y seguridad del sistema fotovoltaico.

5.3.2. CONDICIONES A SATISFACER EN CUANTO A LA ORIENTACIÓN E INCLINACIÓN Y SOMBRAS DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO.

La orientación e inclinación del generador fotovoltaico, así como la gestión de las sombras, son factores cruciales para garantizar la eficiencia del sistema. La instalación debe cumplir con las siguientes condiciones:

1. **Orientación:** El generador fotovoltaico debe orientarse de tal manera que maximice la exposición al sol, normalmente en dirección sur en el hemisferio norte (y norte en el hemisferio sur), con el fin de aprovechar al máximo la radiación solar a lo largo del día. La orientación puede ajustarse ligeramente según las características del sitio o las necesidades específicas de generación. En la presente instalación serán instalados los módulos con un azimut 0°
2. **Inclinación:** La inclinación de los paneles debe ser tal que permita una captura óptima de la radiación solar. La inclinación puede variar dependiendo de la ubicación geográfica, pero generalmente debe estar entre 20° y 40° para optimizar la producción durante el año. La inclinación se ajustará según los objetivos de generación de energía (maximizar la producción durante todo el año o centrarse en ciertos periodos). La instalación contará con un betha 38° para favorecer la captación solar en los meses de invierno
3. **Sombras:** Las sombras generadas por árboles, edificios u otros objetos cercanos pueden reducir significativamente el rendimiento del generador fotovoltaico. Por lo tanto, es necesario evitar o minimizar las sombras en los paneles fotovoltaicos durante las horas de mayor radiación solar. Las pérdidas de generación debido a sombras no deben superar los límites establecidos en la tabla adjunta.

Tabla I

	Orientación e inclinación (OI)	Sombras (S)	Total (OI+S)
General	10%	10%	15%
Superposición	20%	15%	30%
Integración arquitectónica	40%	20%	50%

Estas condiciones garantizan que el generador fotovoltaico funcione con la máxima eficiencia posible, reduciendo las pérdidas de producción y asegurando que el sistema cumpla con las expectativas de rendimiento.

5.3.3. INSTALACIÓN DE INVERSOR

EL inversor debe ser colocado en el punto de conexión a la red, previamente indicado por la empresa distribuidora. Para llevar a cabo su instalación, se deben observar las siguientes consideraciones:

1. **Ubicación:** El inversor debe instalarse en un lugar que esté alejado de la luz solar directa, para evitar el sobrecalentamiento del equipo. Además, la temperatura ambiente en el lugar de instalación debe estar entre 0°C y 40°C para garantizar un funcionamiento óptimo.
2. **Superficie de Montaje:** Se debe seleccionar una superficie sólida y vertical con la suficiente firmeza para soportar el peso del inversor. Además, es necesario asegurar un espacio adecuado alrededor del inversor para permitir una correcta refrigeración y disipación del calor generado durante su funcionamiento.
3. **Marcado y Fijación:** Se marcará la posición del inversor en la superficie de montaje. Después de esto, se realizarán los taladros necesarios para fijarlo

correctamente. El inversor se debe fijar con tornillos, asegurándose de que quede bien sujeto.

4. **Conexión Eléctrica:**

- Primero, se debe realizar el conexionado de la parte de corriente alterna (AC) del inversor.
- Luego, se debe conectar la parte de corriente continua (DC), asegurando que la polaridad se respete. El polo positivo (+) del panel fotovoltaico debe ir al polo DC positivo (+) del inversor, y el polo negativo (-) del panel fotovoltaico debe ir al polo DC negativo (-) del inversor.

5. **Conexión a Protecciones:** El inversor debe ser conectado a las protecciones correspondientes, que incluyen protecciones contra cortocircuitos, fusibles y terminales de conexión tanto para el inversor como para la red de suministro.

5.3.4. **INSTALACIÓN DE LOS EQUIPOS DE MEDIDA**

La instalación de los equipos de medida debe realizarse de acuerdo con lo establecido en la ITC-BT-16 del REBT (Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión), que regula los procedimientos y requisitos para los sistemas de medición.

5.3.5. **SEÑALIZACIÓN**

Toda la instalación eléctrica debe estar correctamente señalizada para garantizar la seguridad. Esto implica que deben instalarse las advertencias e instrucciones necesarias para evitar errores de interpretación, maniobras incorrectas o contactos accidentales con elementos bajo tensión. Las medidas específicas incluyen:

1. **Marcado de Elementos:** Las máquinas y aparatos principales, los paneles de cuadros y los circuitos deben estar claramente diferenciados con marcas establecidas y señalizados mediante rótulos de tamaño adecuado para su fácil lectura.

2. **Identificación de Elementos de Maniobra:** Todos los elementos de accionamiento, así como los aparatos de maniobra, deben estar claramente señalizados, indicando las posiciones de apertura y cierre. Esto debe realizarse salvo cuando la identificación de la posición pueda hacerse a simple vista.

6. ACABADOS , CONTROL Y ACEPTACIÓN, MEDICIÓN Y ABONO

La dirección facultativa procederá a realizar las inspecciones y ensayos necesarios para comprobar que la instalación se ha ejecutado de acuerdo con el proyecto y cumple con las condiciones técnicas establecidas. Los pasos incluyen:

6.1. ACABADOS

Al finalizar la instalación eléctrica fotovoltaica, se debe proceder a proteger las cajas y cuadros de distribución para evitar que sean tapados por los revestimientos de los paramentos. Posteriormente, se deben instalar los automatismos eléctricos, embellecedores y tapas.

6.2. CONTROL Y ACEPTACIÓN

Durante la ejecución de la instalación, se deben llevar a cabo los siguientes controles para garantizar que se cumplan las especificaciones del proyecto:

- **Punto de Conexión:** Se verificará que la ubicación del punto de conexión sea la indicada por la empresa distribuidora.
- **Estructura Soporte:** Se debe verificar el sistema de fijación de los módulos fotovoltaicos, así como el material y el anclaje utilizado, para asegurarse de que cumple con los requisitos de seguridad y estabilidad.

- Paneles fotovoltaicos: orientación, inclinación, producción de sombras, Estado de la superficie del panel, conexiones entre paneles, conexiones entre inversor, espacio para la dilatación térmica.
- Inversor: situación con respecto al punto indicado por la Compañía distribuidora, anclaje y posición, conexiones y funcionamiento.
- Protecciones
- Equipos de medidas
- Canalizaciones
- Cableado, terminales, empalmes, derivaciones y conexión general
- Cimentación, zanjas y hormigonado (si procede)
- Cajas
- Conservación hasta la recepción de las obras

Se preservarán todos los componentes de la instalación eléctrica de entrar en contacto con materiales agresivos y humedad.

6.3. MEDICIÓN Y ABONO

La valoración de los conductores se realizará por metro lineal, considerando características homogéneas y su instalación completa. Esto incluye la colocación de tubos, bandejas o canales aislantes, así como la proporción correspondiente de cajas de derivación y trabajos auxiliares de albañilería si fuesen necesarios.

Los demás componentes de la instalación, como el generador fotovoltaico, inversores, cuadros de protección, módulos de medición y demás elementos, se computarán por unidad completamente instalada, verificada y operativa, incluyendo todos los elementos de conexión y accesorios requeridos para su correcto funcionamiento.

7. RECONOCIMIENTOS, PRUEBAS Y ENSAYOS

7.1. RECONOCIMIENTO DE LAS OBRAS

Antes de proceder a la inspección final, el Contratista deberá haber eliminado todos los residuos de obra, materiales no utilizados, embalajes y elementos similares, dejando el área completamente limpia y ordenada.

Durante esta inspección, se verificará que todos los equipos y materiales instalados coinciden con los aprobados previamente por la Dirección Facultativa y que no presentan defectos visibles ni daños funcionales. También se comprobará que los trabajos eléctricos han sido realizados de forma precisa, completa y de acuerdo con el proyecto.

Especial atención se prestará a los siguientes aspectos:

- Correcta ejecución de empalmes, derivaciones, terminales y demás conexiones.
- Fijación adecuada de aparatos eléctricos, como interruptores, seccionadores y demás dispositivos.
- Verificación de las características técnicas (tensión, intensidad nominal, tipo) y el correcto funcionamiento de los dispositivos de maniobra y protección.

En caso de detectarse sobrecalentamientos inusuales en cajas de empalme, terminales o puntos de conexión, la Dirección Facultativa podrá exigir la sustitución del material afectado, sin que esto suponga coste adicional para la administración contratante.

7.2.- PRUEBAS Y ENSAYOS

Una vez concluido el reconocimiento de la instalación, el Contratista llevará a cabo una

serie de pruebas y ensayos imprescindibles, al margen de los ya especificados en este Pliego de Condiciones Técnicas. Las verificaciones incluirán:

- Comprobación del correcto funcionamiento y puesta en marcha de todos los componentes del sistema.
- Ensayos de arranque y parada en diferentes momentos de operación para evaluar su comportamiento.
- Revisión del correcto funcionamiento de los sistemas de protección, seguridad y alarma, excluyendo únicamente los ensayos que impliquen la activación del interruptor automático de desconexión.
- Evaluación de la potencia instalada mediante métodos experimentales, como se detalla en el Anexo I del Pliego de Condiciones Técnicas para Instalaciones Fotovoltaicas conectadas a Red (IDAE). Esta medición puede incluir el uso de una célula solar calibrada de tecnología equivalente, un termómetro para temperatura ambiente, un multímetro para corriente continua y alterna, y una pinza amperimétrica.

En caso de no disponer de dicho equipamiento, se permitirá una estimación de la potencia instalada a partir de datos de catálogo, complementada con mediciones básicas. Como última alternativa, y si no se cuenta con ningún equipo de medición, se podrá recurrir al contador de energía para una estimación aproximada, siendo consciente de que el margen de error aumentará progresivamente según el método utilizado.

Finalizadas las pruebas y puesta en servicio del sistema, se avanzará a la fase de Recepción Provisional. No obstante, la firma del Acta de Recepción Provisional quedará supeditada al cumplimiento de dos condiciones principales:

- Que el conjunto del sistema opere de forma continua y sin interrupciones causadas por fallos propios durante al menos 240 horas seguidas.
- Que se haya entregado la totalidad de la documentación exigida en este Pliego.

Durante este período, el proveedor mantendrá la responsabilidad operativa de los sistemas y, a la vez, deberá capacitar al personal designado para su manejo.

Todos los equipos instalados y el conjunto de la instalación quedarán cubiertos por una garantía mínima de tres años frente a posibles defectos de diseño, instalación o fabricación. Para los módulos fotovoltaicos, esta garantía será, como mínimo, de diez años desde la firma del acta de recepción provisional.

Asimismo, el instalador asumirá la reparación sin coste adicional de cualquier fallo cuyo origen esté relacionado con defectos ocultos de diseño, materiales, construcción o montaje, conforme a lo establecido en la normativa vigente sobre vicios ocultos.

Comprobaciones adicionales obligatorias:

- **Aislamiento eléctrico:** se realizarán pruebas de aislamiento entre conductores activos y el neutro a tierra, así como entre los distintos conductores activos.
- **Protecciones eléctricas:** se verificará que la intensidad nominal de los interruptores automáticos no supere la corriente máxima admisible de los conductores que protegen.
- **Empalmes:** se inspeccionará que las uniones entre conductores sean firmes y no presenten calentamientos anómalos.
- **Puesta a tierra:** se medirá la resistencia de la instalación de tierra con un óhmetro calibrado, y el Ingeniero Director validará que los resultados estén dentro de los márgenes normativos.

Antes de la Recepción Definitiva, se realizará una nueva inspección de las obras para confirmar que se han conservado correctamente y que se han subsanado todas las deficiencias detectadas.

8. CONDICIONES DE MANTENIMIENTO Y USO

Las actividades de mantenimiento de las instalaciones eléctricas de las Instalaciones Fotovoltaicas conectadas a la Red Eléctrica de Baja Tensión son independientes de las inspecciones periódicas obligatorias.

El propietario o titular de la instalación no está autorizado para realizar modificaciones, reparaciones ni mantenimiento por su cuenta. Estas tareas deberán ser ejecutadas exclusivamente por una empresa instaladora autorizada.

Durante la vida útil de la instalación, los propietarios y usuarios deben asegurarse de que las instalaciones eléctricas, tanto de generación como de transporte, distribución, conexión y receptoras, se mantengan en buen estado, garantizando su seguridad y funcionalidad. Deben operar según sus características técnicas y cumplir con los requisitos establecidos.

Para la puesta en servicio de la instalación que requiera mantenimiento, el titular debe presentar un contrato de mantenimiento con una empresa instaladora autorizada, registrada en el registro administrativo correspondiente, junto con la solicitud. Este contrato debe especificar al responsable técnico del mantenimiento.

Los contratos de mantenimiento deben formalizarse por períodos anuales, prorrogables de acuerdo con ambas partes, o de manera tácita si no se acuerda lo contrario. En el contrato se deben incluir los datos de la instalación, su titular, las características eléctricas nominales, la localización, la descripción de la edificación, entre otras características relevantes.

Si el titular puede demostrar que posee los medios técnicos y humanos suficientes para realizar el mantenimiento adecuado, podrá optar por realizar el mantenimiento por cuenta propia. En este caso, deberá presentar un Certificado de Automantenimiento que identifique al responsable, sin poder subcontratarlo a terceros.

Para las instalaciones nuevas o reformadas, será obligatorio presentar el contrato de mantenimiento o el certificado de automantenimiento junto con la solicitud de puesta en

servicio. Las empresas distribuidoras, transportistas y de generación en régimen ordinario quedan exentas de esta obligación.

Las empresas instaladoras deben notificar al Centro Directivo competente sobre las altas y bajas de contratos de mantenimiento en un plazo de un mes desde su firma o rescisión.

Las comprobaciones y chequeos del mantenimiento se realizarán con la periodicidad acordada, teniendo en cuenta el tipo de instalación, el nivel de riesgo y el entorno ambiental. Los detalles de las averías, defectos detectados, trabajos realizados, repuestos y verificaciones deben quedar registrados en un soporte auditable.

El mantenimiento debe ser realizado por personal técnico cualificado que conozca la tecnología solar fotovoltaica y las instalaciones eléctricas en general. Además, siempre deberá ser supervisado por la empresa instaladora.

8.1. CONDICIONES GENERALES MÍNIMAS PARA EL MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN DE LAS INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS CONECTADAS A LA RED

El mantenimiento de las instalaciones fotovoltaicas se organiza en tres niveles fundamentales:

- **Plan de vigilancia:** Básicamente se trata de monitorear los parámetros operacionales más importantes (energía, tensión, etc.) para asegurar el buen funcionamiento de la instalación. Este plan incluye la limpieza de los módulos si es necesario.
- **Plan de mantenimiento preventivo:** Consiste en inspecciones visuales, verificaciones y otras actividades para asegurar que la instalación funcione correctamente, manteniendo sus condiciones de funcionamiento y durabilidad dentro de los límites aceptables.

- **Plan de mantenimiento correctivo:** Comprende las operaciones de sustitución necesarias para que el sistema funcione correctamente a lo largo de su vida útil. Esto incluye:
 - Visitas a la instalación en un plazo máximo de una semana cuando se detecte una avería grave, con resolución en un máximo de 15 días.
 - Elaboración de presupuestos y trabajos necesarios para corregir averías o realizar reposiciones.

El coste económico del mantenimiento correctivo, según el alcance descrito, se incluirá en el precio anual del contrato de mantenimiento. Sin embargo, no se incluirán la mano de obra ni los repuestos fuera del periodo de garantía.

El mantenimiento debe ser realizado por personal técnico cualificado que esté familiarizado con la tecnología solar fotovoltaica y las instalaciones eléctricas.

Después de cada visita, se deberá elaborar un informe técnico detallado sobre el estado de la instalación y las incidencias encontradas.

Las operaciones de mantenimiento realizadas deben ser registradas en un libro de mantenimiento que incluya la identificación del personal técnico (nombre, titulación y empresa autorizada).

8.2. REPARACIÓN Y REPOSICIÓN

Las reparaciones de las instalaciones deberán realizarse en el lugar de la instalación, a menos que un componente no pueda ser reparado allí, en cuyo caso se enviará al taller del fabricante a cargo del suministrador.

Las reparaciones y reposiciones deberán realizarse lo más rápido posible una vez que se haya recibido el aviso de la avería, pero el suministrador no será responsable de los perjuicios causados por la demora, siempre que esta no sea superior a 15 días naturales.

