

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE

GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA



UNIVERSITAS
Miguel Hernández

"PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN
INSTALACIÓN SOLAR
FOTOVOLTAICA PARA
AUTOCONSUMO DE 331.65KW SIN
VERTIDO A LA RED"

TRABAJO FIN DE GRADO

Junio –2025

AUTOR: Raúl Montes Cánovas

DIRECTOR: Carlos Sans Tresserras

MEMORIA



MEMORIA

1. MEMORIA	11
1.1. PREAMBULO	11
1.2. MOTIVOS PARA LA REDACCIÓN DEL SIGUIENTE DOCUMENTO ..	11
1.3. AMBITO DE ACTUACIÓN	11
1.4. OBJETIVO DEL PRESENTE DOCUMENTO	12
2. BASES DE DISEÑO INSTALACIÓN ELÉCTRICA	12
2.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN Y USO	12
2.1.1. DESCRIPCION DE LOS EQUIPOS.	14
2.1.1.1. MODULOS FOTOVOLTAICOS.	14
2.1.1.2. INVERSOR.	14
2.2. POTENCIA PREVISTA	15
2.2.1. POTENCIA MÁXIMA ADMISIBLE.....	15
2.3. DESCRIPCIÓN INSTALACIÓN DE ENLACE	16
2.4. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN INTERIOR.....	16
2.4.1. CLASIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN SEGÚN R.E.B.T.....	18
2.4.2. CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN	19
2.4.2.1. SITUACIÓN ,CARACTERISTICAS Y COMPOSICIÓN	19
2.4.2.2. RECINTO	19
2.4.3. CUADROS SECUNDARIOS	19
2.4.3.1. SITUACIÓN,CARACTERISTICAS Y COMPOSICIÓN	19
2.4.3.2. RECINTO	20
2.4.4. LINEAS DE DISTRIBUCIÓN Y CANALIZACIÓN	20
2.4.4.1. SISTEMA DE INSTALACIÓN	20
2.4.4.2. DESCRPCIÓN: LONGITUD,SECCIÓN Y DIAMETRO DEL TUBO. 20	

2.4.5.	COMPONENTES Y MATERIALES	22
2.5.	SUMINISTROS COMPLEMENTARIOS	30
2.6.	ALUMBRADO ESPECIALES.....	30
2.7.	LÍNEAS DE PUESTA A TIERRA	30
2.7.1.	DESCRIPCIÓN DE SISTEMAS DE PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS.....	30
2.7.2.	TOMAS DE TIERRA.....	31
2.7.3.	LINEAS PRINCIPALES DE TIERRA.....	32
2.7.4.	DERIVACIONES DE LAS LÍNEAS PRINCIPALES DE TIERRA.	32
2.7.5.	CONDUCTORES DE PROTECCIÓN.....	32
2.7.6.	RED DE EQUIPOTENCIALIDAD.....	33
2.7.7.	PROTECCIÓN CONTRA SOBREINTENSIDADES DE ORIGEN ATMOSFÉRICO.....	33
2.7.8.	DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS.....	33
2.8.	VENTILACIÓN.....	34
2.9.	LEGISLACIÓN.....	34
2.9.1.	GENERAL.....	34
2.9.2.	HORMIGONES Y CONGLOMERACIONES.....	36
2.9.3.	EDIFICACIONES.....	36
2.9.4.	ACEROS Y ESTRUCTURA METÁLICA.....	37
2.9.5.	INSTALACIÓN ELECTRICA	37
2.10.	OTRAS INSTALACIONES RELACIONADAS	37
3.	BASES DE DISEÑO ESTRUCTURAL	38
3.1.	DESCRIPCIÓN DE LA OBRA.....	38

3.2.	NORMATIVA Y APLICACIÓN.....	40
3.2.1.	NORMATIVA AUTONÓMICA.	40
3.2.2.	NORMATIVA ESTATAL.	40
3.2.3.	NORMATIVA DE INSTALACIONES.....	41
3.3.	ESTRUCTURA.....	43
3.3.1.	CUMPLIMIENTO CTE.....	44
3.3.2.	ESTRUCTURA METÁLICA.	57
3.3.3.	ESTRUCTURA DE HORMIGÓN.....	57
3.3.3.1.	DESCRIPCIÓN SISTEMA SOLARBLOC.	57
3.3.3.2.	ZONAS DE APLICACIÓN DEL SISTEMA.....	57
3.3.3.3.	GEOMETRÍA DEL SISTEMA.....	58
3.3.3.4.	JUSTIFICACIÓN FRENTE AL VIENTO.....	59
3.3.3.5.	MONTAJE CONJUNTO.....	59
3.4.	LÍNEAS DE VIDA.....	60
3.4.1.	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA.....	60
3.4.2.	UBICACIÓN Y COMPONENTES DE LA LÍNEA DE VIDA.....	60
3.4.3.	FICHA TÉCNICA.....	61

CÁLCULOS

1.	CÁLCULOS	70
1.1	- TENSIÓN NOMINAL Y CAÍDA DE TENSIÓN MÁXIMA ADMISIBLE	70
1.1.1.	LÍMITES DE TENSIÓN PARA EL FUNCIONAMIENTO DEL INVERSOR	70
1.2	- FÓRMULAS EMPLEADAS EN EL CÁLCULO	73
1.3	- CÁLCULOS ELECTRICOS: ALUMBRADO Y FUERZA MOTRIZ.....	80
1.3.1.	CÁLCULO DE LA SECCION DE LOS CONDUCTORES Y DIAMETRO	

DE LOS TUBOS DE CANALIZACION A UTILIZAR EN LA LINEA GENERAL Y SECUNDARIOS DC.	80
1.3.2. CALCULO DE LA SECCION DE LOS CONDUCTORES Y DIAMETRO DE LOS TUBOS DE CANALIZACION A UTILIZAR EN LA LINEA GENERAL Y SECUNDARIOS AC.	82
1.3.3. CALCULO DE LAS PROTECCIONES PARA LAS DIFERENTES LINEAS GENERALES Y DERIVADAS	83
1.3.4. CALCULO DE LA PUESTA A TIERRA	83
1.3.5. CALCULO DE LA BATERIA DE CONDENSADORES PARA MEJORA DEL FACTOR DE POTENCIA.....	83
1.4 CALCULO DE LA VENTILACION.....	84
1.5 ESPECIFICACIONES TECNICAS EQUIPOS	85
1.6 CÁLCULO ESTRUCTURA	90
1.6.1. NORMAS CONSIDERAS	90
1.6.2. MATERIALES UTILIZADOS	90
1.6.3. ESTADOS LÍMITES	91
1.6.3.1. SITUACIÓN DEL PROYECTO.....	91
1.6.4. RESULTADOS	94
BALANCE ENERGÉTICO	
1. BALANCE ENERGÉTICO.....	160
1.1. LOCALIZACION.	160
1.2. DATOS DE INSTALACION Y CUBIERTA.....	162
1.3. DATOS DE PRODUCCIÓN FOTOVOLTAICA.....	163

1.4.	COBERTURA SOLAR	164
1.5.	BALANCE AUTOCONSUMO.....	166
1.6.	ESQUEMA DE FLUJOS DE ENERGÍA.....	169
ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD		
1.	ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	172
1.1.	OBJETO DEL ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD	172
1.2.	DATOS GENERALES DEL PROYECTO.....	172
1.3.	JUSTIFICACION ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD	172
2.	DATOS GENERALES DE OBRA.....	173
2.1.	DESCRIPCION DE LA OBRA.....	173
2.2.	INTERFERENCIAS CON SERVICIOS.....	173
2.3.	FASES/ACTIVIDADES PREVISTAS EN LA OBRA	174
2.4.	MAQUINARIA PREVISTA EN LA OBRA.....	174
2.5.	MEDIOS AUXILIARES PREVISTOS EN LA OBRA.....	175
3.	IDENTIFICACION Y ANALISIS DE LOS RIEGOS LABORALES	175
3.1.	ANALISIS DE LOS RIESGOS LABORALES CLASIFICADOS POR FASES/ACTIVIDADES DE OBRA.....	175
3.2.	ANALISIS DE LOS RIESGOS LABORALES CLASIFICADOS POR MAQUINARIA UTILIZADA EN OBRA	185
3.3.	ANALISIS DE LOS RIESGOS LABORALES CLASIFICADOS POR MEDIOS AUXILIARES UTILIZADOS EN OBRA	191

GESTIÓN DE RESIDUOS

1. GESTION DE RESIDUOS	200
1.1. PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS.	200
1.2. DATOS DE LA OBRA.....	200
1.2.1. ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE RCDs QUE SE GENERARÁN EN OBRA (Art. 4.1 a 1º).....	200
1.2.1.1. ESTIMACIÓN DE CANTIDADES TOTALES.....	200
1.2.1.2. ESTIMACIÓN DE CANTIDADES POR TIPO DE RCDs.....	200
1.2.2. MEDIDAS PARA LA PREVENCIÓN DE RESIDUOS EN LA OBRA OBJETO DEL PROYECTO (Art.4.1 a 2º).....	202
1.2.3. OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, VALORIZACIÓN O ELIMINACIÓN A QUE SE DESTINARÁN LOS RCDs QUE SE GENERARÁN EN OBRA (Art 4.1 a 3º).	203
1.2.4. MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE LOS RESIDUOS EN OBRA. (Art. 4.1 a 4º). 203	
1.2.5. ÁREA RESERVADA PARA LA GESTIÓN DE RCDs EN OBRA (Art. 4.1 a 5º).....	204
1.2.6. ÁREA RESERVADA PARA LA GESTIÓN DE RCDs EN OBRA (Art. 4.1 a 5º).....	210
1.2.7. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES EN RELACIÓN CON EL ALMACENAMIENTO, MANEJO Y SEPARACIÓN DE LOS RCDs DENTRO DE LA OBRA (Art. 4.1 a 6º).....	210

PLIEGO DE CONDICIONES

1. ANEXO PLIEGO DE CONDICIONES	215
1.1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN	215
1.2. EJECUCIÓN DEL TRABAJO	215

1.2.1.	GENERALIDADES	215
1.2.2.	MÓDULO FOTOVOLTAICO	216
1.2.3.	ESTRUCTURA SOPORTE	217
1.2.4.	INVERSORES.....	218
1.2.5.	DISEÑO DEL SISTEMA DE MONITORIZACIÓN	220
1.2.6.	CABLEADO.	220
1.2.7.	CONEXIÓN A RED.....	221
1.2.8.	MEDIDAS.....	221
1.2.9.	PROTECCIONES	221
1.2.10.	PUESTA A TIERRA DE LAS INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS.....	222
1.2.11.	ARMÓNICOS Y COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA	222
1.2.12.	TRANSPORTE Y ACOPIO A PIE DE OBRA	222
1.2.13.	RECEPCIÓN Y PRUEBAS.....	223
1.2.14.	CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN.....	224
1.2.15.	LIBRO DE ÓRDENES.....	224
 PRESUPUESTO		
1.	PRESUPUESTO.....	227
 PLANOS		
1.	PLANOS.....	240

ANEXO 1 SOLARBLOC

1.- GENERALIDADES.....	252
1.1.- DESCRIPCIÓN DE LAS PIEZAS.	252
2.- DATOS TECNICOS DE LAS PIEZAS.....	253
3.- MEMORIA DE CÁLCULO.....	256
3.1.- OBJETO DE LA MEMORIA Y ÁMBITO DE APLICACIÓN.	256
3.2.- DESCRIPCIÓN DE LAS CONFIGURACIONES.	256
3.2.1.- LASTRE.....	258
3.2.2.- CARGAS DE VIENTO CONSIDERADAS.	259
3.2.2.1.- MÉTODO MANUAL	259
3.2.2.2.- CTE.	260
3.2.3.- COEFICIENTE DE ROZAMIENTO.	262
3.2.4.- PERFIL METÁLICO.....	263
3.2.5.- PEGADO DE SOPORTES.....	263
3.3.- VERIFICACIONES.....	265
3.3.1.- COMPROBACIÓN A SOTAVIENTO.	265
3.3.2.- COMPROBACIÓN A BARLOVENTO.	269
3.3.3.- APLICACIÓN INFORMÁTICA.....	271
4.- REQUISITOS DE MONTAJE Y RECOMENDACIONES DEL FABRICANTE	274
4.1.- RECOMENDACIONES DE MONTAJE SOLARBLOC®	279
4.2.- FICHA TÉCNICA DE LASTRE Y UTILIZACIÓN.....	280
5.- CONCLUSIONES.....	282

MEMORIA

1.1. PREAMBULO

La instalación fotovoltaica es un sistema diseñado para aprovechar la energía solar y convertirla en electricidad utilizable. Utilizando paneles solares compuestos por células fotovoltaicas, este sistema captura la luz del sol y genera energía eléctrica de manera limpia y renovable.

Las instalaciones fotovoltaicas no solo contribuyen a la reducción de la dependencia de combustibles fósiles, sino que también disminuyen la huella de carbono y fomentan la sostenibilidad ambiental. Además, representan una inversión a largo plazo que puede resultar en ahorros significativos en los costos de energía. Con el avance de la tecnología, las instalaciones fotovoltaicas se han vuelto más accesibles y eficientes, siendo una opción viable tanto para hogares como para empresas.

1.2. MOTIVOS PARA LA REDACCIÓN DEL SIGUIENTE DOCUMENTO

El graduado en ingeniería Mecánica Raúl Montes Cánovas que suscribe procede al estudio y redacción del presente *Proyecto De Una Instalación Solar Fotovoltaica De Autoconsumo De 331,65kW Sin Vertido a Red.*

Con el motivo principal del proyecto aprovechar la energía solar, una fuente limpia e inagotable, para generar electricidad de manera ecológica.

A través de la instalación de paneles solares, se busca reducir significativamente las emisiones de gases de efecto invernadero y disminuir los costos energéticos a largo plazo. Además, este proyecto promueve la independencia energética y fomenta el uso de tecnologías avanzadas que contribuyen al desarrollo económico y ambiental de la comunidad.

1.3. AMBITO DE ACTUACIÓN

La instalación que nos ocupa en presente Memoria, se encuentra ubicada en calle C. Alcalá, 551, 28027 Madrid, apreciándose con más detalle en el plano adjunto de situación.

Todos los datos referentes a su emplazamiento, así como su localización exacta en la zona, pueden apreciarse en el correspondiente plano de situación que se acompaña.

1.4. OBJETIVO DEL PRESENTE DOCUMENTO

El objetivo de este proyecto se basa en reducir significativamente las emisiones de gases de efecto invernadero y disminuir los costos energéticos a largo plazo. Además, este proyecto promueve la independencia energética y fomenta el uso de tecnologías avanzadas que contribuyen al desarrollo económico y ambiental de la comunidad.

BASES DE DISEÑO INSTALACIÓN ELÉCTRICA

1.5. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN Y USO

Según el Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo. En su artículo 4.

Clasificación de modalidades de autoconsumo, la instalación fotovoltaica pertenece a la modalidad de:

- Conexión red interior.
- Sin vertido a red.

La superficie total de las placas será de 1.560m². Siendo la distancia mínima entre filas de módulos la necesaria para evitar interferencias entre ellos.

El campo generador fotovoltaico está orientado:

- 22 series de 17 módulos a sureste con una inclinación de 10°.
- 6 serie de 18 módulos a sureste con una inclinación de 10°.
- 1 serie de 17 módulos a sureste con una inclinación de 30°.
- 1 serie de 18 módulos a sureste con una inclinación de 30°.
- 4 series de 17 módulos a sureste con una inclinación de 18°.
- 1 serie de 18 módulos a sureste con una inclinación de 18°.

Los módulos para instalar serán los YL550D-49e 1/2 de 550W de la marca Yingli Solar.

Se instalarán cuatro inversores: Dos Fronius Tauro Eco50-3-D con potencia nominal 50 kW cada uno y dos Fronius Tauro Eco 100-3-D con potencia nominal 100 kW cada uno, ubicados en interior del local, lo más cerca posible de los paneles fotovoltaicos.

El cuadro general de distribución se encuentra en la cubierta y las protecciones de AC de nivel 1 se encuentran en la cubierta, y las de nivel 2 en cubierta junto a los inversores.

El cableado desde el campo generador hasta las protecciones de CC situadas en el interior de los inversores, se realizarán en montaje superficial mediante tubo o bandeja apoyada en suelo, pared o cubierta del edificio.

La siguiente tabla resume la configuración propuesta:

Datos Instalación	
Localidad	Madrid
Latitud	40°26'38.6"N
Longitud	3°37'10.3"W
Inclinación 1	10°
Desviación	20° E
Inclinación 2	18°
Desviación	20° E
Inclinación 3	20°
Desviación	20° E
Inclinación 4	30°
Desviación	20° E

Tabla 1 Datos instalación

Módulos fotovoltaicos	
Potencia módulo (W)	550
Nº de módulos	603
Nº módulos serie 1	17
Nº ramas paralelo 1	9
Nº módulos serie 1	18
Nº ramas paralelo 1	2
Nº módulos inversor 1	189
Nº módulos serie 2	17
Nº ramas paralelo 2	12
Nº módulos inversor 2	204
Nº módulos serie 3	17
Nº ramas paralelo 3	6
Nº módulos serie 3	18
Nº ramas paralelo 3	6
Nº módulos inversor 3	210
Potencia total módulos (W)	331.650

Tabla 1.1 Módulos FV

Inversores	
Nº de inversores	4
Potencia inversor 1 (Kw)	100
Potencia inversor 2 (Kw)	100
Potencia inversor 3 (Kw)	50
Potencia inversor 4 (Kw)	50
Potencia total inversores (Kw)	300

Tabla 1.2 Inversores

Campo fotovoltaico	
Nº de módulos	603
Potencia total (W)	331.650
Área ocupada (m2)	1.558,38
Conexión	Trifásica

Tabla 1.3 Campo fotovoltaico

1.5.1. DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS.

1.5.1.1. MÓDULOS FOTOVOLTAICOS.

Las características de los módulos a instalar son:

Características	
Fabricante	YINGLI SOLAR
Modelo	YL550D-49E 1/2
Potencia máxima (W)	550
Tipo panel	MONO
Garantía	25 años
Tensión V_{oc} (V)	49,82
Intensidad I_{sc} (A)	13,97
Corriente I_{pmp} (A)	13,1
Tensión V_{pmp} (V)	42
longitud (mm)	2279
Ancho (mm)	1134
Grueso (mm)	30

Tabla 1.4 Características módulos solares

1.5.1.2. INVERSOR.

El inversor que se instalará lleva incorporadas las siguientes protecciones:

- Polarización inversa.
- Tensión fuera de rango.
- Frecuencia fuera de rango.
- Sobretensiones transitorias en la Entrada y en la Salida.
- Cortocircuitos y sobrecargas en la Salida.
- Seccionador de CC.
- Fallos de Aislamiento en D.C. Protección Anti-Isa.

Las características de los inversores a instalar son:

Inversor nº 1, 2, 3 y 4

Características		Características	
Fabricante	FRONIUS	Fabricante	FRONIUS
Modelo	TAURO ECO 50-3-D	Modelo	TAURO ECO 100-3-D
Alto (mm)	755	Alto (mm)	755
Ancho (mm)	1109	Ancho (mm)	1109
Profundo (mm)	346	Profundo (mm)	346
Peso (Kg)	74	Peso (Kg)	103
Entrada		Entrada	
Nº seguidores	3	Nº seguidores	1
Max Int entrada (A)	134	Max Int entrada (A)	175
Max Int cortocircuito (A)	240	Max Int cortocircuito (A)	355
Máxima tensión CC (V)	1000	Máxima tensión CC (V)	1000
Mínima tensión CC (V)	200	Mínima tensión CC (V)	580
Tensión nominal CC (V)	650	Tensión nominal CC (V)	650
Rango MPPP (V)	400-870	Rango MPPP (V)	580-930
Max Pot entrada (Kw)	75,0	Max Pot entrada (Kw)	150,0
Salida		Salida	
Potencia nominal (KW)	50	Potencia nominal (KW)	100
Max Pot salida (KVA)	50	Max Pot salida (KVA)	100
Int salida (A)	76	Int salida (A)	152
Acoplamiento red (V)	230/400 NPE	Acoplamiento red (V)	230/400 NPE
Factor potencia	0-1 <u>induc/cap</u>	Factor potencia	0-1 <u>ind/cap</u>
Eficiencia (%)	98,1	Eficiencia (%)	98,2

Tabla 1.5 Características inversores

Además, el inversor se completa con un sistema de control Real Energy Systems, que es un equipo que envía la información más completa al sistema de medición.

