

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE

GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA



"INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 15 KWN SOBRE  
CUBIERTA EN BLOQUE RESIDENCIAL EN MOLINA DE  
SEGURA"

TRABAJO FIN DE GRADO

Junio -2025

AUTOR: Héctor Aranda Miret

DIRECTOR/ES: Juan Carlos Brotons Sanchez

## Contenido

<b>INTRODUCCIÓN AL IDAE .....</b>	<b>6</b>
<b>MEMORIA DESCRIPTIVA.....</b>	<b>7</b>
1 ANTECEDENTES .....	7
2 OBJETO .....	7
3 AGENTES.....	7
3.1 Promotor .....	7
3.2 Autor del proyecto .....	7
4 CLASE Y EMPLAZAMIENTO DE LA INSTALACIÓN.....	7
5 DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA Y MODALIDA DE AUTOCONSUMO .....	8
5.1 Módulo fotovoltaico.....	8
5.2 Inversor.....	9
6 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.....	10
6.1 Elementos de protección .....	12
6.2 Elementos de medida.....	13
6.3 Medios de elevación.....	14
6.4 Elementos de sujeción.....	14
7 CUMPLIMIENTO DEL REGLAMENTO DE BAJA TENSIÓN.....	15
7.1 Resistencia de aislamiento y rigidez eléctrica.....	17
7.2 Puestas a tierra.....	17
7.3 Uniones a tierra.....	18
7.4 Conductores de equipotencialidad .....	20
7.5 Resistencia de las tomas de tierra.....	20
8 PUESTA A TIERRA .....	21
9 PROTECCIONES.....	21
10 CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA AUTONÓMICA .....	22
10.1 Memoria técnica de diseño.....	22
11 CONCLUSIÓN .....	26
<b>MEMORIA DE CÁLCULO.....</b>	<b>27</b>
1 PUESTA A TIERRA .....	27
2 PROTECCIONES.....	27
3 SEPARACIÓN ENTRE MÓDULOS .....	28
4 CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS POR ORIENTACIÓN E INCLINACIÓN .....	29
5 PRODUCCIÓN ANUAL ESTIMADA .....	32
6 DIMENSIONAMIENTO DE LA CENTRAL FOTOVOLTAICA .....	33
6.1 Módulo .....	33
6.2 Inversor.....	34
6.3 Distribución .....	34
6.4 Condiciones críticas.....	35
7 CÁLCULO DE SECCIONES Y CIRCUITOS .....	36

7.1	Constantes de cálculo.....	36
7.2	Fórmulas empleadas .....	36
7.3	Potencia que hay que considerar en el cálculo eléctrico .....	42
7.4	Descripción y cálculo de los circuitos.....	43
8	CÁLCULO ESTRUCTURAL.....	46
8.1	Objeto y generalidades .....	46
8.2	Definición de la estructura .....	46

**PRESUPUESTO .....55**

**ANEXOS 57**

**PLANOS 62**

PLANO 01.- SITUACIÓN GENERAL DE LAS INSTALACIONES .....	63
PLANO 02.- EMPLAZAMIENTO DE LAS INTALACIONES.....	64
PLANO 03.- DISTRIBUCIÓN DE MÓDULOS EN CUBIERTA .....	65
PLANO 04.- COTAS CUBIERTA.....	66
PLANO 05.- ESTRUCTURA SOPORTE PANELES.....	67
PLANO 06.- STRINGS CUBIERTA.....	68
PLANO 07.- CABLEADO POSITIVO EN CUBIERTA .....	69
PLANO 08.- CABLEADO NEGATIVO EN CUBIERTA .....	70
PLANO 09.- DETALLE DE CONEXIÓN EN PANELES .....	71
PLANO 10.- LÍNEA DE VIDA EN CUBIERTA .....	72
PLANO 11.- MONTAJE DE LOS PANELES .....	73
PLANO 12.- ESQUEMA UNIFILAR .....	74
PLANO 13.- SEÑALIZACIÓN DE OBRA .....	75

**PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS .....76**

CONDICIONES GENERALES .....	76
1 ÁMBITO DE APLICACIÓN .....	76
2 DISPOSICIONES GENERALES .....	76
2.2 Seguridad en el trabajo .....	78
2.3 Seguridad pública .....	79
3 ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO .....	79
3.1 Datos de la obra .....	79
3.2 Replanteo de la obra .....	79
3.3 Condiciones generales.....	80
3.4 Planificación y coordinación.....	81
3.5 Acopio de materiales.....	81
3.6 Inspección y medidas previas al montaje .....	82
3.7 Planos, catálogos y muestras .....	82
3.8 Variaciones de proyecto y cambio de materiales .....	83
3.9 Cooperación con otros contratistas .....	83

3.10	Protección.....	83
3.11	Limpieza de la obra.....	84
3.12	Andamios y aparejos .....	84
3.13	Obras de albañilería .....	84
3.14	Energía eléctrica y agua.....	85
3.15	Ruidos y vibraciones.....	85
3.16	Accesibilidad .....	85
3.17	Canalizaciones .....	86
3.18	Manguitos pasamuros.....	86
3.19	Protección de partes en movimiento.....	87
3.20	Protección de elementos a temperatura elevada.....	87
3.21	Cuadros y líneas eléctricas .....	87
3.22	Pinturas y colores .....	87
3.23	Identificación .....	88
3.24	Limpieza interior de redes de distribución .....	88
3.25	Proyectos.....	88
3.26	Proyectos finales .....	89
3.27	Recepción provisional .....	89
3.28	Periodos de garantía .....	90
3.29	Recepción definitiva .....	90
3.30	Permisos .....	90
3.31	Entrenamiento.....	91
3.32	Repuestos, herramientas y útiles específicos .....	91
3.33	Subcontratación de la obra .....	91
3.34	Riesgos.....	91
3.35	Rescisión del contrato .....	92
3.36	Precios .....	92
3.37	Pago de las obras.....	92
3.38	Abono de materiales acopiados .....	93
4	DISPOSICIÓN FINAL .....	93
4.1	Condiciones de la instalación fotovoltaica.....	93
4.2	Criterios ecológicos .....	94
4.3	Información de la hoja de datos.....	94
4.3.1	Información de la placa de características.....	95
4.3.2	Control principal y monitorización.....	95
4.4	Subsistema fotovoltaico (FV).....	96
4.5	Acondicionador de corriente continua (CC).....	96
4.6	Interfaz CC/CC .....	97
4.7	Almacenamiento .....	98
4.7.1	Inversor.....	99
4.8	Interfaz CA/CA .....	100
4.9	Interfaz a la red .....	101
4.10	Ensayos en módulos fotovoltaicos .....	102

4.10.1	Ensayo UV .....	102
4.10.2	Ensayo de corrosión por niebla salina.....	102
5	<b>MONTAJE DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA .....</b>	<b>103</b>
5.1	Estudio y planificación previa.....	103
5.2	Estructura soporte.....	104
5.2.1	Montaje sobre suelo.....	105
5.2.2	Montaje sobre cubierta.....	106
5.3	Ensamblado de los módulos.....	106
5.3.1	Ubicación del campo fotovoltaico.....	106
5.3.2	Conexión y ensamblado de los módulos.....	106
5.3.3	Isado y fijación de los paneles a la estructura.....	107
5.4	Instalación de la toma de tierra .....	107
5.5	Montaje del resto de componentes.....	108
6	<b>MANTENIMIENTO DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA .....</b>	<b>109</b>
6.1	Generalidades.....	109
6.2	Programa de mantenimiento .....	109
	<b>ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD .....</b>	<b>111</b>
1.	<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>111</b>
1.1.	<b>OBJETO.....</b>	<b>111</b>
1.2.	<b>DATOS DE LA OBRA .....</b>	<b>111</b>
2.	<b>NORMAS DE SEGURIDAD Y SALUD APLICABLES EN LA OBRA.....</b>	<b>112</b>
3.	<b>MEMORIA DESCRIPTIVA .....</b>	<b>112</b>
3.1.	<b>PREVIOS .....</b>	<b>112</b>
3.2.	<b>INSTALACIONES PROVISIONALES .....</b>	<b>113</b>
3.3.	<b>INSTALACIONES DE BIENESTAR E HIGIENE .....</b>	<b>115</b>
3.4.	<b>FASES DE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA .....</b>	<b>116</b>
4.	<b>OBLIGACIONES DEL PROMOTOR .....</b>	<b>126</b>
5.	<b>COORDINADORES EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD.....</b>	<b>126</b>
6.	<b>PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.....</b>	<b>127</b>
7.	<b>OBLIGACIONES DE CONTRATISTAS Y SUBCONTRATISTAS.....</b>	<b>127</b>
8.	<b>OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES.....</b>	<b>128</b>
9.	<b>LIBRO DE INCIDENCIAS .....</b>	<b>129</b>
10.	<b>PARALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS .....</b>	<b>129</b>
11.	<b>DERECHOS DE LOS TRABAJADORES.....</b>	<b>129</b>
12.	<b>DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD QUE DEBEN APLICARSE EN LAS OBRAS .....</b>	<b>129</b>

## INTRODUCCIÓN AL IDAE

En un contexto de transición energética y lucha contra el cambio climático, la promoción de fuentes de energía renovables y la eficiencia energética se han convertido en pilares fundamentales para alcanzar los objetivos de sostenibilidad y descarbonización establecidos por la Unión Europea y el Gobierno de España.

En este marco, el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE) desempeña un papel clave como entidad pública dependiente del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, encargada de impulsar políticas y programas que fomenten el uso eficiente de la energía y la incorporación de tecnologías limpias en el tejido productivo y residencial del país.

El autoconsumo eléctrico se ha posicionado como una de las soluciones más eficaces para reducir la dependencia de fuentes de energía convencionales, optimizar el consumo energético y abaratar los costes de la electricidad para los ciudadanos, empresas y comunidades.

Debido a lo cual, el IDAE ha elaborado diversas guías y documentos técnicos destinados a orientar a los diferentes agentes del sector energético en la implantación de soluciones de autoconsumo. Entre ellas, la "Guía de Autoconsumo Colectivo" representa un documento de referencia que facilita la comprensión de los modelos de producción y consumo compartido de energía solar fotovoltaica, proporcionando información detallada sobre la normativa vigente, esquemas de reparto de energía, beneficios económicos y aspectos técnicos de la instalación y gestión de estas infraestructuras.

Este Trabajo de Fin de Grado (TFG) tiene como objetivo presentar un ejemplo de elaboración de un proyecto de autoconsumo colectivo y por lo tanto esta, así como otras guías técnicas ofrecidas por el IDAE como "La guía profesional de tramitación del autoconsumo" han sido de gran ayuda a la hora de formarme y adquirir las capacidades para desarrollar de forma correcta este proyecto, y se postulan como el material de referencia a la hora de realizar esta tipología de proyectos en conjunción con el REBT.

He de destacar en la "Guía de Autoconsumo Colectivo" algunos puntos concretos que hacen referencia al marco normativo que se ha de tener en cuenta para realizar estas instalaciones, así como factores únicos de esta tipología de instalación como los coeficientes de reparto o los diferentes tipos de autoconsumo que se proponen en el marco normativo actual.

Estos puntos serían el 3 y el 4 que dan información sobre aspectos clave y distintivos de las instalaciones de autoconsumo y el 7 que hace mención a todo el marco normativo que se ha de tener en cuenta a la hora de el diseño y la posterior tramitación para legalización de la instalación.

También cabe mencionar que en la web de IDAE se puede encontrar información sobre la petición y tramitación de ayudas del estado al autoconsumo en sus diferentes variantes.

## MEMORIA DESCRIPTIVA

### 1 ANTECEDENTES

Se redacta el presente proyecto de una INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 15 KWN SOBRE CUBIERTA EN BLOQUE RESIDENCIAL EN ALICANTE instalada en CUBIERTA DEL BLOQUE RESIDENCIAL, a petición de CCPP SANTA BARBARA con CIF XXXXXXXX, y con domicilio en CALLE SANTA BARBARA,8 BAJO E, 30500, MOLINA DE SEGURA, MURCIA, y a instancia de la Consejería de Hacienda, Industria y Energía, la compañía distribuidora y ante todos los organismos competentes.

### 2 OBJETO

El objeto del presente proyecto es el de exponer ante los Organismos Competentes que la instalación que nos ocupa reúne las condiciones y garantías mínimas exigidas por la reglamentación vigente.

### 3 AGENTES

#### 3.1 Promotor

Titular: CCPP SANTA BARBARA  
CIF: XXXXXXXX  
Domicilio social: CALLE SANTA BARBARA,8, BAJO E, 30500  
Población: MOLINA DE SEGURA(MURCIA)  
Representante: -

#### 3.2 Autor del proyecto

El autor del presente proyecto es Héctor Aranda Miret, Estudiante de ingeniería eléctrica en la universidad Miguel Hernandez de Elche.

### 4 CLASE Y EMPLAZAMIENTO DE LA INSTALACIÓN

Clase de actividad: Actividades de los hogares como productores de servicios para uso propio  
C.N.A.E.: 9820

Emplazamiento del establecimiento: La edificación donde se proyecta la instalación se ubica en Calle Santa Bárbara, 8, 4º A, 30500 Molina de Segura (Murcia). Cuentan con referencia catastral 6737901XH5163F, y sus coordenadas U.T.M. Huso 30 ETRS89: X: 656632.71 Y: 4213545.70.

Detalle que puede apreciarse en plano de situación y emplazamiento que se adjunta en el documento correspondiente.

El establecimiento residencial cuenta con 1 edificación de tipología vivienda residencial, con una superficie total construida de 1498m<sup>2</sup> y con una superficie de cubierta aproximada de 1398 m<sup>2</sup>.

## **5 DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA Y MODALIDAD DE AUTOCONSUMO**

La instalación objeto del proyecto convierte la energía que proporciona el sol, a través de la radiación solar en energía eléctrica alterna de 400V, que será inyectada directamente en la instalación interior de baja tensión del bloque residencial.

Los módulos fotovoltaicos, que irán instalados sobre estructuras fijas, son los elementos encargados de convertir la energía procedente de la radiación solar en energía eléctrica.

La corriente continua así generada se convierte en corriente alterna mediante inversores, que inyectarán la energía eléctrica producida en la instalación eléctrica interior del establecimiento.

Para garantizar en todo momento la integridad física de las personas, la calidad del suministro y no provocar averías en la red, la instalación incorporará todos los elementos de protección necesarios, tales como interruptor automático de desconexión, seccionador, magnetotérmico, etc.

La instalación de producción estará acogida a la modalidad de autoconsumo sin excedentes, según el Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica, dado que la instalación de generación no puede, bajo ningún concepto, el inyectar energía excedentaria en las redes de transporte y distribución. En estos casos existirá un único tipo de sujeto, el sujeto consumidor y el productor.

### **5.1 Módulo fotovoltaico**

Está constituido por 144 células cuadradas fotovoltaicas de silicio MONOCRISTALINO de alta eficiencia. Las conexiones redundantes múltiples en la parte delantera y trasera de cada célula ayudan a asegurar la fiabilidad del circuito del módulo. El marco de aluminio anodizado y el frente de vidrio de conformidad con estrictas normas de calidad hacen que estos módulos soporten las inclemencias climáticas más duras, funcionando eficazmente sin interrupción durante su vida útil.

El módulo está formado por un cristal con alto nivel de transmisividad. Además, cuenta con uno de los mejores encapsulantes utilizados en la fabricación de los módulos, el etil-viniloacetato modificado (EVA). La lámina posterior consta de varias capas, cada una con una función específica, ya sea adhesión, aislamiento eléctrico, o aislamiento frente a las inclemencias meteorológicas. Además, el marco está fabricado con aluminio anodizado que provee al perfil de una resistencia mucho mayor a la corrosión.

Las células de alta eficiencia van embutidas en EVA y protegidas contra la suciedad, humedad y golpes por un frente especial de vidrio templado antirreflectante y una lámina de Tedlar en su parte posterior, asegurando de esta forma su total estanqueidad.

El módulo nos garantiza el 84,8% de la potencia nominal a los 25 años de ser instalado y 15 años contra defectos de fabricación. Además, los módulos y su proceso de producción cumplen las normas UNE/CEI e ISO aplicables y en particular deben cumplir las normas IEC 61215 y UL1703 y ser de Clase II, TUV. También deben disponer de protección de paso (by-pass diode).

Se muestran a continuación las características técnicas más significativas del módulo en cuestión:

Número de módulos: 36 unidades

Modelo del módulo: JA SOLAR 550 W

<b>MÓDULO</b>	
JA SOLAR 550 W	
Tipo de célula	MONOCRISTALINO
Nº de células y conexiones	144
Potencia pico (Wp)	550
Tensión punto máxima potencia (Vmp)	41.96
Intensidad punto máxima potencia (Imp)	13.11
Corriente de cortocircuito (Isc)	14
Tensión de circuito abierto (Voc)	49.9
Coeficiente Temperatura de Voc	0.00275
Coeficiente Temperatura de Isc	-0.00045
Coeficiente Temperatura de Pmax	0.0035
Tensión máxima (V)	1000
Dimensiones (mm)	2274X1134X35 mm

## 5.2 Inversor

La instalación fotovoltaica de este proyecto se va a contemplar con la colocación de los inversores sobre pared resguardado de las inclemencias meteorológicas

El generador estará formado por 1 inversor de 15 kWn. El inversor desemboca en el CGMP.

Número de inversores: 1 unidad

Modelo de los inversores HUAWEI SUN2000-15KTL-M2

<b>INVERSOR</b>	
HUAWEI SUN2000-15KTL-M2	
Potencia nominal (kW)	15
Nº de entradas (mpp)	2
Intensidad máxima de entrada (A)	27
Tensión de entrada (rango) (V)	160-950
Tensión de entrada máxima (V)	1080
Tensión de salida (V)	400
Factor de potencia	0.8
Frecuencia (Hz)	50/60

Distribución de módulos/inversores:

Número total de paneles fotovoltaicos:	36 unidades
Modelo de módulo fotovoltaico:	JA SOLAR 550 W
Potencia unitaria de cada módulo fotovoltaico:	550 Wp
Potencia c.c. total instalada:	19.800 Wp
Número de módulos fotovoltaicos en serie/ series:	36 unidades
Número total de strings:	3 unidades
Número total de inversores:	1 unidad
Potencia c.a. nominal de cada inversor:	15 kWn
Potencia c.a. nominal de todos los inversores:	15 kWn
Tensión de operación en c.c.:	160 - 950
Tensión de conexión a red en c.a.:	400 V
Frecuencia:	50/60 Hz
Factor de potencia:	0,8

## 6 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

Número medio de horas diarias de sol útiles:

Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
3.67	5.00	5.30	5.72	7.34	8.13	7.67	7.12	5.26	4.70	3.70	2.92

Energía que incide sobre un metro cuadrado de superficie horizontal (kWh/m<sup>2</sup>-mes):

Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
113	140.0	164.2	171.7	227.5	244.0	237.6	220.6	157.7	145.8	111.1	90.4

La instalación solar se realizará sobre una estructura de anclaje de aluminio de alta calidad para evitar los incidentes provocados por la corrosión. Aluminio Aleación EN-AW6005A-T6 (Aleación Estructural), de la cual se adjunta tabla de resistencia recogida en el Eurocódigo 9 (cumpliendo así todas las normativas requeridas por dicho documento para la Unión Europea). Dicha estructura deberá estar diseñada para soportar el peso de los módulos y las sobrecargas de viento y nieve, según recoge el Documento Básico DB SE-AE: Acciones en la edificación del Código Técnico de la Edificación.

La tornillería de la estructura será de acero inoxidable AISI 304 (A2-70) o galvanizado, mientras que la de fijación estará realizada en acero inoxidable, según lo recogido en la norma MV- 106 sobre Tornillos ordinarios y calibrados, tuercas y arandelas de acero para estructuras de acero laminado.

El modelo de fijación garantizará las necesarias dilataciones térmicas, de forma que no se transmitan

cargas que puedan afectar a la integridad de los módulos.

Sistema de fijación de las estructuras mediante tornillo doble rosca para evitar posibles aplastamientos de cubierta. La fijación de módulos se realizará mediante omegas intermedias y finales. El sistema de fijación mediante tornillo de doble rosca nos permitirá fijar los rastreles de la estructura de aluminio a las correas, realizando la unión en la zona cresta de la cubierta y asegurando de esta manera la estanqueidad de la unión mediante la arandela de epdm que lleva incorporada el tornillo de doble rosca. No obstante, a esta unión se le implementará en la zona de taladro un cordón de polímero sellador, para reforzar el sellado de la propia arandela del tornillo de doble rosca.

El generador fotovoltaico se conectará eléctricamente a los inversores mediante las correspondientes cajas de conexión, que incorporarán diodos de derivación para evitar la posibilidad de rotura del circuito eléctrico en el interior del módulo.

Los conductores de las distintas partes de la instalación serán de cobre, para la parte de CC y de aluminio para la CA, teniendo una sección adecuada para evitar caídas de tensión y minimizar las pérdidas por efecto Joule. De forma general, los conductores de la parte de continua tendrán una sección tal que la caída de tensión sea inferior al 1.5% y en la parte de alterna, la sección garantizará una caída inferior a 1,5%.

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

El tipo de cable que se empleará tendrá un aislamiento de 0,6/1 kV, utilizándose los colores fijados en la norma UNE 21089 para distinguir los diferentes conductores aislados:

Azul claro: Neutro.

Negro: Fase.

Marrón: Fase.

Gris: Fase.

Azul/Negro: Negativo.

Rojo/Marrón: Positivo.

Para el tendido y colocación de los conductores se seguirá lo señalado en las instrucciones ITC-BT 07, ITC-BT 19, ITC-BT 20 y ITC-BT 21.

Cada extremo de los cables habrá de suministrarse con un medio autorizado de identificación. Los medios de identificación serán etiquetas de plástico rotulado, firmemente sujetas al cable o al cajetín que precinta el cable.

En lo que respecta a la instalación de puesta a tierra, ésta cumplirá con lo dispuesto en el artículo 15 del R.D. 1699/2011 sobre las condiciones de puesta a tierra en instalaciones fotovoltaicas

conectadas a la red de baja tensión y en la norma UNE-EN 61173 sobre protección contra las sobretensiones de los sistemas fotovoltaicos productores de energía.

Todas las mesas de la instalación fotovoltaica estarán conectadas a una red de tierras independiente de la del neutro de la empresa distribuidora, de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, así como de las masas del resto del suministro.

La red de tierras debe estar realizada mediante picas de cobre. La configuración de estas será redonda y de alta resistencia, asegurando una máxima rigidez para facilitar su introducción en el terreno, evitando que la pica sufra desperfectos durante su colocación.

Para la conexión de los distintos componentes al circuito de puesta a tierra se dispondrán bornes o elementos de conexión que garanticen una unión perfecta, teniendo en cuenta los esfuerzos dinámicos y térmicos que se producen en caso de cortocircuito. Para la puesta a tierra de la instalación se seguirá lo señalado en la instrucción ITC-BT 18.

Las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el artículo 13 del R.D. 1663/2000 en lo que respecta a armónicos y compatibilidad electromagnética en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

El sistema de protecciones cumplirá las exigencias previstas en la reglamentación vigente. El conjunto de protecciones instaladas será, de forma general, el siguiente:

### **6.1 Elementos de protección**

Interruptor magnetotérmico con intensidad de cortocircuito superior a la indicada por la empresa distribuidora en el punto de conexión. Será accesible a la empresa distribuidora en todo momento, con objeto de poder realizar la desconexión manual. Este dispondrá de enclavamiento.

Además de lo anterior, existirán las siguientes protecciones internas:

Interruptor automático de la interconexión: su misión es la de permitir la conexión y desconexión con la instalación interior del establecimiento.

Interruptor magnetotérmico: Protegerá la parte de alterna de la instalación, así como las fases, de posibles sobreintensidades.

Interruptor automático diferencial: Su finalidad es la de proteger a las personas en caso de derivación de algún elemento de la parte de alterna de la instalación. Sus características técnicas se ajustarán a lo recogido en la norma UNE 20283 y deberán llevar impresa la marca de conformidad a Norma UNE. La capacidad de maniobra debe garantizar que se produzca una desconexión perfecta en caso de cortocircuito y simultánea derivación a tierra.

Limitador de sobretensiones permanentes y transitorias: Protege la totalidad de la instalación contra sobretensiones ya sean originadas por fenómenos atmosféricos y/o deficiencias en la red.

Separación Galvánica: La instalación debe disponer de una separación galvánica entre la red de distribución y la instalación fotovoltaica por medio de un transformador de seguridad que cumpla la Norma UNE 60742.

Protección de máxima y mínima tensión, máxima y mínima frecuencia, está incluido en el propio inversor, mediante su programación.

Seccionador de corte fotovoltaico: se instalará un interruptor-seccionador con bloqueo de llave a la salida de la medida de generación, para garantizar el aislamiento en caso de intervención en la medida de acuerdo a la ITC-BT-40, cumpliendo además con la norma MT 3.53.01 en la que se redactan las condiciones técnicas de instalaciones de producción eléctrica conectadas a la red de I-DE.

## **6.2 Elementos de medida**

En base al Real Decreto-ley 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores, si dispondrá de los equipos de medida estrictamente necesarios para la correcta facturación de los precios, tarifas, cargos o peajes que le resulten de aplicación.

Los puntos de medida se ajustarán a los requisitos y condiciones establecidos en el Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que sea Proyecto el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico, y en la reglamentación vigente en materia de medida y seguridad y calidad industrial, cumpliendo los requisitos necesarios para permitir y garantizar la correcta medida y facturación de la energía producida.

### 6.3 Medios de elevación

El medio de elevación o los medios de elevación previstos para el presente proyecto son:

- Una plataforma elevadora hidráulica de brazo articulado PTD22 HL-220 D25, con capacidad de 750 kg y 21,70 m de altura.



Cualquier otro medio adicional para elevar los materiales y al personal de montaje y conexión se decidirán en el replanteo de la obra y con la previa comunicación del Director de Obra al promotor.

### 6.4 Elementos de sujeción

Para los trabajos de esta instalación serán necesarios medios de sujeción homologados y adecuados para el trabajo en altura. Trabajo que implica riesgo especial para la seguridad y salud de los trabajadores, incluido en el Anexo II del Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre.

Durante los trabajos los operarios deberán permanecer atados permanentemente, durante todo el tiempo que dure el trabajo. En caso necesario, utilizarán una línea de vida para realizar los trabajos y en su defecto un cabo de doble anclaje. La línea de vida en el presente proyecto será necesaria ya que de acuerdo con el DB SUA del CTE en el apartado 3.2.1 hace referencia a “una altura de 0,90 m cuando la diferencia de cota que protegen no exceda de 6 m y de 1,10 m en el resto de los casos, excepto en el caso de huecos de escaleras de anchura menor que 40 cm, en los que la barrera tendrá una altura de 0,90 m, como mínimo”. Como se podrá ver más adelante en los planos, no existen petos que eviten la caída de los operarios al asfalto desde la cubierta. Por lo tanto, se instalará una línea de vida provisional, que mediante arneses asegure la sujeción permanente los trabajadores en altura. Se usará del estilo IRUDEK X4 Lite, con hasta 25 metros de longitud y apto para hasta 4 usuarios simultáneos. Dicha línea se apoyará en anclajes situados a elementos estructurales de la nave y cumple con la normativa EN 795 B y TS16415.



Los trabajos en altura solo se efectuarán por personal formado en trabajos en altura, con ayuda de equipos concebidos para tal fin (EPIS con marcado CE) y utilizando equipos de protección colectiva. Si ello no fuera posible se deberá disponer de medios de acceso seguros a utilizar equipos de seguridad con anclaje equivalente.

## 7 CUMPLIMIENTO DEL REGLAMENTO DE BAJA TENSIÓN

Para la ejecución de esta memoria se ha tenido en cuenta el REBT y sus instrucciones técnicas complementarias, y particularmente la ITC BT-40 denominada instalaciones generadoras en Baja Tensión.

La instrucción ITC BT-40. Se aplica a las instalaciones generadoras, entendiéndose como tales, las destinadas a transformar cualquier tipo de energía no eléctrica en energía eléctrica.

La instalación generadora que se pretende instalar se clasifica, atendiendo a su funcionamiento respecto a la red de distribución pública, como una instalación generadora interconectada, puesto que está, normalmente, trabajando en paralelo con la red de distribución pública.

La instalación se realizará mediante módulos solares los cuales están montados en una estructura de aluminio sobre la cubierta. El emplazamiento donde se instalarán los paneles corresponde a la cubierta de la vivienda ubicada en CALLE SANTA BARBARA,8, BAJO E, 30500 MOLINA DE SEGURA (MURCIA). Atendiendo a las condiciones del terreno y a la forma de instalación concluimos que no serán necesarias medidas especiales para la protección contra incendios.

La potencia máxima de la instalación generadora interconectada a la red de distribución pública está condicionada por las características de ésta, en cuanto a tensión de servicio, potencia de cortocircuito, capacidad de transporte de línea, potencia consumida en la red de baja tensión, etc. Condiciones que la compañía distribuidora ha fijado, y por tanto se han tenido en cuenta en la redacción de esta memoria.

La instalación generadora, con potencia nominal de 15 kW, se conectarán a un cuadro de Baja tensión de la red interior del establecimiento.

Equipos de maniobra:

En el origen de la instalación interior y en un punto único y accesible de forma permanente a la empresa distribuidora de energía eléctrica, se dispondrán de interruptores generales para el corte de la instalación.

Estas protecciones garantizarán que las faltas internas de la instalación no perturben el correcto funcionamiento de la red a la que estará conectada y en caso de defecto de esta, deberá quedar desconectada la instalación a la red de la distribuidora.

Cables de conexión:

Los cables de conexión estarán dimensionados para una intensidad no inferior al 125 % de la máxima intensidad del generador y la caída de tensión entre el generador y el punto de interconexión a la red de distribución pública, no será superior al 3 %, para la intensidad nominal.

Forma de onda:

La tensión generada será prácticamente senoidal, con una tasa máxima de armónicos, en cualquier condición de funcionamiento de:

Armónicos de orden par	4/n
Armónicos de orden 3	5
Armónicos de orden impar ( $\geq 5$ )	25/n

La tasa de armónicos es la relación, en %, entre el valor eficaz del armónico de orden n y el valor eficaz del fundamental.

Protecciones:

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

Las protecciones mínimas serán:

De sobreintensidad.

De mínima tensión instantáneos, conectados entre las fases y neutro y que actuarán, en un tiempo inferior a 0,5 segundos, a partir de que la tensión llegue al 85 % de su valor asignado (Incluida en el inversor).

De sobretensión, conectado entre una fase y neutro, y cuya actuación debe producirse en un tiempo inferior a 0,5 segundos, a partir de que la tensión llegue al 110 % de su valor asignado.

De máxima y mínima frecuencia, conectado entre fases, y cuya actuación debe producirse cuando la frecuencia sea inferior a 49 Hz o superior a 51 Hz durante más de 5 periodos (Incluida en el inversor).

## 7.1 Resistencia de aislamiento y rigidez eléctrica

Las instalaciones deberán presentar una resistencia de aislamiento al menos igual a los valores indicados en la tabla siguiente:

Tensión nominal instalación de aislamiento (MΩ)	Tensión ensayo corriente continua (V)	Resistencia
MBTS o MBTP	250	≥ 0,25
≤ 500 V	500	≥ 0,5
> 500 V	1000	≥ 1

La rigidez dieléctrica será tal que, desconectados los aparatos de utilización (receptores), resista durante 1 minuto una prueba de tensión de  $2U + 1000$  V a frecuencia industrial, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios, y con un mínimo de 1.500 V.

Las corrientes de fuga no serán superiores, para el conjunto de la instalación o para cada uno de los circuitos en que ésta pueda dividirse a efectos de su protección, a la sensibilidad que presenten los interruptores diferenciales instalados como protección contra los contactos indirectos.

## 7.2 Puestas a tierra

Las puestas a tierra se establecen principalmente con objeto de limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar 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.

La puesta o conexión a tierra es la unión eléctrica directa, sin fusibles ni protección alguna, de una parte del circuito eléctrico o de una parte conductora no perteneciente al mismo, mediante una toma de tierra con un electrodo o grupo de electrodos enterrados en el suelo.

Mediante la instalación de puesta a tierra se deberá conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no aparezcan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o las de descarga de origen atmosférico.

La elección e instalación de los materiales que aseguren la puesta a tierra deben ser tales que:

El valor de la resistencia de puesta a tierra esté conforme con las normas de protección y de funcionamiento de la instalación y se mantenga de esta manera a lo largo del tiempo.

Las corrientes de defecto a tierra y las corrientes de fuga puedan circular sin peligro, particularmente desde el punto de vista de sollicitaciones térmicas, mecánicas y eléctricas.

La solidez o la protección mecánica quede asegurada con independencia de las condiciones estimadas de influencias externas.

Contemplan los posibles riesgos debidos a electrólisis que pudieran afectar a otras partes metálicas.

### 7.3 Uniones a tierra

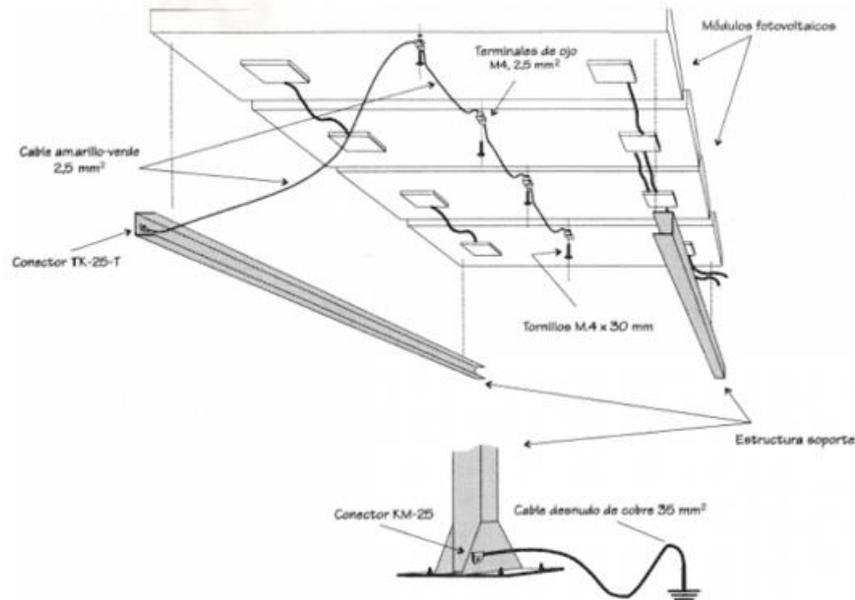
El establecimiento industrial cuenta con su correspondiente toma de tierra, a la que se conectará los elementos necesarios de la instalación generadora que nos ocupa.