9. INSPECCIONES PERIÓDICAS

Las inspecciones periódicas son independientes del mantenimiento y deberán realizarse en los plazos establecidos, según la fecha de autorización de puesta en marcha o la antigüedad de la instalación:

- 1.1. Para instalaciones con puesta en marcha posterior al 18 de septiembre de 2003: 5 años.
- 1.2. Para instalaciones con puesta en marcha anterior al 18 de septiembre de 2003:
 - 1.2.1. Desde la última revisión periódica realizada según la Orden de 30 de enero de 1996: 5 años.
 - 1.2.2. Para el resto de las instalaciones sin revisión previa: 5 años.

Las inspecciones sucesivas tendrán una periodicidad de 5 años.

Estas inspecciones deben ser realizadas por un Organismo de Control Autorizado (OCA), seleccionado libremente por el titular de la instalación.

9.1. PROTOCOLO DE INSPECCIÓN PERIÓDICA

El protocolo de inspección será el aprobado por la Administración competente en materia de energía. Sin embargo, el titular de la instalación puede solicitar la aprobación de un protocolo específico de inspección.

10. CONDICIONES DE ÍNDOLE FACULTATIVO

10.1. DEL TITULAR DE LA INSTALACIÓN Y SUS OBLIGACIONES

Las personas jurídicas, entidades sin personalidad jurídica y quienes ejerzan una actividad profesional sujeta a colegiación obligatoria deberán comunicarse con la Administración mediante medios electrónicos, conforme a lo dispuesto en la Ley 39/2015, de 1 de octubre, del Procedimiento Administrativo Común.

En el caso de las personas físicas, podrán elegir libremente si se comunican por vía electrónica o presencial, salvo que estén legalmente obligadas a hacerlo de forma electrónica. Esta elección podrá modificarse en cualquier momento.

Todos los procedimientos relacionados con la ejecución y puesta en servicio de instalaciones eléctricas deberán realizarse electrónicamente por los siguientes sujetos obligados:

- Personas jurídicas.
- Empresas instaladoras y/o mantenedoras habilitadas.
- Instaladores y profesionales habilitados.
- Técnicos facultativos vinculados a los proyectos y direcciones de obra.
- Organismos de control reglamentario.

Las solicitudes o comunicaciones deberán dirigirse al Director General competente en materia de energía y presentarse a través del registro electrónico de la Consejería correspondiente o en cualquiera de los registros previstos en el artículo 16.4 de la Ley 39/2015.

La inexactitud, falsedad u omisión esencial en los datos de una declaración responsable o comunicación, o la falta de presentación de los documentos exigidos para acreditar el cumplimiento de lo declarado, implicará la suspensión inmediata del derecho o actividad correspondiente. Todo ello sin perjuicio de las posibles responsabilidades legales que procedan.

Antes de iniciar el procedimiento correspondiente, el titular deberá disponer del punto de conexión a la red de transporte o distribución, así como de los permisos necesarios para la ocupación del suelo o del espacio aéreo afectado. Si no cuenta con todos los permisos de paso, deberá iniciar paralelamente su tramitación junto con la solicitud de declaración de utilidad pública, si fuera necesaria.

El titular podrá actuar mediante representante debidamente acreditado, conforme al artículo 5 de la Ley 39/2015.

Durante toda la vida útil de la instalación, los propietarios y usuarios deberán mantener las instalaciones de generación, transporte, distribución, conexión, enlace y receptoras en adecuadas condiciones de seguridad y funcionamiento, y utilizarlas conforme a sus características técnicas.

En el momento de solicitar la puesta en servicio de instalaciones eléctricas privadas, instalaciones de generación en régimen especial o instalaciones de baja tensión que requieran mantenimiento, el titular deberá presentar un contrato de mantenimiento suscrito con una empresa instaladora autorizada inscrita en el registro administrativo correspondiente, en el que conste el responsable técnico del mantenimiento.

Alternativamente, si el titular demuestra contar con medios técnicos y humanos suficientes, podrá asumir la condición de mantenedor de sus instalaciones. En ese caso, deberá presentar un Certificado de automantenimiento que identifique al responsable técnico. No se permitirá la subcontratación del mantenimiento a través de terceras empresas intermediarias.

10.2. DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA

El Ingeniero-Director será la máxima autoridad técnica durante la ejecución de la obra o instalación. Sin perjuicio de las responsabilidades y obligaciones que le correspondan legalmente, será la única persona con capacidad para introducir modificaciones en el diseño, cambios constructivos o sustitución de materiales, siempre que dichos cambios estén justificados por el desarrollo de la obra.

En caso de que la dirección facultativa esté compuesta por varios técnicos competentes, se actuará conforme a lo establecido en la normativa vigente aplicable.

La dirección facultativa deberá asegurar que todos los productos, sistemas y equipos incorporados en la instalación cuenten con la documentación que acredite sus características técnicas, incluyendo certificados de conformidad con normas UNE, EN, CEI u otras exigidas por la normativa aplicable o por las especificaciones del proyecto. Asimismo, deberá garantizar la existencia de las correspondientes garantías de calidad de dichos elementos.

10.3. DE LA EMPRESA INSTALADORA O CONTRATISTA

Se entenderá por empresa instaladora o contratista a la persona física o jurídica legalmente constituida, e inscrita en el Registro Industrial correspondiente del órgano competente en materia de energía, que mediante sus propios medios y organización, y bajo la dirección técnica de un profesional habilitado, lleva a cabo actividades industriales relacionadas con la ejecución, montaje, reforma, ampliación, revisión, reparación, mantenimiento y desmantelamiento de instalaciones eléctricas para las que esté autorizada.

Además de contar con la preceptiva autorización administrativa, la empresa deberá disponer de la solvencia técnica y organizativa reconocida por el Ingeniero-Director.

El contratista estará obligado a mantener una adecuada coordinación con la empresa distribuidora de energía a través del Director de Obra, con el fin de aplicar correctamente las normativas técnicas y evitar discrepancias de criterio.

Asimismo, deberá cumplir estrictamente con lo establecido en el Reglamento de Higiene y Seguridad en el Trabajo y con toda la normativa legal de carácter social que le sea aplicable.

Durante toda la ejecución de los trabajos, el contratista adoptará las máximas medidas de seguridad en el acopio de materiales y en la ejecución, conservación y reparación de las obras, con el fin de proteger a los trabajadores, al público, vehículos, animales y bienes ajenos, previniendo cualquier tipo de daño o perjuicio.

Será responsabilidad del Contratista obtener, por su cuenta, todos los permisos, licencias y dictámenes necesarios para la correcta ejecución de las obras y su puesta en servicio, así como abonar los cargos, tasas e impuestos que de ellos se deriven.

De igual forma, deberá cumplir con la normativa vigente en materia de relaciones laborales, higiene y seguridad en el trabajo, así como con cualquier disposición legal de carácter social que le sea aplicable. A requerimiento del Ingeniero-Director, presentará los justificantes correspondientes de los modelos TC-1 y TC-2, debidamente diligenciados por el organismo competente.

El Contratista deberá contemplar en la contrata tanto los medios materiales como las obras auxiliares necesarias para garantizar la correcta ejecución y seguridad de las obras principales. Igualmente, será responsable de mantener en perfecto estado de conservación dichas obras, procediendo a subsanar con diligencia cualquier daño, desperfecto o deficiencia que pudiera presentarse, mediante la reparación, reposición o sustitución de los elementos afectados.

10.4. DE LA EMPRESA MANTENEDORA

La empresa instaladora autorizada que haya formalizado un contrato de mantenimiento con el titular o propietario de una instalación eléctrica, así como aquella empresa que, habiendo

acreditado ante la administración competente disponer de medios técnicos y humanos suficientes, realice el automantenimiento de sus propias instalaciones, asumirá las siguientes obligaciones, sin perjuicio de las establecidas por otras normativas sectoriales o generales que resulten de aplicación:

- a) Garantizar en todo momento el correcto estado de seguridad y funcionamiento de las instalaciones bajo su responsabilidad.
- b) En el caso de instalaciones de carácter privado, interrumpir total o parcialmente el suministro eléctrico cuando se detecte un peligro inminente para las personas, bienes o el medio ambiente. En caso de accidente, deberá notificarse de inmediato al Centro Directivo competente en materia de energía, permaneciendo la instalación fuera de servicio hasta la completa subsanación de los defectos que hayan originado el siniestro. Para el resto de instalaciones, se estará a lo dispuesto en el Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, o norma que lo sustituya.
- c) Atender con la máxima diligencia las solicitudes del titular para prevenir o corregir averías detectadas en la instalación eléctrica.
- d) Informar por escrito al titular de todas aquellas deficiencias detectadas que comprometan la seguridad de personas, bienes o el entorno, con el fin de que sean corregidas oportunamente.
- e) Mantener a disposición de la Dirección General de Industria y Energía del Gobierno de España, durante un período mínimo de cinco años desde la finalización de los contratos, un registro actualizado de los mismos.
- f) Comunicar al titular de la instalación, con al menos un mes de antelación, la fecha prevista para la realización de la revisión periódica obligatoria por parte de un Organismo de Control Autorizado (OCA), en los casos en que esta sea preceptiva.
- g) Informar al Centro Directivo competente en materia de energía de las instalaciones bajo su mantenimiento que hayan superado en más de tres meses el plazo legalmente establecido para su inspección periódica oficial.

- h) Comparecer a las inspecciones oficiales derivadas del cumplimiento de la normativa vigente, así como a las solicitadas de manera extraordinaria por el titular de la instalación.
- i) Contar con una póliza de seguro de responsabilidad civil vigente que cubra los riesgos derivados de su actividad por un importe mínimo de 600.000 euros
- j) Disponer de recursos humanos, técnicos y organizativos adecuados en función del tipo, tensión, localización y número de instalaciones que tenga asignadas para su mantenimiento.

10.5. DE LOS ORGANISMOS DE CONTROL AUTORIZADO (OCA)

Las actuaciones de los Organismos de Control Autorizado (OCA) en el ámbito de las instalaciones eléctricas deberán ajustarse a lo dispuesto en el artículo 41 del Reglamento de la Infraestructura para la Calidad y la Seguridad Industrial, aprobado por el Real Decreto 2200/1995, de 28 de diciembre, así como a la normativa técnica y sectorial vigente aplicable a cada tipo de instalación, incluyendo el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT), el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión, y demás disposiciones reglamentarias que resulten de aplicación.

Los OCA deberán estar debidamente acreditados por la Entidad Nacional de Acreditación (ENAC) para el campo específico de instalaciones eléctricas, y registrados en el órgano competente en materia de industria de la comunidad autónoma correspondiente, según el procedimiento establecido por la Ley 21/1992, de Industria, y su normativa de desarrollo.

El certificado emitido por un OCA tendrá una validez de cinco años para instalaciones de baja tensión y de tres años para instalaciones de media o alta tensión, salvo que se haya producido una modificación sustancial de las características técnicas de la instalación. En caso de que se detecte, durante una inspección, una modificación no autorizada, esta será calificada como defecto grave con resultado negativo. Si la instalación es nueva, impedirá su

puesta en servicio; si ya está en funcionamiento, se considerará un incumplimiento grave, sin perjuicio de las posibles sanciones administrativas o penales que procedan.

Los OCA deberán mantener a disposición de la Administración competente toda la información registral y estadística relativa a sus actuaciones, organizada por titular de la instalación, técnico responsable y empresa instaladora. Esta documentación podrá ser requerida por la administración en cualquier momento.

Los profesionales habilitados que actúen en nombre de un OCA estarán obligados a cumplimentar, firmar y certificar los resultados de todas las inspecciones realizadas — iniciales, periódicas o extraordinarias—, conservando tanto las plantillas de control utilizadas como las notas de campo resultantes de las actuaciones.

Los certificados de inspección se emitirán conforme a los modelos oficialmente reconocidos por la administración competente en materia de industria, o, en su defecto, de acuerdo con los protocolos-guía aprobados por el propio OCA y aceptados por el organismo regulador.

Asimismo, los OCA deberán prestar colaboración en las inspecciones oficiales que les sean requeridas por la administración, especialmente en aquellas instalaciones en las que hayan intervenido con anterioridad.

Cualquier discrepancia entre el titular de la instalación y el OCA relativa al resultado de una inspección deberá ser comunicada a la Administración competente en materia de energía o industria, la cual resolverá en el plazo máximo de un mes, conforme a los procedimientos establecidos.

11. CONDICIONES DE ÍNDOLE ADMINISTRATIVO

11.1. ANTES DEL INICIO DE LAS OBRAS

Con carácter previo al inicio de la ejecución de la instalación, el titular o propietario deberá

designar un técnico titulado competente que asuma la Dirección Facultativa de la obra. Dicho técnico será el responsable de supervisar los trabajos y, una vez finalizados estos y realizadas las pruebas y verificaciones reglamentarias, emitirá el correspondiente Certificado de Dirección y Finalización de Obra, conforme al Real Decreto 842/2002

Asimismo, antes del comienzo de los trabajos, el titular o promotor de la instalación eléctrica deberá suministrar a la empresa distribuidora o transportista, según proceda, toda la información necesaria para estimar los consumos y cargas previstos. Esta información permitirá a dicha empresa planificar adecuadamente el crecimiento y dimensionamiento de sus redes de distribución o transporte.

El titular de la futura instalación eléctrica estará obligado a solicitar a la empresa distribuidora el punto de conexión y las correspondientes condiciones técnicas de suministro. A tal efecto, se deberá acompañar la siguiente documentación e información mínima:

- a) Nombre, dirección, número de teléfono, fax, correo electrónico u otro medio válido de contacto del solicitante.
- b) Nombre, dirección, teléfono y correo electrónico del técnico proyectista o del instalador autorizado, en su caso.
- c) Localización exacta de la instalación, edificación u obra, incluyendo la calificación urbanística del terreno.
- d) Uso previsto o destino de la instalación.
- e) Potencia eléctrica total solicitada, debidamente justificada conforme a la normativa aplicable.
- f) Propuesta del punto de conexión a la red más próximo, presentada por el técnico o instalador, que deberá identificarse de forma inequívoca, preferentemente mediante soporte gráfico.
- g) Número estimado de clientes o usuarios que serán atendidos por la instalación.

Si resultase necesaria documentación adicional, la empresa distribuidora deberá requerirla en un plazo máximo de cinco días hábiles desde la recepción de la solicitud inicial,

justificando razonadamente dicha petición. Este requerimiento podrá realizarse mediante medios telemáticos.

La empresa distribuidora deberá establecer mecanismos eficaces para dejar constancia fehaciente de la recepción de las solicitudes de punto de conexión, cualquiera que sea el medio utilizado, a fin de garantizar el cómputo de plazos y la trazabilidad del procedimiento.

En el caso de instalaciones acogidas al régimen especial, las solicitudes de punto de conexión estarán igualmente sujetas al procedimiento descrito en este apartado.

La información proporcionada será considerada confidencial, y su tratamiento deberá ajustarse en todo momento a lo establecido en la legislación vigente en materia de protección de datos personales.

Ni la empresa distribuidora ni ninguna entidad vinculada a la misma podrá formular ofertas de servicios, al margen de la oferta técnico-económica requerida, que conlleven restricciones a la libre competencia en el mercado eléctrico o impliquen prácticas de competencia desleal.

De igual forma, el correspondiente Documento Técnico de Diseño (ya sea proyecto o memoria técnica de diseño, según proceda) deberá ser redactado y entregado al titular con anterioridad al inicio de las obras y antes de proceder a su tramitación administrativa ante los organismos competentes.

11.2. PROCEDIMIENTO PREVIO A LA CONEXIÓN DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA A LA RED ELÉCTRICA DE DISTRIBUCIÓN

Antes de llevar a cabo la conexión de una instalación fotovoltaica a la red de Baja Tensión de la empresa distribuidora, y conforme a lo establecido en el apartado 9 de la Instrucción Técnica Complementaria ITC-BT-40 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, la

compañía distribuidora podrá realizar una serie de verificaciones y comprobaciones técnicas. Estas incluyen:

- Verificación del certificado emitido por el instalador, que acredite las características principales de la instalación así como la superación de las pruebas funcionales correspondientes.
- Inspección de los componentes instalados en módulos y cajas, asegurando su conformidad con lo descrito en el proyecto aprobado por la empresa distribuidora.
- Comprobación de que el tramo del circuito comprendido entre el generador fotovoltaico y el sistema de medida no incluya dispositivos adicionales de generación, acumulación de energía ni elementos de consumo ajenos.
- Evaluación del funcionamiento del interruptor general manual, asegurando que puede ser inmovilizado en posición de apertura por la distribuidora.
- Revisión del interruptor automático de interconexión y de los sistemas de protección ante variaciones de tensión y frecuencia, los cuales deberán quedar precintados por la distribuidora tras la verificación.
- Realización de mediciones del factor de potencia de la instalación.
- Inspección del montaje y correcto sellado de los equipos de medida y de los circuitos correspondientes.
- Confirmación de que el titular de la instalación dispone de un canal de comunicación que permita a la distribuidora contactar de manera inmediata con la persona responsable del funcionamiento de la planta fotovoltaica. Esta comunicación deberá ser confirmada con el Centro de Control de la empresa distribuidora.

