

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE

GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA



"INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE
AUTOCONSUMO DE 15KWN SOBRE
CUBIERTA EN ZONA RESIDENCIAL EN
LA NUCIA (ALICANTE)"

TRABAJO FIN DE GRADO

SEPTIEMBRE 2024

AUTOR: ANTONIO SAMUEL CALDERÓN ZAMORA
DIRECTOR: SERGIO VALERO VERDÚ

ÍNDICE

MEMORIA DESCRIPTIVA.....	10
MEMORIA DESCRIPTIVA.....	11
1 ANTECEDENTES	11
2 OBJETO	11
3 AGENTES	11
3.1 PROMOTOR.....	11
3.2 AUTOR DEL PROYECTO.....	11
4 CLASE Y EMPLAZAMIENTO DE LA INSTALACIÓN	12
5 DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA Y MODALIDAD DE AUTOCONSUMO	12
5.1 MÓDULO FOTOVOLTAICO.....	19
5.2 INVERSOR	20
6 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN	22
6.1 ELEMENTOS DE PROTECCIÓN.....	25
6.2 ELEMENTOS DE MEDIDA	26
6.3 MEDIOS DE ELEVACIÓN.....	27
6.4 ELEMENTOS DE SUJECCIÓN	28
7 CUMPLIMIENTO DEL REGLAMENTO DE BAJA TENSIÓN.....	29
7.1 RESISTENCIA DE AISLAMIENTO Y RIGIDEZ ELÉCTRICA.....	31
7.2 PUESTAS A TIERRA.....	32
7.3 UNIONES A TIERRA	33
7.4 CONDUCTORES DE EQUIPOTENCIALIDAD.....	36
7.5 RESISTENCIA DE LAS TOMAS DE TIERRA	36
8 PUESTA A TIERRA.....	37
9 PROTECCIONES	38
10 CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA AUTONÓMICA	40
10.1 MEMORIA TÉCNICA DE DISEÑO.....	40
11 CONCLUSIÓN	43

MEMORIA DE CÁLCULOS	44
MEMORIA DE CÁLCULO.....	45
1 PUESTA A TIERRA.....	45
2 PROTECCIONES	46
3 SEPARACIÓN ENTRE MÓDULOS	47
4 CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS POR ORIENTACIÓN E INCLINACIÓN	48
5 PRODUCCIÓN ANUAL ESTIMADA	51
6 DIMENSIONAMIENTO DE LA CENTRAL FOTOVOLTAICA	54
6.1 MÓDULO.....	54
6.2 INVERSOR	55
6.3 DISTRIBUCIÓN	55
6.4 CONDICIONES CRÍTICAS.....	56
7 CÁLCULO DE SECCIONES Y CIRCUITOS.....	57
7.1 CONSTANTES DE CÁLCULO.....	57
7.2 FÓRMULAS EMPLEADAS	57
7.3 POTENCIA QUE HAY QUE CONSIDERAR EN EL CÁLCULO ELÉCTRICO	65
7.4 DESCRIPCIÓN Y CÁLCULO DE LOS CIRCUITOS	65
8 CÁLCULO ESTRUCTURAL.....	68
8.1 OBJETO Y GENERALIDADES	68
8.2 DEFINICIÓN DE LA ESTRUCTURA	68
PRESUPUESTO.....	79
ANEXOS	82
PLANOS.....	129
PLANO 01.- SITUACIÓN GENERAL DE LAS INSTALACIONES.....	130
PLANO 02.- EMPLAZAMIENTO DE LAS INTALACIONES.....	131
PLANO 03.- DISTRIBUCIÓN DE MÓDULOS EN CUBIERTA.....	132
PLANO 04.- COTAS CUBIERTA	133

PLANO 05.- ESTRUCTURA SOPORTE PANELES	134
PLANO 06.- STRINGS CUBIERTA.....	135
PLANO 07.- CABLEADO POSITIVO EN CUBIERTA	136
PLANO 08.- CABLEADO NEGATIVO EN CUBIERTA.....	137
PLANO 09.- DETALLE DE CONEXIÓN EN PANELES	138
PLANO 10.- LÍNEA DE VIDA EN CUBIERTA.....	139
PLANO 11.- MONTAJE DE LOS PANELES	140
PLANO 12.- ESQUEMA UNIFILAR	141
PLANO 13.- SEÑALIZACIÓN DE OBRA.....	142
PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS	144
CONDICIONES GENERALES.....	144
1 ÁMBITO DE APLICACIÓN.....	144
2 DISPOSICIONES GENERALES	144
2.2 SEGURIDAD EN EL TRABAJO.....	147
2.3 SEGURIDAD PÚBLICA	148
3 ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO.....	149
3.1 DATOS DE LA OBRA	149
3.2 REPLANTEO DE LA OBRA	149
3.3 CONDICIONES GENERALES.....	150
3.4 PLANIFICACIÓN Y COORDINACIÓN.....	152
3.5 ACOPIO DE MATERIALES.....	153
3.6 INSPECCIÓN Y MEDIDAS PREVIAS AL MONTAJE.....	153
3.7 PLANOS, CATÁLOGOS Y MUESTRAS	154
3.8 VARIACIONES DE PROYECTO Y CAMBIO DE MATERIALES	155
3.9 COOPERACIÓN CON OTROS CONTRATISTAS	155
3.10 PROTECCIÓN	155
3.11 LIMPIEZA DE LA OBRA.....	156
3.12 ANDAMIOS Y APAREJOS	156
3.13 OBRAS DE ALBAÑILERÍA.....	157
3.14 ENERGÍA ELÉCTRICA Y AGUA	157

3.15	RUIDOS Y VIBRACIONES.....	158
3.16	ACCESIBILIDAD.....	158
3.17	CANALIZACIONES	159
3.18	MANGUITOS PASAMUROS.....	159
3.19	PROTECCIÓN DE PARTES EN MOVIMIENTO	160
3.20	PROTECCIÓN DE ELEMENTOS A TEMPERATURA ELEVADA	160
3.21	CUADROS Y LÍNEAS ELÉCTRICAS.....	161
3.22	PINTURAS Y COLORES	161
3.23	IDENTIFICACIÓN	162
3.24	LIMPIEZA INTERIOR DE REDES DE DISTRIBUCIÓN	162
3.25	PROYECTOS.....	163
3.26	PROYECTOS FINALES	163
3.27	RECEPCIÓN PROVISIONAL	164
3.28	PERIODOS DE GARANTÍA	165
3.29	RECEPCIÓN DEFINITIVA	166
3.30	PERMISOS.....	166
3.31	ENTRENAMIENTO	166
3.32	REPUESTOS, HERRAMIENTAS Y ÚTILES ESPECÍFICOS.....	166
3.33	SUBCONTRATACIÓN DE LA OBRA	167
3.34	RIESGOS.....	167
3.35	RESCISIÓN DEL CONTRATO.....	168
3.36	PRECIOS.....	168
3.37	PAGO DE LAS OBRAS	169
3.38	ABONO DE MATERIALES ACOPIADOS	169
4	DISPOSICIÓN FINAL.....	170
4.1	CONDICIONES DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.....	170
4.2	CRITERIOS ECOLÓGICOS	171
4.3	INFORMACIÓN DE LA HOJA DE DATOS	171
4.3.1	INFORMACIÓN DE LA PLACA DE CARACTERÍSTICAS	172

4.3.2	CONTROL PRINCIPAL Y MONITORIZACIÓN.....	173
4.4	SUBSISTEMA FOTOVOLTAICO (FV).....	174
4.5	ACONDICIONADOR DE CORRIENTE CONTÍNUA (CC).....	174
4.6	INTERFAZ CC/CC	175
4.7	ALMACENAMIENTO	177
4.7.1	INVERSOR	178
4.8	INTERFAZ CA/CA.....	179
4.9	INTERFAZ A LA RED.....	181
4.10	ENSAYOS EN MÓDULOS FOTOVOLTAICOS.....	182
4.10.1	ENSAYO UV	182
4.10.2	ENSAYO DE CORROSIÓN POR NIEBLA SALINA	183
5	MONTAJE DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA	183
5.1	ESTUDIO Y PLANIFICACIÓN PREVIA	183
5.2	ESTRUCTURA SOPORTE	185
5.2.1	MONTAJE SOBRE SUELO.....	186
5.2.2	MONTAJE SOBRE CUBIERTA.....	188
5.3	ENSAMBLADO DE LOS MÓDULOS.....	188
5.3.1	UBICACIÓN DEL CAMPO FOTOVOLTAICO	188
5.3.2	CONEXIONADO Y ENSAMBLADO DE LOS MÓDULOS	189
5.3.3	IZADO Y FIAJCIÓN DE LOS PANELES A LA ESTRUCTURA ...	190
5.4	INSTALACIÓN DE LA TOMA DE TIERRA	190
5.5	MONTAJE DEL RESTO DE COMPONENTES	191
6	MANTENIMIENTO DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA ..	192
6.1	GENERALIDADES	192
6.2	PROGRAMA DE MANTENIMIENTO	192
	ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD	196
	1. INTRODUCCIÓN.....	196
	1.1. OBJETO.....	196
	1.2. DATOS DE LA OBRA	196

2. NORMAS DE SEGURIDAD Y SALUD APLICABLES EN LA OBRA	197
3. MEMORIA DESCRIPTIVA.....	198
3.1. PREVIOS.....	198
3.2. INSTALACIONES PROVISIONALES.....	198
3.3. INSTALACIONES DE BIENESTAR E HIGIENE.....	201
3.4. FASES DE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA	203
4. OBLIGACIONES DEL PROMOTOR.....	216
5. COORDINADORES EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD.....	216
6. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.....	216
7. OBLIGACIONES DE CONTRATISTAS Y SUBCONTRATISTAS.....	217
8. OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES.....	218
9. LIBRO DE INCIDENCIAS	219
10. PARALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS	219
11. DERECHOS DE LOS TRABAJADORES	220
12. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD QUE DEBEN APLICARSE EN LAS OBRAS	220

ÍNDICE DE TABLAS

1.- Módulo Fotovoltaico	20
2.- Inversor	21
3.-Número medio de horas diarias de sol útiles	22
4.- Energía Incidente por Área	22
5.- Armonicos	30
6.-Resistencia de aislamiento	31
7.- Tierra Módulo Fotovoltaico	34
8.- Características Mecanicas conductores de Tierra	34
9.- Sección Conductores de Protección	35
10.-Actuación de las protecciones	39
11.-Características del Módulo Fotovoltaico.....	47
12.- Distancia entre paneles.....	47
13.- Orientación e Inclinación Máximo Mínimo y Óptimo	51
14.- Detalles Inclinación y Orientación de la Instalación.....	51
15.- Valores Producción Anual	53
16.- Módulos.....	54
17.- Características Técnicas Módulos.....	54
18.- Características Técnicas Inversor.....	55
19.- Características de la Instalación	55
20.- Condiciones Críticas	56
21.- CGMP	67
22.- Cortocircuito	68
23.- Peso de la Instalación	69
24.- cálculos Presión estática del Viento 1	73
25.-cálculos Presión estática del Viento 2	74

ÍNDICE DE IMÁGENES

1.- Justificación Strings	21
2.- Justificación Strings	22
3.- Caída de Tensión.....	23
4.- Maquinaria elevadora.....	27
5.- Línea de Vida	28
6- Tipo de Instalación.....	40
7.- Separación entre Módulos.....	47
8.- Ángulo de inclinación y orientación	48
9.-Perdidas Máximas	48
10.- Datos instalación orientación e inclinación.....	50
11.-Perdidas Máximas 2	50
12.- Azimut.....	50
13.-Formula Perdidas	51
14.-Producción anual.....	51
15.- Formula Producción	52
16.-Fórmulas Resistencia Tierra.....	64
17.- Cálculo CC string 1	66
18.- Cálculo CC String 2	66
19.-Valores Sobrecargas según categoría.....	70
20.-Mapa Zonas de la Península según Viento.....	71
21.- Coeficientes según Grado de Aspereza.....	72
22.- Tipo de cubierta de la Instalación	73
23.- Coeficientes cubierta de la Instalación.....	73
24.- Mapa Tipo de zona de clima invernal de la Península.....	75
25.-Coeficientes Clima Invernal según Zona	75
26.-Resumen de la Instalación Fotovoltaica 1. Datos del promotor, ubicación y Módulos Fotovoltaicos.	76
27.-Resumen de la Instalación Fotovoltaica 2. Datos del Inversor	76
28.-Resumen de la Instalación Fotovoltaica 3. Sombras, Producción y Rendimientos. 77	
29.-Resumen de la Instalación Fotovoltaica 4. Producción y Consumos por meses.....	78
30.-Resumen de la Instalación Fotovoltaica 5. Diagrama de Pérdidas.	78



MEMORIA DESCRIPTIVA

MEMORIA DESCRIPTIVA

1 ANTECEDENTES

Se redacta el presente Proyecto para la NUEVA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO DE 15 KWN SOBRE CUBIERTA EN ZONA RESIDENCIAL EN LA NUCIA (ALICANTE) a petición de la clínica de recuperación de lesiones TRIONDACONS S.L. con CIF B54598560 y con domicilio social en CALLE SERRA DE FONTANELLA, Nº 13. LA NUCIA. (ALICANTE), y a instancia de la Conselleria de Innovación, Industria, Comercio y Turismo, la compañía distribuidora, el excelentísimo ayuntamiento de La Nucía 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: TRIONDACONSL S.L.
DNI
Domicilio social: CALLE SERRA DE FONTANELLA, Nº 13. LA NUCIA.
Población: LA NUCIA (03530). ALICANTE

3.2 AUTOR DEL PROYECTO

El autor del presente Trabajo de Fin de Grado es Antonio Samuel Calderón Zamora, estudiante del Grado de Ingeniería Eléctrica.

4 CLASE Y EMPLAZAMIENTO DE LA INSTALACIÓN

Clase de actividad: HOTELES Y ALOJAMIENTOS SIMILARES

C.N.A.E.: 5510

Emplazamiento del establecimiento:

La edificación donde se proyecta la instalación se ubica en CALLE SERRA DE FONTANELLA, Nº 13. LA NUCIA. (ALICANTE).

Cuentan con referencia catastral 460601YH5806S0001TD, y sus coordenadas U.T.M Huso 30 ETRS89: X: 750196,99 Y: 4275733,09.

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

El edificio cuenta con una superficie total construida de 162 m² y con una superficie de cubierta aproximada de 100 m².

5 DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA Y MODALIDAD DE AUTOCONSUMO

Previo a describir la instalación que nos compete, veo necesario dar una breve noción básica sobre las instalaciones fotovoltaicas.

En las últimas décadas, el desarrollo y la búsqueda de nuevas tecnologías renovables ha ido incrementado, derivado por la creciente demanda energética y la inminente necesidad de disminuir el impacto ambiental de las fuentes de energía tradicional. Entre las tecnologías renovables, cabe destacar la energía fotovoltaica, ya que tiene un gran potencial para generar electricidad de manera sostenible y la habilidad para adaptarse a una variedad de entornos, desde hogares aislados de la red eléctrica hasta amplios parques solares capaces de producir energía para familias enteras durante el día. Los compromisos internacionales como el Acuerdo de París han impulsado el camino hacia las energías limpias.

El acuerdo anterior, definió metas ambiciosas para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y mantener el calentamiento global por debajo de los 2°C para el año 2030. En esta situación, la energía solar fotovoltaica es fundamental al transformar la radiación solar en electricidad a través de paneles solares compuestos por células fotovoltaicas.

Este impulso hacia las energías renovables se refleja claramente en el crecimiento de la energía solar en países como España. Tras añadir 7,7 GW de potencia instalada 2023, nuestro país se sitúa como el de mayor penetración teórica de la fotovoltaica del mundo, con una tasa del 21,1%, por delante de Países Bajos (20,5%) y Chile (19,5%). Estos datos del informe Instantánea de los mercados fotovoltaicos globales 2024, publicado por la Agencia Internacional de la Energía, consolidan el papel español en el despegue internacional de una tecnología en permanente evolución.

Un sistema fotovoltaico es un sistema de dispositivos conectados entre sí, cuya finalidad es convertir en energía eléctrica utilizable la energía lumínica del sol a través de las llamadas células fotovoltaicas. Miguel Hernández

Una vez explicado la situación nacional y global de la energía fotovoltaica, vamos a explicar su funcionamiento y los tipos de células fotovoltaicas.

Las células fotovoltaicas, son las unidades más básicas de los módulos solares. Están compuestas de materiales semiconductores para convertir la luz solar en electricidad mediante el efecto fotovoltaico. Este efecto ocurre cuando los fotones del sol inciden contra los materiales semiconductores y excitan los electrones, produciendo pares electrón-hueco. Estos electrones están separados por un campo eléctrico interno, que produce una corriente eléctrica que se recoge a través de uniones en la superficie de la célula.

Unión P-N

Una célula fotovoltaica es una unión p-n, organizada por una capa de material tipo p (positiva) y una capa tipo n (negativa). Para producir una corriente eléctrica es necesario que los fotones del sol exciten a los electrones de la capa p, esto permite cruzar la unión p-n hacia la capa tipo n, entre estas dos capas se genera un área de depleción y campo eléctrico interno.

Tipos de Células Fotovoltaicas:

Células de silicio monocristalino: realizadas por un solo cristal de silicio puro, presentan una alta eficiencia de conversión, habitualmente superior al 20%. El rendimiento es alto por la estructura uniforme del elemento. En la actualidad este tipo de células son las más empleadas, superando a las policristalinas debido a su menor tamaño, mayor eficiencia y rendimiento y su abaratamiento debido a su gran éxito en el mercado. Es por ello que nuestro panel objeto de estudio esté fabricado de estas células.

Células de silicio policristalino: están formadas por múltiples cristales de silicio fundido, se encuentran entre el 15% y el 18% de eficiencias. Este tipo de célula se ubica por debajo en eficiencia que las monocristalinas, pero son más rentables de producir al tener una elaboración más simple.

Células de silicio amorfo: emplean una capa delgada de silicio no cristalino, con eficiencias entre el 6% y el 10%. Estas células son más económicas y elásticas, sin embargo, tienen una eficiencia significativamente menor por lo que son más apropiadas para aplicaciones donde el gasto es crucial.

Células de película delgada: contiene tecnologías como el telururo de cadmio (CdTe) y el diseleniuro de cobre, indio y galio (CIGS). Presenta superioridad en cuanto a ligereza y flexibilidad, aunque su eficiencia se queda entre el 10% y el 15%.

Por último, antes de empezar a diseñar nuestra instalación para explicar los tipos de Autoconsumos que existen, se va a citar al Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica. Boletín Oficial del Estado, de 5 de abril de 2019.

Artículo 4. Clasificación de modalidades de autoconsumo.

1. Se establece la siguiente clasificación de modalidades de autoconsumo:

a) **MODALIDAD DE SUMINISTRO CON AUTOCONSUMO SIN EXCEDENTES.**

Corresponde a las modalidades definidas en el artículo 9.1.a) de la Ley 24/2013, de 26 de diciembre. En estas modalidades se deberá instalar un mecanismo antivertido que impida la inyección de energía excedentaria a la red de transporte o de distribución. En este caso existirá un único tipo de sujeto de los previstos en el artículo 6 de la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, que será el sujeto consumidor.

b) **MODALIDAD DE SUMINISTRO CON AUTOCONSUMO CON EXCEDENTES.**

Corresponde a las modalidades definidas en el artículo 9.1.b) de la Ley 24/2013, de 26 de diciembre. En estas modalidades las instalaciones de producción próximas y asociadas a las de consumo podrán, además de suministrar energía para autoconsumo, inyectar energía excedentaria en las redes de transporte y distribución. En estos casos existirán dos tipos de sujetos de los previstos en el artículo 6 de la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, que serán el sujeto consumidor y el productor.

2. La modalidad de suministro con autoconsumo con excedentes, se divide en:

a) **Modalidad con excedentes acogida a compensación:** Pertencerán a esta modalidad, aquellos casos de suministro con autoconsumo con excedentes en los que voluntariamente el consumidor y el productor opten por acogerse a un

mecanismo de compensación de excedentes. Esta opción solo será posible en aquellos casos en los que se cumpla con todas las condiciones que seguidamente se recogen:

- i. La fuente de energía primaria sea de origen renovable.
- ii. La potencia total de las instalaciones de producción asociadas no sea superior a 100 kW.
- iii. Si resultase necesario realizar un contrato de suministro para servicios auxiliares de producción, el consumidor haya suscrito un único contrato de suministro para el consumo asociado y para los consumos auxiliares de producción con una empresa comercializadora.
- iv. El consumidor y productor asociado hayan suscrito un contrato de compensación de excedentes de autoconsumo definido en el artículo 14 del presente real decreto.
- v. La instalación de producción no tenga otorgado un régimen retributivo adicional o específico.

b) **Modalidad con excedentes no acogida a compensación:** Pertencerán a esta modalidad, todos aquellos casos de autoconsumo con excedentes que no cumplan con alguno de los requisitos para pertenecer a la modalidad con excedentes acogida a compensación o que voluntariamente opten por no acogerse a dicha modalidad.

3. Adicionalmente a las modalidades de autoconsumo señaladas, el autoconsumo podrá clasificarse en individual o colectivo en función de si se trata de uno o varios consumidores los que estén asociados a las instalaciones de generación. En el caso de autoconsumo colectivo, todos los consumidores participantes que se encuentren asociados a la misma instalación de generación deberán pertenecer a la misma modalidad de autoconsumo y deberán comunicar de forma individual a la empresa distribuidora como encargado de la lectura, directamente o a través de la empresa comercializadora, un mismo acuerdo firmado por todos los participantes que recoja los criterios de reparto, en virtud de lo recogido en el anexo I.

4. El punto de suministro o instalación de un consumidor deberá cumplir con los requisitos establecidos en la normativa de aplicación.

5. Los sujetos acogidos a alguna de las modalidades de autoconsumo reguladas podrán acogerse a cualquier otra modalidad distinta, adecuando sus instalaciones y ajustándose a lo dispuesto en los regímenes jurídicos, técnicos y económicos regulados en el presente real decreto y en el resto de normativa que les resultase de aplicación. No obstante lo anterior:

i. En el caso de autoconsumo colectivo, dicho cambio deberá ser llevado a cabo simultáneamente por todos los consumidores participantes del mismo, asociados a la misma instalación de generación.

ii. En ningún caso un sujeto consumidor podrá estar asociado de forma simultánea a más de una de las modalidades de autoconsumo reguladas en el presente artículo.

iii. En aquellos casos en que se realice autoconsumo mediante instalaciones próximas y asociadas a través de la red, el autoconsumo deberá pertenecer a la modalidad de suministro con autoconsumo con excedentes.

6. Para los sujetos que participan en alguna modalidad de autoconsumo colectivo o consumidor asociado a una instalación próxima a través de la red, las referencias realizadas en este real decreto a energía horaria consumida de la red se entenderán realizadas a energía horaria consumida de la red individualizada, las referencias realizadas a energía horaria autoconsumida se entenderán realizadas a energía horaria autoconsumida individualizada, las referencias realizadas a energía horaria consumida por el consumidor asociado se entenderán realizadas a energía horaria consumida individualizada, las referencias realizadas a energía horaria neta generada se entenderán realizadas a energía horaria neta generada individualizada y las referencias realizadas a energía horaria excedentaria se entenderán realizadas a energía horaria excedentaria individualizada.

Una vez explicado las nociones básicas de una instalación de autoconsumo fotostático se procede a diseñar la que nos compete.

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 edificio en cuestión.

Los módulos fotovoltaicos, que irán instalados sobre estructuras fijas de hormigón, 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 con 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.

Citando al Real Decreto 244/2019, de 5 de abril: “Modalidad de suministro con autoconsumo con excedentes. Corresponde a las modalidades definidas en el artículo 9.1.b) de la Ley 24/2013, de 26 de diciembre. En estas modalidades las instalaciones de producción próximas y asociadas a las de consumo podrán, además de suministrar energía para autoconsumo, inyectar energía excedentaria en las redes de transporte y distribución. En estos casos existirán dos tipos de sujetos de los previstos en el artículo 6 de la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, que serán 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 86,25% de la potencia nominal a los 25 años de ser instalado y 12 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: 35 unidades

Modelo del módulo: JA SOLAR 550 W

MÓDULO	
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)	14.00
Tensión de circuito abierto (Voc)	49.90
Coefficiente Temperatura de Voc	-0.00275
Coefficiente Temperatura de Isc	+0.00045
Coefficiente Temperatura de Pmax	-0.0035
Tensión máxima (V)	1000
Dimensiones (mm)	2278x1134x35 mm

1.- Módulo Fotovoltaico

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-M5

INVERSOR	
HUAWEI SUN2000-15KTL-M5	
Potencia nominal (kW)	15
Nº de entradas (mpp)	2
Intensidad máxima de entrada (A)	30
Tensión de entrada (rango) (V)	200-1000

Tensión de entrada máxima (V)	1100
Tensión de salida (V)	400
Factor de potencia	0,8
Frecuencia (Hz)	50/60

2.- Inversor

Distribución de módulos/inversores:

Número total de paneles fotovoltaicos:	35 unidades
Modelo de módulo fotovoltaico:	JA SOLAR 550W
Potencia unitaria de cada módulo fotovoltaico:	550 Wp
Potencia c.c. total instalada:	19.250 Wp
Número de módulos fotovoltaicos en serie/ series:	1 unidades
Número total de strings:	2 unidades
Número total de optimizadores:	35 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.:	90 - 560
Tensión de conexión a red en c.a.:	4000 V
Frecuencia:	50/60 Hz
Factor de potencia:	0,8

No puede haber un único Sting ya que no cumple con el Voltaje máximo en circuito abierto (Voc) del inversor que en el caso de nuestro inversor es 1100 V:

Series	1	Series
V_{máx oc}	1644,15	V
I_{sc}	13,65	A
V_{min mpp}	1690,73	V
I_{mpp}	12,79	A
I por serie	12,79	A

1.- Justificación Strings

Para el caso de 2 Strings, vemos que cumple perfectamente:

Series	2	Series
V _{máx oc}	822,08	V
I _{sc}	27,31	A
V _{min mpp}	845,36	V
I _{mpp}	25,57	A
I por serie	12,79	A

2.- Justificación Strings

Estudiar más Strings no es posible, ya que nuestro inversor solo tiene como máximo opción a conectar 2 Strings (2 únicas entradas).

6 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

A través de la herramienta PVGIS podemos obtener:

Número medio de horas diarias de sol útiles:

Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
3.45	4.82	5.21	5.70	7.14	7.77	7.33	6.98	5.31	4.57	3.49	2.91

3.- Número medio de horas diarias de sol útiles

Energía que incide sobre un metro cuadrado de superficie horizontal (kWh/m²·mes):

Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
106.9	135.0	1861.4	171.1	221.4	233.2	227.3	216.4	159.3	141.6	104.8	90.2

4.- Energía Incidente por Área

La instalación solar se realizará sobre una estructura lastrada de hormigón de alta calidad para evitar los incidentes provocados por la filtración de agua. El hormigón de la estructura ha sido sometido a los ensayos más desfavorables de acuerdo a la norma UNE-EN 12390-5:2009 garantizando la resistencia a flexión marcada por 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.

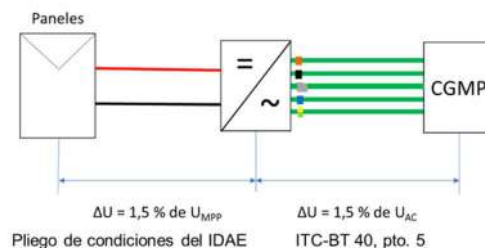
La tornillería de la estructura será de acero inoxidable AISI 304 (A2-70) o galvanizado, mientras que la de fijación estará realizada en acero inoxidable, según lo recogido en la norma MV- 106 sobre Tornillos ordinarios y calibrados, tuercas y arandelas de acero para estructuras de acero laminado.

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

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.

No aplica.

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.

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 REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES, S.A.U.

No aplica.

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

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 previsto para el presente proyecto es:

Una grúa móvil LIEBHERR LTM 1070-4 con una longitud de 12,52 metros de largo y 8,60 metros desplegadas las sujeciones transversales. Tiene una capacidad de alcance de 50 metros en alcance hidráulico máximo y 40 como alcance máximo.

El resto de los datos de la grúa se muestran en su ficha técnica.

No es necesario la ocupación de la vía pública, ya que la propiedad concede su permiso para estacionar dicha grúa en el lateral del edificio, con la que se puede acceder fácilmente con su brazo a la cubierta del edificio.



4.- Maquinaria elevadora

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.



5.- Línea de Vida

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 generadores, 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 hormigón sobre la cubierta. El emplazamiento donde se instalarán los paneles corresponde a la cubierta ubicada en CALLE SERRA DE FONTANELLA, Nº 13. LA NUCIA, ALICANTE. 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 (≥ 5)	25/n

5.- Armonicos

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	$\geq 0,25$
≤ 500 V	500	$\geq 0,5$
> 500 V	1000	≥ 1

6.-Resistencia de aislamiento

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 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 solicitaciones 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

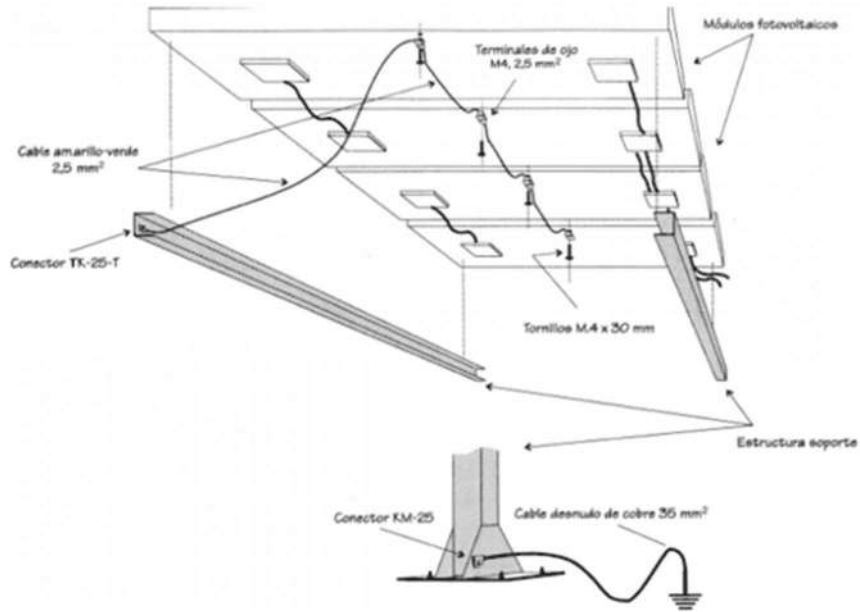
El establecimiento industrial cuenta con su correspondiente toma de tierra, a la que se conectarán los elementos necesarios de la instalación generadora que nos ocupa.

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.



7.- Tierra Módulo Fotovoltaico

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 ² Cu
		16 mm ² Acero
No protegido contra la corrosión	25 mm ² Cu	25 mm ² Cu
	50 mm ² Fe	50 mm ² Fe

8.- Características Mecánicas conductores de Tierra

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

9.- Sección Conductores de Protección

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 mm², si los conductores de protección disponen de una protección mecánica.

- 4 mm², 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 mm².

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 U_n y 0,85 U_n) como se recoge en la tabla, 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	$U_n + 10\%$	1,5 s
Sobretensión - fase 2	$U_n + 15\%$	0,2 s
Tensión mínima	$U_n - 15\%$	1,5 s
Frecuencia máxima	50,5 Hz	0,5 s
Frecuencia mínima	48 Hz	3 s

10.- Actuación de las protecciones

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

6- Tipo de Instalación

CUPS: ES0021000043098831PW

Ref. catastro: 0460601YH5806S0001TD

C) DATOS DE LA INSTALACIÓN DE GENERACIÓN

Potencia instalada total generadores (kW): 15

Tensión: 3x400/230 V

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

Tipo de instalación: Autoconsumo

Tipo de modalidad: Con excedentes

Tipo de conexión: Red interior

Colectivo: No

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 -35° y la inclinación es de 10° , para los paneles horizontales, según justificación expuesta anteriormente y en memoria de cálculo. Descritos anteriormente. Se adjunta ficha técnica.

Superficie total de captación: 90.45351 m^2 . 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): 32.631,15 kWh

Energía consumida anual (estimada): 39.939,56 kWh

Energía vertida anual (estimada): 15.317,94 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

16.752,02 € + 21% de IVA

11 CONCLUSIÓN

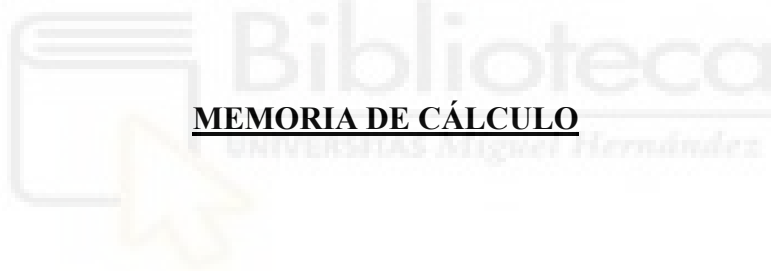
Por tanto, con esta Memoria, Anexos Justificativos, Planos, Presupuesto y E.S.S. se considera suficientemente descrita la instalación objeto del proyecto y lo somete a la aprobación por parte de los Organismos Competentes.



Elche, a septiembre de 2024

Fdo.

Antonio Samuel Calderón Zamora



MEMORIA DE CÁLCULO

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, V_n (V): 400
- Intensidad nominal, I_n (A): 25
- Poder de corte (kA): 6
- Curva: CA

Interruptor diferencial

- Tensión nominal, V_n (V): 400
- Intensidad nominal, I_n (A): 25
- Sensibilidad diferencial (mA): 30

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:

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

7.- Separación entre Módulos

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

La cubierta dispone de una orientación de -35° , con inclinación de 10° . La disposición de los paneles será HORIZONTAL.

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	° PANEL	ORIENTACIÓN PANEL
1134	2278	38,59	-35	10	HORIZONTAL

11.- Características del Módulo Fotovoltaico

DISTANCIA LIBRE ENTRE PANELES SUPERFICIE PLANA			
ANGULO (H)	ALTURA (mm)	D. MINIMA (m)	D. RECOM. (m)
10	2,278	0,48	0,60

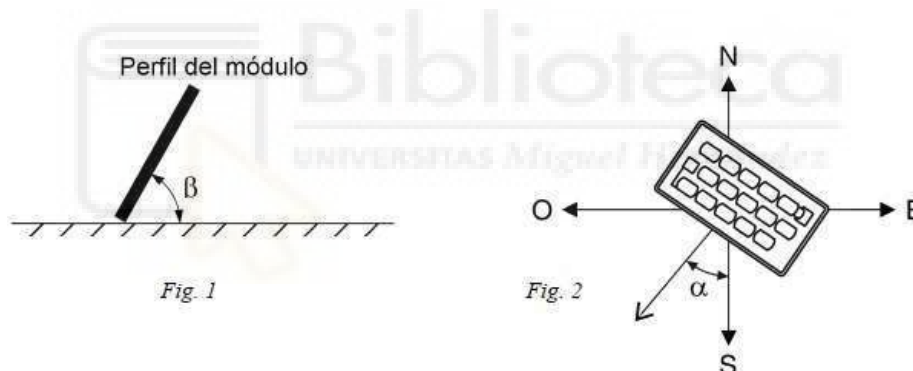
12.- Distancia entre paneles

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 β , definido como el ángulo que forma la superficie de los módulos, con el plano horizontal.
- Angulo de azimut α , 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 ϕ .



8.- Ángulo de inclinación y orientación

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%

9.-Perdidas Máximas

La instalación propuesta será de tipología general (inclinada), por lo que las pérdidas límite de orientación e inclinación no superarán el 10%, las pérdidas por sombras no excederán el 10% y el total no sobrepasará el 15%.

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:

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

Siendo:

β : ángulo de inclinación óptima (grados)

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

Por lo que la inclinación óptima, teniendo en cuenta la latitud de $38,59^\circ$ sería de $30,33^\circ$.

Haciendo uso del programa informático, PV-SIST, se realiza la simulación de la instalación y se opta por ángulo de inclinación de 10° , adaptándose a la inclinación de la cubierta. El ángulo azimut es de -35° .

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 20%) nos proporcionan los valores de inclinación máxima y mínima, que resultan ser $51,67^\circ$ y $8,67^\circ$, respectivamente.

Incl.(β)opt:	30,33012689
β :	10
Latitud (ϕ):	38,5943868
Azimut (α):	-35
Incl. Máx. :	51,67
Incl. Mín. :	8,67
TIPO INSTALACION	USO GENERAL (10%)

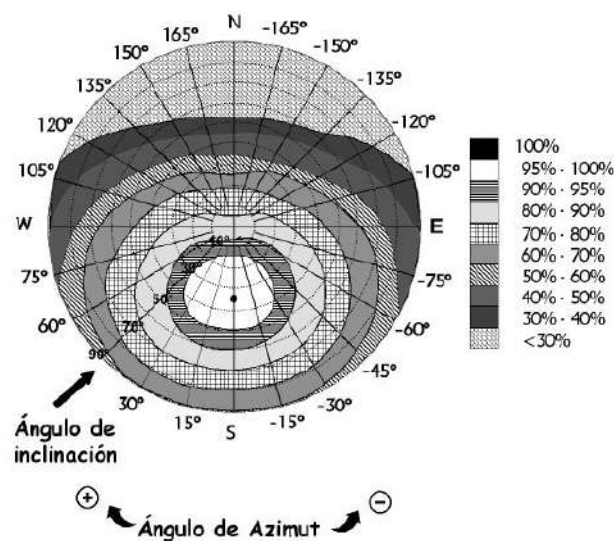
10.- Datos instalación orinetación e inclinación

Seguidamente, se corrigen dichas inclinaciones:

Como la inclinación que se propone es de 10°, y está comprendida entre los valores máximo y mínimo que hemos obtenido, las pérdidas máximas por orientación e inclinación en nuestra instalación serán del 6,68%, que no supera el valor máximo admisible, para la tipología superposición (10%), ni por tanto supera el valor máximo total (15%). Por tanto, la orientación e inclinación de nuestra instalación se considera más que aceptable.