1.6. POTENCIA PREVISTA

-Potencia total instalada: 331.650 W

1.6.1. POTENCIA MÁXIMA ADMISIBLE

-Potencia admisible 390.000 W

1.7. DESCRIPCIÓN INSTALACIÓN DE ENLACE

No procede. La conexión realiza al cuadro de BT interior.

1.8. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN INTERIOR

Los paneles fotovoltaicos se instalarán sobre cubierta y anclados a la misma.

La estructura de suportación de los paneles se realizará por medio de perfilera específica y en material de acero.

Las líneas de alimentación se realizarán bajo canalización en superficie y empotrada existente.

El cableado exterior y cableado interior debe ser considerado por el instalador, utilizando bandeja de rejilla galvanizada en caliente con tapa en el exterior y en el interior de los edificios tubo de poliamida y bandeja de rejilla o PVC con tapa.

El cableado para la instalación de Corriente Continua se realizará con tipo de cable específico para instalaciones fotovoltaicas de aislamiento 1000 V y apta para conectarlos en equipos de doble aislamiento. Para el cableado de la parte de corriente alterna se utilizará cable de 0,6/1 kV con aislamiento termoestable tipo RZ1 o superior.

Todo el cableado será apto para el exterior y para recibir de manera directa la acción de la radiación solar.

Las mangueras y cables interconexión entre equipos serán identificadas tanto en origen como en destino y las punteras tendrán etiquetado tanto la borna de destino como la borna de origen.

La instalación, el cableado y los equipos cumplirán con lo especificado en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión publicado en el RD842/2002 así como en sus Instrucciones Técnicas complementarias.

CANALIZACIONES

En el diseño de las canalizaciones eléctricas se han considerado las condiciones del emplazamiento, incluyendo factores mecánicos, químicos y térmicos. Las canalizaciones eléctricas deberán cumplir con las prescripciones contenidas en las instrucciones correspondientes, con las que a continuación se indican:

Todas las canalizaciones de longitud superior a 5 m. deberán disponer en su comienzo de una protección contra cortocircuitos y sobrecargas si estas son previsibles, estableciéndose esta última en base a lo fijado en el párrafo anterior.

Las entradas de los cables y de los tubos a los aparatos eléctricos, se realizarán de acuerdo con el modo de protección previsto.

Las líneas descritas anteriormente irán protegidas en el interior de tubos de PVC y estarán sujetos a paredes y techos con sistemas de sujeción que aseguren su estabilidad.

CONDUCTORES

Los conductores serán de cobre, unipolares, con aislamiento para 1000 V de tensión nominal y llevarán los colores reglamentarios con el objeto de diferenciar las fases entre sí, el conductor neutro y el conductor de protección.

Se emplearán conductores libres de halógenos y no propagadores de llama, cumpliendo con la norma UNE 21123.

Para la identificación de los conductores, se emplearán los siguientes colores:

- | | | |
|---|--------------------------|----------------------|
| - | Conductor de fase: | Marrón, negro o gris |
| - | Conductor neutro: | Azul |
| - | Conductor de protección: | Amarillo-verde |

CAJAS DE DERIVACIÓN Y EMPALME

Las cajas serán de PVC auto extingüibles, con tapas del mismo material, sujeta por

tornillos, bisagras o empotradas. Llevarán huellas de ruptura para el paso de tubos y de dimensiones adecuadas a la capacidad que deban soportar.

Las conexiones en su interior se realizarán mediante bornes o dedales aislantes, nunca deberán existir empalmes retorcidos o encintados.

LUMINARIAS

No procede. No se instalan.

RED DE UNIÓN EQUIPOTENCIAL DE MASAS

Con objeto de evitar diferencias de potencial peligrosas que pueden aparecer en un momento dado entre los elementos conductores, deberá instalarse una red de unión equipotencial de masas.

Todas las partes conductoras externas deberán conectarse a dicha red. A la red equipotencial pueden conectarse los conductores de protección, los tubos, las armaduras, pero en ningún caso el conductor neutro.

Los circuitos y aparatos eléctricos deberán ir equipados con dispositivos de protección para asegurar su desconexión automática de la red en el tiempo más corto posible. En los casos de sobrecarga y cortocircuito, el dispositivo de protección desconectará la parte de instalación averiada sin posibilidad de rearme automático.

Tras una desconexión y posterior rearme por cualquiera de los fallos citados, deberá asegurarse que el dispositivo de protección no ha quedado averiado.

1.8.1. CLASIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN SEGÚN R.E.B.T.

LOCALES MOJADOS.

Se consideran como locales mojados toda instalación a la intemperie, en este caso toda la instalación del campo generador.

Cumplirán con las prescripciones indicadas en la ITC-BT-30, apartado 2 del R.E.B.T.

Las canalizaciones serán estancas, utilizándose para terminales, empalmes y conexiones

de los mismos, sistemas y dispositivos que presenten el grado de protección IP55.

INSTALACIONES GENERADORAS DE BAJA TENSION.

La central fotovoltaica es una instalación generadora interconectada a la red interior de la instalación de baja tensión del titular.

Por lo tanto, deberá cumplir con todo lo establecido en la ITC-BT-40, apartado 4.3. Instalaciones interconectadas.

No obstante, todas las masas metálicas de la instalación estarán conectadas a tierra.

1.8.2. CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN

1.8.2.1. SITUACIÓN ,CARACTERISTICAS Y COMPOSICIÓN

Contendrá en su interior los interruptores automáticos de mando y protección de los circuitos de fuerza motriz y alumbrado, así como los automáticos diferenciales de protección de personas contra contactos directos e indirectos.

Se dispondrá de un armario metálico modular de una puerta con embarrado, en montaje en suelo, con grado de protección IP 65.

El cuadro general (CGBT) se encuentra situado en el punto más cerca de la entrada de la acometida, según se puede apreciar en los planos. Del citado cuadro saldrán las líneas que alimentan a los aparatos receptores.

1.8.2.2. RECINTO

El cuadro está instalado en recinto cerrado.

1.8.3. CUADROS SECUNDARIOS

1.8.3.1. SITUACIÓN,CARACTERISTICAS Y COMPOSICIÓN

Existen los siguientes cuadros secundarios, con la composición descrita en el plano de esquema eléctrico:

Cuadro protección corriente continua CC-1.

Cuadro protección corriente continua CC-2.

Cuadro protección inversores corriente alterna CINV.

1.8.3.2. RECINTO

Local exterior

1.8.4. LINEAS DE DISTRIBUCIÓN Y CANALIZACIÓN

1.8.4.1. SISTEMA DE INSTALACIÓN

Se han empleado conductores aislados de tensión nominal 1000 v, colocados bajo tubos protectores,

empotrados del tipo no propagador de llama y libre de halógenos. Y aislados de tensión nominal 0.6/1 KV para las líneas exteriores, todas bajo tubo protector.

1.8.4.2. DESCRPCIÓN: LONGITUD,SECCIÓN Y DIAMETRO DEL TUBO.

CANALIZACIONES Y CABLEADO

Inversor	item	denominacion	desinacion	Distancia (m)	Tipo cable	Seccion (mm2)	Canalización	Seccion (mm)
1	1	Evacuación en CC de string 1	S1.1	100	PV1000F	6	Bandeja galvanizada en caliente	60x100
	2	Evacuación en CC de string 2	S1.2	80	PV1000F	6	Bandeja galvanizada en caliente	60x100
	3	Evacuación en CC de string 3	S1.3	61	PV1000F	6	Bandeja galvanizada en caliente	60x100
	4	Evacuación en CC de string 4	S1.4	97	PV1000F	6	Bandeja galvanizada en caliente	60x100
	5	Evacuación en CC de string 5	S1.5	77	PV1000F	6	Bandeja galvanizada en caliente	60x100
	6	Evacuación en CC de string 6	S1.6	57	PV1000F	6	Bandeja galvanizada en caliente	60x100
	7	Evacuación en CC de string 7	S1.7	36	PV1000F	6	Bandeja galvanizada en caliente	60x100
	8	Evacuación en CC de string 8	S1.8	76	PV1000F	6	Bandeja galvanizada en caliente	60x100
	9	Evacuación en CC de string 9	S1.9	77	PV1000F	6	Bandeja galvanizada en caliente	60x100
	10	Evacuación en CC de string 10	S1.10	92	PV1000F	6	Bandeja galvanizada en caliente	60x100
	11	Evacuación en CC de string 11	S1.11	53	PV1000F	6	Bandeja galvanizada en caliente	60x100
	1	Evacuación en CC de string 1	S2.1	106	PV1000F	6	Bandeja galvanizada en caliente	60x100
	2	Evacuación en CC de string 2	S2.2	86	PV1000F	6	Bandeja galvanizada en caliente	60x100
	3	Evacuación en CC de string 3	S2.3	67	PV1000F	6	Bandeja galvanizada en caliente	60x100

- Raúl Montes Cánovas -

2	4	Evacuación en CC de string 4	S2.4	46	PV1000F	6	Bandeja galvanizada en caliente	60x100	
	5	Evacuación en CC de string 5	S2.5	103	PV1000F	6	Bandeja galvanizada en caliente	60x100	
	6	Evacuación en CC de string 6	S2.6	83	PV1000F	6	Bandeja galvanizada en caliente	60x100	
	7	Evacuación en CC de string 7	S2.7	64	PV1000F	6	Bandeja galvanizada en caliente	60x100	
	8	Evacuación en CC de string 8	S2.8	43	PV1000F	6	Bandeja galvanizada en caliente	60x100	
	9	Evacuación en CC de string 9	S2.9	39	PV1000F	6	Bandeja galvanizada en caliente	60x100	
	10	Evacuación en CC de string 10	S2.10	43	PV1000F	6	Bandeja galvanizada en caliente	60x100	
	11	Evacuación en CC de string 11	S2.11	60	PV1000F	6	Bandeja galvanizada en caliente	60x100	
	12	Evacuación en CC de string 12	S2.12	50	PV1000F	6	Bandeja galvanizada en caliente	60x100	
	3	1	Evacuación en CC de string 1	S3.1	58	PV1000F	6	Bandeja galvanizada en caliente	60x100
		2	Evacuación en CC de string 2	S3.2	39	PV1000F	6	Bandeja galvanizada en caliente	60x100
		3	Evacuación en CC de string 3	S3.3	55	PV1000F	6	Bandeja galvanizada en caliente	60x100
4		Evacuación en CC de string 4	S3.4	36	PV1000F	6	Bandeja galvanizada en caliente	60x100	
5		Evacuación en CC de string 5	S3.5	52	PV1000F	6	Bandeja galvanizada en caliente	60x100	
6		Evacuación en CC de string 6	S3.6	33	PV1000F	6	Bandeja galvanizada en caliente	60x100	
4	1	Evacuación en CC de string 1	S4.1	79	PV1000F	6	Bandeja galvanizada en caliente	60x100	
	2	Evacuación en CC de string 2	S4.2	76	PV1000F	6	Bandeja galvanizada en caliente	60x100	
	3	Evacuación en CC de string 3	S4.3	73	PV1000F	6	Bandeja galvanizada en caliente	60x100	
	4	Evacuación en CC de string 4	S4.4	65	PV1000F	6	Bandeja galvanizada en caliente	60x100	
	5	Evacuación en CC de string 5	S4.5	62	PV1000F	6	Bandeja galvanizada en caliente	60x100	
	6	Evacuación en CC de string 6	S4.6	59	PV1000F	6	Bandeja galvanizada en caliente	60x100	

Tabla 1.6 Secciones tubo fotovoltaica

item	denominacion	desinacion	Distancia (m)	Tipo cable	Seccion (mm2)	Canalización	Seccion (mm)
1	Inversor 1	L1	5	RZ1 1000V	95	Bandeja galvanizada electrocincada	60x200
2	Inversor 2	L2	5	RZ1 1000V	95	Bandeja galvanizada electrocincada	60x200
3	Inversor 3	L3	5	RZ1 1000V	35	Bandeja galvanizada electrocincada	60x200
4	Inversor 4	L4	5	RZ1 1000V	35	Bandeja galvanizada electrocincada	60x200

Tabla 1.7 Secciones tubo inversores

1.8.5. COMPONENTES Y MATERIALES

GENERALIDADES

Como principio general se ha de asegurar, como mínimo, un grado de aislamiento eléctrico de tipo básico clase I en lo que afecta tanto a equipos (módulos e inversores), como a materiales (conductores, cajas y armarios de conexión), exceptuando el cableado de continua, que será de doble aislamiento de clase 2 y un grado de protección mínimo de IP65.

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

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

Asimismo, el funcionamiento de estas instalaciones no podrá dar origen a condiciones peligrosas de trabajo para el personal de mantenimiento y explotación de la red de distribución. Los materiales situados en intemperie se protegerán contra los agentes ambientales, en particular contra el efecto de la radiación solar y la humedad.

Se incluirán todos los elementos necesarios de seguridad y protecciones propias de las personas y de la instalación fotovoltaica, asegurando la protección frente a contactos directos e indirectos, cortocircuitos, sobrecargas, así como otros elementos y protecciones que resulten de la aplicación de la legislación vigente.

En la Memoria de Diseño o Proyecto se incluirán las fotocopias de las especificaciones técnicas proporcionadas por el fabricante de todos los componentes. Por motivos de seguridad y operación de los equipos, los indicadores, etiquetas, etc. de los mismos estarán en castellano y además, si procede, en alguna de las lenguas españolas oficiales del lugar de la instalación.

SISTEMAS GENERADORES FOTOVOLTAICOS

Los módulos fotovoltaicos deberán incorporar el marcado CE, según la Directiva 2006/95/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 12 de diciembre de 2006, relativa

a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre el material eléctrico destinado a utilizarse con determinados límites de tensión.

Además, deberán cumplir la norma UNE-EN 61730, armonizada para la Directiva

2006/95/CE, sobre cualificación de la seguridad de módulos fotovoltaicos, y la norma UNE-EN 50380, sobre informaciones de las hojas de datos y de las placas de características para los módulos fotovoltaicos. Adicionalmente, en función de la tecnología del módulo, éste deberá satisfacer las siguientes normas:

–UNE-EN 61215: Módulos fotovoltaicos (FV) de silicio cristalino para uso terrestre. Cualificación del diseño y homologación.

–UNE-EN 61646: Módulos fotovoltaicos (FV) de lámina delgada para aplicaciones terrestres. Cualificación del diseño y aprobación de tipo.

–UNE-EN 62108. Módulos y sistemas fotovoltaicos de concentración (CPV). Cualificación del diseño y homologación.

Los módulos que se encuentren integrados en la edificación, aparte de que deben cumplir la normativa indicada anteriormente, además deberán cumplir con lo previsto en la Directiva 89/106/CEE del Consejo de 21 de diciembre de 1988 relativa a la aproximación de las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas de los Estados miembros sobre los productos de construcción.

Aquellos módulos que no puedan ser ensayados según estas normas citadas, deberán acreditar el cumplimiento de los requisitos mínimos establecidos en las mismas por otros medios, y con carácter previo a su inscripción definitiva en el registro de régimen especial dependiente del órgano competente.

Será necesario justificar la imposibilidad de ser ensayados, así como la acreditación del cumplimiento de dichos requisitos, lo que deberá ser comunicado por escrito a la Dirección General de Política Energética y Minas, quien resolverá sobre la conformidad o no de la justificación y acreditación presentadas.

El módulo fotovoltaico llevará de forma claramente visible e indeleble el modelo y nombre o logotipo del fabricante, así como una identificación individual o número de serie

trazable a la fecha de fabricación. Se utilizarán módulos que se ajusten a las características técnicas descritas a continuación.

Los módulos deberán llevar los diodos de derivación para evitar las posibles averías de las células y sus circuitos por sombreados parciales y tendrán un grado de protección IP65.

Los marcos laterales, si existen, serán de aluminio o acero inoxidable. Para que un módulo resulte aceptable, su potencia máxima y corriente de cortocircuito reales referidas a condiciones estándar deberán estar comprendidas en el margen del $\pm 3 \%$ de los correspondientes valores nominales de catálogo. 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.

Será deseable una alta eficiencia de las células. La estructura del generador se conectará a tierra

Por motivos de seguridad y para facilitar el mantenimiento y reparación del generador, se instalarán los elementos necesarios (fusibles, interruptores, etc.) para la desconexión, de forma independiente y en ambos terminales, de cada una de las ramas del resto del generador.

Los módulos fotovoltaicos estarán garantizados por el fabricante durante un período mínimo de 10 años y contarán con una garantía de rendimiento durante 25 años

ESTRUCTURA SOPORTE

Las estructuras soporte deberán cumplir las especificaciones de este apartado. En todos los casos se dará cumplimiento a lo obligado en el Código Técnico de la Edificación respecto a seguridad.

La estructura soporte de módulos ha de resistir, con los módulos instalados, las sobrecargas del viento y nieve, de acuerdo con lo indicado en el Código Técnico de la edificación y demás normativa de aplicación.

El diseño y la construcción de la estructura y el sistema de fijación de módulos, permitirá las necesarias dilataciones térmicas, sin transmitir cargas que puedan afectar a la

integridad de los módulos, siguiendo las indicaciones del fabricante.

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

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

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

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

Los topes de sujeción de módulos y la propia estructura no arrojarán sombra sobre los módulos. En el caso de instalaciones integradas en cubierta que hagan las veces de la cubierta del edificio, el diseño de la estructura y la estanquidad entre módulos se ajustará a las exigencias vigentes en materia de edificación.

Se dispondrán las estructuras soporte necesarias para montar los módulos, tanto sobre superficie plana (terraza) como integrados sobre tejado, cumpliendo lo especificado en las normas relativo a sombras. Se incluirán todos los accesorios y bancadas y/o anclajes.

La estructura soporte será calculada según la normativa vigente para soportar cargas extremas debidas a factores climatológicos adversos, tales como viento, nieve, etc.

Si está construida con perfiles de acero laminado conformado en frío, cumplirán las normas UNE-EN 10219-1 y UNE-EN 10219-2 para garantizar todas sus características mecánicas y de composición química.

Si es del tipo galvanizada en caliente, cumplirá las normas UNE-EN ISO 14713 (partes 1, 2 y 3) y UNE-EN ISO 10684 y los espesores cumplirán con los mínimos exigibles en

la norma UNE-EN ISO 1461. 5.3.14 En el caso de utilizarse seguidores solares, estos incorporarán el marcado CE y cumplirán lo previsto en la Directiva 98/37/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 22 de junio de 1998, relativa a la aproximación de legislaciones de los Estados miembros sobre máquinas, y su normativa de desarrollo, así como la Directiva 2006/42/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 17 de mayo de 2006 relativa a las máquinas.

INVERSORES

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

Las características básicas de los inversores serán las siguientes:

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

La caracterización de los inversores deberá hacerse según las normas siguientes:

- UNE-EN 62093: Componentes de acumulación, conversión y gestión de energía de sistemas fotovoltaicos. Cualificación del diseño y ensayos ambientales.
- UNE-EN 61683: Sistemas fotovoltaicos. Acondicionadores de potencia. Procedimiento para la medida del rendimiento.
- IEC 62116. Testing procedure of islanding prevention measures for utility interactive photovoltaic inverters.