11.3. DOCUMENTACIÓN DEL PROYECTO

Este proyecto incluye todos los documentos exigidos por la normativa técnica aplicable y, como mínimo, presenta una descripción detallada —tanto escrita como gráfica— de la instalación eléctrica, los materiales empleados y los elementos necesarios para llevar a cabo la ejecución conforme a los estándares de calidad, seguridad y funcionalidad requeridos.

En aquellos casos en los que exista una “Guía de Proyectos” oficialmente reconocida y aplicable al tipo de instalación en cuestión, el contenido esencial del proyecto deberá estar alineado con las indicaciones recogidas en dicha guía. No obstante, este tipo de guías tiene un carácter orientativo. Por ello, los proyectos deben adaptarse a las particularidades técnicas y específicas de cada instalación, pudiendo ampliarse según el criterio técnico del proyectista y conforme a las buenas prácticas del sector.

El nivel de desarrollo de los distintos apartados contenidos en la guía será responsabilidad del autor del proyecto, quien debe garantizar la integridad y adecuación del documento, incluso en aquellos aspectos no cubiertos expresamente por la guía.

El proyecto debe ser elaborado antes del inicio de las obras y puesto a disposición del titular o promotor, además de presentarse con carácter previo a cualquier trámite administrativo.

Como mínimo, el proyecto incluirá los siguientes apartados:

- Memoria descriptiva
- Memoria de cálculos justificativos:
- Estudio de Seguridad y Salud o Estudio Básico, en función de lo exigido por la normativa vigente en prevención de riesgos laborales.
- Planos técnicos
- Pliego de condiciones
- Mediciones y presupuesto
- Otros documentos exigidos por la normativa sectorial correspondiente.

- Plazo estimado de ejecución o finalización de los trabajos.

En caso de que durante la tramitación administrativa o la ejecución del proyecto se produzca un cambio de empresa instaladora autorizada, dicha modificación deberá comunicarse expresamente ante la administración competente. Si esta modificación implica alteraciones en el diseño o memoria técnica, deberá presentarse una declaración de conformidad por parte de la empresa redactora original o, en su defecto, un nuevo proyecto técnico adaptado.

11.4. MODIFICACIONES Y AMPLIACIONES DE LAS INSTALACIONES Y SU DOCUMENTACIÓN TÉCNICA

11.4.1. CAMBIOS Y AMPLIACIONES NO SUSTANCIALES EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS

11.4.1.1. INSTALACIONES EN FUNCIONAMIENTO Y DOCUMENTACIÓN TÉCNICA ASOCIADA

Cuando se realicen cambios o ampliaciones menores en instalaciones eléctricas ya operativas, estos deberán quedar reflejados en la documentación técnica vinculada a la instalación. Es fundamental mantener actualizada esta información, especialmente en lo relativo a esquemas unifilares, trazados eléctricos, manuales de uso e instrucciones, así como los certificados correspondientes. La responsabilidad de actualizar esta documentación recae sobre la empresa instaladora autorizada que haya ejecutado las modificaciones y, si procede, en el técnico competente que haya dirigido los trabajos.

11.4.1.2. INSTALACIONES EN EJECUCIÓN Y DOCUMENTACIÓN DEL PROYECTO

En instalaciones eléctricas aún en fase de construcción, los cambios o ampliaciones que no alteren significativamente el diseño aprobado podrán ser incluidos como anexos al Certificado de Dirección y Finalización de obra o al Certificado de Instalación, según corresponda. En estos casos no será necesario presentar un proyecto reformado, siempre que las modificaciones no supongan una alteración sustancial respecto al diseño original. Este criterio se ajustará a lo que establece la normativa técnica estatal, en especial el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (Real Decreto 337/2014) y demás disposiciones complementarias.

11.4.2. MODIFICACIONES Y AMPLIACIONES DE CARÁCTER SIGNIFICATIVO

En aquellos casos en los que las intervenciones en la instalación eléctrica supongan cambios sustanciales, tanto en redes de baja como de alta tensión, será obligatorio presentar un nuevo proyecto técnico que recoja las modificaciones introducidas, además de toda la documentación exigida por la normativa vigente.

La empresa instaladora autorizada o el técnico competente, dependiendo del alcance del cambio, deberá justificar debidamente las modificaciones y proceder a la actualización del diseño original. Dicho proyecto deberá someterse al procedimiento de autorización técnica correspondiente, conforme a lo establecido en la Ley 21/1992, de Industria, y en el Real Decreto 337/2014, así como en cualquier otra normativa aplicable.

En caso de haberse ejecutado reformas de importancia que no hayan sido recogidas en la documentación técnica presentada, la Administración competente o, en su caso, el Organismo de Control Autorizado (OCA), emitirá un informe de inspección con resultado desfavorable, lo que supondrá la no autorización para la puesta en servicio o, si la instalación ya estuviese activa, su declaración como no conforme. Todo ello, sin perjuicio de

las responsabilidades legales que puedan derivarse para los responsables, conforme al régimen sancionador de la Ley de Industria.

11.5. DOCUMENTACIÓN FINAL

Una vez concluidas las obras eléctricas, la instalación deberá estar completamente documentada, de forma que los usuarios dispongan de toda la información técnica relevante, el nivel de calidad alcanzado, así como las instrucciones necesarias para su uso y mantenimiento. Esta documentación incluirá, como mínimo, lo siguiente:

- Documentación administrativa y legal: identificación de los técnicos y empresas participantes, acta de recepción de obra (o documento equivalente), autorizaciones pertinentes y demás documentos exigidos por la legislación vigente.
- Documentación técnica: incluye el Documento Técnico de Diseño (DTD), certificados de instalación y cualquier otro documento técnico relativo a los materiales y equipos utilizados.
- Manual de uso y mantenimiento: debe recoger las condiciones de utilización, las instrucciones generales y específicas para su funcionamiento seguro, las acciones de mantenimiento (frecuencia, responsables, procedimientos, etc.) y las medidas preventivas. Este manual deberá incluir también el esquema unifilar actualizado y documentación gráfica complementaria.
- Certificados de eficiencia energética (cuando sean necesarios): que acrediten el cumplimiento de los requisitos establecidos en materia de eficiencia energética.

Toda esta información deberá ser compilada y conservada por el titular o promotor de la instalación durante toda su vida útil. En instalaciones o edificios con distintas unidades susceptibles de venta o cesión, la documentación deberá ser entregada a la comunidad de propietarios que se constituya.

11.6. CERTIFICADO DE DIRECCIÓN Y FINALIZACIÓN DE OBRA

Este certificado será emitido por el técnico director de la instalación (ingeniero competente), quien confirmará que ha supervisado personalmente el desarrollo de los trabajos, verificando su correcta ejecución de acuerdo con el proyecto aprobado y las modificaciones menores que pudieran haberse incorporado.

El certificado acreditará que la instalación se ha realizado conforme a la normativa técnica vigente, incluyendo el Reglamento de Seguridad correspondiente. Este documento deberá cumplir el formato y contenido establecido por la legislación nacional aplicable.

En caso de que durante la ejecución del proyecto se produzca un cambio de técnico proyectista o director de obra, esta circunstancia deberá quedar debidamente reflejada en la documentación presentada a la Administración, indicando al nuevo responsable técnico designado. Si este cambio conlleva alteraciones sustanciales respecto al proyecto original, será necesario presentar una nueva versión del mismo o, en su caso, contar con la conformidad expresa del autor del diseño inicial.

El certificado de finalización emitido por el técnico facultativo perderá su validez si no se presenta ante la Administración en un plazo de tres meses desde su fecha de emisión.

Transcurrido ese tiempo, se deberá expedir una nueva versión del certificado, actualizada y firmada nuevamente por el mismo profesional.

11.7. CERTIFICADO DE INSTALACIÓN

Este documento es emitido por la empresa instaladora autorizada y firmado por un técnico habilitado perteneciente a la misma. Su finalidad es certificar que la instalación eléctrica ha sido finalizada y ejecutada conforme a la reglamentación vigente, cumpliendo con lo establecido en el documento técnico de diseño aprobado.

El certificado también asegura que se han llevado a cabo las verificaciones necesarias con resultados satisfactorios, y que se han utilizado materiales y equipos que cumplen con las normas técnicas de obligado cumplimiento.

La empresa instaladora está obligada a emitir un Certificado de Instalación conforme al modelo oficial, así como un Manual de Instrucciones, tanto en instalaciones nuevas como en reformas. En aquellos casos en los que existan instalaciones individuales dentro de un conjunto, deberá emitirse un certificado y un manual por cada una de ellas, además del correspondiente a las zonas comunes.

Como criterio general, no se aceptarán certificados individuales si no están acompañados por el certificado de la instalación común a la que están conectados.

Una vez emitido, fechado y firmado, el Certificado de Instalación deberá ser presentado ante la Administración competente en un plazo máximo de tres meses desde la fecha de emisión. Si se excede este plazo, será necesario emitir un nuevo certificado actualizado, firmado nuevamente por el mismo técnico responsable.

11.8. LIBRO DE ÓRDENES

En aquellas instalaciones eléctricas que requieran Dirección Facultativa, será obligatorio disponer de un Libro de Órdenes y Asistencias, en el que se reflejen todas las incidencias relevantes ocurridas durante la ejecución de la obra, así como las instrucciones, modificaciones o directrices emitidas por la Dirección Técnica al contratista o empresa instaladora.

Este libro deberá estar presente en la obra desde el inicio de los trabajos, debidamente diligenciado por el Colegio Oficial correspondiente, y podrá ser requerido por la Administración competente en cualquier fase del proceso, tanto durante la ejecución como tras la finalización de los trabajos. Tendrá carácter probatorio en caso de discrepancias entre la dirección técnica y las empresas participantes.

El cumplimiento de las órdenes reflejadas en este documento es de obligado acatamiento por parte del contratista o empresa instaladora autorizada, así como de aquellas establecidas en el Pliego de Condiciones.

Asimismo, será obligación del contratista anotar fielmente en el Libro todas las instrucciones recibidas por escrito de la Dirección Facultativa, firmando el correspondiente acuse de recibo. La Dirección deberá autorizar dichas anotaciones en el mismo libro.

El Libro de Órdenes y Asistencias se regirá por lo dispuesto en la normativa estatal vigente, particularmente lo establecido en el Decreto 462/1971 y en la Orden de 9 de junio de 1971, en tanto no exista una disposición más actualizada que lo sustituya.

11.9. INCOMPATIBILIDADES

Dentro de una misma obra o instalación, no se permitirá que el técnico responsable de la Dirección de Obra coincida con el instalador ni mantenga una relación laboral, mercantil o de dependencia directa con la empresa instaladora que ejecuta los trabajos. Esta separación garantiza la independencia técnica y la objetividad en la supervisión de la instalación, conforme a los principios de imparcialidad exigidos por la legislación profesional y técnica vigente.

11.10. INSTALACIONES REALIZADAS POR VARIAS EMPRESAS INSTALADORAS

Cuando una instalación eléctrica sea ejecutada por más de una empresa instaladora autorizada, de forma simultánea o coordinada, deberá quedar perfectamente definido el alcance y responsabilidad de cada una, así como su jerarquía funcional dentro del proyecto.

Cada empresa deberá emitir su propio Certificado de Instalación correspondiente a la parte de la instalación que haya ejecutado. Por su parte, la Dirección Facultativa deberá reflejar

esta circunstancia de forma expresa en el Certificado de Dirección y Finalización de Obra, especificando claramente el reparto de tareas entre las distintas empresas intervinientes.

11.11. SUBCONTRATACIÓN

La subcontratación de trabajos será permitida exclusivamente entre empresas instaladoras debidamente autorizadas, y requerirá siempre la autorización previa y expresa del Promotor de la instalación.

Los subcontratistas estarán obligados a cumplir con los mismos estándares de calidad, seguridad y profesionalidad que la empresa instaladora principal, y responderán directamente ante ella en cuanto al cumplimiento de los trabajos asignados. La empresa principal mantendrá la responsabilidad última sobre la correcta ejecución de las obras conforme a los requisitos normativos y técnicos aplicables.

12. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

1. OBJETO DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

El presente Estudio Básico de Seguridad y Salud (E.B.S.S.) tiene como objeto disminuir los riesgos de los accidentes de trabajo y enfermedades profesionales, así como disminuir sus consecuencias en razón del cumplimiento de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, y la normativa que la desarrolla. Todo ello, determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades precisas para establecer un adecuado nivel de protección de la seguridad y salud de los trabajadores. Éste ha de servir de base para que las Empresas Contratistas y cualesquiera otras que participen en la ejecución de las obras a que hace referencia el proyecto en el que se encuentra incluido este estudio, las lleven a efecto en las mejores condiciones que puedan alcanzarse respecto a garantizar el mantenimiento de

la salud, la integridad física y la vida de los trabajadores de las mismas, cumpliendo así lo que ordena en su articulado el R.D. 1627/97.

2. ALCANCE DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

El presente estudio contiene todas las medidas preventivas aplicables a los riesgos derivados de los trabajos a realizar para la puesta en marcha del presente proyecto. El Estudio Básico de Seguridad y Salud debe servir también de base para que las Empresas Constructoras, Contratistas, Subcontratistas y trabajadores autónomos que participen en las obras, antes del comienzo de la actividad en las mismas, puedan elaborar un Plan de Seguridad y Salud tal y como indica el articulado del Real Decreto citado en el punto anterior. En dicho Plan podrán modificarse algunos de los aspectos señalados en este Estudio con los requisitos que establece la mencionada normativa. El citado Plan de Seguridad y Salud es el que, en definitiva, permitirá conseguir y mantener las condiciones de trabajo necesarias para proteger la salud y la vida de los trabajadores durante el desarrollo de las obras que contempla este estudio.

2.1 MEMORIA INFORMATIVA

2.1.2 METODOLOGÍA

Se identificarán todos los posibles riesgos, eliminables o no, estableciendo las medidas preventivas que sea posible aplicar. Dichos riesgos se clasificarán por “factores de riesgo” asociados a las distintas operaciones que se realizarán en la obra.

DATOS DE LA OBRA Y ANTECEDENTES

Denominación:

Proyecto de instalación solar fotovoltaica conectada a red para un club de esgrima en Alicante de 60kWp. Plazo de ejecución previsto Se tiene programado un plazo de ejecución de 30 días laborables, si la meteorología acompaña y se coordina adecuadamente el trabajo de todos los participantes en la obra.

Número de trabajadores:

Se estima que el número de trabajadores que operarán en la obra será de 6.

Accesos

El acceso del personal se llevará a cabo a través de una plataforma elevadora que nos permitirá llegar a la azotea interesada por la instalación. La carga y descarga de material se llevará a cabo a través de camión grúa autocargante.

En el caso en el que en la empresa objeto de estudio cuente con una línea de alta tensión de 20kV cerca o dentro de su propiedad se tendrá en cuenta el proceso de descarga del material. Por tanto, durante todo el tiempo de permanencia de la grúa en la obra, se debe plantear un diámetro de seguridad alrededor de la citada línea para evitar el contacto de la grúa con la misma.

El Real Decreto 614/2001 establece las distancias de seguridad en función del voltaje de la línea, ya que, si la máquina entra en contacto con el cable, todos los que estén en contacto con ella o con elementos metálicos próximos podrían sufrir una descarga eléctrica. Estas distancias son las siguientes:

Tensión de la línea	Distancia de seguridad
Menos de 66 kV	3 m.
Más de 66 kV	5 m.
Más de 220 kV	7 m.

En el caso que nos concierne, la distancia mínima de seguridad que hay que mantener desde la grúa hasta la línea de alta tensión es de 3 metros, aunque el alcance de la grúa sea mayor.

2.13 TIPO DE TRABAJOS

El proyecto plantea la instalación de paneles fotovoltaicos. Dichos materiales son pesados y su instalación comprende tanto elementos mecánicos (anclajes), como eléctricos (cableado).