Para la toma de tierra se pueden utilizar electrodos formados por:

- barras, tubos;
- pletinas, conductores desnudos;
- placas;
- anillos o mallas metálicas constituidos por los elementos anteriores o sus combinaciones;
- armaduras de hormigón enterradas; con excepción de las armaduras pretensadas;
- otras estructuras enterradas que se demuestre que son apropiadas.

Los conductores de cobre utilizados como electrodos serán de construcción y resistencia eléctrica según la clase 2 de la norma UNE 21.022.

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



#### Conductores de tierra

La sección de los conductores de tierra, cuando estén enterrados, deberá estar de acuerdo con los valores indicados en la tabla siguiente. La sección no será inferior a la mínima exigida para los conductores de protección.

Tipo	Protegido mecánicamente	No protegido mecánicamente
Protegido contra la corrosión*	Igual a conductores de protec.	16 mm <sup>2</sup> Cu
		16 mm <sup>2</sup> Acero
No protegido contra la corrosión	25 mm <sup>2</sup> Cu	25 mm <sup>2</sup> Cu
	50 mm <sup>2</sup> Fe	50 mm <sup>2</sup> Fe

\* La protección contra la corrosión puede obtenerse mediante una envolvente.

Durante la ejecución de las uniones entre conductores de tierra y electrodos de tierra debe extremarse el cuidado para que resulten eléctricamente correctas. Debe cuidarse, en especial, que las conexiones, no dañen ni a los conductores ni a los electrodos de tierra.

#### Bornes de puesta a tierra

En toda instalación de puesta a tierra debe preverse un borne principal de tierra, al cual deben unirse los conductores siguientes:

- Los conductores de tierra.
- Los conductores de protección.
- Los conductores de unión equipotencial principal.
- Los conductores de puesta a tierra funcional, si son necesarios.

Debe preverse sobre los conductores de tierra y en lugar accesible, un dispositivo que permita medir la resistencia de la toma de tierra correspondiente. Este dispositivo puede estar combinado con el borne principal de tierra, debe ser desmontable necesariamente por medio de un útil, tiene que ser mecánicamente seguro y debe asegurar la continuidad eléctrica.

#### Conductores de protección

Los conductores de protección sirven para unir eléctricamente las masas de una instalación con el borne de tierra, con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos.

Los conductores de protección tendrán una sección mínima igual a la fijada en la tabla siguiente:

Sección conductores fase (mm <sup>2</sup> )	Sección conductores protección (mm <sup>2</sup> )
$S_f \leq 16$	$S_f$
$16 < S_f \leq 35$	16
$S_f > 35$	$S_f/2$

En todos los casos, los conductores de protección que no forman parte de la canalización de alimentación serán de cobre con una sección, al menos de:

- 2,5 mm<sup>2</sup>, si los conductores de protección disponen de una protección mecánica.
- 4 mm<sup>2</sup>, si los conductores de protección no disponen de una protección mecánica.

Como conductores de protección pueden utilizarse:

- conductores en los cables multiconductores.
- conductores aislados o desnudos que posean una envolvente común con los conductores activos.
- conductores separados desnudos o aislados.

Ningún aparato deberá ser intercalado en el conductor de protección. Las masas de los equipos a unir con los conductores de protección no deben ser conectadas en serie en un circuito de protección.

#### **7.4 Conductores de equipotencialidad**

El conductor principal de equipotencialidad debe tener una sección no inferior a la mitad de la del conductor de protección de sección mayor de la instalación, con un mínimo de 6 mm<sup>2</sup>.

La unión de equipotencialidad suplementaria puede estar asegurada, bien por elementos conductores no desmontables, tales como estructuras metálicas no desmontables, bien por conductores suplementarios, o por combinación de los dos.

#### **7.5 Resistencia de las tomas de tierra**

El valor de resistencia de tierra será tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a:

- 24 V en local o emplazamiento húmedo.
- 50 V en los demás casos.

Si las condiciones de la instalación son tales que pueden dar lugar a tensiones de contacto superiores a los valores señalados anteriormente, se asegurará la rápida eliminación de la falta mediante dispositivos de corte adecuados a la corriente de servicio.

La resistencia de un electrodo depende de sus dimensiones, de su forma y de la resistividad del terreno en el que se establece. Esta resistividad varía frecuentemente de un punto a otro del terreno, y varía también con la profundidad.

## 8 PUESTA A TIERRA

Según el RD 1699/2011, donde se fijan las condiciones técnicas para la conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de BT:

La puesta a tierra de las instalaciones interconectadas se hará siempre de forma que no se alteren las condiciones de puesta a tierra de la red de la empresa distribuidora, asegurando que no se produzcan transferencias de defectos a la red de distribución.

La instalación deberá disponer de una separación galvánica entre la red de distribución y las instalaciones generadoras, bien sea por medio de un transformador de aislamiento o cualquier otro medio que cumpla las mismas funciones de acuerdo con la reglamentación de seguridad y calidad industrial aplicable.

Las masas de la instalación de generación estarán conectadas a una tierra independiente de las del neutro de la empresa distribuidora y cumplirán con lo indicado en los reglamentos de seguridad y calidad industrial vigentes que sean de aplicación.

La instalación donde se pretende realizar la instalación solar fotovoltaica cuenta con su correspondiente Tierra de protección, donde se conectarán tanto la estructura soporte y marcos del generador fotovoltaico, como el borne de puesta a tierra del inversor, con el fin de no crear diferencias de tensión peligrosas para las personas con la realización de diversas tomas de tierra.

## 9 PROTECCIONES

Los sistemas de protección que debe llevar la instalación generadora, en base al Real Decreto 1699 de 2011, debe estar compuesta de:

- a) Un elemento de corte general que proporcione un aislamiento requerido por el Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico. Eventualmente, las funciones del elemento de corte general pueden ser cubiertas por otro dispositivo de la instalación generadora, que proporcione el aislamiento indicado entre el generador y la red.
- b) Interruptor automático diferencial, con el fin de proteger a las personas en el caso de derivación de algún elemento a tierra.
- c) Interruptor automático de la conexión, para la desconexión-conexión automática de la instalación en caso de anomalía de tensión o frecuencia de la red, junto a un relé de enclavamiento. Eventualmente la función desarrollada por este interruptor puede ser desempeñada por el interruptor o interruptores de los equipos generadores. Eventualmente, las funciones del interruptor automático de la conexión y el interruptor de corte general pueden ser cubiertas por el mismo dispositivo. (Está incluido en el inversor)

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

PARÁMETRO	UMBRAL DE PROTECCIÓN	TIEMPO MÁXIMO DE ACTUACIÓN
Sobretensión - fase 1	Un + 10%	1,5 s
Sobretensión - fase 2	Un + 15%	0,2 s
Tensión mínima	Un - 15%	1,5 s
Frecuencia máxima	50,5 Hz	0,5 s
Frecuencia mínima	48 Hz	3 s

En resumen:

Parte de CC:

- Interruptor de corte en cc.
- Protección contra sobreintensidades (fusible).
- Protección contra sobretensiones.

Parte de CA:

- Relés de máxima y mínima tensión.
- Relé de máxima y mínima frecuencia.
- Limitador de sobretensiones.
- Interruptor magnetotérmico.
- Interruptor diferencial.
- Protección contra funcionamiento en isla.
- Interruptor de corte en carga.
- Secuencia de fases.

## 10 CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA AUTONÓMICA

### 10.1 Memoria técnica de diseño

#### A) DATOS DEL TITULAR DE LA INSTALACIÓN

Descritos anteriormente.

## B) EMPLAZAMIENTO Y USO DE LA INSTALACIÓN

Descritos anteriormente.

Uso al que se destina (ITC-BT-04): C (local mojado)

Grupo	Tipo de Instalación	Límites
a	Las correspondientes a industrias, en general	P>20 kW
b	Las correspondientes a: - Locales húmedos, polvorientos o con riesgo de corrosión; - Bombas de extracción o elevación de agua, sean industriales o no.	P>10 kW
c	Las correspondientes a: - Locales mojados; - generadores y convertidores; - conductores aislados para caldeo, excluyendo las de viviendas.	P>10 kW
d	- de carácter temporal para alimentación de maquinaria de obras en construcción. - de carácter temporal en locales o emplazamientos abiertos;	P>50 kW
e	Las de edificios destinados principalmente a viviendas, locales comerciales y oficinas, que no tengan la consideración de locales de pública concurrencia, en edificación vertical u horizontal.	P>100 kW por caja gral. de protección
f	Las correspondientes a viviendas unifamiliares	P>50 kW
g	Las de garajes que requieren ventilación forzada	Cualquiera que sea su ocupación
h	Las de garajes que disponen de ventilación natural	De más de 5 plazas de estacionamiento
i	Las correspondientes a locales de pública concurrencia;	Sin límite

## C) DATOS DE LA INSTALACIÓN DE GENERACIÓN

Potencia instalada total generadores (kW): 19.800

Tensión: 3x400 V

Empresa distribuidora: i-DE REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES, S.A.U

Tipo de instalación: Autoconsumo Colectivo

Tipo de modalidad: Con excedentes

Tipo de conexión: Red interior

Colectivo: Si

## D) MEMORIA DESCRIPTIVA

Nueva instalación

### D.1) INSTALACIONES GENERADORAS

Tecnología: b11 - fotovoltaica

Combustible: Ninguno

GENERADOR FOTOVOLTAICO: Descrito anteriormente

La orientación según planos del proyecto es AZIMUT -20º y la inclinación es de 30º, según justificación expuesta anteriormente y en memoria de cálculo.

Descritos anteriormente. Se adjunta ficha técnica.

Superficie total de captación: 93m<sup>2</sup>. Forman parte de una agrupación

Dentro de la misma rama, la totalidad de los módulos tienen la misma orientación e inclinación. Se han tenido en cuenta las separaciones y retranqueos suficientes a laterales y extremos para que no existan pérdidas debidas a sombreados.

Forma parte de una agrupación: Si

INVERSOR: Descrito anteriormente

El inversor se colocará en zona protegida en el interior del edificio, aislado de la radiación solar, lluvia y de la elevada humedad. Según se observa en planos la distancia a módulos es la mínima posible, teniendo en cuenta una sección de conductor entre este y las cadenas de módulos sobredimensionada con objeto de minimizar las pérdidas.

Descritos anteriormente. Se adjunta ficha técnica.

Otras instalaciones generadoras: No aplica

#### D.3) INSTALACIONES COMPLEMENTARIAS

Sistema antivertido: No aplica

Sistema acumulación: No aplica

Servicios auxiliares: No aplica

#### D.4) PREVISIÓN DE GENERACIÓN DE ENERGÍA

Energía generada anual (estimada): 36.376kWh

Energía consumida anual (estimada): 18.062 kWh

Energía vertida anual (estimada): 27.371 kWh

E) CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LAS LÍNEAS Y CIRCUITOS

Descritos en cálculos justificativos

F) PLANO DE EMPLAZAMIENTO Y CROQUIS DE ACCESO

Documento adjunto, PLANO DE EMPLAZAMIENTO Y CROQUIS DE ACCESO

G) ESQUEMA UNIFILAR DE LA INSTALACIÓN

Documento adjunto, ESQUEMA UNIFILAR DE LA INSTALACIÓN.

H) CROQUIS DE SU TRAZADO

Documento adjunto, CROQUIS DEL TRAZADO DE LA INSTALACIÓN

I) PRESUPUESTO TOTAL

33.407,03 € + 21% de IVA

J) SUMINISTROS ASOCIADOS, COEFICIENTES DE REPARTO Y RELACIÓN DE REFERENCIAS CATASTRALES

CUPS	DIRECCION	CP	MUNICIPIO	REFERENCIA CATASTRAL	FACTOR DE REPARTO
ES0021000006144044NM	Calle Santa Bárbara, 8, 4º A, 30500 Molina de Segura (Murcia)	30500	MOLINA DE SEGURA	6737901XH5163F0074UW	12,35%
ES0021000006144036BC	Calle Santa Bárbara, 8, 2º A, 30500 Molina de Segura (Murcia)	30500	MOLINA DE SEGURA	6737901XH5163F0066WB	11,33%
ES0021000006144038BE	Calle Santa Bárbara, 8, 2º C, 30500 Molina de Segura (Murcia)	30500	MOLINA DE SEGURA	6737901XH5163F0068RX	9,31%
ES0021000006144046NF	Calle Santa Bárbara, 8, 4º D, 30500 Molina de Segura (Murcia)	30500	MOLINA DE SEGURA	6737901XH5163F0060LF	
ES0021000006144047NP	Calle Santa Bárbara, 8, 4º B, 30500 Molina de Segura (Murcia)	30500	MOLINA DE SEGURA	6737901XH5163F0075IE	7,65%
ES0021000006411045NY	Calle Santa Bárbara, 8,BAJO C, 30500 Molina de Segura (Murcia)	30500	MOLINA DE SEGURA	6737901XH5163F0077PT	7,65%
6737901XH5163F0065QL	Calle Santa Bárbara, 8, 1º D, 30500 Molina de Segura (Murcia)	30500	MOLINA DE SEGURA	6737901XH5163F0065QL	15,05
ES0021000006144029BJ	Calle Santa Bárbara, 8, BAJO E, 30500 Molina de Segura (Murcia)	30500	MOLINA DE SEGURA		5,98

El factor de reparto se aplicará tanto a la parte del autoconsumo, como a la parte de los excedentes generados.

## 11 CONCLUSIÓN

Por tanto, con esta Memoria, Anexos Justificativos, Planos, Presupuesto y E.S.S. el técnico que suscribe considera suficientemente descrita la instalación objeto del proyecto y lo somete a la aprobación por parte de los Organismos Competentes.

Alicante, a 02 de mayo de 2023

Fdo.  
Héctor Aranda Miret  
Colegiado Nº XXXX



## MEMORIA DE CÁLCULO

### 1 PUESTA A TIERRA

Según el RD 1699/2011, donde se fijan las condiciones técnicas para la conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de BT:

La puesta a tierra de las instalaciones interconectadas se hará siempre de forma que no se alteren las condiciones de puesta a tierra de la red de la empresa distribuidora, asegurando que no se produzcan transferencias de defectos a la red de distribución.

La instalación deberá disponer de una separación galvánica entre la red de distribución y las instalaciones generadoras, bien sea por medio de un transformador de aislamiento o cualquier otro medio que cumpla las mismas funciones de acuerdo con la reglamentación de seguridad y calidad industrial aplicable.

Las masas de la instalación de generación estarán conectadas a una tierra independiente de las del neutro de la empresa distribuidora y cumplirán con lo indicado en los reglamentos de seguridad y calidad industrial vigentes que sean de aplicación.

Se conectarán tanto la estructura soporte y marcos del generador fotovoltaico, como el borne de puesta a tierra del inversor, con el fin de no crear diferencias de tensión peligrosas para las personas con la realización de diversas tomas de tierra en la nave.

En base a las ITC-FV-09, de la Orden de 26 de Marzo de 2007, por la que se aprueban las especificaciones técnicas de las instalaciones fotovoltaicas, la toma de tierra de las masas del edificio serán las mismas que la toma tierra de las masas de la instalación fotovoltaica siempre dado que el inversor está en el interior del edificio.

### 2 PROTECCIONES

Parte de CC:

- Interruptor de corte en cc.
- Protección contra sobreintensidades (fusible).
- Protección contra sobretensiones.

Parte de CA:

- Relés de máxima y mínima tensión.
- Relé de máxima y mínima frecuencia.
- Limitador de sobretensiones.
- Interruptor magnetotérmico.

- Interruptor diferencial.
- Protección contra funcionamiento en isla.
- Interruptor de corte en carga.
- Secuencia de fases.

Descritos en el esquema unifilar adjunto.

#### Interruptor general magnetotérmico

- Tensión nominal, Vn (V): 400
- Intensidad nominal, In (A): 32
- Poder de corte (kA): 6
- Curva: C

#### Interruptor diferencial

- Tensión nominal, Vn (V): 400
- Intensidad nominal, In (A): 40
- Sensibilidad diferencial (mA): 300

### 3 SEPARACIÓN ENTRE MÓDULOS

La distancia (d) medida sobre la horizontal, entre un obstáculo de altura h, que pueda producir sombras sobre la instalación deberá garantizar un mínimo de 4 horas de sol en torno al mediodía del solsticio de invierno. Esta distancia d será superior al valor obtenido por la expresión:

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

donde  $1/\tan(61^\circ - \text{latitud})$  es un coeficiente adimensional denominado k.

La cubierta dispone de una orientación de  $-20^\circ$ , con inclinación de  $30^\circ$ . La disposición de los paneles será VERTICAL.

En la distribución coplanar, la separación necesaria para evitar sombras es inexistente pues no producen sombras unos módulos a otros. La única separación que existirá entre los módulos será la necesaria tanto para la instalación como el mantenimiento, así como por la existencia de diferentes elementos que imposibiliten la colocación a la par, tales como chimeneas o tragaluces.

Para la colocación elevadas, las distancias deberán calcularse para que no se hagan sombra unas filas con otras, así como para los petos o semimuros no hagan sombra a las primeras filas.

La distancia que se dejarán con los paneles elevados con estructuras son las siguientes:

ANCHO	ALTO	LATITUD	AZIMUT	° ASC.	° DESC.	° PANEL	ORIENTACIÓN PANEL
1134	2279	38	-20	0	0	30	VERTICAL

DISTANCIA LIBRE ENTRE PANELES SUPERFICIE PLANA			
ANGULO (H)	ALTURA (mm)	D. MINIMA (m)	D. RECOM. (m)
30	2,279	2.69	3.36

DISTANCIA ENTRE INICIO DE PANELES ASCENDENTE 0°			
ANGULO (H)	ALTURA (mm)	D. MINIMA (m)	D. RECOM. (m)
30	2,279	0.00	0.00

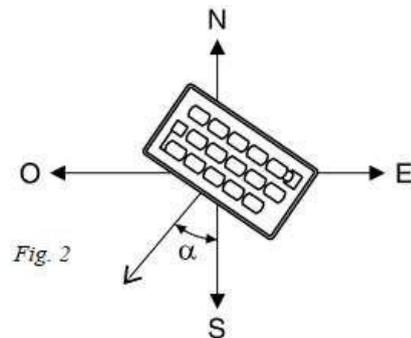
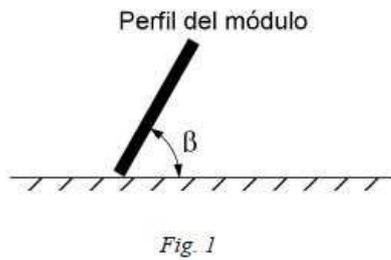
DISTANCIA ENTRE INICIO DE PANELES DESCENDENTE 0°			
ANGULO (H)	ALTURA (mm)	D. MINIMA (m)	D. RECOM. (m)
30	2,279	0.00	0.00

#### 4 CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS POR ORIENTACIÓN E INCLINACIÓN

El objeto de este apartado es determinar las pérdidas debido a la orientación e inclinación de los módulos.

Las pérdidas por este concepto se calculan en función de:

- Angulo de inclinación  $\beta$ , definido como el ángulo que forma la superficie de los módulos, con el plano horizontal.
- Angulo de azimut  $\alpha$ , definido como el ángulo entre la proyección sobre el plano horizontal de la normal a la superficie y el meridiano del lugar.
- Latitud del lugar  $\phi$ .



La disposición de los módulos se hará de tal manera que las pérdidas debidas a la orientación e inclinación del sistema y a las sombras sobre el mismo sean inferiores a los límites de la tabla siguiente:

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

La instalación propuesta será de tipología superposición, por lo que las pérdidas límite de orientación e inclinación no superarán el 20%, las pérdidas por sombras no excederán el 15% y el total no sobrepasará el 30%.

A efectos de orientación e inclinación, se considerarán como valores óptimos una orientación al sur puro en la medida de lo posible (acimut,  $\alpha = 0^\circ$ ) y una inclinación óptima calculada a través de la siguiente fórmula para conseguir la mayor radiación solar anual posible sobre un captador solar estático. Está basada en el análisis estadístico de la radiación solar anual sobre superficies con diferentes inclinaciones situadas en lugares de diferentes latitudes, por lo que proporciona la inclinación óptima en función de la latitud del lugar:

$$\beta_{opt} = 3,7 + 0,69 \cdot |\phi|$$

Siendo:

$\beta$ : ángulo de inclinación óptima (grados)

$|\phi|$ : latitud del lugar, sin signo (grados)

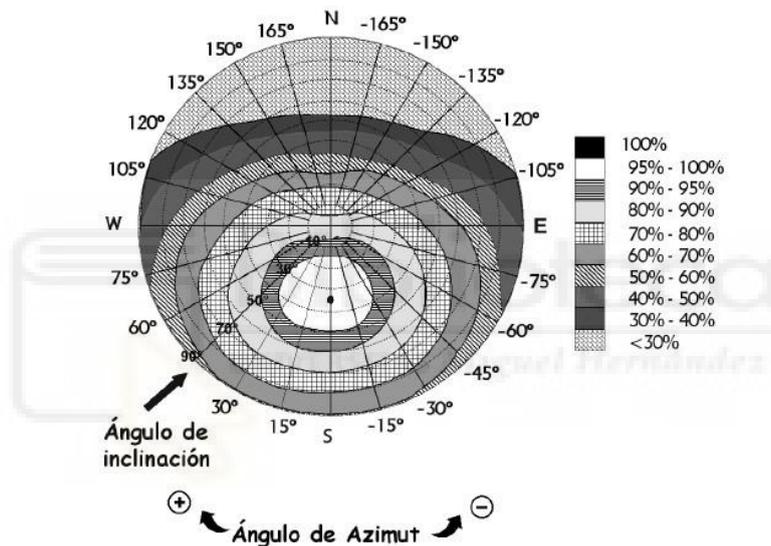
Por lo que la inclinación óptima, teniendo en cuenta la latitud de  $38,03^\circ$ , sería de  $29,34^\circ$ .

Como se trata de una instalación coplanar, el ángulo de los paneles se adaptará al ángulo de la cubierta, siendo en este caso de un ángulo de inclinación de  $30^\circ$ . El ángulo azimut es de  $-20^\circ$ .

A continuación, se realiza la comprobación de las pérdidas de producción por inclinación de los módulos fotovoltaicos, haciendo uso de la gráfica y fórmulas aportada por el IDAE, en el pliego de condiciones técnicas de instalaciones fotovoltaicas.

Tal y como se puede comprobar en la figura siguiente, los puntos de intersección de la recta de acimut con la curva de rendimiento 80% (pérdidas de hasta un 80%) nos proporcionan los valores de inclinación máxima y mínima, que resultan ser 67° y 0°, respectivamente. Seguidamente, se corrigen dichas inclinaciones:

Como la inclinación que se propone es de 30°, y está comprendida entre los valores máximo y mínimo que hemos obtenido, las pérdidas máximas por orientación e inclinación en nuestra instalación serán del 1.45%, no superando el valor máximo admisible, que, para la tipología Superposición es del 20 %.



Como instrumento de verificación de las pérdidas producidas podemos utilizar las siguientes formulas:

$$\text{Pérdidas (\%)} = 100 \times [1,2 \times 10^{-4} (\beta - \phi + 10)^2 + 3,5 \times 10^{-5} \alpha^2] \quad \text{para } 15^\circ < \beta < 90^\circ$$

$$\text{Pérdidas (\%)} = 100 \times [1,2 \times 10^{-4} (\beta - \phi + 10)^2] \quad \text{para } \beta \leq 15^\circ$$

[Nota:  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\phi$  se expresan en grados, siendo  $\phi$  la latitud del lugar].

Con ellas obtenemos los siguientes valores:

Orientación e inclinación	Máx.	Mín.	Opt.	Elegido
Azimut ( $\alpha$ ):	-20	-20	-20	<b>-20</b>
Incl. ( $\beta$ ):	67.00	0.00	29.94	<b>30</b>
Latitud ( $\phi$ ):	38.03	38.03	38.03	<b>38.03</b>
P (%):	19.62%	13.09%	1.44%	<b>1.45%</b>

## 5 PRODUCCIÓN ANUAL ESTIMADA

Tal y como se ha descrito el entorno de la ubicación de la instalación es de:

Latitud (°):	38.03
Atl. Sobre el nivel del mar (m):	99
Azimut (°):	-20
Inclinación (°):	30
Superficie captación (m <sup>2</sup> ):	93.04

Periodo de diseño	$\beta_{opt}$	$K = \frac{G_{dm}(\alpha=0, \beta_{opt})}{G_{dm}(0)}$
Diciembre	$\phi + 10$	1,7
Julio	$\phi - 20$	1
Anual	$\phi - 10$	1,15

$\phi$  = Latitud del lugar en grados

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

Donde:

$P_{mp}$ : Potencia pico del generador

$G_{CEM} = 1 \text{ kW/m}^2$

$$PR = \frac{E_D G_{CEM}}{G_{dm}(\alpha, \beta) P_{mp}}$$

$G_{CEM} = 1 \text{ kW/m}^2$

$P_{mp}$ : Potencia pico del generador (kWp)

$E_D$ : Consumo expresado en kWh/día.

Este factor considera las pérdidas en la eficiencia energética debido a:

- La temperatura.
- El cableado.
- Las pérdidas por dispersión de parámetros y suciedad.
- Las pérdidas por errores en el seguimiento del punto de máxima potencia.
- La eficiencia energética,  $\eta_{rb}$ , de otros elementos en operación como el regulador, batería, etc.
- La eficiencia energética del inversor,  $\eta_{inv}$ .

	H(kWh/ m <sup>2</sup> ·mes)	K	I(kWh/ m <sup>2</sup> ·mes)	H.S.P	PR	Ep(kWh/ d)	Cm(kWh /d)	P(kWp)	Produc (kWh/mes)
ENERO	113.66	15.81	129.67	3.67	0.93	87.41	2.26	15	2,709.73
FEBRERO	139.98	17.74	177.38	5.00	0.93	75.05	1.95	15	2,101.41
MARZO	164.24	15.23	184.33	5.30	0.95	93.95	2.55	15	2,912.42
ABRIL	171.66	17.34	223.67	5.72	0.96	101.30	2.96	15	3,039.06
MAYO	227.52	12.63	220.94	7.34	0.98	118.66	3.37	15	3,678.45
JUNIO	243.95	10.00	227.90	8.13	0.99	126.25	3.00	15	3,787.61
JULIO	237.64	8.20	215.61	7.67	1.00	126.99	3.00	15	3,936.65
AGOSTO	220.59	6.81	172.98	7.12	0.99	118.52	3.18	15	3,674.15
SEPTIEMBRE	157.73	7.05	148.09	5.26	0.97	100.83	2.44	15	3,024.77
OCTUBRE	145.77	8.36	146.29	4.70	0.96	85.48	2.48	15	2,649.76
NOVIEMBRE	111.08	11.45	130.55	3.70	0.94	85.64	2.42	15	2,569.15
DICIEMBRE	90.43	11.34	115.63	2.92	0.93	73.98	2.12	15	2,293.23
<b>TOTAL</b>									36,376.39

H(kWh/m<sup>2</sup>·mes) Energía que incide sobre un metro cuadrado de superficie horizontal en un mes

I(kWh/m<sup>2</sup>·mes) Energía que incide sobre un metro cuadrado en el ángulo indicado en un mes

K Factor de corrección para la inclinación de los módulos con respecto a la horizontal

H.S.P Hora Solar Pico media

Performance Ratio (PR) Rendimiento de la instalación

Ep (kWh/d) Energía media diaria producida

Cm (kWh/d) Consumo medio diario

P(kWp) Potencia de la instalación

## 6 DIMENSIONAMIENTO DE LA CENTRAL FOTOVOLTAICA

Para determinar el número de módulos por cadena que estarán conectados en serie, se tendrá en cuenta que las tensiones máxima y mínima producidas por cadena deberán estar comprendidas dentro del rango de tensiones de entrada del inversor. Las características eléctricas de los módulos son las siguientes:

### 6.1 Módulo

El sistema generador fotovoltaico estará formado por módulos de células de alta eficiencia de silicio MONOCRISTALINO, cuyas características son las siguientes:

Número de módulos:	36 módulos
Potencia (Wp):	19,800
Módulos por serie:	3
Nº de series:	12

<b>MÓDULO</b>	
JA SOLAR 550 W	
Tipo de célula	MONOCRISTALINO
Nº de células y conexiones	144
Potencia pico (Wp)	550
Tensión punto máxima potencia (Vmp)	41.96
Intensidad punto máxima potencia (Imp)	13.11
Corriente de cortocircuito (Isc)	14
Tensión de circuito abierto (Voc)	49.9
Coeficiente Temperatura de Voc	0.00275
Coeficiente Temperatura de Isc	-0.00045
Coeficiente Temperatura de Pmax	0.0035
Tensión máxima (V)	1000
Dimensiones (mm)	2274X1134X35 mm

## 6.2 Inversor

El generador estará formado por 1 inversor de 15 kWn. El inversor desemboca en el CGMP.

Disponemos de 3 ramales con 12 módulos para cada uno de los inversores, con un total de 36 módulos.

<b>INVERSOR</b>	
HUAWEI SUN2000-15KTL-M2	
Potencia nominal (kW)	15
Nº de entradas (mpp)	2
Intensidad máxima de entrada (A)	27
Tensión de entrada (rango) (V)	160-950
Tensión de entrada máxima (V)	1080
Tensión de salida (V)	400
Factor de potencia	0.8
Frecuencia (Hz)	50/60

## 6.3 Distribución

Número total de paneles fotovoltaicos	36
Potencia unitaria de cada módulo fotovoltaico (Wp)	550
Potencia c.c. total instalada (Wp)	19,800
Número de módulos fotovoltaicos en serie	12
Número total de series de módulos conectados en paralelo	3

Número total de inversores	1
Potencia c.a. nominal de cada inversor (kW)	15
Potencia c.a. nominal de todos los inversores (kW)	15
Tensión de operación en c.c. (V)	200-1080
Tensión de conexión a red en c.a. (V)	400
Frecuencia (Hz)	50/60
Factor de potencia	0.8

#### 6.4 Condiciones críticas

Coeficiente Temperatura de Isc	0.00275
Coeficiente Temperatura de Voc	-0.00045
Coeficiente Temperatura de Pmax	0.0035
Azimut (°)	-20
Inclinación (°)	30
Tª amb máx (°C)	5
Tª amb mín (°C)	0
Imáx (W/m <sup>2</sup> )	1,000
Imín (W/m <sup>2</sup> )	100
Tªc máx (°C)	80.96
Tªc mín (°C)	-1.67
Voc (Tmáx) (V)	57.58
Voc (Tmín) (V)	46.24
Vmp (Tmáx) (V)	48.42
Vmp (Tmín) (V)	38.88
Vmp str (Tmáx) (V)	581.01
Voc str (Tmín) (V)	554.88
Inom inversor (A)	27/25.2
Icc cc (Tmáx) (A)	35.54
Icc inversor (A)	39/25.2

La instalación objeto de la memoria convierte la energía que proporciona el sol en energía alterna de 400 V, que es inyectada directamente al CGMP.

Los módulos fotovoltaicos, que irán instalados sobre estructuras fijas, son los elementos encargados de convertir la energía procedente de la radiación solar en energía eléctrica. La corriente continua así generada se convierte en corriente alterna mediante inversores, que inyectarán la energía eléctrica producida en la red interior de baja tensión.

Para garantizar en todo momento la integridad física de las personas, la calidad del suministro y no provocar averías en la red, la instalación incorporará todos los elementos de protección necesarios, tales como interruptor automático de desconexión, seccionador, magnetotérmico, relés, etc

## 7 CÁLCULO DE SECCIONES Y CIRCUITOS

### 7.1 Constantes de cálculo

- Clase de corriente: Alterna monofásica y continua.
- Tensión: 400V (CA) y 554,88 V (CC).
- Conductores unipolares y tetrapolares de cobre 0,6/1 kV.
- Conductores unipolares de cobre 1.500 V.
- Canalizaciones: Conductores aislados bajo bandeja rejilla, bandeja metálica perforada tubo y enterrado bajo tubo.
- Régimen de neutro: TT.
- Frecuencia: 50 Hz.

### 7.2 Fórmulas empleadas

#### Fórmulas corriente continua

$$I = P / U$$

$$\Delta U (V) = 2 \cdot L \cdot I / K \cdot S$$

Donde:

K= inversa de la conductividad eléctrica, 56 para el cobre y 35 para el Aluminio.

$\Delta U$ = Caída de tensión (V).

I= Intensidad (A).

L= Longitud de la línea en (m).

S= Sección del conductor (mm<sup>2</sup>).

V= Tensión (V).

P= Potencia (W).

#### Fórmulas corriente alterna

Sistema Trifásico:

$$I = P_c / 1,732 \times U \times \cos\phi \times R = \text{amp (A)}$$

$$e = (L \times P_c / k \times U \times n \times S \times R) + (L \times P_c \times X_u \times \text{Sen}\phi / 1000 \times U \times n \times R \times \cos\phi) = \text{voltios (V)}$$

Sistema Monofásico:

$$I = P_c / U \times \cos\phi \times R = \text{amp (A)}$$

$$e = (2 \times L \times P_c / k \times U \times n \times S \times R) + (2 \times L \times P_c \times X_u \times \text{Sen}\phi / 1000 \times U \times n \times R \times \cos\phi) = \text{voltios (V)}$$

Donde:

Pc = Potencia de Cálculo en Watios.

L = Longitud de Cálculo en metros.

e = Caída de tensión en Voltios.

K = Conductividad.

I = Intensidad en Amperios.

U = Tensión de Servicio en Voltios (Trifásica ó Monofásica).

S = Sección del conductor en mm<sup>2</sup>.

Cosφ = Coseno de φ. Factor de potencia.

R = Rendimiento. (Para líneas motor).

n = Nº de conductores por fase.

Xu = Reactancia por unidad de longitud en mW/m.