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

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

Adicionalmente, han de cumplir con la Directiva 2004/108/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 15 de diciembre de 2004, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros en materia de compatibilidad electromagnética.

Cada inversor dispondrá de las señalizaciones necesarias para su correcta operación, e incorporará los controles automáticos imprescindibles que aseguren su adecuada supervisión y manejo.

Cada inversor incorporará, al menos, los controles manuales siguientes: – Encendido y apagado general del inversor. – Conexión y desconexión del inversor a la interfaz CA.

Las características eléctricas de los inversores serán las siguientes:

- El inversor seguirá entregando potencia a la red de forma continuada en condiciones de irradiancia solar un 10% superiores a las CEM.

Además, soportará picos de un 30% superior a las CEM durante períodos de hasta 10 segundos.

- El rendimiento de potencia del inversor (cociente entre la potencia activa de salida y la potencia activa de entrada), para una potencia de salida en corriente alterna igual al 50 % y al 100% de la potencia nominal, será como mínimo del 92% y del 94% respectivamente. El cálculo del rendimiento se realizará de acuerdo con la norma UNE-EN 6168: Sistemas fotovoltaicos. Acondicionadores de potencia. Procedimiento para la medida del rendimiento.

- El autoconsumo de los equipos (pérdidas en “vacío”) en “stand-by” o modo nocturno deberá ser inferior al 2 % de su potencia nominal de salida.

- El factor de potencia de la potencia generada deberá ser superior a 0,95, entre el 25 % y el 100 % de la potencia nominal. 5

Los inversores tendrán un grado de protección mínima IP 20 para inversores en el interior de edificios y lugares inaccesibles, IP 30 para inversores en el interior de edificios y lugares accesibles, y de IP 65 para inversores instalados a la intemperie. En cualquier caso, se cumplirá la legislación vigente.

Los inversores estarán garantizados para operación en las siguientes condiciones ambientales: entre 0 °C y 40 °C de temperatura y entre 0 % y 85 % de humedad relativa.

Los inversores para instalaciones fotovoltaicas estarán garantizados por el fabricante durante un período mínimo de 3 años.

CABLEADO

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

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

El cable deberá tener la longitud necesaria para no generar esfuerzos en los diversos elementos ni posibilidad de enganche por el tránsito normal de personas.

Todo el cableado de continua será de doble aislamiento y adecuado para su uso en intemperie, al aire o enterrado, de acuerdo con la norma UNE 21123.

PROTECCIONES

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículo 11) sobre protecciones en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

En conexiones a la red trifásicas las protecciones para la interconexión de máxima y mínima frecuencia (51 Hz y 49 Hz respectivamente) y de máxima y mínima tensión (1,1 Um y 0,85 Um respectivamente) serán para cada fase.

PUESTA A TIERRA DE LAS INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículo 12) sobre las condiciones de puesta a tierra en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

Cuando el aislamiento galvánico entre la red de distribución de baja tensión y el generador fotovoltaico no se realice mediante un transformador de aislamiento, se explicarán en la Memoria de Diseño o Proyecto los elementos utilizados para garantizar esta condición.

Todas las masas de la instalación fotovoltaica, tanto de la sección continua como de la alterna, estarán conectadas a una única tierra. Esta tierra será independiente de la del neutro de la empresa distribuidora, de acuerdo con el Reglamento de Baja Tensión

ARMÓNICOS Y COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículo 13) sobre armónicos y compatibilidad electromagnética en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

MEDIDAS DE SEGURIDAD

Las centrales fotovoltaicas, independientemente de la tensión a la que estén conectadas a la red, estarán equipadas con un sistema de protecciones que garantice su desconexión en caso de un fallo en la red o fallos internos en la instalación de la propia central, de manera que no perturben el correcto funcionamiento de las redes a las que estén conectadas, tanto en la explotación normal como durante el incidente.

La central fotovoltaica debe evitar el funcionamiento no intencionado en isla con parte de la red de distribución, en el caso de desconexión de la red general. La protección anti- isla deberá detectar la desconexión de red en un tiempo acorde con los criterios de protección de la red de distribución a la que se conecta, o en el tiempo máximo fijado por la normativa o especificaciones técnicas correspondientes. El sistema utilizado debe funcionar

correctamente en paralelo con otras centrales eléctricas con la misma o distinta tecnología, y alimentando las cargas habituales en la red, tales como motores.

Todas las centrales fotovoltaicas con una potencia mayor de 1 MW estarán dotadas de un sistema de tele desconexión y un sistema de telemedida. La función del sistema de tele desconexión es actuar sobre el elemento de conexión de la central eléctrica con la red de distribución para permitir la desconexión remota de la planta en los casos en que los requisitos de seguridad así lo recomienden. Los sistemas de tele desconexión y telemedida serán compatibles con la red de distribución a la que se conecta la central fotovoltaica, pudiendo utilizarse en baja tensión los sistemas de telegestión incluidos en los equipos de medida previstos por la legislación vigente.

Las centrales fotovoltaicas deberán estar dotadas de los medios necesarios para admitir un reenganche de la red de distribución sin que se produzcan daños. Asimismo, no producirán sobretensiones que puedan causar daños en otros equipos, incluso en el transitorio de paso a isla, con cargas bajas o sin carga. Igualmente, los equipos instalados deberán cumplir los límites de emisión de perturbaciones indicados en las normas nacionales e internacionales de compatibilidad electromagnética.

1.9. SUMINISTROS COMPLEMENTARIOS

No procede no se instala

1.10. ALUMBRADO ESPECIALES.

No procede no se instala

1.11. LÍNEAS DE PUESTA A TIERRA

El sistema de protección elegido es el de puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto. Este sistema conecta las masas metálicas y elementos conductores significativos a un sistema de tierra que dispone el edificio.

1.11.1. DESCRIPCIÓN DE SISTEMAS DE PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS.

El principio de protección por intensidad de defecto se basa en que el interruptor de protección diferencial desconecta el circuito defectuoso, cuando una intensidad de defecto

a tierra supera el valor de la intensidad diferencial del aparato, denominada sensibilidad diferencial.

Las sensibilidades diferenciales a adoptar serán tales que las tensiones de contactos no superen los siguientes valores (S/ Reglamento):

- Locales o emplazamientos secos $V_c < 50 \text{ V.}$
- Locales o emplazamientos húmedos $V_c < 24 \text{ V.}$

Esto hace que los valores máximos de las tomas de tierra que pueden admitirse sean para cada tipo de local:

$$R_t = V_c / I_{fn}$$

V_c = Tensión de Contacto.

I_{fn} = Intensidad de defecto.

LOCAL SECO: ($I_{fn} = 30 \text{ mA.}$ - $V_c = 50 \text{ V.}$)

$$R_t = 1.666 \text{ Ohm.}$$

LOCAL HÚMEDO: ($I_{fn} = 30 \text{ mA.}$ - $V_c = 24 \text{ V.}$)

$$R_t = 800 \text{ Ohm}$$

1.11.2. TOMAS DE TIERRA.

La toma de tierra del edificio donde se encuentra el local comprende las siguientes partes:

Tomas de tierra: Electrodo, Líneas de enlace con tierra y puntos de puesta a tierra.

Instalación de tierra: Formada por la línea principal de tierra, línea secundaria de tierra y conductores de protección.

Se trata de una instalación conductora de cobre, sin elementos de protección ni fusibles, que discurre paralela a la instalación de enlace, desde la caja general de protección hasta el último punto de luz o toma de corriente de la instalación interior.

1.11.3. LINEAS PRINCIPALES DE TIERRA.

Es la parte comprendida desde el punto de puesta a tierra hasta el comienzo de la línea secundaria de tierra.

De cada punto de puesta a tierra parten las siguientes líneas: Línea principal de la caja general de protección.

Línea principal de la centralización de contadores.

Los conductores de la línea principal son de cobre y su dimensionado es:

$$S1 \leq 16 \text{ mm}^2$$

$$S2 = 16 \text{ mm}^2$$

$$16 \text{ mm}^2 \leq S1 \leq 35 \text{ mm}^2$$

$$S2 = 16 \text{ mm}^2$$

$$S1 > 35 \text{ mm}^2$$

$$S2 = S1/2 \text{ mm}^2$$

1.11.4. DERIVACIONES DE LAS LÍNEAS PRINCIPALES DE TIERRA.

Esta línea secundaria enlaza con los conductores de protección de la instalación interior del local.

El material utilizado es cobre, y esta dimensionado de la misma forma que la línea principal. El conductor de tierra va junto a los conductores activos y es de color amarillo – verde a rayas, similar al cable de protección.

Los empalmes se realizan mediante elementos de presión.

1.11.5. CONDUCTORES DE PROTECCIÓN.

Es la parte de la instalación que une las líneas secundarias de tierra con las masas de la instalación y los elementos metálicos que puedan ser conductores. Los conductores utilizados son de cobre y su sección depende del conductor de fase que se acompañe:

$$S1 \leq 16 \text{ mm}^2$$

$$S2 = S1 \text{ mm}^2$$

$$16 \text{ mm}^2 \leq S1 \leq 35 \text{ mm}^2$$

$$S2 = 16 \text{ mm}^2$$

$$S1 > 35 \text{ mm}^2$$

$$S2 = S1/2 \text{ mm}^2$$

Con una sección mínima de 2.5 mm² con protección mecánica. La identificación dentro de la instalación se logra por el color verde – amarillo a rayas del aislamiento.

1.11.6.

1.11.7. RED DE EQUIPOTENCIALIDAD.

Con objeto de evitar diferencias de potencial peligrosas que pueden aparecer en un momento dado entre los elementos conductores, deberá instalarse una red de unión equipotencial de masas.

Todas las partes conductoras externas deberán conectarse a dicha red. A la red equipotencial pueden conectarse los conductores de protección, los tubos, las armaduras, pero en ningún caso el conductor neutro.

Los circuitos y aparatos eléctricos deberán ir equipados con dispositivos de protección para asegurar su desconexión automática de la red en el tiempo más corto posible. En los casos de sobrecarga y cortocircuito, el dispositivo de protección desconectará la parte de instalación averiada sin posibilidad de rearme automático.

Tras una desconexión y posterior rearme por cualquiera de los fallos citados, deberá asegurarse que el dispositivo de protección no ha quedado averiado.

1.11.8. PROTECCIÓN CONTRA SOBREINTENSIDADES DE ORIGEN ATMOSFÉRICO.

Protección de sobretensiones (CC/CA) de acuerdo con IEC 62109-1 tipo 1+2 / 3 (CC/AC).

1.11.9. DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS.

Se dispone de una red con neutro conectado directamente a tierra, y masas puestas a tierra en puntos diferentes al anterior (redes TT).

La protección contra contactos indirectos se realizará mediante interruptores automáticos diferenciales con una sensibilidad de 30/300 mA, según esquema unifilar adjunto.

1.12. VENTILACIÓN.

No procede. No se instala

1.13. LEGISLACIÓN.

1.13.1. GENERAL.

Para el estudio del presente proyecto se han tenido en cuenta las siguientes Normas y Reglamentos:

- Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Orden del Ministerio de trabajo de 9 de Marzo de 1.971, sobre Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo y disposiciones complementarias.
- Decreto 12 de Marzo de 1954, que aprueba el Reglamento de Verificaciones eléctricas y reglamentación anexa hasta 1987, (modificada por R.D. 1725/1984 y R.D. 153/1985)
- Reglamento de acometidas eléctricas y Regularidad en el suministro.
- Normas tecnológicas de la edificación NTE-IEB, tensión, NTE-IEP. Puesta a tierra.
- Normas UNE de obligado cumplimiento.
- Cualquier otra Normativa o Reglamentación aplicables a este tipo de instalación.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento

Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.

- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Real Decreto 324/2008, de 29 de febrero, por el que se establecen las condiciones y el procedimiento de funcionamiento y participación en las emisiones primarias de energía eléctrica.
- Normas particulares de la compañía eléctrica suministradora de zona para instalaciones de baja tensión.
- Ley 31/1995 Ley de Prevención de Riesgos Laborables.
- Real Decreto 1627/1997 sobre disposiciones mínimas en materia de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción.
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

- 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.
- Real Decreto-ley 9/2013, de 12 de julio, por el que se adoptan medidas urgentes para garantizar la estabilidad financiera del sistema eléctrico
- Ley 24/013 del Sector Eléctrico
- Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos
- Real Decreto 244/2019, del 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.
- Real Decreto-ley 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores.
- Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- Real Decreto 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 900/2015, de 9 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo.
- Normas Urbanísticas del Excmo. Ayuntamiento de Madrid.

1.13.2. HORMIGONES Y CONGLOMERACIONES

Especificado en el apartado 3.1

1.13.3. EDIFICACIONES

Especificado en el apartado 3.1

1.13.4. ACEROS Y ESTRUCTURA METÁLICA

Especificado en el apartado 3.1

1.13.5. INSTALACIÓN ELECTRICA

Especificado en el apartado 2.9.1

1.14. OTRAS INSTALACIONES RELACIONADAS

ESTRUCTURA DE SOPORTES

La estructura tendrá que soportar las sobrecargas de viento , nieve y uso, de acuerdo con DB SE-AE: Acciones en la edificación.

El diseño y la construcción de la estructura y fijaciones de los módulos permiten las dilataciones térmicas que puedan afectar a la integridad de los módulos.

Los puntos de sujeción de las placas son suficientes en número, de manera que no se producen flexiones superiores a las permitidas por el fabricante.

La estructura se realiza para la orientación y el ángulo de inclinación según cálculos, teniendo en cuenta la facilidad de montaje y desmontaje, así como la posibilidad de sustitución de elementos.

La perfilería soporte está fabricada en acero con un espesor mínimo de 80 micras, consiguiendo una resistencia estructural y larga vida a la intemperie.

Se emplea tortillería de acero inoxidable para la sujeción de los módulos, asegurando un buen contacto eléctrico entre el marco de los módulos y los perfiles de soporte, por seguridad frente a posibles pérdidas de aislamiento en el generador o efectos inducidos por descargas atmosféricas.

ESTRUCTURA PRINCIPAL DEL EDIFICIO.

Los módulos fotovoltaicos apoyan sobre la cubierta del edificio mediante una perfilería

de ACERO lastrada con bloques de hormigón, la sobrecarga que puede producir este conjunto sobre la cubierta es soportada por la estructura principal y secundaria de cubierta. NO AFECTANDO NEGATIVAMENTE A LA SOLIDEZ DE LA ESTRUCTURA.

BASES DE DISEÑO ESTRUCTURAL

1.15. DESCRPCIÓN DE LA OBRA.

El programa de necesidades que se recibe por parte de la Propiedad para la redacción del presente proyecto se refiere a la instalación de un sistema de placas fotovoltaicas para la producción y autoconsumo de energía en el edificio existente.

Los trabajos a realizar para su instalación son de pequeña entidad y consisten principalmente en la colocación de la propia estructura de soporte y anclaje de dichos paneles, junto con sus sistemas de seguridad. Por ello ni las zonas comunes, ni las zonas interiores del edificio se ven afectadas ni modificadas.

Aunque el proyecto se divida en cuatro zonas de actuación, el objetivo de todos los espacios es el mismo, solo varían las condiciones iniciales de la instalación de las placas y por ello los trabajos a realizar.

De forma particular los trabajos son:

ZONA 1 y 2 DE ACTUACIÓN:

- Desmontaje de paramentos verticales de contención de tierra según plano
- Vaciado de tierra y retirada de cantos rodados
- Levantado de tarima de madera y losa de vulcano
- Recuperación y recolocación de elementos existentes (maceteros, bancos, papeleras, iluminación)
- Demolición de capa de compresión

- Levantado de rejilla de evacuación de pluviales
- Colocación de sistema de apoyo y lastre de los propios paneles
- Instalación de los paneles fotovoltaicos
- Subestructura metálica para apoyo de los paneles con lastre propio
- Anclaje de la subestructura metálica a la fachada existente
- Instalación y conexión del sistema fotovoltaico
- Formación de bancada para ubicación de inversores y cuadro eléctrico

ZONA 3 DE ACTUACIÓN:

- Instalación de estructura de apoyo de los paneles
- Instalación de sistema de seguridad para mantenimiento
- Colocación de los propios paneles
- Instalación y conexión del sistema fotovoltaico
- Instalación escalera de acceso a pasarela de mantenimiento

ZONA 4 DE ACTUACIÓN:

- Instalación de subestructura auxiliar de apoyo de los paneles
- Formación de bancada para ubicación de inversores y cuadro eléctrico
- Instalación de sistema de seguridad para mantenimiento
- Colocación de los propios paneles
- Instalación y conexión del sistema fotovoltaico
- Instalación escalera de acceso a pasarela de mantenimiento

1.16. NORMATIVA Y APLICACIÓN

1.16.1. NORMATIVA AUTONÓMICA.

Régimen de Protección Contra la Contaminación Acústica de la Comunidad de Madrid, B.O.C.M., nº 154, del 8 de junio de 1998, incorporada la corrección del B.O.C.M., del 1 de julio. Decreto 78/1999, de 27 de mayo.

Promoción de la Accesibilidad y Supresión de Barreras Arquitectónicas, BOCM, nº 152, de 29 de junio de 1993. Ley 8/1993 de 22 de junio de 1993,

Reglamento Técnico de Desarrollo en Materia de Promoción de la Accesibilidad y Supresión de Barreras Arquitectónicas, BOCM, nº 96, de 24 de abril de 2007. Decreto 13/2007, de 15 de marzo.

1.16.2. NORMATIVA ESTATAL.

Real Decreto 314/2006, del 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación,

Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, aprobado por Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto; B.O.E. nº 224 del 18-9-02.

Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) B.O.E. 207 29/08/07 Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio corrección de errores (BOE nº 51 de 28 de febrero de 2008)

Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención de los mismos, Real Decreto 2291/1985, de 8 de noviembre, y posterior Orden de 23 de septiembre de 1987, por la que se modifica la Instrucción técnica Complementaria MIE-AEMI.

Reglamento de instalaciones de protección contra incendios. B.O.E. 298 14/12/93 real decreto 1942/1993, de 5 de noviembre, del Mº de Industria y Energía. B.O.E. 109 7/05/94 Corrección de errores.

Clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de sus propiedades de reacción y de resistencia frente al fuego Real Decreto

312/2005; B.O.E.02/04/05.

Infraestructuras comunes en los edificios para el acceso a los servicios de telecomunicación. B.O.E. 51 28/02/98 R.D. Ley 1/1998, de 27 de febrero, Ministerio de Fomento. Deroga la ley 49/1966 23 julio sobre antenas colectivas, y cuantas disposiciones de igual o inferior rango se opongan a este R.D.L.

Reglamento regulador de las infraestructuras comunes de telecomunicaciones para el acceso a los servicios de telecomunicación en el interior de los edificios y las actividades de instalación de equipos y sistemas. B.O.E. 115 14/05/03 R.D 401/2003. de 4 de abril, del Ministerio de Ciencia y Tecnología.

Desarrollo del reglamento de I.C.T. B.O.E. 34 9/02/00 Resolución de 12 de enero, por el que se hace pública la Instrucción de 12/1/00 de la Secretaría Gral de Comunicación, sobre personal facultativo competente en I.C.T.(Incluye determinaciones sobre la exclusiva competencia en proyectos de I.C.T. de los Ingenieros e Ingenieros Técnicos de Telecomunicaciones, que ya están recogidas en el R.D. 401/2003 y en la OCTE/1296/2003) B.O.E. 126 27/05/03 Orden CTE/1296/2003, de 14 de Mayo.

Especificaciones técnicas del punto de terminación de red de la red telefónica conmutada y los requisitos mínimos de conexión de las instalaciones privadas de abonado.

B.O.E. 305 22/12/94 Real Decreto 2304/1994, de 2 de diciembre, del Mº de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente.

Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en los Lugares de Trabajo.

Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las Disposiciones Mínimas de Seguridad y de Salud en las Obras de Construcción, B.O.E., nº 256, del 25 de octubre de 1997.

1.16.3. NORMATIVA DE INSTALACIONES.

Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos

Real Decreto 244/2019, del 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.

Real Decreto-ley 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores.

Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.

Real Decreto 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 900/2015, de 9 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo.

Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.

Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.

Real Decreto 324/2008, de 29 de febrero, por el que se establecen las condiciones y el procedimiento de funcionamiento y participación en las emisiones primarias de energía eléctrica.

Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.

Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.

Normas particulares de la compañía eléctrica suministradora de zona para instalaciones de baja tensión.

Real Decreto-ley 9/2013, de 12 de julio, por el que se adoptan medidas urgentes para garantizar la estabilidad financiera del sistema eléctrico.

Ley 24/013 del Sector Eléctrico

Decreto 12 de marzo de 1954, que aprueba el Reglamento de Verificaciones eléctricas y reglamentación anexa hasta 1987, (modificada por R.D. 1725/1984 y R.D. 153/1985)

Reglamento de acometidas eléctricas y Regularidad en el suministro.

Normas tecnológicas de la edificación NTE-IEB, tensión, NTE-IEP. Puesta a tierra.

Normas UNE de obligado cumplimiento para este tipo de instalaciones.

1.17. ESTRUCTURA.

La instalación de los paneles fotovoltaicos se diferencia en dos tipos de estructura: metálica y de hormigón dependiendo la zona de actuación donde nos encontremos.

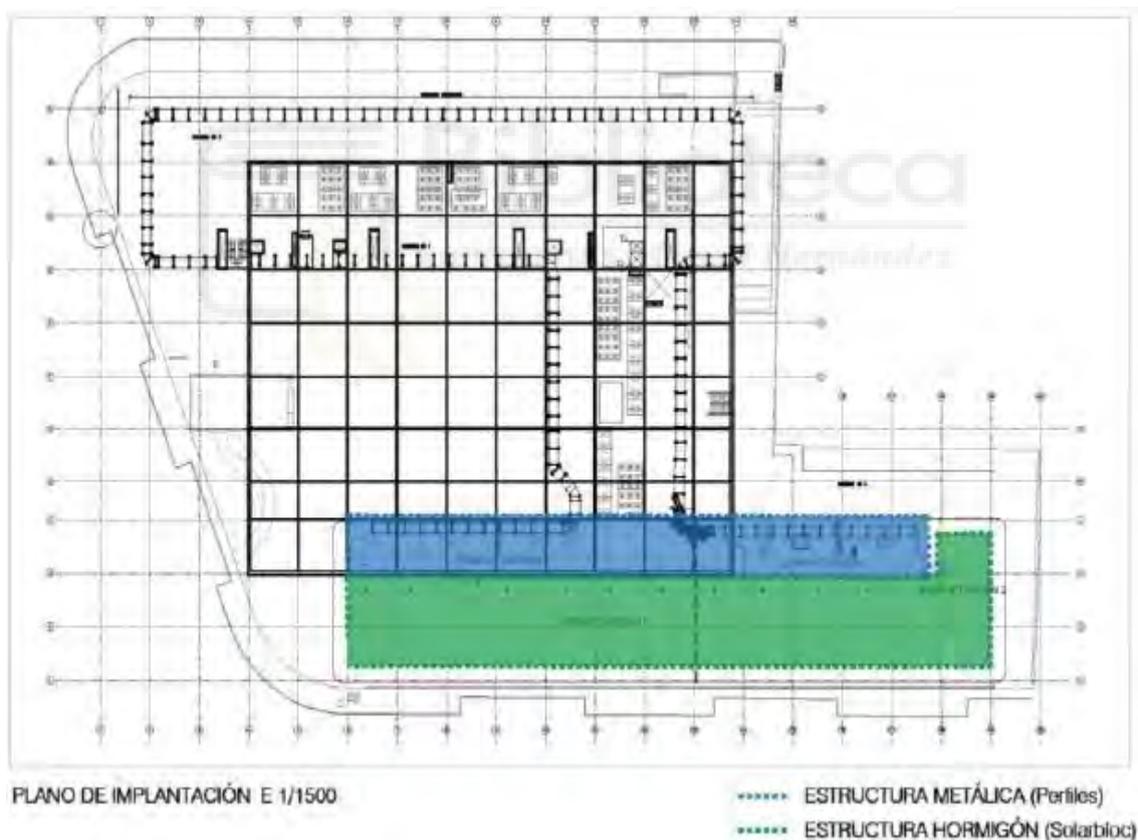


Imagen 1 Zonas instalación

La estructura de hormigón está formada por un sistema de bloques de hormigón del fabricante *SOLARBLOC* que tiene la doble función de soporte y lastre de los paneles solares.

- Zona actuación 1
- Zona actuación 2

La estructura metálica está formada por un conjunto de perfiles y barras metálicas que sirven de apoyo de los paneles y que van soldadas a la estructura existente del edificio.

- Zona actuación 3
- Zona actuación 4

1.17.1. CUMPLIMIENTO CTE.

SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIO.

El presente proyecto no modifica las condiciones existentes, ya que la instalación se lleva a cabo en una cubierta de uso único de mantenimiento.

SEGURIDAD DE UTILIZACIÓN.

El presente proyecto no modifica las condiciones existentes de utilización del edificio salvo en el espacio de actuación de la cubierta para la colocación de las placas. Concretamente esta justificación se refiere a las zonas de actuación 3 y 4 del presente proyecto, zonas restringidas al uso debido a su carácter de mantenimiento y donde se instalarán las placas fotovoltaicas.

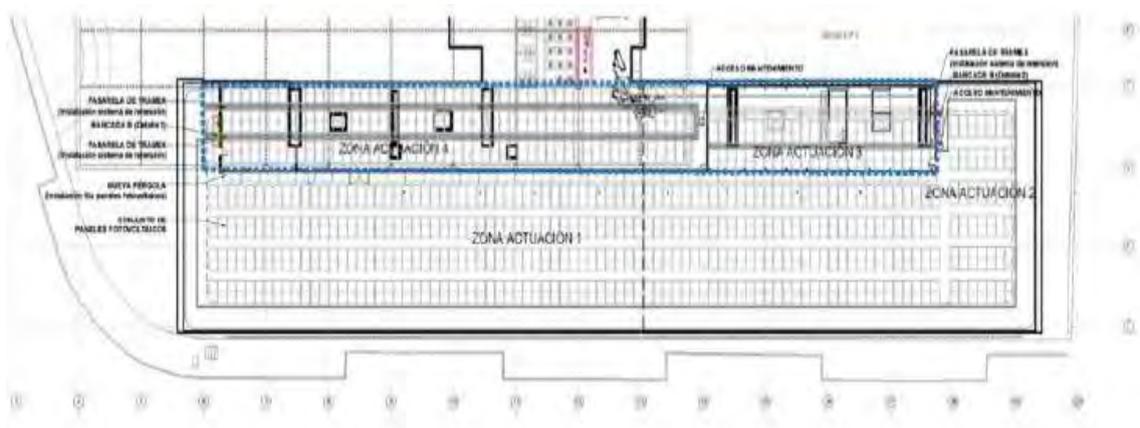


Imagen 1.1 Zonas actuación 3 y 4

Las condiciones de seguridad de utilización en las zonas 3 y 4 las justificamos en el

presente proyecto en base a la norma UNE-ES ISO 14122-2:2017 debido a que esta norma se adecua más a las condiciones de uso real de esta zona. La instalación de las placas sobre la pérgola y sus pasillos de mantenimiento se asemejan más a una instalación industrial de maquinaria, y no tanto a las

condiciones de uso de un edificio terciario. El CTE está redactado pensando en un edificio residencial o terciario, con instalaciones de tamaño reducido, poco peso, y accesos sencillos en las zonas comunes de un edificio industrial, y el CTE no contempla equipos de grandes dimensiones con accesos complejos.

Por tanto, vamos a justificar las condiciones de seguridad de utilización en las zonas de actuación 3 y 4 en base a esta norma UNE-ES ISO 14122-2:2017 pensada para maquinaria de grandes dimensiones.

Resultando de aplicación la Norma UNE-ES ISO 14122-2:2017 (marzo 2017) Seguridad de las máquinas. Medios de acceso permanentes a máquinas.

La norma ISO 14122 consta de las siguientes partes, bajo el título general *Seguridad de las máquinas. Medios de acceso permanentes a máquinas*:

Parte 1: Selección de medios de acceso fijos y requisitos generales de acceso

- Parte 2: Plataformas de trabajo y pasarelas

Esta parte resulta de aplicación y cumplimiento en este proyecto debido a la necesidad de instalación de pasarelas para trabajos puntuales de mantenimiento de las placas.

Parte 3: Escaleras, escalas de escalones y barandillas

Esta parte resulta de aplicación y cumplimiento en este proyecto debido a la instalación de barandillas de protección en los puntos de acceso a las plataformas de mantenimiento.

Parte 4: Escaleras fijas

Esta parte resulta de aplicación y cumplimiento en este proyecto debido a la instalación de escaleras fijas con jaula de seguridad en los puntos de acceso a las plataformas de mantenimiento.

UNE-EN ISO 14122-2: 2016. PLATAFORMAS DE TRABAJO Y PASARELAS

El propósito de esta norma internacional es definir los requisitos generales para el acceso seguro a las máquinas. La Norma ISO 14122-1 da orientaciones para la selección adecuada de los medios de acceso cuando, siendo necesario el acceso a la máquina, no es posible realizarlo directamente desde el nivel de la base o desde una planta o piso o desde una plataforma.

Esta norma es de relevancia, en particular, para los siguientes grupos de partes interesadas que representan a los agentes de mercado en materia de seguridad de las máquinas.

En nuestro proyecto, resulta de aplicación el siguiente agente:

- los proveedores de servicios, por ejemplo, para el mantenimiento (pequeñas, medianas y grandes empresas)

Objeto y campo de aplicación

Esta parte de la Norma ISO 14122 da requisitos para plataformas de trabajo y pasarelas no motorizadas que forman parte integrante de una máquina fija, y para las partes ajustables no motorizadas (por ejemplo, plegables, deslizables) y las partes móviles de esos medios de acceso.

Esta parte de la Norma ISO 14122 especifica los requisitos mínimos que se aplican también cuando se requieren los mismos medios de acceso como parte del edificio o construcción civil (por ejemplo, plataformas de trabajo, pasarelas) en el que está la máquina, siempre que la función principal de esa parte del edificio sea proporcionar un medio de acceso a la máquina.

El único objetivo de las plataformas de trabajo es el de dar acceso al mantenimiento puntual y limpiezas de las placas fotovoltaicas instaladas.

Requisitos generales

GENERALIDADES DE LA NORMA	PROYECTO	APLICACIÓN
<p>Construcción y materiales</p>	<p>Las pasarelas y plataformas de trabajo deben diseñarse y construirse para evitar los peligros de caída de objetos. Para los guardacuerpos y rodapiés, véase el capítulo 7 de la Norma ISO 14122-3:2016 y para las aberturas en el piso,</p>	<p>Cumple</p>
<p>Acceso seguro de los operadores</p>	<p>a) Las pasarelas y plataformas de trabajo deben diseñarse y construirse de manera que las superficies de paso tengan propiedades antideslizantes duraderas</p> <p>b) Las partes de la máquina por las que los operadores tienen que pasar o en las que tienen que estar deben diseñarse y acondicionarse con el fin de evitar que las personas se caigan de ellas</p> <p>c) Las plataformas de trabajo y el acceso a las plataformas de trabajo debe diseñarse de manera que los operadores puedan abandonar rápidamente su lugar de trabajo en caso de peligro o se les pueda ayudar rápidamente y evacuar fácilmente si es necesario</p>	<p>Cumple</p>

REQUISITOS ESPECÍFICOS DE LA NORMA	PROYECTO	APLICACIÓN	
Dimensiones	<p>La longitud y anchura libres de las pasarelas y plataformas de trabajos destinadas al manejo y mantenimiento, deben determinarse en función de las características concretas del trabajo.</p> <p>Dependiendo del diseño de la máquina, el entorno, o el uso ocasional, por ejemplo, menos de 30 días al año y menos de dos horas al día, la anchura libre, puede reducirse de 800 mm a 600 mm.</p> <p>Si el espacio disponible a nivel del piso está restringido debido a tuberías, instalación eléctrica o razones constructivas de la máquina, la anchura de la pasarela a nivel de piso puede</p>	<p>El objeto de trabajo de las pasarelas es el mantenimiento y limpieza puntual por un único operario.</p> <p>Este trabajo será de menor de 30 días al año y menos de dos horas al día, permitiendo la reducción de las pasarelas a 600mm. De la misma manera debido a la obstrucción puntual de las líneas de retención se permite la reducción a una anchura disponible de 500m.</p> <p>Dimensiones que se cumplen en las pasarelas de trabajo del presente proyecto. El cambio de nivel es inferior a 150 mm y se encontrará señalado con una diferenciación de color, además de acotado en toda su longitud por barandillas.</p>	Cumple
	<p>reducirse hasta un mínimo de 500mm</p> <p>Si la pasarela horizontal se encuentra interrumpida por un cambio de nivel y la altura vertical entre los dos niveles no puede salvarse por medio de una escalera o rampa, se permite un único escalón bajo las siguientes condiciones: El único escalón debe ser claramente visible por ejemplo, por el color, guardacuerpos continuo acotado La altura debe encontrarse entre 150 mm y 300 mm.</p>		

- Raúl Montes Cánovas -

<p>Instalaciones o equipos</p>	<p>En caso de peligro de caída desde las pasarelas o plataformas de trabajo, desde una altura superior o igual a 500 mm, debe instalarse guardacuerpos conformes con la Norma ISO 14122-3</p>	<p>Debido a la ubicación de las plataformas de trabajo, confinadas entre dos filas de paneles fotovoltaicos, uno a cada lado, se reduce casi por completo el riesgo de caída.</p> <p>Con el fin de aumentar las condiciones de seguridad del trabajo en altura, se han instalado líneas de retención certificadas y homologadas.</p> <p>En aquellos puntos concretos de acceso a la pasarela desde la escalera fija, el desembarco cuenta con barandillas.</p>	<p>Cumple</p>
<p>Peligro de tropiezos</p>	<p>Para evitar cualquier peligro de tropiezos, la diferencia máxima de altura entre los elementos del piso próximos no debe ser superior a 4 mm.</p>	<p>No existen diferencias entre pisos a distintas alturas, ya que toda la plataforma se desarrolla en la misma cota.</p>	<p>Cumple</p>
<p>Peligro de caída de objetos</p>	<p>Piso abierto</p> <p>Generalmente, el diseño de los pisos para las plataformas de trabajo o las pasarelas dependen de los resultados de la evaluación de riesgos. Se aplican los requisitos generales:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Las aberturas máximas del piso de las plataformas de trabajo o de las pasarelas deben ser tales que no pueda pasar una esfera de 35 mm de diámetro 	<p>La pasarela de mantenimiento está formada por un tramex que tiene un tamaño de malla de 30 x 30 mm para evitar la caída de objetos</p>	<p>Cumple</p>

<p>Peligro de caída de objetos</p>	<p>Huecos entre plataformas de trabajo, pasarelas y elementos de construcción contiguos</p> <p>Si existen huecos en el piso, por ejemplo, para el paso de tuberías u otros elementos, o entre el borde de una plataforma de trabajo o una pasarela y las estructuras contiguas, se aplican los siguientes requisitos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Si los huecos son > 20 mm, debe instalarse un rodapié con una altura de al menos 100 mm - Si los huecos son >180 mm, es posible el acceso de cuerpo entero y la plataforma de trabajo o pasarela debe ser equipada con un guardacuerpos conforme con el capítulo 7 de la Norma ISO 14122-3:2016, <p>para evitar el acceso al hueco.</p>	<p>El único hueco existente es el que ocurre entre la subestructura de las placas y la pasarela de trabajo. Para salvarlo se colocará un rodapié en toda la longitud de la plataforma con una altura mínima de 100mm.</p> <p>Además, para cubrir el hueco vertical se instalará una valla de Hércules para evitar el acceso al hueco, no mayor de 500mm, donde se encuentra la subestructura de las placas. De igual manera a lo largo de toda la longitud de la pasarela.</p>	<p>Cumple</p>
<p>Peligro de patinazo</p>	<p>Los pisos deben tener una superficie de acabado diseñada para reducir el riesgo de patinazo.</p>	<p>La materialidad de los tramex que componen las pasarelas de trabajo cumplirán con los criterios de resbaladidad.</p>	<p>Cumple</p>

<p>Diseño y construcción de las plataformas de trabajo y pasarela</p>	<p>En las especificaciones técnicas debe indicarse la carga para la que están diseñadas las plataformas de trabajo y pasarelas.</p> <p>Las cargas mínimas a tener en cuenta para las pasarelas y plataformas de trabajo son:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 2 Kn/m2 carga uniforme distribuida a considerar en la estructura; - 1,5 kN carga puntual aplicada en la posición mas desfavorable, repartida en una superficie de 200 mm x 200 mm de piso. - La flecha del piso sometido a las cargas de diseño, no debe ser superior a 1/200 de la luz. 	<p>Tanto el criterio de diseño de carga mínima como el de flecha se cumplen en el proyecto.</p>	<p>Cumple</p>
---	---	---	---------------

UNE-EN ISO 14122-3: 2001. ESCALERAS, ESCALAS DE ESCALONES Y BARANDILLAS

Esta parte de la Norma aplica a toda la maquinaria (fija o móvil) donde sean necesarios medios fijos de acceso.

Esta Norma también se puede aplicar a escaleras, escalas fijas y barandillas que formen parte del edificio donde la maquina está instalada, a condición que la función principal de esta parte del edificio sea proporcionar un medio de acceso a la máquina.

En este proyecto, el único objetivo de las plataformas de trabajo es el de dar acceso al mantenimiento puntual y limpiezas de las placas fotovoltaicas instaladas.

Requisitos de seguridad relativos a barandillas

BARANDILLAS HORIZONTALES DE LA NORMA	PROYECTO	APLICACIÓN
La barandilla tiene que estar instalada cerca de zonas que resulten peligrosas por riesgo de hundimiento o paso.	La barandilla que se ha instalado en las zonas de desembarco de las escaleras fijas, donde la línea de placas aún no ha comenzado y existe riesgo de caída. Se instalarán al inicio de la pasarela, recuadrando toda el área posible de movimiento.	Cumple
Cuando la altura de caída exceda de 500 mm, se instalará un barandilla	Debido a la ubicación de las escaleras de acceso a las pasarelas, la altura es mayor a 500 mm y por lo tanto cuenta con sus respectivas barandillas.	Cumple
La altura mínima de la barandilla será de 1100 mm.	Las barandillas instaladas tendrán una altura mínima de 1100 mm.	Cumple
La barandilla incluirá al menos una barra horizontal intermedia o una protección equivalente. El espacio libre tanto de la parte superior de la barandilla y el apoyo intermedio como de este con el rodapié no podrá exceder de 500 mm.	La barandilla se ha proyectado en base al esquema de la normativa.	Cumple
Un rodapié con un mínimo de altura de 100 mm deberá ser instalado como máximo a 10 mm del nivel de paso y del final de la plataforma.	La barandilla incluye un rodapié de mínimo 100 mm en su conjunto.	Cumple

UNE-EN ISO 14122-4: 004. ESCALERAS FIJAS

Esta parte de la Norma aplica a todas las máquinas (fija o móvil) donde sean necesarios medios fijos de acceso.

Este documento se puede aplicar igualmente a las escalas fijas a una parte del edificio en el que está instalada la máquina a condición de que la función principal de esta parte del edificio sea proporcionar un medio de acceso a la máquina (un acceso en zona 3 y otro en 4 de actuación).