Es de esperar que sea necesario realizar las siguientes actividades:

- Acopio, armado e izado de estructuras, paneles y medios auxiliares.
- Manejo manual de cargas.
- Utilización de maquinaria de izado: grúas móviles.
- Instalación de cuadros eléctricos y cableado.
- Balizamiento e instalación de protecciones.
- Trabajos en altura en accesorios.
- Transporte de materiales y equipos dentro de la obra.

2.14 MAQUINARIA Y MEDIOS AUXILIARES

La maquinaria y los medios auxiliares más significativos que se prevén utilizar para la ejecución de los trabajos objeto del presente Estudio son aquellos que se relacionan a continuación:

Equipamiento:

- Camión de transporte.
- Grúa móvil.
- Camión grúa.
- Cableante de izado.
- Pistolas de fijación.
- Taladradoras de mano
- Corta tubos.
- Curvadoras de tubos.
- Radiales y esmeriladoras.
- Tracteles, poleas, aparejos, eslingas, grilletes, etc.
- Martillo rompedor y picador.

Medios auxiliares:

- Escaleras de tijera.
- Cuadros eléctricos auxiliares.
- Instalaciones eléctricas provisionales.
- Herramientas de mano.
- Bancos de trabajo.
- Equipos de medida.
- Comprobador de secuencia de fases.
- Medidor de aislamiento.
- Medidor de tierras.
- Pinzas amperimétricas

2.2 MEDIDAS DE PREVENCIÓN GENERALES

2.2.1 SEÑALIZACIÓN

El Real Decreto 485/1997, de 14 de abril por el que se establecen las disposiciones mínimas de carácter general relativas a la señalización de seguridad y salud en el trabajo, indica que deberá utilizarse una señalización de seguridad y salud a fin de:

- A. Llamar la atención de los trabajadores sobre la existencia de determinados riesgos, prohibiciones u obligaciones.
- B. Alertar a los trabajadores cuando se produzca una determinada situación de emergencia que requiera medidas urgentes de protección o evacuación.
- C. Facilitar a los trabajadores la localización e identificación de determinados medios o instalaciones de protección, evacuación, emergencia o primeros auxilios.
- D. Orientar o guiar a los trabajadores que realicen determinadas maniobras peligrosas.

Paneles de señalización:

- Señales de advertencia
 - Forma: Triangular
 - Color de fondo: Amarillo
 - Color de contraste: Negro
 - Color de símbolo: Negro
- Señales de prohibición:
 - Forma: Redonda
 - Color de fondo: Blanco
 - Color de contraste: Rojo
 - Color de Símbolo: Negro
 -
- Señales de obligación:

- Forma: Redonda
 - Color de fondo: Azul
 - Color de Símbolo: Blanco
- Señales relativas a los equipos de lucha contra incendios:
- Forma: Rectangular o cuadrada
 - Color de fondo: Rojo
 - Color de Símbolo: Blanco
- Señales de salvamento o socorro:
- Forma: Rectangular o cuadrada
 - Color de fondo: Verde
 - Color de Símbolo: Blanco

Cinta de señalización

En caso de señalar obstáculos, zonas de caída de objetos, caída de personas a distinto nivel, choques, golpes, etc., se señalará con los anteriores paneles o bien se delimitará la zona de exposición al riesgo con cintas de tela o materiales plásticos con franjas alternadas oblicuas en color amarillo y negro, inclinadas 45°.

Cinta de delimitación de zona de trabajo:

Las zonas de trabajo se delimitarán con cintas de franjas alternas verticales de colores blanco y rojo.

2.2.2 ILUMINACIÓN

Cumplirá el anexo IV del RD 486/97, que establece las condiciones mínimas de iluminación en función de la zona de trabajo:

Zona		Nivel de iluminación mínimo (lux)
Zonas donde se ejecuten tareas con:	Baja exigencia visual	100
	Exigencia visual moderada	200
	Exigencia visual alta	500
	Exigencia visual muy alta	1000
Áreas o locales de uso ocasional		25
Áreas o locales de uso habitual		100
Vías de circulación de uso ocasional		25
Vías de circulación de uso habitual		50

Estos niveles mínimos deberán duplicarse cuando concurren las siguientes circunstancias:

- En áreas o locales de uso general y en las vías de circulación, cuando por sus características, estado u ocupación, existan riesgos apreciables de caídas, choque u otros accidentes.
- En las zonas donde se efectúen tareas, y un error de apreciación visual durante la realización de las mismas, pueda suponer un peligro para el trabajador que las ejecuta o para terceros.

Los accesorios de iluminación exterior serán estancos a la humedad. No se permitirá ningún tipo de iluminación basado en llama.

2.2.3 SEÑALES ÓPTICO-ACÚSTICAS DE VEHÍCULOS DE OBRA

Las máquinas autoportantes que puedan intervenir en las operaciones de manutención deberán disponer de:

- Una bocina o claxon de señalización acústica cuyo nivel sonoro sea superior al ruido ambiental, de manera que sea claramente audible; si se trata de señales intermitentes, la duración, intervalo y agrupación de los impulsos deberá permitir su correcta identificación, en cumplimiento del anexo IV del RD 485/97.
- Señales sonoras o luminosas (previsiblemente ambas a la vez) para indicación de la maniobra de marcha atrás (anexo I del RD 1215/97). Konery Eficiencia Energética S.L. – Calle José Manuel
- Los dispositivos de emisión de señales luminosas para uso en caso de peligro grave deberán ser objeto de revisiones especiales o ir provistos de una bombilla auxiliar.
- En la parte más alta de la cabina dispondrán de un señalizado rotativo luminoso destellante de color ámbar para alertar de su presencia en circulación viaria.
- Dos focos de posición y cruce en la parte delantera y dos pilotos luminosos de color rojo detrás
- Dispositivo de balizamiento de posición y preseñalización (laminas, conos, cintas, mallas, lámparas destellantes, etc.).
- Protecciones colectivas particulares a cada fase de obra

2.2.4 CIRCULACIÓN Y ACCESOS A LA OBRA

En lo referente a circulación por la obra y los accesos a la misma, se aplicará lo indicado en el artículo 11 del anexo IV del RD 1627/97.

- Los accesos de vehículos deben ser distintos de los del personal, en el caso de que se utilicen los mismos se debe dejar un pasillo para el paso de personas protegido mediante vallas.
- En ambos casos los pasos deben ser de superficies regulares, bien compactadas y niveladas.
- Si fuese necesario realizar pendientes se recomienda que estas no superen un 11% de desnivel.
- Todas estas vías estarán debidamente señalizadas y periódicamente se procederá a su control y mantenimiento.
- Si existieran zonas de acceso limitado deberán estar equipadas con dispositivos que eviten el paso de los trabajadores no autorizados.
- El paso de vehículos en el sentido de entrada se señalizará con limitación de velocidad a 10 ó 20 Km./h. y ceda el paso.
- Se obligará la detención con una señal de STOP en lugar visible del acceso en sentido de salida.
- En las zonas donde se prevé que puedan producirse caídas de personas o vehículos deberán ser balizadas y protegidas convenientemente.
- Las maniobras de camiones y hormigoneras deberán ser dirigidas por un operario competente, y deberán colocarse topes para las operaciones de aproximación y vaciado.

2.2.5 PROTECCIONES COLECTIVAS

- Protección mecánica en huecos para evitar riesgos de caídas.
- En cada tajo colocar un extintor portátil de polvo polivalente.
- Mamparas opacas para aquellos puestos de trabajo que generen riesgo de proyecciones (por partículas o por arco de soldadura) a terceros.

- Uso de lona ignífuga para cubrir los materiales combustibles que estén próximos a los trabajos de proyecciones incandescentes, otra medida es retirarlos a otra zona de acopio de materiales.
- Se mantendrán ordenados los materiales, cables y mangueras para evitar el riesgo de golpes o caídas al mismo nivel por esta causa.
- Los restos de materiales generados por el trabajo se retirarán periódicamente, recolocándolos en las instalaciones preparadas para ello o en las zonas de acopio de materiales o acopio de residuos.

2.2.6 PROTECCIONES PERSONALES

Como complemento de las protecciones colectivas será obligatorio el uso de las protecciones personales. Los mandos intermedios y el personal de seguridad vigilarán y controlarán la correcta utilización de estas prendas de protección.

Se prevé el uso, en mayor o menor grado, de las siguientes protecciones personales:

- Casco.
- Pantalla facial transparente.
- Pantalla de soldador con visor abatible y cristal de inactínico.
- Mascarillas faciales según necesidades.
- Guantes de varios tipos.
- Cinturón de seguridad.
- Absorbedores de energía.
- Chaqueta, peto, manguitos y polainas de cuero.
- Gafas (contra impactos, viruta, etc.).
- Calzado de seguridad adecuado para cada uno de los trabajos.
- Protección auditiva.
- Ropa de trabajo. Todos los equipos de protección individual (EPI) deberán cumplir los siguientes requisitos:

- 1) Marcado CE. Dispondrán del certificado y del sello de forma visible.
- 2) Se regirán por el Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

2.2.7 FORMACIÓN DEL PERSONAL SOBRE RIESGOS LABORALES

La finalidad de la prevención de Riesgos Laborales en su aplicación en trabajos de riesgo especial es la acción de informar y formar a los trabajadores de los riesgos propios de los trabajos que van a realizar y, asimismo, darles a conocer las técnicas preventivas y mantener la seguridad de todo el personal.

Por lo tanto, cada operario que participe en la obra aquí descrita deberá estar formado e informado de los riesgos que trae consigo la ejecución de sus trabajos y de las medidas o técnicas preventivas a aplicar para evitarlos, o en su defecto, disminuir sus consecuencias. Asimismo, cada uno de ellos deberá probar que posee dicha cualificación en virtud de la siguiente documentación:

- Certificado de información de los riesgos del trabajo a ejecutar.
- Certificación de los riesgos de los trabajos que se vayan a ejecutar en la misma obra y al mismo tiempo.
- Certificado de la asistencia al curso de formación de Prevención de Riesgos Laborales, de carácter general, y del riesgo específico que deriven el trabajo a ejecutar (constarán las horas del mismo, el temario y el diploma).

2.2.8 PUESTA EN MARCHA DE LA INSTALACIÓN

Las operaciones y maniobras para dejar sin tensión una instalación, antes de iniciar el «trabajo sin tensión», y la reposición de la tensión, al finalizarlo, las realizarán trabajadores autorizados que, en el caso de instalaciones de alta tensión, deberán ser trabajadores cualificados.

Una vez identificados la zona y los elementos de la instalación donde se va a realizar el trabajo, y salvo que existan razones esenciales para hacerlo de otra forma, se seguirá el proceso que se describe a continuación, que se desarrolla secuencialmente en cinco etapas:

- 1.^a Desconectar.
- 2.^a Prevenir cualquier posible realimentación.
- 3.^a Verificar la ausencia de tensión.
- 4.^a Poner a tierra y en cortocircuito.
- 5.^a Proteger frente a elementos próximos en tensión, en su caso, y establecer una señalización de seguridad para delimitar la zona de trabajo.

Hasta que no se hayan completado las cinco etapas no podrá autorizarse el inicio del trabajo sin tensión y se considerará en tensión la parte de la instalación afectada. Sin embargo, para establecer la señalización de seguridad indicada en la quinta etapa podrá considerarse que la instalación está sin tensión si se han completado las cuatro etapas anteriores y no pueden invadirse zonas de peligro de elementos próximos en tensión.

2.3 RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS ACOPIO, ARMADO E IZADO DE ESTRUCTURAS Y PANELES

Evaluación de riesgos

- Cabe esperar que puedan darse los siguientes riesgos:
- Accidentes derivados del manejo de vehículos.
- Daños ocasionados por máquinas de obra civil y auxiliares.
- Daños ocasionados por maquinaria de izado.
- Daños por sobreesfuerzos y atrapamientos.

- Daños ocasionados por caídas de objetos durante su manipulación.
- Caídas de personas a distinto nivel (caídas de altura) y caídas al mismo nivel.
- Daños por proyección de esquirlas.
- Riesgo de quemaduras.
- Daños ocasionados por derrumbes y desplomes en los trabajos sobre la cubierta de la nave.
- Daños ocasionados por descargas atmosféricas.
- Riesgo eléctrico por proximidad de línea de alta tensión Medidas preventivas a adoptar En primer lugar, se realizarán inspecciones constantes y exhaustivas de todos los medios a emplear, siendo desechados todos aquellos que ofrezcan alguna duda en cuanto a su seguridad.

Las medidas de prevención que se emplearán son:

- Todo aquel que conduzca un vehículo estará en posesión del carnet de conducir en regla.
- El tráfico de maquinaria y vehículos estará controlado convenientemente, especialmente durante las operaciones de carga y descarga de material, en cumplimiento de la instrucción relativa a la utilización de maquinaria de obra civil y auxiliares.
- Se seguirá la instrucción relativa a la utilización de herramientas y maquinaria de izado y arriostrado.
- Se seguirá la instrucción relativa al manejo manual de cargas.
- Para trabajos al nivel del suelo se utilizarán las siguientes protecciones: casco de seguridad, guantes de trabajo y calzado de seguridad.
- El acopio de materiales se realizará en una zona estable y la altura de estos no deberá superar los 1,5 metros de manera que no se produzcan derrames o vuelcos. Cuando sea necesario almacenarlos a una altura superior se adoptarán las medidas extraordinarias que sean necesarias (sujeciones, calzos, análisis de la distribución y asentamiento del material, etc.)

- La base sobre la que se asienten los materiales acopiados será apropiada para el peso que se colocará encima.
- En materiales voluminosos cilíndricos (tubos y bobinas de cable) se utilizarán calzos para su inmovilización.
- Las zonas de paso estarán libres de materiales o residuos y deberán estar bien definidas, mediante señales si fuera necesario.
- Para la realización de trabajos en altura el equipo individual incluirá cinturón y sistema anticaída.
- En la realización de dichas operaciones, y especialmente en ascensos, descensos y desplazamientos, el trabajador estará permanentemente sujeto.
- Las herramientas que se utilicen en la cubierta siempre irán dentro de las bolsas portaherramientas.
- Se evitarán en lo posible trabajos simultáneos en el mismo vertical. Si esto no se pudiera evitar, se dispondrían las medidas de seguridad necesarias para dicha situación, estando en todo caso advertidos los operarios de dicha circunstancia.
- En todo caso, se seguirá la instrucción relativa a la utilización de accesorios de trabajos en altura.
- Cuando se realicen operaciones que produzcan viruta o cualquier otro tipo de residuo de pequeño tamaño, el operario utilizará gafas de protección.
- Para evitar incendios, especialmente ante operaciones de soldado o de corte, se establecerán las medidas de protección y prevención oportunas (pantallas de protección, cortafuegos, vías de agua, etc.)
- Se seguirá la instrucción relativa a trabajos sobre cubiertas de edificios.
- Durante los trabajos de izado, la estructura metálica deberá estar conectada permanentemente a una toma de tierra temporal. En caso de tormenta, temporal o fuerte viento el responsable de los trabajos de izado suspenderá los mismos hasta que las condiciones mejoren.
- El recurso preventivo estará presente durante los trabajos de descarga del material para comprobar que se respetan las distancias de seguridad con la línea de alta tensión que pasa por la parcela donde se encuentra la obra.

2.3.4 CUADROS E INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Evaluación de riesgos El principal riesgo en este aspecto es el contacto eléctrico directo o indirecto con corriente eléctrica o elementos en tensión.

Medidas preventivas a adoptar

- Las tomas de corriente que se usen para enchufar herramientas o máquinas eléctricas estarán alojadas en cuadros eléctricos con protección IP-65 como mínimo.
- Dichos cuadros dispondrán depuesta a tierra, diferenciales de 30 ó 300 mA (para herramientas eléctricas portátiles o para circuitos de fuerza, respectivamente). Habrá así mismo protecciones magnetotérmicas.

2.3.5 ESTRUCTURAS

Para soportar los paneles se utiliza una estructura a base de perfiles especiales. En este apartado se contemplan los riesgos relacionados con dichos elementos y su montaje.

Evaluación de riesgos Es posible que tengan lugar algunos de los siguientes riesgos:

- Cortes en las manos.
- Caídas de objetos a distinto nivel.
- Golpes en manos, pies y cabeza.
- Electrocuaciones por contacto indirecto.
- Caída al mismo nivel. Medidas preventivas a adoptar
- Las herramientas de mano irán enganchadas con mosquetón para evitar su caída.
- Se habilitarán espacios para situar los materiales.