### Fórmulas conductividad Eléctrica

$$K = 1/\rho$$

$$\rho = \rho_{20} \cdot [1 + \alpha (T-20)]$$

$$T = T_0 + [(T_{max}-T_0) \cdot (I/I_{max})^2]$$

Siendo:

K = Conductividad del conductor a la temperatura T.

ρ = Resistividad del conductor a la temperatura T.

ρ<sub>20</sub> = Resistividad del conductor a 20°C:

$$Cu = 0,018 (\Omega \cdot m)$$

$$Al = 0,029 (\Omega \cdot m)$$

α = Coeficiente de temperatura:

$$Cu = 3,9 \cdot 10^{-3} (1/K)$$

$$Al = 3,9 \cdot 10^{-3} (1/K)$$

T = Temperatura del conductor (°C).

T<sub>0</sub> = Temperatura ambiente (°C):

Cables enterrados = 25°C

Cables al aire = 40°C

T<sub>max</sub> = Temperatura máxima admisible del conductor (°C):

XLPE, EPR = 90°C

PVC = 70°C

I = Intensidad prevista por el conductor (A).

I<sub>max</sub> = Intensidad máxima admisible del conductor (A).

### Sobrecargas

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1,45 \cdot I_z$$

Donde:

$I_b$  = intensidad utilizada en el circuito.

$I_z$  = intensidad admisible de la canalización según la norma UNE 20-460/5-523.

$I_n$  = intensidad nominal del dispositivo de protección. Para los dispositivos de protección regulables,  $I_n$  es la intensidad de regulación escogida.

$I_2$  = intensidad que asegura efectivamente el funcionamiento del dispositivo de protección. En la práctica  $I_2$  se toma igual:

- a la intensidad de funcionamiento en el tiempo convencional, para los interruptores automáticos ( $1,45 I_n$  como máximo).
- a la intensidad de fusión en el tiempo convencional, para los fusibles ( $1,6 I_n$ ).

#### Fórmulas compensación energía reactiva

$$\cos\phi = P/\sqrt{P^2 + Q^2}.$$

$$\operatorname{tg}\phi = Q/P.$$

$$Q_c = P \cdot (\operatorname{tg}\phi_1 - \operatorname{tg}\phi_2).$$

$$C = Q_c \cdot 1000 / U^2 \cdot \omega; \text{ (Monofásico - Trifásico conexión estrella).}$$

$$C = Q_c \cdot 1000 / 3 \cdot U^2 \cdot \omega; \text{ (Trifásico conexión triángulo).}$$

Siendo:

$P$  = Potencia activa instalación (kW).

$Q$  = Potencia reactiva instalación (kVAr).

$Q_c$  = Potencia reactiva a compensar (kVAr).

$\phi_1$  = Angulo de desfase de la instalación sin compensar.

$\phi_2$  = Angulo de desfase que se quiere conseguir.

$U$  = Tensión compuesta (V).

$$\omega = 2\pi \cdot f; f = 50 \text{ Hz.}$$

$C$  = Capacidad condensadores (F).

#### Fórmulas cortocircuito

$$I_{pccl} = C_t \cdot U / \sqrt{3} \cdot Z_t$$

Siendo:

$I_{pccl}$  = intensidad permanente de c.c. en inicio de línea en kA.

$C_t$  = Coeficiente de tensión.

$U$  = Tensión trifásica en V.

$Z_t$  = Impedancia total en mohm, aguas arriba del punto de c.c. (sin incluir la línea o circuito en estudio).

$$I_{pccF} = C_t UF / 2 Z_t$$

Siendo:

$I_{pccF}$  = Intensidad permanente de c.c. en fin de línea en kA.

$C_t$  = Coeficiente de tensión.

$UF$  = Tensión monofásica en V.

$Z_t$  = Impedancia total en mohm, incluyendo la propia de la línea o circuito (por tanto, es igual a la impedancia en origen más la propia del conductor o línea).

La impedancia total hasta el punto de cortocircuito será:

$$Z_t = (R_t^2 + X_t^2)^{1/2}$$

Siendo:

$R_t = R_1 + R_2 + \dots + R_n$  (suma de las resistencias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)

$X_t = X_1 + X_2 + \dots + X_n$  (suma de las reactancias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)

$$R = L \cdot 1000 \cdot CR / K \cdot S \cdot n \text{ (m}\Omega\cdot\text{m)}$$

$$X = X_u \cdot L / n \text{ (m}\Omega\cdot\text{m)}$$

Donde:

$R$  = Resistencia de la línea en  $m\Omega\cdot m$ .

$X$  = Reactancia de la línea en  $m\Omega\cdot m$ .

$L$  = Longitud de la línea en m.

$CR$  = Coeficiente de resistividad.

$K$  = Conductividad del metal.

$S$  = Sección de la línea en  $mm^2$ .

$X_u$  = Reactancia de la línea, en  $m\Omega\cdot m$ .

$n$  = nº de conductores por fase.

$$t_{mcc} = C_c \cdot S^2 / I_{pccF}^2$$

Siendo:

$t_{mcc}$  = Tiempo máximo en sg que un conductor soporta una  $I_{pcc}$ .

$C_c$  = Constante que depende de la naturaleza del conductor y de su aislamiento.

$S$  = Sección de la línea en  $mm^2$ .

$I_{pccF}$  = Intensidad permanente de c.c. en fin de línea en A.

$$t_{ficc} = \text{cte. fusible} / I_{pcc} F^2$$

Donde:

$t_{ficc}$  = tiempo de fusión de un fusible para una determinada intensidad de cortocircuito.

$I_{pcc} F$  = Intensidad permanente de c.c. en fin de línea en A.

$$L_{max} = 0,8 UF / 2 \cdot IF5 \cdot \sqrt{(1,5 / K \cdot S \cdot n)^2 + (X_u / n \cdot 1000)^2}$$

Siendo:

$L_{max}$  = Longitud máxima de conductor protegido a c.c. (m) (para protección por fusibles).

UF = Tensión de fase (V)

K = Conductividad

S = Sección del conductor (mm<sup>2</sup>)

$X_u$  = Reactancia por unidad de longitud (mohm/m). Conductores aislados suele ser 0,1.

N = n<sup>º</sup> de conductores por fase

Ct = 0,8: Es el coeficiente de tensión.

CR = 1,5: Es el coeficiente de resistencia.

IF5 = Intensidad de fusión en amperios de fusibles en 5 sg.

Curvas válidas, para protección de Interruptores automáticos con Relé electromagnético.

CURVA B            IMAG = 5 In

CURVA C            IMAG = 10 In

CURVA D Y MA    IMAG = 20 In

### Fórmulas embarrados

Cálculo electrodinámico:

$$\sigma_{max} = I_{pcc}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n)$$

Siendo:

$\sigma_{max}$  = Tensión máxima en las pletinas (kg/cm<sup>2</sup>)

$I_{pcc}$  = Intensidad permanente de c.c. (kA)

L = Separación entre apoyos (cm)

D = Separación entre pletinas (cm)

n = n<sup>º</sup> de pletinas por fase

$W_y$  = Módulo resistente por pletina eje y-y (cm<sup>3</sup>)

$\sigma_{adm}$  = Tensión admisible material (kg/cm<sup>2</sup>)

Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito:

$$I_{cccs} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \sqrt{t_{cc}})$$

Donde:

$I_{pcc}$  = Intensidad permanente de c.c. (kA)

$I_{cccs}$  = Intensidad de c.c. soportada por el conductor durante el tiempo de duración del c.c. (kA)

$S$  = Sección total de las pletinas (mm<sup>2</sup>)

$t_{cc}$  = Tiempo de duración del cortocircuito (s)

$K_c$  = Constante del conductor:

$$Cu = 164, Al = 107$$

### Fórmulas $L_{m\acute{a}x}$

$$L_{m\acute{a}x} = 0.8 \cdot U \cdot S \cdot k_1 / (1.5 \cdot \rho_{20} \cdot (1+m) \cdot I_a \cdot k_2)$$

Siendo:

$L_{m\acute{a}x}$  = Longitud máxima (m), para protección de personas por corte de la alimentación con dispositivos de corriente máxima.

$U$  = Tensión (V),  $U_{ff}/\sqrt{3}$  en sistemas TN e IT con neutro distribuido,  $U_{ff}$  en IT con neutro NO distribuido.

$S$  = Sección (mm<sup>2</sup>),  $S_{fase}$  en sistemas TN e IT con neutro NO distribuido,  $S_{neutro}$  en sistemas IT con neutro distribuido.

$k_1$  = Coeficiente por efecto inductivo en las líneas, 1  $S < 120\text{mm}^2$ , 0.9  $S = 120\text{mm}^2$ , 0.85  $S = 150\text{mm}^2$ , 0.8  $S = 185\text{mm}^2$ , 0.75  $S \geq 240\text{mm}^2$ .

$\rho_{20}$  = Resistividad del conductor a 20°C.

$$Cu = 0.017241 \text{ ohmios}\cdot\text{mm}^2/\text{m}$$

$$Al = 0.028264 \text{ ohmios}\cdot\text{mm}^2/\text{m}$$

$m$  =  $S_{fase}/S_{neutro}$  sistema TN\_C,  $S_{fase}/S_{protección}$  sistema TN\_S,  $S_{neutro}/S_{protección}$  sistema IT neutro distribuido,  $S_{fase}/S_{protección}$  sistema IT neutro NO distribuido.

$I_a$ : Fusibles,  $I_{F5}$  = Intensidad de fusión en amperios de fusibles en 5sg.

### Fórmulas Resistencia Tierra

· Placa enterrada:

$$R_t = 0,8 \cdot \rho /$$

PSiendo:

Rt: Resistencia de tierra (Ohm)  
 $\rho$ : Resistividad del terreno (Ohm·m)  
P: Perímetro de la placa (m)

· Pica vertical:

$$R_t = \rho / L$$

Donde:

Rt: Resistencia de tierra (Ohm)  
 $\rho$ : Resistividad del terreno (Ohm·m)  
L: Longitud de la pica (m)

· Conductor enterrado horizontalmente:

$$R_t = 2 \cdot \rho / L$$

Siendo:

Rt: Resistencia de tierra (Ohm)  
 $\rho$ : Resistividad del terreno (Ohm·m)  
L: Longitud del conductor (m)

· Asociación en paralelo de varios electrodos:

$$R_t = 1 / (L_c/2\rho + L_p/\rho + P/0,8\rho)$$

Donde:

Rt: Resistencia de tierra (Ohm)  
 $\rho$ : Resistividad del terreno (Ohm·m)  
Lc: Longitud total del conductor (m)  
Lp: Longitud total de las picas (m)  
P: Perímetro de las placas (m)

### 7.3 Potencia que hay que considerar en el cálculo eléctrico

La potencia para el cálculo de los circuitos eléctricos depende de la potencia del conjunto de paneles para el lado de corriente continua, y de la potencia nominal del inversor en el lado de corriente alterna.

#### 7.4 Descripción y cálculo de los circuitos

El dimensionado de las secciones de los conductores, conforme a lo que establece la instrucción ITC BT 40, adoptará el resultado más desfavorable de los obtenidos.

- a) Por caída de tensión (máximo 1,5% entre el generador y la red pública/o la instalación interior).
- b) Por intensidad máxima admisible.
- c) Por densidad de corriente.
- d) La intensidad que soportará el cable deberá ser del 125 % de la calculada.

##### Cálculo de las Líneas: Generador FV C.A.

$$I = P_c / U \times \cos\phi \times R = \text{amp (A)}$$

$$e = (2 \times L \times P_c / k \times U \times n \times S \times R) + (2 \times L \times P_c \times X_u \times \text{Sen}\phi / 1000 \times U \times n \times R \times \cos\phi) = \text{voltios (V)}$$

$$K = 1/\rho$$

$$\rho = \rho_{20} \cdot [1 + \alpha (T-20)]$$

$$T = T_0 + [(T_{\max}-T_0) \cdot (I/I_{\max})^2]$$

$$I_b \leq I_n \leq I_z \quad I_2 \leq 1,45 \cdot I_z$$



Inversor	Circuito	Potencia (W)	C.S.	Potencia Cal.(W)	Longitud (m)	Tensión min. (V)	Cos phi	Conductor (Cu o Al)	K	Ib (A)	I. mayorada (A)	In (A)	Iz (A)	I2 máx (A)	Cdt máx (%)	Sección calc. (mm2)	Sección mínima comercial (mm2)	Cdt (V)	Cdt (%)	Perd (W)
Inversor 1	Serie 1.1	6600	1	6600	32	579.68	1	Cu	65.096	13.65	17.067	20	31.85	46.1825	0.5%	5.789	6	2.797	0.48%	47.73
Inversor 1	Serie 1.2	6600	1	6600	32	579.68	1	Cu	65.096	13.65	17.067	20	31.85	46.1825	0.5%	5.789	6	2.797	0.48%	47.73
Inversor 1	Serie 1.3	6600	1	6600	32	579.68	1	Cu	65.096	13.65	17.067	20	31.85	46.1825	0.5%	5.789	6	2.797	0.48%	47.73



### Cálculo de la Línea: Generador FV

- Tensión de servicio: 400V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 40 m; Cos j: 0.95; Xu(mW/m): 0.08;
- Potencia activa: 15 kW.
- Potencia aparente generador: 15,79 kVA.

$$I = C_g \times S_g \times 1000 / (U \times \cos\phi) = 28,49 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2X16+TT16mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 46,34°C (Fc=1) 80,00 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 40 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 46,34° (Temperatura para XLPE 90 °C)

e(parcial)= 2,3V=0,58 %

e(total)= 0,58% ADMIS (1.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Aut./Bip. In.: 32 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. bipolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC/A.

Contactor: No aplica

**Los resultados obtenidos se reflejan en las siguientes tablas:**

#### **Cuadro General de Mando y Protección**

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
Generador FV	15000	40	2x16+TTx16Cu	28,49	80	0,58	0,58	40

#### **Cortocircuito**

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Ikmaxi (kA)	P de C (kA)	Ikmaxf (kA)	Ikminf (A)	Curva válida, xln	Lmáxima (m)	Fase
INVERSOR 1	40	4x16+TTx16Cu	5.006	6	2.655	650,01	32;C		

#### **CAÍDA DE TENSION TOTAL MÁS DESFAVORABLE ACUMULADA:**

String más desfavorable: String C.C. 0,5%

Línea desde Inversor a Cuadro AC: 0,58 %

$$0,5\% + 0,58\% = 1,08\% \text{ cfm, } < \mathbf{3\%}.$$

Así mismo puede comprobarse que los conductores están dimensionados para más del 125% de la intensidad nominal que puede circular por ellos.

## 8 CÁLCULO ESTRUCTURAL

### 8.1 Objeto y generalidades

El presente apartado pretende justificar, mediante el correcto cálculo y comprobación de la estructura del edificio que, efectivamente, la cubierta del mismo resiste sin problemas la sobrecarga que introducirá la instalación solar fotovoltaica.

El alcance de dicho cálculo se limitará exclusivamente a la cubierta y la estructura portante de la misma, considerando únicamente las correas y pórticos a los cuales afectan los esfuerzos transmitidos por dicha instalación. Se excluyen soportes de hormigón, forjados entre plantas, losas y cimentación.

### 8.2 Definición de la estructura

La estructura de este edificio está definida por las necesidades de una construcción diáfana, que tendrá como finalidad la de servicios industriales de extrusión de aluminio.

#### Acciones consideradas sobre la estructura

Se determinarán según el CTE (Código Técnico de la Edificación). No se consideran las acciones térmicas ya que el diseño estructural del edificio está provisto de las juntas de dilatación suficientes que absorben los esfuerzos debido a las dilataciones térmicas. Las acciones que actúan sobre la estructura son:

#### 8.2.1 Acciones permanentes

Las acciones permanentes (G) son aquellas que actúan en todo instante sobre la estructura con posición constante. Las acciones permanentes que actúan sobre la estructura son las debidas al peso propio de la cubierta, perfiles estructurales y la instalación solar fotovoltaica. La siguiente tabla muestra el valor de estas:

0,108 kN/m <sup>2</sup>	Gpp panel
0,009 kN/m <sup>2</sup>	Gpp estructura soporte paneles

#### 8.2.2 Acciones variables

Las acciones variables (Q) son aquellas que pueden o no actuar sobre nuestra estructura. Las acciones consideradas sobre la estructura del edificio son:

#### Sobrecarga de uso ( $q_{su}$ )

La cubierta se clasifica dentro del grupo G1 de la tabla 3.1 del DB-SE-AE (Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado)). El valor de la sobrecarga de uso es de  $q_{su} = 0,4$  kN/m<sup>2</sup>. Sobrecarga que se considera no concomitante con el resto de las acciones variables.

Tabla 3.1. Valores característicos de las sobrecargas de uso

Categoría de uso		Subcategorías de uso		Carga uniforme [kN/m <sup>2</sup> ]	Carga concentrada [kN]
A	Zonas residenciales	A1	Viviendas y zonas de habitaciones en, hospitales y hoteles	2	2
		A2	Trasteros	3	2
B	Zonas administrativas			2	2
C	Zonas de acceso al público (con la excepción de las superficies pertenecientes a las categorías A, B, y D)	C1	Zonas con mesas y sillas	3	4
		C2	Zonas con asientos fijos	4	4
		C3	Zonas sin obstáculos que impidan el libre movimiento de las personas como vestíbulos de edificios públicos, administrativos, hoteles; salas de exposición en museos; etc.	5	4
		C4	Zonas destinadas a gimnasio u actividades físicas	5	7
		C5	Zonas de aglomeración (salas de conciertos, estadios, etc)	5	4
D	Zonas comerciales	D1	Locales comerciales	5	4
		D2	Supermercados, hipermercados o grandes superficies	5	7
E	Zonas de tráfico y de aparcamiento para vehículos ligeros (peso total < 30 kN)			2	20 <sup>(1)</sup>
F	Cubiertas transitables accesibles sólo privadamente <sup>(2)</sup>			1	2
G	Cubiertas accesibles únicamente para conservación <sup>(3)</sup>	G1 <sup>(7)</sup>	Cubiertas con inclinación inferior a 20°	1 <sup>(4)(6)</sup>	2
			Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado) <sup>(5)</sup>	0,4 <sup>(4)</sup>	1
		G2	Cubiertas con inclinación superior a 40°	0	2

#### Sobrecarga por paneles y estructura

Los paneles que van a formar la instalación tienen un peso unitario de 28,6 kg y unas dimensiones de 2274X1134X35. El área que ocupará cada uno de los paneles sobre la cubierta es de 2,58 m<sup>2</sup> para el caso de los que están en disposición coplanar, puesto que el área del panel coincide con la que ocupará la cubierta. El peso repartido por la cubierta del panel coplanar entre la superficie de este tenemos un valor medio de 10,8 kg/m<sup>2</sup> (0,108 kN/m<sup>2</sup>).

La estructura coplanar que servirá de unión entre la cubierta y los paneles será de perfil de aluminio, la cual presenta una densidad muy baja. Cada metro lineal de esta estructura tiene un peso de 0,78 kg. Como la disposición de los paneles será vertical, siendo la zona de anclaje superior e inferior, a cada uno de ellos le corresponderá 1,534 metros lineales de esta estructura, con un peso total de 1,195 kg, haciendo que el total de estructura por panel se eleve hasta los 2,39 kg. Como este peso se va a distribuir de forma uniforme por el área que ocupa el panel, cada 2,58 m<sup>2</sup> de la cubierta soportará un peso de 2,39 kg, o lo que es lo mismo, 0.009 kN/m<sup>2</sup>.

Como se ha podido comprobar, en ningún caso supera los 0,4 kN/m<sup>2</sup> que soporta la estructura, con lo que el sobrepeso añadido, tanto por paneles como por estructura, es perfectamente soportado por la cubierta, conforme al código técnico de la edificación.

#### Sobrecarga de viento (q<sub>e</sub>)

El DB-SE-AE recoge que la acción del viento es una fuerza perpendicular a la superficie de cada punto expuesto, o presión estática, q<sub>e</sub> que se calcula como:

$$q_e = q_b \cdot C_e \cdot C_p$$

Donde:

- $q_b$  = Presión dinámica del viento
- $C_e$  = Coeficiente de exposición
- $C_p$  = eficiente eólico o de presión

Presión dinámica del viento ( $q_b$ )

$$q_b = 0,5 \cdot \delta \cdot v_b^2$$

Siendo:

- $\delta$  = Densidad del aire (1,184kg/m<sup>3</sup>)
- $v_b$  = Velocidad básica del viento según zona geográfica, atendiendo al del CTE DB AE



Como la instalación se va a efectuar en la provincia de Murcia, esta zona sería la correspondiente a la zona B, asignándole un valor de  $v_b$  de 27 m/s.

Por tanto, la presión dinámica de viento es 0,431 kN/m<sup>2</sup>.

Coeficiente de exposición ( $C_e$ )

El coeficiente de exposición es variable en función con la altura del punto considerado y en función del grado de aspereza del entorno donde se encuentra ubicada la construcción. Se determina conforme a la Tabla 3.4. del punto 3.3.3 Coeficiente de exposición de la norma (CTE DB AE).

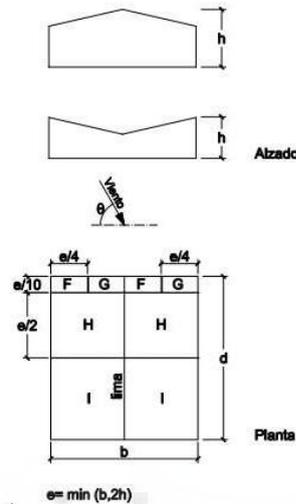
Grado de aspereza del entorno	Altura del punto considerado (m)							
	3	6	9	12	15	18	24	30
I Borde del mar o de un lago, con una superficie de agua en la dirección del viento de al menos 5 km de longitud	2,4	2,7	3,0	3,1	3,3	3,4	3,5	3,7
II Terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de importancia	2,1	2,5	2,7	2,9	3,0	3,1	3,3	3,5
III Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados, como árboles o construcciones pequeñas	1,6	2,0	2,3	2,5	2,6	2,7	2,9	3,1
IV Zona urbana en general, industrial o forestal	1,3	1,4	1,7	1,9	2,1	2,2	2,4	2,6
V Centro de negocio de grandes ciudades, con profusión de edificios en altura	1,2	1,2	1,2	1,4	1,5	1,6	1,9	2,0

Como la instalación se va a efectuar en Zona urbana en general, industrial o forestal (grado de aspereza IV) y una altura de 15m, tenemos un coeficiente de exposición de 2,1.

## Coeficiente eólico o de presión ( $C_p$ )

El coeficiente eólico o de presión es dependiente de la forma y orientación de la superficie respecto al viento. Dicho coeficiente se obtiene del Anejo D del CTE DB AE. Se tomará un valor positivo, presión y un valor negativo el cual indica succión. Ambos teniendo en cuenta la inclinación de la estructura de  $30^\circ$  y el grado de obstrucción de 0. En este caso, considerando la dirección de viento entre  $45^\circ$  y  $135^\circ$ , escogemos la siguiente tabla.

b) Dirección del viento  $45^\circ \leq \theta \leq 135^\circ$



Pendiente de la cubierta $\alpha$	A ( $m^2$ )	Zona (según figura), $-45^\circ \leq \theta \leq 45^\circ$			
		F	G	H	I
$-45^\circ$	$\geq 10$	-1,4	-1,2	-1,0	-0,9
	$\leq 1$	-2,0	-2,0	-1,3	-1,2
$-30^\circ$	$\geq 10$	-1,5	-1,2	-1,0	-0,9
	$\leq 1$	-2,1	-2,0	-1,3	-1,2
$-15^\circ$	$\geq 10$	-1,9	-1,2	-0,8	-0,8
	$\leq 1$	-2,5	-2,0	-1,2	-1,2
$-5^\circ$	$\geq 10$	-1,8	-1,2	-0,7	-0,6
	$\leq 1$	-2,5	-2,0	-1,2	-1,2
$5^\circ$	$\geq 10$	-1,6	-1,3	-0,7	-0,6
	$\leq 1$	-2,2	-2,0	-1,2	-0,6
$15^\circ$	$\geq 10$	-1,3	-1,3	-0,6	-0,5
	$\leq 1$	-2,0	-2,0	-1,2	-0,5
$30^\circ$	$\geq 10$	-1,1	-1,4	-0,8	-0,5
	$\leq 1$	-1,5	-2,0	-1,2	-0,5
$45^\circ$	$\geq 10$	-1,1	-1,4	-0,9	-0,5
	$\leq 1$	-1,5	-2,0	-1,2	-0,5
$60^\circ$	$\geq 10$	-1,1	-1,2	-0,8	-0,5
	$\leq 1$	-1,5	-2,0	-1,0	-0,5
$75^\circ$	$\geq 10$	-1,1	-1,2	-0,8	-0,5
	$\leq 1$	-1,5	-2,0	-1,0	-0,5

Puesto que la instalación se va a efectuar en la zona H y zona I de la vivienda, se estudiarán ambos casos únicamente.

ZONA H	ZONA I
$C_p = 0,8$	$C_p = 0,5$
$C_s = -0,8$	$C_s = -0,5$

Como resultado final en base a todos los coeficientes mencionados anteriormente, se obtiene una presión estática del viento de:

ZONA H	ZONA I
$q_{ep} = 0,431 \cdot 2,1 \cdot 0,8 = 0,724 \text{ kN/m}^2$	$q_{ep} = 0,431 \cdot 2,1 \cdot 0,5 = 0,4525 \text{ kN/m}^2$
$q_{es} = 0,431 \cdot 2,1 \cdot -0,8 = -0,724 \text{ kN/m}^2$	$q_{es} = 0,431 \cdot 2,1 \cdot -0,5 = -0,4525 \text{ kN/m}^2$

### Sobrecarga de nieve ( $q_n$ )

La acción de la nieve depende de la distribución y la intensidad de dicha carga. Para poder determinar esta carga se aplicará la expresión 3.2 del CTE DB AE, la cual combina el coeficiente de forma y el valor característico de la carga sobre un terreno horizontal.

$$q_n = \mu \cdot S_k$$

Donde:

- $\mu$  = Coeficiente de forma
- $S_k$  = Valor característico de la carga de nieve sobre el terreno horizontal

### Coeficiente de forma ( $\mu$ )

El coeficiente de forma se toma como valor de 1, acorde al punto 2 del apartado 3.5.3 de la normal. El cual dice; “En un faldón limitado inferiormente por cornisas o limatesas, y en el que no hay impedimento al deslizamiento de la nieve, el coeficiente de forma tiene el valor de 1 para cubiertas con inclinación menor o igual que  $30^\circ$ ”

### Valor característico de la carga sobre terreno horizontal ( $S_k$ )

Este valor se determinará en base al Anejo E de la norma CTE DB EA, mediante la Figura E.2 Zonas climáticas de invierno y la Tabla E.2 Sobrecarga de nieve en un terreno horizontal. Se toma como una carga que actúa en sentido de la gravedad.



Altitud (m)	Zona de clima invernal, (según figura E.2)						
	1	2	3	4	5	6	7
0	0,3	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
200	0,5	0,5	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2
400	0,6	0,6	0,2	0,3	0,4	0,2	0,2
500	0,7	0,7	0,3	0,4	0,4	0,3	0,2
600	0,9	0,9	0,3	0,5	0,5	0,4	0,2
700	1,0	1,0	0,4	0,6	0,6	0,5	0,2
800	1,2	1,1	0,5	0,8	0,7	0,7	0,2
900	1,4	1,3	0,6	1,0	0,8	0,9	0,2
1.000	1,7	1,5	0,7	1,2	0,9	1,2	0,2
1.200	2,3	2,0	1,1	1,9	1,3	2,0	0,2
1.400	3,2	2,6	1,7	3,0	1,8	3,3	0,2
1.600	4,3	3,5	2,6	4,6	2,5	5,5	0,2
1.800	-	4,6	4,0	-	-	9,3	0,2
2.200	-	8,0	-	-	-	-	-

En el caso de este proyecto, al situarse la provincia de Alicante y situarse a una altitud 99 m, se adopta un valor de  $S_k = 0,2 \text{ kN/m}^2$ .

Como valor de carga de nieve final, se obtiene:

$$q_n = 1 \cdot 0,2 = 0,2 \text{ kN/m}^2$$

Puesto que la suma de las acciones variables es mucho menor que la que aguantan las cubiertas industriales accesibles para mantenimiento, la instalación puede efectuarse sin ninguna clase de problema.



Alicante, a 03 de mayo de 2023

Fdo.  
Héctor Aranda Miret  
Colegiado Nº XXXX

## Sistema Conectado a la Red: Parámetros de la simulación

INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 15 KWN SOBRE CUBIERTA DE BLOQUE RESIDENCIAL EN MOLINA DE SEGURA

**Proyecto:**

**Lugar Geográfico:** Alicante

**País:** España

**Ubicación:**

Hora definida como

Latitud 38.03 °      Longitud -1.12 °  
 Hora Legal Huso hor. UT+1      Altitud 99 m  
 Albedo 0.20

**Datos Climatológicos:**

Alicante, Síntesis datos por hora

**Variante de simulación:** ANTONIO MIRA MORENO

Fecha de Simulación 02/05/2023 11h23

**Parámetros de la simulación**

**Orientación pan**      Inclinación 30 °      Acimut: -20 °  
**Perfil Obstáculo** Sin Perfil de obstáculos  
**Sombras Cercan** Sombreado lineal

**Características generador FV**

**Módulo FV**      Si-mono      Modelo JA SOLAR 550 W  
    Pot. Unit. 550 Wp  
 Número de módulos FV      En serie 12.00 módulos  
    Nº de Series 3  
 Nº total de módulos FV      Nº Módulos 36  
 Potencia global generador      Nominal (STC) 19,800 Wp  
    Vmmp 504 V  
    Immp 38.36 A  
 Superficie total      Sup. Módulos 93.04 m<sup>2</sup>

**Inversor**

Modelo **HUAWEI SUN2000-15KTL-M**

**Características:**      Tensión Func. 200-1080 V  
    Nº inversores 1  
    Pot. Nominal 15 kW AC  
**Banco de inversores:**      Pot. Total 15 kW AC

**Factores Pérdidas Generador FV**

Factor pérdidas térmicas      g (%/°C) -0.35%  
    Uc (const) 20.0 W/m<sup>2</sup>K      Uv Viento 0.0 W/m<sup>2</sup>K/m/s  
 Imp. Oper. Nom. Cél. (G=800W/m<sup>2</sup>, Tamb=20°C, Vel. Viento=1m/s)      TONC 45 °C  
 Pérdida Óhmica en el Cableado      Res. Global generador 28 mΩ      Fracción de pérdidas 1.5% STC  
 Pérdida Calidad Módulo      Fracción de pérdidas 1.3%  
 Pérdida Mismatch módulos      Fracción de pérdidas 2.0% MPP  
 Efecto de incidencia, parametrización ASHRAE      IAM=1-bo (1/cos i-1)

**Necesidades de los Usuarios:**      Carga ilimitada (red)

**Parametros principales del sistema**

**Sombras cercanas**

Orientación Campo FV

Módulos FV

Generador FV

Inversor

Necesidades de los Usuarios

Tipo de Sistema **Conectado a la Red**

Sombreado lineal

incl. 30°

acimut -20°

Modelo JA SOLAR 550 W

Pnom 550 Wp

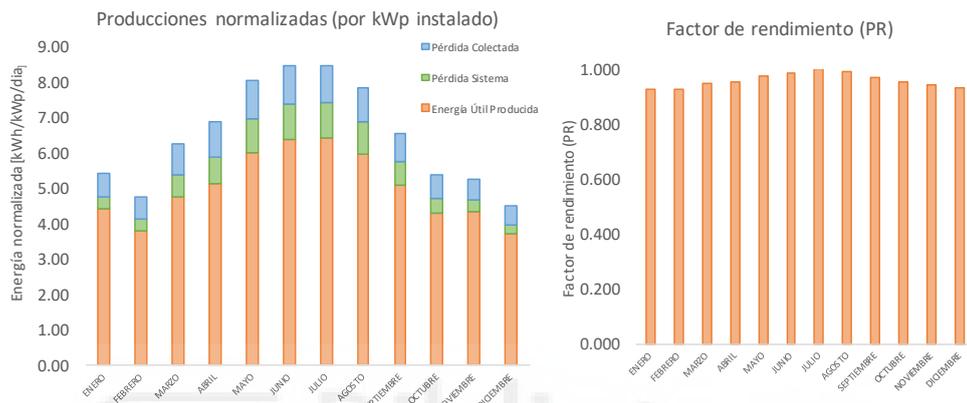
Nº Módulos 36

Pnom Total 19,800 Wp

Modelo HUAWEI SUN2000-15KTL-M2

Pnom 15 kW AC

Carga ilimitada (red)