Caso	Orientación e inclinación	Sombras	Total
General	10%	10%	15%
Superposición de módulos fotovoltaicos	20%	15%	30%
Integración arquitectónica de módulos fotovoltaicos	40%	20%	50%

11.-Perdidas Máximas 2



12.- Azimut

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: α , β , ϕ se expresan en grados, siendo ϕ la latitud del lugar].

13.-Formula Perdidas

Con ellas obtenemos los siguientes valores:

Orientación e inclinación	Máx.	Mín.	Opt.	Elegido
Incl.(β):	51.67	8.67	30.33	10
Latitud (ϕ):	38.59	38.59	38.59	38.59
Perdidas (%):	10.68%	7.46%	4.32%	6.68%

13.- Orientación e Inclinación Máximo Mínimo y Óptimo

5 PRODUCCIÓN ANUAL ESTIMADA

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

Latitud ($^\circ$):	38.59
Atl. Sobre el nivel del mar (m):	220
Azimut ($^\circ$):	-35
Inclinación ($^\circ$):	10
Superficie captación (m^2):	90.45

14.- Detalles Inclinación y Orientación de la Instalación

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

ϕ = Latitud del lugar en grados

14.-Producción anual

Donde:

P_{mp} = Potencia pico del generador

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

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

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

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, η_{bv} , de otros elementos en operación como el regulador, batería, etc.
- La eficiencia energética del inversor, η_{inv} .



	H(kWh/m ² ·mes)	K	I(kWh/m ² ·mes)	H.S.P	PR	Ep (kWh/d)	Cm (kWh/d)	P(kWp)	Producción (kWh/mes)
ENERO	106,85	1,214	129,67	3,45	0,911	54,95	0,91	15	1.703,58
FEBRERO	134,97	1,314	177,38	4,82	0,927	78,69	1,90	15	2.203,29
MARZO	161,4	1,142	184,33	5,21	0,938	87,91	1,70	15	2.725,29
ABRIL	171,13	1,307	223,67	5,70	0,944	93,95	1,93	15	2.818,57
MAYO	221,39	0,998	220,94	7,14	0,958	117,31	1,82	15	3.636,67
JUNIO	233,2	0,977	227,90	7,77	0,973	131,67	3,25	15	3.950,07
JULIO	227,26	0,949	215,61	7,33	0,984	124,31	2,19	15	3.853,72
AGOSTO	216,4	0,799	172,98	6,98	0,982	119,82	1,39	15	3.714,30
SEPTIEMBRE	159,33	0,929	148,09	5,31	0,960	87,57	0,57	15	2.627,09
OCTUBRE	141,61	1,033	146,29	4,57	0,949	76,61	2,30	15	2.374,84
NOVIEMBRE	104,76	1,246	130,55	3,49	0,921	55,46	0,65	15	1.663,76
DICIEMBRE	90,16	1,282	115,63	2,91	0,911	43,87	0,86	15	1.359,98
TOTAL									32.631,15

15.- Valores Producción Anual

H(kWh/m²·mes) I(kWh/m²·mes) K

Energía que incide sobre un metro cuadrado de superficie horizontal en un mes

Energía que incide sobre un metro cuadrado en el ángulo indicado en un mes

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:	35 módulos
Potencia (Wp):	19.250
Módulos por serie:	17 Y 18
Nº de series:	2

16.- Módulos

MÓDULO	
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)	14.00
Tensión de circuito abierto (Voc)	49.90
Coefficiente Temperatura de Voc	-0.00275
Coefficiente Temperatura de Isc	+0.00045
Coefficiente Temperatura de Pmax	-0.0035
Tensión máxima (V)	1000
Dimensiones (mm)	2278x1134x35 mm

17.- Características Técnicas Módulos

6.2 Inversor

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

Disponemos de 2 ramales con 17 y 18 módulos para nuestro inversor, con un total de 35 módulos.

INVERSOR	
HUAWEI SUN2000-15KTL-M5	
Potencia nominal (kW)	15
Nº de entradas (mpp)	2
Intensidad maxima de entrada (A)	30
Tensión de entrada (rango) (V)	200-1000
Tensión de entrada máxima (V)	1100
Tensión de salida (V)	400
Factor de potencia	0,8
Frecuencia (Hz)	50/60

18.- Características Técnicas Inversor

6.3 Distribución

Número total de paneles fotovoltaicos	35
Potencia unitaria de cada módulo fotovoltaico (Wp)	550
Potencia c.c. total instalada (Wp)	19.250
Número de módulos fotovoltaicos en serie	17 Y 18
Número total de series de módulos conectados en paralelo	2
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)	200-1100
Tensión de conexión a red en c.a. (V)	400
Frecuencia (Hz)	50/60
Factor de potencia	0.8

19.- Características de la Instalación

6.4 Condiciones críticas

Coeficiente Temperatura de Isc	+0.00275
Coeficiente Temperatura de Voc	0.00045
Coeficiente Temperatura de Pmax	-0.0035
Azimut (°)	-35
Inclinación (°)	10
T ^a amb máx (°C)	38,02
T ^a amb mín (°C)	3,1
Imáx (W/m ²)	1000
Imín (W/m ²)	100
T ^a c máx (°C)	74,03
T ^a c mín (°C)	3,1
Voc (Tmáx) (V)	56,63
Voc (Tmín) (V)	46,89
Vmp (Tmáx) (V)	47,62
Vmp (Tmín) (V)	39,43
Vmp str (Tmáx) (V)	833,31
Voc str (Tmín) (V)	869,52
Inom inversor (A)	40/40
Icc cc (Tmáx) (A)	24,22
Icc inversor (A)	30

20.- Condiciones Críticas

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: 400 V (CA) y 869.52 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.

ΔU = Caída de tensión (V).

I= Intensidad (A).

L= Longitud de la línea en (m).

S= Sección del conductor (mm²).

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:

P_c = 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 mm².

Cosφ = Coseno de φ.

Factor de potencia. R =

Rendimiento. (Para líneas motor).

n = N° de conductores por fase.

X_u = 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_{20} = Resistividad del conductor a 20°C:

$$Cu = 0,018 (\Omega \cdot m) \quad Al = 0,029 (\Omega \cdot m)$$

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).

T₀ = Temperatura ambiente (°C):

Cables enterrados = 25°C

Cables al aire = 40°C

T_{max} = Temperatura máxima admisible del conductor (°C):

XLPE, EPR = 90°C

PVC = 70°C

I = Intensidad prevista por el conductor (A).

I_{max} = 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.

I₂ = intensidad que asegura efectivamente el funcionamiento del dispositivo de protección. En la práctica I₂ 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

$$\cos\theta = P/\sqrt{(P^2 + Q^2)}. \text{tg}\theta = Q/P.$$

$$Q_c = P \cdot (\text{tg}\theta_1 - \text{tg}\theta_2).$$

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

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

Siendo:

P = Potencia activa instalación (kW).

Q = Potencia reactiva instalación (kVAr).

Q_c = Potencia reactiva a compensar (kVAr).

θ₁ = Angulo de desfase de la instalación sin compensar.

θ₂ = Angulo de desfase que se quiere conseguir.

U = Tensión compuesta (V).

ω = 2π · f; f = 50 Hz.

C = Capacidad condensadores (F).

Fórmulas cortocircuito

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

Siendo:

I_{pccI} = 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 $\text{m}\Omega \cdot \text{m}$.

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

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 $\text{m}\Omega \cdot \text{m}$.

n = n° de conductores por fase.

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

Siendo:

t_{mcicc} = 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} = cte. fusible / I_{pccF}^2

Donde:

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

I_{pccF} = 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^2)

X_u = Reactancia por unidad de longitud (mohm/m).

Conductores aislados suele ser 0,1. $N = n^\circ$ de conductores por fase

$C_t = 0,8$: 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 $IMAG = 5 I_n$

CURVA C $IMAG = 10 I_n$ CURVA D Y MA $IMAG = 20 I_n$

Fórmulas embarrados

Cálculo electrodinámico:

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

σ_{\max} = Tensión máxima en las pletinas (kg/cm²)

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

L = Separación entre apoyos (cm)

D = Separación entre pletinas (cm)

n = nº de pletinas por fase

W_y = Módulo resistente por pletina eje y-y (cm³)

σ_{adm} = Tensión admisible material (kg/cm²)

Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito:

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

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 (mm²)

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

K_c = Constante del conductor:

$C_u = 164$, $A_l = 107$

Fórmulas $L_{\text{máx}}$

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

Siendo:

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

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

S = Sección (mm²), S_{fase} en sistemas TN e IT con neutro NO distribuido,

Sneuro en sistemas IT con neutro distribuido.

k_1 = Coeficiente por efecto inductivo en las líneas, 1 $S < 120\text{mm}^2$, 0.9

$S = 120\text{mm}^2$, $0.85S = 150\text{mm}^2$, $0.8S = 185\text{mm}^2$, $0.75S \geq 240\text{mm}^2$.

r_{20} = Resistividad del conductor a 20°C.

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

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

$m = S_{\text{fase}}/S_{\text{neuro}}$ sistema TN_C, $S_{\text{fase}}/S_{\text{protección}}$ sistema TN_S,

$S_{\text{neuro}}/S_{\text{protección}}$ sistema IT neutro distribuido, $S_{\text{fase}}/S_{\text{protección}}$ sistema

IT neutro NO distribuido.

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

Fórmulas Resistencia Tierra

Electrodo	Resistencia de Tierra en Ohm
Placa enterrada	$R = 0,8 \rho/P$
Pica vertical	$R = \rho/L$
Conductor enterrado horizontalmente	$R = 2 \rho/L$
ρ , resistividad del terreno (Ohm.m) P , perímetro de la placa (m) L , longitud de la pica o del conductor (m)	

16.-Fórmulas Resistencia Tierra

Asociación en paralelo de varios electrodos: $R_t = 1 / (L_c/2\rho + L_p/\rho + P/0,8\rho)$

Donde:

R_t : Resistencia de tierra (Ohm)

ρ : Resistividad del terreno (Ohm·m)

L_c : Longitud total del conductor (m)

L_p : 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	I máx adm.						Caída de tensión						
								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 2	Serie 2.1	9350	1	9350	26	821,21	1	Cu	65,096	13,65	17,067	20	31,85	46,1825	0,28%	5,929	6	2,272	0,28%	38,78

17.- Cálculo CC string 1

Inversor	Circuito	Potencia (W)	C.S.	Potencia Cal.(W)	Longitud (m)	Tensión min. (V)	Cos phi	I máx adm.						Caída de tensión						
								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	9900	1	9900	20	869,52	1	Cu	65,096	13,65	17,067	20	31,85	46,1825	0,21%	5,743	6	1,748	0,20%	29,83

18.- Cálculo CC String 2

Cálculo de la Línea: Generador FV

- Tensión de servicio: 400V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 25 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0.08;
- Potencia activa: 15 kW.
- Potencia aparente generador: 18,75 kVA.

$$I = C_g \times S_g \times 1000 / (U \cdot \cos\phi) = 27,06 \text{ A. (Ib).}$$

Se eligen conductores Unipolares 4X6+TT6mm²Cu

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 40°C (Fc=1) 44,00 A **(IZ)**. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 58,92° (Temperatura para XLPE 90 °C)

e(parcial)= 3,2 V=0.8 %

e(total)= 0.8% ADMIS (1.5% MAX.)

Prot. Térmica:

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

Protección diferencial:

Inter. Dif. tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Contactador: 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 ²)	I.Cálcul o (A) IB	I.Adm. (A) IZ	C.T.Par c. (%)	C.T.Tot al (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
Generador FV	15.000	25	2x6+TTx6Cu	27.06	44	0.8	0.8	25

21.- CGMP

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	I _{kmaxi} (kA)	P de C (kA)	I _{kmaxf} (kA)	I _{kminf} (A)	Curva válida, xln	L _{máxi} ma (m)	Fase
INVERSOR 1	25	2x6+TTx6Cu	2.615	6	1.079	516.44	25;C		R

22.- Cortocircuito

CAÍDA DE TENSION TOTAL MÁS DESFAVORABLE ACUMULADA:

String más desfavorable: String C.C. 0,28%

Línea desde Inversor a Cuadro AC: 0.8 %

$$0,28\% + 0.8\% = 0.36 < 3 \%$$

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:

0,105464 kN/m ²	GPP PANEL
0,192353 kN/m ²	GPP Estructuras de Hormigón

23.- Peso de la Instalación

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/m². 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 ²]	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 ⁽¹⁾
F	Cubiertas transitables accesibles sólo privadamente ⁽²⁾			1	2
G	Cubiertas accesibles únicamente para conservación ⁽³⁾	G1 ⁽⁷⁾	Cubiertas con inclinación inferior a 20°	1 ⁽⁴⁾⁽⁶⁾	2
			Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado) ⁽⁵⁾	0,4 ⁽⁴⁾	1
		G2	Cubiertas con inclinación superior a 40°	0	2

19.-Valores Sobrecargas según categoría

Sobrecarga por paneles y estructura

Los paneles que van a formar la instalación tienen un peso unitario de 27,8 kg y unas dimensiones de 2278X1134X35. El área que ocupará cada uno de los paneles sobre la cubierta es de 2,58 m² 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 10,76 kg/m² (0,105464kN/m²).

La estructura elevada que servirá de unión entre la cubierta y los paneles será de bloques de Hormigón, la cual presenta una densidad alta. Cada bloque de esta estructura tiene un peso de 60 Kg y 65Kg respectivamente. Como la disposición de los paneles será horizontal, siendo la zona de anclaje a los laterales, a cada agrupación de 7, 2 y 1 paneles le corresponderán 8, 3 y 2 bloques respectivamente, con un peso total de 2.690 kg. Como este peso se va a distribuir de forma uniforme por el área que ocupa toda la cubierta (137.05m²), la cubierta soportará un peso de 19,627873 kg/m², o lo que es lo mismo, 0,192353 kN/m².

Por tanto, la carga total de la cubierta será: 0,105464 + 0, 192353 kN/m² = 0.297817 kN/m².

Como se ha podido comprobar, no se supera los 0,4 kN/m² 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_e)

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_e 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:

- δ = Densidad del aire (1,184kg/m³)
- v_b = Velocidad básica del viento según zona geográfica, atendiendo al del CTE DB AE



20.-Mapa Zonas de la Península según Viento

Como la instalación se va a efectuar en la provincia de Alicante, 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 0,45 kN/m².

Coefficiente 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

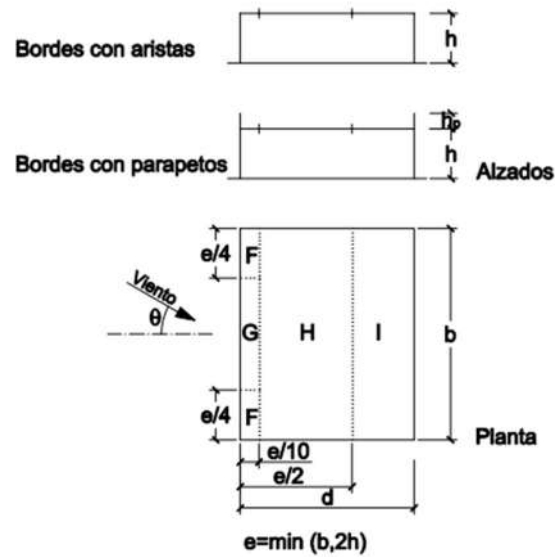
21.- Coeficientes según Grado de Aspereza

Como la instalación se va a efectuar en Zona urbana en general, industrial o forestal (grado de aspereza IV) y una altura de 12 m, tenemos un coeficiente de exposición de 1,9.

Coefficiente 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 10° y el grado de obstrucción de 0. En este caso, considerando la dirección de viento entre -45 y +45°, escogemos la siguiente tabla y estudiaremos el caso más desfavorable (Borde sin Aristas).

Tabla D.4 Cubiertas planas



22.- Tipo de cubierta de la Instalación

	h_p/h	A (m ²)	Zona (según figura), $-45^\circ < \theta < 45^\circ$			
			F	G	H	I
Bordes con aristas		≥ 10	-1,8	-1,2	-0,7	0,2 -0,2
		≤ 1	-2,5	-2,0	-1,2	0,2 -0,2
Con parapetos	0,025	≥ 10	-1,6	-1,1	-0,7	0,2 -0,2
		≤ 1	-2,2	-1,8	-1,2	0,2 -0,2
	0,05	≥ 10	-1,4	-0,9	-0,7	0,2 -0,2
		≤ 1	-2,0	-1,6	-1,2	0,2 -0,2
0,10	≥ 10	-1,2	-0,8	-0,7	0,2 -0,2	
	≤ 1	-1,8	-1,4	-1,2	0,2 -0,2	

Nota: Se considerarán cubiertas planas aquellas con una pendiente no superior a 5°

23.- Coeficientes cubierta de la Instalación

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

ZONA H	ZONA I
C _p = -0,7	C _p = 0,2
C _s = -1.2	C _s = -0,2

24.- cálculos Presión estática del Viento I

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

ZONA H	ZONA I
$q_{ep} = 0,45 \cdot 1,9 \cdot -0,7 = 0,5985 \text{ kN/m}^2$	$q_{ep} = 0,45 \cdot 1,9 \cdot 0,2 = 0,171 \text{ kN/m}^2$
$q_{es} = 0,45 \cdot 1,9 \cdot -1,2 = -1,026 \text{ kN/m}^2$	$q_{es} = 0,45 \cdot 1,9 \cdot -0,2 = -0,171 \text{ kN/m}^2$

25.-cálculos Presión estática del Viento 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:

- μ = Coeficiente de forma

- S_k = Valor característico de la carga de nieve sobre el terreno

horizontal Coeficiente de forma (μ)

El coeficiente de forma se toma como valor de 1, acorde al punto 2 del apartado 3.5.3 de la norma. 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°”

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.



24.- Mapa Tipo de zona de clima invernal de la Península

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	-	-	-	-	-

25.-Coeficientes Clima Invernal según Zona

En el caso de este proyecto, al situarse la provincia de Alicante (ZONA 5) y situarse a una altitud 220 m, se adopta un valor de $S_k = 0,3 \text{ kN/m}^2$.

Como valor de carga de nieve final, se

$$\text{obtiene: } q_n = 1 \cdot 0,3 = 0,3 \text{ kN/m}^2$$

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.

Elche, a septiembre de 2024

Fdo.

Antonio Samuel Calderón Zamora

Sistema Conectado a la Red: Parámetros de la simulación

Proyecto: INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO DE 15 KWN SOBRE CUBIERTA EN ZONA RESIDENCIAL EN LA NUCIA (ALICANTE)

Lugar Geográfico: LA NUCIA **País:** España

Ubicación: Latitud 38,59 ° Longitud -0,13 °
 Hora definida como Hora Legal Huso hor. UT+1 Altitud 220 m
 Albedo 0.20

Datos Climatológicos: LA NUCIA, Síntesis datos por hora

Parámetros de la simulación

Orientación panel Inclinación 10 ° Acimut: -35 °
Perfil Obstáculos Sin Perfil de obstáculos
Sombras Cercanas Sombreado lineal

Características generador FV

Módulo FV Si-mono Modelo JA SOLAR 550 W
 Pot. Unit. 550 Wp
 Número de módulos FV En serie 17,50 módulos
 Nº de Series 2
 Nº total de módulos FV Nº Módulos 35
 Potencia global generador Nominal (STC) 19.250 Wp
 Vmpp 734 V
 Impp 25,57 A
 Superficie total Sup. Módulos 90,45 m²

26.-Resumen de la Instalación Fotovoltaica 1. Datos del promotor, ubicación y Módulos Fotovoltaicos.

Inversor

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

Características: Tensión Func. 200-1100 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/m²K Uv Viento 0.0 W/m²K/m/s
 Temp. Oper. Nom. Cél. (G=800W/m², Tamb=20°C, Vel. Viento=1m/s) TONC 45 °C

Pérdida Óhmica en el Cableado Res. Global generador 28 mOhn 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)

27.-Resumen de la Instalación Fotovoltaica 2. Datos del Inversor

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. 10 °

acimut -35 °

Modelo JA SOLAR 550 W

Pnom 550 Wp

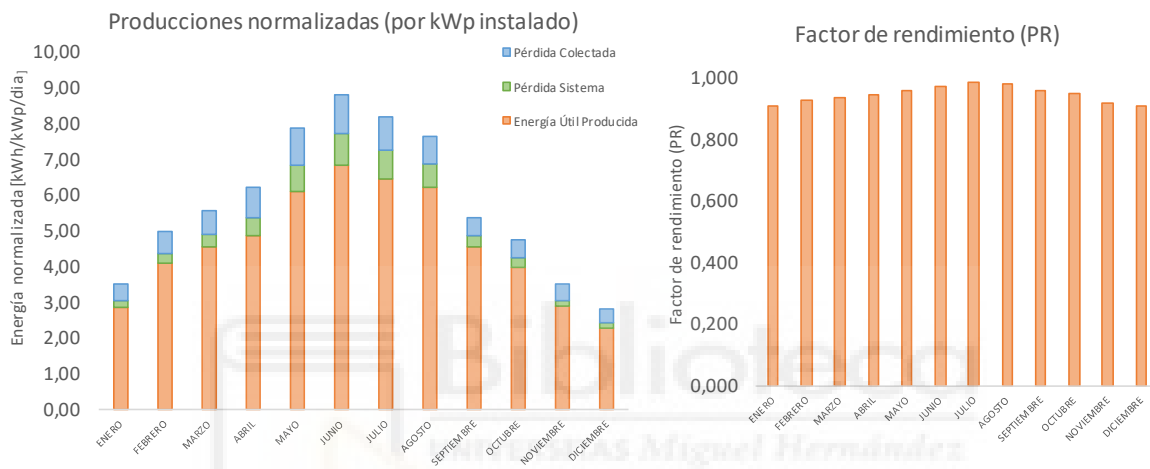
Nº Módulos 35

Pnom Total 19.250 Wp

Modelo HUAWEI SUN2000-15KTL-M5

Pnom 15 kW AC

Carga ilimitada (red)



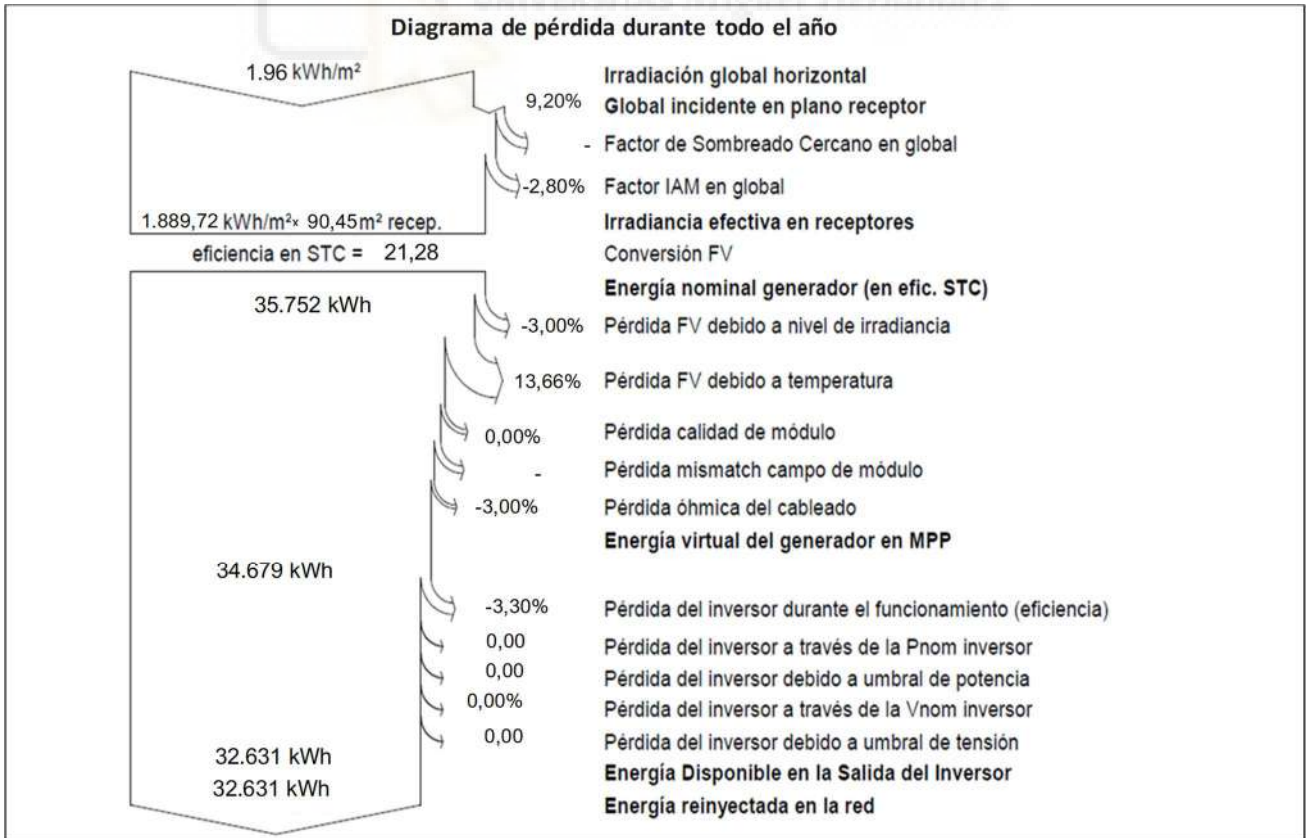
28.-Resumen de la Instalación Fotovoltaica 3. Sombras, Producción y Rendimientos.

BALANCES Y RESULTADOS PRINCIPALES

	H(kWh/m ² -mes)	K	I(kWh/m ² -mes)	H.S.P	PR	Ep (kWh/d)	Cm (kWh/d)	Producción (kWh/mes)	Consumo (kWh/mes)
ENERO	106,85	1,214	129,67	3,45	0,91	55	79	1.704	2.440
FEBRERO	134,97	1,314	177,38	4,82	0,93	79	59	2.203	1.654
MARZO	161,4	1,142	184,33	5,21	0,94	88	90	2.725	2.795
ABRIL	171,13	1,307	223,67	5,70	0,94	94	87	2.819	2.598
MAYO	221,39	0,998	220,94	7,14	0,96	117	131	3.637	4.053
JUNIO	233,2	0,977	227,9	7,77	0,97	132	74	3.950	2.233
JULIO	227,26	0,949	215,61	7,33	0,98	124	120	3.854	3.722
AGOSTO	216,4	0,799	172,98	6,98	0,98	120	154	3.714	4.763
SEPTIEMBRE	159,33	0,929	148,09	5,31	0,96	88	197	2.627	5.913
OCTUBRE	141,61	1,033	146,29	4,57	0,95	77	154	2.375	4.759
NOVIEMBRE	104,76	1,246	130,55	3,49	0,92	55	110	1.664	3.297
DECIEMBRE	90,16	1,282	115,63	2,91	0,91	44	55	1.360	1.711
TOTAL								32.631,15	39.939,56

- 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 (PR)** Rendimiento de la instalación
- Ep (kWh/d)** Energía media diaria producida
- Cm (kWh/d)** Consumo medio diario
- P(kWp)** Potencia de la instalación

29.-Resumen de la Instalación Fotovoltaica 4. Producción y Consumos por meses



30.-Resumen de la Instalación Fotovoltaica 5. Diagrama de Pérdidas.



Biblioteca

UNIVERSIDAD Miguel Hernández

PRESUPUESTO

PRESUPUESTO N°: CLINICA LA NUCIA

FECHA: 09/2024

INSTALACION FOTOVOLTAICA DE 19,25 kWp
PARA AUTOCONSUMO - LA NUCÍA

Datos del Cliente	
Nombre o Razón Social:	TRIONDACONS S.L.
CIF:	B54598560
Dirección:	CALLE SERRA DE FONTANELLA, N° 13.
Localidad:	LA NUCÍA. ALICANTE
CP:	03530
Provincia:	ALICANTE

REFERENCIA/DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
1. PANELES SOLARES + OPTIMIZADORES	UD	€/ud	
MÓDULO FOTOVOLTAICO JA SOLAR 550 W MBB/HC/BS MONOCRIST 144 CELULAS: Suministro de módulo fotovoltaico monocristalino de 550 W enmarcado en aluminio anodizado y con vidrio templado que garantiza una gran durabilidad. OPTIMIZADOR SMART PV HUAWEI MERC-1100WP: Compatible con Inversor Huawei SUN2000 15 KTL-M5	35,0	217,90 €	7.626,50 €
2. INVERSOR	UD	€/ud	
INVERSOR TRIFÁSICO RED HUAWEI SUN2000 15KTL-M5 15KW: Suministro de inversor trifásico de conexión a red HUAWEI SUN2000 15 KTL M5 con 15 kW de potencia. Cuenta con 2 MPPT y 4 entradas totales, pudiendo dividir el campo FV en dos strings diferentes.	1,0	1.800,00 €	1.800,00 €
3. MONITORIZACION + SMART DONGLE WLAN + FE	UD	€/ud	
Smart Power Sensor DDSU666-H: Suministro de sistema de monitorización monofásico SMART ENERGY METER. Permite un monitoreo en tiempo real de la instalación, tanto de consumo como de producción, para conocer en todo momento el balance energético de la misma. Configurable para inyección cero.	1,0	220,00 €	220,00 €
4. ESTRUCTURA SOLARBLOC 10º	UD	€/ud	
ESTRUCTURA DE HORMIGÓN PARA MONTAJE DE PANELES 2,279 X 1,134: Suministro de estructura de hormigón. Incluido todo lo necesario para la instalación de los paneles. 23011.1: 21 X 18,37€ 23011.2: 13 X 21,99€ 23011.3: 10 X 22,10€	1,0	892,64 €	892,64 €
5. PARTE DE CORRIENTE CONTINUA	UD	€/ud	
ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PARA PARTE DE CORRIENTE CONTINUA: Suministro de elementos de la parte de continua que va desde los paneles fotovoltaicos hasta el inversor. En esta sección se engloban los fusibles y portafusibles, los seccionadores, cajas de protección, cable solar de cobre ZZ -F (AS) 1,8kV 2X6+TT6mm ² , MC4 y sobretensiones.	1,0	508,54 €	508,54 €
6. PARTE DE CORRIENTE ALTERNA	UD	€/ud	
ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PARA PARTE DE CORRIENTE ALTERNA: Suministro de elementos de la parte de alterna que va desde el inversor hasta el CGMP. En esta sección se engloba el IAM de 32A poder de corte de 6kA y diferencial de 40A Clase AC 30mA, cable de cobre para alterna RZ1 -K 0,6/1KV 4X6 +TT 6 mm ² , cajas de protección, protección de sobretensiones, conectores y corrugados.	1,0	2.150,00 €	2.150,00 €
7. MANO DE OBRA	UD	€/ud	
MANO DE OBRA DE LA INSTALACIÓN: Colocación de todos los equipos en su debido lugar, así como el conexionado oportuno, garantizando su correcta instalación.	1,0	1.895,52 €	1.895,52 €
8. MARCHA, LEGALIZACION Y AYUDAS	UD	€/ud	
PUESTA EN MARCHA DE LA INSTALACIÓN MÁS LEGALIZACIÓN: Configuración y puesta en marcha de todos los equipos instalados así como los ya existentes para garantizar tanto su monitorización constante como su buen funcionamiento. Legalización de la instalación ante industria. Incluye solicitud de ayudas	1,0	500,00 €	500,00 €
9. TRANSPORTES ASOCIADOS AL MATERIAL	UD	€/ud	
Incluye el transporte de todos los materiales hasta el lugar de la instalación y la grua elevadora LIEBHERR LTM 1070-4.1	1,0	1.158,82 €	1.158,82 €

LAS TASAS ADMINISTRATIVAS NO ESTAN INCLUIDAS.

FORMA DE PAGO: 50 % A LA ACEPTACIÓN DEL PRESUPUESTO, 30 % TRAS LA PRESENTACIÓN ANTE EL AYUNTAMIENTO Y EL 20% A LA PUESTA EN MARCHA DE LA INSTALACIÓN.

Firma:

Acepto y consiento que los datos solicitados mediante este documento sean utilizados con fines publicitarios

Fdo.:

SI
NO Fecha:
CONFORME EL CLIENTE

Resumen del presupuesto			
IMPORTE	BASE IMPONIBLE	I.V.A.	TOTAL
16.752,02 €	16.752,02 €	3.517,92 €	20.269,94 €

LA PRESENTE PRESUPUESTO EXCLUYE TODOS AQUELLOS COSTES DERIVADOS DE OBTENCIÓN DE LICENCIAS, TRABAJOS DE ADAPTACIÓN PARA LOS PERMISOS DE ACCESO Y CONEXIÓN, OCA, AVALES, PAGO DE TASAS ADMINISTRATIVAS E ICIO, VISADO DEL PROYECTO Y OTROS TRABAJOS NO DEMANDADOS EN EL PRESENTE DOCUMENTO

El importe total estimado del presupuesto del proyecto asciende a **(16.752,02 €) DIECISÉIS MIL SETECIENTOS CINCUENTA Y DOS CON DOS CENTIMOS DE EURO.**



Elche, septiembre de 2024

Fdo.