En este proyecto, el único objetivo de las plataformas de trabajo es el de dar acceso al mantenimiento puntual y limpiezas de las placas fotovoltaicas instaladas. Y de la misma

manera el de la escala fija de dos montantes con jaula de seguridad a instalar.

REQUISITOS DE SEGURIDAD DE LA NORMA		PROYECTO	APLICACIÓN
Requisitos generales	En la medida de lo posible, las escalas fijas se deberían diseñar con dos montantes.	Las escaleras de acceso a las plataformas que se instalarán estará compuestas por dos montantes.	Cumple
RESISTENCIA DE LAS ESCALERAS FIJAS		PROYECTO	APLICACIÓN
Requisitos generales	Se considera que los elementos de la escala responden a los requisitos indicados en el apartado 4.2.1 cuando cumplen con los requisitos de la Norma EN 131-2. La deformación máxima tal como se indica en el apartado 5.1, no debe ser superior a 50 mm.	Las escaleras proyectadas e instaladas cumplen con todos los requisitos de durabilidad y resistencia exigidos por la Norma EN 131-2 y esta misma norma UNE.	Cumple
Jaula de seguridad	Se considera que la jaula de seguridad responde a estos requisitos si la deformación permanente que resulta de una carga vertical de 1000 N, no es superior a 10 mm y la que resulta de una carga horizontal de 500 N, no es superior a 10 mm.	La jaula de seguridad proyectada e instalada cumple con todos los requisitos de deformación exigidos.	Cumple
Puntos de anclaje de las escalas fijas	Los puntos de anclaje y sus conexiones, deben ser capaces de resistir 3000 N por montante. Se considera que hasta un máximo de cuatro puntos de anclaje pueden contribuir a soportar esta carga.	Las escaleras proyectadas cumplirán con estos criterios de resistencia tanto en sus montantes como en los anclajes necesarios.	Cumple
CONDICIONES PARA LA INSTALACIÓN DE UN DISPOSITIVO DE PROTECCIÓN CONTRA CAÍDAS		PROYECTO	APLICACIÓN
Condiciones para la instalación de un dispositivo de protección contra caídas	La escala debe disponer de un dispositivo de protección contra caídas cuando: a) La altura del vuelo de la escala es superior a 3000 mm	Ambas escaleras instaladas, tanto la de la zona 3 como la de la zona 4, tienen una altura de vuelo superior a 3000 mm, es por ello que ambas contarán con un dispositivo contra caídas.	Cumple

- Raúl Montes Cánovas -

<p>Selección del tipo de dispositivo de protección contra caídas</p>	<p>Las dos alternativas principales para la protección de los usuarios de escalas fijas contra caídas desde una altura son las jaulas de seguridad o los dispositivos anticaídas:- La jaula de seguridad se debe elegir prioritariamente, ya que se trata de un medio siempre presente y la función de seguridad real es independiente de la actividad del operador;</p>	<p>Siguiendo la recomendación de la propia Norma, ambas escaleras contarán con jaulas de seguridad como dispositivo de protección contra caídas.</p>	<p>Cumple</p>
<p>ESCALAS</p>		<p>PROYECTO</p>	<p>APLICACIÓN</p>
<p>Posición de los peldaños</p>	<p>La separación entre dos peldaños sucesivos debe ser constante y estar comprendida entre 225 y 300 mm.</p>	<p>Ambas escaleras se diseñarán siguiendo estos criterios.</p>	<p>Cumple</p>
<p>Posición de los peldaños Separación entre escalas y la zona de salida y llegada</p>	<p>La distancia entre la plataforma de salida y el primer peldaño debe sobrepasar la separación entre dos peldaños. El peldaño superior debe estar colocado al mismo nivel que el de la plataforma de llegada.</p>	<p>Ambas escaleras se diseñarán siguiendo estos criterios.</p>	<p>Cumple</p>
<p>Peldaños Longitud de los peldaños</p>	<p>a) Longitud de los peldaños de las escalas fijas con dos montantes: La separación entre los dos montantes debe estar comprendida entre 400 y 600 mm</p>	<p>Ambas escaleras se diseñarán siguiendo estos criterios.</p>	<p>Cumple</p>
<p>Peldaños Superficie de los peldaños</p>	<p>La superficie de los peldaños no debe provocar lesiones, principalmente en las manos, por ejemplo, no debe tener bordes cortantes. Los peldaños deben tener una superficie antideslizante.</p>	<p>Ambas escaleras se diseñarán siguiendo estos criterios.</p>	<p>Cumple</p>

- Raúl Montes Cánovas -

JAULAS DE SEGURIDAD		PROYECTO	APLICACIÓN
	<p>La parte mas baja de la jaula de seguridad, por ejemplo, debe arrancar a una altura comprendida entre 2200 y 3000 mm por encima de la zona de salida.</p> <p>El hueco en el interior del arco de la jaula de seguridad debe estar comprendido entre 650 y 800 mm.</p>	<p>Ambas escaleras se diseñarán siguiendo estos criterios.</p>	<p>Cumple</p>
ZONAS DE SALIDA Y DE LLEGADA		PROYECTO	APLICACIÓN
Plataformas de acceso	<p>Si la zona de llegada sobre la estructura de la máquina, de un edificio, etc, no se puede considerar como una zona que responda a los requisitos aplicables de la Norma EN ISO 14122, se debe prever una plataforma de acceso.</p>	<p>La zona de llegada se ha proyectado siguiendo los criterios de diseño y seguridad de la Norma UNE 14122-2.</p>	<p>Cumple</p>
ABERTURAS DE ACCESO Salida frontal o lateral	<p>Las escalas pueden tener una salida frontal o lateral en la zona de llegada. La anchura de la abertura de acceso debe estar comprendido entre 500 y 700 mm.</p>	<p>La salida de la escalera será de manera frontal y la abertura de acceso cumple con las medidas exigidas.</p>	<p>Cumple</p>
ABERTURAS DE ACCESO Portillas	<p>Para evitar las caídas a través de la abertura de acceso en el área de llegada, dicha abertura debe estar prevista de una portilla. Esta portilla debe responder a los requisitos siguientes:</p> <p>a) La dirección de apertura de la portilla no debe ser hacia el exterior de la plataforma</p>	<p>Las escaleras proyectadas e instaladas contarán por portilla que cumpla con los requisitos establecidos en esta Norma.</p>	<p>Cumple</p>

	<p>b) La portilla debe estar diseñada de manera que se pueda abrir fácilmente</p> <p>c) La portilla se debe cerrar automáticamente</p> <p>d) La portilla debe tener al menos un pasamanos y un listón intermedio</p>		
<p>PLATAFORMAS</p> <p>Casos en los que se requiere la instalación de plataformas</p>	<p>Generalmente, si la altura al flanquear H de las escalas fijas es superior a 6000 mm, las escalas deben estar provistas de una o más plataformas.</p> <p>Pero, en el caso de un solo vuelo (sin plataforma), la altura H entre la zona de salida y la zona de llegada, puede ser ampliada hasta 10000 mm como máximo.</p>	<p>La escalera que se instalará en la zona 3 de actuación (cuarto de máquinas) será de una altura máxima de 6000 mm. Por otro lado, la que se instalará en la zona 4 de actuación tendrá de igual manera una altura inferior a 10000 mm. De esta manera ambas cumplen con el requisito de ser menor de 10000 mm de un solo vuelo y sin necesidad de plataformas.</p>	<p>Cumple</p>

HIGIENE, SALUD Y PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE.

El presente proyecto no modifica las condiciones existentes debido a su ubicación.

PROTECCIÓN CONTRA EL RUIDO

El presente proyecto no modifica las condiciones existentes debido a su ubicación.

AHORRO DE ENERGÍA.

El presente proyecto no modifica las condiciones existentes

ACCESIBILIDAD EN EDIFICIOS Y ESPACIOS DESTINADOS A USO PÚBLICO

El presente proyecto no modifica las condiciones existentes.

1.17.2. ESTRUCTURA METÁLICA.

En el presente proyecto la estructura metálica ha sido concebida para proporcionar una solución funcional y estética de sombra en un espacio exterior. La estructura ha sido diseñada tomando en cuenta criterios de resistencia mecánica, durabilidad frente a condiciones ambientales, facilidad de montaje y mantenimiento, así como la integración armónica con el entorno arquitectónico existente.

La pérgola ha sido diseñada utilizando diferentes perfiles de acero estructural, seleccionados según los requerimientos de carga, distancia entre apoyos y condiciones de uso. El cálculo estructural se realizó considerando acciones permanentes (peso propio), cargas variables (viento, nieve en caso de zonas específicas) y, eventualmente, sobrecargas, todas ellas especificadas y calculadas en el enexo de cálculos.

Todo ello llevando a la conclusión de que la estructura es funcional y cumple frente a todas las solicitaciones analizadas mediante el programa de simulación autodesk inventor.

1.17.3. ESTRUCTURA DE HORMIGÓN.

1.17.3.1. DESCRIPCIÓN SISTEMA SOLARBLOC.

SOLARBLOC CUBIERTAS es una pieza prefabricada de hormigón diseñada para hacer la función de soporte de los paneles solares en cubiertas y superficies planas.

Basada en su geometría y la masa necesaria para contrarrestar los efectos del viento y los agentes externos, con una inclinación óptima para el mejor rendimiento de los paneles solares; consigue simplificar el método de montaje de paneles solares en cubiertas planas al no tener que montar estructura alguna, reduciendo el tiempo de ejecución, eliminado los perfiles metálicos y abaratando el coste total de la instalación.

Este sistema se instalará por un fabricante homologado que cuenta con todas las certificaciones de calidad y seguridad, *SOLARBLOC*. Se adjunta memoria visada y Justificación frente a carga del viento.

1.17.3.2. ZONAS DE APLICACIÓN DEL SISTEMA.

La implantación de este sistema de *SOLARBLOC* se aplicará en las zonas de actuación 1

y 2, las cuales implican una colocación de placas solares sobre una cubierta plana.

1.17.3.3. GEOMETRÍA DEL SISTEMA.

Los SOLARBLOC tiene la capacidad de adaptarse a la inclinación necesaria de los paneles, es por ello que encontramos dos tipos de SOLARBLOC por cada zona de actuación:

- Zona de actuación 1: *SOLARBLOC 10° Y 18°*
- Zona de actuación 2: *SOLARBLOC 10° Y 18°*

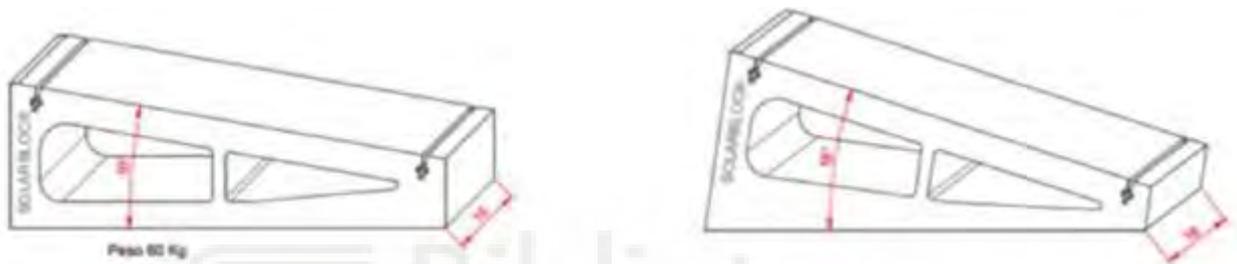


Imagen 1.3 Solarbloc

Debido a la dimensión de los paneles utilizados (113x228 cm) y su disposición vertical,

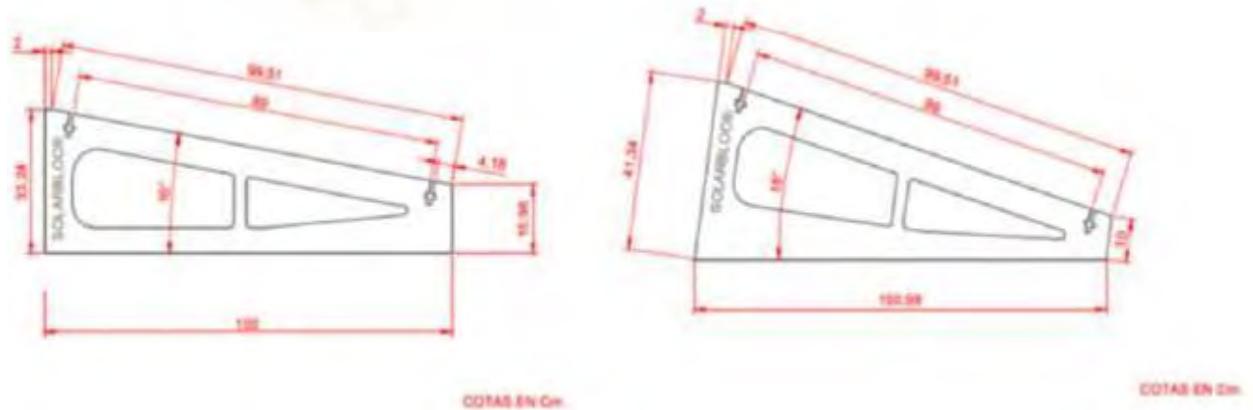


Imagen 1.4 Dimensiones Solarbloc

Al elemento de SOLARBLOC hay que añadirle un lastre que se colocara debajo, el cual permite elevar el conjunto y lastrarlo más fuertemente frente a las cargas de viento.

- SOLARBLOC 10°: 1 lastre debajo

- SOLARBLOC 18°: 2 lastres debajo

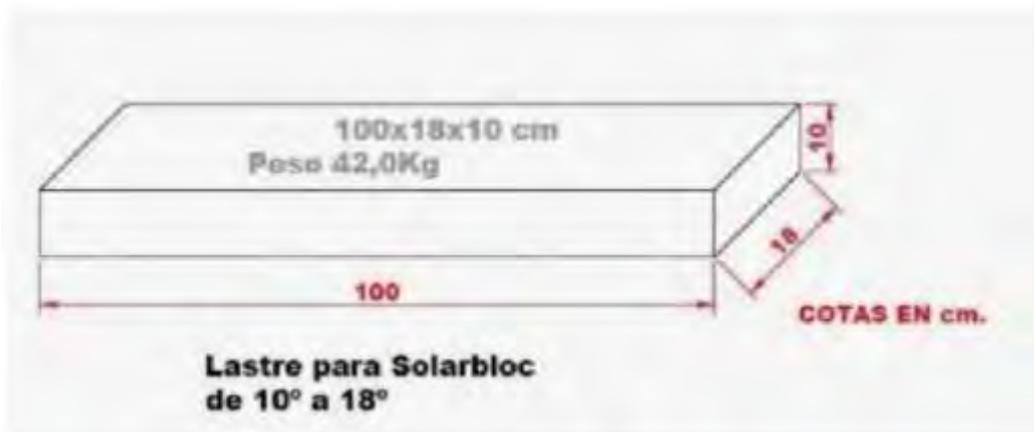


Imagen 1.5 Dimensiones lastre

1.17.3.4. JUSTIFICACIÓN FRENTE AL VIENTO.

Se adjunta un anexo en este proyecto en el cual se encuentra las justificaciones del modelo de cálculo de estabilidad del Sistema SOLARBLOC Cubiertas ante la acción del viento respecto al vuelco y deslizamiento.

Introduciendo todos los datos necesarios (peso del panel, numero de SOLARBLOC, etc.) los cálculos arrojando que cumple en ambas situaciones.

- CASO 1: Solarbloc 10° + 1 lastre
- CASO 2: Solarbloc 18° + 2 lastres (uno de ellos incluido como peso propio del panel, ante la imposibilidad de introducir dos lastres)

1.17.3.5. MONTAJE CONJUNTO.

Una vez replanteada la zona de trabajo, la instalación del conjunto se hará de la siguiente manera:

El lastre se pegará mediante una masilla de poliuretano monocomponente (*WEBER Flex PU*); sellador elástico recomendado por el fabricante, a la base de hormigón.

De la misma manera, el lastre se pegará al SOLARBLOC.

En el caso 2, que el conjunto suma dos lastres, se pegaran con el mismo adhesivo entre ellos.

Después se procederá al montaje de los anclajes sobre el soporte SOLARBLOC. Ensamblar el anclaje e introducirlo una vez ensamblado en el carril de hormigón, por el lateral del SOLARBLOC.

Por último, se instalarán los paneles solares al soporte SOLARBLOC, siguiendo los pasos de instalación recomendado por el fabricante.

1.18. LÍNEAS DE VIDA.

1.18.1. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA.

Debido a la ubicación de los paneles solares de la zona de actuación 3 y 4; trabajos en altura, y la necesidad de mantenimiento de los mismos se plantean varias líneas de vida mediante un sistema de retención. Este sistema viene instalado y con todas las homologaciones necesarias por el fabricante GARSAN SIANOR.

1.18.2. UBICACIÓN Y COMPONENTES DE LA LÍNEA DE VIDA.

Para el mantenimiento de las placas y para ayudar a la accesibilidad a las mismas se han instalado pasarelas de mantenimiento formadas por tramex, lugar donde se ubicarán también las líneas de vida.

- Zona actuación 3: soldado sobre la nueva estructura
- Zona actuación 4: soldado sobre la pérgola.

Como consecuencia de la distancia libre de caída se ha optado por un sistema de retención, que limita los movimientos del técnico de mantenimiento; sistema dimensionado para el uso por un único trabajador.

Este sistema está formado por:

- Postes de extremo
- Postes intermedios

1.18.3. FICHA TÉCNICA.

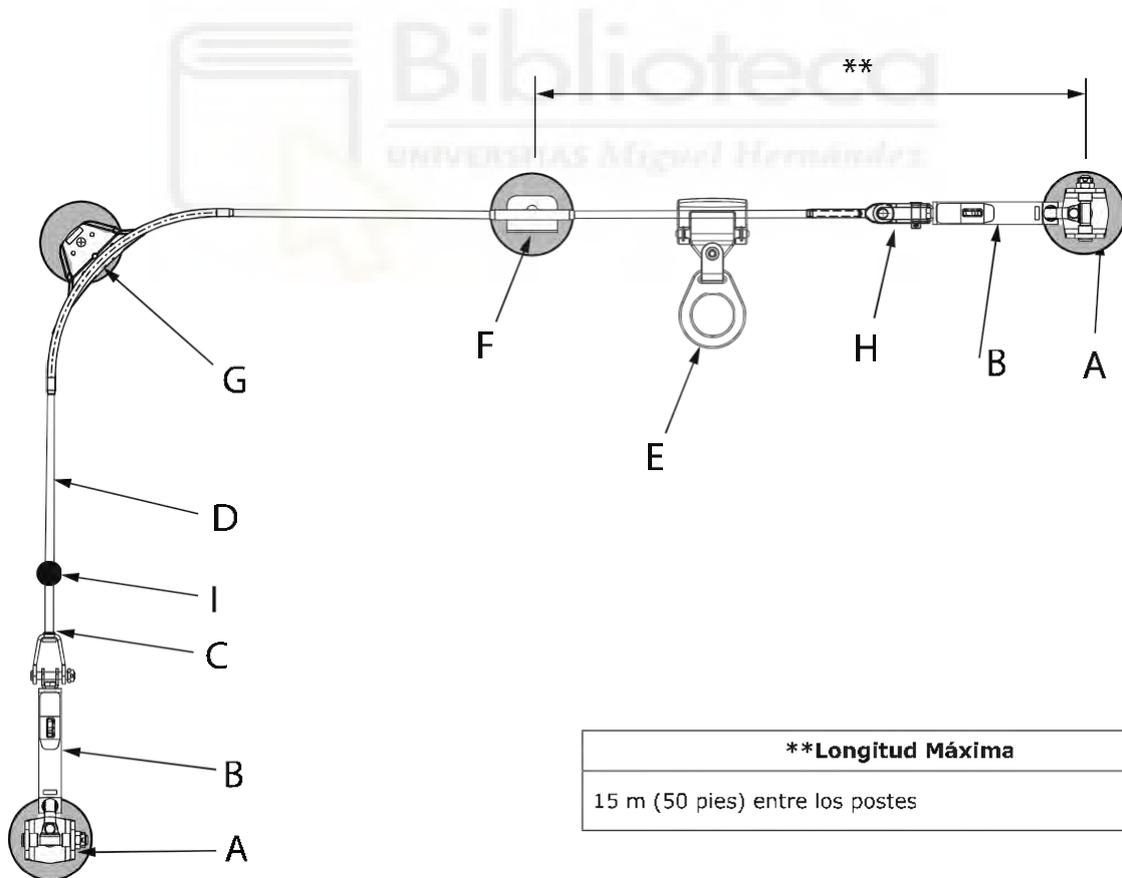
FICHA TÉCNICA: 1424 Sistema de montaje estructural de postes (tensión de 0,8 kN)	3M	SALA® Fall Protection
---	-----------	---------------------------------

APLICACIÓN:

Se recomienda una pretensión de 0,8 kN debido a la fuerza típica de fijación del poste.