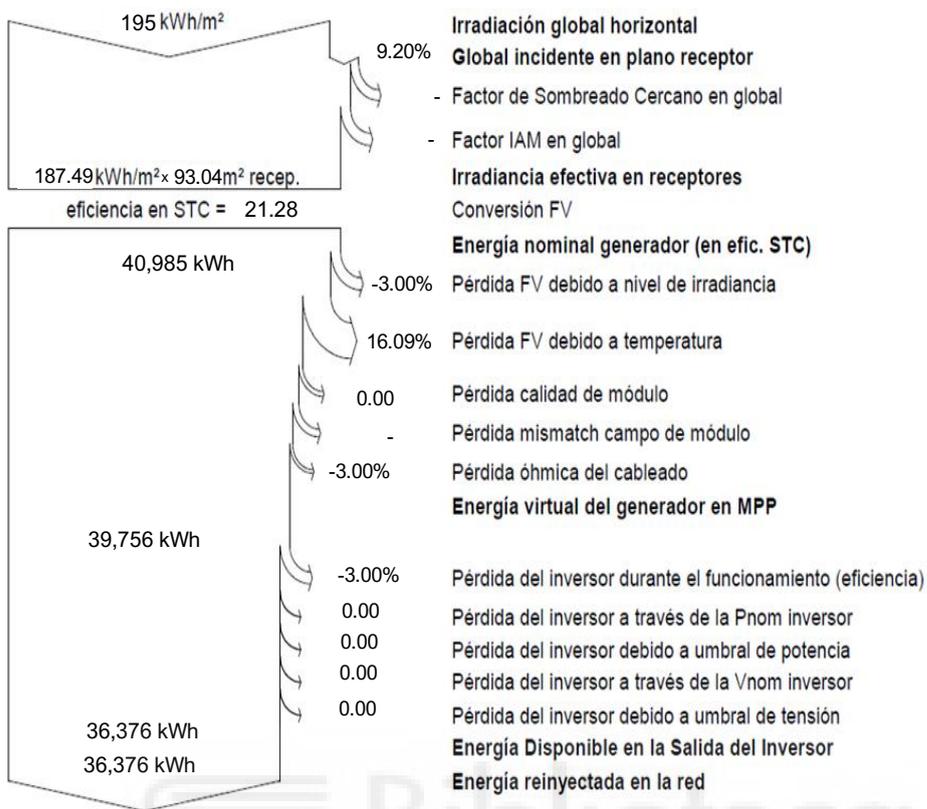


**BALANCES Y RESULTADOS PRINCIPALES**

	H(kWh/m²·mes)	K	I(kWh/m²·mes)	H.S.P	PR	Ep (kWh/d)	Cm (kWh/d)	Producción (kWh/mes)	Consumo (kWh/mes)
ENERO	113.66	1.141	129.67	3.67	0.93	87	56	2,710	1,744
FEBRERO	139.98	1.267	177.38	5.00	0.93	75	46	2,101	1,292
MARZO	164.24	1.122	184.33	5.30	0.95	94	47	2,912	1,471
ABRIL	171.66	1.303	223.67	5.72	0.96	101	32	3,039	974
MAYO	227.52	0.971	220.94	7.34	0.98	119	40	3,678	1,225
JUNIO	243.95	0.934	227.9	8.13	0.99	126	72	3,788	2,158
JULIO	237.64	0.907	215.61	7.67	1.00	127	73	3,937	2,251
AGOSTO	220.59	0.784	172.98	7.12	0.99	119	52	3,674	1,613
SEPTIEMBRE	157.73	0.939	148.09	5.26	0.97	101	66	3,025	1,990
OCTUBRE	145.77	1.004	146.29	4.70	0.96	85	34	2,650	1,060
NOVIEMBRE	111.08	1.175	130.55	3.70	0.94	86	40	2,569	1,186
DICIEMBRE	90.43	1.279	115.63	2.92	0.93	74	35	2,293	1,098
<b>TOTAL</b>								<b>36,376.39</b>	<b>18,062.00</b>

- H(kWh/m²·mes)** Energía que incide sobre un metro cuadrado de superficie horizontal en un día medio
- I(kWh/m²·mes)** Energía que incide sobre un metro cuadrado en el ángulo indicado en un día medio
- K** Factor de corrección para la inclinación de los módulos con respecto a la horizontal
- H.S.P.** Hora Solar Pico media
- Performance Ratio** Rendimiento de la instalación
- Ep (kWh/d)** Energía media diaria producida
- Cm (kWh/d)** Consumo medio diario
- P(kWp)** Potencia de la instalación

**Diagrama de pérdida durante todo el año**



**PRESUPUESTO**



## Presupuesto instalación fotovoltaica 19,8 kWp

	Descripción	Uds	Precio/Ud	Total	
<b>Equipos</b>					
	Inversor de red trifásico Huawei 15 kW	1	3.477,71 €	3.477,71 €	
	JA Solar módulo fotovoltaico 550Wp monocristalino	36	170,50 €	6.138,00 €	
<b>Material</b>					
	CUADRO AC INVERSOR TRIFASICO 15KW	1	390,15 €	390,15 €	
	SOLVER STC2IP CUADRO 2 STRING	1	265,34 €	265,34 €	
	MULTICONTACT CONECTOR AEREO MC4 4-6MM2 HEMBRA	4	1,28 €	5,12 €	
	MULTICONTACT CONECTOR AEREO MC4 4-6MM2 MACHO	4	0,99 €	3,96 €	
	MEDIDOR ENERGIA MF	1	378,00 €	378,00 €	
	ESTRUCTURA	1	1.069,00 €	1.069,00 €	
	SECCIONADOR DISTRIBUIDORA + MANO DE OBRA	1	105,00 €	105,00 €	
	MATERIALES INSTALACIÓN TRIFÁSICA	1	529,20 €	529,20 €	
	EXTRA CONTADORES	14	33,00 €	462,00 €	
<b>Mano de obra instalación</b>					
	GRÚA	1	480,00 €	480,00 €	
	ESCALERA ADECUACIÓN ACCESO TEJADO	1	3.300,00 €	3.300,00 €	
	INSTALACIÓN COMPLETA	1	3.708,84 €	3.708,84 €	
<b>Ingeniería</b>					
	Diseño, cálculos y dimensionamiento instalación	1		1.050,00 €	
<b>Costes de gestión</b>					
	Legalización	1		1.210,00 €	
<b>Margen comercial</b>					
	Margen comercial	48%		10.834,71 €	
				<b>33.407,03 €</b>	<b>Base imponible</b>
				<b>3.340,70 €</b>	<b>IVA 10%</b>
23-07-G				<b>36.747,74 €</b>	<b>TOTAL</b>
24/04/2023					

## ANEXOS

### FICHAS TÉCNICAS



# Smart PV Controller

## SUN2000-12/15/17/20KTL-M2 (High Current Version)



### Active Safety

AI Powered Arcing Protection



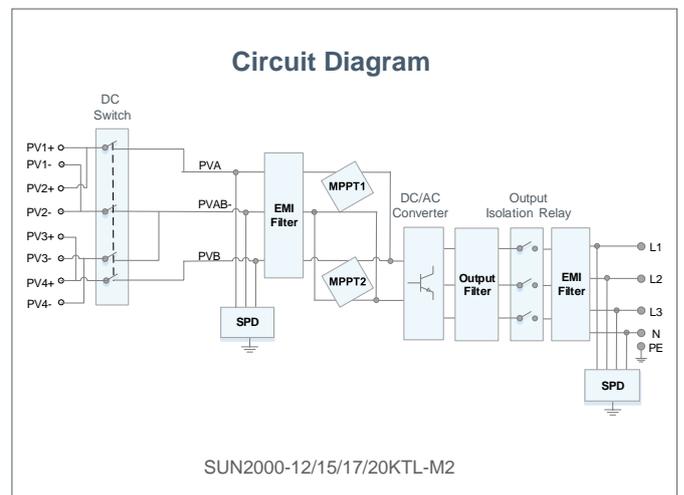
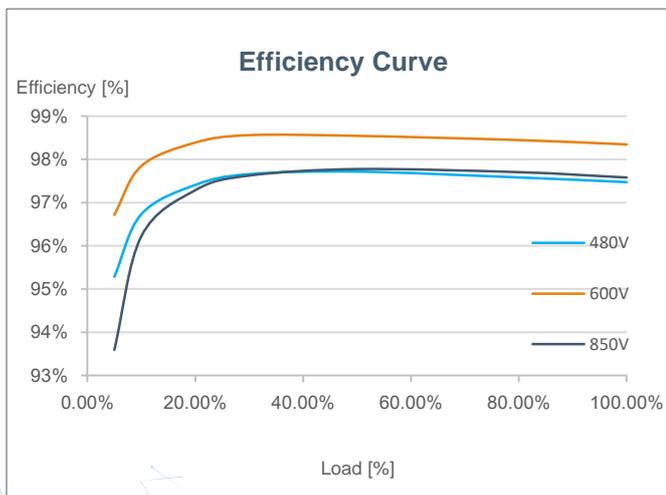
### Higher Yields

Up to 30% More Energy with Optimizer



### Flexible Communication

WLAN, Fast Ethernet, 4G Communication Supported



SUN2000-12/15/17/20KTL-M2 (High Current Version)  
**Technical Specification**

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

### Efficiency

Max. efficiency	98.50%	98.65%	98.65%	98.65%
European weighted efficiency	98.00%	98.30%	98.30%	98.30%

### Input

Recommended max. PV power <sup>1</sup>	18,000 Wp	22,500 Wp	25,500 Wp	30,000 Wp
Max. input voltage <sup>2</sup>	1,080 V			
Operating voltage range <sup>3</sup>	160 V ~ 950 V			
Start-up voltage	200 V			
Rated input voltage	600 V			
Max. input current per MPPT	27 A <sup>4</sup>			
Max. short-circuit current	39 A			
Number of MPP trackers	2			
Max. number of inputs	4			

### Output

Grid connection	Three phase			
Rated output power	12,000 W	15,000 W	17,000 W	20,000 W
Max. apparent power	13,200 VA	16,500 VA	18,700 VA	22,000 VA
Rated output voltage	220 Vac / 380 Vac, 230 Vac / 400 Vac, 3W + N + PE			
Rated AC grid frequency	50 Hz / 60 Hz			
Max. output current	20 A	25.2 A	28.5 A	33.5 A
Adjustable power factor	0.8 leading ... 0.8 lagging			
Max. total harmonic distortion	≤ 3 %			

### Features & Protections

Input-side disconnection device	Yes
Anti-islanding protection	Yes
AC over-current protection	Yes
AC short-circuit protection	Yes
AC over-voltage protection	Yes
DC reverse-polarity protection	Yes
DC surge protection	TYPE II
AC surge protection	Yes, compatible with TYPE II protection class according to EN/IEC 61643-11
Residual current monitoring unit	Yes
Arc fault protection	Yes
Ripple receiver control	Yes
Integrated PID recovery <sup>5</sup>	Yes

### General Data

Operation temperature range	-25 ~ +60 °C (-13 °F ~ 140 °F)
Relative humidity	0 % RH ~ 100% RH
Max. operating altitude	0 ~ 4,000 m (13,123 ft.) (Derating above 2000 m)
Cooling	Natural Convection
Display	LED Indicators; Integrated WLAN + FusionSolar App
Communication	RS485; WLAN/Ethernet via Smart Dongle-WLAN-FE (Optional) 4G / 3G / 2G via Smart Dongle-4G (Optional)
Weight (with mounting plate)	25 kg
Dimensions (W x H x D) (incl. mounting plate)	525 x 470 x 262 mm (20.7 x 18.5 x 10.3 inch)
Degree of protection	IP65
Nighttime Power Consumption	< 5.5W <sup>6</sup>

### Optimizer Compatibility

DC MBUS compatible optimizer	SUN2000-450W-P
------------------------------	----------------

### Standard Compliance (more available upon request)

Safety	EN/IEC 62109-1, EN/IEC 62109-2
Grid connection standards	G98, G99, EN 50549, CEI 0-21, CEI 0-16, VDE-AR-N-4105, VDE-AR-N-4110, AS 4777.2, C10/11, ABNT, VFR 2019, RD 1699, RD 661, PO 12.3, TOR D4, IEC61727, IEC62116, DEWA

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

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

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

\*4 The MPPT voltage of each PV string must exceed the lower limit of Full Power MPPT Voltage Range. (Full Power MPPT Voltage Range: 12KTL@360-850V, 15KTL@380-850V, 17KTL@400-850V, 20KTL@450-850V)

\*5 SUN2000-12~20KTL-M2 raises potential between PV- and ground to above zero through integrated PID recovery function to recover module degradation from PID. Supported module types include: P-type (mono, poly)

\*6. <10W when PID recovery function is activated

\*7. Smart IV Curve Diagnosis feature will be made available in a future firmware upgrade, which expected available 2021 Q4

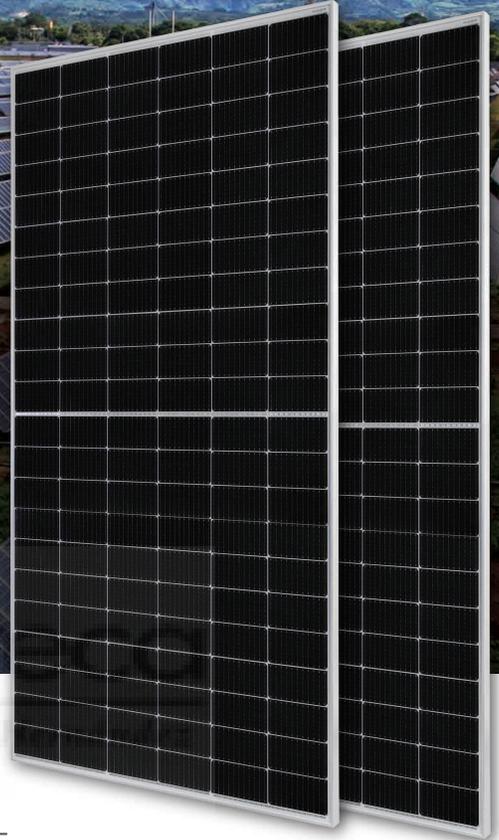
## DEEP BLUE 3.0

**Mono**

505W MBB Half-cell Module  
JAM66S30 480-505/MR Series

### Introduction

Assembled with 11BB PERC cells, the half-cell configuration of the modules offers the advantages of higher power output, better temperature-dependent performance, reduced shading effect on the energy generation, lower risk of hot spot, as well as enhanced tolerance for mechanical loading.



Higher output power



Lower LCOE



Less shading and lower resistive loss

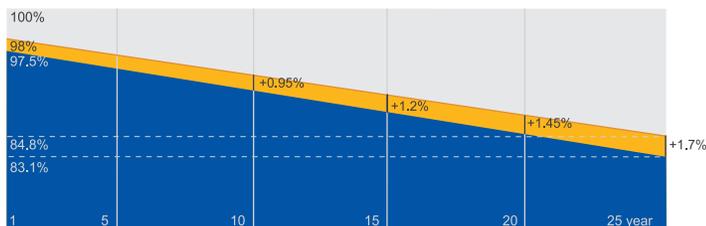


Better mechanical loading tolerance

### Superior Warranty

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

0.55% Annual Degradation Over 25 years



■ New linear power warranty ■ Standard module linear power warranty

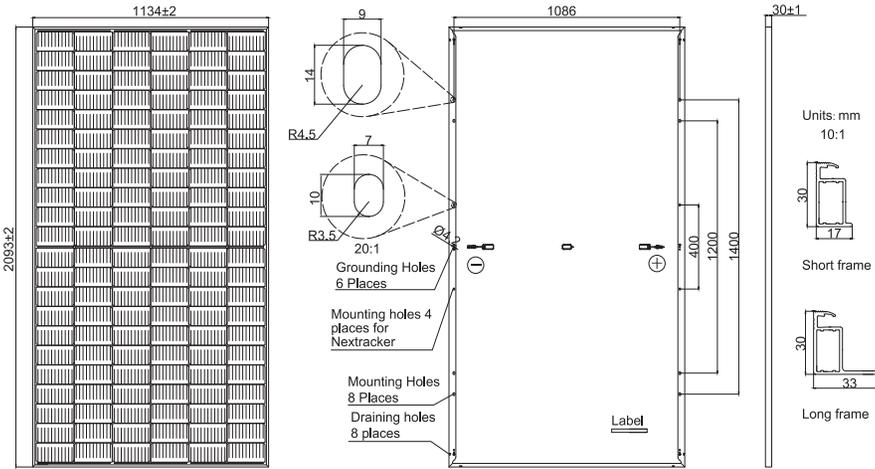
### Comprehensive Certificates

- IEC 61215, IEC 61730, UL 61215, UL 61730
- ISO 9001: 2015 Quality management systems
- ISO 14001: 2015 Environmental management systems
- ISO 45001: 2018 Occupational health and safety management systems
- IEC 62941:2019 Terrestrial photovoltaic (PV) modules - Quality system for PV module manufacturing



**MECHANICAL DIAGRAMS**

**SPECIFICATIONS**



Remark: customized frame color and cable length available upon request

Cell	Mono
Weight	26.3kg
Dimensions	2093±2mm×1134±2mm×30±1mm
Cable Cross Section Size	4mm <sup>2</sup> (IEC) , 12 AWG(UL)
No. of cells	132(6×22)
Junction Box	IP68, 3 diodes
Connector	MC4-EVO2/QC 4.10-35
Cable Length (Including Connector)	Portrait: 200mm(+)/300mm(-); Landscape: 1200mm(+)/1200mm(-)
Packaging Configuration	36pcs/Pallet 792pcs/40HQ Container

**ELECTRICAL PARAMETERS AT STC**

TYPE	JAM66S30 -480/MR	JAM66S30 -485/MR	JAM66S30 -490/MR	JAM66S30 -495/MR	JAM66S30 -500/MR	JAM66S30 -505/MR
Rated Maximum Power(Pmax) [W]	480	485	490	495	500	505
Open Circuit Voltage(Voc) [V]	45.07	45.20	45.33	45.46	45.59	45.72
Maximum Power Voltage(Vmp) [V]	37.62	37.81	37.99	38.17	38.35	38.53
Short Circuit Current(Isc) [A]	13.65	13.72	13.79	13.86	13.93	14.00
Maximum Power Current(Imp) [A]	12.76	12.83	12.90	12.97	13.04	13.11
Module Efficiency [%]	20.2	20.4	20.6	20.9	21.1	21.3
Power Tolerance	0~+5W					
Temperature Coefficient of Isc(α <sub>Isc</sub> )	+0.045%/°C					
Temperature Coefficient of Voc(β <sub>Voc</sub> )	-0.275%/°C					
Temperature Coefficient of Pmax(γ <sub>Pmp</sub> )	-0.350%/°C					
STC	Irradiance 1000W/m <sup>2</sup> , cell temperature 25°C, AM1.5G					

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

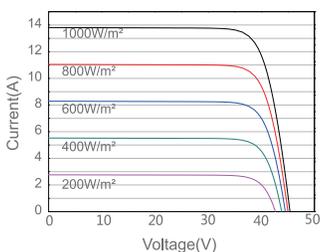
**ELECTRICAL PARAMETERS AT NOCT**

**OPERATING CONDITIONS**

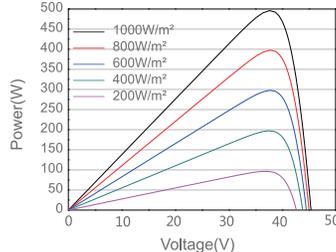
TYPE	JAM66S30 -480/MR	JAM66S30 -485/MR	JAM66S30 -490/MR	JAM66S30 -495/MR	JAM66S30 -500/MR	JAM66S30 -505/MR	OPERATING CONDITIONS	
Rated Max Power(Pmax) [W]	363	367	370	374	378	382	Maximum System Voltage	1000V/1500V DC
Open Circuit Voltage(Voc) [V]	42.15	42.30	42.43	42.58	42.72	42.86	Operating Temperature	-40°C~+85°C
Max Power Voltage(Vmp) [V]	35.54	35.67	35.76	35.84	35.93	36.02	Maximum Series Fuse Rating	25A
Short Circuit Current(Isc) [A]	10.99	11.06	11.13	11.20	11.27	11.34	Maximum Static Load,Front* Maximum Static Load,Back*	5400Pa(112lb/ft <sup>2</sup> ) 2400Pa(50lb/ft <sup>2</sup> )
Max Power Current(Imp) [A]	10.21	10.28	10.36	10.44	10.52	10.60	NOCT	45±2°C
NOCT	Irradiance 800W/m <sup>2</sup> , ambient temperature 20°C,wind speed 1m/s, AM1.5G						Safety Class	Class II
*For NexTracker installations, Maximum Static Load, Front is 2400Pa while Maximum Static Load, Back is 2400Pa.							Fire Performance	UL Type 1

**CHARACTERISTICS**

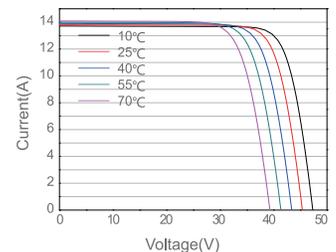
Current-Voltage Curve JAM66S30-495/MR



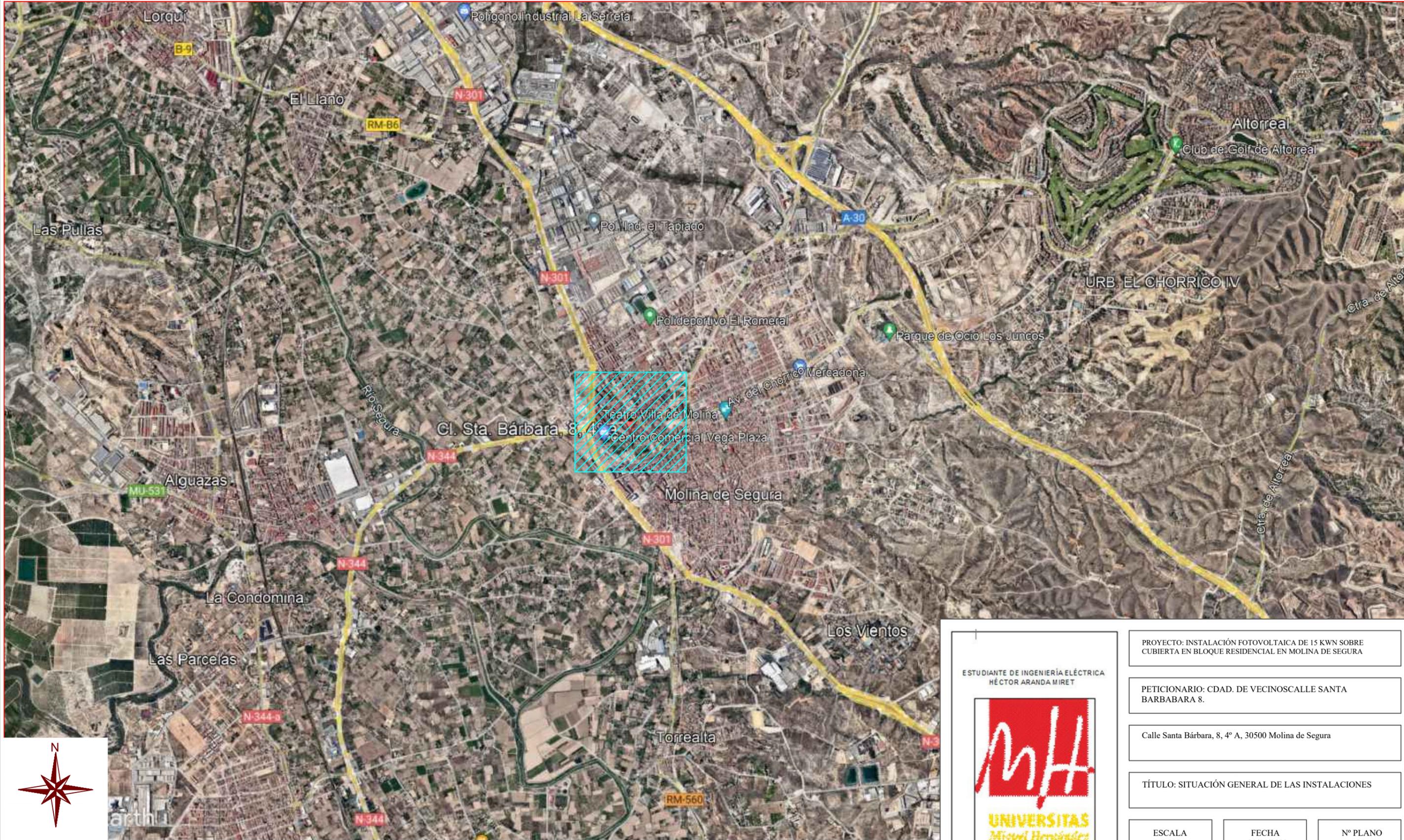
Power-Voltage Curve JAM66S30-495/MR



Current-Voltage Curve JAM66S30-495/MR







<p>ESTUDIANTE DE INGENIERÍA ELÉCTRICA HÉCTOR ARANDA MIRET</p> <p><b>UNIVERSITAT</b> <i>Miguel Hernández</i></p>	<p>PROYECTO: INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 15 KWN SOBRE CUBIERTA EN BLOQUE RESIDENCIAL EN MOLINA DE SEGURA</p>	
	<p>PETICIONARIO: CDAD. DE VECINOS CALLE SANTA BARBARA 8.</p>	
	<p>Calle Santa Bárbara, 8, 4º A, 30500 Molina de Segura</p>	
	<p>TÍTULO: SITUACIÓN GENERAL DE LAS INSTALACIONES</p>	
<p>ESCALA 1:8.500</p>	<p>FECHA 28/04/2023</p>	<p>Nº PLANO 01</p>





<p>ESTUDIANTE DE INGENIERÍA ELÉCTRICA HÉCTOR ARANDA MIRET</p>  <p>UNIVERSITATIS Miguel Hernández</p>	<p>PROYECTO: INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 15 KWN SOBRE CUBIERTA EN BLOQUE RESIDENCIAL EN MOLINA DE SEGURA</p>	
	<p>PETICIONARIO: CDAD. DE VECINOS CALLE SANTA BARBARA 8.</p>	
	<p>Calle Santa Bárbara, 8, 4º A, 30500 Molina de Segura</p>	
	<p>TÍTULO: DISTRIBUCIÓN DE MÓDULOS EN CUBIERTA</p>	
<p>ESCALA 1:400</p>	<p>FECHA 28/04/2023</p>	<p>Nº PLANO 03</p>

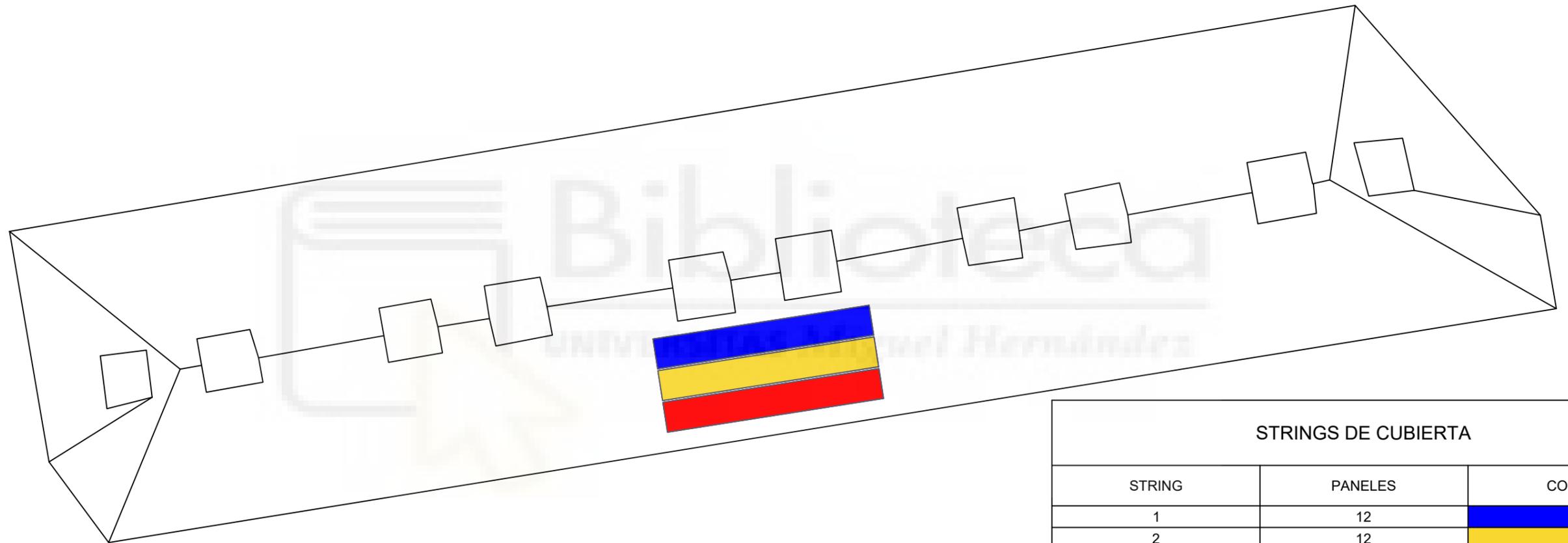


Google Earth

<p>ESTUDIANTE DE INGENIERÍA ELÉCTRICA HÉCTOR ARANDA MIRET</p> <p>UNIVERSITAS Miguel Hernández</p>	<p>PROYECTO: INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 15 KWN SOBRE CUBIERTA EN BLOQUE RESIDENCIAL EN MOLINA DE SEGURA</p>		
	<p>PETICIONARIO: CDAD. DE VECINOS CALLE SANTA BARBARA 8.</p>		
	<p>Calle Santa Bárbara, 8, 4º A, 30500 Molina de Segura</p>		
	<p>TÍTULO: COTAS CUBIERTA</p>		
<p>ESCALA 1:400</p>	<p>FECHA 28/04/2023</p>	<p>Nº PLANO 04</p>	



<p>ESTUDIANTE DE INGENIERÍA ELÉCTRICA HÉCTOR ARANDA MIRET</p>  <p>UNIVERSITAS Miguel Hernández</p>	<p>PROYECTO: INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 15 KWN SOBRE CUBIERTA EN BLOQUE RESIDENCIAL EN MOLINA DE SEGURA</p>		
	<p>PETICIONARIO: CDAD. DE VECINOS CALLE SANTA BARBARA 8.</p>		
	<p>Calle Santa Bárbara, 8, 4º A, 30500 Molina de Segura</p>		
	<p>TÍTULO: ESTRUCTURA DE ALUMINIO</p>		
	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="2359 1858 2537 1921"> <p>ESCALA 1:400</p> </td> <td data-bbox="2537 1858 2730 1921"> <p>FECHA 28/04/2023</p> </td> <td data-bbox="2730 1858 2893 1921"> <p>Nº PLANO 05</p> </td> </tr> </table>	<p>ESCALA 1:400</p>	<p>FECHA 28/04/2023</p>
<p>ESCALA 1:400</p>	<p>FECHA 28/04/2023</p>	<p>Nº PLANO 05</p>	



### STRINGS DE CUBIERTA

STRING	PANELES	COLOR
1	12	
2	12	
3	12	

ESTUDIANTE DE INGENIERÍA ELÉCTRICA  
HÉCTOR ARANDA MIRET



UNIVERSITAS  
Miguel Hernández

PROYECTO: INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 15 KWN SOBRE CUBIERTA EN BLOQUE RESIDENCIAL EN MOLINA DE SEGURA

PETICIONARIO: CDAD. DE VECINOS CALLE SANTA BARBARA 8.

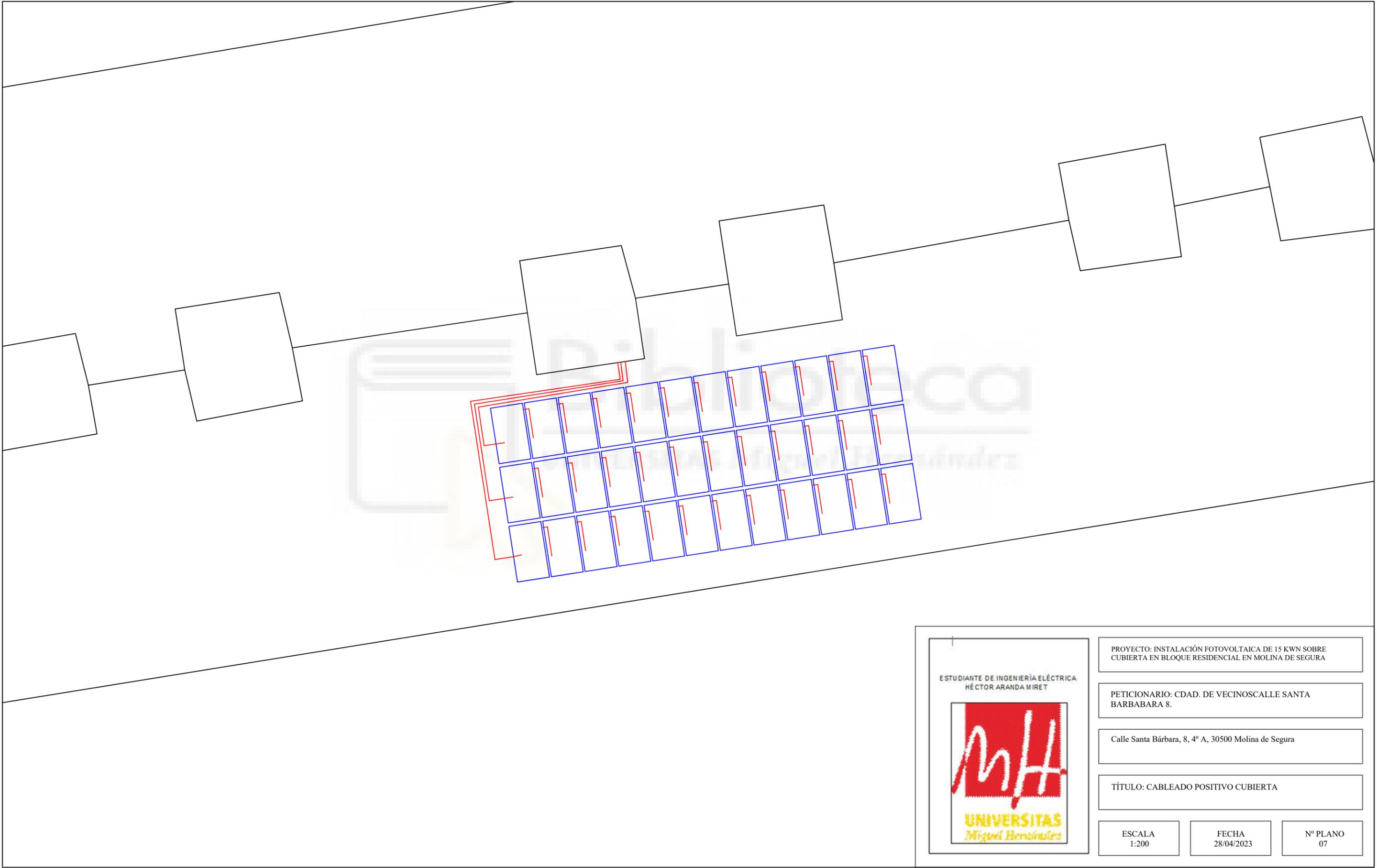
Calle Santa Bárbara, 8, 4º A, 30500 Molina de Segura

TÍTULO: STRINGS CUBIERTA

ESCALA  
1:400

FECHA  
28/04/2023

Nº PLANO  
06



ESTUDIANTE DE INGENIERÍA ELÉCTRICA  
HÉCTOR ARANDA MIRET



UNIVERSITAS  
Miguel Hernández

PROYECTO: INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 15 KWN SOBRE CUBIERTA EN BLOQUE RESIDENCIAL EN MOLINA DE SEGURA

PETICIONARIO: CDAD. DE VECINOS CALLE SANTA BARBARA 8.