Antonio Samuel Calderón Zamora



ANEXOS

FICHAS TÉCNICAS

del Hernández



Active Safety

AI Powered Arcing Protection



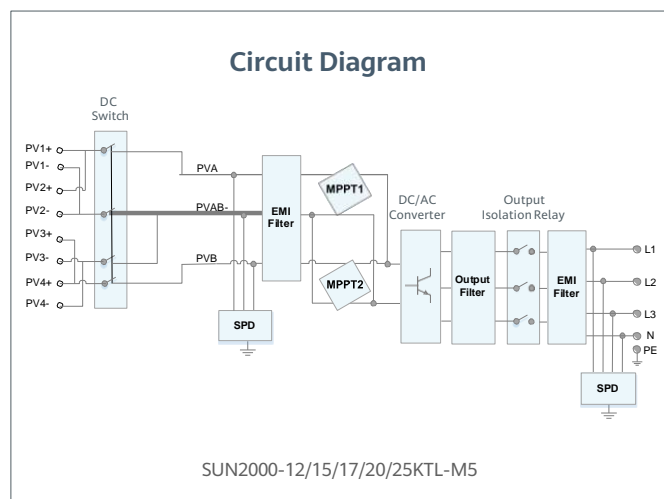
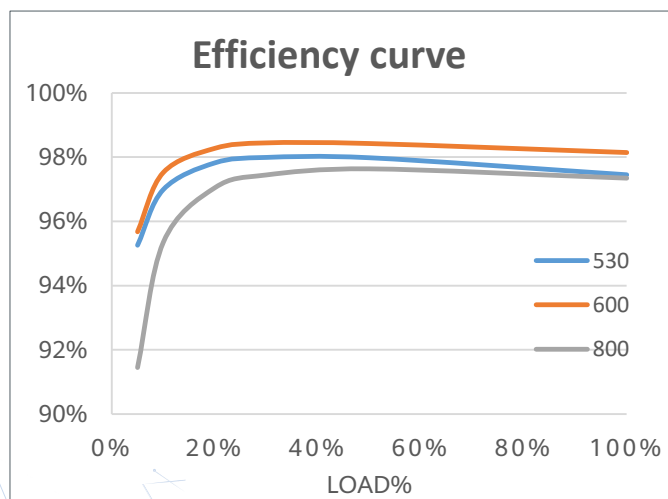
Higher Yields

Up to 30% More Energy with Optimizer



Flexible Communication

WLAN, Fast Ethernet, 4G
 Communication Supported



SUN2000-12/15/17/20/25KTL-M5 Technical Specification

Technical Specification	SUN2000 -12KTL-M5	SUN2000 -15KTL-M5	SUN2000 -17KTL-M5	SUN2000 -20KTL-M5	SUN2000 -25KTL-M5
-------------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------

Efficiency

Max. efficiency	98.4%	98.4%	98.4%	98.4%	98.4%
European weighted efficiency	97.9%	98.0%	98.1%	98.1%	98.2%

Input

Recommended max. PV power ¹	18,000 Wp	22,500 Wp	25,500 Wp	30,000 Wp	37,500 Wp
Max. input voltage ²	1100 V				
Full-load MPPT voltage range	370V~800V	410V~800V	440V~800V	480V~800V	530~800V
MPPT Operating voltage range ³	200 V ~ 1000 V				
Start-up voltage	200 V				
Rated input voltage	600 V				
Max. input current per MPPT	30 A (two string) / 20 A (single string)				
Max. short-circuit current	40 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	25,000 W
Max. apparent power	13,200 W	16,500 VA	18,700 VA	22,000 VA	27,500 VA
Rated output voltage	220 Vac / 380 Vac, 230 Vac / 400 Vac, 239.6 Vac / 415Vac, 3W + N + PE				
Rated AC grid frequency	50 Hz / 60 Hz				
Max. output current	18.2A/380Vac 17.3A/400Vac 16.7A/415Vac	25.2A/380Vac 23.9A/400Vac 23.1A/415Vac	28.6A/380Vac 27.1A/400Vac 26.1A/415Vac	33.6A/380Vac 31.9A/400Vac 30.8A/415Vac	42.0A/380Vac 39.9A/400Vac 38.5A/415Vac
Adjustable power factor	0.8 leading ... 0.8 lagging				
Max. total harmonic distortion	≤ 3 %				

Features & Protections

Overvoltage Category	PV II/AC III
Input-side disconnection device	Yes
Anti-islanding protection	Yes
AC over-current protection	Yes
DC reverse-polarity protection	Yes
String fault detection	Yes
DC surge protection	TYPE II
AC surge protection	CLASS II
Residual current monitoring unit	Yes
Arc fault protection	Yes
Ripple control	Yes
Integrated PID recovery ⁴	Yes

General Data

Operation temperature range	-25 ~ + 60 °C (-13 °F ~ 140 °F)
Relative humidity	0 % RH ~ 100% RH
Max. operating altitude	0 ~ 4,000 m (13,123 ft.) (Derating above 2000 m)
Cooling	Smart air cooling
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)	21kg (46.4 lb)
Dimensions (W x H x D) (incl. mounting plate)	546 x 460 x 228mm (21.5 x 18.1 x 9.0 inch)
Degree of protection	IP66

Optimizer Compatibility

DC MBUS compatible optimizer	SUN2000-450W-P, SUN2000-450W-P2, SUN2000-600W-P, SUN2000-1300W-P, SUN2000-1100W-P
------------------------------	---

Standard Compliance (more available upon request)

Safety	EN/IEC 62109-1, EN/IEC 62109-2
Grid connection standards	G99, EN 50549, CEI 0-21, CEI 0-16, VDE-AR-N-4105, VDE-AR-N-4110, C10/11, ABNT, VFR 2019, UNE 217001, UNE 217002, RD 244, TOR D4, IEC61727, IEC62116

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

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

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

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

DEEP BLUE 3.0

Mono

555W MBB Half-cell Module
JAM72S30 530-555/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

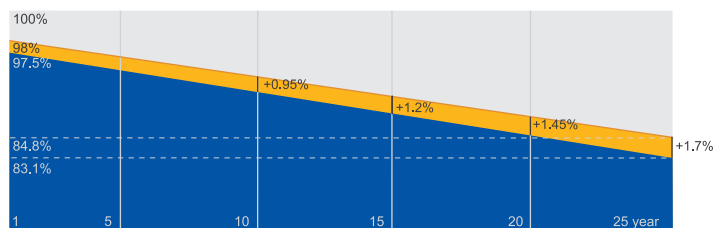


Better mechanical loading tolerance

Superior Warranty

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

0.55% Annual Degradation Over 25 years



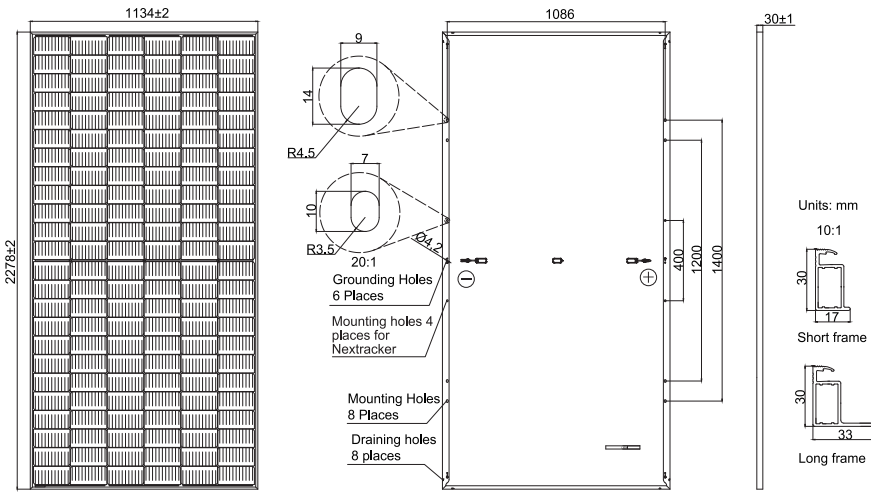
■ New linear power warranty ■ Standard module linear power warranty

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



Remark: customized frame color and cable length available upon request

SPECIFICATIONS

Cell	Mono
Weight	27.8kg
Dimensions	2278±2mm×1134±2mm×30±1mm
Cable Cross Section Size	4mm ² (IEC) , 12 AWG(UL)
No. of cells	144(6×24)
Junction Box	IP68, 3 diodes
Connector	MC4-EVO2/ QC 4.10-351
Cable Length (Including Connector)	Portrait: 200mm(+)/300mm(-); Landscape: 1300mm(+)/1300mm(-)
Packaging Configuration	36pcs/Pallet 720pcs/40HQ Container

ELECTRICAL PARAMETERS AT STC

TYPE	JAM72S30 -530/MR	JAM72S30 -535/MR	JAM72S30 -540/MR	JAM72S30 -545/MR	JAM72S30 -550/MR	JAM72S30 -555/MR
Rated Maximum Power(Pmax) [W]	530	535	540	545	550	555
Open Circuit Voltage(Voc) [V]	49.30	49.45	49.60	49.75	49.90	50.02
Maximum Power Voltage(Vmp) [V]	41.31	41.47	41.64	41.80	41.96	42.11
Short Circuit Current(Isc) [A]	13.72	13.79	13.86	13.93	14.00	14.07
Maximum Power Current(Imp) [A]	12.83	12.90	12.97	13.04	13.11	13.18
Module Efficiency [%]	20.5	20.7	20.9	21.1	21.3	21.5
Power Tolerance	0~+5W					
Temperature Coefficient of Isc(α _{Isc})	+0.045%/°C					
Temperature Coefficient of Voc(β _{Voc})	-0.275%/°C					
Temperature Coefficient of Pmax(γ _{Pmp})	-0.350%/°C					
STC	Irradiance 1000W/m ² , cell temperature 25°C, AM1.5G					

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

ELECTRICAL PARAMETERS AT NOCT

TYPE	JAM72S30 -530/MR	JAM72S30 -535/MR	JAM72S30 -540/MR	JAM72S30 -545/MR	JAM72S30 -550/MR	JAM72S30 -555/MR
Rated Max Power(Pmax) [W]	401	405	408	412	416	420
Open Circuit Voltage(Voc) [V]	46.18	46.31	46.43	46.55	46.68	46.85
Max Power Voltage(Vmp) [V]	38.57	38.78	38.99	39.20	39.43	39.66
Short Circuit Current(Isc) [A]	11.01	11.05	11.09	11.13	11.17	11.21
Max Power Current(Imp) [A]	10.39	10.43	10.47	10.51	10.55	10.59
NOCT	Irradiance 800W/m ² , ambient temperature 20°C,wind speed 1m/s, AM1.5G					

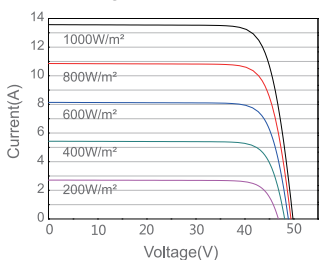
*For NexTracker installations, Maximum Static Load, Front is 1800Pa while Maximum Static Load, Back is 1800Pa.

OPERATING CONDITIONS

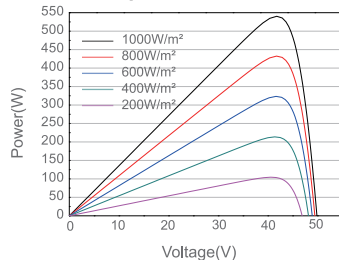
Maximum System Voltage	1000V/1500V DC
Operating Temperature	-40°C~+85°C
Maximum Series Fuse Rating	25A
Maximum Static Load,Front* Maximum Static Load,Back*	5400Pa(112lb/ft ²) 2400Pa(50lb/ft ²)
NOCT	45±2°C
Safety Class	Class II
Fire Performance	UL Type 1

CHARACTERISTICS

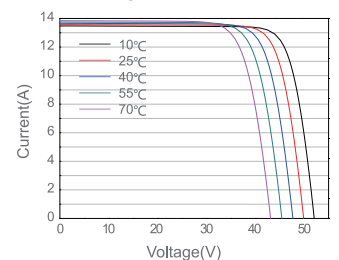
Current-Voltage Curve JAM72S30-540/MR



Power-Voltage Curve JAM72S30-540/MR

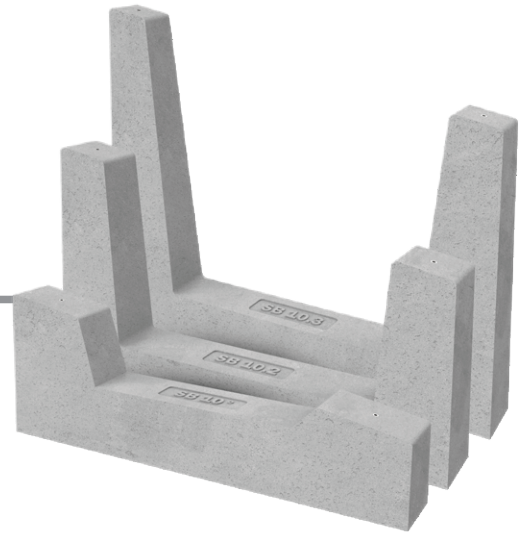


Current-Voltage Curve JAM72S30-540/MR



SISTEMA: VELA 10°

ART. 23010/.2/.3



Material	El material principal de los balastos SUN BALLAST® es el hormigón, que permite un bajo desgaste con el paso del tiempo y la capacidad de soportar incluso las perturbaciones más intensas y las diferentes condiciones climáticas		
Accesorios compatibles	U-Block (23030.CRP), Funda protectora de goma (KGN23115), Cablowind (CW.CABLOWIND.95 - CW.CABLOWIND.165 - CW.CABLOWIND.185), No-Flex (K23712), Lamina de union para sistema a vela (23811)		
Aplicación	Cualquier tipo de tejado plano con una pendiente de máx. 5°, sobre el suelo, sobre tierra batida o superficies pavimentadas		
Ángulo de Inclinación	10 °	Posicionamiento del módulo	Horizontal

Lastre Art. 23010

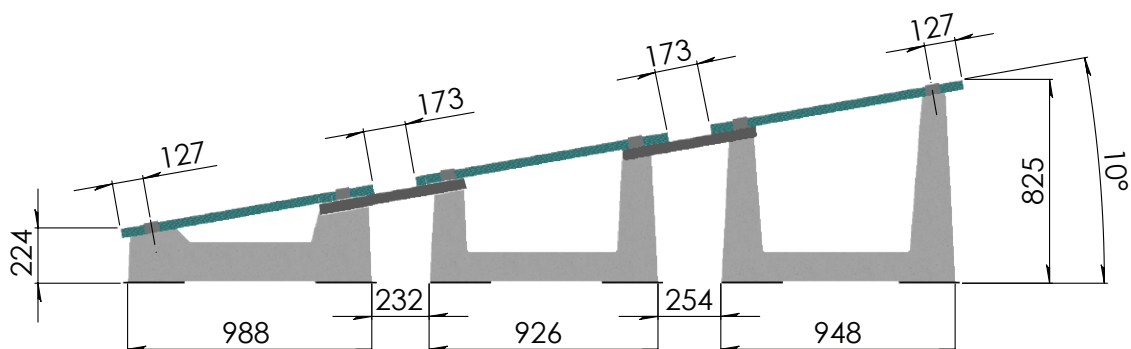
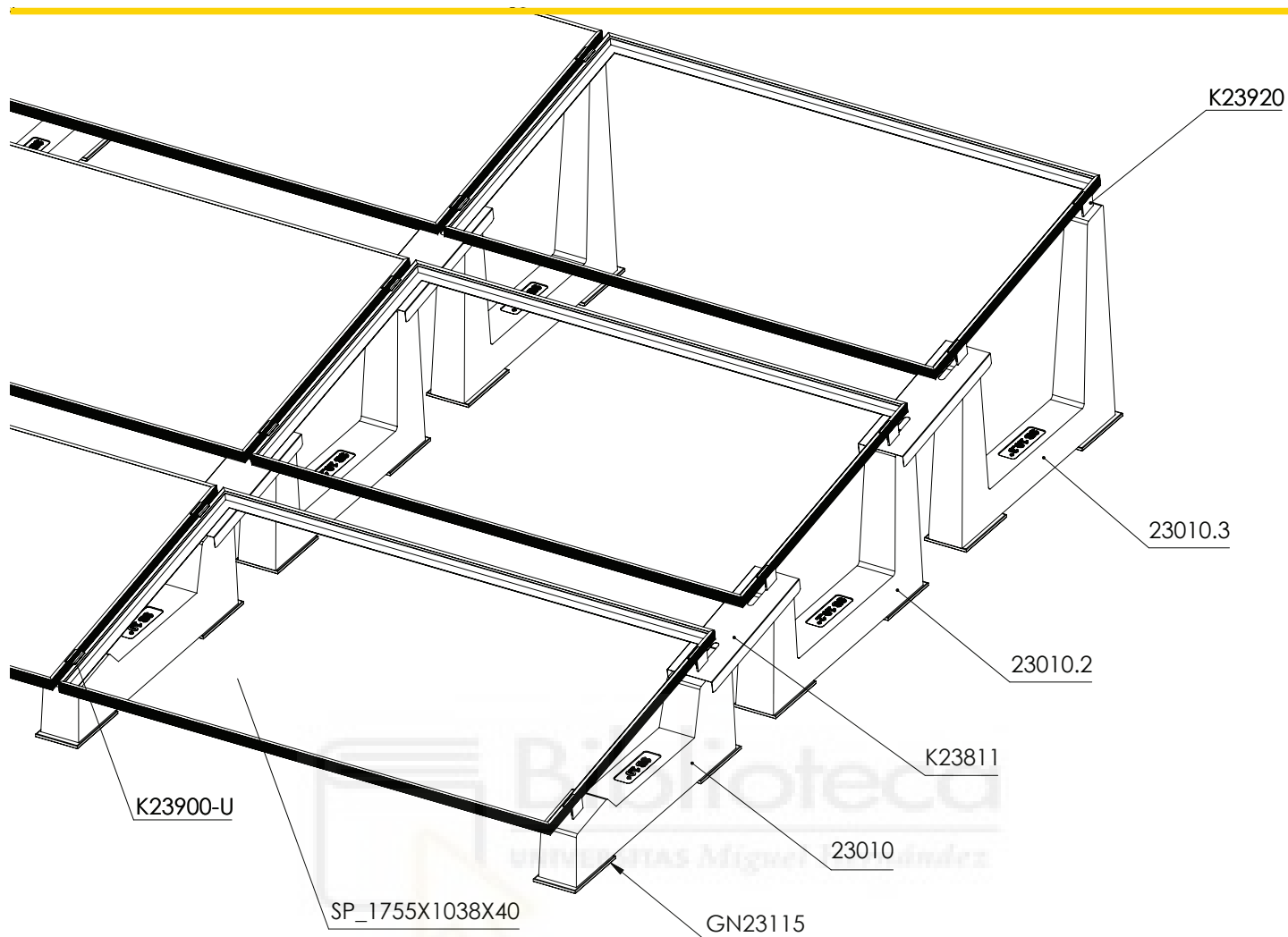
Peso de lastre	60 kg	Dimensiones del paleta	100 cm x 73 cm h = 67 cm
Cantidad por palet	10 piezas	Peso del palet	630 kg

Lastre Art. 23010.2

Peso de lastre	60 kg	Dimensiones del paleta	109 cm x 56 cm h = 72 cm
Cantidad por palet	8 piezas	Peso del palet	510 kg

Lastre Art. 23010.3

Peso de lastre	65 kg	Dimensiones del paleta	112 cm x 77 cm h = 66 cm
Cantidad por palet	8 piezas	Peso del palet	557 kg



INFO

- El par de apriete aplicado debe referirse a la norma mecánica conforme al tornillo en uso, con tornillos de acero inoxidable M8 utilice un par de apriete de 12 - 14 Nm.
- Evite las llaves de impacto.
- Consulte siempre la información facilitada en la hoja de instalación del fabricante del panel.
- Siga las instrucciones de instalación de Sun Ballast®.
- Las dimensiones indicadas están en milímetros.
- Para más información, visite www.sunballast.es

LASTRE 10°

ART. 23010

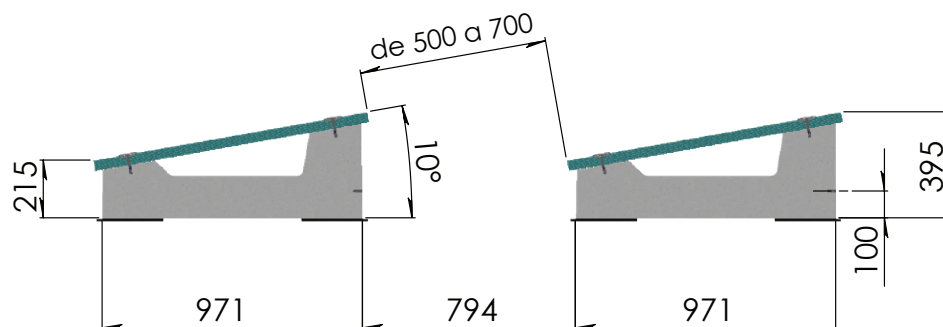


Material	El material principal de los balastos SUN BALLAST® es el hormigón, que permite un bajo desgaste con el paso del tiempo y la capacidad de soportar incluso las perturbaciones más intensas y las diferentes condiciones climáticas		
Accesorios compatibles	U-Block (23030.CRP), Funda protectora de goma (KGN23115), Cablowind (CW.CABLOWIND.95 - CW.CABLOWIND.165 - CW.CABLOWIND.185), No-Flex (K23712), Lamina de union para sistema a vela (23811)		
Aplicación	Cualquier tipo de tejado plano con una pendiente de máx. 5°, sobre el suelo, sobre tierra batida o superficies pavimentadas		
Ángulo de Inclinación	10 °	Posicionamiento del módulo	Horizontal

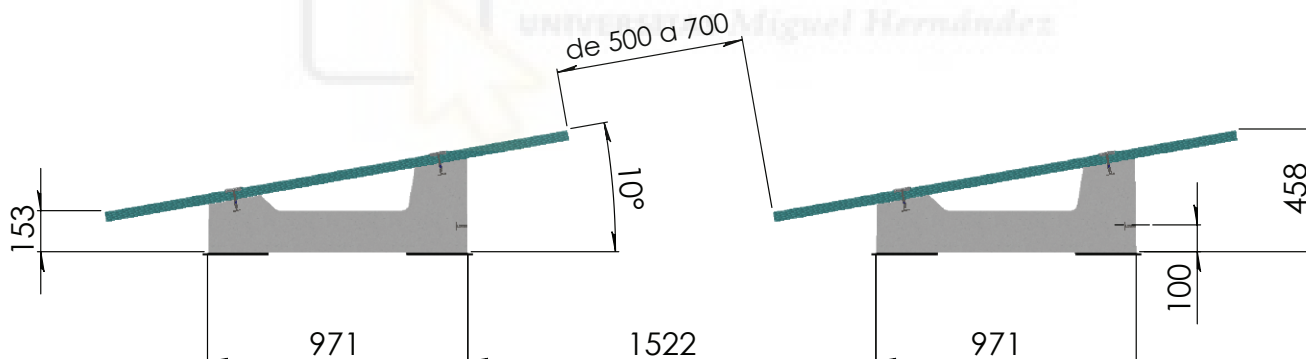
Lastre Art. 23010

Peso de lastre	60 kg	Dimensiones del paleta	100 cm x 73 cm h = 67 cm
Cantidad por palet	10 piezas	Peso del palet	630 kg

COLOCACIÓN HORIZONTAL DE PANEL



COLOCACIÓN VERTICAL DE PANEL

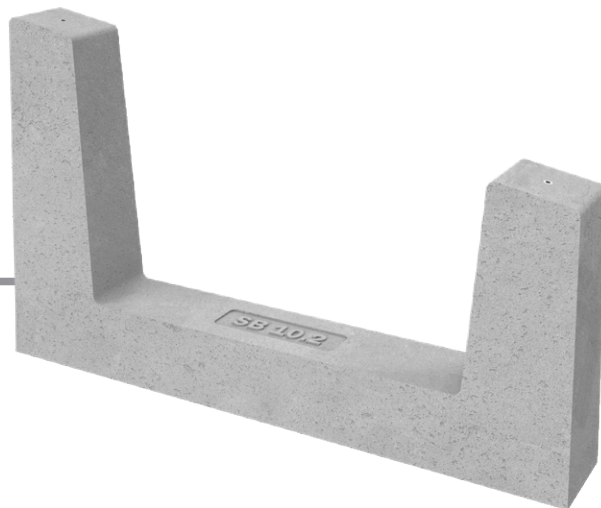


INFO

- El par de apriete aplicado debe referirse a la norma mecánica conforme al tornillo en uso, con tornillos de acero inoxidable M8 utilice un par de apriete de 12 - 14 Nm.
- Evite las llaves de impacto.
- Consulte siempre la información facilitada en la hoja de instalación del fabricante del panel.
- Siga las instrucciones de instalación de Sun Ballast®.
- Las dimensiones indicadas están en milímetros.
- Para más información, visite www.sunballast.es

LASTRE 10°.2

ART. 23010.2

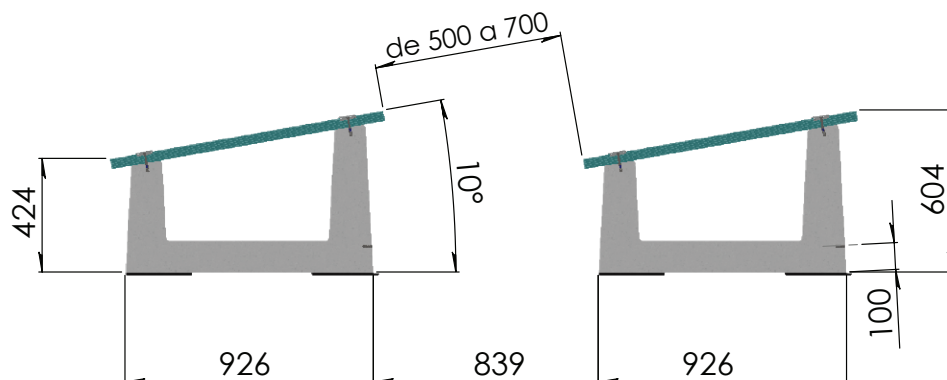


Material	El material principal de los balastos SUN BALLAST® es el hormigón, que permite un bajo desgaste con el paso del tiempo y la capacidad de soportar incluso las perturbaciones más intensas y las diferentes condiciones climáticas		
Accesorios compatibles	U-Block (23030.CRP), Funda protectora de goma (KGN23115), Cablowind (CW.CABLOWIND.95 - CW.CABLOWIND.165 - CW.CABLOWIND.185), No-Flex (K23712), Lamina de union para sistema a vela (23811)		
Aplicación	Cualquier tipo de tejado plano con una pendiente de máx. 5°, sobre el suelo, sobre tierra batida o superficies pavimentadas		
Ángulo de Inclinación	10 °	Posicionamiento del módulo	Horizontal / Vertical

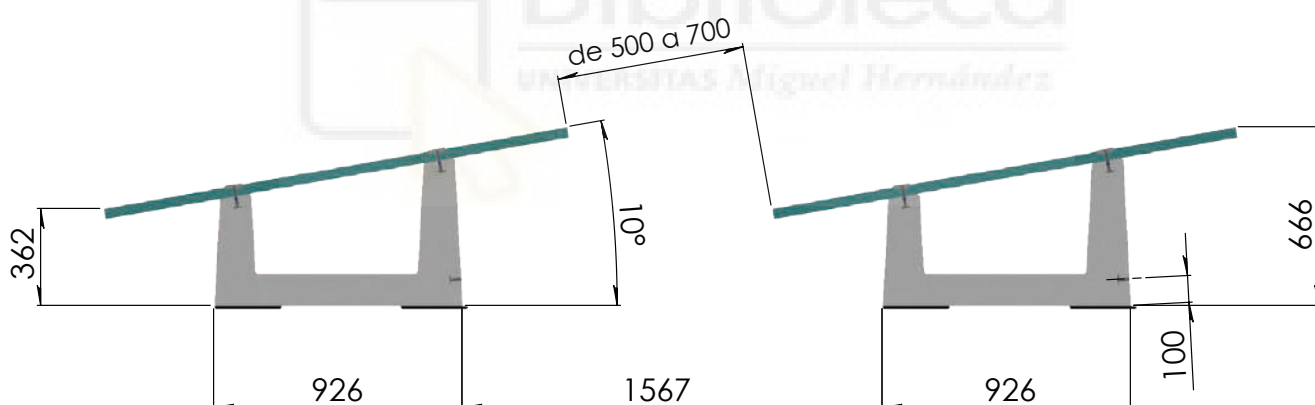
Lastre Art. 23010.2

Peso de lastre	60 kg	Dimensiones del paleta	109 cm x 56 cm h = 72 cm
Cantidad por palet	8 piezas	Peso del palet	510 kg

COLOCACIÓN HORIZONTAL DE PANEL



COLOCACIÓN VERTICAL DE PANEL



INFO

- El par de apriete aplicado debe referirse a la norma mecánica conforme al tornillo en uso, con tornillos de acero inoxidable M8 utilice un par de apriete de 12 - 14 Nm.
- Evite las llaves de impacto.
- Consulte siempre la información facilitada en la hoja de instalación del fabricante del panel.
- Siga las instrucciones de instalación de Sun Ballast®.
- Las dimensiones indicadas están en milímetros.
- Para más información, visite www.sunballast.es

LASTRE 10°.3

ART. 23010.3

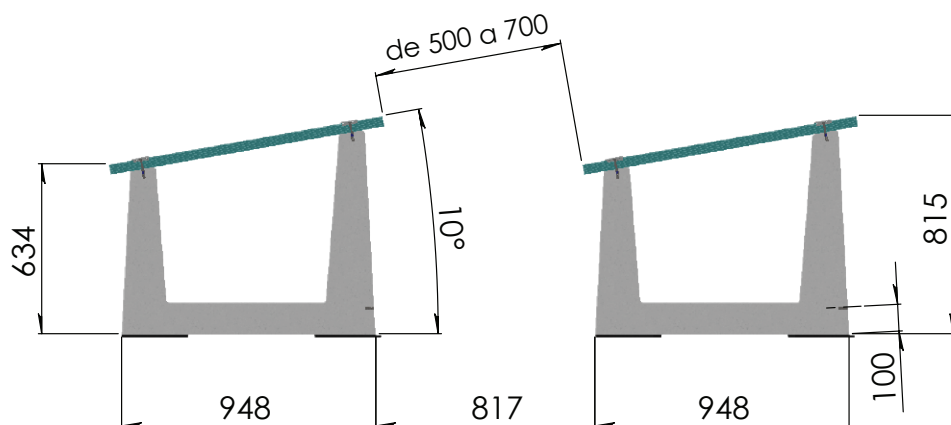


Material	El material principal de los balastos SUN BALLAST® es el hormigón, que permite un bajo desgaste con el paso del tiempo y la capacidad de soportar incluso las perturbaciones más intensas y las diferentes condiciones climáticas		
Accesorios compatibles	U-Block (23030.CRP), Funda protectora de goma (KGN23115), Cablowind (CW.CABLOWIND.95 - CW.CABLOWIND.165 - CW.CABLOWIND.185), No-Flex (K23712), Lamina de union para sistema a vela (23811)		
Aplicación	Cualquier tipo de tejado plano con una pendiente de máx. 5°, sobre el suelo, sobre tierra batida o superficies pavimentadas		
Ángulo de Inclinación	10 °	Posicionamiento del módulo	Horizontal / Vertical

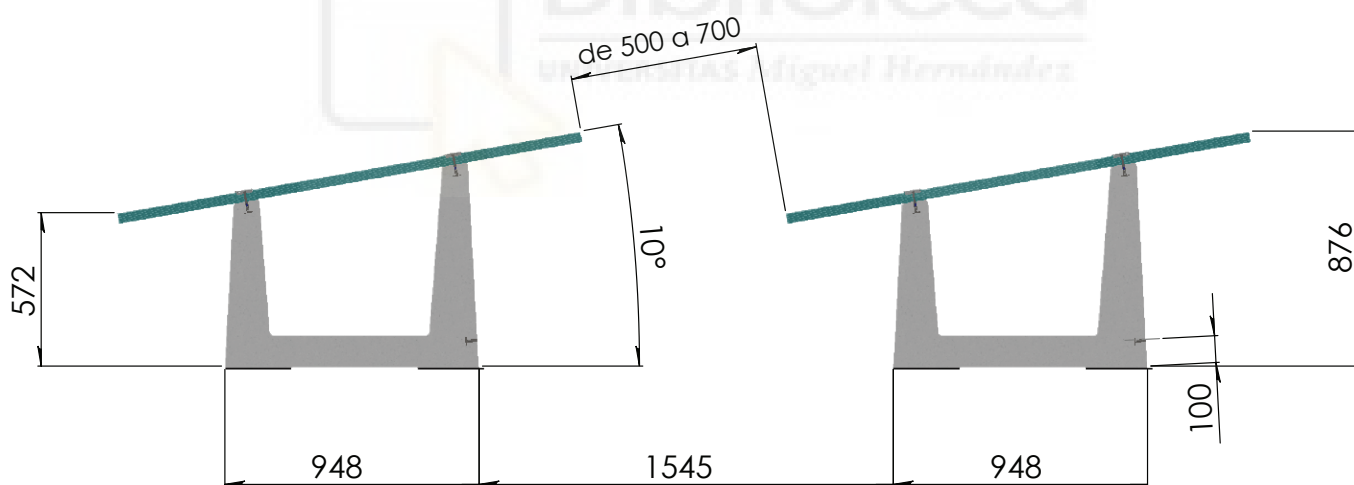
Lastre Art. 23010.3

Peso de lastre	65 kg	Dimensiones del paleta	112 cm x 77 cm h = 66 cm
Cantidad por palet	8 piezas	Peso del palet	557 kg

COLOCACIÓN HORIZONTAL DE PANEL



COLOCACIÓN VERTICAL DE PANEL



INFO

- El par de apriete aplicado debe referirse a la norma mecánica conforme al tornillo en uso, con tornillos de acero inoxidable M8 utilice un par de apriete de 12 - 14 Nm.
- Evite las llaves de impacto.
- Consulte siempre la información facilitada en la hoja de instalación del fabricante del panel.
- Siga las instrucciones de instalación de Sun Ballast®.
- Las dimensiones indicadas están en milímetros.
- Para más información, visite www.sunballast.es

REQUISITOS TÉCNICOS

Designación:	Balasto de hormigón prefabricado no armado. (En el interior hay una varilla de hierro para aumentar la elasticidad mecánica)
Artículo:	Balasto solar (Sistema patentado)

Basic Srl, en la persona de su representante legal, declara que la producción cumple con las normas UNI EN 206 y UNI 11104, las instrucciones y los procedimientos del sistema de gestión de la calidad de conformidad con la norma UNI EN ISO 9001:2015 con certificación TUV.

Cualquier modificación efectuada en el producto a que se refiere la presente declaración sin la autorización del fabricante anula la presente declaración de requisitos técnicos. A continuación se enumeran las características técnicas del producto.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

- Clase de exposición: XC4;
- Clase de resistencia: C32/40;
- Contenido mínimo de cemento 340 kg/m³;
- Clase de resistencia al fuego: Clase 0 (clase italiana) A1 (clase europea con ref. UNI EN 13501-1:2019);
- Profundidad máxima de penetración de H₂O bajo presión 500 kPa: 15 mm;
- Profundidad media de penetración de H₂O bajo presión 500 kPa: 10 mm;
- Tolerancia de peso: ±5%;
- Determinación de la fuerza de extracción del inserto roscado M8 incrustado en el elemento CLS mediante tracción directa de la barra roscada M8 atornillada en él.

Resultados del ensayo de tracción a 15 KN (1530 kg):

- Sin deslizamiento del inserto roscado;
- Fractura de la barra roscada.