NO se recomiendan los absorbedores de energía de 19 kN debido a la fuerza típica de fijación del poste.

Se pueden requerir absorbedores de energía de anticaidas horizontales en ambos extremos del sistema en base a la configuración del diseño. (Número de soportes, longitud de envergadura, número de usuarios, etc.)



	Componente	N.º de pieza:
A	Argolla recta	7240122
B	Fuerza máxima de 11 kN, absorbedor de energía de tensión del sistema de 0,8 kN	7241422
C	Perno de expansión hexagonal, paso a través	7241430
D	Cable SS 7 x 7 de 8 mm	7240211
E	Deslizador desmontable - Sin ruedas	7241420
F	Soporte intermedio: Soporte intermedio variable Soporte intermedio de 45 grado:	7241412 7241413 [†] 7241415 [†]
G	Ángulo de esquina de 90 grados de montaje en poste Esquina de 45 grados para montaje en poste	7241408 7241411:
H	Fijación hexagonal a presión basculante	7234011
I	Tope de extremo	7241432

FICHA TÉCNICA: 7240122

Argolla recta

N.º de pieza: 7240122

3M

**DBI
SALA**
Fall Protection

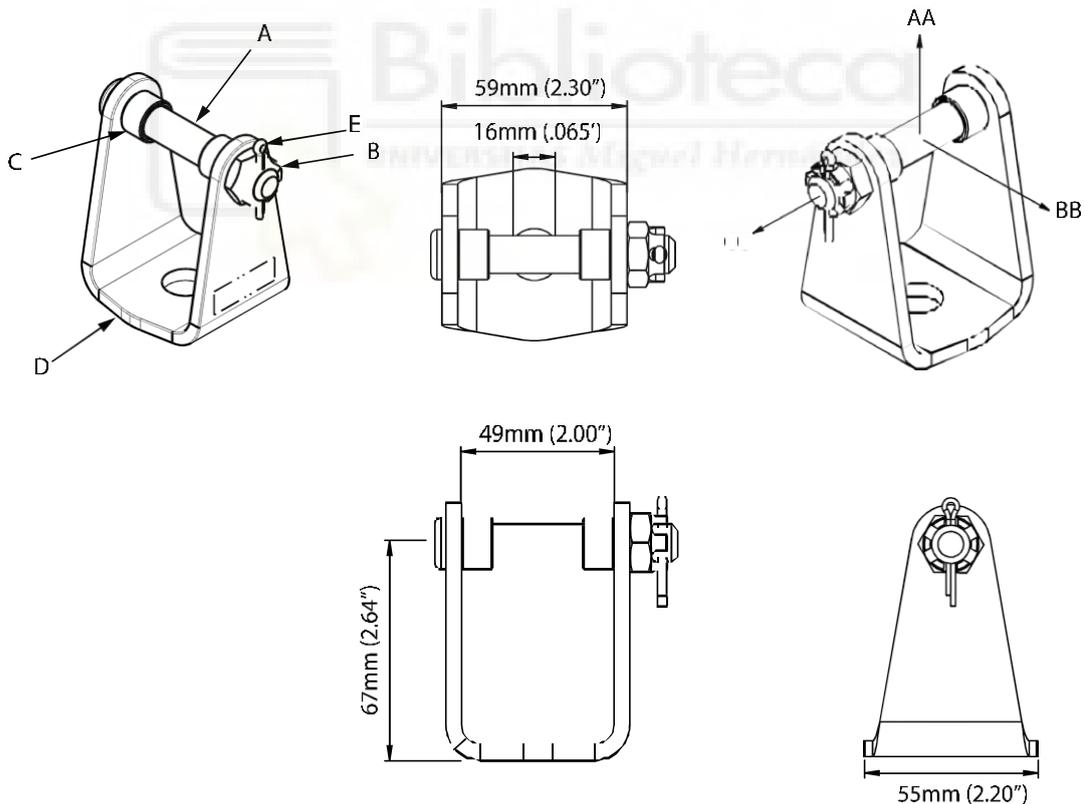
APLICACIÓN:

La argolla recta se ha creado como un anclaje terminal para diferentes propósitos que se destina a sistemas horizontales de pared y elevados.

Se aconseja utilizar una sujeción de grado mínimo A4-70 M12 (o acero inoxidable 316, 70 000 psi, 5/8-11 pulgadas) para fijar el soporte a la estructura con un par de torsión recomendado de 50 N·m (37 ft·lbf). La fijación debe soportar, al menos, el doble de los valores de carga indicados en el informe técnico del software de cálculo de los sistemas instalados 3M DBI-Sala para el diseño, componentes, número de usuarios y SRL o dispositivo de conexión de eslinga del sistema.

Temperatura de funcionamiento: de 120 °C (248 °F) a -50 °C (-58 °F)

Seguro para cargar en la dirección AA y BB. NO CARGAR EN LA DIRECCIÓN CC



ESPECIFICACIÓN DE LA PIEZA:

Peso neto kg (lb)	Resistencia mínima a la rotura kN (lb)
0,35 (0,8)	45 (10000)

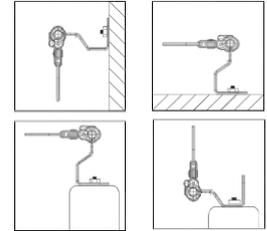
ESPECIFICACIÓN DEL COMPONENTE:

	Cant.	Componente	Material	Acabado
A	1	de impactos	Acero inoxidable 316	Natural
B	1	Tuerca almenada M12	Acero inoxidable 316	Natural
C	1	Separador	Nailon	Natural
D	1	Formación	Acero inoxidable 316	Electropulido
E	1	Chaveta hendida	Acero inoxidable 316	Natural

<p>FICHA TÉCNICA: 7241413 Soporte intermedio variable N.º de pieza: 7241413</p>	
---	---

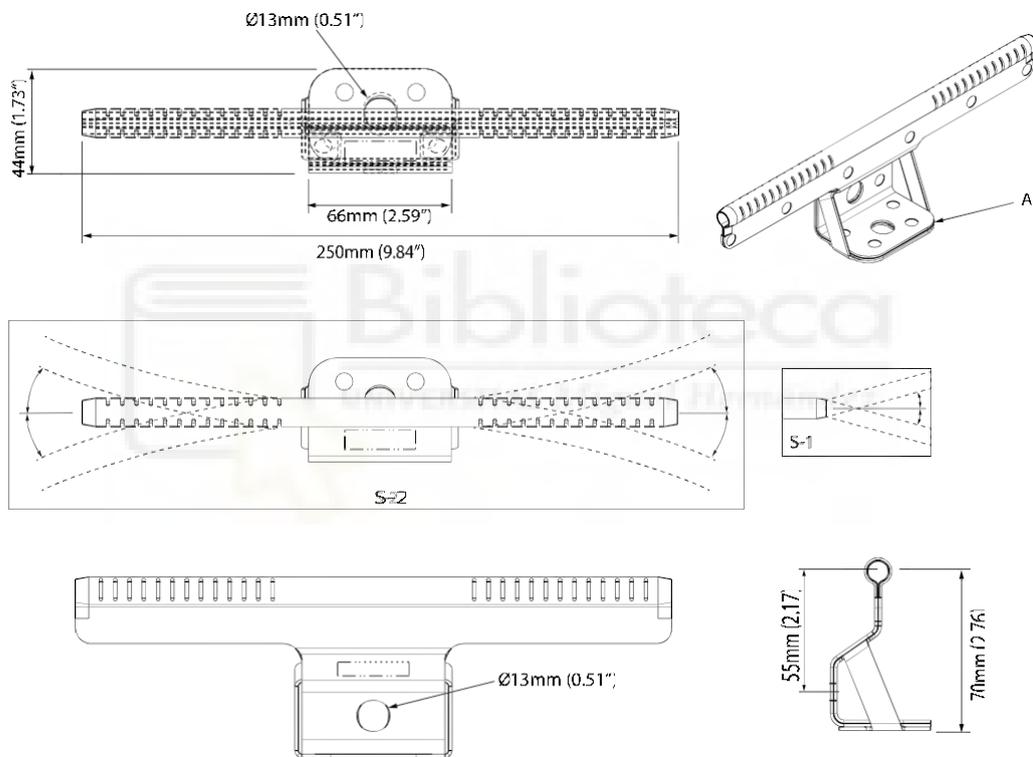
Permite orientar la dirección de sistemas de cable en ángulos pequeños. Adaptable en campo en el momento de la instalación. Montaje en poste, suelo o pared.

La fijación debe soportar, al menos, el doble de los valores de carga indicados en el informe técnico del software de cálculo de los sistemas instalados 3M DBI-Sala para el diseño, componentes, número de usuarios y SRL o dispositivo de conexión de eslinga del sistema.



Tensionado de cable: 0,8 kN

Temperatura de funcionamiento: de 120 °C (248 °F) a -50 °C (-58 °F)



ESPECIFICACIÓN DE LA PIEZA:

Peso neto kg (lb)	Resistencia mínima a la rotura kN (lb)		(S1) Ángulo de salida del cable	(S2) Ángulo de formación
0,3 (0,7)	30 (6750)		Máximo 15°	Máximo 15°

ESPECIFICACIÓN DEL COMPONENTE:

	Cant.	Componente	Material	Acabado
A	1	Soporte intermedio variable	Acero inoxidable 316	Electropulido



FICHA TÉCNICA: 7241412

Soporte intermedio:

N.º de pieza: 7241412

3M

**DBI
SALA**
Fall Protection

La fijación debe soportar, al menos, el doble de los valores de carga indicados en el informe técnico del software de cálculo de los sistemas instalados 3M DBI-Sala para el diseño, componentes, número de usuarios y SRL o dispositivo de conexión de eslinga del sistema.

APLICACIÓN:

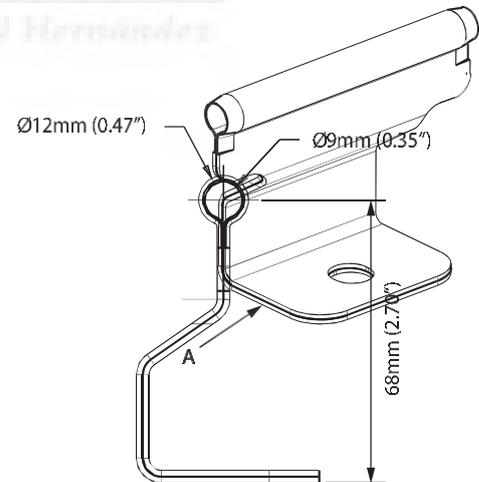
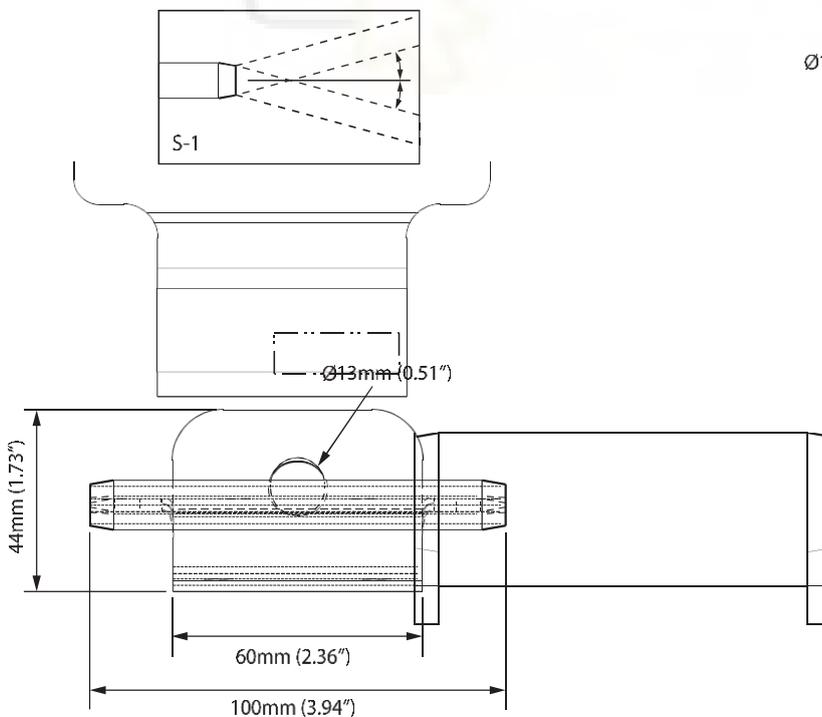
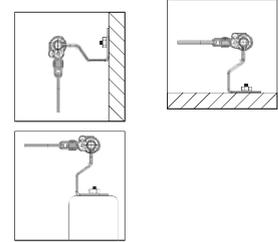
Soporte intermedio estándar para montaje en poste, suelo o pared.

Se aconseja utilizar sujeciones de grado mínimo A4-70 M12 (o acero inoxidable 316, 70 000 psi, ½-13 pulgadas) para fijar el soporte a la estructura con un par de torsión recomendado de 50 N·m (37 ft·lbf) [30 N·m (22 ft·lbf) para fijación en un anclaje Roofsafe].

Actualmente, el software de cálculo no admite las aplicaciones de vuelco con montaje en poste, por lo que estas deben diseñarse para 22,2 kN (5000 libras pie) en todas las direcciones de carga.

Tensionado de cable: 0,8 kN o 5,0 kN

Temperatura de funcionamiento: de 120 °C (248 °F) a -50 °C (-58 °F)



CÁLCULOS



1.	CALCULOS	70
1.1	- TENSIÓN NOMINAL Y CAÍDA DE TENSIÓN MÁXIMA ADMISIBLE	70
1.1.1.	LÍMITES DE TENSIÓN PARA EL FUNCIONAMIENTO DEL INVERSOR.....	70
1.2	- FÓRMULAS EMPLEADAS EN EL CALCULO	73
1.3	- CÁLCULOS ELECTRICOS: ALUMBRADO Y FUERZA MOTRIZ.....	80
1.3.1.	CALCULO DE LA SECCION DE LOS CONDUCTORES Y DIAMETRO DE LOS TUBOS DE CANALIZACION A UTILIZAR EN LA LINEA GENERAL Y SECUNDARIOS DC.....	80
1.3.2.	CALCULO DE LA SECCION DE LOS CONDUCTORES Y DIAMETRO DE LOS TUBOS DE CANALIZACION A UTILIZAR EN LA LINEA GENERAL Y SECUNDARIOS AC.....	82
1.3.3.	CALCULO DE LAS PROTECCIONES PARA LAS DIFERENTES LINEAS GENERALES Y DERIVADAS	83
1.3.4.	CALCULO DE LA PUESTA A TIERRA	83
1.3.5.	CALCULO DE LA BATERIA DE CONDENSADORES PARA MEJORA DEL FACTOR DE POTENCIA.	83
1.4	CALCULO DE LA VENTILACION	84
1.5	ESPECIFICACIONES TECNICAS EQUIPOS.....	85
1.6	CÁLCULO ESTRUCTURA	90
1.6.1.	NORMAS CONSIDERAS	90
1.6.2.	MATERIALES UTILIZADOS	90
1.6.3.	ESTADOS LÍMITES	91
1.6.3.1.	SITUACIÓN DEL PROYECTO	91
1.6.4.	RESULTADOS	94

1. CALCULOS

1.1 - TENSIÓN NOMINAL Y CAÍDA DE TENSIÓN MÁXIMA ADMISIBLE

La máxima tensión que se dará en la instalación fotovoltaica será de 896,76V en C.C. y 400/230V en C.A.

La caída de tensión admisible en C.C, es de 1,5% y en los diferentes tramos de la instalación:

- entre módulos fotovoltaicos hasta inversor 1,5%

La caída de tensión admisible en C.A. es de 2% y en los diferentes tramos de la instalación:

- desde inversor a CGBT. 0,5 %
- desde CGBT hasta armario contadores 1,5 %

1.1.1. LÍMITES DE TENSIÓN PARA EL FUNCIONAMIENTO DEL INVERSOR

Límites de funcionamiento del inversor:

Inversor 1 100 kW	
Max.Tensión potencia	1000
Nº módulos serie	17
Nº ramas paralelo	9
Tensión V _{pmp} (V)	714
Tensión V _{oc} (V)	846,94
Nº módulos serie	18
Nº ramas paralelo	2
Tensión V _{pmp} (V)	756

- Raúl Montes Cánovas -

Tensión Voc (V)	896,76
Intensidad Isc (A)	153,67
Corriente Ipmp (A)	144,1

Inversor 2 100 kW	
Max.Tensión potencia	1000
Nº módulos serie	17
Nº ramas paralelo	12
Tensión Vpmp (V)	714
Tensión Voc (V)	846,94
Intensidad Isc (A)	167,64
Corriente Ipmp (A)	157,2

Inversor 3 50 kW	
Max.Tensión potencia	1000
Nº módulos serie	17
Nº ramas paralelo	6
Tensión Vpmp (V)	714
Tensión Voc (V)	846,94
Intensidad Isc (A)	83,82
Corriente Ipmp (A)	78,6

Inversor 4 50 kW	
Max.Tensión potencia	1000
Nº módulos serie	18
Nº ramas paralelo	6
Tensión V _{pmp} (V)	756
Tensión Voc (V)	896,76
Intensidad Isc (A)	83,82
Corriente Ipmp (A)	78,6

Límites de funcionamiento módulo solar:

Características	
Fabricante	YINGLI SOLAR
Modelo	YL550D-49E 1/2
Potencia máxima (W)	550
Tipo panel	MONO
Garantía	25 años
Tensión Voc (V)	49,82
Intensidad Isc (A)	13,97
Corriente Ipmp (A)	13,1
Tensión V _{pmp} (V)	42
Longitud (mm)	2279
Ancho (mm)	1134
Grueso (mm)	30

1.2 - FÓRMULAS EMPLEADAS EN EL CALCULO

SISTEMA TRIFÁSICO

$$I = Pc / 1,732 \times U \times \text{Cosj} \times R = \text{amp (A)}$$

$$e = (L \times Pc / k \times U \times n \times S \times R) + (L \times Pc \times Xu \times \text{Senj} / 1000 \times U \times n \times R \times \text{Cosj}) = \text{volTios (V)}$$

SISTEMA MONOFÁSICO:

$$I = Pc / U \times \text{Cosj} \times R = \text{amp (A)}$$

$$e = (2 \times L \times Pc / k \times U \times n \times S \times R) + (2 \times L \times Pc \times Xu \times \text{Senj} / 1000 \times U \times n \times R \times \text{Cosj}) = \text{volTios (V)}$$

En donde:

Pc = Potencia de Cálculo en Watios.