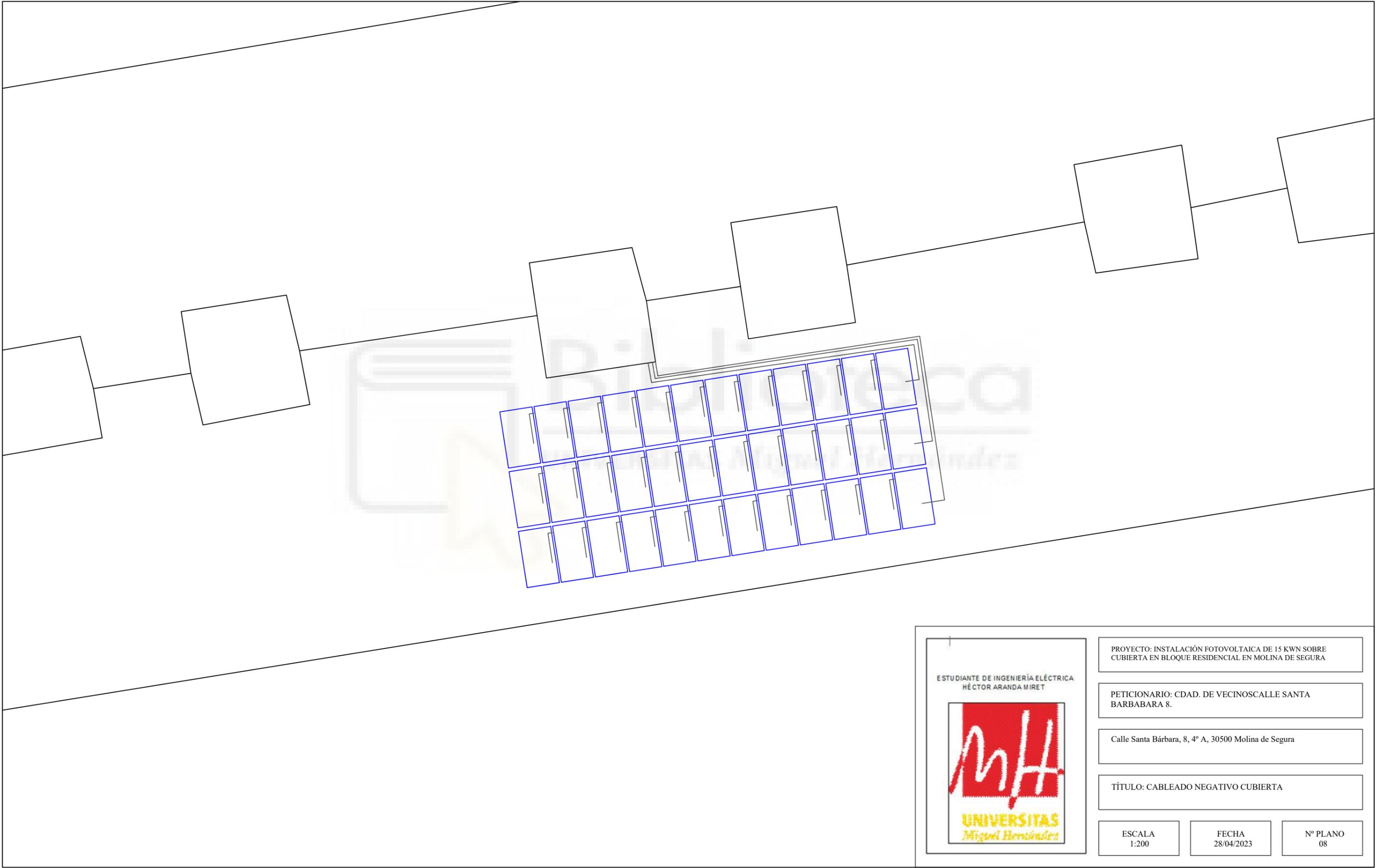
Calle Santa Bárbara, 8, 4º A, 30500 Molina de Segura

TÍTULO: CABLEADO POSITIVO CUBIERTA

ESCALA  
1:200

FECHA  
28/04/2023

Nº PLANO  
07



ESTUDIANTE DE INGENIERÍA ELÉCTRICA  
HÉCTOR ARANDA MIRET



UNIVERSITAS  
Miguel Hernández

PROYECTO: INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 15 KWN SOBRE CUBIERTA EN BLOQUE RESIDENCIAL EN MOLINA DE SEGURA

PETICIONARIO: CDAD. DE VECINOS CALLE SANTA BARBARA 8.

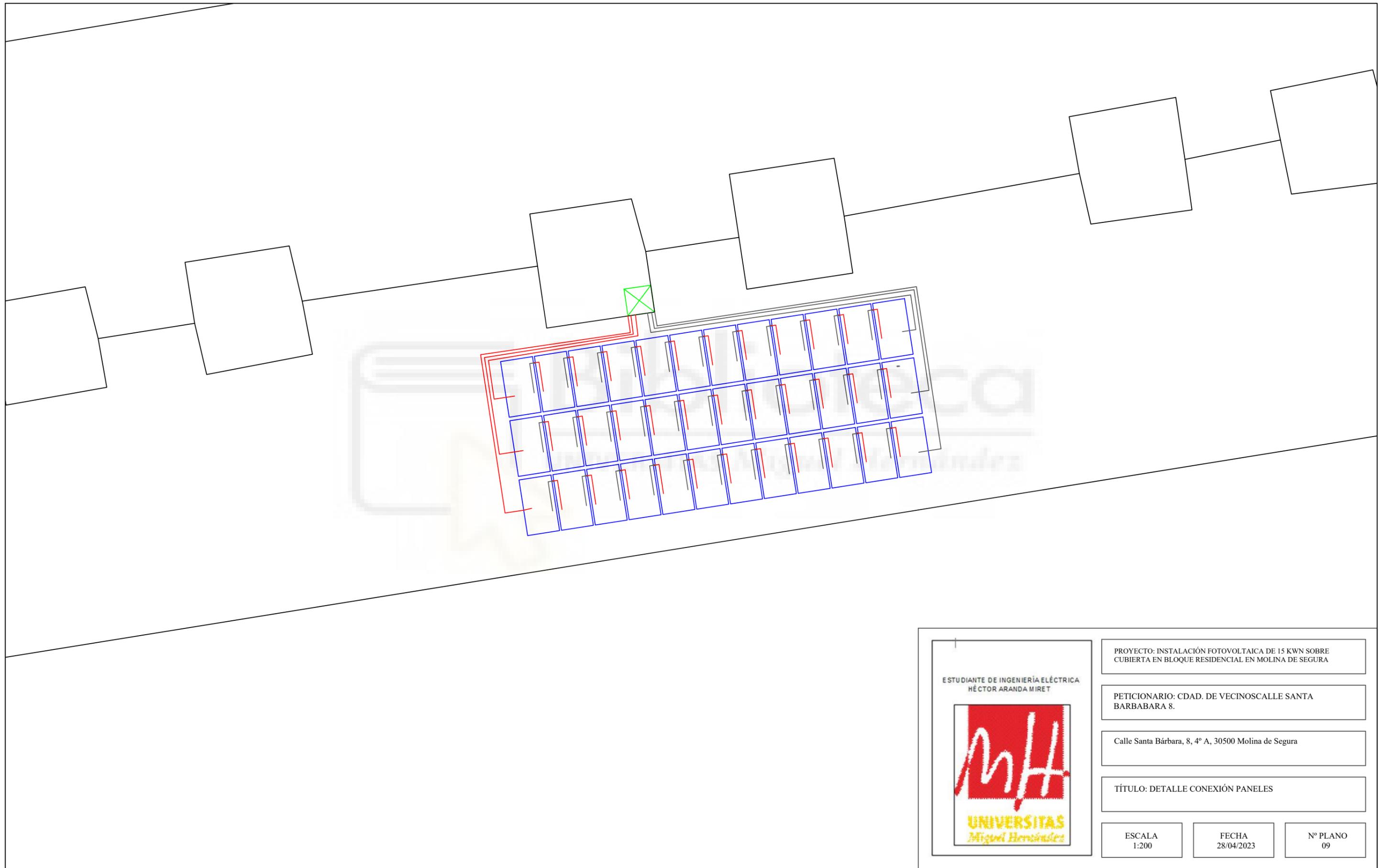
Calle Santa Bárbara, 8, 4º A, 30500 Molina de Segura

TÍTULO: CABLEADO NEGATIVO CUBIERTA

ESCALA  
1:200

FECHA  
28/04/2023

Nº PLANO  
08



ESTUDIANTE DE INGENIERÍA ELÉCTRICA  
HÉCTOR ARANDA MIRET



UNIVERSITAT  
Miguel Hernández

PROYECTO: INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 15 KWN SOBRE CUBIERTA EN BLOQUE RESIDENCIAL EN MOLINA DE SEGURA

PETICIONARIO: CDAD. DE VECINOS CALLE SANTA BARBARA 8.

Calle Santa Bárbara, 8, 4º A, 30500 Molina de Segura

TÍTULO: DETALLE CONEXIÓN PANELES

ESCALA  
1:200

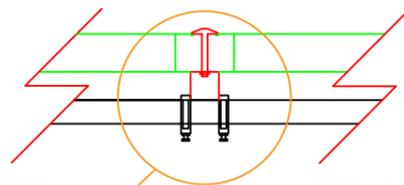
FECHA  
28/04/2023

Nº PLANO  
09



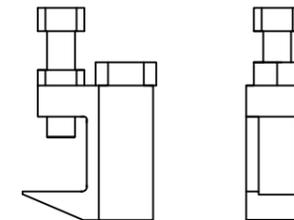
<p>ESTUDIANTE DE INGENIERÍA ELÉCTRICA HÉCTOR ARANDA MIRET</p>  <p>UNIVERSITAS Miguel Hernández</p>	<p>PROYECTO: INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 15 KWN SOBRE CUBIERTA EN BLOQUE RESIDENCIAL EN MOLINA DE SEGURA</p>		
	<p>PETICIONARIO: CDAD. DE VECINOS CALLE SANTA BARBARA 8.</p>		
	<p>Calle Santa Bárbara, 8, 4º A, 30500 Molina de Segura</p>		
	<p>TÍTULO: LÍNEA DE VIDA</p>		
<p>ESCALA 1:400</p>	<p>FECHA 28/04/2023</p>	<p>Nº PLANO 10</p>	

DETALLE DE MONTAJE DE ESTRUCTURA SOPORTE: SIN ESCALA

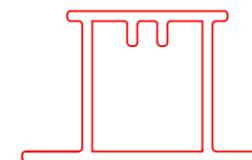


GRAPA DE FIJACIÓN MÓDULOS CONTIGUOS

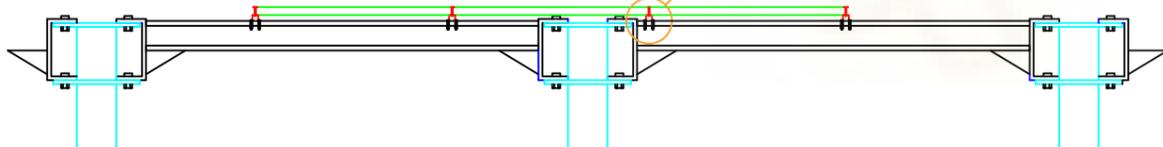
GRAPA DE FIJACIÓN PARA UN SÓLO MÓDULO



ESTRIBO DE SUJECIÓN ENTRE PERFIL DE ALUMINIO Y ESTRUCTURA METÁLICA.  
NO ESTÁ PERMITIDO EL TALADRO DE LA MISMA



DETALLE DE MONTAJE DE ESTRUCTURA SOPORTE: SIN ESCALA



ESTUDIANTE DE INGENIERÍA ELÉCTRICA  
HÉCTOR ARANDA MIRET



PROYECTO: INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 15 KWN SOBRE  
CUBIERTA EN BLOQUE RESIDENCIAL EN MOLINA DE SEGURA

PETICIONARIO: CDAD. DE VECINOS CALLE SANTA  
BARBARA 8.

Calle Santa Bárbara, 8, 4º A, 30500 Molina de Segura

TÍTULO: MONTAJE DE LOS PANELES

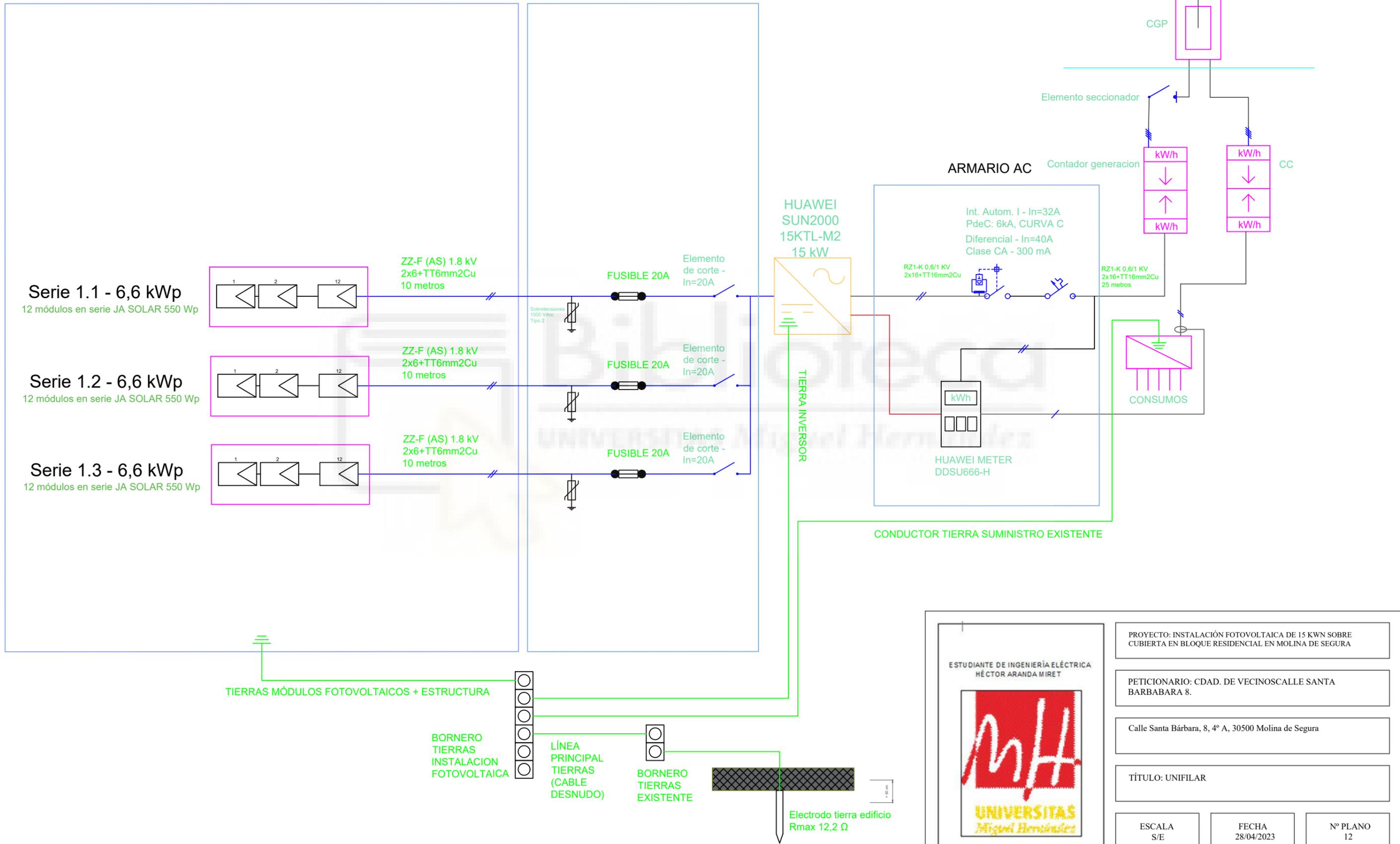
ESCALA  
S/E

FECHA  
28/04/2023

Nº PLANO  
11

# MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

# CUADRO PROTECCIONES CC

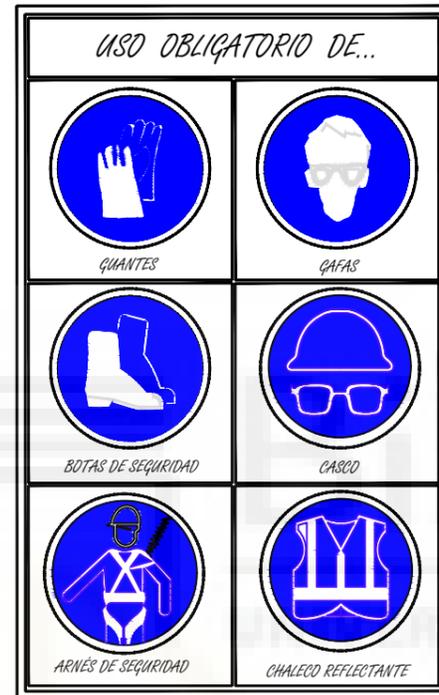


ESTUDIANTE DE INGENIERÍA ELÉCTRICA  
HÉCTOR ARANDA MIRET

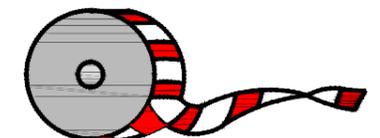


UNIVERSITAT  
Miguel Hernández

PROYECTO: INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 15 KWN SOBRE CUBIERTA EN BLOQUE RESIDENCIAL EN MOLINA DE SEGURA		
PETICIONARIO: CDAD. DE VECINOS CALLE SANTA BARBARA 8.		
Calle Santa Bárbara, 8, 4º A, 30500 Molina de Segura		
TÍTULO: UNIFILAR		
ESCALA S/E	FECHA 28/04/2023	Nº PLANO 12



CONOS DE GOMA



CINTA BALIZAMIENTO DE PLASTICO

<p>ESTUDIANTE DE INGENIERÍA ELÉCTRICA HÉCTOR ARANDA MIRET</p>  <p>UNIVERSITAS Miguel Hernández</p>	<p>PROYECTO: INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 15 KWN SOBRE CUBIERTA EN BLOQUE RESIDENCIAL EN MOLINA DE SEGURA</p>	
	<p>PETICIONARIO: CDAD. DE VECINOS CALLE SANTA BARBARA 8.</p>	
	<p>Calle Santa Bárbara, 8, 4º A, 30500 Molina de Segura</p>	
	<p>TÍTULO: SEÑALIZACIÓN DE OBRA</p>	
<p>ESCALA S/E</p>	<p>FECHA 28/04/2023</p>	<p>Nº PLANO 13</p>

## **PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS**

### **CONDICIONES GENERALES**

#### **1 ÁMBITO DE APLICACIÓN**

Este Pliego de Condiciones determina los requisitos a que se debe ajustar la Ejecución de instalaciones de energías renovables, cuyas características técnicas estarán especificadas en el correspondiente proyecto.

#### **2 DISPOSICIONES GENERALES**

El Contratista está obligado al cumplimiento de la Reglamentación del Trabajo correspondiente, la contratación del Seguro Obligatorio, Subsidio familiar y de vejez, Seguro de Enfermedad y todas aquellas reglamentaciones de carácter social vigentes o que en lo sucesivo se dicten. En particular, deberá cumplir lo dispuesto en la Norma UNE 24042 "Contratación de Obras. Condiciones Generales", siempre que no lo modifique el presente Pliego de Condiciones.

El Contratista deberá estar clasificado, según Orden del Ministerio de Hacienda, en el Grupo, Subgrupo y Categoría correspondientes al Proyecto y que se fijará en el Pliego de Condiciones Particulares, en caso de que proceda. Igualmente deberá ser Instalador, provisto del correspondiente documento de calificación empresarial.

##### **2.1 Condiciones facultativas legales**

Las obras del Proyecto, además de lo prescrito en el presente Pliego de Condiciones, se registrarán por lo especificado en:

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto de 2002).
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se a Proyecto el Código Técnico de la Edificación.
- Documento Básico HE 5 "Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica".
- Real Decreto 1663/2000, de 29 de septiembre, sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión.
- Resolución de 31 de mayo de 2001 por la que se establecen modelo de contrato tipo y modelo de factura para las instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.
- Ley 54/1997, de 27 de Noviembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 436/2004, de 12 de marzo, por el que se establece la metodología para la actualización y sistematización del régimen jurídico y económico de la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- 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 841/2002 de 2 de agosto por el que se regula para las actividades de producción de energía eléctrica en régimen especial su incentivación en la participación en el mercado de producción, determinadas obligaciones de información de sus previsiones de producción, y la adquisición por los comercializadores de su energía eléctrica producida.

- Real Decreto 1433/2003 de 27 de diciembre, por el que se establecen los requisitos de medida en baja tensión de consumidores y centrales de producción en Régimen Especial.
- Real Decreto 1565/2010, de 19 de noviembre, por el que se regulan y modifican determinados aspectos relativos a la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- Norma UNE 206001 EX sobre Módulos fotovoltaicos. Criterios ecológicos.
- Norma UNE-EN 50380 sobre Informaciones de las hojas de datos y de las placas de características para los módulos fotovoltaicos.
- 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 60904 sobre Dispositivos fotovoltaicos. Requisitos para los módulos solares de referencia.
- Norma UNE EN 61173 sobre Protección contra las sobretensiones de los sistemas fotovoltaicos (FV) productores de energía - Guía.
- Norma UNE EN 61194 sobre Parámetros característicos de sistemas fotovoltaicos (FV) autónomos.
- Norma UNE 61215 sobre Módulos fotovoltaicos (FV) de silicio cristalino para aplicación terrestre.

#### Cualificación del diseño y aprobación tipo.

- Norma UNE EN 61277 sobre Sistemas fotovoltaicos (FV) terrestres generadores de potencia.

#### Generalidades y guía.

- Norma UNE EN 61453 sobre Ensayo ultravioleta para módulos fotovoltaicos (FV).
- Norma UNE EN 61646:1997 sobre Módulos fotovoltaicos (FV) de lámina delgada para aplicación terrestre. Cualificación del diseño y aprobación tipo.
- Norma UNE EN 61683 sobre Sistemas fotovoltaicos. Acondicionadores de potencia. Procedimiento para la medida del rendimiento.

- Norma UNE EN 61701 sobre Ensayo de corrosión por niebla salina de módulos fotovoltaicos (FV).
- Norma UNE EN 61721 sobre Susceptibilidad de un módulo fotovoltaico (FV) al daño por impacto accidental (resistencia al ensayo de impacto).
- Norma UNE EN 61724 sobre Monitorización de sistemas fotovoltaicos. Guías para la medida, el intercambio de datos y el análisis.
- Norma UNE EN 61725 sobre Expresión analítica para los perfiles solares diarios.
- Norma UNE EN 61727 sobre Sistemas fotovoltaicos (FV). Características de la interfaz de conexión a la red eléctrica.
- Norma UNE EN 61829 sobre Campos fotovoltaicos (FV) de silicio cristalino. Medida en el sitio de características I-V.

#### Seguridad y Salud en el trabajo

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Ley 17/2013, de 29 de octubre, para la garantía del suministro e incremento de la competencia en los sistemas eléctricos insulares y extrapeninsulares.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.

- Real Decreto 486/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

#### Sistema Eléctrico

- Real Decreto-ley 20/2018, de 7 de diciembre, de medidas urgentes para el impulso de la competitividad económica en el sector de la industrial y el comercio en España.
- Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.
- Circular 3/2020, de 15 de enero, de la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia, por la que se establece la metodología para el cálculo de los peajes de transporte y distribución de electricidad.
- Orden TEC/1366/2018, de 20 de diciembre, por el que se establecen los peajes de acceso de energía eléctrica para 2019.

## 2.2 Seguridad en el trabajo

El Contratista está obligado a cumplir las condiciones que se indican en la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales y cuantas en esta materia fueran de pertinente aplicación.

Asimismo, deberá proveer cuanto fuese preciso para el mantenimiento de las máquinas, herramientas, materiales y útiles de trabajo en debidas condiciones de seguridad.

Mientras los operarios trabajen en circuitos o equipos en tensión o en su proximidad, usarán ropa sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal; los metros, reglas, mangos de aceiteras, útiles limpiadores, etc., que se utilicen no deben ser de material conductor. Se llevarán las herramientas o equipos en bolsas y se utilizará calzado aislante o al menos sin herrajes ni clavos en suelas.

El personal de la Contrata viene obligado a usar todos los dispositivos y medios de protección personal, herramientas y prendas de seguridad exigidos para eliminar o reducir los riesgos profesionales tales como casco, gafas, guantes, etc., pudiendo el Director de Obra suspender los trabajos, si estima que el personal de la Contrata está expuesto a peligros que son corregibles.

El Director de Obra podrá exigir del Contratista, ordenándolo por escrito, el cese en la obra de cualquier empleado u obrero que, por imprudencia temeraria, fuera capaz de producir accidentes que hicieran peligrar la integridad física del propio trabajador o de sus compañeros.

El Director de Obra podrá exigir del Contratista en cualquier momento, antes o después de la iniciación de los trabajos, que presente los documentos acreditativos de haber formalizado los regímenes de Seguridad Social de todo tipo (afiliación, accidente, enfermedad, etc.) en la forma legalmente establecida.

### **2.3 Seguridad pública**

El Contratista deberá tomar todas las precauciones máximas en todas las operaciones y usos de equipos para proteger a las personas, animales y cosas de los peligros procedentes del trabajo, siendo de su cuenta las responsabilidades que por tales accidentes se ocasionen.

El Contratista mantendrá póliza de Seguros que proteja suficientemente a él y a sus empleados u obreros frente a las responsabilidades por daños, responsabilidad civil, etc., que en uno y otro pudieran incurrir para el Contratista o para terceros, como consecuencia de la ejecución de los trabajos.

## **3 ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO**

El Contratista ordenará los trabajos en la forma más eficaz para la perfecta ejecución de los mismos y las obras se realizarán siempre siguiendo las indicaciones del Director de Obra, alamparo de las condiciones siguientes:

### **3.1 Datos de la obra**

Se entregará al Contratista una copia de los planos y pliegos de condiciones del Proyecto, así como cuantos planos o datos necesite para la completa ejecución de la Obra.

El Contratista podrá tomar nota o sacar copia a su costa de la Memoria, Presupuesto y Anexos del Proyecto, así como segundas copias de todos los documentos.

El Contratista se hace responsable de la buena conservación de los originales de donde obtenga las copias, los cuales serán devueltos al Director de Obra después de su utilización.

Por otra parte, en un plazo máximo de dos meses, después de la terminación de los trabajos, el Contratista deberá actualizar los diversos planos y documentos existentes, de acuerdo con las características de la obra terminada, entregando al Director de Obra dos expedientes completos relativos a los trabajos realmente ejecutados.

No se harán por el Contratista alteraciones, correcciones, omisiones, adiciones o variaciones sustanciales en los datos fijados en el Proyecto, salvo aprobación previa por escrito del Director de Obra.

### **3.2 Replanteo de la obra**

El Director de Obra, una vez que el Contratista esté en posesión del Proyecto y antes de comenzar las obras, deberá hacer el replanteo de las mismas, con especial atención en los puntos singulares, entregando al Contratista las referencias y datos necesarios para fijar completamente la ubicación de los mismos.

Se levantará por duplicado Acta, en la que constarán, claramente, los datos entregados, firmado por el Director de Obra y por el representante del Contratista.

Los gastos de replanteo serán de cuenta del Contratista.

### 3.3 Condiciones generales

El montaje de las instalaciones deberá ser efectuado por una empresa instaladora registrada de acuerdo a lo desarrollado en la instrucción técnica IT 2.

El Contratista deberá suministrar todos los equipos y materiales indicados en los Planos, de acuerdo al número, características, tipos y dimensiones definidos en las Mediciones y, eventualmente, en los cuadros de características de los Planos.

En caso de discrepancias de cantidades entre Planos y Mediciones, prevalecerá lo que esté indicado en los Planos. En caso de discrepancias de calidades, este Documento tendrá preferencia sobre cualquier otro.

En caso de dudas sobre la interpretación técnica de cualquier documento del Proyecto, la DO hará prevalecer su criterio.

Materiales complementarios de la instalación, usualmente omitidos en Planos y Mediciones, pero necesarios para el correcto funcionamiento de la misma, como oxígeno, acetileno, electrodos, minio, pinturas, patillas, estribos, manguitos pasamuros, estopa, cáñamo, lubricantes, bridas, tornillos, tuercas, amianto, toda clase de soportes, etc, deberán considerarse incluidos en los trabajos a realizar.

Todos los materiales y equipos suministrados por el Contratista deberán ser nuevos y de la calidad exigida por este PCT, salvo cuando en otra parte del Proyecto, p.e. el Pliego de Condiciones Particulares, se especifique la utilización de material usado.

La oferta incluirá el transporte de los materiales a pie de obra, así como la mano de obra para el montaje de materiales y equipos y para las Proyectos de recepción, equipada con las debidas herramientas, utensilios e instrumentos de medida.

El Contratista suministrará también los servicios de un Técnico competente que estará a cargo de la instalación y será el responsable ante la Dirección Facultativa o Dirección de Obra, o la persona delegada, de la actuación de los técnicos y operarios que llevarán a cabo la labor de instalar, conectar, ajustar, arrancar y probar cada equipo, sub-sistema y el sistema en su totalidad hasta la recepción.

La DO se reserva el derecho de pedir al Contratista, en cualquier momento, la sustitución del Técnico responsable, sin alegar justificaciones.

El Técnico presenciará todas las reuniones que la DO programe en el transcurso de la obra y tendrá suficiente autoridad como para tomar decisiones en nombre del Contratista.

En cualquier caso, los trabajos objeto del presente Proyecto alcanzarán el objetivo de realizar una instalación completamente terminada, probada y lista para funcionar.

El control de recepción tendrá por objeto comprobar que las características técnicas de los equipos y materiales suministrados satisfacen lo exigido en el proyecto:

- Control de la documentación de los suministros.
- Control mediante distintivo de calidad.

- Control mediante ensayos y Proyectos.

La DO comprobará que los equipos y materiales recibidos:

- Corresponden a los especificados en el PCT del proyecto.
- Disponen de la documentación exigida.
- Cumplen con las propiedades exigidas en el proyecto.
- Han sido sometidos a los ensayos y Proyectos exigidos por la normativa en vigor o cuando así se establezca en el pliego de condiciones.

La DO verificará la documentación proporcionada por los suministradores de los equipos y materiales que entregarán los documentos de identificación exigidos por las disposiciones de obligado cumplimiento y por el proyecto. En cualquier caso, esta documentación comprenderá al menos los siguientes documentos:

- a) documentos de origen, hoja de suministro y etiquetado.
- b) copia del certificado de garantía del fabricante, de acuerdo con la Ley 23/2003 de 10 de julio, de garantías en la venta de bienes de consumo.
- c) documentos de conformidad o autorizaciones administrativas exigidas reglamentariamente, incluida la documentación correspondiente al mercado CE, cuando sea pertinente, de acuerdo con las disposiciones que sean transposición de las directivas europeas que afecten a los productos suministrados.

La DO verificará que la documentación proporcionada por los suministradores sobre los distintivos de calidad que ostenten los equipos o materiales suministrados, que aseguren las características técnicas exigidas en el proyecto sea correcta y suficiente para la aceptación de los equipos y materiales amparados por ella.

### **3.4 Planificación y coordinación**

Como máximo, a los treinta días de la adjudicación de la obra y en primera aproximación, el Contratista deberá presentar los plazos de ejecución de al menos las siguientes partidas principales de la obra:

- planos definitivos, acopio de materiales y replanteo.
- montaje de salas de máquinas.
- montaje de cuadros eléctricos y equipos de control.
- ajustes, puestas en marcha y Proyectos finales.

Sucesivamente y antes del comienzo de la obra, el Contratista adjudicatario, previo estudio detallado de los plazos de entrega de equipos, aparatos y materiales, colaborará con la DO para asignar fechas exactas a las distintas fases de la obra.

La coordinación con otros contratistas correrá a cargo de la DO, o persona o entidad delegada por la misma.

### **3.5 Acopio de materiales**

De acuerdo con el plan de obra, el Contratista irá almacenando en lugar preestablecido todos los materiales necesarios para ejecutar la obra, según necesidades.

Los materiales quedarán protegidos contra golpes, malos tratos y elementos climatológicos, en la medida que su constitución o valor económico lo exijan.

El Contratista quedará responsable de la vigilancia de sus materiales durante el almacenaje y el montaje, hasta la recepción provisional. La vigilancia incluye también las horas nocturnas y los días festivos, si en el Contrato no se estipula lo contrario.

La DO tendrá libre acceso a todos los puntos de trabajo y a los lugares de almacenamiento de los materiales para su reconocimiento previo, pudiendo ser aceptados o rechazados según su calidad y estado, siempre que la calidad no cumpla con los requisitos marcados por este PCT y/o el estado muestre claros signos de deterioro.

Cuando algún equipo, aparato o material ofrezca dudas respecto a su origen, calidad, estado y aptitud para la función, la DO tendrá el derecho de recoger muestras y enviarlas a un laboratorio oficial, para realizar los ensayos pertinentes con gastos a cargo del Contratista. Si el certificado obtenido es negativo, todo el material no idóneo será rechazado y sustituido, a expensas del Contratista, por material de la calidad exigida.

Igualmente, la DO podrá ordenar la apertura de catas cuando sospeche la existencia de vicios ocultos en la instalación, siendo por cuenta del Contratista todos los gastos ocasionados.

### **3.6 Inspección y medidas previas al montaje**

Antes de comenzar los trabajos de montaje, el Contratista deberá efectuar el replanteo de todos y cada uno de los elementos de la instalación, equipos, aparatos y conducciones.

En caso de discrepancias entre las medidas realizadas en obra y las que aparecen en Planos, que impidan la correcta realización de los trabajos de acuerdo a la Normativa vigente y a las buenas reglas del arte, el Contratista deberá notificar las anomalías a la DO para las oportunas rectificaciones.

### **3.7 Planos, catálogos y muestras**

Los Planos de Proyecto en ningún caso deben considerarse de carácter ejecutivo, sino solamente indicativo de la disposición general del sistema mecánico y del alcance del trabajo incluido en el Contrato.