- Las maniobras de ubicación de la armadura serán realizadas por tres operarios: dos controlando el elemento mediante cuerdas sujetas a sus extremos y otro guiando la operación.
- Ningún operario permanecerá debajo de elementos suspendidos o de zonas en las que se estén realizando soldaduras.
- El Equipo de Protección Individual incluirá casco, calzado con suela reforzada y arnés de seguridad.

2.3.5.1 BALIZAMIENTO E INSTALACIÓN DE PROTECCIONES

Evaluación de riesgos

Este apartado se refiere a operaciones de balizamiento en las que se realizarán tareas de pintado e instalación de elementos eléctricos en altura. Esto puede dar lugar a los siguientes riesgos:

- Daños por sobreesfuerzos y atrapamientos.
- Daños por caídas de objetos.
- Caída de personas a distinto y al mismo nivel.
- Irritaciones o intoxicaciones provocadas por pinturas u otros productos utilizados en el pintado de superficies.
- Daños por derrumbes y desplomes en trabajos sobre la cubierta del edificio.
- Daños por descargas atmosféricas o condiciones climatológicas adversas.
- Riesgo de exposición a radiaciones no ionizantes.

Medidas preventivas a adoptar

- Los trabajos serán realizados por operarios especializados.

- El recurso preventivo estará presente durante la colocación y retirada de las protecciones colectivas.
- Se utilizará arnés de seguridad tanto en las subidas y bajadas como en las operaciones en la cubierta.
- Las herramientas irán en las bolsas correspondientes y tendrán sistemas anticaídas con mosquetón.
- Será obligatorio el uso de casco en la zona de la obra.
- Se observarán el resto de indicaciones para trabajos en altura anteriormente comentadas.

2.3.6 TRABAJOS EN ALTURA EN ACCESORIOS

Evaluación de riesgos

Cuando se utilicen plataformas de trabajo, escaleras de mano y andamios para los trabajos en altura es posible que existan los siguientes riesgos:

- Daños por caída de objetos mientras se manipulan
- Caída de personas a distinto nivel

Medidas preventivas a adoptar

- El recurso preventivo estará presente durante la colocación y retirada de las protecciones colectivas
- Las plataformas de trabajo deberán cumplir los siguientes requerimientos:
 - Ser un conjunto estructuralmente rígido, resistente y estable
 - Disponer de barandillas resistentes de 0,90 metros cuando la base de trabajo se encuentre a más de 2 metros de altura
 - El ancho mínimo de la plataforma será de 0,40 metros
 - Las torretas de andamio con ruedas sólo se utilizarán en superficies completamente lisas y horizontales

- Éstas sólo se moverán cuando no haya nadie trabajando en ellas
- Las ruedas deberán tener mecanismos de inmovilización
- Para alturas menores de 7,5 metros deberán cumplirse que el lado menor de la base sea al menos $1/5$ de la altura del andamio. Para alturas de entre 7,5 y 15 metros su menor lado en cualquier planta deberá ser $1/5$ de la altura total. En alturas mayores de 15 metros no se utilizarán torretas de andamio móviles
- Las escaleras de mano deberán utilizarse de acuerdo con las siguientes medidas:
 - Se deberán apoyar en superficies perfectamente horizontales y estables
 - La escalera debe ser al menos 1 metro más alta que la altura a la que se quiere llegar
 - Al subir y bajar las manos deberán estar libres para apoyarse en la escalera
 - Siempre se subirá o bajará de cara a la escalera, nunca de espaldas
 - No se permitirá que haya subida más de una persona en cada momento a la escalera
 - En los apoyos la superficie será antideslizante
 - Se inmovilizará la parte superior de la escalera para evitar posibles separaciones
 - En escaleras de tijera deberá haber una cadena que unos ambos lados de la misma, evitando la apertura accidental de las dos partes
 - Sólo se utilizarán escaleras con una resistencia y altura adecuada
 - Sólo se empalmarán escaleras que dispongan de dispositivos específicos para ello
 - En alturas superiores a 7 metros se inmovilizarán las escaleras en su parte superior y será necesario el uso de elementos de seguridad anticaída atados a un sistema independiente de la escalera
 - En caso de apoyar sobre un poste, la escalera se sujetará mediante abrazaderas
 - Sólo se utilizarán escaleras en perfecto estado y que no presenten defectos visibles, especialmente las de madera, que deberán estar pintadas con barnices transparentes que permitan ver los posibles defectos
- Los andamios de borriquetas deberán cumplir con las siguientes medidas de seguridad:

- La superficie de apoyo será lisa y horizontal, sin elementos de apoyo improvisados e inestables
 - La distancia máxima entre borriquetas será de 3,5 metros para plataformas de tableros de espesor mínimo de 50 mm
 - Sólo se utilizará este tipo de andamio para estructuras de poca entidad
 - No se cargarán con materiales de peso superior a 50 kg, evitando otros posibles sobrepesos.
 - El ancho mínimo de la base de trabajo será de 60 cm.
 - Si el andamio supera los 2 metros de altura deberá incorporar barandillas rígidas en todo su perímetro
 - Si se superan los 3 metros de altura, las borriquetas irán arriostradas.
 - Las borriquetas de tijera llevarán cadena para evitar que se abran.
- En cuanto a los andamios tubulares, las medidas específicas son las siguientes:
- El equipo individual incluirá todos los elementos mencionados para trabajos en altura (casco, botas con puntera reforzada y suela antideslizante, guantes, bolsa de herramientas y arnés o cinturón de seguridad).
 - Cada tramo de andamio irá arriostrado en su diagonal.
 - La construcción del andamio se hará de forma uniforme, evitando que algunas partes se eleven exageradamente respecto de otras. o Como norma general se pondrá un anclaje cada 3 metros en el frente de trabajo y cada 6 metros en horizontal, no construyéndose ningún otro tramo antes de anclar la parte anterior.
 - Se observará cada pieza en busca de posibles defectos, desechándose si presentara golpes, grietas u óxido.
 - La superficie de apoyo será lisa, resistente y horizontal. Se utilizarán bloques de madera y placas de reparto en los puntos de apoyo, y husillos de nivelación en caso de que fueran necesarios.
-

- La carga máxima sobre la plataforma será en principio de 250 kg, incluyendo el peso de 2 personas.
- La separación máxima respecto del elemento vertical junto al que está el andamio será de 45 cm. o En caso de que se usen redes de seguridad, habrá de tenerse en cuenta el posible efecto vela de éstas, reforzándose los anclajes si fuera necesario.
- En el desmontaje nunca se quitará un anclaje antes que el correspondiente cuerpo del andamio. En caso de haber red de seguridad, ésta se quitará en primer lugar.

2.4 OBLIGACIONES DEL PROMOTOR

El promotor, antes del inicio de los trabajos, designará un coordinador en materia de seguridad y salud, lo cual no le excluirá de sus responsabilidades.

Antes del comienzo de las obras deberá avisar a la autoridad laboral de la misma.

2.4.1 COORDINACIÓN EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD

El coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra deberá desarrollar las siguientes funciones:

- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y de seguridad:
 - Al tomar las decisiones técnicas y de organización con el fin de planificar los distintos trabajos o fases de trabajo que vayan a desarrollarse simultánea o sucesivamente.

- Al estimar la duración requerida para la ejecución de estos distintos trabajos o fases de trabajo.
- Coordinar las actividades de la obra para garantizar que los contratistas y, en su caso, los subcontratistas y los trabajadores autónomos apliquen de manera coherente y responsable los principios de la acción preventiva que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra y, en particular, en las tareas o actividades a que se refiere el artículo 10 del Real Decreto 162
- Aprobar el plan de seguridad y salud elaborado por el contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo. La dirección facultativa asumirá esta función cuando no fuera necesaria la designación de coordinador.
- Organizar la coordinación de actividades empresariales prevista en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- Adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a la obra. La dirección facultativa asumirá esta función cuando no fuera necesaria la designación de coordinador.

2.4.2 PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

En aplicación del Estudio de Seguridad y Salud o, en su caso, del Estudio básico, cada contratista elaborará un Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el Estudio o Estudio Básico, en función de su propio sistema de ejecución de la obra, conociendo cómo va a ejecutarse la obra (medios materiales y humanos, sistemas de ejecución, etc.)

En dicho plan se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención que el contratista proponga con la correspondiente justificación técnica, que no podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos en el estudio o estudio básico (incluirán la valoración económica de las mismas, que no podrá implicar disminución del importe total).

El Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo incluirá una memoria descriptiva de los procedimientos, equipos técnicos y medios auxiliares que hayan de utilizarse o cuya utilización pueda preverse; identificación de los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando a tal efecto las medidas técnicas necesarias para ello; relación de los riesgos laborales que no puedan eliminarse conforme a lo señalado anteriormente, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos y valorando su eficacia, en especial cuando se propongan medidas alternativas.

Asimismo, se incluirá la descripción de los servicios sanitarios y comunes de que deberá estar dotado el centro de trabajo de la obra, en función del número de trabajadores que vayan a utilizarlos.

En la elaboración de la memoria habrán de tenerse en cuenta las condiciones del entorno en que se realice la obra, así como la tipología y características de los materiales y elementos que hayan de utilizarse, determinación del proceso constructivo y orden de ejecución de los trabajos.

Constará también de pliego de condiciones particulares en el que se tendrán en cuenta las normas legales y reglamentarias aplicables a las especificaciones técnicas propias de la obra de que se trate, así como las prescripciones que se habrán de cumplir en relación con las características, la utilización y la conservación de las máquinas, útiles, herramientas, sistemas y equipos preventivos.

El plan contendrá los planos en los que se desarrollen los gráficos y esquemas necesarios para la mejor definición y comprensión de las medidas preventivas definidas en la memoria, con expresión de las especificaciones técnicas necesarias.

Dispondrá de mediciones de todas aquellas unidades o elementos de seguridad y salud en el trabajo que hayan sido definidos o proyectados.

Por último, contendrá el presupuesto que cuantifique el conjunto de gastos previstos para la aplicación y ejecución del estudio de seguridad y salud.

Dicho estudio deberá formar parte del proyecto de ejecución de obra o, en su caso, del proyecto de obra, ser coherente con el contenido del mismo y recoger las medidas preventivas adecuadas a los riesgos que conlleve la realización de la obra. El presupuesto para la aplicación y ejecución del estudio de seguridad y salud deberá cuantificar el conjunto de gastos previstos, tanto por lo que se refiere a la suma total como a la valoración unitaria de elementos, con referencia al cuadro de precios sobre el que se calcula. Sólo podrán figurar partidas alzadas en los casos de elementos u operaciones de difícil previsión.

Las mediciones, calidades y valoración recogidas en el presupuesto del estudio de seguridad y salud podrán ser modificadas o sustituidas por alternativas propuestas por el contratista en el plan de seguridad y salud, previa justificación técnica debidamente motivada, siempre que ello no suponga disminución del importe total ni de los niveles de protección contenidos en el estudio.

A estos efectos, el presupuesto del estudio de seguridad y salud deberá ir incorporado al presupuesto general de la obra como un capítulo más del mismo.

No se incluirán en el presupuesto del estudio de seguridad y salud los costes exigidos por la correcta ejecución profesional de los trabajos, conforme a las normas reglamentarias en vigor y los criterios técnicos generalmente admitidos, emanados de organismos especializados.

El estudio de seguridad y salud deberá tener en cuenta, en su caso, cualquier tipo de actividad que se lleve a cabo en la obra, debiendo estar localizadas e identificadas las zonas en las que se presten trabajos incluidos en uno o varios de los apartados del anexo II del RD 1627/97, así como sus correspondientes medidas específicas.

En todo caso, en el estudio de seguridad y salud se contemplarán también las previsiones y las informaciones útiles para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores.

2.5 OBLIGACIONES DE LOS CONTRATISTAS Y SUBCONTRATISTAS

El contratista y los subcontratistas están obligados a aplicar los principios de la acción preventiva recogidos en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales. Esta obligación se extiende, en particular, al desarrollo de las siguientes tareas o actividades:

- Mantener el orden y la limpieza en la obra.
- Elegir adecuadamente el emplazamiento de puestos y áreas de trabajo, y las vías o zonas de circulación.
- La manipulación de materiales y utilización de medios auxiliares.
- El control y mantenimiento de dispositivos usados en la obra.
- La delimitación de zonas de almacenamiento.
- La recogida de materiales peligrosos, así como residuos y escombros.
- La delimitación en el tiempo de las distintas tareas y fases de la obra.
- Cumplir y hacer cumplir lo especificado en el Plan de Seguridad y Salud.
- Aplicar el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales en lo que se refiere a disposiciones de seguridad y salud en la obra, así como las disposiciones del anexo IV del RD 1627/97.
- Informar adecuadamente a los trabajadores autónomos de las medidas pertinentes.
- Atender las indicaciones del coordinador de seguridad y salud o, en su caso, de la dirección facultativa de la obra.

Los contratistas y subcontratistas serán responsables de aplicar las medidas contempladas en el Estudio de Seguridad y Salud que les afecten directamente, así como de garantizar que los trabajadores autónomos por ellos contratados cumplan con las medidas que les correspondan.

2.6 OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES AUTÓNOMOS

Al igual que ocurría con los contratistas y los subcontratistas, los autónomos deben observar el cumplimiento del artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, en particular al desarrollar las tareas o actividades siguientes:

- Todas aquellas tareas descritas en el apartado anterior que les sean encargadas por la empresa contratista.
- Utilizar equipos de trabajo que se ajusten a lo dispuesto en el RD 1215/97, por el que se establecen las condiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Elegir y utilizar equipos de protección individual de acuerdo con el RD 773/97

2.7 LIBRO DE INCIDENCIAS

En la obra estará presente un libro de incidencias del que se ocupará el coordinador en materia de seguridad y salud (o la dirección facultativa, en su caso). Éste presentará hojas por duplicado y será facilitado por el colegio profesional que hay avisado el Estudio de Seguridad y Salud. En él se harán anotaciones relativas al control y seguimiento del citado estudio.

Tendrán acceso a este libro las siguientes personas o entidades:

- Dirección facultativa de la obra.
- Contratistas.
- Subcontratistas.
- Trabajadores autónomos.
- Personas y órganos con responsabilidad en materia de prevención en las empresas participantes en la obra.
- Representantes de los trabajadores.
- Técnicos de los órganos especializados en materia de seguridad y salud en el trabajo de las administraciones públicas competentes.

En caso de que se realizase una anotación en el libro de incidencias, ésta sería remitida en un plazo de menos de 24 horas a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realice la obra. Por otro lado, se notificará al contratista afectado y a los representantes de los trabajadores de éste.

2.8 PARALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS

Cuando el coordinador durante la ejecución de las obras, observase el incumplimiento de las medidas de seguridad y salud, advertirá al contratista y dejará constancia de tal incumplimiento en el libro de incidencias, quedando facultado para, en circunstancias de riesgo grave e inminente para la seguridad y salud de los trabajadores, disponer la paralización de los trabajos, o en su caso, de la totalidad de la obra.

Dará cuenta de este hecho a los efectos oportunos, a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente notificará al contratista, y en su

caso a los subcontratistas y/o autónomos afectados por la paralización a los representantes de los trabajadores.

2.9 DERECHOS DE LOS TRABAJADORES

Los contratistas y subcontratistas deberán garantizar que los trabajadores reciban una información adecuada y comprensible de todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a seguridad y salud en la obra.

El contratista facilitará una copia del plan de seguridad y salud y de sus posibles modificaciones, a los efectos de su conocimiento y seguimiento, a los representantes de los trabajadores en el centro de trabajo.

2.10 PRIMEROS AUXILIOS Y VIGILANCIA DE LA SALUD

Botiquines:

Se dispondrá de un botiquín conteniendo el material especificado en la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

Esto supone, como mínimo:

- Botella de alcohol (500 cc).
- Botella de agua oxigenada (500 cc).
- Frasco de antiséptico (Betadine o similar).
- Gasas estériles (10 sobres de 5 gasas cada uno).
- Rollo de esparadrapo.

- Caja de tiritas (30 unidades).
- Vendas de tamaño grande (6 rollos).
- Vendas de tamaño pequeño (6 rollos).
- Vendas elásticas de tamaño grande (2 rollos).
- Caja de comprimidos de Paracetamol de 500 mg.
- Fármaco espasmolítico.
- Tubo de crema antiinflamatoria.
- Tubo de crema para quemaduras.
- Tijeras.