Mobilkran • Mobile Crane LTM 1070-4.1

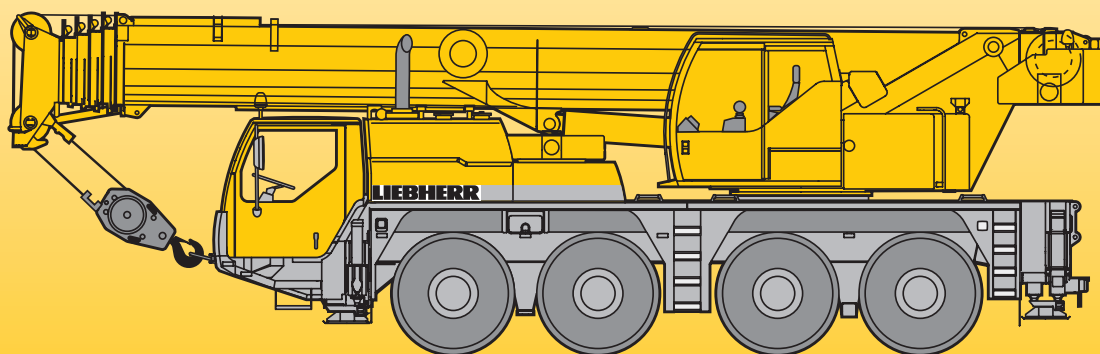
Grue mobile • Autogrù

Grúa mòvil • Мобильный кран

Technische Daten • Technical Data

Caractéristiques techniques • Dati tecnici

Datos técnicos • Технические данные



LIEBHERR

Traglasten am Teleskopausleger

Lifting capacities on telescopic boom

Forces de levage à la flèche télescopique • Portate del braccio telescopico

Tablas de carga con pluma telescópica • Грузоподъемность на телескопической стреле

m	11 – 50 m												m	
	11 m	14,6 m	18,2 m	21,8 m	25,4 m	28,9 m	32,5 m	36,1 m	39,7 m	43,3 m	46,9 m	50 m		
2,5	70												2,5	
3	61	51	51	51									3	
3,5	54	46,5	46,5	46,5	40	33							3,5	
4	48,5	42,5	42,5	42,5	39	32,5	26,3						4	
4,5	44	39	39	39	38	31,5	25,7	20,7					4,5	
5	39,5	35,5	36	36	35,5	31	25,2	20,4	16,9				5	
6	32	30,5	31	31	31	28,9	24,3	19,8	16,6				6	
7	27,1	26,3	26,8	26,9	26,8	27,1	23,3	19,1	16,2	13,1	10,2		7	
8	23,1	22,7	23,1	23,2	23,6	23,1	21,6	17,8	15,8	12,9	10,1	8	8	
9			20,4	20,3	20,7	19,9	18,6	16,6	15	12,6	9,8	7,8	6,6	9
10			17,8	18,1	18,1	17,3	16,3	15,6	14,1	12,1	9,6	7,7	6,6	10
12			13,5	13,9	14	13,7	13	12,6	12	11	9	7,4	6,4	12
14				10,9	11,1	11	10,9	10,3	9,9	9,3	8,3	6,9	6,1	14
16					9	8,9	9	8,7	8,3	8	7,6	6,5	5,7	16
18					7,4	7,6	7,4	7,4	7,2	6,9	6,4	6	5,4	18
20						6,4	6,2	6,3	6,2	5,9	5,7	5,4	5	20
22						5,5	5,3	5,4	5,1	5	4,9	4,6	4,5	22
24							4,7	4,7	4,6	4,4	4,2	3,9	3,9	24
26							4,3	4,1	4,1	3,8	3,6	3,3	3,3	26
28								3,6	3,6	3,3	3,1	2,9	2,8	28
30								3,2	3,1	2,9	2,7	2,4	2,4	30
32									2,7	2,5	2,4	2,1	2,1	32
34										2,2	2	1,8	1,8	34
36										1,9	1,7	1,5	1,5	36
38											1,4	1,2	1,2	38
40											1,2	1	1	40

* nach hinten · over rear · en arrière · sul posteriore · hacia atrás · при выдвинутой назад стреле

TAB 153047 / 153515

m	11 – 50 m												m	
	11 m	14,6 m	18,2 m	21,8 m	25,4 m	28,9 m	32,5 m	36,1 m	39,7 m	43,3 m	46,9 m	50 m		
3	51	51	51										3	
3,5	46	46	46	40	33								3,5	
4	42	42	42	39	32,5	26,3							4	
4,5	38,5	38,5	38,5	38	31,5	25,7	20,7						4,5	
5	35	35,5	35,5	35,5	31	25,2	20,4	16,9					5	
6	30	30,5	30,5	30,5	28,9	24,3	19,8	16,6					6	
7	25,4	25,8	25,9	25,5	23,8	22	19,1	16,2	13,1	10,2			7	
8	21,6	22,3	21,9	21,4	20	18,7	17,6	15,8	12,9	10,1	8		8	
9		19,1	19,2	18,2	17,1	16,2	15,5	14,6	12,6	9,8	7,8	6,6	9	
10		15,8	16,3	15,8	15,2	14,5	13,7	13,1	12,1	9,6	7,7	6,6	10	
12		11,6	12	12,2	11,9	11,5	10,9	10,3	9,6	9	7,4	6,4	12	
14			9,3	9,5	9,7	9,4	9,1	8,6	8,2	7,6	6,9	6,1	14	
16				7,7	7,8	7,6	7,5	7,2	6,8	6,7	6,2	5,7	16	
18				6,5	6,4	6,4	6,4	6,1	6	5,6	5,2	5	18	
20					5,4	5,5	5,3	5,2	5	4,7	4,3	4,2	20	
22					4,6	4,7	4,6	4,4	4,2	4	3,6	3,5	22	
24						4	3,9	3,8	3,6	3,4	3	3	24	
26							3,5	3,4	3,3	3,1	2,9	2,6	2,5	26
28								2,9	2,8	2,6	2,4	2,1	2,1	28
30								2,5	2,4	2,3	2,1	1,8	1,7	30
32									2,1	1,9	1,7	1,5	1,4	32
34										1,6	1,4	1,2	1,1	34
36										1,3	1,2	0,9	0,9	36
38											0,9			38

TAB 153518

Traglasten am Teleskopausleger

Lifting capacities on telescopic boom

Forces de levage à la flèche télescopique • Portate del braccio telescopico

Tablas de carga con pluma telescópica • Грузоподъемность на телескопической стреле

m	11 m		14,6 m		18,2 m		m
	○	●	○	●	○	●	
3	13,9	8,2	14,5	8,9	14,8	9,2	3
3,5	12,3	7,2	12,9	7,8	13,2	8,1	3,5
4	10,9	6,2	11,6	6,9	11,9	7,2	4
4,5	9,8	5,5	10,5	6,1	10,8	6,4	4,5
5	8,8	4,8	9,5	5,5	9,8	5,8	5
6	7,2	3,7	7,9	4,3	8,2	4,7	6
7	5,9	2,8	6,6	3,5	7	3,8	7
8	4,9		5,6	2,8	5,9	3,1	8
9			4,8	2,2	5,1	2,5	9
10			4,1		4,4	2	10
12			3		3,3		12
14					2,5		14

0° = nach hinten · over rear · en arrière · sul posteriore · hacia atrás · при выдвинутой назад стреле

TAB 153200 / 153208

○ Reifengröße · tyre size · dimensions de pneumatiques · dimensioni di pneumatici · tamaño de neumáticos · шины: 16.00 R 25, 20.5 R 25

● Reifengröße · tyre size · dimensions de pneumatiques · dimensioni di pneumatici · tamaño de neumáticos · шины: 14.00 R 25

m	11 m		14,6 m		18,2 m		m
	○	●	○	●	○	●	
3		6,6		6,4			3
3,5		5,4		6,1		5,5	3,5
4	8,4	4,5	8,2	5,1		5,4	4
4,5	7,2	3,8	7,7	4,4	7,2	4,7	4,5
5	6,4		7	3,8	6,9	4,1	5
6	4,8		5,5	2,8	5,9	3,1	6
7	3,8		4,4		4,7		7
8	3		3,6		3,8		8
9			2,9		3,2		9
10			2,3		2,7		10
12					1,7		12

○ Reifengröße · tyre size · dimensions de pneumatiques · dimensioni di pneumatici · tamaño de neumáticos · шины: 16.00 R 25, 20.5 R 25

TAB 153219 / 153228

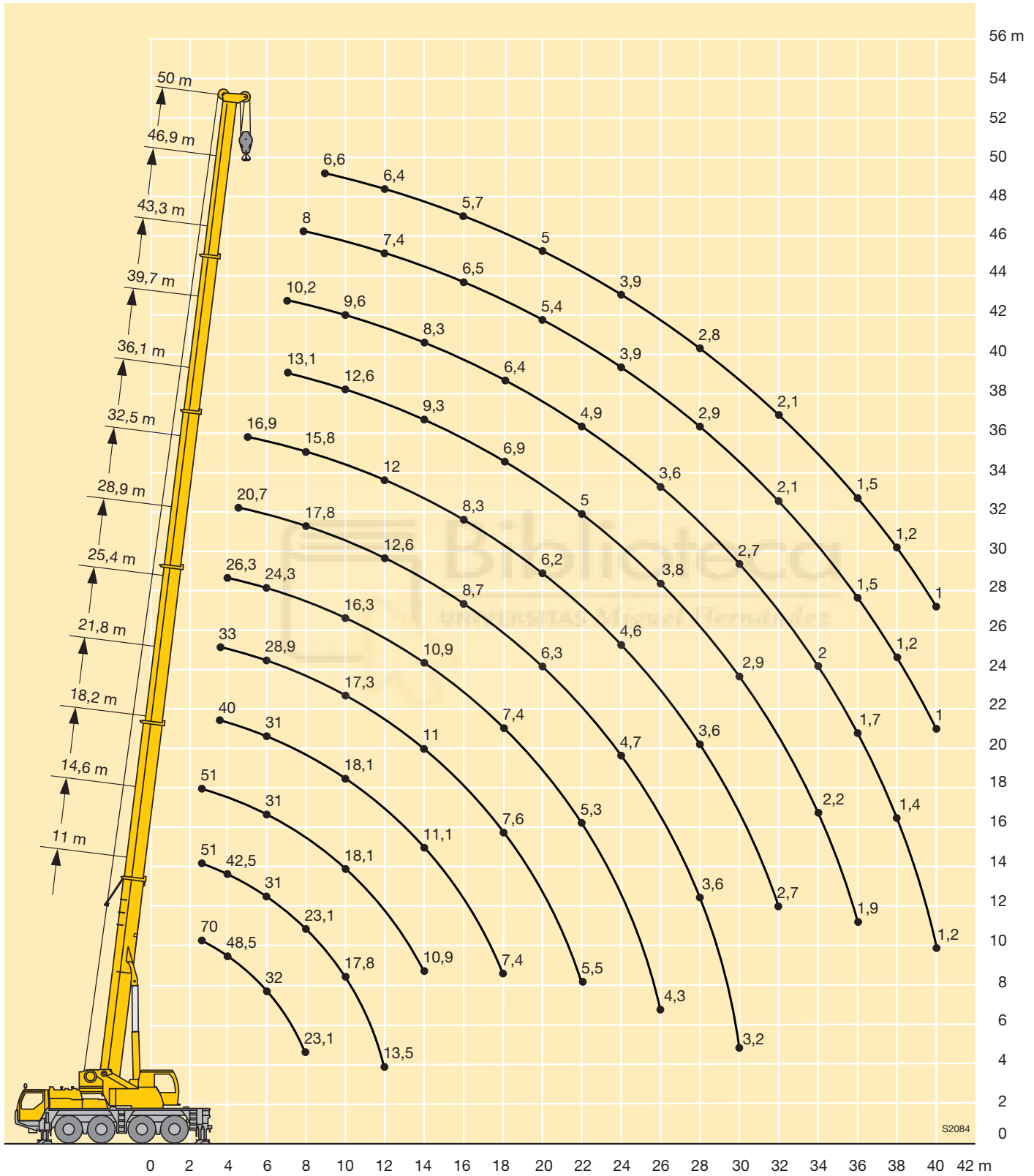
● Reifengröße · tyre size · dimensions de pneumatiques · dimensioni di pneumatici · tamaño de neumáticos · шины: 14.00 R 25

Hubhöhen

Lifting heights

Hauteurs de levage • Altezze di sollevamento

Alturas de elevación • Высота подъема



S2084

Traglasten an der Klappspitze

Lifting capacities on the folding jib

Forces de levage à la fléchette pliante • Portate del falcone ribaltabile

Tablas de carga con plumin lateral • Грузоподъемность на откидном удлинителе



m	11 m				14,6 m				18,2 m				21,8 m				25,4 m				28,9 m				m				
	9,5 m				9,5 m				9,5 m				9,5 m				9,5 m				9,5 m								
	0°	20°	40°	60°	0°	20°	40°	60°	0°	20°	40°	60°	0°	20°	40°	60°	0°	20°	40°	60°	0°	20°	40°	60°		0°	20°	40°	60°
3	11,4				11,4				11,4				11,4				11,4				11,4								3
3,5	11,4				11,4				11,4				11,4				11,4				11,4								3,5
4	11,4	9,6			11,4				11,4				11,4				11,4				11,4								4
4,5	11,4	9,2			11,4	9,6			11,4				11,4				11,4				11,4								4,5
5	11,4	8,9			11,4	9,2			11,4	9,4			11,4				11,4				11,4								5
6	11,4	8,2			11,4	8,6			11,4	8,8			11,4	8,8			11,4	8,8			11,4								6
7	11,4	7,7	6,2		11,4	8,1	6,3		11,4	8,3			11,4	8,4			11,4	8,4			11,4	8,2							7
8	10,6	7,2	6	4,8	11,4	7,6	6,1		11,4	7,9	6,2		11,4	8	6,1		11,4	8			11,4	8							8
9	9,6	6,8	5,8	4,7	11	7,3	5,9	4,7	11,4	7,5	6	4,8	11,4	7,6	6		11,4	7,7	6		11,4	7,7	6						9
10	8,7	6,4	5,6	4,5	10,2	6,9	5,7	4,6	11,1	7,2	5,8	4,7	11,3	7,3	5,9	4,7	11,4	7,4	5,9	4,7	10,7	7,4	5,9	4,7	10,7	7,3	5,8		10
12	7,2	5,9	5,1	4,4	8,7	6,3	5,3	4,5	9,8	6,6	5,5	4,5	10,1	6,8	5,6	4,5	10,4	6,9	5,6	4,6	9,9	6,8	5,6	4,6	9,9	6,8	5,5	4,6	12
14	5,9	5,4	4,8	4,4	7,3	5,9	5	4,4	8,5	6,2	5,2	4,4	9,2	6,3	5,3	4,4	9,5	6,5	5,3	4,5	9,2	6,5	5,3	4,5	9,2	6,5	5,3	4,5	14
16	5,1	5	4,7	4,4	6,3	5,5	4,8	4,4	7,3	5,8	5	4,4	8,2	6	5,1	4,4	7,9	6,1	5,1	4,4	8	6,1	5,1	4,4	8	6,1	5,1	4,4	16
18	4,3	4,8			5,5	5,1	4,7	4,4	6,5	5,5	4,8	4,4	7,1	5,7	4,9	4,4	6,6	5,9	5	4,4	6,7	5,9	5	4,4	6,7	5,9	5	4,4	18
20					4,8	4,9	4,7		5,6	5,2	4,7	4,4	5,9	5,4	4,8	4,4	5,4	5,6	4,9	4,4	5,7	5,7	4,9	4,4	5,7	5,7	4,9	4,4	20
22									5	4,9	4,7	4,4	4,9	5,1	4,7	4,4	4,5	4,8	4,8	4,4	4,7	5	4,8	4,4	4,7	5	4,8	4,4	22
24									4,4	4,5	4,5		4,2	4,4	4,5	4,4	3,8	4,1	4,2	4,3	4,1	4,3	4,4	4,4	4,1	4,3	4,4	4,4	24
26													3,6	3,7	3,8		3,2	3,4	3,6	3,5	3,5	3,7	3,8	3,9	3,5	3,7	3,8	3,9	26
28													3	3,1			2,6	2,8	2,9	2,8	2,9	3,1	3,2	3,2	2,4	2,6	2,7	2,6	28
30																	2,2	2,3	2,3		2,4	2,6	2,7	2,6					30
32																	1,8	1,9			2,1	2,2	2,2						32
34																					1,7	1,8	1,8						34
36																					1,4								36

TAB 153242 / 153250 / 153258 / 153266



m	32,5 m				36,1 m				39,7 m				43,3 m				46,9 m				50 m				m					
	9,5 m				9,5 m				9,5 m				9,5 m				9,5 m				9,5 m									
	0°	20°	40°	60°	0°	20°	40°	60°	0°	20°	40°	60°	0°	20°	40°	60°	0°	20°	40°	60°	0°	20°	40°	60°		0°	20°	40°	60°	
4,5	11,2																												4,5	
5	11,1				8,1																								5	
6	10,9				7,9				6,9																				6	
7	10,7				7,7				6,7				4,8				4,3												7	
8	10,4	7,6			7,5				6,6				4,8				4,3												8	
9	10,1	7,4			7,3	6,5			6,5				4,8				4,3				3,6								9	
10	9,9	7,1	5,8		7,2	6,4			6,4	5,6			4,7				4,2				3,6								10	
12	9,4	6,7	5,4	4,6	6,9	6,2	5,3		6,2	5,5	5,1		4,5	4,1			4,1	3,7			3,5	3,2							12	
14	8,8	6,4	5,3	4,5	6,6	5,9	5,1	4,4	6	5,4	5	4,4	4,3	4,1	4		3,9	3,7	3,5		3,4	3,1							14	
16	7,3	6,1	5,1	4,4	6,1	5,5	4,9	4,4	5,7	5,1	4,8	4,4	4,1	4	3,9	3,9	3,8	3,6	3,5	3,8	3,3	3,1	3,1						16	
18	6,1	5,9	5	4,4	5,7	5,1	4,6	4,4	5,4	4,8	4,6	4,3	3,9	3,8	3,7	3,7	3,7	3,5	3,5	3,6	3,2	3,1	3,1	3,2					18	
20	5,2	5,5	4,9	4,4	5,2	4,7	4,4	4,3	4,8	4,6	4,3	4,3	3,7	3,5	3,5	3,5	3,6	3,4	3,4	3,4	3,1	3	3	3,1	3,1				20	
22	4,8	4,7	4,8	4,4	4,5	4,4	4,2	4,2	4,1	4,3	4,2	4,2	3,4	3,3	3,3	3,3	3,4	3,3	3,2	3,3	3	2,9	2,9	3					22	
24	4,2	4	4,2	4,3	3,9	4,1	4	4	3,4	3,8	4	4	3,2	3,1	3,1	3,1	3,2	3,1	3,1	3,1	2,8	2,8	2,8	2,8					24	
26	3,6	3,8	3,8	3,8	3,3	3,6	3,8	3,9	3	3,2	3,4	3,6	3	2,9	2,9	3	2,8	2,9	2,9	3	2,7	2,7	2,6	2,7					26	
28	3,1	3,3	3,5	3,5	2,8	3,1	3,3	3,3	2,8	2,7	2,9	3	2,7	2,8	2,8	2,8	2,3	2,6	2,8	2,8	2,2	2,5	2,5	2,6					28	
30	2,6	2,8	2,9	2,9	2,4	2,6	2,8	2,8	2,6	2,6	2,6	2,6	2,3	2,5	2,6	2,7	1,9	2,2	2,4	2,5	1,9	2,1	2,3	2,5					30	
32	2,2	2,4	2,5	2,4	2	2,2	2,3	2,3	2,2	2,4	2,4	2,5	2	2,2	2,3	2,4	1,6	1,8	2	2,1	1,5	1,8	1,9	2					32	
34	1,9	2	2,1	2	1,7	1,8	1,9	1,9	1,9	2	2,2	2,2	1,6	1,8	2	2	1,3	1,5	1,7	1,7	1,2	1,4	1,6	1,7					34	
36	1,6	1,7	1,7		1,4	1,5	1,5	1,5	1,6	1,7	1,8	1,8	1,4	1,5	1,6	1,7	1	1,2	1,3	1,4	0,9	1,1	1,3	1,3					36	
38	1,3	1,4			1,1	1,2	1,2		1,3	1,4	1,5	1,4	1,1	1,3	1,3	1,3	0,8	0,9	1,1	1,1	0,7	0,9	1	1					38	
40					0,9	0,9	0,9		1,1	1,2	1,2	1,1	0,9	1	1,1	1		0,7	0,8	0,8		0,6	0,7	0,8					40	
42					0,7	0,7			0,8	0,9	0,9		0,7	0,8	0,8	0,8														42
44									0,6	0,7	0,7																			44

TAB 153242 / 153250 / 153258 / 153266

Traglasten an der Klappspitze

Lifting capacities on the folding jib

Forces de levage à la flèche pliante • Portate del falcone ribaltabile

Tablas de carga con plumín lateral • Грузоподъемность на откидном удлинителе



m	11 m				14,6 m				18,2 m				21,8 m				25,4 m				28,9 m				m
	16 m				16 m				16 m				16 m				16 m				16 m				
	0°	20°	40°	60°	0°	20°	40°	60°	0°	20°	40°	60°	0°	20°	40°	60°	0°	20°	40°	60°	0°	20°	40°	60°	
3	7,9				8				7,8																3
3,5	7,6				7,8				7,7				7,2												3,5
4	7,4				7,6				7,5				7,1				6,8								4
4,5	7				7,3				7,3				7				6,8				6,2				4,5
5	6,7				7,1				7,1				6,9				6,7				6,1				5
6	6,1				6,6				6,7				6,6				6,5				6				6
7	5,7	3,9			6				6,3				6,2				6,2				5,8				7
8	5,3	3,7			5,7	3,8			5,9	3,9			5,9				5,9				5,6				8
9	4,8	3,5			5,3	3,6			5,5	3,7			5,6	3,7			5,7	3,7			5,4				9
10	4,5	3,3			4,9	3,4			5,2	3,5			5,3	3,5			5,4	3,6			5,2	3,5			10
12	3,8	3	2,5		4,3	3,1	2,6		4,5	3,2	2,6		4,7	3,3			4,9	3,3			4,7	3,3			12
14	3,4	2,7	2,4	2,3	3,7	2,9	2,4		4,1	3	2,5		4,2	3	2,5		4,4	3,1	2,5		4,3	3,1	2,5		14
16	3,1	2,5	2,2	2,2	3,4	2,7	2,3	2,2	3,6	2,8	2,3	2,2	3,8	2,9	2,4	2,2	4	2,9	2,4	2,2	4	2,9	2,4		16
18	2,8	2,4	2,2	2,1	3,1	2,5	2,2	2,1	3,3	2,6	2,3	2,2	3,5	2,7	2,3	2,2	3,7	2,8	2,3	2,2	3,7	2,8	2,3	2,2	18
20	2,5	2,2	2,1	2,1	2,8	2,4	2,1	2,1	3,1	2,5	2,2	2,1	3,2	2,5	2,2	2,1	3,4	2,6	2,2	2,1	3,5	2,6	2,2	2,1	20
22	2,3	2,1	2,1		2,6	2,2	2,1	2,1	2,8	2,3	2,1	2,1	3	2,4	2,1	2,1	3,2	2,5	2,2	2,1	3,2	2,5	2,2	2,1	22
24	2,1	2,1			2,4	2,1	2,1	2,1	2,6	2,2	2,1	2,1	2,8	2,3	2,1	2,1	3	2,4	2,1	2,1	3,1	2,4	2,1	2,1	24
26					2,2	2,1	2,1		2,4	2,2	2,1	2,1	2,6	2,2	2,1	2,1	2,8	2,3	2,1	2,1	2,9	2,3	2,1	2,1	26
28					2,1				2,3	2,1	2,1		2,4	2,2	2,1	2,1	2,6	2,2	2,1	2,1	2,7	2,3	2,1	2,1	28
30									2,1	2,1	2,1		2,3	2,1	2,1	2,1	2,5	2,2	2	2,1	2,6	2,2	2	2,1	30
32													2,2	2,1	2,1		2,2	2,1	2	2,1	2,4	2,1	2	2,1	32
34													2,1	2,1			1,9	2,1	2	2	2	2,1	2	2,1	34
36																	1,6	1,7	1,7		1,7	1,9	2	1,9	36
38																	1,3	1,4			1,4	1,6	1,7		38
40																					1,2	1,3	1,3		40
42																					1	1,1			42

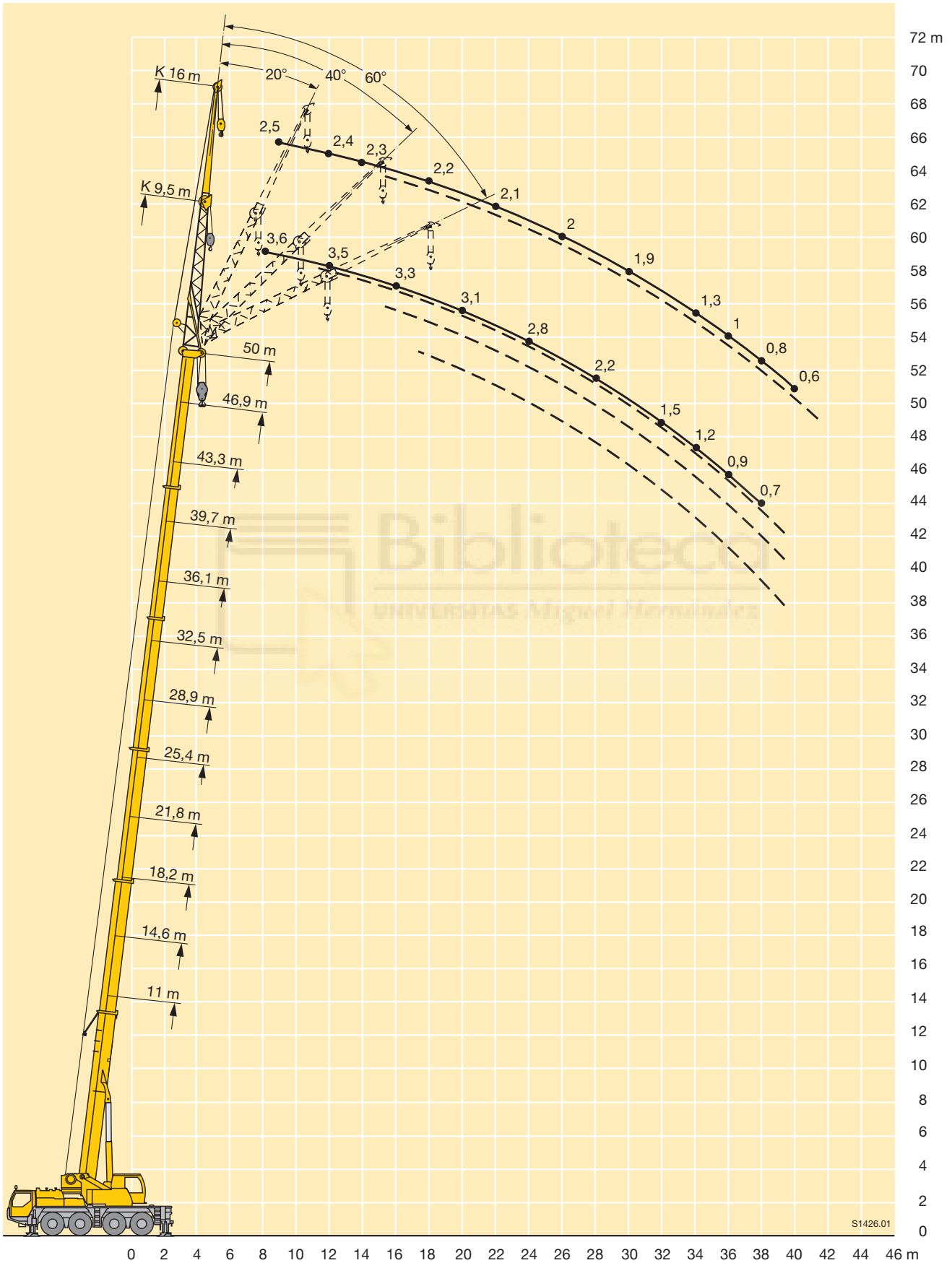
TAB 153242 / 153250 / 153258 / 153266



m	32,5 m				36,1 m				39,7 m				43,3 m				46,9 m				50 m		m	
	16 m				16 m				16 m				16 m				16 m				16 m			
	0°	20°	40°	60°	0°	20°	40°	60°	0°	20°	40°	60°	0°	20°	40°	60°	0°	20°	40°	60°	0°	20°		
5	5,7																							5
6	5,5				4,5																			6
7	5,3				4,4				4,1															7
8	5,2				4,4				4,1					3,3										8
9	5				4,3				4					3,2							2,9			9
10	4,9				4,3				3,9					3,1							2,8			10
12	4,5	3,3			4,1	3,1			3,8					3							2,7			12
14	4,2	3,1			3,9	3			3,7	2,9				2,9	2,6						2,6			14
16	4	2,9	2,4		3,8	2,8	2,3		3,6	2,8				2,8	2,6						2,6	2,4		16
18	3,7	2,8	2,3	2,1	3,6	2,7	2,3		3,5	2,7	2,2			2,7	2,5	2,2				2,5	2,3			18
20	3,5	2,7	2,2	2,1	3,4	2,6	2,2	2,1	3,3	2,6	2,2	2,1	2,7	2,4	2,1	2	2,5	2,3	2,1		2,1	2		20
22	3,3	2,6	2,2	2,1	3,3	2,5	2,2	2,1	3,2	2,5	2,1	2,1	2,6	2,4	2,1	2	2,4	2,3	2,1	2	2,1	2		22
24	3,1	2,5	2,1	2,1	3,1	2,4	2,1	2,1	3,1	2,4	2,1	2	2,6	2,3	2,1	2	2,4	2,3	2	2	2,1	2		24
26	3	2,4	2,1	2,1	3	2,3	2,1	2,1	3	2,3	2,1	2	2,6	2,3	2	2	2,3	2,2	2	2	2	2		26
28	2,8	2,3	2,1	2,1	2,9	2,3	2	2,1	2,6	2,3	2	2	2,4	2,2	2	2	2,3	2,2	2	2	2	2		28
30	2,7	2,2	2	2,1	2,6	2,2	2	2,1	2,3	2,2	2	2	2,3	2,1	2	2	2,1	2,1	2	2	1,9	1,9		30
32	2,5	2,2	2	2,1	2,3	2,2	2	2,1	2,1	2,2	2	2	2,1	2,1	2	2	1,7	2,1	2	2	1,6	1,9		32
34	2,2	2,1	2	2,1	1,9	2,1	2	2,1	2	2	2	2	1,8	2	1,9	2	1,4	1,8	1,9	2	1,3	1,7		34
36	1,9	2,1	2	2,1	1,6	1,9	2	2,1	1,7	1,9	1,9	2	1,5	1,8	1,9	2	1,1	1,5	1,8	1,9	1	1,4		36
38	1,6	1,8	1,9	1,8	1,4	1,6	1,8	1,8	1,5	1,7	1,8	1,9	1,2	1,5	1,7	1,8	0,9	1,2	1,5	1,6	0,8	1,1		38
40	1,3	1,5	1,6	1,4	1,1	1,3	1,5	1,4	1,2	1,5	1,6	1,6	1	1,3	1,4	1,5	0,7	1	1,2	1,3	0,6	0,9		40
42	1,1	1,3	1,3		0,9	1,1	1,2	1,1	1	1,2	1,3	1,3	0,8	1	1,2	1,2				0,7	0,9	1		42
44	0,9	1			0,7	0,8	0,9		0,8	1	1,1	1	0,6	0,8	1	1				0,7	0,7			44
46	0,8					0,6	0,6		0,7	0,8	0,9	0,7		0,6	0,7	0,7								46
48									0,6	0,6														48

TAB 153242 / 153250 / 153258 / 153266

Hubhöhen
Lifting heights
 Hauteurs de levage • Altezze di sollevamento
 Alturas de elevación • Высота подъема



Traglasten an der hydraulisch verstellbaren Klappspitze

Lifting capacities on the hydraulically variable folding jib

Forces de levage à la flèche pliante à variation hydraulique • Portate del falcone idraulico regolabile • Tablas de carga del plumín lateral hidráulicamente regulable • Грузоподъемность на гидравлически управляемом откидном удлинителе



m	11 m				14,6 m				18,2 m				21,8 m				25,4 m				28,9 m				m				
	9,5 m				9,5 m				9,5 m				9,5 m				9,5 m				9,5 m								
	0°	20°	40°	60°	0°	20°	40°	60°	0°	20°	40°	60°	0°	20°	40°	60°	0°	20°	40°	60°	0°	20°	40°	60°		0°	20°	40°	60°
3	11,4				11,4				11,4				11,4				11,4				11,4				11,4				3
3,5	11,4				11,4				11,4				11,4				11,4				11,4				11,4				3,5
4	11,4	9,6			11,4				11,4				11,4				11,4				11,4				11,4				4
4,5	11,4	9,2			11,4	9,6			11,4				11,4				11,4				11,4				11,4				4,5
5	11,4	8,9			11,4	9,2			11,4	9,4			11,4				11,4				11,4				11,4				5
6	11,4	8,2			11,4	8,6			11,4	8,8			11,4	8,8			11,4	8,8			11,4	8,8			11,4				6
7	11,4	7,7	6,2		11,4	8,1	6,3		11,4	8,3			11,4	8,4			11,4	8,4			11,4	8,4			11,4	8,2			7
8	10,6	7,2	6	4,8	11,4	7,6	6,1		11,4	7,9	6,2		11,4	8	6,1		11,4	8			11,4	8			11,4	7,8			8
9	9,6	6,8	5,8	4,7	11	7,3	5,9	4,7	11,4	7,5	6	4,8	11,4	7,6	6		11,4	7,7	6		11,4	7,7	6		11,1	7,5	5,9		9
10	8,7	6,4	5,6	4,5	10,2	6,9	5,7	4,6	11,1	7,2	5,8	4,7	11,3	7,3	5,9	4,7	11,4	7,4	5,9	4,7	10,7	7,4	5,9	4,7	10,7	7,3	5,8		10
12	7,2	5,9	5,1	4,4	8,7	6,3	5,3	4,5	9,8	6,6	5,5	4,5	10,1	6,8	5,6	4,5	10,4	6,9	5,6	4,6	9,9	6,8	5,6	4,6	9,9	6,8	5,5	4,6	12
14	5,9	5,4	4,8	4,4	7,3	5,9	5	4,4	8,5	6,2	5,2	4,4	9,2	6,3	5,3	4,4	9,5	6,5	5,3	4,5	9,2	6,5	5,3	4,5	9,2	6,5	5,3	4,5	14
16	5,1	5	4,7	4,4	6,3	5,5	4,8	4,4	7,3	5,8	5	4,4	8,2	6	5,1	4,4	7,9	6,1	5,1	4,4	8	6,1	5,1	4,4	8	6,1	5,1	4,4	16
18	4,3	4,8			5,5	5,1	4,7	4,4	6,5	5,5	4,8	4,4	7,1	5,7	4,9	4,4	6,6	5,9	5	4,4	6,7	5,9	5	4,4	6,7	5,9	5	4,4	18
20					4,8	4,9	4,7		5,6	5,2	4,7	4,4	5,9	5,4	4,8	4,4	5,4	5,6	4,9	4,4	5,7	5,7	4,9	4,4	5,7	5,7	4,9	4,4	20
22									5	4,9	4,7	4,4	4,9	5,1	4,7	4,4	4,5	4,8	4,8	4,4	4,7	5	4,8	4,4	4,7	5	4,8	4,4	22
24									4,3	4,4	4,4		4,2	4,4	4,5	4,4	3,8	4,1	4,2	4,3	4,1	4,3	4,4	4,4	4,1	4,3	4,4	4,4	24
26													3,6	3,7	3,8		3,2	3,4	3,6	3,5	3,5	3,7	3,8	3,9	3,5	3,7	3,8	3,9	26
28													3	3,1			2,6	2,8	2,9	2,8	2,9	3,1	3,2	3,2	2,4	2,6	2,7	2,6	28
30																	2,2	2,3	2,3		2,4	2,6	2,7	2,6					30
32																	1,8	1,9			2,1	2,2	2,2						32
34																					1,7	1,8	1,8						34
36																					1,4								36

TAB 153370 / 153378 / 153386 / 153394



m	32,5 m				36,1 m				39,7 m				43,3 m				46,9 m				50 m				m					
	9,5 m				9,5 m				9,5 m				9,5 m				9,5 m				9,5 m									
	0°	20°	40°	60°	0°	20°	40°	60°	0°	20°	40°	60°	0°	20°	40°	60°	0°	20°	40°	60°	0°	20°	40°	60°		0°	20°	40°	60°	
4,5	11,2																												4,5	
5	11,1				8,1																								5	
6	10,9				7,9				6,9																				6	
7	10,7				7,7				6,7				4,8				4,3												7	
8	10,4	7,6			7,5				6,6				4,8				4,3							3,6					8	
9	10,1	7,4			7,3	6,5			6,5				4,8				4,3						3,6						9	
10	9,9	7,1	5,8		7,2	6,4			6,4	5,6			4,7				4,2						3,6						10	
12	9,4	6,7	5,4	4,6	6,9	6,2	5,3		6,2	5,5	5,1		4,5	4,1			4,1	3,7					3,5	3,2					12	
14	8,8	6,4	5,2	4,5	6,6	5,9	5,1	4,4	6	5,4	5	4,4	4,3	4,1	4		3,9	3,7	3,5				3,4	3,1					14	
16	7,3	6,1	5,1	4,4	6,1	5,5	4,9	4,4	5,7	5,1	4,8	4,4	4,1	4	3,9	3,9	3,8	3,6	3,5	3,8	3,3	3,1	3,1						16	
18	6,1	5,9	5	4,4	5,7	5,1	4,6	4,4	5,4	4,8	4,6	4,3	3,9	3,8	3,7	3,7	3,7	3,5	3,5	3,6	3,2	3,1	3,1						18	
20	5,1	5,5	4,9	4,4	5,2	4,7	4,4	4,3	4,8	4,6	4,3	4,3	3,7	3,5	3,5	3,6	3,4	3,4	3,4	3,4	3,1	3	3	3,1					20	
22	4,3	4,7	4,8	4,4	4,5	4,4	4,2	4,2	4,1	4,3	4,2	4,2	3,4	3,3	3,3	3,3	3,4	3,3	3,2	3,3	3	2,9	2,9	3					22	
24	3,6	4	4,2	4,3	3,9	4,1	4	4	3,4	3,8	4	4	3,2	3,1	3,1	3,1	3,2	3,1	3,1	3,1	2,8	2,8	2,8	2,8					24	
26	3,1	3,3	3,6	3,7	3,3	3,6	3,8	3,9	2,9	3,2	3,4	3,6	3	2,9	2,9	3	2,8	2,9	2,9	3	2,7	2,7	2,6	2,7					26	
28	2,6	2,8	3	3	2,8	3,1	3,3	3,3	2,4	2,7	2,9	3	2,7	2,8	2,8	2,8	2,3	2,6	2,8	2,8	2,2	2,5	2,5	2,6					28	
30	2,1	2,3	2,4	2,4	2,4	2,6	2,8	2,8	2	2,2	2,4	2,5	2,3	2,5	2,6	2,7	1,9	2,2	2,4	2,5	1,9	2,1	2,3	2,5					30	
32	1,7	1,9	2	1,9	2	2,2	2,3	2,3	1,6	1,9	2	2,1	2	2,2	2,3	2,4	1,6	1,8	2	2,1	1,5	1,8	1,9	2					32	
34	1,4	1,5	1,6	1,5	1,7	1,8	1,9	1,9	1,3	1,5	1,6	1,7	1,6	1,8	2	2	1,3	1,5	1,7	1,7	1,2	1,4	1,6	1,7					34	
36	1,1	1,2	1,2		1,4	1,5	1,5	1,5	1,1	1,2	1,3	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1	1,2	1,3	1,4	0,9	1,1	1,3	1,3					36	
38	0,8	0,9			1,1	1,2	1,2		0,8	0,9	1	1	1,1	1,3	1,3	1,3	0,8	0,9	1,1	1,1	0,7	0,9	1	1					38	
40					0,9	0,9	0,9			0,7	0,7	0,7	0,9	1	1,1	1		0,7	0,8	0,8		0,6	0,7	0,8					40	
42					0,7	0,7							0,7	0,8	0,8	0,8														42
44																0,6														44

TAB 153370 / 153378 / 153386 / 153394

Traglasten an der hydraulisch verstellbaren Klappspitze

Lifting capacities on the hydraulically variable folding jib

Forces de levage à la flèche pliante à variation hydraulique • Portate del falcone idraulico regolabile • Tablas de carga del plumin lateral hidráulicamente regulable • Грузоподъемность на гидравлически управляемом откидном удлинителе

m	11 m				14,6 m				18,2 m				21,8 m				25,4 m				28,9 m				m
	16 m				16 m				16 m				16 m				16 m				16 m				
	0°	20°	40°	60°	0°	20°	40°	60°	0°	20°	40°	60°	0°	20°	40°	60°	0°	20°	40°	60°	0°	20°	40°	60°	
3	7,9				8				7,8																3
3,5	7,6				7,8				7,7				7,2												3,5
4	7,4				7,6				7,5				7,1				6,8								4
4,5	7				7,3				7,3				7				6,8				6,2				4,5
5	6,7				7,1				7,1				6,9				6,7				6,1				5
6	6,1				6,6				6,7				6,6				6,5				6				6
7	5,7	3,9			6				6,3				6,2				6,2				5,8				7
8	5,3	3,7			5,7	3,8			5,9	3,9			5,9				5,9				5,6				8
9	4,8	3,5			5,3	3,6			5,5	3,7			5,6	3,7			5,7	3,7			5,4				9
10	4,5	3,3			4,9	3,4			5,2	3,5			5,3	3,5			5,4	3,6			5,2	3,5			10
12	3,8	3	2,5		4,3	3,1	2,6		4,5	3,2	2,6		4,7	3,3			4,9	3,3			4,7	3,3			12
14	3,4	2,7	2,4	2,3	3,7	2,9	2,4		4,1	3	2,5		4,2	3	2,5		4,4	3,1	2,5		4,3	3,1	2,5		14
16	3,1	2,5	2,2	2,2	3,4	2,7	2,3	2,2	3,6	2,8	2,3	2,2	3,8	2,9	2,4	2,2	4	2,9	2,4	2,2	4	2,9	2,4		16
18	2,8	2,4	2,2	2,1	3,1	2,5	2,2	2,1	3,3	2,6	2,3	2,2	3,5	2,7	2,3	2,2	3,7	2,8	2,3	2,2	3,7	2,8	2,3	2,2	18
20	2,5	2,2	2,1	2,1	2,8	2,4	2,1	2,1	3,1	2,5	2,2	2,1	3,2	2,5	2,2	2,1	3,4	2,6	2,2	2,1	3,5	2,6	2,2	2,1	20
22	2,3	2,1	2,1		2,6	2,2	2,1	2,1	2,8	2,3	2,1	2,1	3	2,4	2,1	2,1	3,2	2,5	2,2	2,1	3,2	2,5	2,2	2,1	22
24	2,1	2,1			2,4	2,1	2,1	2,1	2,6	2,2	2,1	2,1	2,8	2,3	2,1	2,1	3	2,4	2,1	2,1	3,1	2,4	2,1	2,1	24
26					2,2	2,1	2,1		2,4	2,2	2,1	2,1	2,6	2,2	2,1	2,1	2,8	2,3	2,1	2,1	2,9	2,3	2,1	2,1	26
28					2,1				2,3	2,1	2,1		2,4	2,2	2,1	2,1	2,6	2,2	2,1	2,1	2,7	2,3	2,1	2,1	28
30									2,1	2,1	2,1		2,3	2,1	2,1	2,1	2,5	2,2	2	2,1	2,6	2,2	2	2,1	30
32													2,2	2,1	2,1		2,2	2,1	2	2,1	2,4	2,1	2	2,1	32
34													2,1	2,1			1,9	2,1	2	2	2,1	2	2	2,1	34
36																	1,6	1,7	1,7		1,7	1,9	2	1,9	36
38																	1,3	1,4			1,4	1,6	1,7		38
40																					1,2	1,3	1,3		40
42																					1	1,1			42