Para la exacta situación de aparatos, equipos y conducciones el Contratista deberá examinar atentamente los planos y detalles de los Proyectos arquitectónico y estructural.

El Contratista deberá comprobar que la situación de los equipos y el trazado de las conducciones no interfiera con los elementos de otros contratistas. En caso de conflicto, la decisión de la DO será inapelable.

El Contratista deberá someter a la DO, para su aprobación, dibujos detallados, a escala no inferior a 1:20, de equipos, aparatos, etc, que indiquen claramente dimensiones, espacios libres, situación de conexiones, peso y cuanta otra información sea necesaria para su correcta evaluación.

Los planos de detalle pueden ser sustituidos por folletos o catálogos del fabricante del aparato, siempre que la información sea suficientemente clara.

Ningún equipo o aparato podrá ser entregado en obra sin obtener la aprobación por escrito de la DO.

En algunos casos y a petición de la DO, el Contratista deberá entregar una muestra del material que pretende instalar antes de obtener la correspondiente aprobación.

El Contratista deberá someter los planos de detalle, catálogos y muestras a la aprobación de la DO con suficiente antelación para que no se interrumpa el avance de los trabajos de la propia instalación o de los otros contratistas.

La aprobación por parte de la DO de planos, catálogos y muestras no exime al Contratista de su responsabilidad en cuanto al correcto funcionamiento de la instalación se refiere.

### **3.8 Variaciones de proyecto y cambio de materiales**

El Contratista podrá proponer, al momento de presentar la oferta, cualquier variante sobre el presente Proyecto que afecte al sistema y/o a los materiales especificados, debidamente justificada.

La aprobación de tales variantes queda a criterio de la DO, que las aprobará solamente si redundan en un beneficio económico de inversión y/o explotación para la Propiedad, sin merma para la calidad de la instalación.

La DO evaluará, para la aprobación de las variantes, todos los gastos adicionales producidos por ellas, debidos a la consideración de la totalidad o parte de los Proyectos arquitectónico, estructural, mecánico y eléctrico y, eventualmente, a la necesidad de mayores cantidades de materiales requeridos por cualquiera de las otras instalaciones.

Variaciones sobre el proyecto pedidas, por cualquier causa, por la DO durante el curso del montaje, que impliquen cambios de cantidades o calidades e, incluso, el desmontaje de una parte de la obra realizada, deberán ser efectuadas por el Contratista después de haber pasado una oferta adicional, que estará basada sobre los precios unitarios de la oferta y, en su caso, nuevos precios a negociar.

### **3.9 Cooperación con otros contratistas**

El Contratista deberá cooperar plenamente con otras empresas, bajo la supervisión de la DO, entregando toda la documentación necesaria a fin de que los trabajos transcurran sininterferencias ni retrasos.

Si el Contratista pone en obra cualquier material o equipo antes de coordinar con otros oficios, en caso de surgir conflictos deberá corregir su trabajo, sin cargo alguno para la Propiedad.

### **3.10 Protección**

El Contratista deberá proteger todos los materiales y equipos de desperfectos y daños durante el almacenamiento en la obra y una vez instaladas.

En particular, deberá evitar que los materiales aislantes puedan mojarse o, incluso, humedecerse.

Las aperturas de conexión de todos los aparatos y máquinas deberán estar convenientemente protegidos durante el transporte, el almacenamiento y montaje, hasta tanto no se proceda a su unión. Las protecciones deberán tener forma y resistencia adecuada para evitar la entrada de cuerpos extraños y suciedades dentro del aparato, así como los daños mecánicos que puedan sufrir las superficies de acoplamiento de bridas, roscas, manguitos, etc.

Igualmente, si es de temer la oxidación de las superficies mencionadas, éstas deberán recubrirse con pintura anti-oxidante, que deberá ser eliminada al momento del acoplamiento.

Especial cuidado se tendrá hacia materiales frágiles y delicados, como materiales aislantes, equipos de control, medida, etc, que deberán quedar especialmente protegidos.

El Contratista será responsable de sus materiales y equipos hasta la Recepción Provisional de la obra.

### **3.11 Limpieza de la obra**

Durante el curso del montaje de sus instalaciones, el Contratista deberá evacuar de la obra todos los materiales sobrantes de trabajos efectuados con anterioridad, en particular de retales de tuberías, conductos y materiales aislantes, embalajes, etc.

Asimismo, al final de la obra, deberá limpiar perfectamente de cualquier suciedad todos los componentes (módulos fotovoltaicos, etc), equipos de salas de máquinas (baterías, inversores, etc), instrumentos de medida y control y cuadros eléctricos, dejándolos en perfecto estado.

### **3.12 Andamios y aparejos**

El Contratista deberá suministrar la mano de obra y aparatos, como andamios y aparejos, necesarios para el movimiento horizontal y vertical de los materiales ligeros en la obra desde el lugar de almacenamiento al de emplazamiento.

El movimiento del material pesado y/o voluminoso, como paneles fotovoltaicos, aerogeneradores, etc, desde el camión hasta el lugar de emplazamiento definitivo, se realizará con los medios de la empresa constructora, bajo la supervisión y responsabilidad del Contratista, salvo cuando en otro Documento se indique que esta tarea está a cargo del mismo Contratista.

### **3.13 Obras de albañilería**

La realización de todas las obras de albañilería necesarias para la instalación de materiales y equipos estará a cargo de la empresa constructora, salvo cuando en otro Documento se indique que esta tarea está a cargo del mismo Contratista.

Tales obras incluyen aperturas y cierres de rozas y pasos de muros, recibido a fábricas de soportes, cajas, rejillas, etc, perforación y cierres de elementos estructurales horizontales y verticales, ejecución y cierres de zanjás, ejecución de galerías, bancadas, forjados flotantes, pinturas, alicatados, etc.

En cualquier caso, estos trabajos deberán realizarse bajo la responsabilidad del Contratista que suministrará, cuando sea necesario, los planos de detalles.

La fijación de los soportes, por medios mecánicos o por soldadura, a elementos de albañilería o de estructura del edificio, será efectuada por el Contratista siguiendo estrictamente las instrucciones que, al respecto, imparta la DO.

### **3.14 Energía eléctrica y agua**

Todos los gastos relativos al consumo de energía eléctrica y agua por parte del Contratista para la realización de los trabajos de montaje y para las Proyectos parciales y totales correrán a cuenta de la empresa constructora, salvo cuando en otro Documento se indique lo contrario.

El Contratista dará a conocer sus necesidades de potencia eléctrica a la empresa constructora antes de tomar posesión de la obra.

### **3.15 Ruidos y vibraciones**

Toda la maquinaria deberá funcionar, bajo cualquier condición de carga, sin producir ruidos o vibraciones que, en opinión de la DO, puedan considerarse inaceptables o que rebasen los niveles máximos exigidos por las Ordenanzas Municipales.

Las correcciones que, eventualmente, se introduzcan para reducir ruidos y vibraciones deben ser aprobadas por la DO y conformarse a las recomendaciones del fabricante del equipo (atenuadores de vibraciones, silenciadores acústicos, etc).

Las conexiones entre canalizaciones y equipos con partes en movimiento deberán realizarse siempre por medio de elementos flexibles, que impidan eficazmente la propagación de las vibraciones.

### **3.16 Accesibilidad**

El Contratista hará conocer a la DO, con suficiente antelación, las necesidades de espacio y tiempo para la realización del montaje de sus materiales y equipos en patinillos, falsos techos y salas de máquinas.

A este respecto, el Contratista deberá cooperar con la empresa constructora y los otros contratistas, particularmente cuando los trabajos a realizar estén en el mismo emplazamiento.

Los gastos ocasionados por los trabajos de volver a abrir falsos techos, patinillos, etc, debidos a la omisión de dar a conocer a tiempo sus necesidades, correrán a cargo del Contratista.

Los elementos de medida, control, protección y maniobra deberán ser desmontables e instalarse en lugares visibles y accesibles, en particular cuando cumplan funciones de seguridad.

El Contratista deberá situar todos los equipos que necesitan operaciones periódicas de mantenimiento en un emplazamiento que permita la plena accesibilidad de todas sus partes, ateniéndose a los requerimientos mínimos más exigentes entre los marcados por la Reglamentación vigente y los recomendados por el fabricante.

El Contratista deberá suministrar a la empresa constructora la información necesaria para el exacto emplazamiento de puertas o paneles de acceso a elementos ocultos de la instalación, como válvulas, compuertas, elementos de control, etc.

### **3.17 Canalizaciones**

Antes de su colocación, todas las canalizaciones deberán reconocerse y limpiarse de cualquier cuerpo extraño, como rebabas, óxidos, suciedades, etc.

La alineación de las canalizaciones en uniones, cambios de dirección o sección y derivaciones se realizará con los correspondientes accesorios o piezas especiales, centrandos los ejes de las canalizaciones con los de las piezas especiales, sin tener que recurrir a forzar la canalización.

Para las tuberías, en particular, se tomarán las precauciones necesarias a fin de que conserven, una vez instaladas, su sección de forma circular.

Las tuberías deberán soportarse de tal manera que en ningún caso quede interrumpido el aislamiento térmico.

Con el fin de reducir la posibilidad de transmisión de vibraciones, formación de condensaciones y corrosión, entre tuberías y soportes metálicos deberá interponerse un material flexible no metálico.

En cualquier caso, el soporte no podrá impedir la libre dilatación de la tubería, salvo cuando se trate de un punto fijo.

Las tuberías enterradas llevarán la protección adecuada al medio en que están inmersas, que en ningún caso impedirá el libre juego de dilatación.

### **3.18 Manguitos pasamuros**

El Contratista deberá suministrar y colocar todos los manguitos a instalar en la obra de albañilería o estructural antes de que estas obras estén construidas. El Contratista será responsable de los daños provocados por no expresar a tiempo sus necesidades o indicar una situación incorrecta de los manguitos.

El espacio entre el manguito y la conducción deberá rellenarse con una masilla plástica, aprobada por la DO, que selle completamente el paso y permita la libre dilatación de la conducción. Además, cuando el manguito pase a través de un elemento corta-fuego, la resistencia al fuego del material de relleno deberá ser al menos igual a la del elemento estructural. En algunos casos, se podrá exigir que el material de relleno sea impermeable al paso de vapor de agua.

Los manguitos deberán acabar a ras del elemento de obra; sin embargo, cuando pasen a través de forjados, sobresaldrán 15 mm por la parte superior.

Los manguitos serán construidos con chapa de acero galvanizado de 6/10 mm de espesor o con tubería de acero galvanizado, con dimensiones suficientes para que pueda pasar con holgura la conducción con su aislamiento térmico. De otra parte, la holgura no podrá ser superior a 3 cm a lo largo del perímetro de la conducción.

No podrá existir ninguna unión de tuberías en el interior de manguitos pasamuros.

### **3.19 Protección de partes en movimiento**

El Contratista deberá suministrar protecciones a todo tipo de maquinaria en movimiento, como transmisiones de potencia, rodetes de ventiladores, etc, con las que pueda tener lugar un contacto accidental. Las protecciones deben ser de tipo desmontable para facilitar las operaciones de mantenimiento.

### **3.20 Protección de elementos a temperatura elevada**

Toda superficie a temperatura elevada, con la que pueda tener lugar un contacto accidental, deberá protegerse mediante un aislamiento térmico calculado de tal manera que su temperatura superficial no sea superior a 60 grados centígrados.

### **3.21 Cuadros y líneas eléctricas**

El Contratista suministrará e instalará los cuadros eléctricos de protección, maniobra y control de todos los equipos de la instalación mecánica, salvo cuando en otro Documento se indique otra cosa.

El Contratista suministrará e instalará también las líneas de potencia entre los cuadros antes mencionados y los motores de la instalación mecánica, completos de tubos de protección, bandejas, cajas de derivación, empalmes, etc, así como el cableado para control, mandos a distancia e interconexiones, salvo cuando en otro Documento se indique otra cosa.

La instalación eléctrica cumplirá con las exigencias marcadas por el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

La Empresa Instaladora Eléctrica será responsable de la alimentación eléctrica a todos los cuadros arriba mencionados, que estará constituida por 3 fases, neutro y tierra. El conexionado entre estos cables y los cuadros estará a cargo del Contratista.

El Contratista deberá suministrar a la Empresa Instaladora Eléctrica la información necesaria para las acometidas a sus cuadros, como el lugar exacto de emplazamiento, la potencia máxima absorbida y, cuando sea necesario, la corriente máxima absorbida y la caída de tensión admisible en régimen transitorio.

Salvo cuando se exprese lo contrario en la Memoria del Proyecto, las características de la alimentación eléctrica serán las siguientes: tensión trifásica a 400 V entre fases y 230 V entre fases y neutro, frecuencia 50 Hz.

### **3.22 Pinturas y colores**

Todas las conducciones de una instalación estarán señalizadas de acuerdo a lo indicado en las normas UNE, con franjas, anillos y flechas dispuestos sobre la superficie exterior de la misma o, en

su caso, de su aislamiento térmico.

Los equipos y aparatos mantendrán los mismos colores de fábrica. Los desperfectos, debidos a golpes, raspaduras, etc, serán arreglados en obra satisfactoriamente a juicio de la DO.

En la sala de máquinas se dispondrá el código de colores enmarcado bajo cristal, junto al esquema de principio de la instalación.

### **3.23 Identificación**

Al final de la obra, todos los aparatos, equipos y cuadros eléctricos deberán marcarse con una chapa de identificación, sobre la cual se indicarán nombre y número del aparato.

La escritura deberá ser de tipo indeleble, pudiendo sustituirse por un grabado. Los caracteres tendrán una altura no menor de 50 mm.

En los cuadros eléctricos todos los bornes de salida deberán tener un número de identificación que se corresponderá al indicado en el esquema de mando y potencia.

Todos los equipos y aparatos importantes de la instalación, en particular, aquellos que consumen energía, deberán venir equipados de fábrica, en cumplimiento de la normativa vigente, con una placa de identificación, en la que se indicarán sus características principales, así como nombre del fabricante, modelo y tipo. En las especificaciones de cada aparato o equipo se indicarán las características que, como mínimo, deberán figurar en la placa de identificación.

Las placas se fijarán mediante remaches, soldadura o con material adhesivo, de manera que se asegure su inmovilidad, se situarán en un lugar visible y estarán escritas con caracteres claros y en la lengua o lenguas oficiales españolas.

### **3.24 Limpieza interior de redes de distribución**

Todas las redes de distribución deberán ser internamente limpiadas antes de su funcionamiento, para eliminar polvo, cascarillas, aceites y cualquier otro material extraño.

Durante el montaje se habrá puesto extremo cuidado en evitar la introducción de materias extrañas dentro de tubería y equipos, protegiendo sus aperturas con adecuados tapones. Antes de su instalación, tuberías, accesorios y válvulas deberán ser examinados y limpiados.

### **3.25 Proyectos**

El Contratista pondrá a disposición todos los medios humanos y materiales necesarios para efectuar las Proyectos parciales y finales de la instalación, efectuadas según se indicará a continuación para las Proyectos finales y, para las Proyectos parciales, en otros capítulos de este PCT.

Las Proyectos parciales estarán precedidas de una comprobación de los materiales al momento de su recepción en obra.

Cuando el material o equipo llegue a obra con Certificado de Origen Industrial, que acredite el

cumplimiento de la normativa en vigor, nacional o extranjera, su recepción se realizará comprobando, únicamente sus características aparentes.

Cuando el material o equipo esté instalado, se comprobará que el montaje cumple con las exigencias marcadas en la respectiva especificación (conexiones hidráulicas y eléctricas, fijación a la estructura del edificio, accesibilidad, accesorios de seguridad y funcionamiento, etc).

Sucesivamente, cada material o equipo participará también de los Proyectos parciales y totales del conjunto de la instalación (estanquidad, funcionamiento, puesta a tierra, aislamiento, ruidos y vibraciones, etc).

### **3.26 Proyectos finales**

Una vez la instalación se encuentre totalmente terminada, de acuerdo con las especificaciones del proyecto, y que haya sido ajustada y equilibrada de acuerdo a lo indicado en las normas UNE, se deberán realizar los Proyectos finales del conjunto de la instalación y según indicaciones de la DO cuando así se requiera.

### **3.27 Recepción provisional**

Una vez terminadas las obras y a los quince días siguientes a la petición del Contratista se hará la recepción provisional de las mismas por el Contratante, requiriendo para ello la presencia del Director de Obra y del representante del Contratista, levantándose la correspondiente Acta, en la que se hará constar la conformidad con los trabajos realizados, si este es el caso. Dicho Acta será firmada por el Director de Obra y el representante del Contratista, dándose la obra por recibida si se ha ejecutado correctamente de acuerdo con las especificaciones dadas en el Pliego de Condiciones Técnicas y en el Proyecto correspondiente, comenzándose entonces a contar el plazo de garantía.

Al momento de la Recepción Provisional, el Contratista deberá entregar a la DO la siguiente documentación:

- Una copia reproducible de los planos definitivos, debidamente puestos al día, comprendiendo como mínimo, el esquema de principio, el esquema de control y seguridad, el esquema eléctrico, los planos de sala de máquinas y los planos de plantas donde se deberá indicar el recorrido de las conducciones de distribución.
- Una Memoria de la instalación, en la que se incluyen las bases de proyecto y los criterios adoptados para su desarrollo.
- Una relación de todos los materiales y equipos empleados, indicando fabricante, marca, modelo y características de funcionamiento.
- Un esquema de principio de impresión indeleble para su colocación en sala de máquinas enmarcado bajo cristal.
- El Código de colores, en color, enmarcado bajo cristal.
- El Manual de Instrucciones.
  
- El certificado de la instalación presentado ante la Consejería de Industria y Energía de la Comunidad Autónoma.
- El Libro de Mantenimiento.
- Lista de repuestos recomendados y planos de despiece completo de cada unidad.

La DO entregará los mencionados documentos al Titular de la instalación, junto con las hojas recopilativas de los resultados de las Proyectos parciales y finales y el Acta de Recepción, firmada por la DO y el Contratista.

En el caso de no hallarse la Obra en estado de ser recibida, se hará constar así en el Acta y se darán al Contratista las instrucciones precisas y detalladas para remediar los defectos observados, fijándose un plazo de ejecución. Expirado dicho plazo, se hará un nuevo reconocimiento. Las obras de reparación serán por cuenta y a cargo del Contratista. Si el Contratista no cumpliera estas prescripciones podrá declararse rescindido el contrato con pérdida de la fianza.

### **3.28 Periodos de garantía**

El suministrador garantizará durante un período de 2 años la instalación ante defectos, para todos los materiales utilizados y el montaje. El inversor estará garantizado durante un período de 5 años, y los paneles estarán cubiertos por un período de 12 años ante defectos de fabricación. Se garantiza que los paneles proporcionarán un mínimo del 90% de la potencia nominal a los 10 años de ser instalados y un 80% a los 25 años.

Hasta que tenga lugar la recepción definitiva, el Contratista es responsable de la conservación de la Obra, siendo de su cuenta y cargo las reparaciones por defectos de ejecución o mala calidad de los materiales.

Durante este periodo, el Contratista garantizará al Contratante contra toda reclamación de terceros, fundada en causa y por ocasión de la ejecución de la Obra.

Condiciones económicas:

- Incluirá tanto la reparación o reposición de los componentes y las piezas que pudieran resultar defectuosas, como la mano de obra.
- Quedarán incluidos los siguientes gastos: tiempos de desplazamiento, medios de transport amortización de vehículos y herramientas, disponibilidad de otros medios y eventuales portes de recogida y devolución de los equipos para su reparación en los talleres del fabricante.
- Asimismo, se deberá incluir la mano de obra y materiales necesarios para efectuar los ajustes eventuales reglajes del funcionamiento de la instalación.

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

### **3.29 Recepción definitiva**

Al terminar el plazo de garantía señalado en el contrato o en su defecto a los doce meses de la recepción provisional, se procederá a la recepción definitiva de las obras, con la concurrencia del Director de Obra y del representante del Contratista levantándose el Acta correspondiente, por duplicado (si las obras son conformes), que quedará firmada por el Director de Obra y el representante del Contratista y ratificada por el Contratante y el Contratista.

### **3.30 Permisos**

El Contratista deberá gestionar con todos los Organismos Oficiales competentes (nacionales, autonómico, provinciales y municipales) la obtención de los permisos relativos a las instalaciones

objeto del presente proyecto, incluyendo redacción de los documentos necesarios, visado por el Colegio Oficial correspondiente y presencia durante las inspecciones.

### **3.31 Entrenamiento**

El Contratista deberá adiestrar adecuadamente, tanto en la explotación como en el mantenimiento de las instalaciones, al personal que en número y cualificación designe la Propiedad.

Para ello, por un periodo no inferior a lo que se indique en otro Documento y antes de abandonar la obra, el Contratista asignará específicamente el personal adecuado de su plantilla para llevar a cabo el entrenamiento, de acuerdo con el programa que presente y que deberá ser aprobado por la DO.

### **3.32 Repuestos, herramientas y útiles específicos**

El Contratista incorporará a los equipos los repuestos recomendados por el fabricante para el periodo de funcionamiento que se indica en otro Documento, de acuerdo con la lista de materiales entregada con la oferta.

### **3.33 Subcontratación de la obra**

Salvo que el contrato disponga lo contrario o que de su naturaleza y condiciones se deduzca que la Obra ha de ser ejecutada directamente por el adjudicatario, podrá éste concertar con terceros la realización de determinadas unidades de obra (construcción y montaje de conductos, montaje de equipos especiales, construcción y montaje de cuadros eléctricos y tendido de líneas eléctricas, puesta a punto de equipos y materiales de control, etc).

La celebración de los subcontratos estará sometida al cumplimiento de los siguientes requisitos:

a. Que se dé conocimiento por escrito al Director de Obra del subcontrato a celebrar, co indicación de las partes de obra a realizar y sus condiciones económicas, a fin de que aquél lo autorice previamente.

b. Que las unidades de obra que el adjudicatario contrate con terceros no exceda del 50% del presupuesto total de la obra principal.

En cualquier caso el Contratista no quedará vinculado en absoluto ni reconocerá ninguna obligación contractual entre él y el subcontratista y cualquier subcontratación de obras no eximirá al Contratista de ninguna de sus obligaciones respecto al Contratante.

### **3.34 Riesgos**

Las obras se ejecutarán, en cuanto a coste, plazo y arte, a riesgo y ventura del Contratista, sin que esta tenga, por tanto, derecho a indemnización por causa de pérdidas, perjuicios o averías. El Contratista no podrá alegar desconocimiento de situación, comunicaciones, características de la obra, etc.

El Contratista será responsable de los daños causados a instalaciones y materiales en caso de incendio, robo, cualquier clase de catástrofes atmosféricas, etc, debiendo cubrirse de tales riesgos

mediante un seguro.

Asimismo, el Contratista deberá disponer también de seguro de responsabilidad civil frente a terceros, por los daños y perjuicios que, directa o indirectamente, por omisión o negligencia, se puedan ocasionar a personas, animales o bienes como consecuencia de los trabajos por ella efectuados o por la actuación del personal de su plantilla o subcontratado.

### **3.35 Rescisión del contrato**

Serán causas de rescisión del contrato la disolución, suspensión de pagos o quiebra del Contratista, así como embargo de los bienes destinados a la obra o utilizados en la misma.

Serán asimismo causas de rescisión el incumplimiento repetido de las condiciones técnicas, la demora en la entrega de la obra por un plazo superior a tres meses y la manifiesta desobediencia en la ejecución de la obra.

La apreciación de la existencia de las circunstancias enumeradas en los párrafos anteriores corresponderá a la DO.

En los supuestos previstos en los párrafos anteriores, la Propiedad podrá unilateralmente rescindir el contrato sin pago de indemnización alguna y solicitar indemnización por daños y perjuicios, que se fijará en el arbitraje que se practique.

El Contratista tendrá derecho a rescindir el contrato cuando la obra se suspenda totalmente y por un plazo de tiempo superior a tres meses. En este caso, el Contratista tendrá derecho a exigir una indemnización del cinco por ciento del importe de la obra pendiente de realización, aparte del pago íntegro de toda la obra realizada y de los materiales situados a pié de obra.

### **3.36 Precios**

El Contratista deberá presentar su oferta indicando los precios de cada uno de los Capítulos del documento "Mediciones".

Los precios incluirán todos los conceptos mencionados anteriormente.

Una vez adjudicada la obra, el Contratista elegido para su ejecución presentará, antes de la firma del Contrato, los precios unitarios de cada partida de materiales. Para cada capítulo, la suma de los productos de las cantidades de materiales por los precios unitarios deberá coincidir con el precio, presentado en fase de oferta, del capítulo.

Cuando se exija en el Contrato, el Contratista deberá presentar, para cada partida de material, precios descompuestos en material, transporte y mano de obra de montaje.

### **3.37 Pago de las obras**

El pago de obras realizadas se hará sobre Certificaciones parciales. Dichas Certificaciones contendrán solamente las unidades de obra totalmente terminadas que se hubieran ejecutado en el plazo a que se refieran. La relación valorada que figure en las Certificaciones, se hará con arreglo a los precios establecidos, reducidos en un 10% y con la cubicación, planos y referencias necesarias para su comprobación.

Serán de cuenta del Contratista las operaciones necesarias para medir unidades ocultas o enterradas, si no se ha advertido al Director de Obra oportunamente para su medición, los gastos de replanteo, inspección y liquidación de las mismas, con arreglo a las disposiciones vigentes, y los gastos que se originen por inspección y vigilancia facultativa, cuando la Dirección Técnica estime preciso establecerla.

La comprobación, aceptación o reparos deberán quedar terminadas por ambas partes en un plazo máximo de quince días.

El Director de Obra expedirá las Certificaciones de las obras ejecutadas que tendrán carácter de documentos provisionales a buena cuenta, rectificables por la liquidación definitiva o por cualquiera de las Certificaciones siguientes, no suponiendo por otra parte, aprobación ni recepción de las obras ejecutadas y comprendidas en dichas Certificaciones.

### **3.38 Abono de materiales acopiados**

Cuando a juicio del Director de Obra no haya peligro de que desaparezca o se deterioren los materiales acopiados y reconocidos como útiles, se abonarán con arreglo a los precios descompuestos de la adjudicación. Dicho material será indicado por el Director de Obra que lo reflejará en el Acta de recepción de Obra, señalando el plazo de entrega en los lugares previamente indicados. El Contratista será responsable de los daños que se produzcan en la carga, transporte y descarga de este material.

La restitución de las bobinas vacías se hará en el plazo de un mes, una vez que se haya instalado el cable que contenían. En caso de retraso en su restitución, deterioro o pérdida, el Contratista se hará también cargo de los gastos suplementarios que puedan resultar.

## **4 DISPOSICIÓN FINAL**

La concurrencia a cualquier Subasta, Concurso o Concurso-Subasta cuyo Proyecto incluya el presente Pliego de Condiciones Generales, presupone la plena aceptación de todas y cada una de sus cláusulas.

### **4.1 Condiciones de la instalación fotovoltaica**

Los materiales situados en intemperie se protegerán contra los agentes ambientales, en particular, contra el efecto de la radiación solar y la humedad.

Se deberá tener particular precaución en la protección de equipos y materiales que pueden estar expuestos a agentes exteriores especialmente agresivos producidos por procesos industriales cercanos.

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

Para que un módulo resulte aceptable, su potencia máxima y corriente de c.c. reales, referidas a las condiciones estándar, deberán estar comprendidas en el margen del +- 10 % de los correspondientes valores nominales de catálogo.

## 4.2 Criterios ecológicos

El producto llevará el marcado CE de acuerdo con las Directivas 73/23/EC; 93/68/EC y 89/336/CEE según sea aplicable, cumpliendo además los siguientes requisitos:

### Criterios ecológicos

- Fomento del reciclado: Utilización preferente de vidrio y aluminio reciclados.
- Control de gases especiales: Control adecuado de las emisiones de F, Cl y COV y de la manipulación de gases especiales.
- Compuestos halogenados: Prohibidos.
- Devolución de los productos en componentes: Aceptación y tratamiento adecuado de los productos con Marca AENOR usados devueltos.
- Envase: Ley 11/1997.

### Requisitos de aptitud para el empleo

- Marcado CE: Conforme.
- Norma UNE-EN 61215: Conforme.

## 4.3 Información de la hoja de datos

### Certificados

Todos los certificados relevantes deberán listarse en la hoja de datos.

### Material constructivo

Descripción de los materiales utilizados en la construcción de los siguientes componentes:

- Tipo de célula.
- Marco.
- Cubierta frontal.

### Funcionamiento eléctrico

Se indicarán los valores característicos siguientes en las STC (1000 W/m<sup>2</sup>, 25 ±2 °C, AM 1,5):

- Potencia eléctrica máxima (P<sub>max</sub>).
- Corriente de cortocircuito (I<sub>sc</sub>).
- Tensión en circuito abierto (V<sub>oc</sub>).
- Tensión en el punto de máxima potencia (V<sub>mpp</sub>).

### Características generales

Se especificará la información sobre la caja de conexiones, tal como dimensiones, grado de protección IP, técnica para el conexionado eléctrico (por ejemplo, mediante conector o mediante cableado):

- Dimensiones externas (longitud, anchura) del módulo fotovoltaico.

- Espesor total del módulo fotovoltaico.
- Peso.

#### Valores característicos para la integración de sistemas

Se requieren:

- Tensión de circuito abierto de diseño, tensión máxima permisible en el sistema y clasificación de protección.
- Corriente inversa límite.

#### Clasificación de potencia y tolerancias de producción

Se precisarán las tolerancias de producción superior e inferior para una potencia máxima dada.

#### **4.3.1 Información de la placa de características**

- Nombre y símbolo de origen del fabricante o suministrador.
- Designación de tipo.
- Clasificación de protección.
- Máxima tensión permitida en el sistema.
- Pmax +- tolerancias de producción, Isc, Voc y Vmpp (todos los valores en las STC).

#### **4.3.2 Control principal y monitorización**

Este subsistema supervisa la operación global del sistema de generación FV y la interacción entre todos los subsistemas. También podrá interactuar con las cargas.

El CPM debería asegurar la operación del sistema en modo automático o manual.

La función de monitorización del subsistema CPM puede incluir detección y adquisición de señales de datos, procesado, registro, transmisión y presentación de datos del sistema según se demande. Esta función puede monitorizar:

- Campo fotovoltaico (FV).
- Acondicionador cc.
- Interfaz de carga cc/cc.
- Subsistema de almacenamiento.
- Interfaz ca/ca.
- Carga.
- Inversor.
- Fuentes auxiliares, etc.
- Interfaz a la red.
- Condiciones ambientales

Las funciones del subsistema de control pueden incluir, pero no están limitadas a:

- Control de almacenamiento.
- Seguimiento solar.

- Arranque del sistema.
- Control de transmisión de potencia cc.
- Arranque y control del inversor de carga (ca).
- Seguridad.
- Protección contra incendios.
- Arranque y control de fuentes auxiliares.
- Control de la interfaz a la red.
- Arranque y control de funciones de apoyo.

En cualquier diseño particular de sistemas de generación FV, alguno de los subsistemas mostrados podría estar ausente y alguno de los componentes de un subsistema podría estar presente de una o varias formas.

#### **4.4 Subsistema fotovoltaico (FV)**

Consiste en un conjunto de componentes integrados mecánica y eléctricamente que forman una unidad que puede producir potencia en corriente continua (cc) directamente, a partir de la radiación solar.

El subsistema FV puede incluir, pero no está limitado a:

- Módulos.
- Subcampos de módulos.
- Campos fotovoltaicos.
- Interconexiones eléctricas.
- Cimentación.
- Estructuras soporte.
- Dispositivos de protección.
- Puesta a tierra.

#### **4.5 Acondicionador de corriente continua (CC)**

El acondicionador cc suministra protección para los componentes eléctricos de cc y convierte la tensión del subsistema FV en una instalación de cc utilizable. Generalmente incluye todas las funciones auxiliares (tales como fuentes internas de alimentación, amplificadores de error, dispositivos de autoprotección, etc) requeridas para su correcta operación.

El acondicionador cc puede estar formado por uno o más, pero no únicamente, de los elementos siguientes:

- Fusible.
- Interruptor.
- Diodo de bloqueo.
- Equipo de protección (unidad de carga, aislamiento).
- Regulador de tensión.
- Seguidor del punto de máxima potencia.

Deberán especificarse los siguientes parámetros:

Condiciones de entrada

- Tensión e intensidad nominales.
- Rangos de tensión e intensidad.
- Variaciones dinámicas.

#### Condiciones de salida

- Tensión e intensidad.
- Tolerancia en la tensión de salida.
- Limitación de intensidad.
- Características de las cargas.

#### Otras consideraciones

- Rendimiento del acondicionador cc.
- Interacción con el control principal.
- Condiciones ambientales.
- Características mecánicas generales.
- Requisitos de seguridad.
- Interferencias de radiofrecuencia.
- Instrumentación.
- Nivel de ruido acústico.

## **4.6 Interfaz CC/CC**

Incluye las funciones necesarias para adaptar la tensión cc del sistema FV de generación a la carga cc. También puede conectarse a una fuente de potencia auxiliar cc.

La interfaz cc/cc puede incluir, sin excluir otros elementos, uno o más de los siguientes componentes:

- Interruptores automáticos y fusibles.
- Convertidor de tensión cc/cc.
- Conexión de fuente ca auxiliar de potencia.
- Dispositivos de filtrado.
- Dispositivos de protección tales como:
  - Puesta a tierra.
  - Protección contra rayos.
  - Regulador de tensión.
  - Aislamiento eléctrico entrada-salida.

Deberán especificarse los siguientes parámetros:

#### Condiciones de entrada

- Tensión e intensidad nominales.
- Rangos de tensión e intensidad.
- Variaciones dinámicas.

#### Condiciones de salida

- Tensión e intensidad.

- Tolerancia en la tensión de salida.
- Limitación de intensidad.
- Características de las cargas.

#### Rendimiento de la interfaz

Otras consideraciones:

- Interacción con el control principal.
- Condiciones ambientales.
- Características mecánicas generales.
- Requisitos de seguridad.
- Interferencias de radiofrecuencia.
- Instrumentación.
- Nivel de ruido acústico.