L = Longitud de Cálculo en metros.

e = Caída de tensión en Voltios.

K = Conductividad.

I = Intensidad en Amperios.

U = Tensión de Servicio en Voltios (Trifásica o Monofásica). S = Sección del conductor en mm².

Cos j = Coseno de fi. Factor de potencia. R = Rendimiento. (Para líneas motor).

n = N° de conductores por fase.

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

FÓRMULA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA

$$K = 1/p$$

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

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

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. ($Cu = 0.018$, $Al = 0.029$)

α = Coeficiente de temperatura ($Cu = 0.00392$, $Al = 0.00403$) T = Temperatura del conductor (°C).

T_0 = 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).

FÓRMULAS SOBRECARGAS

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1,45 I_z$$

Donde:

I_b : intensidad utilizada en el circuito.

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

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

I_2 : intensidad que asegura efectivamente el funcionamiento del dispositivo de protección.

En la práctica I_2 se toma igual:

- A la intensidad de funcionamiento en el tiempo convencional, para los

interruptores automáticos (1,45 In como máximo).

– A la intensidad de fusión en el tiempo convencional, para los fusibles (1,6 In).

FÓRMULAS CORTOCIRCUITO

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

Siendo:

I_{pccI} : intensidad permanente de c.c. en inicio de línea en kA. Ct: 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).

$$I_{pccF} = Ct U_F / 2 Z_t$$

Siendo:

I_{pccF} : Intensidad permanente de c.c. en fin de línea en kA. Ct: Coeficiente de tensión.

U_F : 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.)

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

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

R: Resistencia de la línea en mohm. X: Reactancia de la línea en mohm. L: Longitud de la línea en m.

CR: Coeficiente de resistividad. K: Conductividad del metal.

S: Sección de la línea en mm².

X_u: Reactancia de la línea, en mohm por metro. n: nº de conductores por fase.

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

Siendo:

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

C_c= Constante que depende de la naturaleza del conductor y de su aislamiento. S: Sección de la línea en mm².

I_{pcc}F: Intensidad permanente de c.c. en fin de línea en A. t_{ficc} = cte. fusible / I_{pcc}F²

Siendo:

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

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

$$L_{max} = 0,8 \text{ UF} / 2 \cdot I^2 F^2 \cdot f(1,5 / K \cdot S \cdot n)^2 + (X_u / n \cdot 1000)^2 \text{ Siendo:}$$

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 (mm²)

X_u: Reactancia por unidad de longitud (mohm/m). En conductores aislados suele ser 0,1.

n: nº 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 dotados de Relé electromagnético).

CURVA B IMAG = 5 In

CURVA C IMAG = 10 In

CURVA D Y MA IMAG = 20 In

FÓRMULAS RESISTENCIA TIERRA

Placa enterrada

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

Siendo,

R_t: Resistencia de tierra (Ohm)

ρ : Resistividad del terreno (Ohm·m)

P: Perímetro de la placa (m)

Pica vertical

$$R_t = \rho / L$$

Siendo,

R_t: Resistencia de tierra (Ohm)

ρ : Resistividad del terreno (Ohm·m)

L: Longitud de la pica (m)

Conductor enterrado horizontalmente

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

Siendo,

R_t : Resistencia de tierra (Ohm)

ρ : Resistividad del terreno (Ohm·m)

L : Longitud del conductor (m)

Asociación en paralelo de varios electrodos

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

Siendo,

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 plicas (m)

P : Perímetro de las plicas (m)

Secciones mínimas del conductor según ITC-BT 19

			3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR						
A		Conductores aislados en tubos empotrados en paredes aislantes											
A2		Cables multiconductores en tubos empotrados en paredes aislantes	3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR						
B		Conductores aislados en tubos en montaje superficial o empotrados en obra				3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR			
B2		Cables multiconductores en tubos en montaje superficial o empotrados en obra		3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR		2x XLPE o EPR				
C		Cables multiconductores directamente sobre la pared				3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR			
E		Cables multiconductores al aire libre. Distancia a la pared no inferior a 3D					3x PVC		2x PVC	3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR		
F		Cables unipolares en contacto mutuo. Distancia a la pared no inferior a D						3x PVC			3x XLPE o EPR		
G		Cables unipolares separados mínimo D								3x PVC		3x XLPE o EPR	
		mm ²	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Cobre		1,5	11	11,5	13	13,5	15	16	-	18	21	24	-
		2,5	15	16	17,5	18,5	21	22	-	25	29	33	-
		4	20	21	23	24	27	30	-	34	38	45	-
		6	25	27	30	32	36	37	-	44	49	57	-
		10	34	37	40	44	50	52	-	60	68	76	-
		16	45	49	54	59	66	70	-	80	91	103	-
		25	59	64	70	77	84	88	96	106	116	123	166
		35		77	86	96	104	110	119	131	144	154	206
		50		94	103	117	125	133	145	159	175	188	250
		70				149	160	171	188	202	224	244	321
		95				180	194	207	230	245	271	296	391
		120				208	225	240	267	284	314	348	455
	150				236	260	278	310	338	363	404	525	
	185				268	297	317	354	386	415	464	601	
	240				315	350	374	419	455	490	552	711	
	300				360	404	423	484	524	565	640	821	

Tabla 1.8 Secciones calculadas según REBT

1.3 - CÁLCULOS ELECTRICOS: ALUMBRADO Y FUERZA MOTRIZ.

1.3.1. CALCULO DE LA SECCION DE LOS CONDUCTORES Y DIAMETRO DE LOS TUBOS DE CANALIZACION A UTILIZAR EN LA LINEA GENERAL Y SECUNDARIOS DC.

Inversor	item	denominación	designación	l.carga (A)	lcc (A)	Distancia (m)	Lim AU(%)	Tipo cable	Sección	l adm (A)	lcc adm (A)	C.Tensión adm (%)
1	1	Evacuación en CC de string 1	S1.1	13,1	13,97	100	1,5	PV1000F6	6	45	2713	1,05
	2	Evacuación en CC de string 2	S1.2	13,1	13,97	80	1,5	PV1000F6	6	45	2713	0,84
	3	Evacuación en CC de string 3	S1.3	13,1	13,97	61	1,5	PV1000F6	6	45	2713	0,64
	4	Evacuación en CC de string 4	S1.4	13,1	13,97	97	1,5	PV1000F6	6	45	2713	1,02
	5	Evacuación en CC de string 5	S1.5	13,1	13,97	77	1,5	PV1000F6	6	45	2713	0,81
	6	Evacuación en CC de string 6	S1.6	13,1	13,97	57	1,5	PV1000F6	6	45	2713	0,60
	7	Evacuación en CC de string 7	S1.7	13,1	13,97	36	1,5	PV1000F6	6	45	2713	0,38
	8	Evacuación en CC de string 8	S1.8	13,1	13,97	76	1,5	PV1000F6	6	45	2713	0,76
	9	Evacuación en CC de string 9	S1.9	13,1	13,97	77	1,5	PV1000F6	6	45	2713	0,81
	10	Evacuación en CC de string 10	S1.10	13,1	13,97	92	1,5	PV1000F6	6	45	2713	0,92
	11	Evacuación en CC de string 11	S1.11	13,1	13,97	53	1,5	PV1000F6	6	45	2713	0,56
	1	Evacuación en CC de	S2.1	13,1	13,97	106	1,5	PV1000F6	6	45	2713	1,12

- Raúl Montes Cánovas -

2		string 1										
	2	Evacuación en CC de string 2	S2.2	13,1	13,97	86	1,5	PV1000F6	6	45	2713	0,91
	3	Evacuación en CC de string 3	S2.3	13,1	13,97	67	1,5	PV1000F6	6	45	2713	0,71
	4	Evacuación en CC de string 4	S2.4	13,1	13,97	46	1,5	PV1000F6	6	45	2713	0,49
	5	Evacuación en CC de string 5	S2.5	13,1	13,97	103	1,5	PV1000F6	6	45	2713	1,09
	6	Evacuación en CC de string 6	S2.6	13,1	13,97	83	1,5	PV1000F6	6	45	2713	0,88
	7	Evacuación en CC de string 7	S2.7	13,1	13,97	64	1,5	PV1000F6	6	45	2713	0,68
	8	Evacuación en CC de string 8	S2.8	13,1	13,97	43	1,5	PV1000F6	6	45	2713	0,45
	9	Evacuación en CC de string 9	S2.9	13,1	13,97	39	1,5	PV1000F6	6	45	2713	0,41
	10	Evacuación en CC de string 10	S2.10	13,1	13,97	43	1,5	PV1000F6	6	45	2713	0,45
	11	Evacuación en CC de string 11	S2.11	13,1	13,97	60	1,5	PV1000F6	6	45	2713	0,63
	12	Evacuación en CC de string 12	S2.12	13,1	13,97	50	1,5	PV1000F6	6	45	2713	0,53
3	1	Evacuación en CC de string 1	S3.1	13,1	13,97	58	1,5	PV1000F6	6	45	2713	0,61
	2	Evacuación en CC de string 2	S3.2	13,1	13,97	55	1,5	PV1000F6	6	45	2713	0,58
	3	Evacuación en CC de string 3	S3.3	13,1	13,97	52	1,5	PV1000F6	6	45	2713	0,55
	4	Evacuación en CC de string 4	S3.4	13,1	13,97	39	1,5	PV1000F6	6	45	2713	0,41
	5	Evacuación en CC de	S3.5	13,1	13,97	36	1,5	PV1000F6	6	45	2713	0,38

- Raúl Montes Cánovas -

		string 5										
	6	Evacuación en CC de string 6	S3.6	13,1	13,97	33	1,5	PV1000F6	6	45	2713	0,35
4	1	Evacuación en CC de string 1	S4.1	13,1	13,97	79	1,5	PV1000F6	6	45	2713	0,79
	2	Evacuación en CC de string 2	S4.2	13,1	13,97	76	1,5	PV1000F6	6	45	2713	0,76
	3	Evacuación en CC de string 3	S4.3	13,1	13,97	73	1,5	PV1000F6	6	45	2713	0,73
	4	Evacuación en CC de string 4	S4.4	13,1	13,97	65	1,5	PV1000F6	6	45	2713	0,65
	5	Evacuación en CC de string 5	S4.5	13,1	13,97	62	1,5	PV1000F6	6	45	2713	0,62
	6	Evacuación en CC de string 6	S4.6	13,1	13,97	59	1,5	PV1000F6	6	45	2713	0,59

Tabla 1.9 Secciones y tubos canalizaciones secundarias

1.3.2. CALCULO DE LA SECCION DE LOS CONDUCTORES Y DIAMETRO DE LOS TUBOS DE CANALIZACION A UTILIZAR EN LA LINEA GENERAL Y SECUNDARIOS AC.

item	denominacion	desinacion	Pot (w)	I (A)	Distancia (m)	Lim AU(%)	Tipo cable	Seccion	I adm (A)	C.Tensión adm (V)	C.Tensión adm (%)
1	Inversor 1	L1	100000	170,01	5	1,5	RZ1 0,6/1 kV	95	245	0,23	0,06
2	Inversor 2	L2	100000	170,01	5	1,5	RZ1 0,6/1 kV	95	245	0,23	0,06
3	Inversor 3	L3	50000	85,01	5	1,5	RZ1 0,6/1 kV	35	159	0,32	0,08
4	Inversor 4	L4	50000	85,01	5	1,5	RZ1 0,6/1 kV	35	159	0,32	0,08

item	denominacion	desinacion	Pot (w)	I (A)	Distancia (m)	Lim AU(%)	Tipo cable	Seccion	I adm (A)	C.Tensión adm (V)	C.Tensión adm (%)
1	Conexión cuadro general	C1	300000	510,03	25	1,5	RZ1 0,6/1 kV	300	676	1,12	0,28

Tabla 2 Secciones y tubos canalización principal

1.3.3. CALCULO DE LAS PROTECCIONES PARA LAS DIFERENTES LINEAS GENERALES Y DERIVADAS

PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS

Con objeto de evitar un contacto fortuito con las manos o por la manipulación de objetos conductores se procederá al alejamiento de las partes activas de la instalación del lugar donde se encuentran o circulan habitualmente las personas. Se interpondrán obstáculos que impidan todo contacto accidental con partes activas de la instalación. Recubrir con aislamientos apropiados las partes activas de la instalación susceptibles de posibles riesgos.

PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS Y CORTOCIRCUITOS

La protección contra sobrecargas y cortocircuitos se realizará mediante fusibles en la CPM y mediante interruptores automáticos magnetotérmicos para cada una de las líneas, con las intensidades que se especifican en los esquemas de cada cuadro (ver esquema unificar).

1.3.4. CALCULO DE LA PUESTA A TIERRA

CONDUCTOR DE PROTECCION

La sección de los conductores de protección vendrá dado según la tabla siguiente, con un mínimo de 2,5 mm².

Secc. Conductor de fase.	Smín. Conduc. Protección
$S < 16$	S
$16 \leq S \leq 35$	16
$S > 35$	S/2.

1.3.5. CALCULO DE LA BATERIA DE CONDENSADORES PARA MEJORA DEL FACTOR DE POTENCIA.

No procede.

1.4 CALCULO DE LA VENTILACION

No procede

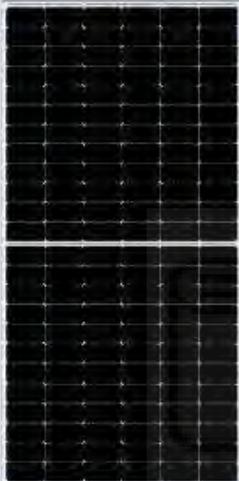


1.5 ESPECIFICACIONES TECNICAS EQUIPOS

YINGLI SOLAR

YLM-J 3.0 PRO

530-555 W

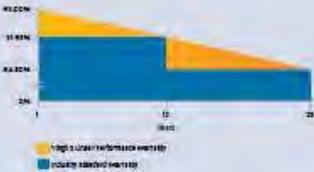


144 CELL
CELL QUANTITY

0-5 W
POWER TOLERANCE

12 YEAR
PRODUCT WARRANTY

25 YEAR
POWER WARRANTY



YINGLISOLAR.COM



IMPROVED POWER NEVER SETTLE FOR LESS

YLM 3.0 modules use high efficiency p-type monocrystalline PERC cell technology. With high quality encapsulation materials and classic glass-backsheet structure, YLM 3.0 modules are perfectly suited to the harsh environment and provide you with high reliability and quality assurance.



Classic Structure
The glass-backsheet structure and layout design have been proven in the market for a long time.



Superior Yield
The large size cell enhances the module's power output, while the excellent temperature coefficient and comprehensive LID/LeTID degradation suppression technology allow the module to generate more energy yield once in use.



Excellent Durability
The modules meet IEC standard testing requirements and are resistant to salt mist, ammonia, dust and sand, snail trail and PID risks.



Wide Applications
The glass-backsheet structure, special material selection and extra-strong frames effectively enhance the mechanical performance of the modules, their compatibility with mainstream trackers and inverters, and their adaptability to harsh environments.



Lower Losses
The multi-busbar design effectively reduces the impact of micro-cracks and broken busbars, and the half-cell structure effectively reduces the impact of shadow shading.

QUALIFICATIONS & CERTIFICATES
IEC 61215, IEC 61730, CE, UL 61730





Yingli Solar
Headquartered in Baoding, China, Yingli Energy Development Company Limited, known as Yingli Solar, is a leading solar solution provider. Yingli Solar is committed to providing clean, renewable energy through PV power generation technology for factories, homes and utilities around the world. Yingli Solar provides reliable products and services through continuous technological advancement and management innovation.

YLM-J 3.0 PRO



Electrical parameters at Standard Test Conditions (STC*)

Module type	YLM-J-3.0 PRO 1/2 (xxx=Pmax)							
	YLM-J-3.0 PRO 1500V 1/2 (xxx=Pmax)							
Power output	P_{max}	W	530	535	540	545	550	555
Power output tolerances	ΔP_{max}	W	0 / +5					
Module efficiency	η_m	%	20.51	20.70	20.89	21.09	21.28	21.48
Voltage at P_{max}	V_{mp}	V	41.40	41.55	41.70	41.85	42.00	42.15
Current at P_{max}	I_{mp}	A	12.81	12.88	12.95	13.03	13.10	13.17
Open-circuit voltage	V_{oc}	V	49.22	49.37	49.52	49.67	49.82	49.97
Short-circuit current	I_{sc}	A	13.69	13.76	13.83	13.90	13.97	14.04

*STC: 1000 W/m² irradiance, 25°C cell temperature, AM 1.5 spectrum according to EN 60904-3

Electrical parameters at Nominal Operating Cell Temperature (NOCT*)

Power output	P_{max}	W	394.32	398.04	401.76	405.48	409.20	412.92
Voltage at P_{max}	V_{mp}	V	38.48	38.63	38.78	38.90	39.05	39.19
Current at P_{max}	I_{mp}	A	10.25	10.30	10.36	10.42	10.48	10.54
Open-circuit voltage	V_{oc}	V	46.10	46.24	46.38	46.52	46.66	46.80
Short-circuit current	I_{sc}	A	11.06	11.12	11.17	11.23	11.29	11.34

*NOCT: open-circuit module operation temperature at 800 W/m² irradiance, 20°C ambient temperature, 1 m/s¹ wind speed.

THERMAL CHARACTERISTICS

Nominal operating cell temperature	NOCT	°C	45 ± 2
Temperature coefficient of P_{max}	γ	%/°C	-0.35
Temperature coefficient of V_{oc}	β	%/°C	-0.27
Temperature coefficient of I_{sc}	α	%/°C	0.05

OPERATING CONDITIONS

Max. system voltage	1000 V _{DC} / 1500 V _{DC}
Max. series fuse rating*	25 A
Operating temperature range	-40°C to 85°C
Max. static load, front (e.g. snow)	5400 Pa
Max. static load, back (e.g. wind)	2400 Pa
Max. hailstone impact (diameter / velocity)	25 mm / 23 m/s ¹

*DO NOT CONNECT FUSE IN COMBINER BOX WITH TWO OR MORE STRINGS IN PARALLEL CONNECTION.

CONSTRUCTION MATERIALS

Cell (material / quantity)	p-type monocrystalline silicon / 6 x 24
Glass (material / thickness)	low-iron tempered glass / 3.2 mm
Frame (material)	anodized aluminum alloy
Junction box (type / protection degree)	3 bypass diodes / ≥ IP67
Cable (length / cross-sectional area)	± 300 mm or customized length / 4 mm ²

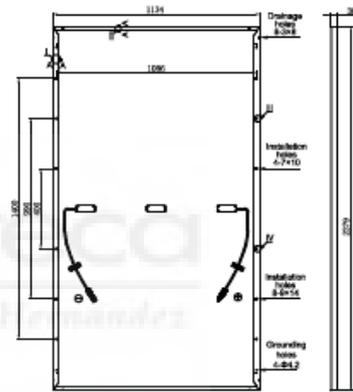
GENERAL CHARACTERISTICS

Dimensions (L / W / H)	2279 mm / 1134 mm / 30 mm
Weight	28.2 kg

PACKAGING SPECIFICATIONS

Number of modules per pallet	36
Number of pallets per 40' container	20
Packaging box dimensions (L / W / H)	2300 mm / 1110 mm / 1245 mm
Box weight	1070 kg

Unit: mm



Warning: Read the Installation and User Manual in its entirety before handling, installing and operating Yingli Solar modules.

* Due to continuous innovation, research and product improvement, the specifications in this product information sheet are subject to change without prior notice. The specifications may deviate slightly and are not guaranteed.

* The data do not refer to a single module and they are not part of the offer, they only serve for comparison to different module types.

Yingli Energy Development Co., Ltd.

service@yingli.com

Tel: +86-312-8922216

/ Perfect Welding / Solar Energy / Perfect Charging



FRONIUS TAURO

Direct variant.