TAB 153370 / 153378 / 153386 / 153394

m	32,5 m				36,1 m				39,7 m				43,3 m				46,9 m				50 m		m		
	16 m				16 m				16 m				16 m				16 m				16 m				
	0°	20°	40°	60°	0°	20°	40°	60°	0°	20°	40°	60°	0°	20°	40°	60°	0°	20°	40°	60°	0°	20°			
5	5,7																							5	
6	5,5				4,5																			6	
7	5,3				4,4				4,1															7	
8	5,2				4,4				4,1				3,3											8	
9	5				4,3				4				3,2				2,9						2,5	9	
10	4,9				4,3				3,9				3,1				2,8						2,5	10	
12	4,5	3,3			4,1	3,1			3,8				3				2,7						2,4	12	
14	4,2	3,1			3,9	3			3,7	2,9			2,9	2,6			2,6						2,3	14	
16	4	2,9	2,4		3,8	2,8	2,3		3,6	2,8			2,8	2,6			2,6	2,4					2,2	2,1	16
18	3,7	2,8	2,3	2,1	3,6	2,7	2,3		3,5	2,7	2,2		2,7	2,5	2,2		2,5	2,3					2,2	2	18
20	3,5	2,7	2,2	2,1	3,4	2,6	2,2	2,1	3,3	2,6	2,2	2,1	2,7	2,4	2,1	2	2,5	2,3	2,1				2,1	2	20
22	3,3	2,6	2,2	2,1	3,3	2,5	2,2	2,1	3,2	2,5	2,1	2,1	2,6	2,4	2,1	2	2,4	2,3	2,1	2			2,1	2	22
24	3,1	2,5	2,1	2,1	3,1	2,4	2,1	2,1	3,1	2,4	2,1	2	2,6	2,3	2,1	2	2,4	2,3	2	2			2,1	2	24
26	2,9	2,4	2,1	2,1	3	2,3	2,1	2,1	3	2,3	2,1	2	2,6	2,3	2	2	2,3	2,2	2	2			2	2	26
28	2,8	2,3	2,1	2,1	2,9	2,3	2	2,1	2,6	2,3	2	2	2,4	2,2	2	2	2,3	2,2	2	2			2	2	28
30	2,4	2,2	2	2,1	2,6	2,2	2	2,1	2,2	2,2	2	2	2,3	2,1	2	2	2,1	2,1	2	2			1,9	1,9	30
32	2	2,2	2	2,1	2,3	2,2	2	2,1	1,9	2,2	2	2	2,1	2,1	2	2	1,7	2,1	2	2			1,6	1,9	32
34	1,7	2	2	2,1	1,9	2,1	2	2,1	1,6	1,9	2	2	1,8	2	1,9	2	1,4	1,8	1,9	2			1,3	1,7	34
36	1,4	1,6	1,8	1,8	1,6	1,9	2	2,1	1,3	1,6	1,8	2	1,5	1,8	1,9	2	1,1	1,5	1,8	1,9			1	1,4	36
38	1,1	1,3	1,5	1,4	1,4	1,6	1,8	1,8	1	1,3	1,5	1,6	1,2	1,5	1,7	1,8	0,9	1,2	1,5	1,6	0,8			1,1	38
40	0,9	1	1,1	1	1,1	1,3	1,5	1,4	0,8	1,1	1,2	1,3	1	1,3	1,4	1,5	0,7	1	1,2	1,3	0,6			0,9	40
42	0,7	0,8	0,8		0,9	1,1	1,2	1,1	0,6	0,8	1	1	0,8	1	1,2	1,2		0,9	1					0,7	42
44		0,6			0,7	0,8	0,9			0,6	0,7	0,6		0,6	0,8	1	1								44
46					0,6	0,6								0,6	0,7	0,7									46

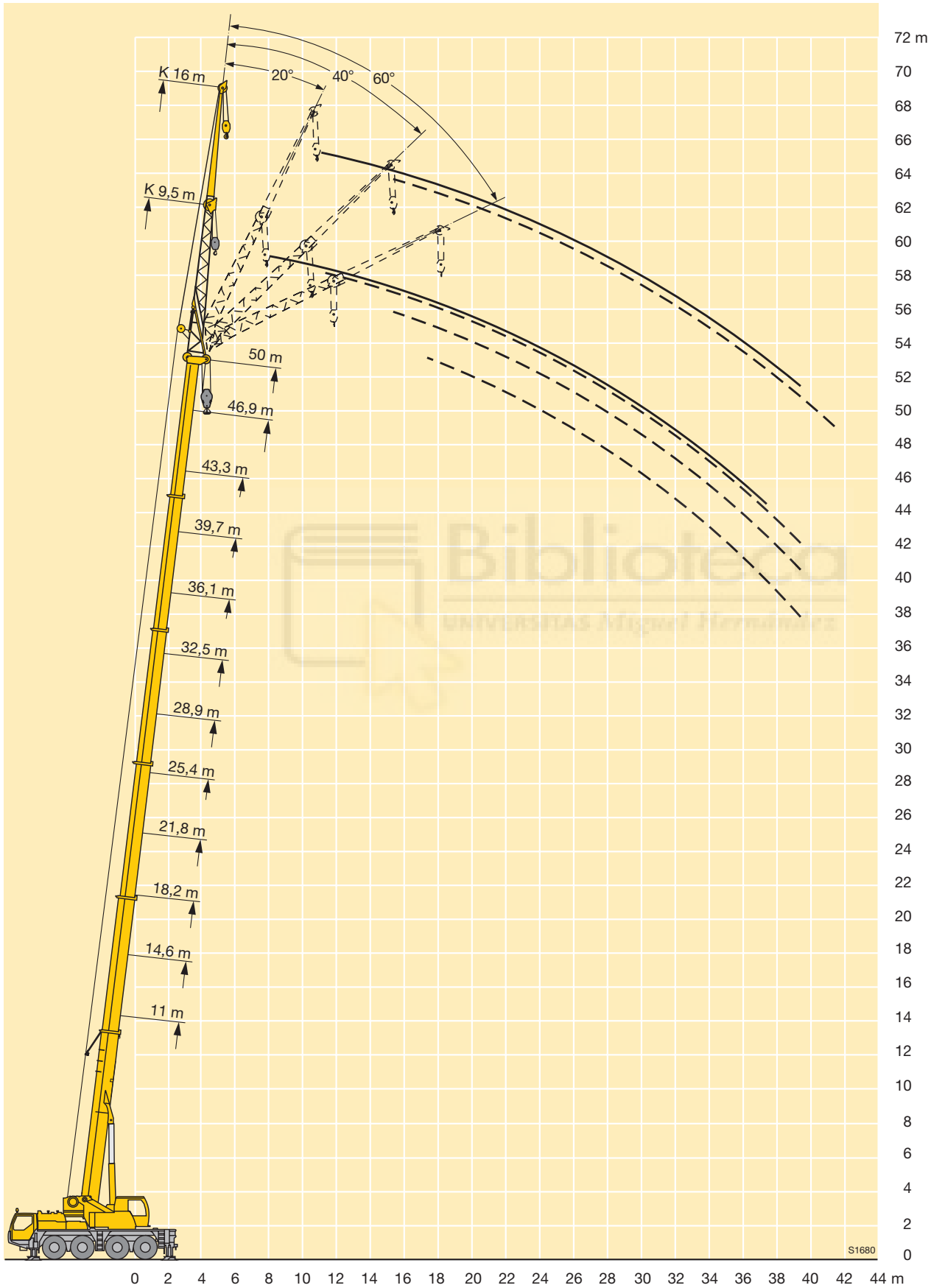
TAB 153370 / 153378 / 153386 / 153394

Hubhöhen

Lifting heights

Hauteurs de levage • Altezze di sollevamento

Alturas de elevación • Высота подъема



Traglasten an der Montagespitze Lifting capacities on the erection jib

Forces de levage à la flèche de montage • Portate sul falconcino da montaggi
Cargas en el plumin de montaje • Поднимаемые грузы на монтажном удлинителе



m	11 m				14,6 m				18,2 m				21,8 m				25,4 m				28,9 m				m				
	3,2 m				3,2 m				3,2 m				3,2 m				3,2 m				3,2 m								
	0°	20°	40°	60°	0°	20°	40°	60°	0°	20°	40°	60°	0°	20°	40°	60°	0°	20°	40°	60°	0°	20°	40°	60°					
3		32	26,6	22,4			27,8	22,9			28,1	23,3														3			
3,5		32	25,6	22		32	27,1	22,3			27,3	22,7		27,2	22,7											3,5			
4		30,5	24,7	21,4		32	26,2	21,8			26,5	22,3		26,6	22,3			25,1								4			
4,5		29,3	23,7	20,9		32	25,3	21,3		32	25,8	21,8		25,9	21,9			24,6	21,5					22,3		4,5			
5		28	22,9	20,4		31	24,6	20,8		32	25,1	21,4		32	25,3	21,6		24,2	21,2					21,6	19,5	5			
6	30,5	25,6	21,5	19,5		28,7	23,2	20		30,5	23,9	20,6		30	24,2	20,9		25,7	23,3	20,6				20,3	18,4	6			
7	26,5	23,7	20,4	18,9		26,5	22,1	19,4		26,7	22,9	20		26,5	23,2	20,3		23,6	22,1	20				21,6	19,2	7			
8	22,8	22,1	19,4	18,4	22,8	23,1	21	18,8		23	21,9	19,4		22,6	22,4	19,8		20,7	20,6	19,4				20,4	18,1	8			
9	20	20,2	18,7	18,1	20	20,2	20,1	18,4		20,2	20,4	19		19,3	19,7	19,2		18,7	18,1	18,5				17,6	17,2	9			
10	17,5	17,6	17,8	17,8	17,4	17,6	17,8	17,9		17,6	17,8	17,9		16,8	17,1	17,3		16,4	15,7	16				15,4	15,6	10			
12		13,5	13,5		13,4	13,6	13,7	13,8	13,8	13,6	13,8	13,9		13,7	13,3	13,5		12,9	13,1	13,3				12	12,3	12,5	12		
14					10,4	10,5	10,6	10,6		10,7	10,9	11	10,9	10,7	10,8	10,9	11		10,4	10,6	10,7				9,9	9,9	10	14	
16										8,7	8,8	8,8	8,9	8,6	8,7	8,8	8,8	8,6	8,5	8,6	8,7				8,5	8,5	8,4	16	
18										7,2	7,2	7,3	7,3	7,1	7,2	7,2	7,3	7	7,2	7,2	7,2				7,1	7,2	7,1	7,2	18
20														6,1	6	6	6,1		6	6	6,1				5,9	6	6,1	6,1	20
22														5,2	5,2	5,2	5,2		5,1	5,2	5,2	5,3			4,9	5	5	5,1	22
24																		4,5	4,5	4,5	4,5				4,3	4,3	4,3	4,4	24
26																		3,9	3,9	3,9					3,7	3,7	3,8	3,8	26
28																									3,4	3,3	3,3	3,4	28
30																									3			30	

TAB 153274 / 153282 / 153290 / 153298



m	32,5 m				36,1 m				39,7 m				43,3 m				46,9 m				50 m				m				
	3,2 m				3,2 m				3,2 m				3,2 m				3,2 m				3,2 m								
	0°	20°	40°	60°	0°	20°	40°	60°	0°	20°	40°	60°	0°	20°	40°	60°	0°	20°	40°	60°	0°	20°	40°	60°					
6			18	17,8			13,6																				6		
7			17,5	17			13,1	12,6				10,7																7	
8		16,6	16,5	16,2			12,5	12				10,5	10,4			8,4												8	
9		15,5	15,5	15,5		12,7	12	11,5				10,2	10,1			8,3	8,4				6,5	6,6				4,8		9	
10		14,3	14,5	14,6		12,2	11,5	11				10,2	9,9	9,7		8	8,2				6,4	6,4			4,8	4,8		10	
12		11,4	11,4	11,7		11	10,5	10,1				9,4	9,2	9		7,7	7,6	7,6			6,2	6,1	6,1			4,7	4,7	12	
14		9,5	9,7	9,4		9,2	9,1	9,3				8,7	8,5	8,4		7,1	7	7			5,9	5,8	5,7	4,5	4,6	4,6		14	
16		8,1	8,2	8,1		7,7	7,8	7,9				7,1	7,3	7,4		6,5	6,4	6,4			5,5	5,4	5,3	4,4	4,3	4,3		16	
18		6,8	7	7,1		6,4	6,5	6,6				6,1	6,1	6,2		5,8	5,9	6			5,1	5	4,9	4,2	4,1	4,1		18	
20	5,9	5,8	5,9	6		5,4	5,5	5,6				5,4	5,4	5,5		4,9	4,9	5			4,7	4,6	4,6	3,9	3,9	3,9		20	
22	4,9	4,9	5	5	4,7	4,8	4,9	4,9				4,6	4,7	4,7		4,4	4,3	4,3			4	4,1	4,2	3,7	3,7	3,7		22	
24	4,3	4,3	4,3	4,3	4,1	4,1	4,2	4,2	3,9	3,9	4	4			3,8	3,9	3,9			3,4	3,5	3,5	3,4	3,5	3,5			24	
26	3,7	3,8	3,8	3,8	3,6	3,5	3,6	3,6	3,4	3,5	3,5	3,5	3,1	3,2	3,3	3,4				2,8	2,9	3	2,8	2,9	3			26	
28	3,2	3,2	3,3	3,3	3,1	3,2	3,3	3,3	2,9	3	3,1	3,1	2,7	2,7	2,8	2,9				2,3	2,4	2,5	2,4	2,4	2,5			28	
30	2,8	2,8	2,8	2,8	2,7	2,7	2,8	2,8	2,5	2,5	2,6	2,6	2,3	2,3	2,4	2,4				1,9	2	2	2,1	2	2	2	2,1		30
32	2,4	2,4	2,4	2,4	2,3	2,3	2,4	2,4	2,1	2,1	2,2	2,2	1,9	2	2	2				1,5	1,6	1,7	1,7	1,6	1,7	1,7		32	
34					1,9	2	2	2	1,7	1,8	1,8	1,8	1,5	1,6	1,6	1,7				1,2	1,3	1,3	1,4	1,3	1,3	1,4		34	
36					1,7	1,7	1,7	1,7	1,4	1,5	1,5	1,5	1,2	1,3	1,3	1,3				1	1	1,1	1,1	1	1,1	1,1		36	
38									1,2	1,2	1,2	1,2	1	1	1,1	1,1				0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8		38	
40									1	1	1	1	0,8	0,8	0,8	0,8					0,6	0,6		0,6	0,6			40	
42																												42	

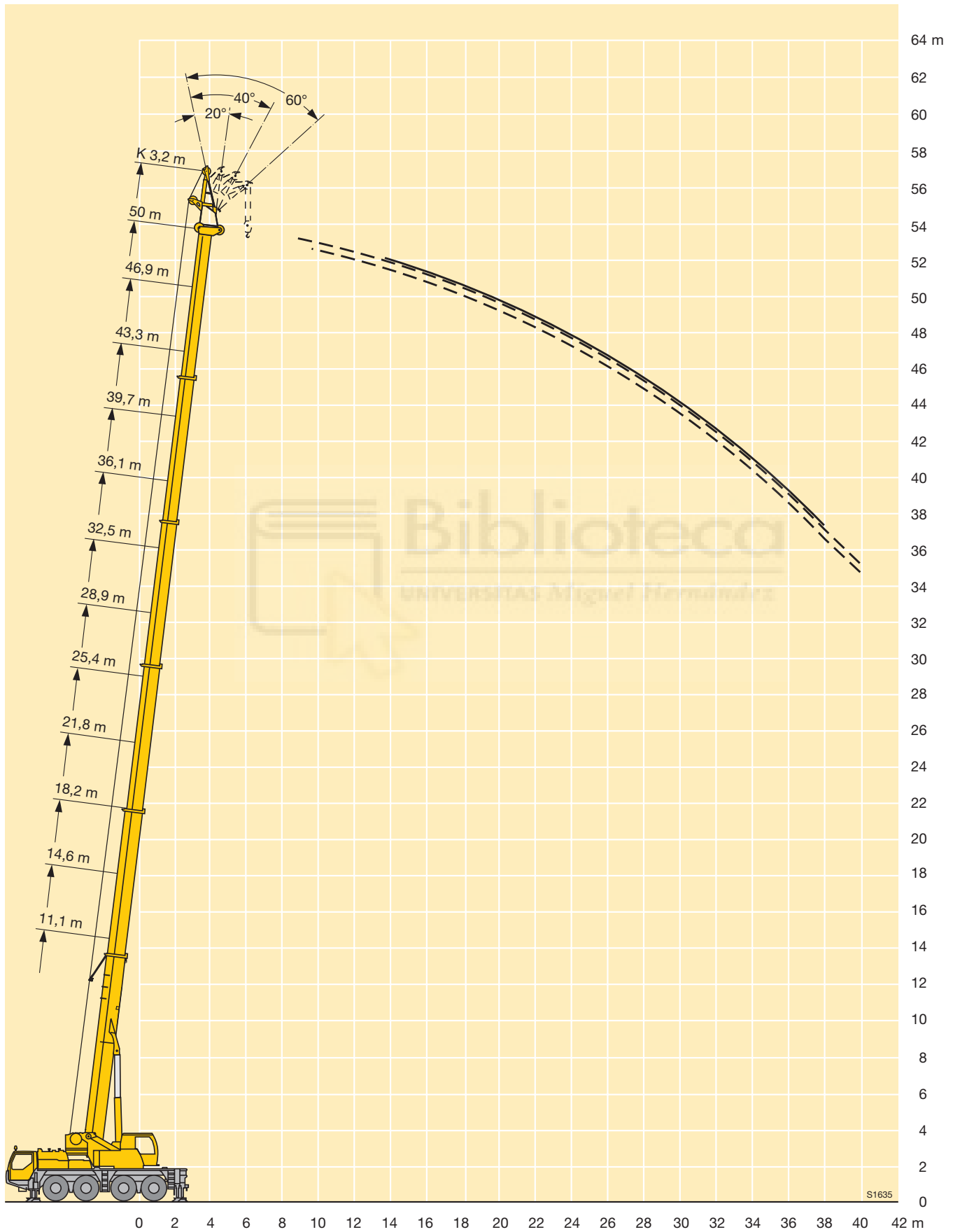
TAB 153274 / 153282 / 153290 / 153298

Hubhöhen

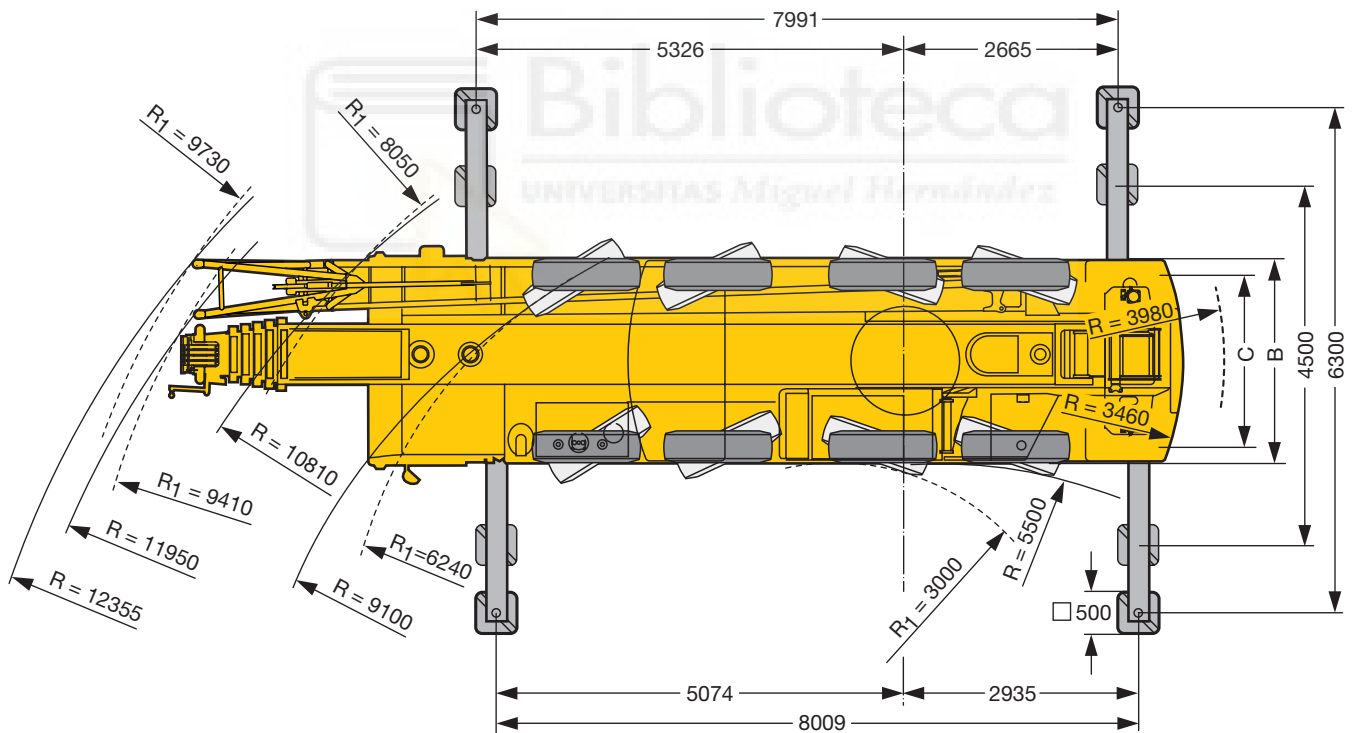
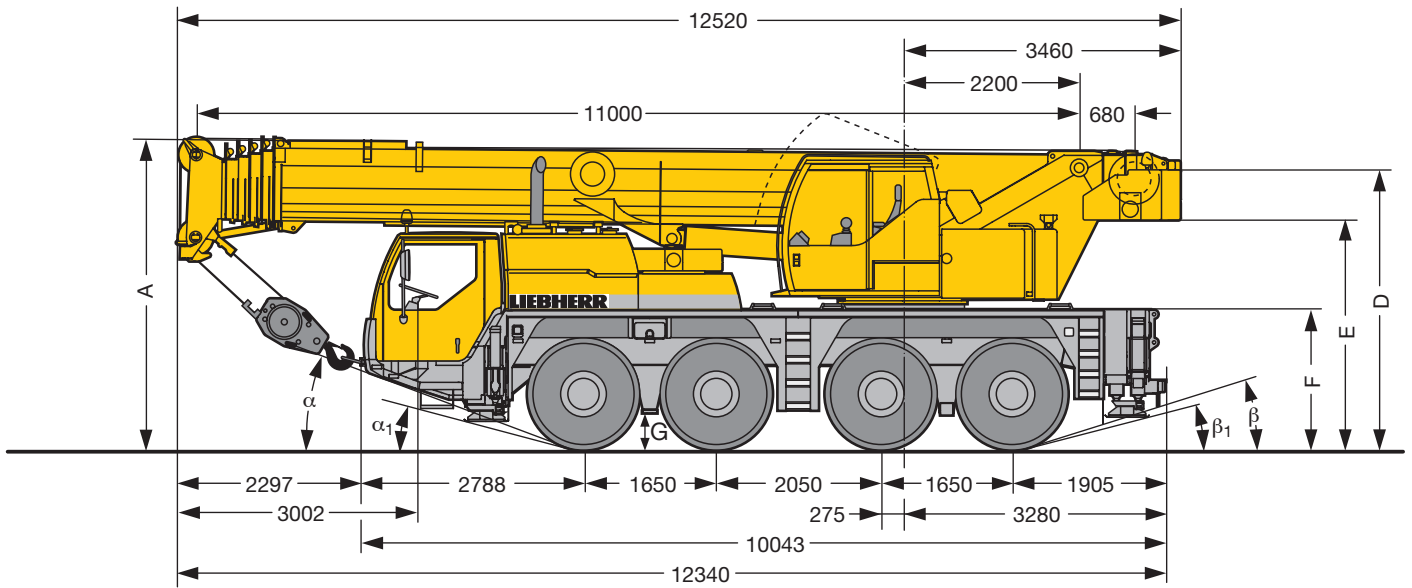
Lifting heights

Hauteurs de levage • Altezze di sollevamento

Alturas de elevación • Высота подъема



Maße
Dimensions
Encombremet • Dimensioni
Dimensiones • Габариты крана



S2066

R₁ = Allradlenkung · All-wheel steering · Direction toutes roues · Tutti gli assi sterzanti · Dirección en todos los ejes · Поворот всеми колесами

	Maße · Dimensions · Encombremet · Dimensioni · Dimensiones · Размеры mm											
	A	A 100 mm*	B	C	D	E	F	G	α	α ₁	β	β ₁
14.00 R 25	3900	3800	2550	2153	3582	2932	1824	410	20°	14°	18°	14°
16.00 R 25	3950	3850	2680	2231	3632	2982	1874	460	22°	16°	20°	16°
20.5 R 25	3950	3850	2820	2273	3632	2982	1874	460	22°	16°	20°	16°

* abgelenkt · lowered · abaissé · abbassato · suspensión abajo · шасси осажено

Gewichte
Weights
Poids • Pesì
Pesos • Нагрузки



Achse · Axle Essieu · Asse Eje · Мосты	1	2	3	4	Gesamtgewicht · Total weight t Poids total · Peso totale t Peso total · Общий вес, т
t	12	12	12	12	48 ¹⁾

¹⁾ mit 10,7 t Ballast und Klappspitze · with 10.7 t counterweight and folding jib · avec contrepoids 10,7 t et flèche pliante
con contrappeso di 10,7 t e falcone ribaltabile · con 10,7 t de contrapeso y plúmín lateral · с противовесом 10,7 т и с удлинителем стрелы



Traglast · Load t Forces de levage · Portata t Capacidad de carga · Грузоподъемность, т	Rollen · No. of sheaves Poulies · Pulegge Poleas · Канатных блоков	Stränge · No. of lines Brins · Tratti portanti Reenvíos · Запасовка	Gewicht · Weight kg Poids · Peso kg Peso · Собст. вес, кг
70	7	14	500
58,4	5	11	500
38,3	3	7	450
16	1	3	300
5,7	–	1	110

Geschwindigkeiten
Working speeds
Vitesse · Velocità
Velocidades · Скорости



		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	R 1	R 2	
14.00 R 25	(km/h)	5,5	7	9	11,6	14,7	18,9	24,9	32	41,2	52,9	67,2	75	5,9	7,6	41,8 %
		2,5	3,2	4,1	5,2	6,6	8,5	11,2	14,4	18,6	23,9	30,3	38,9	2,6	3,4	72,8 %
16.00 R 25 20.5 R 25	(km/h)	5,9	7,6	9,8	12,6	16	20,6	27,1	34,8	44,9	57,6	73,1	80	6,4	8,2	37,8 %
		2,7	3,4	4,4	5,7	7,2	9,3	12,2	15,7	20,2	26	33	42,3	2,9	3,7	64,2 %



Antriebe · Drive Mécánismes · Meccanismi Accionamiento · Приводы	stufenlos · infinitely variable en continu · continuo regulable sin escalonamiento · бесступенчато	Seil ø / Seillänge · Rope diameter / length Diamètre / Longueur du câble · Diametro / lunghezza fune Diámetro / longitud cable · Диаметр / длина троса	Max. Seilzug · Max. single line pull Effort au brin maxi · Mass. tiro diretto fune Tiro máx. en cable · Макс. тяговое усилие
	m/min für einfachen Strang · single line 0 – 125 m/min au brin simple · per tiro diretto · a tiro directo м/мин при однократной запасовке	17 mm / 200 m	57 kN
	m/min für einfachen Strang · single line 0 – 125 m/min au brin simple · per tiro diretto · a tiro directo м/мин при однократной запасовке	17 mm / 200 m	57 kN
	0 – 1,5 min ⁻¹		
	ca. 55 s bis 83° Auslegerstellung · approx. 55 seconds to reach 83° boom angle env. 55 s jusqu'à 83° · circa 55 secondi fino ad un'angolazione del braccio di 83° aprox. 55 segundos hasta 83° de inclinación de pluma · ок. 55 сек. до выставления стрелы на 83°		
	ca. 310 s für Auslegerlänge 11 m – 50 m · approx. 310 seconds for boom extension from 11 m – 50 m env. 310 s pour passer de 11 m – 50 m · circa 310 secondi per passare dalla lunghezza del braccio di 11 m – 50 m aprox. 310 segundos para telescopar la pluma de 11 m – 50 m · ок. 310 сек. до выдвижения от 11 м до 50 м		

Kranfahrgestell

Rahmen	Eigengefertigte, gewichtsoptimierte und verwindungssteife Kastenkonstruktion aus hochfestem Feinkorn-Baustahl.
Abstützungen	4-Punkt-Abstützung, horizontal und vertikal vollhydraulisch ausschiebbar. Automatische Abstütznivellierung. Elektronische Neigungsanzeige.
Motor	6-Zylinder-Diesel, Fabrikat Liebherr, Typ D936L A6, wassergekühlt, Leistung 270 kW (367 PS) bei 2000 min ⁻¹ , max. Drehmoment 1700 Nm bei 1000 – 1500 min ⁻¹ . Abgasemissionen entsprechend Richtlinien 97/68/EG und EPA/CARB, elektronisches Motormanagement. Kraftstoffbehälter: 350 l.
Getriebe	ZF-12-Gang-Schaltgetriebe mit automatisiertem Schaltsystem AS-TRONIC. Verteilergetriebe, zweistufig, mit sperrbarem Verteilerdifferential.
Achsen	Alle 4 Achsen in geschweißter Ausführung aus hochfestem Feinkorn-Baustahl. Alle Achsen gelenkt. Achsen 3 und 4 sind Planetenachsen mit Differentialsperren.
Federung	Alle Achsen sind hydropneumatisch gefedert und hydraulisch blockierbar.
Bereifung	8fach. Reifengröße: 14.00 R 25.
Lenkung	Mechanische Lenkung der Vorderachsen, hydraulisch unterstützt, Reservelenkpumpe, Lenkung der Hinterachsen hydraulisch zuschaltbar. Hydrostatische Lenkung aller Achsen aus der Krankabine. Lenkung entsprechend EG-Richtlinie 70/311/EWG.
Bremsen	Betriebsbremse: Allrad-Servo-Druckluftbremse, 2-Kreisanlage. Handbremse: Federspeicher auf die Räder der 2., 3. und 4. Achse wirkend. Dauerbremsen: Motorbremse als Auspuffklappenbremse mit Liebherr-Zusatzbremsensystem ZBS. ABV in Verbindung mit ASR. Bremsen entsprechend EG-Richtlinien 71/320 EWG.
Fahrerhaus	Großräumige Kabine in Stahlblechausführung, korrosionsbeständig durch Kataphorese-Tauchgrundierung, gummielastisch aufgehängt und hydraulisch gedämpft, schall- und wärmedämmende Innenverkleidung nach EG-Richtlinie, Sicherheitsverglasung, Bedien- und Kontrollinstrumente, Komfortausstattung.

Kranoberwagen

Rahmen	Eigengefertigte, gewichtsoptimierte und verwindungssteife Schweißkonstruktion aus hochfestem Feinkorn-Baustahl. Als Verbindungselement zum Kranfahrgestell dient eine 3-reihige Rollendrehverbindung, die unbegrenztes Drehen ermöglicht.
Kranantrieb	Diesel-hydraulisch mit 1 Axialkolben-Verstellpumpe mit automatischer Leistungsregelung, 1 Zahnrad-Doppelpumpe, vom Dieselmotor im Fahrgestell angetrieben, offene Ölkreisläufe mit elektrisch geregelter „Load Sensing“. 4 Arbeitsbewegungen gleichzeitig fahrbar.
Steuerung	Elektrische Ansteuerung der Antriebe über selbstzentrierende 4fach Handsteuerhebel, Komfort-Armlehnensteuerung, Liebherr-Systembus (LSB).
Hubwerk	Axialkolben-Konstantmotor, Liebherr-Seilwinde mit eingebautem Planetengetriebe und federbelasteter Haltebremse. Der Antrieb des Hubwerks erfolgt im geregelten, offenen Ölkreislauf.
Wippwerk	1 Differentialzylinder mit Sicherheitsrückschlagventilen.
Drehwerk	Axialkolben-Konstantmotor, Planetengetriebe, federbelastete Haltebremse. Drehwerk serienmäßig umschaltbar: offen und eingespannt.
Krankabine	Stahlblechausführung, voll verzinkt, pulverbeschichtet, mit Sicherheitsverglasung, Bedienungs- und Kontrollelemente, Komfortausstattung. Krankabine nach hinten neigbar.
Sicherheits-einrichtungen	LICCON-Überlastanlage, Testsystem, Hubendbegrenzung, Sicherheitsventile gegen Rohr- und Schlauchbrüche.
Teleskopausleger	Beulsichere und verwindungssteife Konstruktion aus hochfestem Feinkorn-Baustahl mit ovalem Auslegerprofil, 1 Anlenkstück und 5 Teleskopteile. Alle Teleskopteile unabhängig voneinander hydraulisch ausschiebbar. Schnelltakt-Teleskopiersystem „Telematik“. Auslegerlänge: 11 m – 50 m.
Ballast	10,7 t Grundballast.
Elektr. Anlage	Moderne Datenbus-Technik, 24 Volt Gleichstrom.

Zusatzausrüstung

Klappspitze	9,5 m – 16 m lang, unter 0°, 20°, 40° oder 60° zum Teleskopausleger anbaubar. Hydraulikzylinder zur Verstellung der Klappspitze von 0° – 60° (Option).
2. Hubwerk	Für den 2-Hakenbetrieb oder bei Betrieb mit Klappspitze, wenn Haupthubseil eingesichert bleiben soll.
Zusatzballast	3,8 t für einen Gesamtballast von 14,5 t.
Bereifung	8fach. Reifengröße: 16.00 R 25 und 20.5 R 25.
Antrieb 8 x 6	Zusätzlich wird die 1. Achse angetrieben.

Weitere Zusatzausrüstung auf Anfrage.

Ausstattung

Equipment

Equipement • Equipaggiamento

Equipamiento • Оборудование

Crane carrier

Frame	Self-manufactured, weight-optimized and torsion resistant box-type design of high-tensile structural steel.
Outriggers	4-point supporting system, hydraulically telescopic into horizontal and vertical direction. Automatic levelling of crane. Electronic inclination indicator.
Engine	6-cylinder Diesel engine, make Liebherr, type D936L A6, watercooled, 270 kW (367 HP) at 2000 min ⁻¹ , max. torque 1700 Nm at 1000 – 1500 min ⁻¹ . Exhaust emissions acc. to 97/68/EG and EPA/CARB. Electronic engine management. Fuel tank: 350 l.
Transmission	ZF 12-speed gear box with automatic control system AS-TRONIC. Two-stage transfer case with lockable transfer differential.
Axles	Welded design, made of high-tensile fine grained steel. All axles steerable. Axles 3 and 4 are planetary axles with differential locks.
Suspension	All axles are mounted on hydropneumatic suspension and are lockable hydraulically.
Tyres	8 tyres, size: 14.00 R 25.
Steering	Front axles mechanically steered, with hydraulic power assistance and stand-by steering pump. Rear axles hydraulically steered. All axles steered hydrostatically from crane cab. Steering acc. to EC directive 70/311/EEC.
Brakes	Service brake: Dual circuit, all-wheel servo-air brake. Parking brake: Spring brake actuator, acting on the wheels of the 2 nd , 3 rd and 4 th axle. Sustained-action brakes: Engine brake as exhaust retarder with Liebherr additional brake system ZBS. ABV in conjunction with ASR. Brakes acc. to EG directives 71/320 EWG.
Driver's cab	Spacious, steel made, corrosion resistant cab, cathophoretic dip-primed, on resilient suspension with hydraulic shock absorbers, sound and heat absorbing internal panelling acc. to EG directive, safety glazing, operating and control instruments, comfortably equipped.
Electrical system	Modern data bus technique, 24 Volt DC, 2 batteries of 170 Ah each, lighting according to traffic regulations.