### **4.7 Almacenamiento**

El subsistema de almacenamiento suministra el medio para reservar la energía eléctrica para uso posterior bajo demanda. El subsistema puede incluir también dispositivos de control de entrada-salida tales como regulación de carga, protección de sub/sobretensión, limitador de

corriente de salida, instrumentación, etc.

Equipo de protección:

- Protección de la unidad.
- Protección de la carga.
- Protección de sub/sobretensión y sub/sobreintensidad.
- Protección del personal.
- Protección del medioambiente.

Las características del subsistema de almacenamiento pueden incluir, entre otros, lo siguiente:

- Tipo de almacenamiento.
- Capacidad de almacenamiento.
- Máxima profundidad de descarga.
- Condiciones medioambientales.
- Ciclos de vida.
- Pérdidas internas de energía (en función del tiempo).
- Energía específica (relación entre energía almacenable y el peso del elemento d almacenamiento).
- Dependencia con la temperatura.

Deberán especificarse los siguientes parámetros:

#### Condiciones de entrada

- Tensión e intensidad nominales.
- Rangos de tensión e intensidad.

-Intensidad de carga máxima.

#### Condiciones de salida

-Tensión e intensidad.  
-Intensidad de descarga máxima.

#### Rendimiento energético y colúmbico

-Autodescarga.  
-Condiciones de ciclado.

Otras consideraciones:

-Interacción con el control principal.  
-Condiciones ambientales.  
-Mantenimiento.  
-Requisitos de seguridad.  
-Instrumentación.

### **4.7.1 Inversor**

El inversor convierte el acondicionador cc y/o salida de la batería de almacenamiento en potencia útil de ca (corriente alterna). Puede incluir control de tensión, fuentes de alimentación internas, amplificadores de error, dispositivos de autoprotección, etc.

Equipo de protección:

-Protección de la unidad.  
-Protección de la carga.  
-Aislamiento entre entrada y salida.  
-Protecciones de sobretensión y sobreintensidad.

El inversor puede controlar uno o más, pero no está limitado a, los parámetros siguientes:

-Frecuencia.  
-Nivel de tensión.  
-Encendido y apagado.  
-Sincronización.  
-Potencia reactiva.  
-Forma de la onda de salida.

Aunque el inversor puede especificarse y ensayarse independientemente del sistema de generación FV, las características técnicas dependen de los requisitos del sistema en el que se instale la unidad. Por ejemplo, los parámetros pueden ser distintos en un sistema autónomo y un sistema conectado a red.

Deberán especificarse los siguientes parámetros:

#### Condiciones de entrada

- Tensión e intensidad nominales.
- Rangos de tensión e intensidad.
- Variaciones dinámicas.

#### Condiciones de salida

- Número de fases.
- Tensión e intensidad.
- Distorsión armónica y frecuencia de salida.
- Tolerancias de tensión y de frecuencia.
- Limitación de intensidad.
- Características de las cargas.
- Factor de potencia.

#### Rendimiento del inversor

Otras consideraciones:

- Pérdidas sin carga.
- Interacción con el control principal.
- Condiciones ambientales.
- Características mecánicas generales.
- Requisitos de seguridad.
- Interferencias de radiofrecuencia.
- Instrumentación.
- Nivel de ruido acústico.

### **4.8 Interfaz CA/CA**

Incluye las funciones necesarias para convertir la tensión ca del sistema de generación FV a una carga ca. También puede conectarse a una fuente auxiliar de ca.

Un subsistema ca/ca puede incluir uno o más (entre otros) de los elementos siguientes:

- Interruptores automáticos y fusibles.
- Convertidor de tensión ca/ca.
- Conexión de fuente ca auxiliar de potencia.
- Dispositivos de filtrado.
- Dispositivos de protección tales como:
  - Puesta a tierra.
  - Protección contra rayos.
  - Regulador de tensión.
  - Aislamiento eléctrico entrada-salida.

Deberán especificarse los siguientes parámetros:

#### Condiciones de entrada

- Número de fases.

- Tensión e intensidad nominales.
- Rangos de tensión e intensidad.
- Frecuencia.
- Rango de frecuencia.
- Factor de potencia.
- Variaciones dinámicas.

#### Condiciones de salida

- Número de fases.
- Tensión e intensidad.
- Distorsión armónica y frecuencia de salida.
- Tolerancias de tensión y de frecuencia.
- Limitación de intensidad.
- Características de las cargas.
- Factor de potencia.
- Equilibrio de fases.

#### Rendimiento del inversor

- Interacción con el control principal.
- Condiciones ambientales.
- Características mecánicas generales.
- Requisitos de seguridad.
- Rendimiento de la interfaz.
- Interferencias de radiofrecuencia.
- Instrumentación.
- Nivel de ruido acústico.

### **4.9 Interfaz a la red**

Conecta eléctricamente la salida del inversor cc/ca y la red de distribución eléctrica. Posibilita al sistema de generación FV operar en paralelo con la red para así entregar o recibir energía eléctrica a o desde la red.

La interfaz a la red puede consistir, entre otros, de los elementos siguientes:

- Interruptores automáticos y fusibles.
- Convertidor de tensión ca/ca.
- Dispositivos de filtrado.
- Dispositivos de protección tales como:
  - Puesta a tierra.
  - Protección contra rayos.
  - Regulador de tensión.
  - Relés.
  - Transformador de aislamiento.
- Sistemas de acoplo y desacoplo.

Deberán especificarse los siguientes parámetros:

#### Condiciones de entrada

- Número de fases.
- Tensión e intensidad nominales.
- Rangos de tensión e intensidad.
- Frecuencia.
- Rango de frecuencia.
- Factor de potencia.
- Variaciones dinámicas.

#### Condiciones de salida

- Número de fases.
- Tensión e intensidad.
- Distorsión armónica y frecuencia de salida.
- Tolerancias de tensión y de frecuencia.
- Limitación de intensidad.
- Características de las cargas.
- Factor de potencia.
- Equilibrio de fases.

Otras consideraciones:

- Interacción con el control principal.
- Condiciones ambientales.
- Características mecánicas generales.
- Requisitos de seguridad.
- Rendimiento de la interfaz.
- Interferencias de radiofrecuencia.
- Instrumentación.

### **4.10 Ensayos en módulos fotovoltaicos**

#### **4.10.1 Ensayo UV**

El ensayo mediante el cual se determina la resistencia del módulo cuando se expone a radiación ultravioleta (UV) se realizará según UNE-EN 61435:1999.

Ese ensayo será útil para evaluar la resistencia a la radiación UV de materiales tales como polímeros y capas protectoras.

El objeto de este ensayo es determinar la capacidad del módulo de resistir la exposición a la radiación ultravioleta (UV) entre 280 nm y 400 nm. Antes de realizar este ensayo se realizará el ensayo de envejecimiento por luz u otro ensayo de pre-acondicionamiento conforme a CEI 61215o CEI 61646.

#### **4.10.2 Ensayo de corrosión por niebla salina**

El ensayo mediante el cual se determina la resistencia del módulo FV a la corrosión por niebla salina se realizará según UNE-EN 61701:2000.

Este ensayo será útil para evaluar la compatibilidad de materiales, y la calidad y uniformidad de los recubrimientos protectores.

## 5 MONTAJE DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

### 5.1 Estudio y planificación previa

Para llevar a cabo un buen montaje será necesario subdividir esta fase en tres etapas principales:

- Diseño.
- Planificación.
- Realización.

El diseño del montaje es una tarea que deberá abordarse en la propia fase de diseño general de la instalación, no limitándose ésta al cálculo y dimensionado. En esta etapa deberá quedar completamente definido el conjunto de la instalación, contando siempre con el usuario o propietario de la misma, ya que será entonces cuando deberá tener lugar el planteamiento, el

debate y toma de decisiones sobre aspectos prácticos como el control, la monitorización y el mantenimiento, los requisitos estéticos, el impacto visual, los riesgos de robo y actos vandálicos, etc.

Se realizará una instalación, en la medida de lo posible, integrada arquitectónicamente con el entorno.

Se tomarán las debidas precauciones y medidas de seguridad con el fin de evitar los actos vandálicos y el robo de los diferentes elementos de la instalación, en especial del sistema de generación. Si no resulta posible ubicar los paneles en lugares inaccesibles o de muy difícil acceso, a veces no quedará más remedio que diseñar el montaje de los mismos de forma que sea prácticamente imposible desmontarlos sin romperlos y, por lo tanto, hacerlos inservibles.

Entre las posibles medidas extremas que se podrán tomar, pueden citarse:

- Rodear los paneles con un marco o perfil angular de acero.
- Pegar los módulos al marco o perfiles de la estructura con una soldadura química (fría).
- Elegir artificialmente la altura de la estructura soporte.
- Efectuar soldaduras en puntos "estratégicos" como, por ejemplo, alrededor de las tuercas de sujeción, haciendo imposible su manipulación con herramientas comunes.

En cualquier caso, el recinto ocupado por la instalación fotovoltaica, cuando ésta no quede integrada en una edificación o dentro de los límites de una propiedad con acceso restringido, deberá delimitarse por barreras físicas que aunque no puedan evitar la presencia de personas ajenas, sí la dificulten, y sirvan para demarcar los límites de la propiedad privada (además de los de seguridad).

En cuanto a la planificación del montaje, el propósito principal de esta etapa será minimizar los posibles imprevistos que puedan surgir y asegurar, en la medida de lo posible, el cumplimiento de plazos y presupuestos.

Será muy recomendable definir de antemano el momento, la secuencia y los tiempos previstos de operaciones, la gestión del personal montador, la gestión del material y de los recursos.

El instalador deberá considerar durante la planificación cómo y qué medida afectará el montaje de

la instalación fotovoltaica a las personas ajenas a la misma, a su trabajo y a sus actividades. En este sentido, se deberá informar con la suficiente antelación sobre las operaciones que conlleven cortes de luz, ruido, polvo, obstrucción y/o ocupación de vías de paso (acceso de vehículos, pasillos, etc), utilización de espacios (habitaciones, despachos, etc), necesidad de presencia del propietario, etc.

Por último, la etapa de realización requerirá la utilización de planos, esquemas, manuales de instalación, instrucciones, etc, que especifiquen y faciliten las tareas de montaje. El objetivo de ello será doble: llevar a cabo las operaciones de forma correcta y eficiente, y evitar disconformidades por parte del propietario.

## 5.2 Estructura soporte

Aunque en determinadas ocasiones es posible el montaje de paneles fotovoltaicos aprovechando un elemento arquitectónico existente, o incluso sustituyéndolo, en la generalidad de los casos dicha estructura se hará indispensable, ya que cumple un triple cometido:

- Actuar de armazón para conferir rigidez al conjunto de módulos, configurando la disposición y geometría del panel que sean adecuados en cada caso.
- Asegurar la correcta inclinación y orientación de los paneles, que serán en general distintas según el tipo de aplicación y la localización geográfica.
- Servir de elemento intermedio para la unión de los paneles y el suelo o elemento constructivo (tejado, pared, etc), que deberá soportar el peso y las fuerzas transmitidas por aquéllos, asegurando un anclaje firme y una estabilidad perfecta y permanente.

La estructura soporte de los paneles será un elemento auxiliar, por lo general metálico (acero galvanizado, aluminio o acero inoxidable). Se considerarán en todo caso las exigencias constructivas y estructurales del CTE, con el fin de garantizar la seguridad de la instalación.

Además del peso de los módulos y de la propia estructura, ésta se verá sometida a la sobrecarga producida por el viento, el cual producirá sobre los paneles una presión dinámica que puede ser muy grande. De ahí la importancia de asegurar perfectamente la robustez, no solamente de la propia estructura, sino también y muy especialmente, del anclaje de la misma.

Además de las fuerzas producidas por el viento, habrá que considerar otras posibles cargas como la de la nieve sobre los paneles.

En base a conseguir una minimización de los costes de instalación sin pérdida de calidad, en el diseño de las estructuras se debería tender a:

- Desarrollar kits de montaje universales.
- Minimizar el número total de piezas necesarias.
- Prever un sistema de ensamblaje sencillo para reducir los costes de mano de obra.
- Utilizar, en lo posible, partes pre-ensambladas en taller o fábrica.
- Asegurar la máxima protección a los paneles contra el robo o vandalismo.

Preferentemente se realizarán estructuras de acero galvanizado, debiendo poseer un espesor de galvanizado de 120 micras o más, recomendándose incluso 200 micras. Dicho proceso de galvanizado en caliente consistirá en la inmersión de todos los perfiles y piezas que componen la estructura en un baño de zinc fundido. De esta forma, el zinc recubrirá perfectamente todas las

hendiduras, bordes, ángulos, soldaduras, etc, penetrando en los pequeños resquicios y orificios del material que, en caso de usar otro método de recubrimiento superficial, quedarían desprotegidos y se convertirían en focos de corrosión.

Toda la tornillería utilizada será de acero inoxidable. Adicionalmente, y para prever los posibles efectos de los pares galvánicos entre paneles y estructura, sobre todo en ambientes fuertemente salinos, conviene instalar unos inhibidores de corrosión galvánica, para evitar la corrosión por par galvánico.

En el diseño de la estructura se deberá tener en cuenta la posibilidad de dilataciones y constricciones, evitando utilizar perfiles de excesiva longitud o interpuestos de forma que dificulten la libre dilatación, a fin de no crear tensiones mecánicas superficiales.

### **5.2.1 Montaje sobre suelo**

Podrán utilizarse dos tipos de estructuras diferentes: las de único apoyo, en las que un poste metálico o mástil sostiene a los paneles y los soportes de entramado longitudinales (rastrales o racks).

También será utilizado el sistema de poste en el caso de estructuras dotadas de algún mecanismo de movimiento (sistemas de seguimiento solar) para conseguir que los paneles sigan lo mejor posible el curso del sol y obtener así una apreciable ganancia neta de energía en comparación con los sistemas estáticos. Este tipo de estructuras vendrán prefabricadas y con instrucciones demontaje muy precisas.

El proceso de montaje se podrá dividir en las siguientes etapas:

#### Anclaje de la estructura

Es preferible que la mayoría de las operaciones puedan realizarse en taller (soldadura de perfiles, etc), aunque por otra parte el traslado de la estructura requerirá medios mecánicos de mayor envergadura.

Situada la estructura (o los pilares de la misma, según el método que se haya elegido) junto a las zapatas de apoyo ya preparadas, se montarán los pilares sobre las mismas, generalmente con ayuda de una grúa, encajando los espárragos en los correspondientes orificios de la base del pilar (que tendrá la misma geometría que la plantilla antes usada).

Una vez colocadas las arandelas, tuercas y contratueras, se procederá a su apriete, efectuando éste en dos pasadas, a fin de no crear tensiones desiguales.

En el caso de que la estructura lleve puesta a tierra (la cual se deberá haber previsto dejando un agujero para el conductor de tierra en la zapata elegida para ello), podrá usarse una pletina independiente que se habrá alojado en cualquiera de los pernos de anclaje y a la cual se conectará el conductor de tierra que llegará hasta el extremo superior de la pica.

#### Terminación de la estructura

Una vez anclada y asegurada, se completan aquellas partes de la estructura que todavía estuviesen sin montar, de acuerdo con las guías de montaje que siempre deberá proveer a tal efecto el

suministrador de la estructura o el encargado de su diseño.

Será preferible que los módulos estén ya pre-ensamblados en grupos antes de ponerlos en la estructura.

### **5.2.2 Montaje sobre cubierta**

Tanto la propia cubierta, bien sea ésta plana o inclinada, como el edificio o construcción al cual pertenezca deberán soportar sin problemas las sobrecargas que produzca la estructura de paneles.

Para el caso de cubiertas planas, y si la resistencia de la misma lo permite, una técnica apropiada será el anclaje de la estructura sobre una losa de hormigón con un peso suficiente para hacer frente a vientos fuertes (todo ello según CTE). La losa podrá, simplemente, descansar sobre la cubierta, sin necesidad de anclaje con la misma.

La segunda alternativa conlleva la perforación de la cubierta y el anclaje de las barras o perfiles metálicos de sustentación de la estructura a las vigas bajo cubierta. Particular cuidado habrá de ponerse en el sellado e impermeabilización de las zonas por donde se hayan efectuado los taladros.

### **5.3 Ensamblado de los módulos**

Este apartado comprenderá las tareas de ubicación del campo fotovoltaico, conexionado y ensamblado de los módulos, e izado y fijación de los paneles a la estructura.

#### **5.3.1 Ubicación del campo fotovoltaico**

A la hora de ubicar el campo fotovoltaico se tendrán en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Elegir un día soleado para la evaluación del emplazamiento.
- En el análisis de la orientación del campo fotovoltaico, manejar una buena brújula (profesional), situarse en un lugar al aire libre y no apoyarla sobre ningún objeto que pueda alterar la indicación de la misma.
- La brújula servirá para precisar, no para determinar. El deberá tener sentido de la orientación, lo que no resultará complicado en un día soleado y conociendo la hora.
- Una vez conocidas las dimensiones de la estructura, será conveniente delimitar y señalar el perímetro de la misma, lo que facilitará su posterior montaje. Si la estructura se va a colocar próxima a un lugar accesible o susceptible de alguna modificación, será conveniente informar al propietario sobre el espacio que deberá quedar libre de obstáculos que puedan proyectar sombras sobre los paneles.
- Generalmente habrá más de una ubicación posible y adecuada. En estos casos deberá considerarse los aspectos ya mencionados de integración, accesibilidad, etc.

#### **5.3.2 Conexionado y ensamblado de los módulos**

Los módulos fotovoltaicos dispondrán de una o dos cajas de conexiones, donde estarán accesibles los terminales positivo y negativo. Estas cajas dispondrán de unos orificios diseñados para admitir tanto prensaestopas (prensacables), como tubo protector para cables. Se podrán utilizar kits de conexión, compuestos de tubo no metálico flexible con prensaestopas en ambos extremos y ya listos

para adaptarse a las cajas de conexión de sus módulos.

Los prensaestopas tendrán doble finalidad, por un lado asegurar que se mantiene la estanquidad en el orificio de la caja, y por otro servir como sujeción del cable, evitando así que cualquier posible esfuerzo se transmita directamente sobre las conexiones del interior. En el caso de utilizar tubo protector, este segundo aspecto quedará asegurado.

Los prensaestopas serán adecuados para la sección del cable a utilizar.

Aunque las cajas de conexiones tengan el grado de protección adecuado (aptas para la intemperie), será una buena práctica sellar todas las juntas y orificios con algún tipo de cinta, o sustancia especial para esta función.

Cuando exista una configuración serie-paralelo de cierta complejidad, el montaje de los módulos requerirá el manejo de un plano o esquema donde se refleje dicha configuración, con el fin de no cometer errores y facilitar la tarea de interconexión.

La secuencia de operaciones a seguir durante el montaje de los módulos dependerá en gran medida de las características de la estructura soporte. Cuando se permite con facilidad el acceso a la parte trasera de los módulos, el conexionado de los mismos podrá realizarse una vez fijados éstos a la estructura. En caso contrario, el conexionado será previo a su fijación en la estructura.

Durante el conexionado de los módulos deberá tenerse en cuenta la presencia de tensión en sus terminales cuando incide la radiación solar sobre ellos, por lo tanto, durante su manipulación, se recomienda cubrir completamente los módulos con un material opaco.

### **5.3.3 Izado y fijación de los paneles a la estructura**

Si no es posible colocar la estructura en su posición definitiva habiendo montado ya previamente en aquella los paneles, éstos se agruparán para ser izados (generalmente mediante medios mecánicos), hasta el lugar donde vayan a ser instalados.

Esta operación puede ser delicada, tanto para los paneles como para las personas, por ello convendrá proteger los paneles para evitar golpes accidentales durante las maniobras y adoptar las medidas de seguridad personal adecuadas.

Para la fijación de los módulos a la estructura, o al bastidor que conforma el panel, se utilizarán únicamente los taladros que ya existan de fábrica en el marco de los mismos. Nunca se deberán hacer nuevos taladros en dicho marco, pues se correría el riesgo de dañar el módulo y el orificio practicado carecería del tratamiento superficial al que el fabricante ha sometido el marco. Si son necesarios, los taladros se efectuarán en una pieza adicional que se interpondrá entre los módulos y el cuerpo principal de la estructura. Toda la tornillería será de acero inoxidable, observando siempre las indicaciones facilitadas por el fabricante.

## **5.4 Instalación de la toma de tierra**

Según UNE-EN 61173:1998 se podrán adoptar cualquiera de los tres métodos siguientes:

-Puesta a tierra común de todos los equipos de la instalación fotovoltaica (cercos metálicos, cajas, soportes y cubiertas de los equipos, etc).

-Puesta a tierra común de todos los equipos de la instalación fotovoltaica (cercos metálicos, cajas, soportes y cubiertas de los equipos, etc) y del sistema. La puesta a tierra del sistema se consigue conectando un conductor eléctrico en tensión a la tierra del equipo, y puede ser importante porque puede servir para estabilizar la tensión del sistema respecto a tierra durante la operación normal del sistema; también puede mejorar la operación de los dispositivos de protección contra sobrecorrientes en caso de fallo.

-Punto central del sistema y equipos electrónicos conectados a una tierra común.

Si se utiliza el sistema de puesta a tierra, uno de los conductores del sistema bifásico o el neutro en un sistema trifásico deberá sólidamente conectado a tierra de acuerdo a lo siguiente:

-La conexión a tierra del circuito de corriente continua puede hacerse en un punto único cualquiera del circuito de salida del campo FV. Sin embargo, un punto de conexión a tierra tan cerca como sea posible de los módulos FV y antes que cualquier otro elemento, tal como interruptores, fusibles y diodos de protección, protegerá mejor el sistema contra las sobretensiones producidas por rayos.

-La tierra de los sistemas o de los equipos no debería ser interrumpida cuando se desmonte un módulo del campo.

-Es conveniente utilizar el mismo electrodo de tierra para la puesta a tierra del circuito de CC y la puesta a tierra de los equipos. Dos o más electrodos conectados entre sí serán considerados como un único electrodo para este fin. Además, es conveniente que esta puesta a tierra sea conectada al neutro de la red principal, si existe. Todas las tierras de los sistemas de CC y CA deberían ser comunes.

Caso de no utilizar un sistema de puesta a tierra para reducir las sobretensiones, se deberá emplear cualesquiera de los siguientes métodos (según UNE-EN 61173:1998):

-Métodos equipotenciales (cableado).

-Blindaje.

-Interceptación de las ondas de choque.

-Dispositivos de protección.

## 5.5 Montaje del resto de componentes

Para el montaje de los componentes específicos como reguladores, inversores, etc, se deberán seguir las instrucciones del fabricante.

Respecto al tendido de líneas, a veces será preciso sacrificar la elección del camino o recorrido ideal del cableado para salvar dificultades u obstáculos que supondrían un riesgo o encarecimiento de la mano de obra de la instalación. Se recomienda el uso de un lubricante en gel para el tendido de cables bajo tubo.

Se deberán identificar adecuadamente todos los elementos de desconexión de la instalación, así como utilizar uniformemente el color de los cables de igual polaridad (incluidos los del campo fotovoltaico). El color rojo se suele reservar para el polo positivo y el negro para el polo negativo.

## **6 MANTENIMIENTO DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA**

### **6.1 Generalidades**

Se realizará un contrato de mantenimiento (preventivo y correctivo), al menos de tres años.

El mantenimiento preventivo implicará, como mínimo, una revisión anual.

El contrato de mantenimiento de la instalación incluirá las labores de mantenimiento de todos los elementos de la instalación aconsejados por los fabricantes.

### **6.2 Programa de mantenimiento**

Se realizarán dos escalones de actuación para englobar todas las operaciones necesarias durante la vida útil de la instalación para asegurar el funcionamiento, aumentar la producción y prolongar la duración de la misma:

- Mantenimiento preventivo.
- Mantenimiento correctivo.

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

El plan de mantenimiento correctivo engloba todas las operaciones de sustitución necesarias para asegurar que el sistema funcione correctamente durante su vida útil.

Incluirá:

La visita a la instalación en los plazos siguientes:

- Aislada de red: 48 horas si la instalación no funciona o de una semana si el fallo no afecta al funcionamiento.
- Conectada a red: 1 semana ante cualquier incidencia y resolución de la avería en un plazo máximo de 15 días.

El análisis y presupuesto de los trabajos y reposiciones necesarias para el correcto funcionamiento de la misma.

Los costes económicos del mantenimiento correctivo, con el alcance indicado, forman parte del precio anual del contrato de mantenimiento. Podrán no estar incluidas ni la mano de obra, ni las reposiciones de equipos necesarias más allá del período de garantía.

El mantenimiento deberá realizarse por personal técnico cualificado bajo la responsabilidad de la empresa instaladora.

En instalaciones aisladas de red, el mantenimiento preventivo de la instalación incluirá una visita anual en la que se realizarán, como mínimo, las siguientes actividades:

- Verificación del funcionamiento de todos los componentes y equipos.
- Revisión del cableado, conexiones, pletinas, terminales, etc.
- Comprobación del estado de los módulos. situación respecto al proyecto original, limpieza y presencia de daños que afecten a la seguridad y protecciones.
- Estructura soporte: revisión de daños en la estructura, deterioro por agentes ambientales, oxidación, etc.
- Inversores: estado de indicadores y alarmas.
- Caídas de tensión en el cableado de continua.
- Verificación de los elementos de seguridad y protecciones: tomas de tierra, actuación de interruptores de seguridad, fusibles, etc.
- Baterías: nivel del electrolito, limpieza y engrasado de terminales, etc.
- Regulador de carga: caídas de tensión entre terminales, funcionamiento de indicadores, etc.

En instalaciones con monitorización la empresa instaladora de la misma realizará una revisión cada seis meses, comprobando la calibración y limpieza de los medidores, funcionamiento y calibración del sistema de adquisición de datos, almacenamiento de los datos, etc.

En instalaciones conectadas a red, el mantenimiento preventivo de la instalación incluirá una visita anual en instalaciones de potencia inferior a 100 kW y semestral para el resto, en la que se realizarán, como mínimo, las siguientes actividades:

- Comprobación de las protecciones eléctricas.
- Comprobación del estado de los módulos. situación respecto al proyecto original y verificación del estado de las conexiones.
- Comprobación del estado del inversor: funcionamiento, lámparas de señalizaciones, alarmas, etc.
- Comprobación del estado mecánico de cables y terminales (incluyendo cables de tomas de tierra y reapriete de bornas), pletinas, transformadores, ventiladores/extractores, uniones, reaprietes, limpieza.
- Realización de un informe técnico de cada una de las visitas en el que se refleje el estado de las instalaciones y las incidencias acaecidas.

En ambos casos, se registrarán las operaciones de mantenimiento realizadas en un libro de mantenimiento, en el que constará la identificación del personal de mantenimiento (nombre, titulación y autorización de la empresa).

Alicante, a 02 de mayo de 2023

Fdo.  
Héctor Aranda Miret  
Colegiado Nº XXXX

## ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

### 1. INTRODUCCIÓN

#### **1.1. OBJETO**

El siguiente estudio básico de seguridad y salud tiene por objeto precisar las normas de seguridad y salud que deben de ser aplicadas en la obra, conforme especifica el apartado 2 del artículo 6 del Real Decreto 1627/1997. Igualmente se especifica que a tal efecto debe contemplar:

- La identificación de los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias.
- Relación de los riesgos laborales que no pueden eliminarse conforme a lo señalado anteriormente, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir riesgos valorando su eficacia, en especial cuando se propongan medidas alternativas (en su caso, se tendrá en cuenta cualquier otro tipo de actividad que se lleve a cabo en la misma, y contendrá medidas específicas relativas a los trabajos incluidos en uno varios de los apartados del Anexo II del R.D.
- Previsiones e informaciones útiles para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores.

El Estudio 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 y las personas ajenas a la ejecución de las obras durante el desarrollo de las mismas que contempla este E.B.S.S.

#### **1.2. DATOS DE LA OBRA**

Tipo de obra: Instalación de Sistema de Energía Solar Fotovoltaica sobre cubierta conectado a red interior para autoconsumo con excedentes de potencia 15 kWn.

Situación: Calle Santa Bárbara, 8, BAJO E, 30500 Molina de Segura (Murcia)

Población: MOLINA DE SEGURA

Titular: CCPP SANTA BARBARA(XXXXXXXX)

#### **AUTOR DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD**

Nombre: Héctor Aranda Miret (74382569V)

Titulación: Ingeniero Eléctrico

Nº Colegiado: XXXX (COIICV)

#### **PRESUPUESTO TOTAL DE EJECUCIÓN DE LA OBRA**

El presupuesto total de la obra asciende a 33.407,03 € + IVA.

#### PLAZO DE EJECUCIÓN ESTIMADO.

El plazo de ejecución se estima en 3 días laborables, incluida la fase señalización de la obra, izado de materiales y trabajadores, ejecución, pruebas y puesta en marcha.

#### NÚMERO DE TRABAJADORES

Durante la ejecución de las obras se estima la presencia de 4 trabajadores aproximadamente, más la dirección de obra.

#### RELACIÓN RESUMIDA DE LOS TRABAJOS A REALIZAR

- Instalación de Estructura Soporte para los Módulos FV.
- Instalación de Inversores y Cuadro General de Protecciones.
- Instalación de Módulos FV.
- Conexión CC Módulos - Inversores - Cuadro General - Acometida.

#### 2. NORMAS DE SEGURIDAD Y SALUD APLICABLES EN LA OBRA

- Ley 31/ 1.995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 485/1.997 de 14 de abril, sobre Señalización de seguridad en el trabajo.
- Real Decreto 486/1.997 de 14 de abril, sobre Seguridad y Salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 487/1.997 de 14 de abril, sobre Manipulación de cargas.
- Real Decreto 773/1.997 de 30 de mayo, sobre Utilización de Equipos de Protección Individual.
- Real Decreto 39/1.997 de 17 de enero, Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 1215/1.997 de 18 de julio, sobre Utilización de Equipos de Trabajo.
- Real Decreto 1627/1.997 de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Estatuto de los Trabajadores (Ley 8/1.980, Ley 32/1.984, Ley 11/1.994).

Ordenanza de Trabajo de la Construcción, Vidrio y Cerámica (O.M. 28-08-70, O.M. 28-07-77, O.M.4-07-83, en los títulos no derogados).

#### 3. MEMORIA DESCRIPTIVA

##### **3.1. PREVIOS**

Previo a la iniciación de los trabajos en la obra, debido al paso continuado de personal, se acondicionarán y protegerán los accesos, señalizando conveniente los mismos y protegiendo el contorno de actuación con señalizaciones del tipo:

- PROHIBIDO APARCAR EN LA ZONA DE ENTRADA DE VEHÍCULOS
- PROHIBIDO EL PASO DE PEATONES POR ENTRADA DE VEHÍCULOS
- PROHIBIDO EL PASO DE PEATONES DENTRO DEL ÁREA DE ACCIÓN DE LA GRÚA DE IZADO DE MATERIALES Y LA CORRESPONDIENTE AL PERSONAL
- USO OBLIGATORIO DEL CASCO DE SEGURIDAD Y EPIS
- PROHIBIDO EL PASO A TODA PERSONA AJENA A LA OBRA

## **3.2. INSTALACIONES PROVISIONALES**

### **3.2.1. INSTALACIÓN ELÉCTRICA PROVISIONAL**

La instalación eléctrica provisional de obra será realizada por firma instaladora autorizada con la documentación necesaria para solicitar el suministro de energía eléctrica a la Compañía Suministradora.

Tras realizar la acometida a través de armario de protección, a continuación, se situará el cuadro general de mando y protección, formado por seccionador general de corte automático, interruptor omnipolar, puesta a tierra y magnetotérmicos y diferencial. De este cuadro podrán salir circuitos de alimentación a subcuadros móviles, cumpliendo con las condiciones exigidas para instalaciones a la intemperie.

Toda instalación cumplirá con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

#### Riesgos más frecuentes:

Heridas punzantes en manos.

Caída de personas en altura o al mismo nivel.

Descargas eléctricas de origen directo o indirecto.

Trabajos con tensión.

Intentar bajar sin tensión, pero sin cerciorarse de que está interrumpida.

Mal funcionamiento de los mecanismos y sistemas de protección.

Usar equipos inadecuados o deteriorados.

#### Protecciones colectivas

Mantenimiento periódico de la instalación, con revisión del estado de las mangueras, toma de tierras, enchufes, etc.

#### Protecciones personales

Será obligatorio el uso de casco homologado de seguridad dieléctrica y guantes aislantes. Comprobador de tensión, herramientas manuales con aislamiento. Botas aislantes, chaqueta ignífuga en maniobras eléctricas. Taimas, alfombrillas y pértigas aislantes.

#### Normas de actuación durante los trabajos

Cualquier parte de la instalación se considera bajo tensión, mientras no se compruebe lo contrario con aparatos destinados a tal efecto.

Los tramos aéreos serán tensados con piezas especiales entre apoyos. Si los conductores no pueden soportar la tensión mecánica prevista, se emplearán cables fiadores con una resistencia de rotura de 800 Kg. fijando a estos el conductor con abrazaderas.

Los conductores si van por el suelo, no se pisarán ni se colocarán materiales sobre ellos, protegiéndose adecuadamente al atravesar zonas de paso.

En la instalación de alumbrado estarán separados los circuitos de zonas de trabajo, almacenes, etc. Los aparatos portátiles estarán convenientemente aislados y serán estancos al agua.

Las derivaciones de conexión a máquinas se realizarán con terminales a presión, disponiendo las mismas de mando de marcha y parada. No estarán sometidas a tracción mecánica.

Las lámparas de alumbrado estarán a una altura mínima de 2,50 metros del suelo, estando protegidas con cubierta resistente las que se puedan alcanzar con facilidad.

Las mangueras deterioradas se sustituirán de inmediato.

Se señalarán los lugares donde estén instalados los equipos eléctricos.

Se darán instrucciones sobre medidas a tomar en caso de incendio o accidente eléctrico.

Existirá señalización clara y sencilla, prohibiendo el acceso de personas a los lugares donde estén instalados los equipos eléctricos, así como el manejo de aparatos eléctricos a personas no designadas para ello.

### 3.2.2. INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS

Contrariamente a lo que se podría creer, los riesgos de incendio son numerosos en razón fundamentalmente de la actividad simultánea de varios oficios y de sus correspondientes materiales (madera de andamios, carpintería de huecos, resinas, materiales con disolventes en su composición, pinturas, etc.). Es pues importante su prevención, máxime cuando se trata de trabajos en una obra como la que nos ocupa.