El botiquín será revisado y repuesto si fuera necesario semanalmente.

Asistencia a accidentados

Se deberá informar a la obra del emplazamiento de los diferentes Centros Médicos (servicios propios, mutuas patronales, mutualidades laborales, ambulatorios, etc.) donde debe trasladarse a los accidentados para su más rápido y efectivo tratamiento.

Es muy conveniente disponer en la obra y en sitio bien visible, de una lista de los teléfonos y direcciones de los centros asignados para urgencias, ambulancias, taxis, etc., para garantizar un rápido transporte de los posibles accidentados a los Centros de Asistencia.

Reconocimiento médico

Todo personal que empieza a trabajar en obra deberá pasar un reconocimiento médico previo al trabajo, y que será repetido en el período de un año. A pesar de ello, se velará por el respeto a la intimidad y la dignidad del trabajador, así como por la confidencialidad de toda la información médica.

2.11 PLAN DE EMERGENCIA

2.11.1 ACTUACIÓN EN CASO DE ACCIDENTE

Cuando ocurra algún accidente que precise de asistencia facultativa el jefe de obra de la contrata principal llevará a cabo una investigación del mismo y realizará un informe del mismo que entregará a la dirección facultativa de la obra al día siguiente del accidente como tarde.

En él se incluirán al menos los siguientes datos:

- Nombre y categoría laboral del accidentado.
- Fecha, hora y lugar del accidente.
- Descripción del mismo.
- Causas.
- Medidas preventivas para evitar su repetición.
- Fechas topes para la realización de dichas medidas.

La dirección facultativa podrá aprobar dicho informe o plantear medidas complementarias a las mencionadas en éste.

2.11.2 LUCHA CONTRA INCENDIOS

Se dispondrá de extintores en cada vehículo, así como en otras zonas de libre acceso para los trabajadores. Estos serán adecuados para los tipos de fuegos que previsiblemente puedan darse en la obra y estarán cargados y revisados convenientemente.

2.11.3 EVACUACIÓN DE LOS TRABAJADORES

El encargado de obra o el vigilante de seguridad facilitarán en cada momento una relación de servicios próximos al lugar de trabajo en la que se incluyan los datos de los centros

asistenciales más próximos, así como los teléfonos de interés en caso de emergencia (bomberos, ambulancias, taxis, etc.)

2.11.4 NORMATIVA APLICABLE RELATIVA A SEGURIDAD Y SALUD

Básica

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, con las modificaciones previstas en la Ley 54/2003 y, en general, aquellas disposiciones de carácter normativo que la desarrollan.
- Real Decreto 1627/1997, que regula las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 171/2004, regulador de la organización de la coordinación de las actividades preventivas.
- Ley 32/2006, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción y asimismo el Reglamento 1109/2007 que desarrolla dicha disposición normativa.
- Real Decreto 393/2007, de 23 de marzo, por el que se aprueba la Norma Básica de Autoprotección de los centros, establecimientos y dependencias dedicados a actividades que puedan dar origen a situaciones de emergencia.

Normativa General de Prevención de Riesgos Laborales

- Ley 54/2003: Reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- RD 39/1997: Reglamento de los Servicios de Prevención.
- RD 485/1997: Disposiciones mínimas sobre señalización de seguridad y salud.

- Orden 20/09/1986: Modelo de libro de incidencias.
- Orden 16/12/1987: Modelo de notificación de accidentes de trabajo.
- Orden 20/05/1952: Reglamento de Seguridad e Higiene en el Trabajo de la Construcción.
- RD 1995/1978: Cuadro de enfermedades profesionales.
- Orden 09/03/1971: Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- Orden 31/08/1987: Señalización en obras fijas en vías fuera de poblaciones.
- RD 1316/1989: Protección frente a riesgos por exposición al ruido.
- RD 487/1997: Seguridad en la manipulación manual de cargas.
- Ley 8/1980: Estatuto de los trabajadores.
- RD 2001/1983: Regulación de la jornada laboral.
- RD 423/1971: Formación de comités de seguridad.
- RD 374/2001: Riesgos derivados de agentes químicos.
- RD 614/2001: Riesgo eléctrico.
- RD 1435/1992: Aplicación de la Directiva 89/392/CEE sobre máquinas.
- Ley 38/1999: Ley de Ordenación de la Edificación.
- RD 2177/2004: Seguridad en trabajos temporales en altura (equipos de trabajo).

Equipos de Protección Individual (EPI)

- Reglamento (UE) 2016/425: Normativa europea sobre EPI. Deroga la Directiva 89/686/CEE.
- RD 773/1997: Disposiciones mínimas sobre EPI en el trabajo.
- UNE-EN 341: EPI contra caídas de altura.

- UNE-EN 344/A1: Requisitos y métodos de ensayo para calzado de
- UNE-EN 345/A1: Especificaciones para calzado de seguridad de uso profesional.
- UNE-EN 346/A1: Especificaciones para calzado de protección.
- UNE-EN 347/A1: Especificaciones para calzado de trabajo.

Instalaciones y Equipos de Obra

- RD 1215/1997: Disposiciones mínimas para el uso seguro de equipos de trabajo.
- MIE-BT-028 (Orden 31/10/1973): Parte del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.



DOCUMENTO 5: PRESUPUESTO

Nº	CONCEPTO	UD	PRECIO (€)	TOTAL(€)
SISTEMAS FOTOVOLTAICOS				
1	UD PANELES SOLAR FOTOVOLTAICOS 500WP TENSITE EM500-PH	120	93,80 €	11.256,00 €
2	UD INVERSOR TRIFÁSICO S5-GC(50-60)K	1	3.105,00 €	3.105,00 €
3	UD ESTRUCTURA METÁLICA DE MÓDULOS INCLINADOS 38°	20	419,00 €	8.380,00 €
4	UD CONECTORES MC4 PANELES SOLARES	120	10,88 €	1.305,60 €

INSTALACION ELÉCTRICA					
5	m	CABLE SOLAR 6 MM2 TOPSOLAR PV H1Z2Z2-K 1500v	300	1,20 €	360,00 €
6	m	MANGUERA FLEXIBLE 5G35 LIBRE DE Halógenos 1000V. Rz1-k	5	29,84 €	149,20 €
7	UD	Fusibles cilíndricos para protección de instalaciones fotovoltaicas Dyfus ZR Clase Gpv	12	3,73 €	44,76 €
8	UD	disyuntor diferencial IF204 A-125/0.3 ABB - 2CSF204101R3950 F429421	1	520,00 €	520,00 €
9	UD	Interruptor magnetotérmico; Acti9 C120N; 4P; 125 A; curva C; 10000 A/10 kA	1	920,00 €	920,00 €
10	m	BANDEJA METÁLICA PERFORADA DE ACERO GALVANIZADO CON TAPA	50	30,00 €	1.500,00 €

VARIOS					
11	UD	Grúa con brazo telescópico	1	500,00 €	500,00 €
12	UD	Mano de obra	1	1.000,00 €	1.000,00 €
13	UD	legalización del proyecto, trámites y proyecto	1	4.000,00 €	4.000,00 €
TOTAL					33.040,56 €

2. RESUMEN DEL PRESUPUESTO

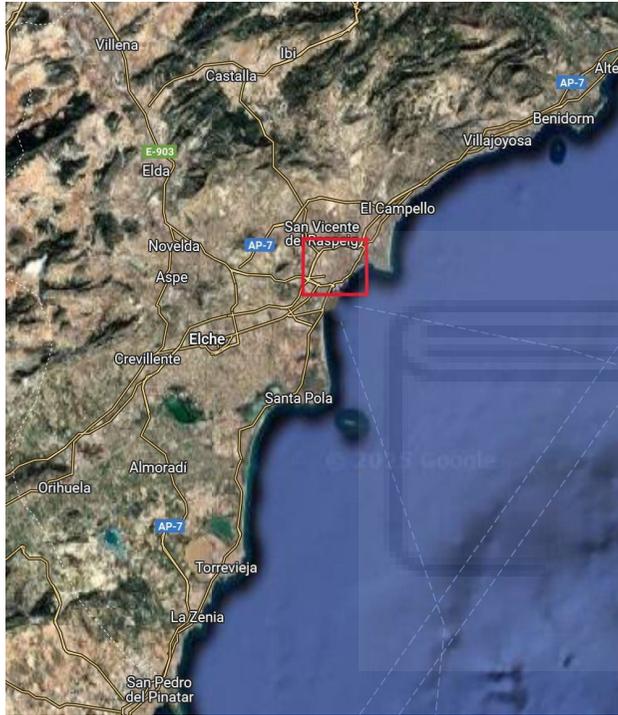
A continuación se adjunta un resumen del presupuesto general que se expone con anterioridad, añadiendo un beneficio industrial del 6 %, todos los artículos tienen el IVA incluido.

RESUMEN		
INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA		24.046,60 €
INSTALACIÓN ELÉCTRICA		3.493,96 €
VARIOS		5.500,00 €
BENEFICIO INDUSTRIAL	6%	1.982,43 €
TOTAL		35.022,99 €

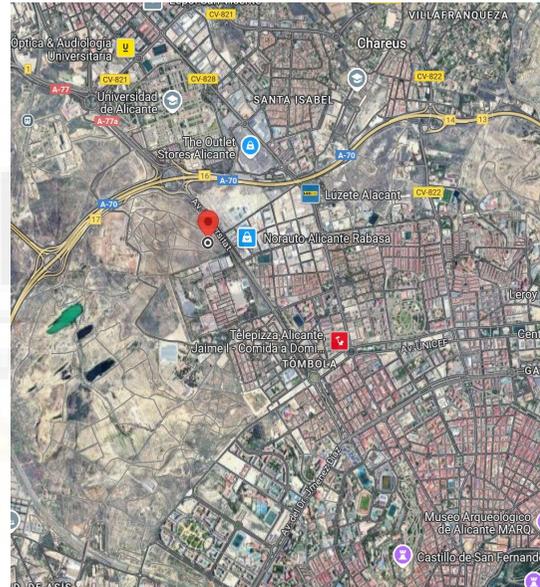
El Presupuesto de ejecución material asciende a una cifra de 35.002,99 euros (TREINTA Y CINCO MIL VEINTIDÓS CON NOVENTA Y NUEVE EUROS)

DOCUMENTO 6: PLANOS





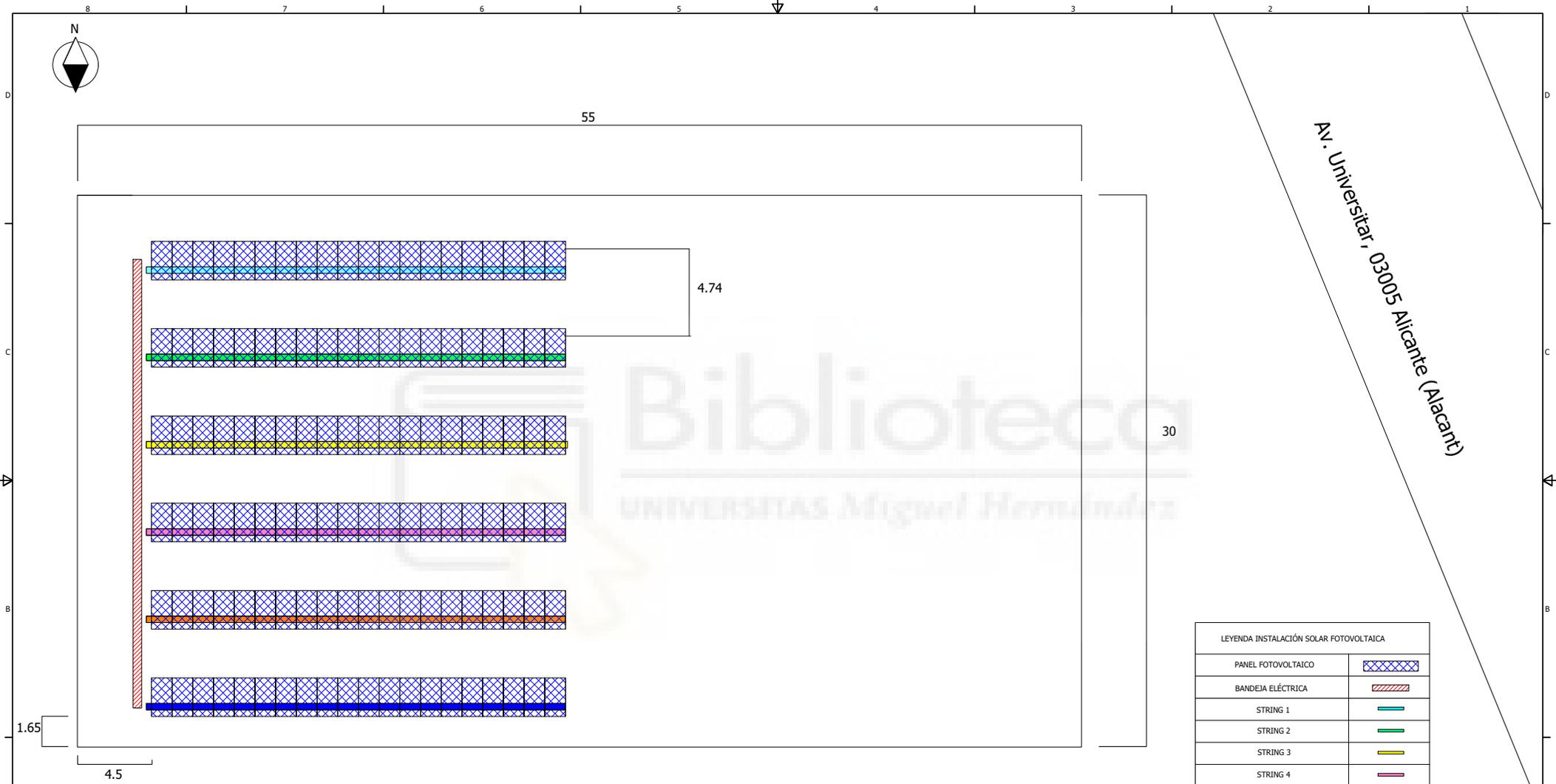
SITUACIÓN ALICANTE



EMPLAZAMIENTO RABASA



EMPLAZAMIENTO RABASA



LEYENDA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA	
PANEL FOTOVOLTAICO	
BANDEJA ELÉCTRICA	
STRING 1	
STRING 2	
STRING 3	
STRING 4	
STRING 5	
STRING 6	

PLANO PLANTA CON LA DISTRIBUCIÓN DE PANELES FOTOVOLTAICOS Y STRINGS SOBRE LA CUBIERTA PLANA

UNIVERSIDAD Miguel Hernández	TRABAJO DE FIN DE GRADO DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA CONECTADA A RED PARA UN CLUB DE ESGRIMA EN ALICANTE	FACULTAD ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA	ALUMNO FRANCISCO JAVIER JIMÉNEZ PÉREZ-MARSÁ	SITUACIÓN Av. Universitat, 03005 Alicante (Alicant), Alicante	ESCALA 1:100	TÍTULO DEL PLANO DISTRIBUCIÓN DE LOS PANELES Y STRINGS	Nº DE PLANO 02
			TUTOR SERGIO VALERO VERDÚ		FECHA JUNIO 2025		

NOTAS	
INVERSOR SOLIS 60 Kw 6 STRINGS	6 STRINGS 12x CABLE SOLAR 6MM2 TOPSOLAR PV H1Z222-K 1500v
20 PANELES por string	
12 FUSIBLES, dos por cada polo.	