Crane superstructure

Frame	Self-manufactured, cathophoretic dip-primed weight-optimized and torsion resistant welded design of high-tensile structural steel; linked by a triple-row roller slewing ring to the carrier for continuous rotation.
Crane drive	Diesel-hydraulic with 1 axial variable displacement pump with automatic capacity control, 1 double gear pump, driven by the carrier Diesel engine, open regulated oil circuits with electrically controlled "load sensing", operation of 4 movements simultaneously.
Crane control	Electrical control of drives by self-centering joysticks, armrest-integrated control elements, Liebherr system bus (LSB).
Hoist gear	Axial piston fixed displacement motor, Liebherr hoist drum with integrated planetary gear and spring-loaded static brake. Hoist gear is driven through a controlled open oil circuit.
Luffing gear	1 differential ram with safety check valves.
Slewing gear	Axial piston fixed displacement motor, planetary gear, spring-loaded static brake. Slewing gear invertible from released to locked as a standard feature.
Crane cab	All-steel construction, entirely galvanized, powder coated, with safety glazing, operating and control instruments, comfortably equipped, cab tiltable backwards.
Safety devices	LICCON safe load indicator, test system hoist limit switch, safety valves to prevent pipe and hose ruptures.
Telescopic boom	Buckling and torsion resistant design of high-tensile structural steel, oviform boom profile, 1 base section and 5 telescopic sections. All telescopic sections hydraulically extendable independent of one another. Rapid-cycle telescoping system "Telematik". Boom length: 11 m – 50 m.
Counterweight	10.7 t basic counterweight.
Electrical system	Modern data bus technique, 24 Volt DC.

Additional equipment

Swing-away jib	9.5 m – 16 m long, mountable to the telescopic boom at 0°, 20°, 40° or 60°. Hydraulic ram for operating the swing-away jib from 0° – 60° (option).
2nd hoist gear	For two-hook operation or for operation with swing-away jib if the hoist rope shall remain reeved.
Additional counterweight	3.8 t for a total counterweight of 14.5 t.
Tyres	8 tyres, size 16.00 R 25 and 20.5 R 25.
Drive 8 x 6	Additional drive of the 1 st axle.

Other items of equipment available on request.

Châssis porteur

Cadre	Construction en caisse résistante à la torsion et optimisée en poids réalisée par Liebherr en acier de construction à grain fin très rigide.
Calage	Dispositif de calage horizontal et vertical en 4 points, entièrement déployable hydrauliquement. Nivellement automatique du calage. Indicateurs électroniques d'inclinaison.
Moteur	Diesel, 6 cylindres, marque Liebherr, type D936L A6, refroidi par eau, puissance 270 kW (367 ch) à 2000 min ⁻¹ , couple max. 1700 Nm à 1000 – 1500 min ⁻¹ . Emissions des gaz d'échappement conformes aux directives 97/68/EG et EPA/CARB. Gestion électronique. Réservoir à carburant: 350 l.
Boîte de vitesse	Boîte de vitesses ZF à 12 rapports, mécanisme automatisé à commande AS-TRONIC. Boîte de transfert à 2 étages avec blocage de différentiel.
Essieux	Construction soudée en acier à haute résistance fins grains. Tous les essieux directeurs. Essieux 3 et 4 planétaires avec blocage différentiel.
Suspension	Suspension hydropneumatique sur tous les essieux. Chaque essieu peut être bloqué hydrauliquement.
Pneumatiques	8 pneus de taille: 14.00 R 25.
Direction	Direction mécanique à assistance hydraulique des essieux avants. Pompe de secours. Direction des essieux arrières enclenchable hydrauliquement. Direction hydrostatique de tous les essieux à commande depuis la cabine du grutier. Direction selon directive CE 70/311/CEE.
Freins	Freins de service: servofrein à air comprimé, à 2 circuits. Frein à main: ressort accumulé agissant sur les roues des essieux 2, 3 et 4. Freins continus: frein moteur par clapet sur échappement avec système de ralentissement Liebherr ZBS. ABV avec contrôle ASR. Freins conformes aux directives européennes 71/320 CE.
Cabine du conducteur	Cabine spacieuse en tôle d'acier, traitement anticorrosion par bain de cataphorèse, avec suspension élastique et amortisseurs hydrauliques, revêtement intérieur avec isolation phonique et thermique selon les directives européennes, glaces de sécurité, appareils de commande et de contrôle, équipement confortable.
Installation électrique	Technique moderne de transmission de données par BUS de données, courant continu 24 Volts, 2 batteries de 170 Ah chacune, éclairage conforme au code de la route.

Partie tournante

Cadre	Construction soudée résistante à la torsion et optimisée en poids réalisée par Liebherr en acier de construction à grain fin très rigide. Couronne d'orientation à rouleaux à 3 rangées permettant une rotation illimitée sert de pièce de liaison avec le châssis de la grue.
Entraînement de la grue	Diesel hydraulique avec 1 pompe double à débit variable et régulation de puissance automatique, 1 pompe à engrenages double, entraînés par le moteur Diesel du porteur, circuits hydrauliques ouverts avec «load sensing», régulé électriquement. 4 mouvements simultanés praticables.
Commande	Commande électrique des mécanismes par leviers de manoeuvre à centrage automatique, commandes de grue «grand confort» intégrées aux accoudoirs du siège, Liebherr système bus.
Mécanisme de levage	Moteur à cylindrée constante et à pistons axiaux. Treuil de marque Liebherr équipé d'un engrenage planétaire et d'un frein d'arrêt commandé par ressort. L'entraînement du treuil de levage s'effectue en circuit régulé et fermé.
Mécanisme de relevage	1 vérin différentiel avec soupapes de retenu.
Dispositif de rotation	Moteur à cylindrée constante à pistons axiaux, engrenage planétaire, frein d'arrêt commandé par ressort. Orientation de série commutable en circuit hydraulique ouvert ou fermé (freinage automatique ou au pied).
Cabine du grutier	Construction en tôle d'acier entièrement zinguée avec peinture par poudrage et cuisson au four, avec glaces de sécurité, appareils de commande et de contrôle, équipement confortable, cabine inclinable vers l'arrière.
Dispositif de sécurité	Contrôleur de charge «LICCON», système test limitation de la course pour le levage, soupape de sûreté contre la rupture de tubes et de tuyaux.
Flèche télescopique	Flèche télescopique en acier à haute résistance à grains fins, à profil ovale, 1 élément de base et 5 éléments télescopiques. Tous les éléments télescopiques indépendamment les uns des autres. Système de télescopage séquentiel rapide «Telematik». Longueur de flèche: 11 m – 50 m.
Contrepoids	Contrepoids principal de 10,7 t.
Installation électrique	Technique moderne de transmission de données par BUS de données. Courant continu 24 Volts.

Equipement supplémentaire

Fléchette pliante	Longueur: 9,5 m – 16 m, montable sous un angle de 0°, 20°, 40° ou 60°. Vérin hydraulique pour le relevage de la fléchette pliante de 0° à 60° (en option).
2ème mécanisme de levage	Pour l'utilisation du deuxième crochet, ou bien pour une utilisation avec fléchette pliante lorsque le câble de levage principal rest mouflé.
Contrepoids supplémentaire	3,8 t pour un contrepoids total de 14,5 t.
Pneumatiques	8 pneus. Taille: 16.00 R 25 et 20.5 R 25.
Entraînement 8 x 6	Essieu 1 est entraîné additionnellement.

Autres équipements supplémentaires sur demande.

Autotelaio

Telaio	Produzione Liebherr, struttura a scatola anti-torsione in acciaio a grana fine, ad elevato grado di snervamento.
Stabilizzatori	4 stabilizzatori, estraibili in direzione orizzontale e verticale, in modo completamente idraulico. Livellamento automatico della stabilizzazione. Indicazione elettronica dell'inclinazione.
Motore	Diesel, 6 cilindri, marca LIEBHERR, tipo D936L A6, raffreddato ad acqua, potenza 270 Kw (367HP) al regime di 2000 giri/min., coppia massima 1700 Nm a regime di 1000 – 1500 giri/min. Emissioni gas di scarico in base alle direttive 97/68/EG e EPA/CARB. Capacità serbatoio carburante: 350 lt.
Cambio	Cambio ZF a 12 marce con sistema di commutazione automatico AS-TRONIC. Ripartitore, a due stadi con bloccaggio differenziale.
Assi	Tutti i 4 assi a sospensione idropneumatica. Asse 1, 2, 3 e 4 sterzanti. Gli assi 3 e 4 sono assi epicicloidali con bloccaggi dei differenziali.
Sospensione	Tutti gli assi a sospensione idropneumatica e bloccabili idraulicamente.
Pneumatici	8 gomme. Dimensione pneumatico: 14.00 R 25.
Sterzo	Servosterzo con due circuiti idraulici, meccanico servoassistito dalla cabina di guida, idrostatico dalla cabina gru. Pompa di soccorso azionata dalla trasmissione. In accordo con le normative CEE 70/311/EWG.
Freni	Freno di servizio: pneumatico servoassistito su tutte le ruote, a doppio circuito. Freno a mano: accumulatore a molla agente sulle ruote del 2°, 3° e 4° asse. Freni continui: freno motore come freno a valvola di scappamento libero con sistema di frenatura supplementare Liebherr ZBS. ABV in collegamento con ASR. Freni in conformità alle norme Ce 71/320 EWG.
Cabina di guida	Cabina spaziosa in lamiera d'acciaio, protezione anticorrosione zincata per cataforesi, a sospensione elastica e isolata idraulicamente; rivestimento interno con isolamento acustico e termico, conforme alla norma Ce. Vetratura di sicurezza, strumenti di comando e di controllo, comodo equipaggiamento.
Impianto elettrico	Moderna tecnica di trasmissione "data bus", corrente continua di 24 Volt, 2 batterie con ciascuna 170 Ah, illuminazione secondo le norme per la circolazione.

Torretta

Telaio	Produzione Liebherr, struttura saldata antitorzione, in acciaio a grana fine, ad elevato grado di snervamento. L'elemento di giunzione tra l'autotelaio e la torretta è costituito da una ralla a 3 corone di rulli, che permette una rotazione illimitata.
Impianto	Diesel idraulico, pompa con cilindrata variabile a pistoni assiali e doppia pompa ad ingranaggi azionate dal motore diesel. Circuiti idraulici di tipo aperto con regolazione della potenza "load sensing". Si possono avere 4 movimenti simultanei indipendenti.
Comando	Per mezzo di manipolatori a ritorno automatico in posizione neutra e mediante la regolazione dei giri del motore, sistema Liebherr "bus" (LSB).
Verricello	Motore a cilindrata costante a pistone assiale, tamburo di sollevamento Liebherr con ingranaggio epicicloidale integrato e freno di arresto caricato a molla. L'argano funziona con un sistema a circuito idraulico aperto.
Meccanismo d'inclinazione	1 cilindro differenziale con valvola di non ritorno.
Meccanismo di rotazione	Motore a portata costante a pistone assiale, ingranaggio epicicloidale, freno d'arresto caricato a molla. Rotazione commutabile di serie, libera o controllata.
Cabina del gruista	In lamiera d'acciaio, completamente zincata, smaltata, con vetratura di sicurezza, unità di comando e di controllo, con comodo equipaggiamento.
Dispositivi di sicurezza	Limitatore LICCON, interruttori di finecorsa sollevamento, valvole di sicurezza contro la rottura dei tubi e tubi flessibili.
Braccio telescopico	Costruzione contro ammaccature e anti-torsione in acciaio a grana fine con profilo del braccio ovale. 1 elemento base e 5 elementi telescopici. Tutti gli elementi telescopici indipendenti tra loro, estraibili idraulicamente. Sistema di telescopaggio a ritmo rapido "Telematik". Lunghezza del braccio telescopico: 11 m – 50 m.
Contrappeso	Contrappeso di base di 10,7 t.
Impianto elettrico	Moderna tecnica di trasmissione "data bus", corrente continua 24 Volt.

Equipaggiamento aggiuntivo

Falcone	9,5 m – 16 m, montabile a 0°, 20°, 40° o 60° rispetto al braccio telescopico. Cilindro idraulico per la regolazione del falcone da 0° – 60° (Opzione).
2° verricello	Per l'esercizio a 2 ganci, o per l'esercizio con falcone ribaltabile, se la fune di sollevamento principale deve rimanere infilata.
Contrappeso aggiuntivo	3,8 t per il contrappeso totale di 14,5 t.
Pneumatici	8 gomme. Dimensione: 16.00 R 25 e 20.5 R 25.
Trazione 8 x 6	Trazione anche del 1° asse.

Altri equipaggiamenti fornibili a richiesta.

Chasis

Bastidor	Tipo cajón, fabricación propia en acero estructural de grano fino de alta resistencia, de peso óptimo y resistente a la torsión.
Estabilizadores	4 puntos de apoyo, con movilidad horizontal y vertical totalmente hidráulica. Nivelación automática. Indicador de inclinación electrónico.
Motor	Diesel, marca Liebherr, modelo D936L A6, 6 cilindros, refrigerado por agua, potencia 270 kW (367 CV) a 2000 min ⁻¹ , par de giro máximo 1700 Nm a 1000 – 1500 min ⁻¹ . Según norma 97/68/CEE y EPA/CARB. Gestión electrónica del motor. Capacidad del depósito de combustible: 350 l.
Transmisión	Caja de cambios ZF de 12 marchas, con sistema de cambio automático AS-TRONIC. Engranaje de distribución de dos escalonamientos, con diferencial de distribución bloqueable.
Ejes	Los 4 ejes con suspensión hidroneumática. Ejes 1, 2, 3 y 4 direccionales. Ejes 3 y 4 planetarios con bloqueo de diferencial.
Suspensión	Suspensión hidroneumática en todos los ejes, con bloqueo hidráulico.
Cubiertas	8 cubiertas de tamaño 14.00 R 25.
Dirección	Dirección mecánica de los ejes delanteros con asistencia hidráulica. Bomba auxiliar de dirección, dirección de los ejes traseros conmutados hidráulicamente. Dirección hidrostática de todos los ejes desde la cabina de la grúa. Dirección según normas CE 70/311/EWG.
Frenos	Freno de servicio: servofreno neumático con actuación a todas las ruedas, sistema de 2 circuitos. Freno de mano: por acumuladores de muelle con actuación a las ruedas de los ejes 2, 3 y 4. Frenos continuos: freno por motor en forma de freno de chapaleta de escape con sistema de freno adicional Liebherr ZBS. ABV en relación con ASR. Frenos según directivas de la CEE 71/320 CEE.
Cabina	Cabina espaciosa fabricada en chapa de acero, protegida contra la corrosión mediante imprimación cataforética por inmersión, con suspensión elástica y amortiguación hidráulica, revestimiento interior de aislante térmico y acústico según directivas de la CEE, acristalamiento de seguridad, instrumentos de mando y control, equipamiento de gran comodidad.

Superestructura

Bastidor	Fabricado por Liebherr, resistente a la torsión, construcción soldada fabricada en acero de grano fino de alta resistencia. Unido al chasis mediante una corona de giro de rodillos, diseñado para un giro ilimitado.
Accionamiento de grúa	Diesel-hidráulico, con 1 bomba doble de pistones axiales con regulación automática de potencia, 1 bomba doble de engranajes, accionado por el motor diesel del chasis, circuitos hidráulicos abiertos con regulación eléctrica por "Load Sensing". 4 movimientos de trabajo realizables al mismo tiempo.
Mando grúa	Electrónico/eléctrico mediante mandos de control autocentrantes con 4 movimientos. Mando confortable apoyabrazos. Sistema Bus Liebherr (LSB).
Cabrestante	Motor de pistones axiales de desplazamiento constante, tambor de cabrestante Liebherr con engranaje planetario incorporado y freno de retención accionado por muelle. El accionamiento del cabrestante regula en circuito de aceite abierto.
Inclinación pluma	1 cilindro diferencial con válvulas seguridad de retroceso.
Mecanismo de giro	Motor de pistones axiales de desplazamiento constante, engranaje planetario, freno de retención accionado por muelle. Giro de serie conectable. Abierto y cerrado.
Cabina	Construida en chapa de acero, totalmente galvanizada, con recubrimiento de polvo, acristalamiento de seguridad, elementos de control y mando, equipamiento de gran comodidad.
Dispositivos de seguridad	Limitador de cargas LICCON, limitador de fin de carrera de elevación, válvulas de seguridad contra la rotura de tuberías y latiguillos.
Pluma telescópica	Construcción de acero de grano fino altamente resistente, seguro contra abolladuras y a prueba de torsión, con perfil de pluma ovalado, 1 tramo base y 5 tramos telescópicos. Todos los tramos telescópicos pueden telescoparse de forma hidráulica e independiente. Sistema de telescopaje de tacto rápido "Telematik". Longitud de pluma: 11 m – 50 m.
Contrapeso	10,7 t de contrapeso base.
Sistema eléctrico	Moderna tecnología de bus de datos, 24 voltios de corriente continua.

Equipamiento adicional/alternativo

Plumín lateral	Longitud 9,5 m – 16 m, montable en la pluma telescópica con angulación de 0°, 20°, 40° ó 60°. Cilindro hidráulico para la regulación del plumín lateral de 0° – 60° (Opción).
Cabrestante auxiliar	Para operación con dos ganchos o con plumín lateral, en caso de que el cable del cabrestante principal haya de permanecer en reenvío.
Contrapeso adicional	3,8 t para un contrapeso total de 14,5 t.
Cubiertas	8 cubiertas de tamaño 16.00 R 25 y 20.5 R 25.
Tracción 8 x 6	Motricidad adicional en el 1° eje.

Otro equipamiento bajo pedido.

Шасси

Рама шасси	Жесткая пространственная конструкция собственного изготовления из высокопрочной мелкозернистой конструкционной стали.
Выносные опоры	4 гидравлически выдвигаемых балки с опорными гидроцилиндрами и башмаками. Автоматическое нивелирование. Электронный креномер.
Двигатель	6-цилиндровый турбодизель Liebherr D936L A6, жидкостного охлаждения, мощность 270 кВт (367 л.с.) при 2000 об/мин, максимальный крутящий момент 1700 Нм при 1000 – 1500 об/мин. Эмиссии выхлопных газов в соответствии с Правилами по 97/68/EG. Емкость топливного бака 350 л.
Коробка передач	12-скоростная ZF коробка передач с автоматизированной системой переключения AS-TRONIC. Раздаточная коробка, двухступенчатая, с блокируемым раздаточным дифференциалом.
Мосты	Все 4 моста имеют сварную конструкцию из высокопрочной мелкозернистой стали. Усиленные мосты. Все мосты управляемые. Мосты 3 и 4 с планетарными редукторами в ступицах колес и с блокируемыми межколесными дифференциалами.
Подвеска	Все мосты оснащены гидропневматической подвеской с автоматической регулировкой уровня и гидравлической блокировкой.
Шины	8 односкатных шин размером 14.00 R 25.
Рулевое управление	Передний мост имеет механический привод управления с гидроусилителем. Аварийный насос рулевого управления. Задний мост имеет гидравлический привод. Все мосты имеют возможность управления из кабины поворотной части. Система управления соответствует стандарту 70/311/EWG.
Тормоза	Рабочий тормоз: пневматические тормоза на все колеса, 2-контурная система. Ручной тормоз: пружинные энергоаккумуляторы с действием на колеса мостов 2, 3 и 4. Дополнительные тормоза: моторный тормоз с клапаном в выхлопном тракте системы Liebherr ZBS. АБС. Тормозная система соответствует стандарту EC 71/320 EWG.
Кабина водителя	Просторная комфортабельная кабина на эластичной подвеске впереди и с гидравлическим подрессориванием сзади изготовлена из оцинкованного стального листа, имеет тепло- и шумоизоляцию, удобную и высокофункциональную компоновку салона.
Электро-оборудование	Цифровая передача данных. Постоянный ток 24 В, 2 аккумуляторные батареи по 170 А/час.

Поворотная часть

Рама	Жесткая сварная конструкция собственного изготовления из высокопрочной мелкозернистой стали. Соединяется с ходовой частью крана через трехрядное роликовое опорно-поворотное устройство. Полноповоротная.
-------------	---

Привод крана	1 аксиально-поршневой насос с сервоуправлением и регулировкой мощности, 1 сдвоенный шестеренчатый насос, открытые гидравлические контуры с системой „load sensing“, возможны четыре рабочих движения одновременно. Насосы непосредственно прифланцованы к двигателю шасси.
Управление	Два самоцентрирующихся контроллера с возможностью четырех крестообразных движений. Новейшая система передачи цифровых сигналов по минимуму кабелей.
Подъемный механизм	Аксиально-поршневой нерегулируемый гидромотор в открытом контуре. Барабан лебедки подъемного механизма с планетарным редуктором и автоматическим нормально-закрытым многодисковым тормозом.
Механизм изменения вылета стрелы	1 двухсторонний гидроцилиндр с предохранительными клапанами обратного хода.
Механизм поворота	Аксиально-поршневой нерегулируемый гидромотор, планетарный редуктор с автоматическим нормально-закрытым многодисковым тормозом. Серийное переключение в открытый или закрытый контур.
Кабина крановщика	Просторная кабина из оцинкованного стального листа с безопасным остеклением, эргономично расположенные приборы контроля и управления. Возможность откидывания кабины.
Устройства безопасности	Ограничитель грузоподъемности LICCON, тест-система, концевой выключатель подъема груза, предохранительные и запорные гидроклапаны для случаев разрыва гидропроводов.
Телескопическая стрела	Прочная и жесткая конструкция из высокопрочной мелкозернистой стали овального профиля. 1 шарнирная секция и 5 телескопических секций. Все телескопические секции могут выдвигаться независимо. Скоростная система телескопирования TELEMATIK. Длина стрелы: 11 – 50 м.
Противовес	10,7 т.
Электро-оборудование	Цифровая передача данных. Постоянный ток 24 В.

Дополнительное оборудование

Удлинитель стрелы	откидной удлинитель длиной 9,5 – 16 м, монтируемый под углом 0°, 20°, 40° или 60° к телескопической стреле. Бесступенчатое изменение угла крепления удлинителя гидроцилиндром от 0° до 60° (по заказу).
Вторая лебедка	Используется для работы с двумя крюками или для выставления удлинителя.
Доп. противовес	3,8 т для увеличения общего веса противовеса до 14,5 т.
Шины	8 односкатных шин размером 16.00 R 25 или 20.5 R 25.
Привод 8 x 6	Дополнительно управляется первый мост.

Остальное дополнительное оборудование - по запросу.

Anmerkungen zu den Traglasttabellen

1. Für die Kranberechnungen gelten die DIN-Vorschriften lt. Gesetz gemäß Bundesarbeitsblatt von 2/85: Die Traglasten DIN/ISO entsprechen den geforderten Standsicherheiten nach DIN 15019, Teil 2 und ISO 4305. Für die Stahltragwerke gilt DIN 15018, Teil 3. Die bauliche Ausbildung des Krans entspricht DIN 15018, Teil 2 sowie der F. E. M.
2. Bei den DIN/ISO-Traglasttabellen sind in Abhängigkeit von der Auslegerlänge Windstärken von 5 bis 7 Beaufort zulässig.
3. Die Traglasten sind in Tonnen angegeben.
4. Das Gewicht des Lasthakens bzw. der Hakenflasche ist von den Traglasten abzuziehen.
5. Die Ausladungen sind von Mitte Drehkranz gemessen.
6. Die Traglasten für den Teleskopausleger gelten nur bei demontierter Klappspitze.
7. Traglaständerungen vorbehalten.
8. Traglasten über 53,5 t nur mit Zusatzflasche.

Remarks referring to load charts

1. When calculating crane stresses and loads, German Industrial Standards (DIN) are applicable, in conformity with German legislation (published 2/85): The lifting capacities (stability margin) DIN/ISO are as laid down in DIN 15019, part 2, and ISO 4305. The crane's structural steel works is in accordance with DIN 15018, part 3. Design and construction of the crane comply with DIN 15018, part 2, and with F. E. M. regulations.
2. For the DIN/ISO load charts, depending on jib length, crane operation may be permissible at wind speeds up to 5 resp. 7 Beaufort.
3. Lifting capacities are given in metric tons.
4. The weight of the hook blocks and hooks must be deducted from the lifting capacities.
5. Working radii are measured from the slewing centreline.
6. The lifting capacities given for the telescopic boom only apply if the folding jib is taken off.
7. Subject to modification of lifting capacities.
8. Lifting capacities above 53.5 t only with additional pulley block.

Remarques relatives aux tableaux des charges

1. La grue est calculée selon normes DIN conformément au décret fédéral 2/85. Les charges DIN/ISO respectent les sécurités au basculement requises par les normes DIN 15019, partie 2 et ISO 4305. La structure de la grue est conçue selon la norme DIN 15018, partie 3. La conception générale est réalisée selon la norme DIN 15018, partie 2, ainsi que selon les recommandations de la F. E. M.
2. Les charges DIN/ISO tiennent compte d'efforts au vent selon Beaufort de 5 à 7 en fonction de la longueur de flèche.
3. Les charges sont indiquées en tonnes.
4. Les poids du crochet ou de la moufle sont à déduire des charges indiquées.
5. Les portées sont prises à partir de l'axe de rotation de la partie tournante.
6. Les charges données en configuration flèche télescopiques s'entendent sans la fléchette pliante repliée contre le télescope en position route ou en position de travail en tête de télescope.
7. Charges données sous réserve de modification.
8. Les charges supérieures à 53,5 t ne peuvent être levées qu'avec un moufle complémentaire.

Note alle tabelle di portata

1. Per i calcoli della gru sono valide le norme DIN, conformemente al decreto federale tedesco del 2/85. I carichi DIN/ISO sono conformi alle sicurezze della stabilità richieste, secondo la norma DIN 15019, parte 2 e ISO 4305. La struttura portante in acciaio della gru risponde alle norme DIN 15018, parte 3. La progettazione della costruzione della gru è concepita, secondo le norme DIN/ISO 15018, parte 2 e secondo le norme F. E. M.
2. Nelle tabelle di portata DIN/ISO, l'esercizio della gru è autorizzato con forza del vento da 5 a 7 Beaufort, dipendentemente dalla lunghezza del braccio.
3. Le portate sono indicate in tonnellate.
4. Il peso del gancio di carico, ovvero del bozzello deve essere detratto dai valori di portata.
5. Gli sbracci sono misurati dal centro della ralla di rotazione.
6. Le portate per il braccio telescopico valgono solo se il falcone ribaltabile è smontata.
7. Sono possibili modifiche delle portate.
8. Portate superiori a 53,5 t. solo con bozzello addizionale.

Observaciones con respecto a las tablas de carga

1. Para los cálculos de grúa se aplican las normas DIN conforme a la ley según la hoja de servicios de la RFA del 2/85: las capacidades de carga DIN/ISO corresponden a las estabildades requeridas según DIN 15019, parte 2, e ISO 4305. Para las estructuras metálicas portantes se aplica la norma DIN 15018, parte 3. La configuración estructural de la grúa corresponde a DIN 15018, parte 2, y a F. E. M.
2. En las tablas de carga DIN/ISO se admiten fuerzas de viento entre 5 y 7 Beaufort, dependiendo de la longitud de pluma.
3. Las capacidades de carga se indican en toneladas.
4. El peso del gancho de carga o de la garrucha de gancho se ha de restar de las capacidades de carga.
5. Los radios de trabajo se han medido desde el centro de la corona de giro.
6. Las capacidades de carga para las plumas telescópicas se refieren a capacidades de carga con el plumín lateral desmontado.
7. Las capacidades de carga están sujetas a modificaciones.
8. Capacidades de carga superiores a 53,5 t sólo con polipasto.

Примечания к таблицам грузоподъемности

1. Для расчетов крана действительны предписания DIN согласно редакции закона от 2/85. Значения грузоподъемности в таблицах DIN/ISO соответствуют требуемым коэффициентам устойчивости по стандартам DIN 15019, ч.2 и ISO 4305. Для стальных несущих конструкций действует стандарт DIN 15018, ч.3. Конструктивное исполнение крана соответствует стандарту DIN 15018, ч.2, а также стандарту F. E. M.
2. В DIN/ISO таблицах грузоподъемностей, в зависимости от длины стрелы, допустимые ветровые нагрузки от 5 до 7 единиц по Бофурту.
3. Значения грузоподъемности даны в тоннах.
4. Вес грузовых крюков и крюковых подвесок надо вычитать из значений грузоподъемностей.
5. Вылет стрелы измеряется от оси вращения поворотной платформы.
6. Значения грузоподъемности на телескопической стреле действительны только при демонтированном удлинителе.
7. Возможно изменение значений грузоподъемности.
8. Грузоподъемность свыше 53,5 т возможна только с дополнительным канатным блоком.

PRYSMIAN PRYSOLAR® - H1Z2Z2-K



Tensión asignada: 1,0/1,0 kVac, 1,5/1,5 kVdc (1,2/1,2 kVac máx.) (1,8/1,8 kVdc máx.)
 Norma diseño: UNE-EN 50618 / IEC 62930
 Designación genérica: H1Z2Z2-K

E_{ca}

N° DoP 1017844

DESCÁRGATE la DoP
 (declaración de prestaciones)
<https://es.prysmiangroup.com/dop>



WET-I 1500

NUEVO

Test Prysmian Group para asegurar el comportamiento del cable inmerso en agua por periodos prolongados.

Simula una situación similar a la que el cable está expuesto en una planta FV.

Condiciones del test:

- 1800 V DC (Máx voltaje)
- Agua a 70 °C
- > 1500 ciclos



No propagación de la llama
 UNE-EN 60332-1-2
 IEC 60332-1-2
 NFC 32070-C2



Libre de halógenos
 IEC 62821-1
 UNE-EN 50525-1



Baja opacidad de humos
 UNE-EN 61034-2
 IEC 61034-2



Máxima Resistencia al agua en dc (AD8 + test especial WET-I 1500)



Resistencia al frío



Cable flexible



Resistencia a los rayos ultravioleta



Resistencia a los golpes



Resistencia a los agentes químicos



Resistencia al ozono



Resistencia al calor húmedo

- Temperatura de servicio: -40 °C, +90 °C (Cable termoestable), +120°C (20 000h).
- Ensayo de tensión durante 5 min: 6500 Vac / 15000 Vdc.

Reacción al fuego

Prestaciones frente al fuego en la Unión Europea:

- Clase de reacción al fuego (CPR): E_{ca}.
- Requerimientos de fuego: UNE-EN 50575:2015 + A1:2016.
- Clasificación respecto al fuego: UNE-EN 13501-6.
- Aplicación de los resultados: CLC/TS 50576.
- Métodos de ensayo: UNE-EN 60332-1-2.

Normativa de fuego completa (incluidas normas aplicables a países no pertenecientes a la Unión Europea):

- No propagación de la llama:
 UNE-EN 60332-1-2; IEC 60332-1-2; NFC 32070-C2.
- Libre de halógenos:
 IEC 62821-1 Anexo B, UNE-EN 50525-1 Anexo B.
- Baja opacidad de humos:
 UNE-EN 61034-2; IEC 61034-2.

PRYSMIAN PRYSOLAR® - H1Z2Z2-K



Tensión asignada: 1,0/1,0 kVAc, 1,5/1,5 kVdc (1,2/1,2 kVAc máx.) (1,8/1,8 kVdc máx.)
 Norma diseño: UNE-EN 50618 / IEC 62930
 Designación genérica: H1Z2Z2-K



✓ Ensayos adicionales cable PRYSMIAN PRYSOLAR

Vida estimada	30 años *
Protección frente al agua	AD8 (test ac) ** EN 50525-2-21
	WET-I 1500 Ensayo mejorado de Prysmian Group específico FV: >1500 ciclos sumergido en agua a 70 °C con la máxima tensión continua (1800 Vdc)
Resistencia a los rayos UVA	IEC 62930 Anexo E; UNE-EN 50618 Anexo E 720 h (360 ciclos)
Certificación	TÜV Rheinland
Servicios móviles	Sí
Doble aislamiento (clase II)	Sí
Temperatura máxima del conductor	90 °C (120 °C 20 000 h) 250 °C (cortocircuito)
Adecuado para sistemas anti-PID	Tensión máxima eficaz: 1200 V (>906 V) Tensión máxima de pico: 1697 V (>1468 V)
Máxima tensión de tracción	50 N/mm ² durante el tendido 15 N/mm ² en operación (instalado)
Resistencia al ozono	IEC 62930 Tab.3 según IEC 60811-403; UNE-EN 50618 Tab.2 según UNE-EN 50396 tipo de prueba B
Resistencia a ácidos y bases	IEC 62930 y UNE-EN 50618 Anexo B 7 días, 25 °C N-ácido oxálico, N-hidróxido sódico (según IEC 60811-404; UNE-EN 60811-404).
Prueba de contracción	IEC 62930 Tab. 2 según IEC 60811-503; UNE-EN 50618 Tab. 2 según UNE-EN 60811-503 (máxima contracción 2 %)
Resistencia al calor húmedo	IEC 62930 Tab.2 y UNE-EN 50618 Tab.2 1000 h a 90 °C y 85 % de humedad para IEC 60068-2-78, UNE-EN- 60068-2-78
Resistencia de aislamiento a largo plazo (dc)	IEC 62821-2; UNE-EN 50395-9 (240 h/85 °C agua /1,8 kVdc)
Respetuoso con el medio ambiente	Directiva RoHS 2011/65/UE de la Unión Europea
Ensayo de penetración dinámica	IEC 62930 Anexo D; UNE-EN 50618 Anexo D
Doblado a baja temperatura	Doblado y alargamiento a -40 °C según IEC 60811-504 y -505 y UNE-EN 60811-504 y -505
Resistencia al impacto en frío	Resistencia al impacto a -40 °C según IEC 62930 Anexo C según IEC 60811-506 y UNE-EN 50618 Anexo C según UNE-EN 60811-506
Durabilidad del marcado	IEC 62930; UNE-EN 50396

* Para la estimación de la vida del cable se utilizó el ensayo de durabilidad térmica según la IEC 60216.

** La condición AD8 habitual es una autodeclaración de fabricante sin norma de referencia. Declara la posibilidad de funcionamiento del cable permanentemente sumergido pero el ensayo habitual está pensado para corriente alterna y hasta 450/750 V de tensión asignada del cable. Situación muy alejada de la realidad de las instalaciones fotovoltaicas. Los cables de Prysmian superan el ensayo especial WET-I 1500 a 1800 V en corriente continua.

Construcción

1. Conductor

Metal: cobre recocido estañado.

Flexibilidad: flexible, clase 5, según UNE EN 60228.

Temperatura máxima en el conductor:

90 °C (120 °C, por 20 000 h). 250 °C en cortocircuito.

2. Aislamiento

Material: compuesto reticulado libre de halógenos según tabla B.1 de anexo B de EN 50618.

3. Cubierta

Material: compuesto reticulado libre de halógenos según tabla B.1 de anexo B de EN 50618.

Colores: negro o rojo.

Aplicaciones

Especialmente diseñado para instalaciones solares fotovoltaicas interiores, exteriores, industriales, agrícolas, fijas o móviles (con seguidores...). Pueden ser instalados en bandejas, conductos y equipos.

Especialmente resistente a la acción del agua (AD8 + test especial para corriente continua WET-I 1500), en instalaciones subterráneas bajo tubo o conducto.

Indicado para el lado de corriente continua en instalaciones de autoconsumo solar fotovoltaico.

Sistemas de corriente continua (ITC-BT 53, UNE-HD 60364-7-712).

Ver esquemas de aplicación en apartado: 2.25. y ejemplos de cálculo en apartados: 2.17., 2.18., 2.19. y 3.

PRYSMIAN PRYSOLAR® - H1Z2Z2-K



Tensión asignada: 1,0/1,0 kVac, 1,5/1,5 kVdc (1,2/1,2 kVac máx.) (1,8/1,8 kVdc máx.)

Norma diseño: UNE-EN 50618 / IEC 62930

Designación genérica: H1Z2Z2-K



Datos técnicos

Número de conductores x sección (mm ²)	Diámetro máximo del conductor (mm) (1)	Diámetro exterior del cable (valor máximo) (mm)	Radio mínimo de curvatura dinámico (mm)	Radio mínimo de curvatura estático (mm)	Peso (kg/km) (1)	Resistencia del conductor a 20 °C (W/km)	Intensidad admisible al aire (2) (A)	Intensidad admisible al aire. T ambiente 60 °C y T conductor 120 °C (3)	Intensidad admisible bajo tubo enterrado (4) (A)	Caída de tensión (V/A km) (2)
1x1,5	1,8	5,4	22	16	33	13,7	24	30	24	27,4
1x2,5	2,4	5,9	24	18	45	8,21	34	41	32	16,42
1x4	3,0	6,6	26	20	61	5,09	46	55	42	10,18
1x6	3,9	7,4	30	22	80	3,39	59	70	53	6,78
1x10	5,1	8,8	35	26	124	1,95	82	98	70	3,90
1x16	6,3	10,1	40	30	186	1,24	110	132	91	2,48
1x25	7,8	12,5	63	50	286	0,795	140	176	116	1,59
1x35	9,2	14,0	70	56	390	0,565	182	218	140	1,13
1x50	11,0	16,3	82	65	542	0,393	220	276	166	0,786
1x70	13,1	18,7	94	75	742	0,277	282	347	204	0,554
1x95	15,1	20,8	125	83	953	0,210	343	416	241	0,42
1x120	17,0	22,8	137	91	1206	0,164	397	488	275	0,328
1x150	19,0	25,5	153	102	1500	0,132	458	566	311	0,264
1x185	21,0	28,5	171	114	1843	0,108	523	644	348	0,216
1x240	24,0	32,1	193	128	2304	0,0817	617	775	402	0,1634

(1) Valores aproximados.