Tiene carácter temporal, utilizándola la contrata para llevar a buen término el compromiso de hacer una determinada construcción, siendo los medios provisionales de prevención los elementos materiales que usará el personal de obra para atacar el fuego.

Según la UNE-230/0, y de acuerdo con la naturaleza combustible, los fuegos se clasifican en:

#### Clase A

En este tipo de incendios el material combustible son materias sólidas inflamables como la madera, el papel, la paja, etc. a excepción de los metales.

La extinción de estos fuegos se consigue por el efecto refrescante del agua o de soluciones que contienen un gran porcentaje de agua.

#### Clase B

En este tipo de incendios el material combustible son líquidos inflamables, sólidos o licuables.

Los materiales combustibles más frecuentes son: alquitrán, gasolina, asfalto, disolventes, resinas, pinturas, barnices, etc.

La extinción de estos fuegos se consigue por aislamiento del combustible del aire ambiente, o por sofocamiento.

#### Clase C

Son fuegos producidos por sustancias que se almacenan y distribuyen en estado licuado y que pasan al ser inflamados al estado gaseoso, como metano, butano, acetileno, hidrógeno, propano, gas natural.

Su extinción se consigue suprimiendo la llegada del gas.

#### Clase D

Son aquellos en los que se consumen metales ligeros inflamables y compuestos químicos reactivos, como magnesio, aluminio en polvo, limaduras de titanio, potasio, sodio, litio, etc.

Para controlar y extinguir fuegos de esta clase, es preciso emplear agentes extintores especiales, en general no se usarán ningún agente exterior empleado para combatir fuegos de la clase A, B-C, ya que existe el peligro de aumentar la intensidad del fuego a causa de una reacción química entre alguno de los agentes extintores y el metal que se está quemando.

En nuestro caso, la mayor probabilidad de fuego que puede provocarse a la clase A y clase B.

### Riesgos más frecuentes

- Acopio de materiales combustibles.
- Trabajos de soldadura.
- Trabajos de llama abierta.
- Instalaciones provisionales de energía.

### Protecciones colectivas

Mantener libres de obstáculos las vías de evacuación, especialmente escaleras. Instrucciones precisas al personal de las normas de evacuación en caso de incendio. Existencia de personal entrenado en el manejo de medios de extinción de incendios.

Se dispondrá de los siguientes medios de extinción, basándose en extintores portátiles homologados y convenientemente revisados:

- 1 de CO<sub>2</sub> de 5 Kg. junto al cuadro general de protección.
- 1 de polvo seco ABC de 6 Kg. en la oficina de obra.

Normas de actuación durante los trabajos.

- Prohibición de fumar en las proximidades de líquidos inflamables y combustibles.
- No acopiar grandes cantidades de material combustible.
- No colocar fuentes de ignición próximas al acopio de material.
- Revisión y comprobación periódica de la instalación eléctrica provisional.
- Retirar el material combustible de las zonas próximas a los trabajos de soldadura.

### 3.2.3. INSTALACIÓN DE MAQUINARIA

Se dotará a todas las máquinas de los oportunos elementos de seguridad.

## **3.3. INSTALACIONES DE BIENESTAR E HIGIENE**

Debido a que instalaciones de esta índole admiten una flexibilidad a todas luces natural, pues es el Jefe de obra quien ubica y proyecta las mismas en función de su programación de obra, se hace necesario, ya que no se diseña marcar las pautas y condiciones que deben reunir, indicando el programa de necesidades y su superficie mínimo en función de los operarios calculados.

Las condiciones necesarias para su trazado se resumen en los siguientes conceptos:

### 3.3.1. CONDICIONES DE UBICACIÓN

Debe ser el punto más compatible con las circunstancias producidas por los objetos en sus entradas y salidas de obra.

Debe situarse en una zona intermedia entre los dos espacios más característicos de la obra, que son normalmente el volumen sobre rasante y sótanos, reduciendo por tanto los desplazamientos.

En caso de dificultades producidas por las diferencias de cotas con las posibilidades acometidas al saneamiento, se resolverán instalando bajantes provisionales o bien recurriendo a saneamiento colgado con carácter provisional.

### 3.3.2. ORDENANZAS Y DOTACIONES DE RESERVA DE SUPERFICIE RESPECTO AL NÚMERO DE TRABAJADORES

#### Abastecimiento de agua

Las empresas facilitarán a su personal en los lugares de trabajo agua potable, vestuarios y aseos.

La empresa dispondrá en el centro de trabajo de cuartos de vestuarios y aseos para uso personal.

La superficie mínima de los vestuarios será de 2 m<sup>2</sup> por cada trabajador, y tendrá una altura mínima de 2,30 m.

Estarán provistos de asientos y de armarios metálicos o de madera individuales para que los trabajadores puedan cambiarse y dejar además sus efectos personales, estarán provistos de llave, una de las cuales se entregará al trabajador y otra quedará en la oficina para casos de emergencia.

Número de taquillas: 1 ud. / trabajador = 2 taquillas Lavabos

El número de grifos será, por la menos, de uno por cada diez usuarios. La empresa los dotará de toallas individuales o secadores de aire caliente, toalleros automáticos o toallas de papel, con recipientes.

Número de grifos: 1 ud. / 10 trabajadores = 1 unidad Retretes

El número de retretes será de uno por cada 25 usuarios. Estarán equipados completamente y suficientemente ventilados. Las dimensiones mínimas de cabinas serán de 1x 1,20 y 2,30 m de altura.

Número de retretes: 1 ud. / 25 trabajadores = 1 unidad Duchas

El número de duchas será de una por cada 10 trabajadores y serán de agua fría y caliente.

Número de duchas: 1 ud. / 10 trabajadores = 1 unidad

Los suelos, paredes y techos de estas dependencias serán lisos e impermeables y con materiales que permitan el lavado con líquidos desinfectantes o antisépticos con la frecuencia necesaria.

Botiquines

En el centro de trabajo se dispondrá de un botiquín con los medios necesarios para efectuar las curas de urgencia en caso de accidente, y estará a cargo de él una persona capacitada designada por la empresa.

### **3.4. FASES DE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA**

#### **3.4.1. APERTURA DE ZANJAS /EXCAVACIÓN**

##### Riesgos profesionales más comunes

- Caídas a distinto nivel.
- Caídas al mismo nivel.
- Caídas de objetos por desplome o derrumbamiento.
- Caída de objetos en manipulación.
- Caída de objetos desprendidos.
- Pisadas sobre objetos.
- Golpes por objetos o herramientas.
- Atrapamiento por o entre objetos.
- Atrapamiento por vuelco de máquinas.
- Sobreesfuerzos.
- Atropellos o golpes con vehículos.
- Contactos eléctricos.
- Ruido.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Choque contra objetos inmóviles.

##### Normas y medidas preventivas

- Antes del inicio de los trabajos, se inspeccionará el tajo con el fin de detectar posibles grietas o movimientos del terreno.

- Las maniobras de carga a cuchara de camiones serán dirigidas por el encargado.

- Se prohibirá trabajar o permanecer observando dentro del radio de acción del brazo de una máquina para el movimiento de tierras.

- En los trabajos de excavación en general se adoptarán las precauciones necesarias para evitar derrumbamientos, según la naturaleza y condiciones del terreno y forma de realizar los trabajos.

- Si por cualquier circunstancia fuese necesario o preciso o se estimase conveniente hacer estas excavaciones con un talud más acentuado que el anteriormente citado, se dispondrá una entibación que por su forma, materiales empleados y secciones de estos ofrezcan una absoluta seguridad.

- En caso de presencia de agua en la obra, se procederá de inmediato a su achique, en prevención de alteraciones del terreno que repercutan en la estabilidad de los taludes.

- El frente de excavación, realizado mecánicamente, no sobrepasará en más de un metro la altura máxima de ataque del brazo de la máquina.

- Se detendrá cualquier trabajo al pie de un talud si no reúne las debidas condiciones de estabilidad.

- Debe prohibirse los trabajos en la proximidad de postes eléctricos, de telégrafo, etc. Cuya estabilidad no quede garantizada antes del inicio de las tareas.

- Las paredes de la excavación se controlarán cuidadosamente después de grandes lluvias o heladas, desprendimientos o cuando se interrumpa el trabajo por más de un día.

- Se prohíbe realizar cualquier trabajo a pie de taludes inestables.

- En presencia de conducciones o servicios subterráneos imprevistos se paralizarán de inmediato los trabajos, dando aviso urgente a la dirección de la obra. Las tareas se reanudarán cuando la dirección de obra decida.

- Se eliminarán todos los bolos o viseras de los frentes de excavación que por su situación, ofrezcan riesgo de desprendimiento.

- Se prohíbe permanecer o trabajar al pie de un frente de excavación recientemente abierto, antes de haber procedido a su saneo o entibado.

- Las coronaciones de taludes permanentes a las que deban acceder las personas, se protegerán mediante una barandilla de 90 centímetros de altura, y dispondrán de un reborde de protección, unos pasamanos y una protección intermedia que impida el paso o deslizamiento de los trabajadores, situada a dos metros como mínimo del borde de coronación del talud.

- Se señalará mediante una línea en yeso o cal la distancia de seguridad mínima de 2 metros de aproximación al borde de la excavación.

- El saneo de tierras mediante palanca se ejecutará sujeto mediante cinturón de seguridad amarrado a un punto fuerte.

- El acceso o aproximación a distancias inferiores a dos metros del borde de coronación de un talud sin proteger se realizará sujeto por un cinturón de seguridad.

- Por la noche las excavaciones se balizarán con cinta reflectante y señales indicativas de riesgos de caídas.

- Se prohibirá el acopio de tierras o de materiales a menos de dos metros del borde de la excavación para evitar sobrecargas y posibles vuelcos del terreno.

- No se apilarán materiales en zonas de tránsito, retirando los objetos que impidan su paso.

- La circulación de vehículos se realizará a un máximo de aproximación al borde de excavación no superior a los 4 metros.

#### Protecciones individuales

- Casco de seguridad contra choques e impactos, para la protección de la cabeza.
- Botas de seguridad con puntera reforzada de acero.
- Botas de agua de seguridad con puntera reforzada de acero.
- Guantes de trabajo.
- Mascarillas de protección para ambientes pulvígenos.
- Ropa de protección para el mal tiempo.
- Cinturón de seguridad de sujeción, cuerdas o cables salvavidas con puntos de amarre establecidos previamente.
- Protecciones auditivas para el personal cuya exposición al ruido supere los umbrales permitidos.
- Gafas de protección contra proyección de partículas.

### 3.4.2. TRABAJOS DE MANIPULACIÓN DEL HORMIGÓN

#### Riesgos profesionales más comunes

- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de personas y/u objetos a distinto nivel.
- Caída de personas y/u objetos al vacío.
- Hundimiento de encofrados.
- Rotura o reventón de encofrados.
- Pisadas sobre objetos punzantes.
- Pisadas sobre superficies de tránsito.
- Las derivadas de trabajos sobre suelos húmedos o mojados.
- Contactos con el hormigón (dermatitis por cementos).
- Atrapamientos.
- Electrocutión. Contactos eléctricos.
- Otros.

#### Normas y medidas preventivas durante el vertido del hormigón

- Se prohíbe cargar el cubo por encima de la carga máxima admisible de la grúa que lo sustenta.
- La apertura del cubo para vertido se ejecutará exclusivamente accionándolo de dosificación, en evitación de accidentes por -atoramiento- o -tapones-.
- Se prohíbe introducir o accionar la pelota de limpieza sin antes instalar la -redcilla- de recogida a la salida de la manguera tras el recorrido total, del circuito. En caso de detención de la bola, se paralizará la máquina. Se reducirá la presión a cero y se desmontará a continuación la tubería.
- Los operarios, amarrarán la manguera terminal antes de iniciar el paso de la pelota de limpieza, a elementos sólidos, apartándose del lugar antes de iniciarse el proceso.

- Se revisarán periódicamente los circuitos de aceite de la bomba de hormigonado, cumplimentando el libro de mantenimiento que será presentado a requerimiento de la Dirección Facultativa.

#### Protecciones individuales

- Casco de polietileno (preferiblemente con barbuquejo).
- Guantes impermeabilizados y de cuero.
- Botas de seguridad.
- Botas de goma o P.V.C. de seguridad.
- Gafas de seguridad antiproyecciones.
- Ropa de trabajo.
- Trajes impermeables para tiempo lluvioso.

### 3.4.3. ESTRUCTURA METÁLICA/ALUMINIO

#### Fases de ejecución

- Descarga y acopio de material.
- Colocación en la cubierta.

#### Procesos más significativos por orden de ejecución

- Izado de materia a cubierta.
- Replanteo, alineación y fijación de los elementos, sobre la estructura portante de la cubierta.

#### Materiales - Herramientas

- Herramientas manuales.
- Eslingas y sistemas de elevación.

#### Riesgos más frecuentes

- Caída de objetos por desplome.
- Caída de objetos por manipulación.
- Caída de objetos desprendidos.
- Caída de trabajadores al mismo nivel.
- Pisadas sobre objetos.
- Golpes por objetos y herramientas.
- Atrapamiento por/entre objetos.
- Sobreesfuerzos.

#### Normas y medidas preventivas

- El jefe del equipo antes de realizar cualquier maniobra de acopio, descarga o colocación de material, revisará:
- El correcto estado de eslingas y sistemas de enganche.
  - La posible presencia de trabajadores en el radio de trabajo.

### Protecciones Individuales

- Casco de seguridad.
- Botas de seguridad.
- Guantes de protección.
- Gafas de seguridad.
- Cinturón/arnés de seguridad anticaída.
- Ropa de trabajo ajustada.

### 3.4.4. MONTAJE: MODULOS FOTOVOLTAICOS

#### Fases de ejecución

- Descarga de material.
- Enganche y elevación.
- Apoyo sobre elementos portantes y resistentes de la estructura, como la cabeza de pilares.

#### Procesos más significativos por orden de ejecución

- Elevación de los módulos.
- Desenganche de los módulos.

#### Materiales - Herramientas

- Herramientas manuales.
- Eslingas y sistemas de elevación.

#### Riesgos más frecuentes

- Caída de objetos por desplome.
- Caída de objetos por manipulación.
- Caída de objetos desprendidos.
- Caída de trabajadores a diferente nivel.
- Caída de trabajadores al mismo nivel.
- Pisadas sobre objetos.
- Golpes por objetos y herramientas.
- Atrapamiento por/entre objetos.
- Sobreesfuerzos.

#### Normas y medidas preventivas

El jefe del equipo antes de realizar cualquier maniobra de acopio, descarga o colocación de módulos, revisará:

- El correcto estado de eslingas y sistemas de enganche utilizados.
- La posible presencia de trabajadores en el radio de trabajo.
- Tendrá en cuenta en todo momento el tipo y características de los elementos que debe descargar, y por tanto,

el método utilizado y los diámetros de las eslingas.

### Protecciones Individuales

- Casco de seguridad.
- Botas de seguridad.
- Guantes de protección.
- Gafas de seguridad.
- Cinturón de seguridad anticaída.
- Ropa de trabajo ajustada.

#### 3.4.5. TRABAJOS EN CUBIERTA

##### Procedimientos y equipos técnicos para utilizar

Las cubiertas son inclinadas a dos aguas no transitables, con una pendiente del 10%. Debido al procedimiento constructivo de la estructura sobre cubierta no será necesario la instalación de andamio perimetral ni plataformas de trabajo ya que el trabajo se realizará por encima de la cubierta ya ejecutada, contándose como protección colectiva la red perimetral de protección contra caídas, y siendo innecesaria la línea de vida, ya que el peto perimetral es mayor a 1,10 metros. Para la parte de cumbrera, al no cumplir esta altura se colocarán elementos separadores (especificados en el proyecto), para evitar que los operarios se acerquen a las zonas con peligro de caída.

##### Riesgos profesionales

- Caída de materiales.
- Golpes con materiales o herramientas.
- Inclemencias del tiempo.
- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de objetos a niveles inferiores.
- Sobreesfuerzos.
- Quemaduras (sellados, impermeabilizaciones en caliente).
- Golpes o cortes por manejo de herramientas manuales.
- Otros.

##### Protecciones individuales

- Casco de seguridad obligatorio (preferentemente con barboquejo).
- Calzado de seguridad, clase I.
- Guantes de goma o cuero.
- Cinturón de seguridad.
- Traje intemperie, circunstancialmente.
- Ropa de trabajo.
- Botas de goma.
- Guantes de cuero impermeabilizados.
- Cinturón de seguridad.
- Trajes para tiempo lluvioso.

#### Protecciones colectivas y medidas de seguridad

- Colocación de ganchos o anclajes que puedan utilizarse, bien directamente o mediante cables, para atar los cinturones de seguridad.
- El acceso a la cubierta se efectuará mediante plataformas elevadoras, accesos o pasarelas seguras y sólidas.
- En los trabajos en cubiertas, cuya consistencia no soporte el peso de las personas, se trabajará sobre pasarelas o planchadas de tablonos sujetos en puntos de apoyo resistente.
- En todo momento se mantendrá la cubierta que se ejecuta limpia y libre de obstáculos que dificulten la circulación o los trabajos.
- Los plásticos, cartón, papel y flejes, procedentes de los diversos empaquetados, se recogerán inmediatamente que se hayan abierto los paquetes, para su eliminación posterior.

#### 3.4.6. ALBAÑILERIA

##### Riesgos profesionales

- Caída de personas.
- Caída de materiales.
- Cortes y golpes en manos.
- Golpes y contusiones.
- Lesiones oculares.
- Afecciones de la piel.
- Polvo.
- Sobre-esfuerzos.



##### Protecciones individuales

- Casco de seguridad obligatorio.
- Calzado de seguridad, clase I.
- Guantes de goma o cuero.
- Gafas anti-impactos.
- Mascarillas antipolvo.
- Ropa de trabajo.

##### Protecciones colectivas y medidas de seguridad

- Las zonas de trabajo se mantendrán limpias y con buena iluminación.
- Los huecos, tanto en el plano horizontal como en el vertical, se mantendrán protegidos.
- Los andamios tendrán plataformas de trabajo antideslizantes, fijas y de 60 cm. de anchura, barandilla de 90 cm. y rodapié de 20 cm.
- El acceso a los andamios se hará por escaleras de mano sólidamente sujetas y sin peligro de desplazamiento.
- No trabajar en niveles superpuestos.

#### 3.4.7. TRABAJO CON GRÚAS

Para trabajos con grúas, se vigilará con especial atención la zona de emplazamiento de la máquina, estudiando en detalle las condiciones del terreno y las zonas de interferencia.

### Riesgos más comunes

- Aplastamiento físico.
- Cortes.
- Atrapamientos.
- Caídas de la carga.
- Interferencias con otras instalaciones.
- Cortes y golpes por herramientas, materiales o maquinaria.
- Contactos eléctricos directos o indirectos.
- Sobre – esfuerzos.
- Vuelco de grúas.

### Protecciones individuales

- Casco.
- Guantes.
- Gafas.
- Mascarillas.
- Botas de seguridad acordes al tipo de trabajo.
- Cinturón de seguridad.
- Ropa de trabajo.

### Protecciones colectivas y medidas de seguridad

- No permanecer en la zona de maniobra.
- Dirigir la maniobra una sola persona.
- Buena organización de los trabajos.
- Buena iluminación.
- Señalización y carteles de aviso.
- Célula de carga en grúas.
- Buena ventilación.
- Disponer de extintores.

- Para maniobras de equipos de gran peso, el Contratista elaborará y someterá a aprobación de la Dirección de Obra, un estudio detallado de la misma, indicando los siguientes puntos básicos:

- Peso del equipo a manejar y grúa o grúas previstas a utilizar.
- Radios de giro y posibles interferencias.
- Persona responsable de la maniobra y horario de ejecución.
- Certificado de estribos y grilletes, indicando las pruebas a que fueron sometidos, y resistencia de los mismos a las cargas indicadas.
- Estado de revisión de la maquinaria a utilizar.

### 3.4.8. TRABAJOS EN ALTURA

#### Riesgos profesionales más comunes

- Caídas a distinto nivel.
- Caídas al mismo nivel.
- Caídas de objetos en manipulación.
- Pisadas sobre objetos.
- Golpes por objetos o herramientas.

#### Normas y medidas preventivas tipo

- Los trabajos en altura no serán realizados por aquellas personas cuya condición física les cause vértigo o altere su sistema nervioso, padezcan ataques de epilepsia o sean susceptibles, por cualquier motivo, de desvanecimientos o alteraciones peligrosas.

- Los trabajos en altura sólo podrán efectuarse, en principio, con la ayuda de equipos concebidos para tal fin o utilizando dispositivos de protección colectiva, tales como barandillas, plataformas o redes de seguridad. Si por la naturaleza del trabajo ello no fuera posible, deberá disponerse de medios de acceso seguros y utilizarse cinturones de seguridad con anclaje u otros medios de protección equivalentes.

- Se deberá de proteger en particular:

- Las aberturas de los suelos.

- Las aberturas en paredes o tabiques, siempre que su situación y dimensiones suponga un riesgo de caída de personas, y las plataformas, muelles o estructuras similares.

- Los lados abiertos de las escaleras y rampas de más de 60 centímetros de altura. Los lados cerrados tendrán unos pasamanos, a una altura mínima de 90 centímetros, si la anchura de la escalera es mayor de 1,2 metros; si es menor, pero ambos lados son cerrados, al menos uno de los dos llevará pasamanos.

- Las plataformas, andamios y pasarelas, así como los desniveles, huecos y aberturas existentes en los pisos de las obras, que supongan para los trabajadores un riesgo de caída de altura superior a 2 metros, se protegerán mediante barandillas u otro sistema de protección colectiva de seguridad equivalente.

- Las barandillas serán resistentes, tendrán una altura mínima de 90 centímetros y dispondrán de un reborde de protección, unos pasamanos y una protección intermedia que impidan el paso o deslizamiento de los trabajadores.

- La estabilidad y solidez de los elementos de soporte y el buen estado de los medios de protección deberán verificarse previamente a su uso, posteriormente de forma periódica y cada vez que sus condiciones de seguridad puedan resultar afectadas por una modificación, período de no utilización o cualquier otra circunstancia.

- No se comenzará un trabajo en altura si el material de seguridad no es idóneo, no está en buenas condiciones o sencillamente no se tiene.

- Nunca se deben improvisar las plataformas de trabajo, sino que se construirán de acuerdo con la normativa legal vigente.

- Las plataformas, pasarelas, andamiadas y, en general, todo lugar en que se realicen los trabajos deberán disponer de accesos fáciles y seguros y se mantendrán libres de obstáculos, adoptándose las medidas necesarias para evitar que el piso resulte resbaladizo.

- Los huecos y aberturas para la elevación del material y, en general, todos aquellos practicados en los pisos de las obras en construcción que por su especial situación resulten peligrosos serán convenientemente protegidos mediante barandillas sólidas a 90 centímetros de altura.

- Al trabajar en lugares elevados no se arrojarán herramientas ni materiales. Se pasarán de mano en mano o se utilizará una cuerda o capazo para estos fines.

- Caso de existir riesgo de caída de materiales a nivel inferior, se balizará, o si no es posible, se instalarán señales alertando del peligro en toda la zona afectada.

- En caso de existir riesgo de caída de materiales incandescentes se vallará o se señalizará toda la zona afectada y si hubiera materiales o equipos y personal en las plantas inferiores, se colocarán mantas ignífugas.

- Los accesos a las plataformas de trabajo elevadas se harán con la debida seguridad, mediante escaleras de servicio y pasarelas. Nunca se debe hacer trepando por los pilares o andando por las vigas.

- Los pavimentos de las rampas, escaleras y plataformas de trabajo serán de materiales no resbaladizos o dispondrán de elementos antideslizantes.

- Las escaleras que pongan en comunicación los distintos pisos de la obra en construcción deberán cada una salvar sólo la altura entre cada dos pisos inmediatos; podrán ser de fábrica, metálicas o de madera, siempre que reúnan condiciones suficientes de resistencia, amplitud y seguridad.

- Se tendrá un especial cuidado en no cargar la cubierta con materiales, aparatos o, en general, cualquier carga que pueda provocar su hundimiento.

- En los trabajos sobre cubiertas y tejados se emplearán los medios adecuados para que los mismos se realicen sin peligro, tales como barandillas, pasarelas, plataformas, andamiajes, escaleras u otros análogos.

- Cuando se trate de cubiertas y tejados contruidos con materiales resbaladizos o de poca resistencia, que presenten marcada inclinación o que las condiciones atmosféricas resulten desfavorables, se extremarán las medidas de seguridad, sujetándose los operarios con cinturones de seguridad, que irán unidos convenientemente a puntos fijados sólidamente.

- Los trabajadores que operen en el montaje de estructuras metálicas sobre elementos de la obra que por su elevada situación o por cualquier otra circunstancia, ofrezcan peligro de caída grave, deberán estar provistos de cinturones de seguridad, unidos convenientemente a puntos sólidamente fijados.

#### Protecciones individuales

- Casco de seguridad contra choques e impactos, para la protección de la cabeza.
- Botas de seguridad antideslizantes y con la puntera reforzada en acero.
- Cinturón de seguridad de sujeción, o bien anticaídas o bien con arnés.
- Guantes de trabajo.
- Ropa de protección para el mal tiempo.

#### 3.4.9. INSTALACIONES ELÉCTRICAS

##### Riesgos más frecuentes

- Caídas de personas.
- Electrocuaciones.
- Heridas en las manos.

##### Protecciones colectivas

- En todo momento se mantendrán las zonas de trabajo limpias, ordenadas y suficientemente iluminadas.

- Previamente a la iniciación de los trabajos, se establecerán puntos fijos para el enganche de los cinturones de seguridad.

- Siempre que sea posible se instalará una plataforma de trabajo protegida con barandilla y rodapié.

#### Protecciones personales

- Será obligatorio el uso de casco, cinturón de seguridad y calzado antideslizante.

- En pruebas con tensión, calzado y guantes aislantes.

- Cuando se manejen cables se usarán guantes de cuero.

- Siempre que las condiciones de trabajo exijan otros elementos de protección, se dotará a los trabajadores de los mismos.

#### Escaleras

- Las escaleras a usar, si son de tijera, estarán dotadas de tirantes de limitación de apertura; si son de mano tendrán dispositivos antideslizantes y se fijarán a puntos sólidos de la edificación y sobrepasarán en 0,70 m., como mínimo el desnivel a salvar. En ambos casos su anchura mínima será de 0,50 m.

#### Medios auxiliares

- Los taladros y demás equipos portátiles alimentados por electricidad tendrán doble aislamiento. Las pistolas fija-clavos, se utilizarán siempre con su protección.

#### Pruebas

- Las pruebas con tensión, se harán después de que el encargado haya revisado la instalación, comprobando no queden a terceros, uniones o empalmes sin el debido aislamiento.

#### Normas de actuación durante los trabajos

- Si existieran líneas cercanas al tajo, si es posible, se dejarán sin servicio mientras se trabaja; y si esto no fuera posible, se apantarán correctamente o se recubrirán con macarrones aislantes.

- En régimen de lluvia, nieve o hielo, se suspenderá el trabajo.

#### 4. OBLIGACIONES DEL PROMOTOR

Antes del inicio de los trabajos, designará un coordinador en materia de seguridad y salud, cuando en la ejecución de las obras intervengan más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos, o diversos trabajadores autónomos.

La designación de coordinadores en materia de seguridad y salud no eximirá al promotor de sus responsabilidades.

El promotor deberá efectuar un aviso a la autoridad laboral competente antes del comienzo de las obras, que se redactará con arreglo a lo dispuesto en el Anexo III del R.D. 1627/1997, de 24 de octubre, debiendo exponerse en la obra de forma visible y actualizándose si fuera necesario.

#### 5. COORDINADORES EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD

La designación de los coordinadores en la elaboración del proyecto y en la ejecución de la obra

podrá recaer en la misma persona.

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

- 1.- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y seguridad.
- 2.- Coordinar las actividades de la obra para garantizar que las empresas y personal actuante 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 actividades a que se refiere el artículo 10 del R.D. 1627/1997.
- 3.- Aprobar el plan de seguridad y salud elaborado por el contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo.
- 4.- Organizar la coordinación de actividades empresariales previstas en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- 5.- Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- 6.- Adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a la obra. La D.F. asumirá estas funciones cuando no fuera necesaria la designación del coordinador.

#### 6. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

En aplicación del estudio básico de seguridad y salud, el Contratista, antes del inicio de la obra, elaborará un plan de seguridad y salud en el trabajo en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en este estudio básico y en función de su propio sistema de ejecución de obra. En dicho plan se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención que el contratista proponga con la correspondiente justificación técnica, y que no podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos en este estudio básico.

El plan de seguridad y salud deberá ser aprobado, antes del inicio de la obra, por el coordinador en materia de seguridad y salud. Durante la ejecución de la obra, este podrá ser modificado por el contratista en función del proceso de ejecución de la misma, de la evolución de los trabajos y de las posibles incidencias o modificaciones que puedan surgir a lo largo de la obra, pero siempre con la aprobación expresa del coordinador. Cuando no fuera necesaria la designación del coordinador, las funciones que se le atribuyen serán asumidas por la Dirección Facultativa.

Quienes intervengan en la ejecución de la obra, así como la personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en la misma y los representantes de los trabajadores, podrán presentar por escrito y de manera razonada, las sugerencias y alternativas que estimen oportunas; por lo que el plan de seguridad y salud estará en la obra a disposición permanente de los antedichos, así como de la Dirección Facultativa.

#### 7. OBLIGACIONES DE CONTRATISTAS Y SUBCONTRATISTAS

El contratista y subcontratista están obligados a:

- 1.- Aplicar los principios de la acción preventiva que se recoge en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, y en particular:
  - Mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza.
  - Elección del emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo, teniendo en cuenta sus condiciones de accesos, y la determinación de vías, zonas de desplazamientos y circulación.
  - Manipulación de distintos materiales y utilización de medios auxiliares.

- Mantenimiento, control previo a la puesta en servicio y control periódico de las instalaciones y dispositivos necesarios para la ejecución de las obras, con objeto de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.
- Delimitación y acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de materiales, en particular si se trata de materias peligrosas.
- Almacenamiento y evacuación de residuos y escombros.
- Recogida de materiales peligrosos utilizados.
- Adaptación del periodo de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
- Cooperación entre todos los intervinientes en la obra.
- Interacciones o incompatibilidades con cualquier otro trabajo o actividad.

2.- Cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el plan de seguridad y salud.

3.- Cumplir la normativa en materia de prevención de riesgos laborales, teniendo en cuenta las obligaciones sobre coordinación de las actividades empresariales previstas en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, así como cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Anexo IV del R.D. 1627/1997.

4.- Informar y proporcionar las instrucciones adecuadas a los trabajadores autónomos sobre todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y salud.

5.- Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra. Serán responsables de la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en el plan de seguridad y salud, y en lo relativo a las obligaciones que le correspondan directamente, o en su caso, a los trabajadores autónomos por ellos contratados. Además, responderán solidariamente de las consecuencias que se deriven del incumplimiento de las medidas previstas en el plan. Las responsabilidades del coordinador, Dirección Facultativa y del promotor no eximirán de sus responsabilidades a los contratistas y subcontratistas.

## 8. OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES

Los trabajadores autónomos están obligados a:

1.- Aplicar los principios de la acción preventiva que se recoge en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, y en particular:

- Mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza
- Almacenamiento y evacuación de residuos y escombros
- Recogida de materiales peligrosos utilizados.
- Adaptación del periodo de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
- Cooperación entre todos los intervinientes en la obra "-Interacciones o incompatibilidades con cualquier otro trabajo o actividad.

2.- Cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Anexo IV del R.D. 1627/1997.

3.- Ajustar su actuación conforme a los deberes sobre coordinación de las actividades empresariales previstas en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, participando en particular en cualquier medida de actuación coordinada que se hubiera

establecido.

4.- Cumplir con las obligaciones establecidas para los trabajadores en el artículo 29, apartados 1 y 2 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

5.- Utilizar equipos de trabajo que se ajusten a lo dispuesto en el R.D. 1215/1997.

6.- Elegir y utilizar equipos de protección individual en los términos previstos en el R.D. 773/1997.

7.- Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del coordinador en materia de seguridad y salud.

Los trabajadores autónomos deberán cumplir lo establecido en el plan de seguridad y salud.

#### 9. LIBRO DE INCIDENCIAS

En cada centro de trabajo existirá con fines de control y seguimiento del plan de seguridad y salud, un libro de incidencias que constará de hojas duplicado y que será facilitado por el colegio profesional al que pertenezca el técnico que haya aprobado el plan de seguridad y salud.

Deberá mantenerse siempre en obra y en poder del coordinador. Tendrán acceso al libro, la Dirección Facultativa, los contratistas y subcontratistas, los trabajadores autónomos, las personas con responsabilidades en materia de prevención de las empresas intervinientes, los representantes de los trabajadores, y los técnicos especializados de las Administraciones Públicas competentes en esta materia, quienes podrán hacer anotaciones en el mismo.

Efectuada una anotación en el libro de incidencias, el coordinador estará obligado a remitir en el plazo de 24 h. una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente notificará dichas anotaciones al contratista y a los representantes de los trabajadores.

#### 10. 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 tajos, 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.

#### 11. 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.

Una copia del plan de seguridad y salud y de sus posibles modificaciones, a los efectos de su conocimiento y seguimiento, será facilitada por el contratista a los representantes de los trabajadores en el centro de trabajo.

#### 12. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD QUE DEBEN APLICARSE EN LAS OBRAS

Las obligaciones previstas en las tres partes del Anexo IV del R.D. 1627/1997, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, se aplicarán siempre que lo exijan las características de la obra o de la actividad, las circunstancias o cualquier riesgo.

Descrito y justificado el presente estudio de seguridad y salud, objeto del estudio y de conformidad con las disposiciones que regulan la materia, se da por concluida, elevándola a la consideración de los órganos competentes para su aprobación y legalización, quedando a su disposición para cuantas aclaraciones se estimen oportunas.

Alicante, a 04 de mayo de 2023

Inscrito en el COIICV Alicante nº XXXX

Fdo.

Héctor Aranda Miret