Inversor trifásico modelo Solis-S5-60kW

2x CABLE SOLAR 6MM2 TOPSOLAR PV H1Z222-K 1500v

fusible DYFUS ZR gPV
Voltaje: 1000 Vdc
Rango de corriente: 2A -32A
Poder de corte: 20 kA
Clase de servicio: gPV

fusible DYFUS ZR gPV
Voltaje: 1000 Vdc
Rango de corriente: 2A -32A
Poder de corte: 20 kA
Clase de servicio: gPV

fusible DYFUS ZR gPV
Voltaje: 1000 Vdc
Rango de corriente: 2A -32A
Poder de corte: 20 kA
Clase de servicio: gPV

fusible DYFUS ZR gPV
Voltaje: 1000 Vdc
Rango de corriente: 2A -32A
Poder de corte: 20 kA
Clase de servicio: gPV

fusible DYFUS ZR gPV
Voltaje: 1000 Vdc
Rango de corriente: 2A -32A
Poder de corte: 20 kA
Clase de servicio: gPV

INPUT 1 (STRING 1)

Vmp 38.35 V
Voc45.55 V
Isc 13.93A

Módulo **EM500-PH**
Pot: 500 W
Nº módulos serie 20
Nº strings 1
Nº Total 20

INPUT 2 (STRING 2)

Vmp 38.35 V
Voc45.55 V
Isc 13.93A

Módulo **EM500-PH**
Pot: 500 W
Nº módulos serie 20
Nº strings 1
Nº Total 20

INPUT 3 (STRING 3)

Vmp 38.35 V
Voc45.55 V
Isc 13.93A

Módulo **EM500-PH**
Pot: 500 W
Nº módulos serie 20
Nº strings 1
Nº Total 20

INPUT 4 (STRING 4)

Vmp 38.35 V
Voc45.55 V
Isc 13.93A

Módulo **EM500-PH**
Pot: 500 W
Nº módulos serie 20
Nº strings 1
Nº Total 20

INPUT 5 (STRING 5)

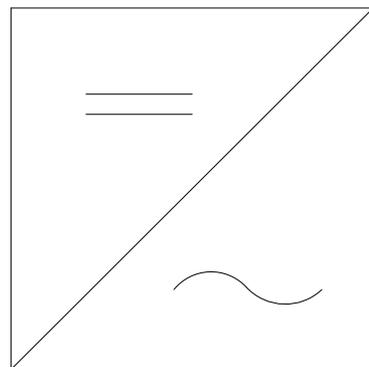
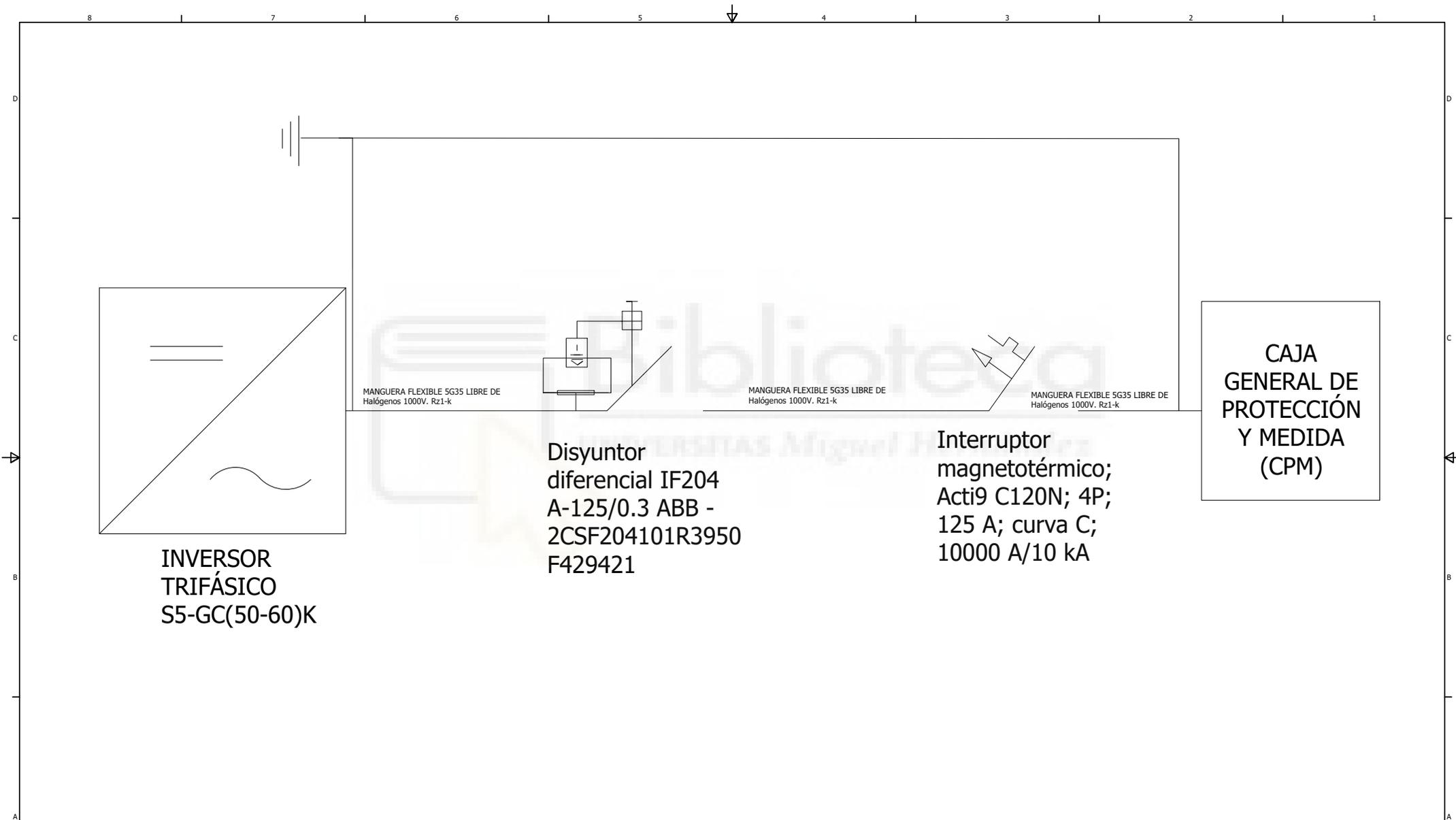
Vmp 38.35 V
Voc45.55 V
Isc 13.93A

Módulo **EM500-PH**
Pot: 500 W
Nº módulos serie 20
Nº strings 1
Nº Total 20

INPUT 6 (STRING 6)

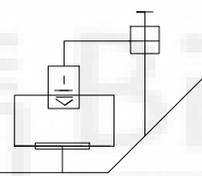
Vmp 38.35 V
Voc45.55 V
Isc 13.93A

Módulo **EM500-PH**
Pot: 500 W
Nº módulos serie 20
Nº strings 1
Nº Total 20



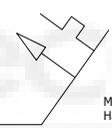
**INVERSOR
TRIFÁSICO
S5-GC(50-60)K**

MANGUERA FLEXIBLE 5G35 LIBRE DE
Halógenos 1000V. Rz1-k



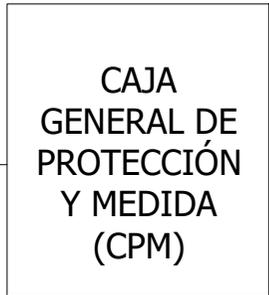
**Disyuntor
diferencial IF204
A-125/0.3 ABB -
2CSF204101R3950
F429421**

MANGUERA FLEXIBLE 5G35 LIBRE DE
Halógenos 1000V. Rz1-k



**Interruptor
magnetotérmico;
Acti9 C120N; 4P;
125 A; curva C;
10000 A/10 kA**

MANGUERA FLEXIBLE 5G35 LIBRE DE
Halógenos 1000V. Rz1-k

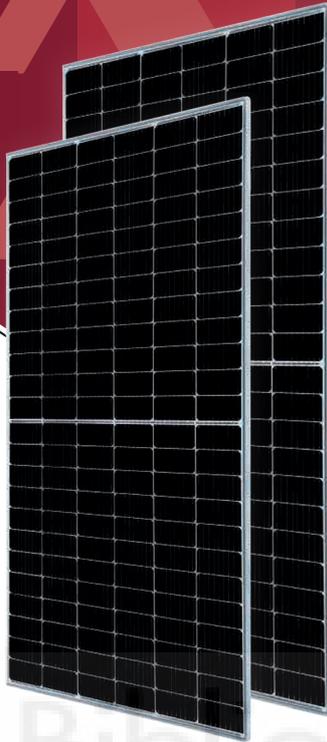


**CAJA
GENERAL DE
PROTECCIÓN
Y MEDIDA
(CPM)**

	TRABAJO DE FIN DE GRADO DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA CONECTADA A RED PARA UN CLUB DE ESGRIMA EN ALICANTE	FACULTAD ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE EL CHE GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA	ALUMNO FRANCISCO JAVIER JIMÉNEZ PÉREZ-MARSÁ	SITUACIÓN Av. Universitat, 03005 Alicante (Alicant), Alicante	ESCALA S/E	TÍTULO DEL PLANO ESQUEMA CORRIENTE ALTERNA	Nº DE PLANO 04
			TUTOR SERGIO VALERO VERDÚ		FECHA JUNIO 2025		



ANEXOS FICHAS TÉCNICAS



MBB Half-Cut Solar Cell



PERC technology



Higher power output



Light-weight desing

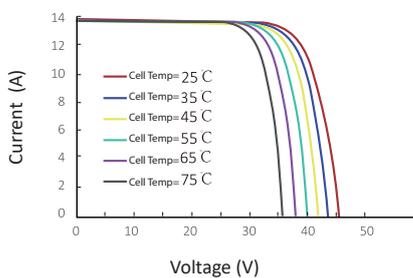


Low-light performance



Higher module conversion efficiency

TECHNICAL CHARACTERISTICS



Module characteristics at variable module temperatures and constant module irradiance of 1.000 W/m²



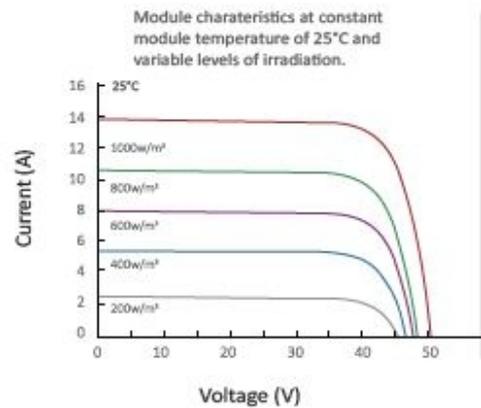
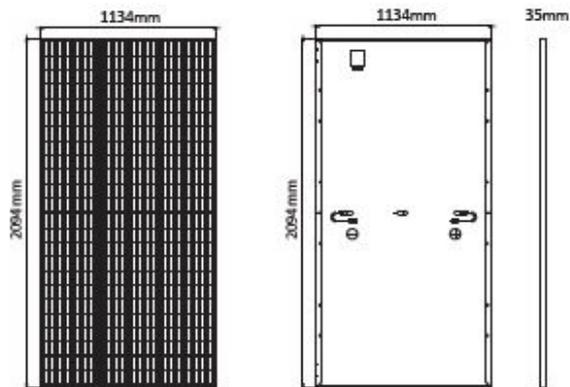
Watts positive tolerance



Years product warranty



Years linear power warranty



Electrical Performance	Module type	500M
	Maximum Power (Wp)	500W
	Open circuit Voltage (Voc)	45.55V
	Short circuit Current (Isc)	13.93A
	Maximum Power Voltage (Vmp)	38.35V
	Maximum Power Current (Imp)	13.04A
	Module efficiency	21.05%
	Maximum Series Fuse	25A
	Number of Diode	3
	Watts positive tolerance	0~+3 %
	Standard Test Conditions	1000 W/m ² , 25°C, AM1.5
	Maximum System Voltage	1500 V/DC
	Temperature-Coefficient Isc	+0.048%/°C
	Temperature-Coefficient Voc	-0.270%/°C
	Temperature-Coefficient Pmpp	-0.350%/°C
	Operating Temperature	-40°C...+85°C
	Normal Operating Cell Temperature	45±2°C
Load Capacity for the cover of the module (glass)	5400Pa(IEC61215)(snow)	
Load Capacity for the front & back of the module	2400Pa(IEC61215)(wind)	

Electrical Performance (NOCT)	Maximum Power (Wp)	378W
	Open circuit Voltage (Voc)	42.82V
	Short circuit Current (Isc)	11.07A
Mechanical Characteristics	Maximum Power Voltage (Vm)	36.24V
	Maximum Power Voltage (Vm)	10.43A
	Front cover (material/ thickness)	low-iron tempered glass / 3.2 mm
	Module Weight	25 Kg
	Module Dimensions (L / W / H)	2094 X 1134 x 35 mm
	Backsheet (color)	TPT in white
	Cell (quantity /material / dimensions)	132 (6 X 22) / monocrystalline silicon
	Frame (material / color)	Aluminum hollow-chamber frame on each side anodized aluminum alloy / silver
	Function box (protection degree)	≥IP68
	Cables & Plug connectors	4 mm ² , 1400 mm in length, length can be customized
	Application class	Class A
	Electrical protection class	Class II
Fire safety class	Class C	

S5-GC(50-60)K

Inversores Solis trifásicos

>> Modelo:

S5-GC50K

S5-GC60K



Eficiente

- 98.7% de eficiencia máxima
- Corriente de string hasta 16 A
- Diseño de 5/6 MPPT, soporta el diseño de sistema con múltiples orientaciones
- Función de recuperación PID por la noche, que aumenta rendimiento del sistema (opcional)

Inteligente

- Función nocturna SVG
- Soporta el control de exportación de potencia
- Monitorización inteligente de strings. Exploración inteligente de curvas I-V
- Escanea para registrar en SolisCloud, soporta la actualización y control remoto

Seguro

- Nivel de anti-corrosión IP66, C5
- Ventilador redundante inteligente
- Componentes de marca reconocidos mundialmente para una mayor vida útil
- Protección AFCI, reduce activamente el riesgo de incendio

Económico

- Soporta comunicación GPRS/WIFI con menos cable, reduciendo costos de instalación
- Admite conectores tipo «Y» en el lado de DC
- Soporta cable de aluminio para reducir costos de material
- Admite 10/12 strings para 150%+ de sobredimensionamiento en DC

Hoja de datos

S5-GC(50-60)K

Modelo	50K	60K
Entrada (DC)		
Voltaje máximo de entrada	1100 V	
Voltaje nominal	600 V	
Voltaje de arranque	195 V	
Rango de voltaje MPPT	180-1000 V	
Corriente máxima de entrada	5*32 A	6*32 A
Corriente máxima de cortocircuito	5*40 A	6*40 A
Número de MPPT/Número máximo de cadenas de entrada	5/10	6/12
Salida (AC)		
Potencia nominal de salida	50 kW	60 kW
Potencia aparente máxima de salida	55 kVA	66 kVA
Potencia máxima de salida	55 kW	66 kW
Voltaje nominal de la red	3/N/PE, 220 V / 380 V, 230 V / 400 V	
Frecuencia nominal de la red	50 Hz / 60 Hz	
Corriente nominal de salida de red	76.0 A / 72.2 A	91.2 A / 86.6 A
Corriente máxima de salida	83.6 A	100.3 A
Factor de potencia	>0.99 (0.8 capacitivo a 0.8 inductivo)	
THDi	<3%	

Eficiencia

Eficiencia máxima	98.7%
Eficiencia EU	98.3%

Protección

Protección contra polaridad inversa DC	Sí
Protección contra cortocircuito	Sí
Protección de sobrecorriente de salida	Sí
Protección contra sobretensiones	DC Tipo II / AC Tipo II
Monitoreo de red	Sí
Protección Anti-isla	Sí
Protección de temperatura	Sí
Monitoreo de cadenas	Sí
Escaneo de curvas I/V	Sí
AFCI integrado (Protección de falla de arco DC)	Sí ⁽¹⁾
Recuperación PID integrada	Opcional ⁽²⁾
Interruptor de DC integrado	Opcional

Datos generales

Dimensiones (longitud*altura*ancho)	691*578*338 mm
Peso	54.5 kg
Topología	Sin Transformador
Consumo propio (noche)	<1 W
Rango de temperatura de funcionamiento	-25 ~ +60°C
Humedad relativa	0-100%
Nivel de protección	IP66
Enfriamiento	Ventilador redundante inteligente
Altitud máxima de funcionamiento	4000 m
Estándar de conexión de red	G99, VDE-AR-N 4105 / VDE V 0124, EN 50549-1, VDE 0126 / UTE C 15 / VFR:2019, RD 1699 / RD 244 / UNE 206006 / UNE 206007-1, CEI 0-21, C10/11, NRS 097-2-1, EIFS 2018.2, IEC 62116, IEC 61727, IEC60068, IEC 61683, EN 50530
Estándar de seguridad / EMC	IEC 62109-1/-2, IEC62116 & IEC 61000-6-1/-2/-3/-4

Características

Conexión de DC	Conector MC4
Conexión de AC	Terminal OT (máxima 70 mm ²)
Pantalla	LCD, botones táctiles capacitivos
Comunicación	RS485, USB, Opcional: Wi-Fi, GPRS

Cable TOPSOLAR PV H1Z2Z2-K 6mm² 1500V por metro

★★★★★ (2)

1,20 €

0,99 € sin IVA

Recíbelo el 24/3/2025 con envío gratis*

Selecciona Color

Negro

Rojo

-

1

+

Añadir Al Carrito

VISA   stripe

 Envío gratuito para compras elegibles superiores a 150 €*

 Pago 100% seguro por transferencia bancaria o tarjeta

 Devoluciones hasta 30 días sin complicaciones

 Soporte técnico con nuestros expertos

Compartir producto



🏠 | CABLES ELÉCTRICOS | MANGUERAS ELÉCTRICAS | MANGUERA RZ1-K LIBRE HALÓGENOS | MANGUERA FLEXIBLE 5G35 LIBRE DE HALÓGENOS 1000V. RZ1-K



-5%

MANGUERA FLEXIBLE 5G35 LIBRE DE HALÓGENOS 1000V. RZ1-K

29,84 € ~~31,41 €~~ ✓ Disponible

Impuestos incluidos

Ref. RZ1ASG35

Pasos para realizar la compra: 1. Indicar la cantidad de metros necesarios, 2. "Añadir al carrito".