(2) Instalación monofásica o corriente continua en bandeja perforada al aire (40 °C). Con exposición directa al sol, multiplicar la corriente por 0,85.

→ XLPE2 con instalación tipo F → columna 13. (UNE-HD 60364-5-52 e IEC 60364-5-52).

(3) Instalación de conductores separados con renovación eficaz del aire en toda su cubierta (cables suspendidos).

Temperatura ambiente 60 °C (a la sombra) y temperatura máxima en el conductor 120 °C. Valor que puede soportar el cable, 20 000 h a lo largo de su vida estimada (30 años) EN 50618 (tabla A.3).

(4) Instalación bajo tubo enterrada con resistividad térmica del terreno estándar de 2,5 K·m/W y temperatura del terreno 25 °C. XLPE2 con instalación tipo D1 (Cu) (monofásica o continua).

Cables 0,6/1 kV

RZ1-K (AS) 0,6/1 kV



Descripción

Los cables RZ1-K (AS) 0,6/1kV son adecuados para el transporte y distribución de energía eléctrica en instalaciones fijas, protegidas o no, donde en caso de incendio se requiera una baja emisión de humos y gases corrosivos, como locales de pública concurrencia, hospitales, escuelas, centros comerciales y aeropuertos. Son adecuados para instalaciones interiores y exteriores.

Su gran flexibilidad los hace muy apropiados en instalaciones complejas y de gran dificultad.

Los cables RZ1-K (AS) 0,6/1kV pueden fabricarse en otros colores según la IEC 60502. Nuestros cables se encuentran certificados para la norma IEC 60502.

Normas de Referencia: HD 603 S1 e IEC 60502

Aplicaciones

Según el REBT 2002, para las siguientes instalaciones:

- ITC-BT 09 Redes de alimentación subterránea para instalaciones de alumbrado exterior
- ITC-BT 14 Línea general de alimentación
- ITC-BT 15 Derivación individual
- ITC-BT 20 Instalaciones interiores o receptoras
- ITC-BT 28 Locales de pública concurrencia

Igualmente se pueden utilizar en las siguientes:

- ITC-BT 07 Redes subterráneas para distribución en baja tensión
- ITC-BT 11 Redes de distribución de energía eléctrica. Acometidas subterráneas
- ITC-BT 30 Instalaciones en locales de características especiales

Apropiados para instalaciones en las que se quiera aumentar la protección contra incendios.

Adecuados para instalaciones interiores y exteriores, sobre soportes al aire, en tubos o enterrados.

Características Técnicas

1. Conductor	Cobre electrolítico flexible (Clase V) según UNE-EN 60228, EN 60228 e IEC 60228
2. Aislamiento	Polietileno reticulado (XLPE) tipo DIX 3 según HD 603 S1 e IEC 60502-1
3. Cubierta	Polioléfina termoplástica tipo DMZ-E según UNE-HD 603-1 y ST8 según IEC 60502-1
Tensión nominal	0,6/1 kV
Tensión de ensayo	3.500 V C.A.
Temperatura máxima	90 °C

Otras características

Color según UNE 21089 y HD 308 S2 (marcados con colores para menos de cinco conductores), UNE-EN 50334 y EN 50334 (marcados por inscripción para más de cinco conductores)

No propagación de la llama según UNE-EN 60332-1-2, EN 60332-1-2 e IEC 60332-1-2

No propagación del incendio según UNE-EN 60332-3-24, EN 60332-3-24 e IEC 60332-3-24

Bajo contenido de halógenos según UNE-EN 50267, EN 50267 e IEC 60754-1 y 60754-2

Baja emisión de gases corrosivos según IEC 60754-1 y 60754-2

Baja emisión de humos opacos según UNE-EN 61034-2, EN 61034-2 e IEC 61034-2

El uso de polietileno reticulado (XLPE) admite una mayor densidad de corriente, a igualdad de sección, respecto al aislamiento con PVC

Dimensiones

Sección (mm ²)	Resistencia a 20 °C (Ohm/km)	Diámetro Exterior (mm)	Peso (kg/km)
1x1,5	13,3	4,80	34
1x2,5	7,98	5,15	44
1x4	4,95	5,60	58
1x6	3,3	6,30	80
1x10	1,91	7,30	121
1x16	1,21	8,40	178
1x25	0,78	10,00	260
1x35	0,554	11,10	349
1x50	0,386	12,90	482
1x70	0,272	14,70	668
1x95	0,206	17,25	890
1x120	0,161	19,00	1.117
1x150	0,129	21,60	1.406
1x185	0,106	23,40	1.723
1x240	0,0801	26,70	2.244
1x300	0,0641	28,50	2.759
1x400	0,0486	34,30	3.635
1x500	0,0384	36,90	4.653
1x630	0,0287	44,50	6.408
2x1,5	13,3	7,75	83
2x2,5	7,98	8,45	108
2x4	4,95	9,50	148
2x6	3,3	10,20	187
2x10	1,91	11,85	280
2x16	1,21	14,10	431
2x25	0,78	18,10	682
2x35	0,554	22,05	921
2x50	0,386	25,70	1.316
2x70	0,272	29,35	1.798

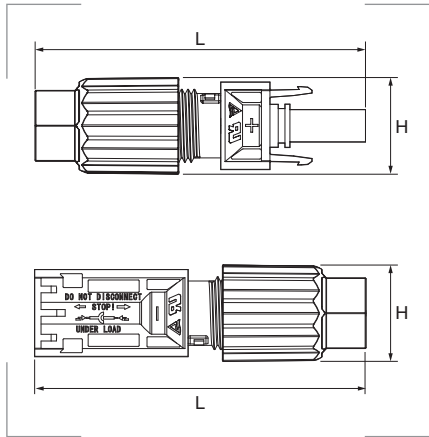
Sección (mm ²)	Resistencia a 20 °C (Ohm/km)	Diámetro Exterior (mm)	Peso (kg/km)
2x95	0,206	33,80	2.399
3x1,5	13,3	8,95	112
3G1,5	13,3	8,95	112
3G2,5	7,98	9,60	143
3G4	4,95	10,10	181
3G6	3,3	11,10	243
3G10	1,91	13,00	372
3x16	1,21	15,35	551
3x25	0,78	18,90	845
3x35	0,554	21,95	1.195
3x50	0,386	27,30	1.703
3x70	0,272	30,75	2.365
3x95	0,206	35,90	3.121
3x120	0,161	43,50	3.983
3x150	0,129	44,75	4.920
3x185	0,106	50,70	6.083
3x240	0,0801	54,35	8.045
4G1,5	13,3	8,70	115
4G2,5	7,98	9,95	163
4G4	4,95	10,95	223
4G6	3,3	12,60	312
4G10	1,91	14,40	468
4x16	1,21	17,40	726
4x25	0,78	21,15	1.105
4x35	0,554	24,20	1.504
4x50	0,386	29,60	2.276
4x70	0,272	35,80	3.055
4x95	0,206	42,00	4.189
4G95	0,206	41,20	4.003

Dimensiones

Sección (mm ²)	Resistencia a 20 °C (Ohm/km)	Diámetro Exterior (mm)	Peso (kg/km)
4x120	0,161	46,20	5.126
4x150	0,129	52,65	6.617
4x185	0,106	55,30	8.098
5G1,5	13,3	9,90	142
5G2,5	7,98	10,85	192
5G4	4,95	12,00	267
5G6	3,3	13,95	376
5G10	1,91	15,95	572
5G16	1,21	19,50	892
5G25	0,78	23,30	1.302
5G35	0,554	26,70	1.802
5G50	0,386	33,25	2.705
5G70	0,272	39,20	3.742
5G95	0,206	43,20	4.860
5G120	0,161	48,15	6.176
5G150	0,129	52,95	7.632
6G1,5	13,3	11,15	174
6G2,5	7,98	12,20	234
6G4	4,95	13,80	330
7x1,5	13,3	11,15	189
7G1,5	13,3	11,15	189
7G2,5	7,98	12,40	264
7G4	4,95	14,90	404
7G6	3,3	16,40	537
7G10	1,91	18,30	790

Sección (mm ²)	Resistencia a 20 °C (Ohm/km)	Diámetro Exterior (mm)	Peso (kg/km)
7G16	1,21	21,30	1.171
8G1,5	13,3	12,10	216
8G2,5	7,98	13,50	302
10G1,5	13,3	13,45	269
10G2,5	7,98	15,40	391
12G1,5	13,3	13,80	291
12G2,5	7,98	15,45	415
14G1,5	13,3	15,55	361
14G2,5	7,98	16,55	477
14G4	4,95	18,35	671
14G6	3,3	20,80	938
14G10	1,91	24,40	1.493
16G1,5	13,3	15,75	377
16G2,5	7,98	17,55	536
18G4	4,95	20,50	824
19G1,5	13,3	17,20	455
19G2,5	7,98	18,60	619
24G1,5	13,3	18,20	523
24G2,5	7,98	21,05	782
27G1,5	13,3	18,50	552
30G1,5	13,3	20,00	635
32G1,5	13,3	20,20	650
37G1,5	13,3	21,05	725
37G2,5	7,98	24,95	1.135
44G1,5	13,3	24,55	938

Conectores fotovoltaicos



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

Materiales
Polipropileno y poliamida.
Bornes de cobre estañado.

Color
Negro

Certificados y normas aplicables



Temperatura de trabajo
-40°C a +85°C.

Descripción

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

CFV-AM | CFV-AH



CFV-CM | CFV-CH



CFV-AM15.30 | CFV-AH15.30



CFV-AM15.45 | CFV-AH15.45



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

MERC-1100/1300W-P Smart Module Controller



Long String Design
Better for C&I Scenarios



Up to 20 A Input Current
Fit All Type Module



< 5s
Module Auto-Mapping



Temperature Detection
Safety Enhanced



1V Safe Voltage Shutdown
Easier for Detection

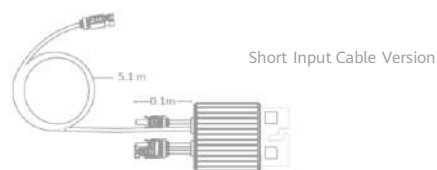


Arc Fault Pinpoint Positioning
Along PV Cable

MERC-1100/1300W-P Smart Module Controller



Technical Specification	MERC-1100W-P	MERC-1300W-P					
Input							
Rated Input DC Power ¹	1100 W	1300 W					
Max. input voltage	125 V						
MPPT operating voltage range	12.5 – 105 V						
Max. short-circuit current (I _{sc})	20 A						
Max. efficiency	99.5 %						
Weighted efficiency	99.0 %						
Overvoltage category	II						
Output							
Max. output voltage	80 V						
Max. output current	22 A						
Output bypass ²	Yes						
Shutdown output voltage per optimizer ³	1 V						
Standards Compliance							
Safety	IEC62109-1 (class II safety)						
RoHS	Yes						
General Data							
Dimension (W x H x D)	149 mm x 104 mm x 49 mm (5.9 in. x 4.1 in. x 2.0 in.)						
Weight (including cables)	1.05 kg (2.2 lb.)						
Installation part (optional)	PV Module Frame Plate, T-shaped Bolt						
Input connector	MC4						
Input wire length	0.1 m (short input cable version) ⁴						
Output connector	MC4						
Output wire length	0.1 m (+), 5.1 m (-) (short input cable version) ⁴						
Operating temperature/humidity range	-40°C to +85°C ⁵ / 0%–100% RH						
Degree of protection	IP68						
Compatible Inverter	SUN2000-12/15/17/20KTL-M2 SUN2000-12/15/17/20/23/25KTL-M5 SUN2000-30/36/40KTL-M3 SUN2000-50KTL-M3						
String Configuration (Full Optimizer Configuration) * MERC-1100/1300W-P support full optimizer configuration only	SUN2000-12-20KTL-M2	SUN2000-12-25KTL-M5	SUN2000-30-40KTL-M3	SUN2000-50KTL-M3			
Minimum optimizers per string	6	6	6	6			
Maximum optimizers per string	25	25	25	20			
Recommend strings per inverter	12KTL	15-20KTL	12KTL	15-25KTL	30/36KTL	40KTL	4
* Only one string can be connected to each MPPT. * The DC/AC ratio is 1.0 to 1.3 for this recommended configuration. For other ratios, refer to the user manual.							
Maximum DC power per string	20,000 W		20,000 W		20,000 W		20,000 W
* It is recommended that strings have equal capacity. The capacity difference between strings should ≤ 2 kW. Otherwise, the energy yield might be adversely affected.							



^{*1} The rated power of modules under standard test conditions (STC) shall not exceed the rated DC input power of optimizers. The module power can be 5% higher than the rated optimizer power.
^{*2} Failed optimizers will be bypassed so that other optimizers and inverters will not be affected.
^{*3} When the optimizer output is an open circuit or the inverter connected to the optimizer is shut down, the default optimizer output is 1 V DC voltage.
^{*4} For the short input cable version (Input cable 0.1m (+/-), output cable 0.1m(+), 5.1m(-)), ensure that the PV module cables are long enough to connect to the optimizers. For split junction box module with a short cable, the long-input cable version of optimizer is available (input cables: 1.3 m (+/-); positive output cable: 0.1 m; negative output cable: 2.9 m) on request.
^{*5} When the operating temperature of the optimizer is 70°C to 85°C, the optimizer may shut down for overtemperature protection and report an overtemperature alarm. After the operating temperature drops to 70°C or below, the optimizer automatically recovers with no risk of damage.
^{*6} The SUN2000-450/600W-P cannot be mixed with the MERC-1100/1300W-P under the same inverter.
^{*7} The temperature detection function is only available on the short output cable (0.1 m).
^{*8} It is allowed to connect single PV module to the MERC-1100/1300W-P.

Smart Power Sensor



Preciso

Precisión de medición: Clase 1



Fácil y sencillo

Pantalla LCD, fácil de configurar y comprobar



Energía eficiente

Consumo general de energía ≤ 1 W

Especificaciones técnicas	DDSU666-H	DTSU666-H 250A/50mA
Datos generales		
Dimensiones (alto x anchura x profundidad)	100 x 36 x 65.5 mm	100 x 72 x 65.5 mm
Tipo de montaje	DIN35 Rail	
Peso (incluidos los cables)	1.2 kg	1.5 kg
Fuente de alimentación		
Tipo de red eléctrica	1P2W	3P4W
Tensión de entrada (por fase)	176 Vac ~ 288 Vac	
Consumo de potencia	≤ 0.8 W	≤ 1 W
Rango de medición		
Tensión de línea	/	304 Vac ~ 499 Vac
Tensión por fase	176 Vac ~ 288 Vac	
Intensidad	0 ~ 100 A	0 ~ 250 A
Precisión de medición		
Tensión	± 0.5 %	
Intensidad / Potencia / Energía	± 1 %	
Frecuencia	± 0.01 Hz	
Comunicación		
Interfaz	RS485	
Velocidad de transmisión en baudios	9,600 bps	
Protocolo de comunicación	Modbus-RTU	
Entorno		
Rango de temperatura de operación	-25 °C ~ 60 °C	
Rango de temperatura de almacenamiento	-40 °C ~ 70 °C	
Humedad de operación	5 %RH ~ 95 %RH (sin condensación)	
Otros		
Accesorios	Cable RS485 (10 m)	
	1 CT 100 A/40 mA (5 m)	3 CT 250 A/50 mA (5 m)

Smart Dongle-WLAN-FE



Smart

WLAN & Fast Ethernet (FE) communication
Support 3rd-party monitoring system ¹



Simple

Plug & Play
Support max. 10 devices



Reliable

IP65
Support auto reconnection

Technical Specification	SDongleA-05(AP+STA)
General Data	
Max. Devices Supported	10
Max. Inverters Supported	10
Connection interface	USB
Ethernet Interface	10/100M Ethernet
Installation	Plug-and-play
Indicator	LED Indicator
Dimensions (W * H * D)	146 x 48 x 33 mm (5.1 x 1.9 x 1.3 inch)
Weight	90 g (0.2 lb.)
Degree of protection	IP65
Power consumption (typical)	2.5 W
Operation Mode	AP + STA
Encryption Algorithm	Encryption Mechanism: WPA/WPA2 Encryption: TKIP/CCMP/AES
Wireless Parameter	
Supported standards & frequencies	802.11b/g/n (2.412G—2.484G)
Environment	
Operating temperature range	-30 °C to +65 °C (-22 °F to 149 °F)
Relative humidity range	5 - 95% RH
Storage temperature range	-40 °C to +70 °C (-40 °F to 158 °F)
Max. operating altitude	4,000 m (13,123 ft.)
Standard Compliance (more available upon request)	
Certificate	SRRC, CE, RCM
Inverter Compatibility	
Inverter Model	SUN2000-2/3/3.68/4/4.6/5/6-L1 SUN2000-3/4/5/6/8/10-M1 SUN2000-12/15/17/20KTL-M2 SUN2000-12/15/17/20/25KTL-M5 SUN2000-30/36/40/50KTL-M3 SUN2000-100/115KTL-M2 SUN2000-110KTL-INM2

¹: 3rd-party management system shall match the communication protocol with Huawei Smart Dongle.



Biblioteca
UNIVERSITAS Miguel Hernández

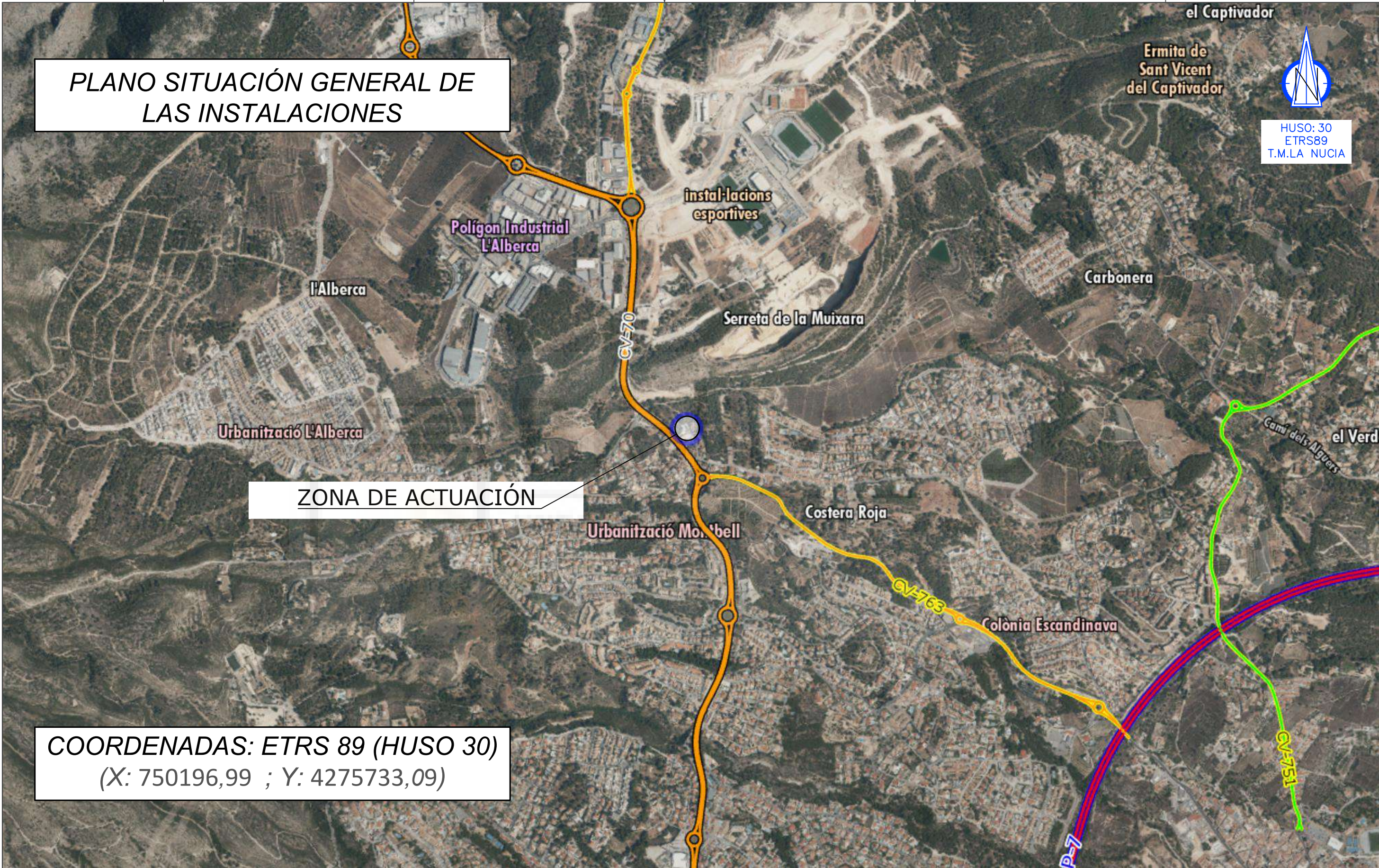
PLANOS

1 2 3 4 5 6

PLANO SITUACIÓN GENERAL DE LAS INSTALACIONES



HUSO: 30
ETRS89
T.M.LA NUCIA



ZONA DE ACTUACIÓN

COORDENADAS: ETRS 89 (HUSO 30)
(X: 750196,99 ; Y: 4275733,09)

REV	FECHA	DIBUJ.	COMP.	APROB.
0	09/2024	A.S.C.Z.	S.V.V.	S.V.V.

TRABAJO FIN DE GRADO
 AUTOR: ANTONIO SAMUEL CALDERÓN ZAMORA
 TUTOR: SERGIO VALERO VERDÚ
 GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ

 ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE

INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO DE 15KWN SOBRE CUBIERTA EN ZONA RESIDENCIAL EN LA NUCIA (ALICANTE)

PLANO NUMERO: TFG_01		
ESCALA 1:20.000	DIN-A3	
ARCHIVO SITUACIÓN_TFG.DWG		
HOJA 1	SIGUE HOJA ---	REV. 0



1 2 3 4 5 6



HUSO: 30
ETRS89
T.M.LA NUCIA

PLANO EMPLAZAMIENTO DE LAS INSTALACIONES

ZONA DE ACTUACIÓN

UBICACION DE LA INSTALACIÓN
CALLE SERRA DE FONTANELLA, Nº 13.
LA NUCIA. (ALICANTE)



0	09/2024	A.S.C.Z.	S.V.V.	S.V.V.
REV	FECHA	DIBUJ.	COMP.	APROB.

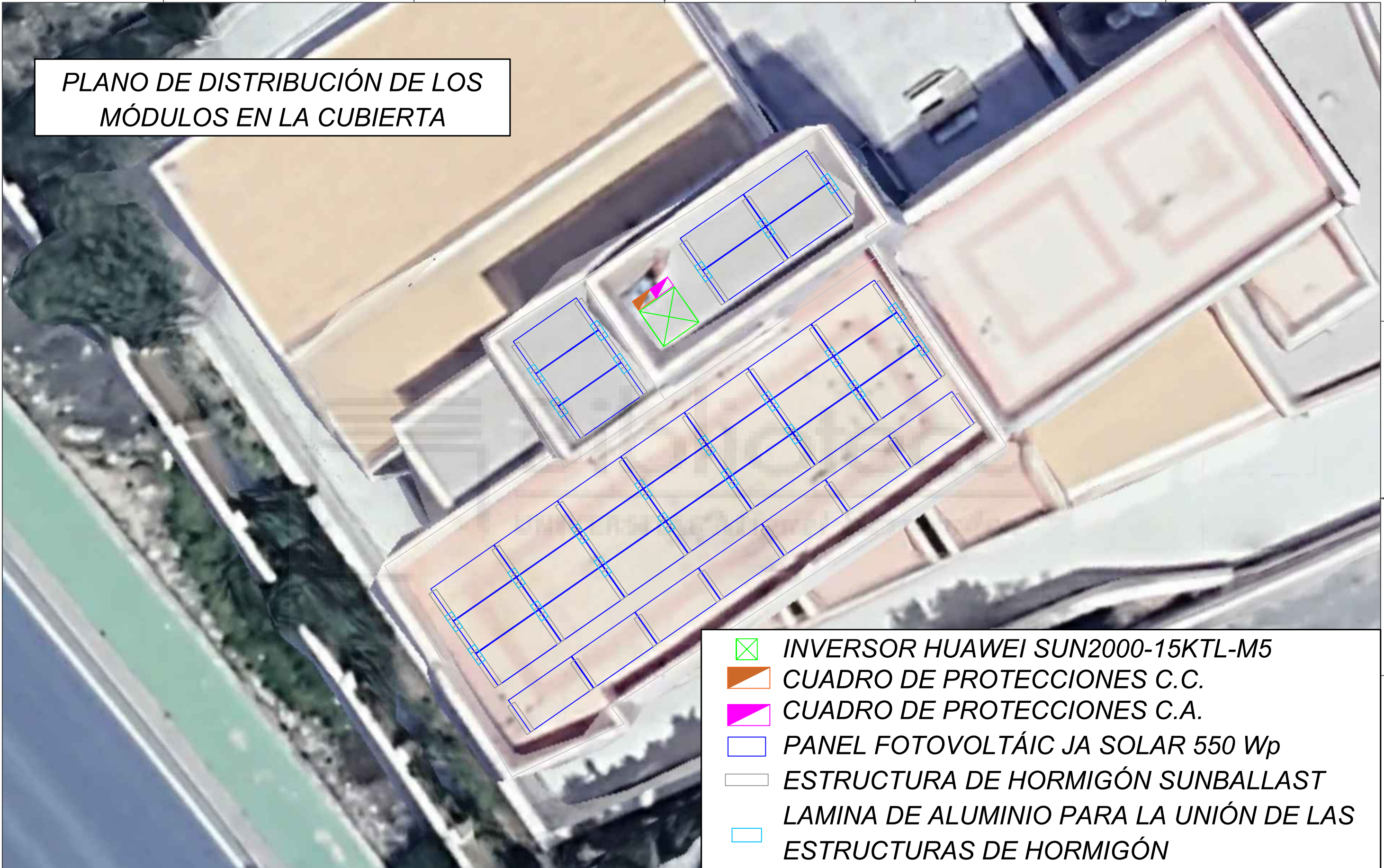
TRABAJO FIN DE GRADO
 AUTOR: ANTONIO SAMUEL CALDERÓN ZAMORA
 TUTOR: SERGIO VALERO VERDÚ
 GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA









INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO DE 15KWN SOBRE CUBIERTA EN ZONA RESIDENCIAL EN LA NUCIA (ALICANTE)

PLANO NUMERO:		
TFG_02		
ESCALA	1:2.500	DIN-A3
ARCHIVO	EMPLAZAMIENTO_TFG.DWG	
HOJA	SIGUE HOJA	REV.
1	---	0

PLANO DE DISTRIBUCIÓN DE LOS MÓDULOS EN LA CUBIERTA



-  **INVERSOR HUAWEI SUN2000-15KTL-M5**
-  **CUADRO DE PROTECCIONES C.C.**
-  **CUADRO DE PROTECCIONES C.A.**
-  **PANEL FOTOVOLTÁIC JA SOLAR 550 Wp**
-  **ESTRUCTURA DE HORMIGÓN SUNBALLAST**
-  **LAMINA DE ALUMINIO PARA LA UNIÓN DE LAS ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN**

0	09/2024	A.S.C.Z.	S.V.V.	S.V.V.
REV	FECHA	DIBUJ.	COMP.	APROB.

TRABAJO FIN DE GRADO
 AUTOR: ANTONIO SAMUEL CALDERÓN ZAMORA
 TUTOR: SERGIO VALERO VERDÚ
 GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA

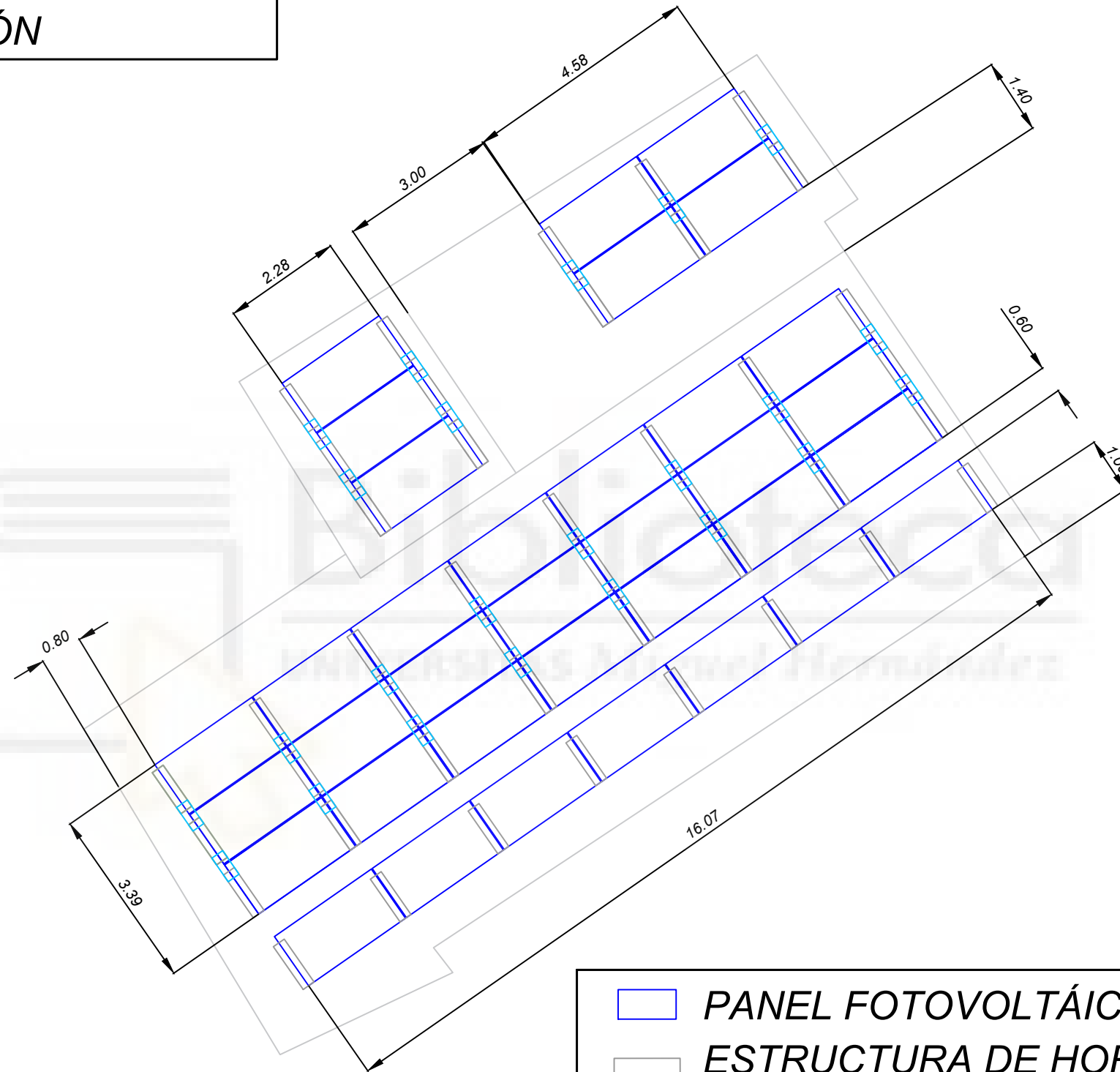
UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ

 ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE

INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO DE 15KWN SOBRE CUBIERTA EN ZONA RESIDENCIAL EN LA NUCIA (ALICANTE)

PLANO NUMERO: TFG_03		
ESCALA	1:200	DIN-A3
ARCHIVO	DISTRIBUCIÓN_TFG.DWG	
HOJA	SIGUE HOJA	REV.
1	---	0

PLANO DE COTAS DE LA INSTALACIÓN



- PANEL FOTOVOLTÁIC JA SOLAR 550 Wp
- ESTRUCTURA DE HORMIGÓN SUNBALLAST
- LAMINA DE ALUMINIO PARA LA UNIÓN DE LAS ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN

REV	FECHA	DIBUJ.	COMP.	APROB.
0	09/2024	A.S.C.Z.	S.V.V.	S.V.V.

TRABAJO FIN DE GRADO
 AUTOR: ANTONIO SAMUEL CALDERÓN ZAMORA
 TUTOR: SERGIO VALERO VERDÚ
 GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA

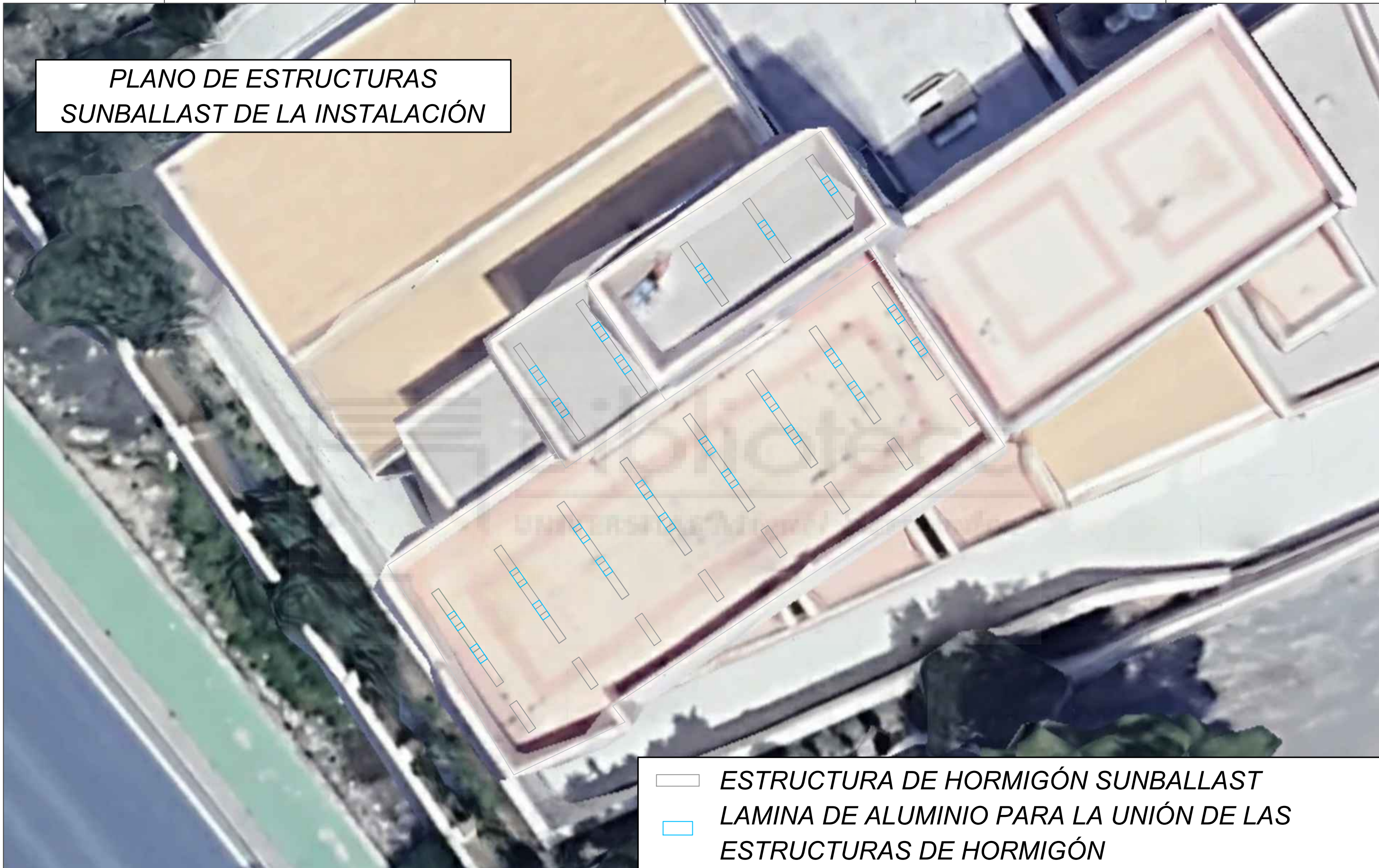


INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO DE 15KWN SOBRE CUBIERTA EN ZONA RESIDENCIAL EN LA NUCIA (ALICANTE)

PLANO NUMERO:		
TFG_04		
ESCALA	1:150	DIN-A3
ARCHIVO	COTAS_TFG.DWG	
HOJA	SIGUE HOJA	REV.
1	---	0

1 2 3 4 5 6

**PLANO DE ESTRUCTURAS
SUNBALLAST DE LA INSTALACIÓN**



ESTRUCTURA DE HORMIGÓN SUNBALLAST

LAMINA DE ALUMINIO PARA LA UNIÓN DE LAS ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN

0	09/2024	A.S.C.Z.	S.V.V.	S.V.V.
REV	FECHA	DIBUJ.	COMP.	APROB.

TRABAJO FIN DE GRADO
 AUTOR: ANTONIO SAMUEL CALDERÓN ZAMORA
 TUTOR: SERGIO VALERO VERDÚ
 GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA

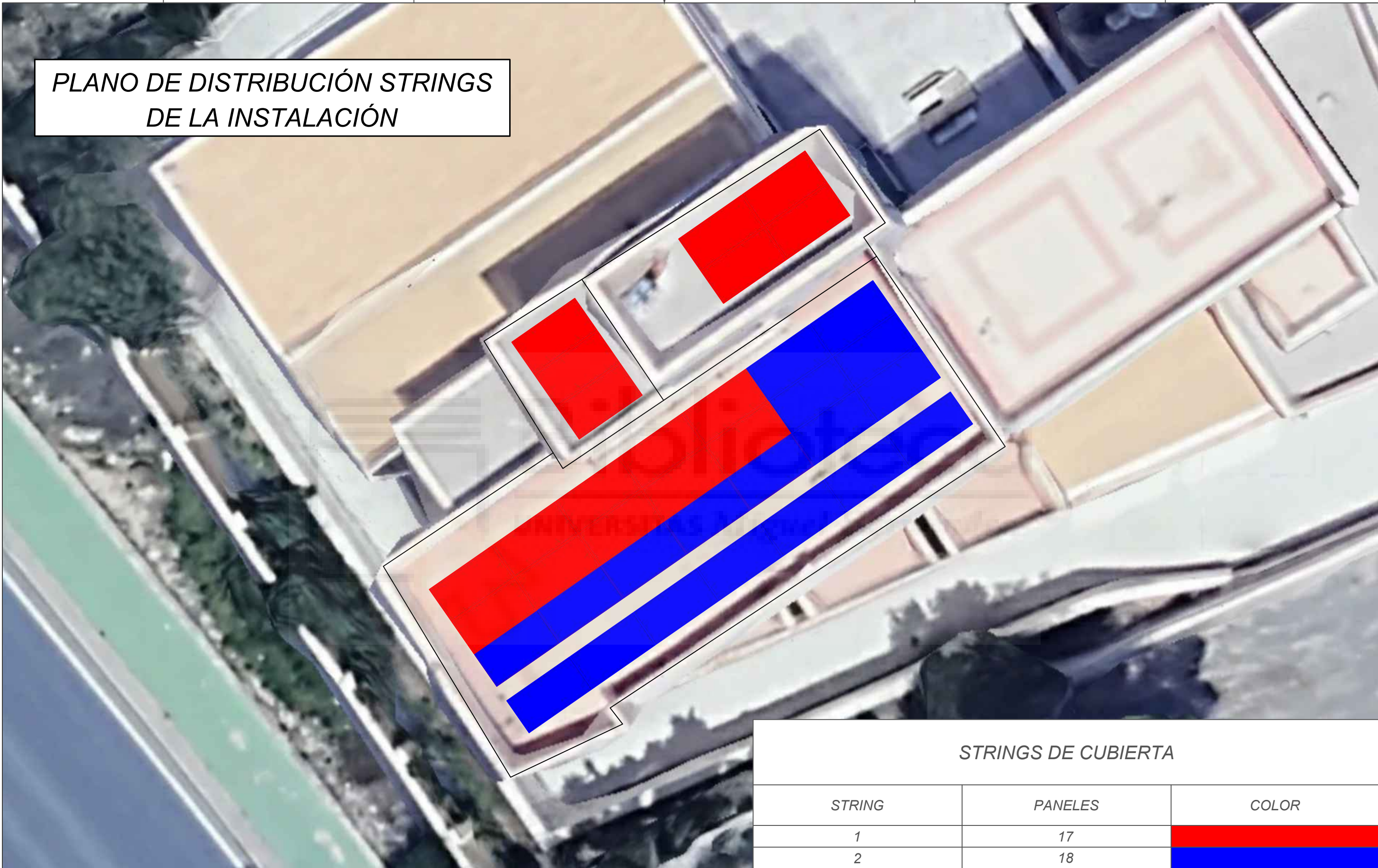
UNIVERSIDAD MIGUEL
 HERNÁNDEZ

 ESCUELA POLITÉCNICA
 SUPERIOR DE ELCHE

INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO DE
 15KWN SOBRE CUBIERTA EN ZONA RESIDENCIAL EN LA
 NUCIA (ALICANTE)

PLANO NUMERO:		
TFG_05		
ESCALA	1:150	DIN-A3
ARCHIVO	ESTRUCTURAS_TFG.DWG	
HOJA	SIGUE HOJA	REV.
1	---	0

**PLANO DE DISTRIBUCIÓN STRINGS
DE LA INSTALACIÓN**



STRINGS DE CUBIERTA

STRING	PANELES	COLOR
1	17	
2	18	

REV	FECHA	DIBUJ.	COMP.	APROB.
0	09/2024	A.S.C.Z.	S.V.V.	S.V.V.

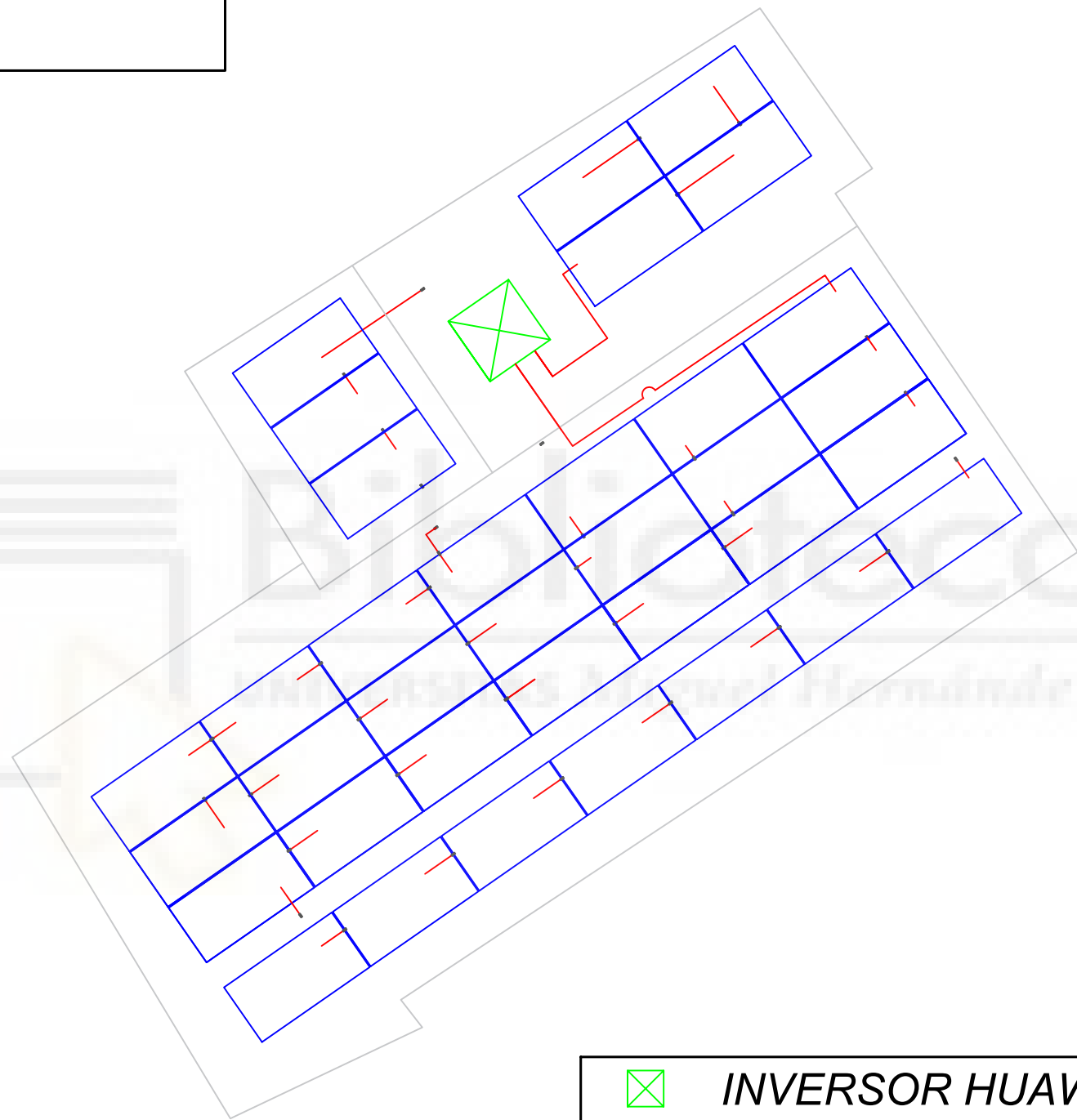
TRABAJO FIN DE GRADO
 AUTOR: ANTONIO SAMUEL CALDERÓN ZAMORA
 TUTOR: SERGIO VALERO VERDÚ
 GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA







INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO DE 15KWN SOBRE CUBIERTA EN ZONA RESIDENCIAL EN LA NUCIA (ALICANTE)

PLANO NUMERO: TFG_06		
ESCALA	1:150	DIN-A3
ARCHIVO	STRINGS_TFG.DWG	
HOJA	SIGUE HOJA	REV.
1	---	0

**PLANO DE DISTRIBUCIÓN DEL
CABLEADO POSITIVO DE LA
INSTALACIÓN**



-  **INVERSOR HUAWEI SUN2000-15KTL-M5**
-  **PANEL FOTOVOLTAIC JA SOLAR 550 Wp**
-  **CABLE SOLAR POSITIVO 6mm²**
-  **CONECTOR MC4 PANEL SOLAR**

0	09/2024	A.S.C.Z.	S.V.V.	S.V.V.
REV	FECHA	DIBUJ.	COMP.	APROB.

TRABAJO FIN DE GRADO
 AUTOR: ANTONIO SAMUEL CALDERÓN ZAMORA
 TUTOR: SERGIO VALERO VERDÚ
 GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA



INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO DE 15KWN SOBRE CUBIERTA EN ZONA RESIDENCIAL EN LA NUCIA (ALICANTE)

PLANO NUMERO: TFG_07		
ESCALA	1:150	DIN-A3
ARCHIVO	POSITIVO_TFG.DWG	
HOJA	SIGUE HOJA	REV.
1	---	0

A
B
C

1

2

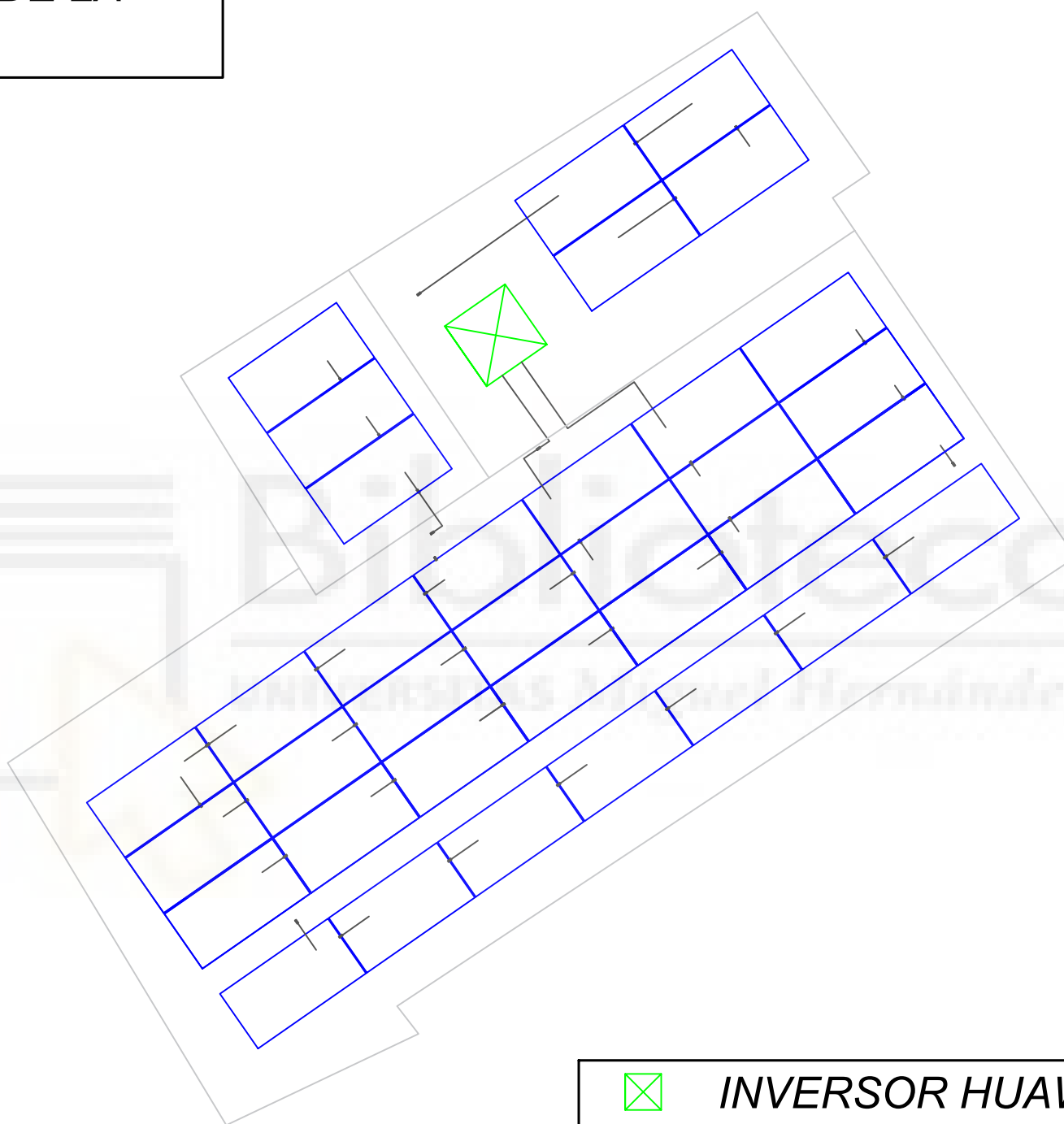
3





4

5

6

**PLANO DE DISTRIBUCIÓN DEL
CABLEADO NEGATIVO DE LA
INSTALACIÓN**



-  **INVERSOR HUAWEI SUN2000-15KTL-M5**
-  **PANEL FOTOVOLTAIC JA SOLAR 550 Wp**
-  **CABLE SOLAR NEGATIVO 6mm²**
-  **CONECTOR MC4 PANEL SOLAR**

0	09/2024	A.S.C.Z.	S.V.V.	S.V.V.
REV	FECHA	DIBUJ.	COMP.	APROB.

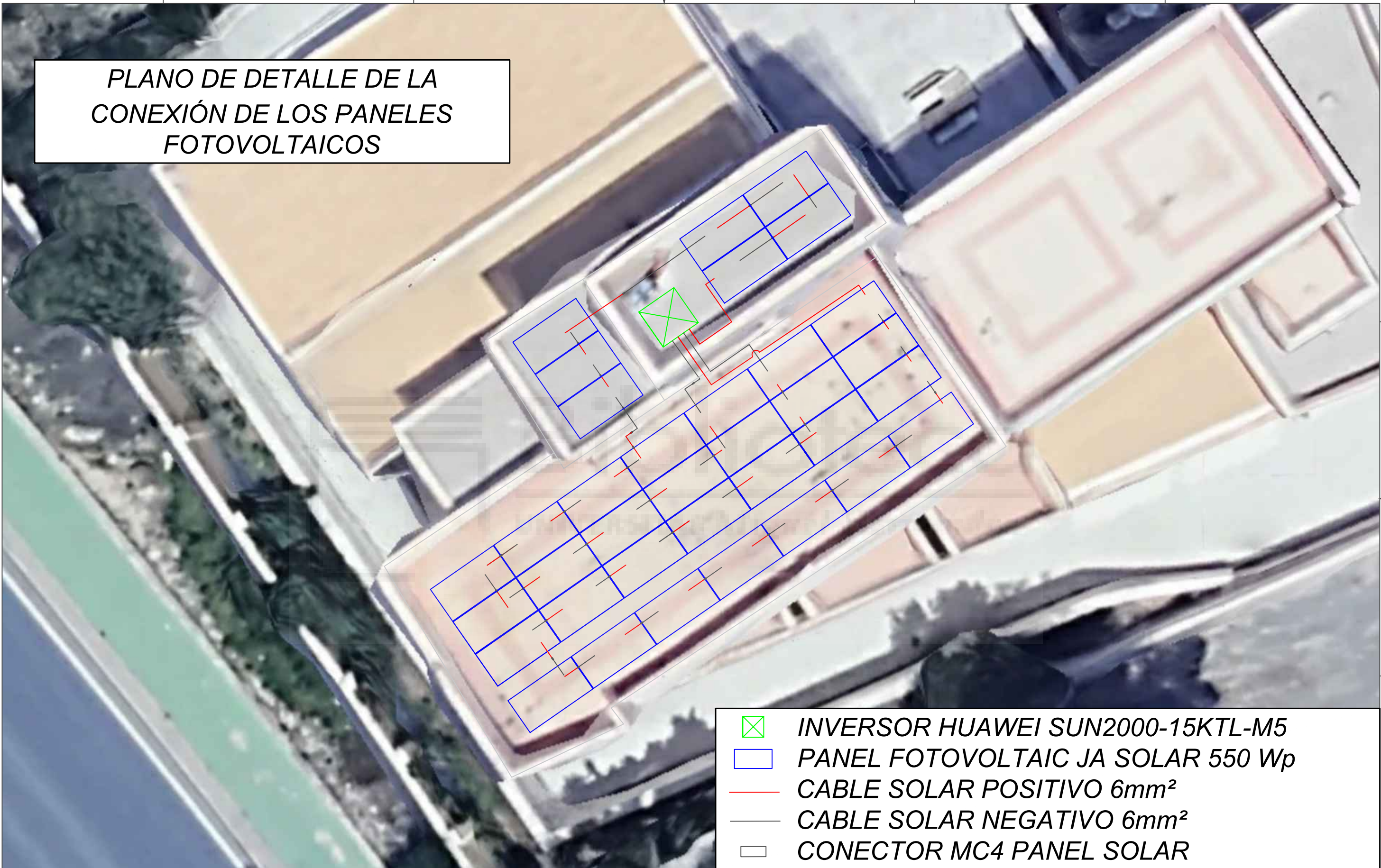
TRABAJO FIN DE GRADO
 AUTOR: ANTONIO SAMUEL CALDERÓN ZAMORA
 TUTOR: SERGIO VALERO VERDÚ
 GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA








INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO DE 15KWN SOBRE CUBIERTA EN ZONA RESIDENCIAL EN LA NUCIA (ALICANTE)

PLANO NUMERO: TFG_08		
ESCALA	1:150	DIN-A3
ARCHIVO NEGATIVO_TFG.DWG		
HOJA	SIGUE HOJA	REV.
1	---	0

PLANO DE DETALLE DE LA
CONEXIÓN DE LOS PANELES
FOTOVOLTAICOS



-  INVERSOR HUAWEI SUN2000-15KTL-M5
-  PANEL FOTOVOLTAIC JA SOLAR 550 Wp
-  CABLE SOLAR POSITIVO 6mm²
-  CABLE SOLAR NEGATIVO 6mm²
-  CONECTOR MC4 PANEL SOLAR

0	09/2024	A.S.C.Z.	S.V.V.	S.V.V.
REV	FECHA	DIBUJ.	COMP.	APROB.

TRABAJO FIN DE GRADO
 AUTOR: ANTONIO SAMUEL CALDERÓN ZAMORA
 TUTOR: SERGIO VALERO VERDÚ
 GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA

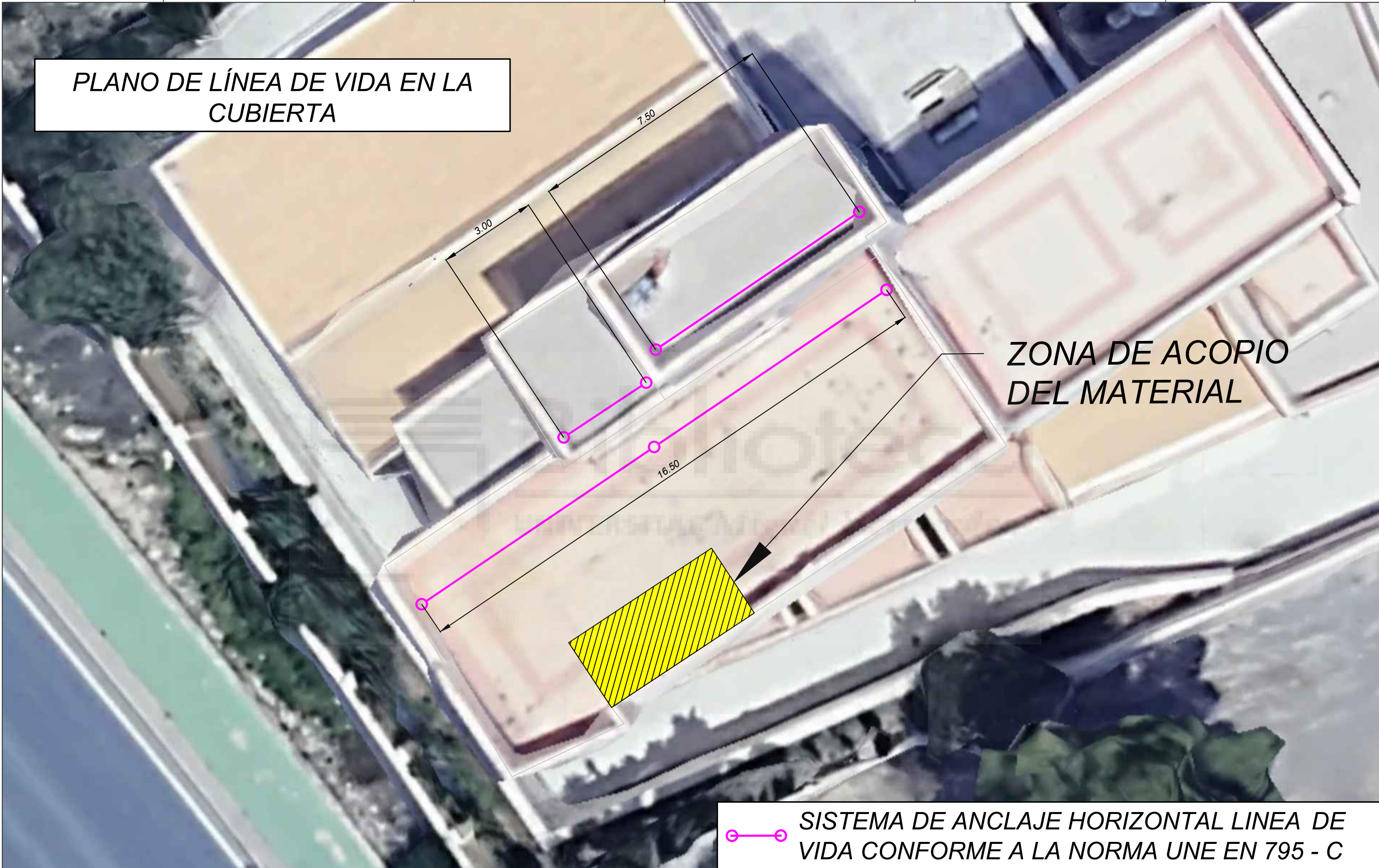


INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO DE
 15KWN SOBRE CUBIERTA EN ZONA RESIDENCIAL EN LA
 NUCIA (ALICANTE)

PLANO NUMERO:		
TFG_09		
ESCALA	1:150	DIN-A3
ARCHIVO CONEXIÓN_TFG.DWG		
HOJA	SIGUE HOJA	REV.
1	---	0

1 2 3 4 5 6

PLANO DE LÍNEA DE VIDA EN LA CUBIERTA



ZONA DE ACOPIO DEL MATERIAL

SISTEMA DE ANCLAJE HORIZONTAL LINEA DE VIDA CONFORME A LA NORMA UNE EN 795 - C

0	09/2024	A.S.C.Z.	S.V.V.	S.V.V.
REV	FECHA	DIBUJ.	COMP.	APROB.

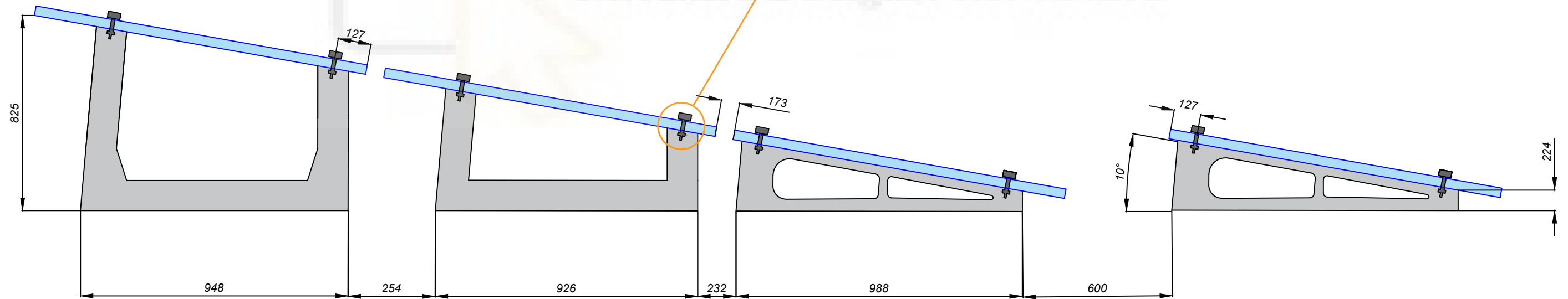
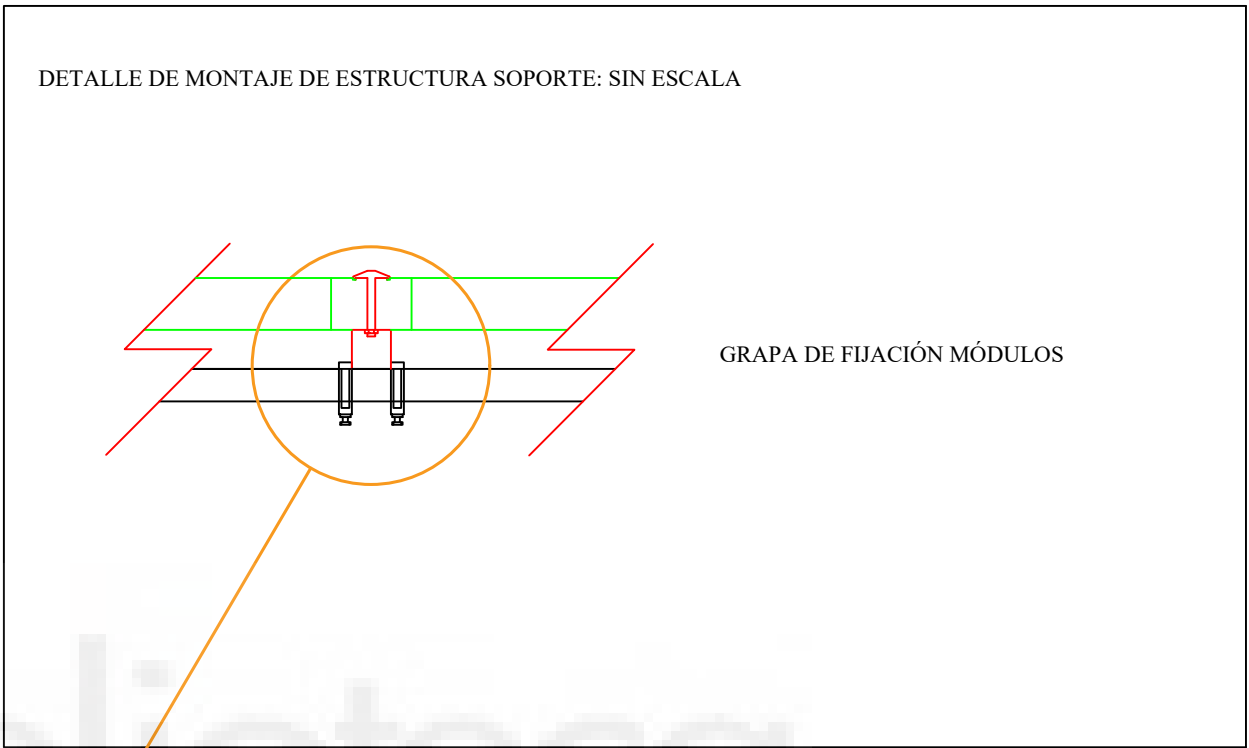
TRABAJO FIN DE GRADO
 AUTOR: ANTONIO SAMUEL CALDERÓN ZAMORA
 TUTOR: SERGIO VALERO VERDÚ
 GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA



UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ
 ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE
 INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO DE 15KWN SOBRE CUBIERTA EN ZONA RESIDENCIAL EN LA NUCIA (ALICANTE)

PLANO NUMERO:		
TFG_10		
ESCALA	1:150	DIN-A3
ARCHIVO	LV_TFG.DWG	
HOJA	SIGUE HOJA	REV.
1	---	0

PLANO DE DETALLE DEL MONTAJE DE LOS PANELES



REV	FECHA	DIBUJ.	COMP.	APROB.
0	09/2024	A.S.C.Z.	S.V.V.	S.V.V.

TRABAJO FIN DE GRADO
 AUTOR: ANTONIO SAMUEL CALDERÓN ZAMORA
 TUTOR: SERGIO VALERO VERDÚ
 GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA

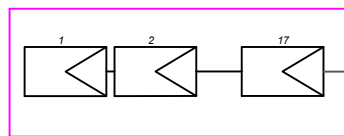


INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO DE 15KWN SOBRE CUBIERTA EN ZONA RESIDENCIAL EN LA NUCIA (ALICANTE)

PLANO NUMERO:		
TFG_11		
ESCALA	S/E	DIN-A3
ARCHIVO MONTAJE_TFG.DWG		
HOJA	SIGUE HOJA	REV.
1	---	0

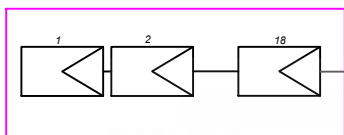
PLANO ESQUEMA UNIFILAR DE LA INSTALACIÓN

Serie 1 - 9,35 kWp
17 módulos en serie JA SOLAR 550 Wp

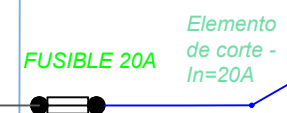


ZZ-F (AS) 1.8 kV
2x6+TT 6mm²Cu
13 metros

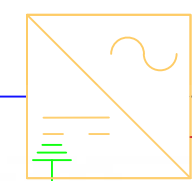
Serie 1 - 9,9 kWp
18 módulos en serie JA SOLAR 550 Wp



ZZ-F (AS) 1.8 kV
2x6+TT 6mm²Cu
10 metros

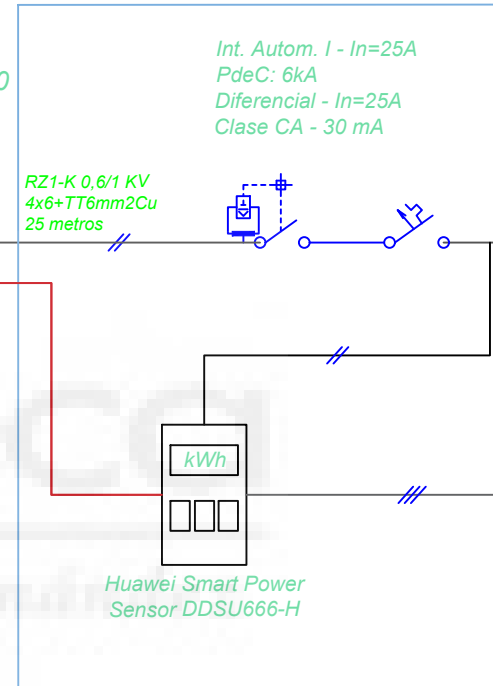


INVERSOR
HUAWEI SUN2000
15KTL-M5

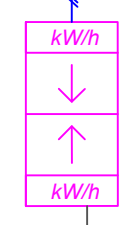


ARMARIO AC

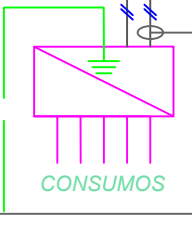
Int. Autom. I - In=25A
PdeC: 6kA
Diferencial - In=25A
Clase CA - 30 mA



MEDIDA PUNTO FRONTERA



Elemento de corte:
Seccionador



CONDUCTOR TIERRA SUMINISTRO EXISTENTE

TIERRAS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS + ESTRUCTURA

BORNERO
TIERRAS
INSTALACION
FOTOVOLTAICA

LÍNEA
PRINCIPAL
TIERRAS
(CABLE
DESNUDO)

BORNERO
TIERRAS
EXISTENTE

Electrodo tierra edificio
Rmax 12,2 Ω

0	09/2024	A.S.C.Z.	S.V.V.	S.V.V.
REV	FECHA	DIBUJ.	COMP.	APROB.

TRABAJO FIN DE GRADO
AUTOR: ANTONIO SAMUEL CALDERÓN ZAMORA
TUTOR: SERGIO VALERO VERDÚ
GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE

INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO DE 15KWN SOBRE CUBIERTA EN ZONA RESIDENCIAL EN LA NUCIA (ALICANTE)







PLANO NUMERO: TFG_12		
ESCALA	S/E	DIN-A3
ARCHIVO	UNIFILAR_TFG.DWG	
HOJA	SIGUE HOJA	REV.
1	---	0

PLANO DE SEÑALIZACIÓN EN OBRA

SEÑALES DE PELIGRO

 CUIDADO CAIDA DE OBJETOS	 CUIDADO GOLPE CONTRA OBJETOS INMOVILES
 ATENCIÓN PELIGRO DE OBSTACULOS	 ATENCIÓN RIESGO DE ACCIDENTES
 CUIDADO RIESGO DE CORTES	 ATENCIÓN PELIGRO DE CAIDAS
 ATENCIÓN CON SUS MANOS	 ATENCIÓN RIESGO ELECTRICO



USO OBLIGATORIO DE...

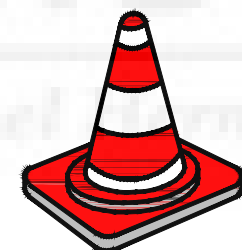
 GUANTES	 GAFAS
 BOTAS DE SEGURIDAD	 CASCO
 ARNÉS DE SEGURIDAD	 CHALECO REFLECTANTE

SEÑALES DE PROHIBICIÓN

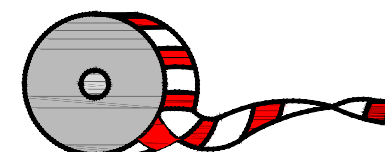
 PROHIBIDO EL INGRESO DE PERSONAS NO AUTORIZADAS	 PROHIBIDO FUMAR
---	---

OTRAS SEÑALES

 SALIDA DE EMERGENCIA	 SALIDA
--	---



CONOS DE GOMA



CINTA BALIZAMIENTO DE PLASTICO

0	09/2024	A.S.C.Z.	S.V.V.	S.V.V.
REV	FECHA	DIBUJ.	COMP.	APROB.

TRABAJO FIN DE GRADO
 AUTOR: ANTONIO SAMUEL CALDERÓN ZAMORA
 TUTOR: SERGIO VALERO VERDÚ
 GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA

UNIVERSIDAD MIGUEL
HERNÁNDEZ



ESCUELA POLITÉCNICA
SUPERIOR DE ELCHE

INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO DE
15KWN SOBRE CUBIERTA EN ZONA RESIDENCIAL EN LA
NUCIA (ALICANTE)

PLANO NUMERO: TFG_13		
ESCALA	S/E	DIN-A3
ARCHIVO SEÑALIZACIÓN_TFG.DWG		
HOJA	SIGUE HOJA	REV.
1	---	0



PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

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 regirán 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 desconexión 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 industria 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, al amparo 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 obtengalas 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 sin interferencias ni retrasos.

Si el Contratista pone en obra cualquier material o equipo antes de coordinar con otros oficios, encaso 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 zanjas, 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 los 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, centrando 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 esquemate 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 las 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 las 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 los 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 result 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, con 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 $\pm 10\%$ 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

- Mercado 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/m², 25 ±2 °C, AM 1,5):

- Potencia eléctrica máxima (P_{max}).
 - Corriente de cortocircuito (I_{sc}).
 - Tensión en circuito abierto (V_{oc}).
 - Tensión en el punto de máxima potencia (V_{mpp}).
- 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.
- P_{max} +/- tolerancias de producción, I_{sc} , V_{oc} y V_{mpp} (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 cargacc. 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 unacarga 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 61215 o 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).
- Elevar 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 de montaje 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 Conexión 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).

Titular: TRIONDACONSL SL
DNI B54598560
Domicilio social: CALLE SERRA DE FONTANELLA, Nº 13. LA NUCIA ALICANTE.

Elche, septiembre de 2024

Fdo.

Antonio Samuel Calderón Zamora



ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

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 SERRA DE FONTANELLA, Nº 13. LA NUCIA.

Población: La Nucía. Alicante

Titular: TRIONDACONSL SL (B54598560)

AUTOR DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

Nombre: Antonio Samuel Calderon Zamora (48692445-L)

Titulación: Ingeniero Técnico

PRESUPUESTO TOTAL DE EJECUCIÓN DE LA OBRA

El presupuesto total de la obra asciende 16.752,02 € + 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.
- Conexionado 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 CO₂ 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 m² 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 /EXACAVACIÓN

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 señalizará 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.
- Electrocutación. 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 tablonés 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.
- Electrocuiones.
- 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 las 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.

Elche, septiembre de 2024

Fdo.

Antonio Samuel Calderón Zamora