La manguera se enviará en una única tirada con los metros indicados.

Saber más ↓

1

AÑADIR AL CARRITO

Fracciona tu pago desde 50,00 € con  +info

 ENVÍOS EN 24-48 HORAS*

 DEVOLUCIONES GRATUITAS
30 DÍAS NATURALES

 ¿ALGUNA PREGUNTA?
947 073 942 - 635 671732





Variadores – motores – protección de circuitos Abb SKU 2CSF204101R3950

F204 A-125/0.3 ABB - 2CSF204101R3950 F429421

EN ESTOCK Entrega urgente

Nuevo - 12 Meses de Garantía

503,76 €

- 1 +



Agregar

Excelente Trustpilot



Calcular costo de envío

Solicitud de cotización

Descripción:

Serie F200: F204 A-125 / 0,3 Interruptor diferencial puro para protección de corrientes sinusoidales y componentes continuos con pulsadores, In = 125A Idn = 300mA (4 polos)

Envío 100% asegurado: Una garantía para tus compras

Entrega urgente: Entrega en todo el mundo por DHL Express

HS Code / Código aduanero: 85363030

Protección magnetotérmica

Gama industrial (continuación)



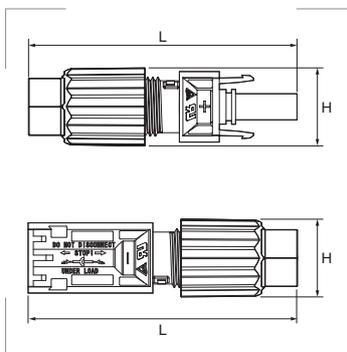
C120N
Interruptor automático
magnetotérmico
Poder de corte:
10000 A (UNE-EN 60898)
10 kA (UNE-EN 60947-2)
Curvas C, B y D

Producto conforme a la norma UNE-EN 60898

- Permite el acoplamiento de auxiliares eléctricos, accesorios y protección diferencial por asociación con un bloque Vigi C120 según norma UNE-EN 61009.
- Tensión de empleo máxima 440 V CA.
- Es apto al seccionamiento
- Conexión mediante bornes de caja para cables de cobre:
 - Flexible: hasta 35 mm².
 - Rígido: hasta 50 mm².
 - Ancho por polo: 3 pasos de 9 mm.

N.º de polos	Calibre (A)	Unidad embalaje	C120N - Curva C ^Q			C120N - Curva B ^Q			C120N - Curva D ^Q		
			Referencia	Clave	P.V.R.	Referencia	Clave	P.V.R.	Referencia	Clave	P.V.R.
1P	63	12	A9N18356	C	86,03	A9N18340	C	96,01	A9N18378	C	101,07
	80	12	A9N18357	B	110,40	A9N18341	C	123,18	A9N18379	C	129,31
	100	12	A9N18358	B	121,86	A9N18342	C	135,83	A9N18380	C	142,71
	125	12	A9N18359	C	134,37	A9N18343	C	147,81	A9N18381	C	154,31
2P	63	6	A9N18360	C	173,21	A9N18344	C	193,10	A9N18382	C	202,95
	80	6	A9N18361	B	210,41	A9N18345	C	234,83	A9N18383	C	246,82
	100	6	A9N18362	B	232,72	A9N18346	C	260,10	A9N18384	C	272,84
	125	6	A9N18363	B	253,36	A9N18347	C	281,49	A9N18385	C	291,44
3P	63	4	A9N18364	A	253,42	A9N18348	C	282,75	A9N18386	B	297,37
	80	4	*A9N18365	A	330,97	A9N18349	C	380,00	A9N18387	B	384,57
	100	4	*A9N18367	A	337,54	A9N18350	B	387,90	A9N18388	B	407,44
	125	4	*A9N18369	A	353,83	A9N18351	C	396,95	A9N18389	B	427,07
4P	63	3	*A9N18371	A	342,62	A9N18352	C	382,47	A9N18390	B	401,65
	80	3	*A9N18372	A	465,96	A9N18353	B	567,40	*A9N18391	B	574,11
	100	3	*A9N18374	A	490,66	A9N18354	C	586,38	*A9N18392	B	604,51
	125	3	*A9N18376	A	516,13	A9N18355	C	596,31	*A9N18393	B	635,89

Conectores fotovoltaicos



Grado de protección
Polvo/agua: IP67.
Inflamabilidad: UL94-V0.

Materiales
Polipropileno y poliamida.
Bornes de cobre estañado.

Color
Negro

Certificados y normas aplicables



Temperatura de trabajo
-40°C a +85°C.

Descripción

Conectores fotovoltaicos diseñados para su uso en exteriores (IP67). Están contruidos con materiales libres de halógenos y resistentes a altas tensiones mecánicas, impactos y aplastamientos. Además, son resistentes a los rayos UV. Conexión mediante crimpado.

CFV-AM | CFV-AH



CFV-CM | CFV-CH



CFV-AM15.30 | CFV-AH15.30



CFV-AM15.45 | CFV-AH15.45



Referencia	Descripción	Sección mm ²	Tensión Vdc	Corriente A	L mm	mm	Embalaje unidades
CCFV-AM	Macho. Aéreo	2,5 - 6	1000	30	55,0	19,5	50
CFV-AH	Hembra. Aéreo.				57,0	19,5	50
CFV-CM	Macho. Para caja.	6	1500	30	47,7	19,0	50
CFV-CH	Hembra. Para caja.				50,7	19,0	50
CFV-AM15.30	Macho. Aéreo	10	1500	45	69,2	20,7	50
CFV-AH15.30	Hembra. Aéreo.				71,3	20,7	50
CFV-AM15.45	Macho. Aéreo	10	1500	45	62,2	18,8	50
CFV-AH15.45	Hembra. Aéreo.				66,5	18,8	50

Nota: GAESTOPAS certifica que los datos aquí expuestos son una fiel reproducción de los datos facilitados por el fabricante.



EC002704

EG000020

Esta serie de fusibles son adecuados para el sistema de generación de energía solar fotovoltaica, con un voltaje nominal para 1000 V y corriente nominal hasta 32 A.

La capacidad de corte nominal del fusible es 20kA y cumplen con la norma IEC60269-6.



CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

- ✓ Voltaje: 1000 Vdc
- ✓ Rango de corriente: 2A – 32A
- ✓ Poder de corte: 20 kA
- ✓ Clase de servicio: gPV

CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS

- ✓ Cuerpo de cerámica de alta resistencia
- ✓ Como medio de extinción del arco se utiliza arena de cuarzo de alta pureza tratada químicamente
- ✓ Contactos de cobre electrolítico bañado en plata



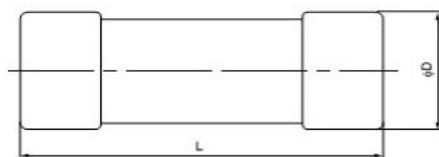
EN 60269-6
UL 248-1
UL 248-19
IEC 62321



DYFUS ZR gPV**Fusibles cilíndricos instalaciones fotovoltaicas****V.4****ESPECIFICACIONES GENERALES**

Artículo	Código	Embalaje	Tensión (Vdc)	Poder corte (kA)	I^2t (A ² s)	Potencia disipada 0,8In (W)	Potencia disipada 1In (W)	Resistencia eléctrica (20°C) (mΩ)
ZR-0 Vcc(10,3x38) DE 2A gPV*	0118000	20	1000	20	3,3	0,9	1,7	240 – 360
ZR-0 Vcc(10,3x38) DE 4A gPV*	0118001	20	1000	20	27	1,1	1,9	48 – 65.5
ZR-0 Vcc(10,3x38) DE 6A gPV*	0118002	20	1000	20	89	1,2	2,1	25.7 – 34.7
ZR-0 Vcc(10,3x38) DE 8A gPV*	0118003	20	1000	20	31	1,3	2,3	13.8 – 17.6
ZR-0 Vcc(10,3x38) DE 10A gPV*	0118004	20	1000	20	68	1,4	2,5	11.3 – 14.3
ZR-0 Vcc(10,3x38) DE 12A gPV*	0118005	20	1000	20	136	1,5	2,7	9.06 – 11.5
ZR-0 Vcc(10,3x38) DE 15A gPV*	0118006	20	1000	20	215	1,7	2,9	7.57 – 9.63
ZR-0 Vcc(10,3x38) DE 20A gPV	0118007	20	1000	20	392	2,0	3,5	4.01 – 4.9
ZR-0 Vcc(10,3x38) DE 25A gPV	0118008	20	1000	20	508	2,4	4,2	2.64 – 3.63
ZR-0 Vcc(10,3x38) DE 32A gPv	0118009	20	1000	20	976	2,5	4,5	2,4 – 3,32
ZR-1 Vcc(14x51) DE 16A gPv	0118010	20	1000	20	330	2,2	3,8	6.9 - 8.45

* Certificados TUV

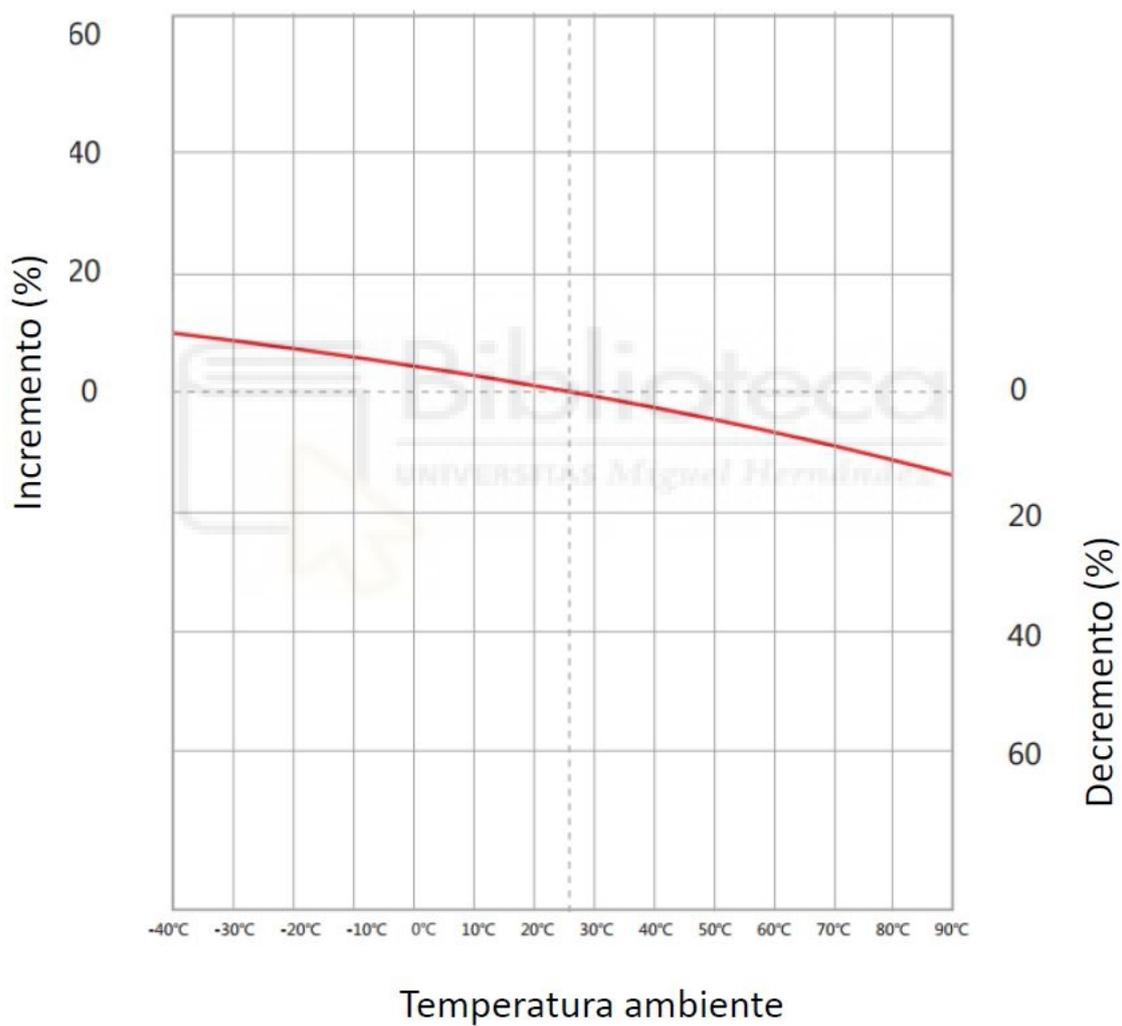
DIMENSIONES

TIPO	ØD x L	Peso (gr)
ZR-0	Ø 10.3 x 38	7.7
ZR-1	Ø 14.3 x 51	20.5

V.4

CURVA PÉRDIDA DE CORRIENTE (%) - TEMPERATURA AMBIENTE

Temperature derating curve



Agradecimientos:

En primer lugar agradecer a mis padres, Javier y Elisa por darme un hogar en el que crecer, desarrollarme de la mejor manera y brindarme la oportunidad de realizar unos estudios, estar en los buenos y malos momentos.

A mis abuelos en especial a ti Salvador, que cuidas y proteges mis pasos.

Gracias a toda mi familia por estar, gracias Antonio “Chico” por estar pendiente de este trabajo y mandarme ánimos, como todos los familiares que nos reunimos en el cortijo.

Gracias a todos mis amigos que hice en esta etapa universitaria, esos Poison Boys con los que tanto disfruté en el camino y me ayudaron cuando lo necesité, gracias Josemi, Nacho, Araceli, Nayomi, Abraham, Gabri, Jose, Rivas, Josue, Isabel.

Gracias también a amigos férreos en el tiempo como mi “hermanico” murciano Javi, una amistad desde la infancia que se mantiene atemporal con la gran certeza que perdurará más que la redacción de mil proyectos de ingeniería.

Gracias a amigos tan especiales como Lucas, son hogar, familia al mismo tiempo. Gracias por acompañarme en esta última etapa y ser un amigo con el que compartir momentos llenos de sensibilidad y belleza, buen camino amigo.

Gracias a vosotras Gabuña y Capuchina, amigas que recordáis que las amistades no entienden de idiomas y nacionalidad, incluso de raza con mi querido Zorrito.

A mis amigos de siempre, María, Óscar, Armando, Ángela, Cristinas, Ginés, Ignacio y Víctor. Con los que crecí y siempre estarán ahí.

Gracias a amigos como tú Andrés, amigos que la vida separa y reencuentra en momentos que no esperamos. Gracias por darme fuerzas y ánimos con este proyecto, por muchos años en los que nos reunamos y recordemos a la gente que nos trató con tanto cariño en el colegio.

Gracias a personas tan maravillosas como vosotros Arthur y Marga a quienes os llevo en el corazón de una forma muy especial.

Y por supuesto agradecer a todas las personas del Club de esgrima de Alicante, el que ha sido y es mi deporte desde bien pequeño y tanto me han aportado. Gracias de corazón a mi maestro, gran pilar en mi vida con el que comparto tantos momentos y siempre ha estado ahí, gracias Fernando. A todos vosotros que acompañáis mis pasos y sois participes en gran medida del motivo de este proyecto, Jorge, Paco, Ricardo, Abel, Juanito, Kevin, Raúl, Dani, Kike, Álvaro, Pablo, Carlos, Esperanza, Oriol, Roberto y todos aquellos que formáis parte de esta familia.

Como todo buen mago que vive en un mundo lleno de magia, quién sabe que me puede traer tener este As bajo la manga.

Gracias a todas aquellas personas que acompañáis mi camino.

Os quiere, Javi.