System design flexibility



Max. performance up to 50°C



Direct sunlight



Optimizing costs



Active Double Wall Cooling



Power stage replacement

The three-phase Fronius Tauro in the 50 and 100 kW power classes promises maximum performance for decentral systems even under the harshest conditions.

With its smart hardware design, it offers not just BOS cost optimization but unprecedented flexibility in system design. Simple installation and the fastest service on the market ensure maximum yield.

TECHNICAL DATA FRONIUS TAURO

INPUT DATA	TAURO 50-3-D	TAURO ECO 50-3-D	TAURO ECO 99-3-D	TAURO ECO 100-3-D
Number of MPPT trackers	3		1	
Max. input current ($I_{dc,max}$)	134 A	87.5 A		175 A
Max. input current module field (PV1 / PV2 / PV3)	36 / 36 / 72 A	75 / 75 / - A		75 / 75 / 75 A
Max. short circuit current (PV1 / PV2 / PV3)	72 / 72 / 125	125 / 125 / -		125 / 125 / 125
Max. short circuit current (Max. PV1 / Max. PV2)	240	178		355
DC input voltage range ($U_{dc,min}$ - $U_{dc,max}$)	200 - 1000 V		580 - 1000 V	
Fault-in start voltage ($U_{dc,start}$)	200 V		650 V	
Usable MPPT voltage range ($U_{mppt,min}$ - $U_{mppt,max}$)	400 - 870 V		580 - 990 V	
Number of DC connections (PV1 / PV2 / PV3)	4 / 3 / 7	7 / 7 / -		7 / 7 / 8
Max. PV generator power ($P_{dc,max}$)		75 kW _{peak}		150 kW _{peak}

OUTPUT DATA	TAURO 50-3-D	TAURO ECO 50-3-D	TAURO ECO 99-3-D	TAURO ECO 100-3-D
AC nominal output ($P_{ac,n}$)		50,000 W	99,990 W	100,000 W
Max. output power		50,000 VA	99,990 VA	100,000 VA
AC output current ($I_{ac,max}$)		26 A		152 A
Grid connection ($U_{ac,n}$)			3~ NPE 400/230 V; 3~ NPE 380/220 V	
Frequency / frequency range (f_{min} - f_{max})			50 Hz / 60 Hz (45 - 65 Hz)	
Power factor ($\cos \phi_{ac,n}$)			0 - 1 Ind. / cap.	

GENERAL DATA	TAURO 50-3-D	TAURO ECO 50-3-D	TAURO ECO 99-3-D	TAURO ECO 100-3-D
Dimensions (height x width x depth)		755 x 1109 x 346 mm (without wall mount)		
Weight	92 kg	74 kg		103 kg
Degree of protection			IP 65	
Protection class			1	
Night-time consumption			< 16 W	
Cooling			Active cooling technology and double wall system	
Installation			Indoor and outdoor ¹	
Ambient temperature range			-40 to +65 °C ²	
Certificates and compliance with standards ³	AS/NZS 4777.2:2020, IEC62109-1/-2, VDE-AR-N 4105:2018, IEC62116, EN61649-1:2019 & EN61649-2:2019, VDE-AR-N 4110:2018, CEI 0-16:2019, CEI 0-21:2019			

¹ Direct under the sun is possible

² Optional AC-disconnect mounted inside the inverter: from -30 to +65 °C

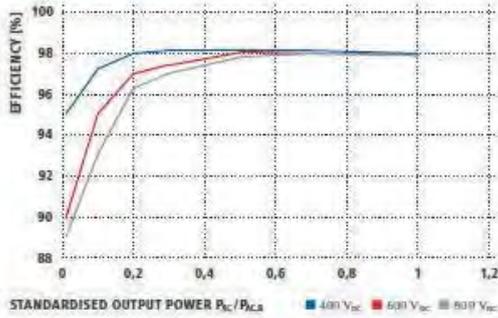
³ These are planned certificates. For the current certificates, please see www.fronius.com/tauro-cert

TECHNICAL DATA FRONIUS TAURO

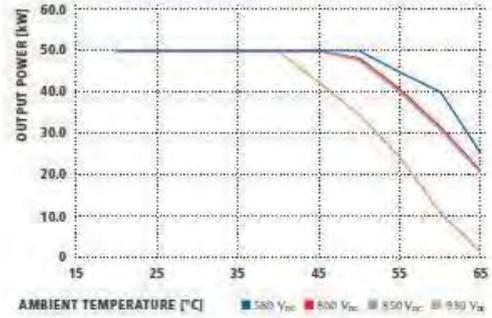
AC CONNECTION TECHNOLOGY	TAURO 50-3-D	TAURO ECO 50-3-D	TAURO ECO 99-3-D	TAURO ECO 100-3-D
Cable cross section	35 - 240 mm ²		70 - 240 mm ²	
AC conductor material	Al and Cu			
Connection terminals	Cable lug or Y clamps			
Single core option (single core cable)	Cable gland: 5 x M40			
Multi core option (multi core cable)	Cable gland: 1 x multi core connection ø 16 - 61.4 mm - 1 x M32			
AC Daisy Chaining option (single core cable)	Cable gland: 10 x M32			
DC CONNECTION TECHNOLOGY	TAURO 50-3-D	TAURO ECO 50-3-D	TAURO ECO 99-3-D	TAURO ECO 100-3-D
Cable cross section	4 - 6 mm ²			
AC conductor material	Cu			
Connection terminals	DC-direct connection Sibal Multi Contact MCF			
EFFICIENCY	TAURO 50-3-D	TAURO ECO 50-3-D	TAURO ECO 99-3-D	TAURO ECO 100-3-D
Max. efficiency	98.6 %		98.5 %	
European efficiency (η _{EU})	98.1 %		98.2 %	
MPP adaptative efficiency	> 99.9 %			
PROTECTION DEVICES	TAURO 50-3-D	TAURO ECO 50-3-D	TAURO ECO 99-3-D	TAURO ECO 100-3-D
DC disconnect	Integrated			
Overload behaviour	Operating point shift, power limitation			
Reverse polarity protection	Integrated			
RCMU	Integrated			
DC insulation measurement	Integrated			
DC/AC surge protection	Type 1 + 2 Integrated, Type 2 optional			
DC string fusing	Integrated, 15 A or 20 A			
INTERFACES	TAURO 50-3-D	TAURO ECO 50-3-D	TAURO ECO 99-3-D	TAURO ECO 100-3-D
Wi-Fi	Fronius Solar.web, Modbus TCP Sunspec, Fronius Solar API (JSON)			
2x Ethernet LAN RJ45	10/100Mbit; max. 100m Fronius Solar.web, Modbus TCP Sunspec, Fronius Solar API (JSON)			
USB (Type A socket)	1A @5V max.*			
Wired Shutdown (WSD)	Emergency stop			
2x RS485	Modbus RTU SunSpec			
6 digital inputs / 6 digital I/Os	Programmable interface for ripple control receiver, energy management, load control			
Datalogger and Webserver	Integrated			

* Use power supply only

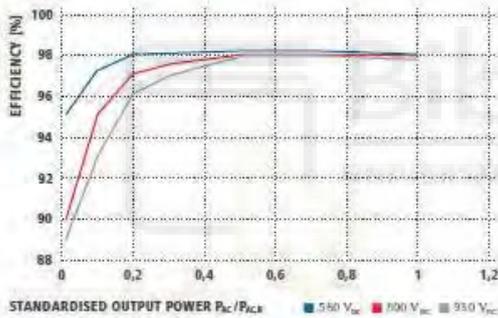
**FRONIUS TAURO ECO 50-3-D
EFFICIENCY CURVE**



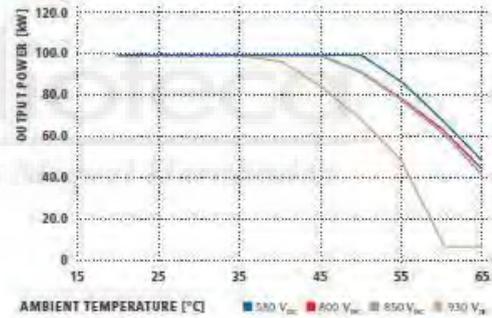
**FRONIUS TAURO ECO 50-3-D
TEMPERATURE DERATING**



**FRONIUS TAURO ECO 99-3-D
EFFICIENCY CURVE**



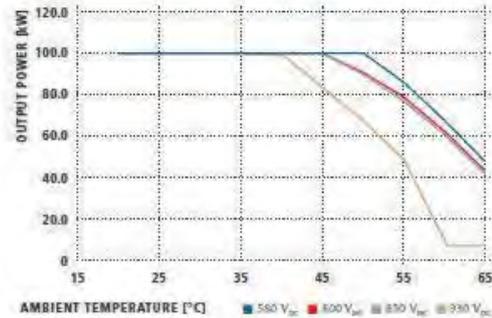
**FRONIUS TAURO ECO 99-3-D
TEMPERATURE DERATING**



**FRONIUS TAURO ECO 100-3-D
EFFICIENCY CURVE**



**FRONIUS TAURO ECO 100-3-D
TEMPERATURE DERATING**



1.6 CÁLCULO ESTRUCTURAL

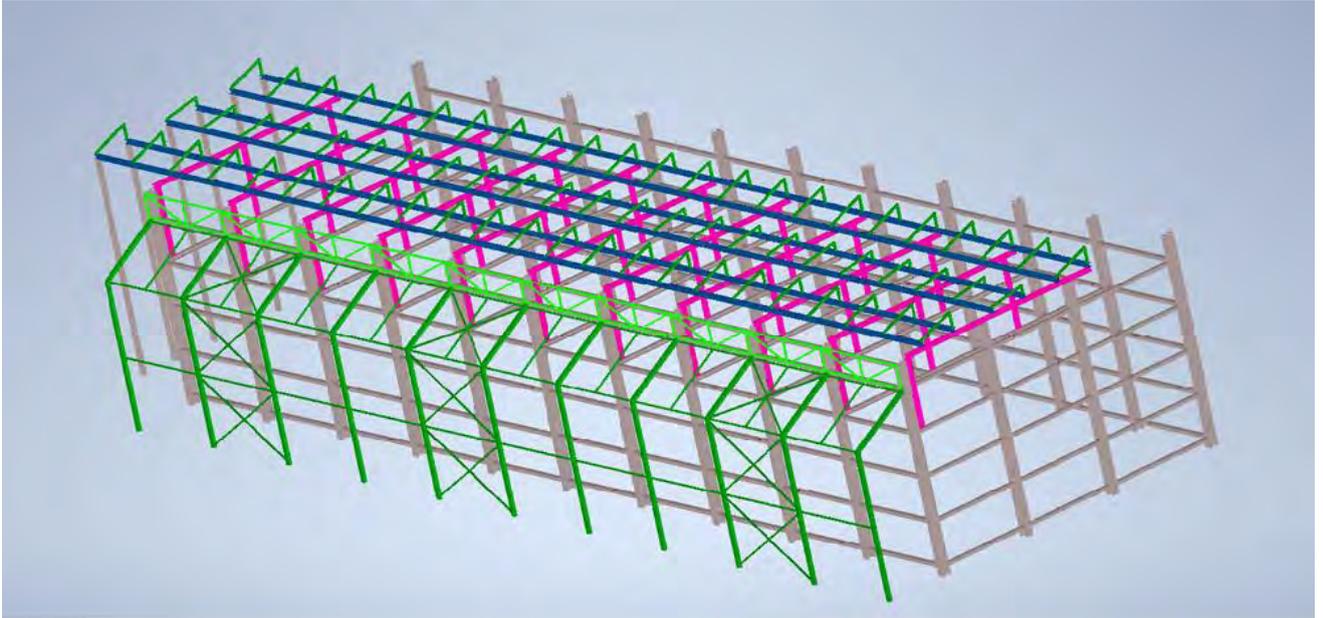


Imagen 1.6 Estructura diseñada

1.6.1. NORMAS CONSIDERAS

Aceros laminados y armados: Código estructural

1.6.2. MATERIALES UTILIZADOS

Materiales utilizados							
Material		E	v	G	fy	$\alpha \cdot t$	y
Tipo	Designación	(kp/cm ²)		(kp/cm ²)	(kp/cm ²)	(m/m°C)	(t/m ³)
Acero laminado	S275 (UNE-EN 10025-2)	2140672.8	0.300	825688.1	2803.3	0.000012	7.850

Notación:

E: Módulo de elasticidad

v: Módulo de Poisson

G: Módulo de cortadura
f _y : Límite elástico
α·t: Coeficiente de dilatación
γ: Peso específico

1.6.3. ESTADOS LÍMITES

E.L.U. de rotura. Acero laminado	CTE Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
Desplazamientos	Acciones características

1.6.3.1. SITUACIÓN DEL PROYECTO

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

- Con coeficientes de combinación

$$\sum \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

- Sin coeficientes de combinación

$$\sum \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \sum \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

- Donde:

G_k Acción permanente

P_k Acción de pretensado

Q_k Acción variable

γ_G Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes

yP Coeficiente parcial de seguridad de la acción de pretensado

yQ,1 Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal

yQ,i Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento

ψp,1 Coeficiente de combinación de la acción variable principal

ψa,i Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes y cargas a utilizar serán las siguientes:

Para las cargas permanentes o transitorias se establece:

Transitorias(Q)

-Sobrecarga de uso

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	Cubiertas con inclinación inferior a 20°	0,4 ⁽⁴⁾	1
		G2	Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado) ⁽⁵⁾	0,4 ⁽⁴⁾	1
		G2	Cubiertas con inclinación superior a 40°	0	2

-Sobrecarga de nieve

Tabla 3.8 Sobrecarga de nieve en capitales de provincia y ciudades autónomas

Capital	Altitud m	s _k kN/m ²	Capital	Altitud m	s _k kN/m ²	Capital	Altitud m	s _k kN/m ²
Albacete	690	0,6	Guadalajara	680	0,6	Pontevedra	0	0,3
Alicante / Alacant	0	0,2	Huelva	0	0,2	Salamanca	780	0,5
Almería	0	0,2	Huesca	470	0,7	SanSebas-	0	0,3
Ávila	1.130	1,0	Jaén	570	0,4	tián/Donostia	0	0,3
Badajoz	180	0,2	León	820	1,2	Santander	1.000	0,7
Barcelona	0	0,4	Lérida / Lleida	380	0,5	Segovia	10	0,2
Bilbao / Bilbo	860	0,3	Logroño	470	0,6	Sevilla	1.090	0,9
Burgos	440	0,6	Lugo	388	0,7	Soria	0	0,4
Cáceres	0	0,4	Madrid	0	0,6	Tarragona	0	0,4
Cádiz	0	0,2	Madrid	0	0,6	Tenerife	950	0,2
Castellón	640	0,2	Maraga	40	0,2	Teruel	550	0,9
Ciudad Real	100	0,6	Murcia	130	0,2	Toledo	0	0,5
Córdoba	0	0,2	Orense / Ourense	230	0,4	Valencia/València	690	0,2
Coruña / A Coruña	0	0,3	Oviedo	150	0,5	Sevilla	10	0,4
Cuenca	1.010	1,0	Palencia	740	0,4	Valladolid	520	0,7
Gerona / Girona	70	0,4	Palma de Mallorca	0	0,2	Vitoria / Gasteiz	650	0,4
Granada	690	0,5	Palmas, Las	0	0,2	Zamora	210	0,5
			Pamplona/Iruña	450	0,7	Zaragoza	0	0,2
						Ceuta y Melilla		

-Sobrecarga de viento

Para la sobrecarga de viento se establecerá un valor determinado de 1 Kn/m²

-Cargas permanentes

Permanentes	
Carga permanente (G)	Valor de carga
	Desfavorable
Placas	0.11 Kn/m ²
Tramex	0.15 Kn/m ²

-Coeficientes de seguridad

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ _p)	Acompañamiento (ψ ₀)
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-
Viento (Q)	0.000	1.500	1.000	0.600
Sobrecarga de uso (Q)	0.000	1.500	1.000	0.500
Nieve (Q)	0.000	1.500	1.000	0.000

1.6.4. RESULTADOS

ESTRUCTURA ESTUDIADA

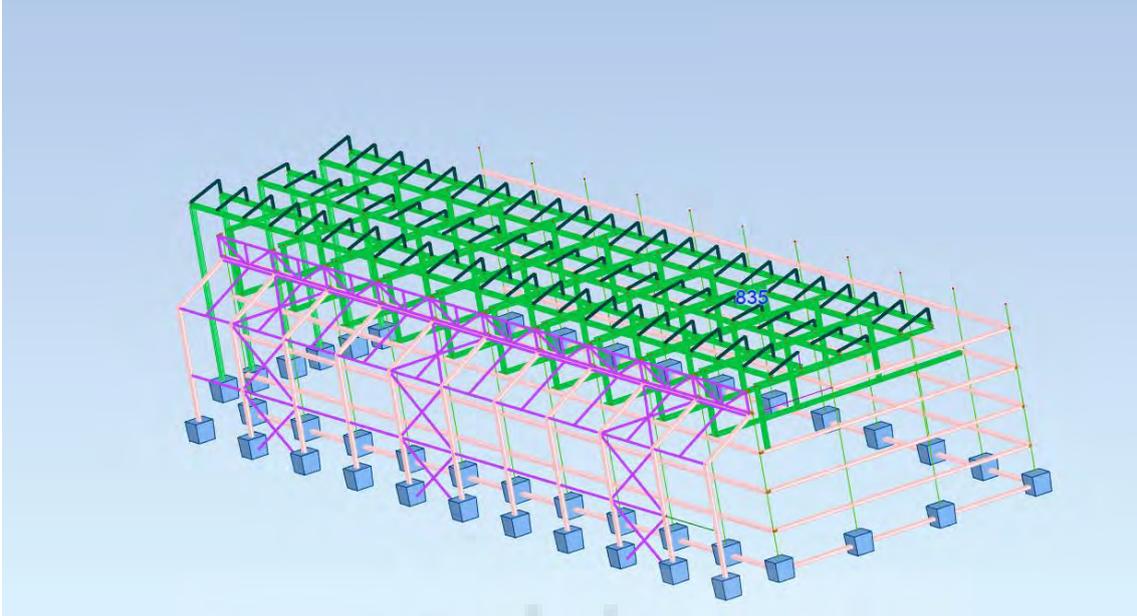


Imagen 1.7 Modelo estructural estudiado

PROPIEDADES FÍSICAS.

Masa	22272,400 kg
Área	7,250 m ²
Volumen	0,003 m ³
Centro de gravedad	x=3,206m y=-13,030m z=-3,347 m

MATERIALES.

Nombre	Acero, suave, soldado	
General	Densidad de masa	7,850 g/cm ³
	Límite de elasticidad	207,000 MPa
	Resistencia máxima a tracción	345,000 MPa
Tensión	Módulo de Young	220,000 GPa
	Coefficiente de Poisson	0,275 su
Nombre(s) de pieza	DIN 1025-2 - EURONORM 53-62 HE 200 B - 5100 DIN 1025-2 - EURONORM 53-62 HE 200 B - 5100 DIN 1025-2 - EURONORM 53-62 HE 200 B - 5100 DIN 1025-2 - EURONORM 53-62 HE 200 B - 5100 DIN 1025-2 - EURONORM 53-62 HE 200 B - 5100 DIN 1025-2 - EURONORM 53-62 HE 200 B - 5100 DIN 1025-2 - EURONORM 53-62 HE 200 B - 5100 DIN 1025-2 - EURONORM 53-62 HE 200 B - 5100 DIN 1025-2 - EURONORM 53-62 HE 200 B - 5100 DIN 1025-2 - EURONORM 53-62 HE 200 B - 5100 DIN 1025-2 - EURONORM 53-62 HE 200 B - 5100 DIN 1025-2 - EURONORM 53-62 HE 200 B - 5100 DIN 1025-2 - EURONORM 53-62 HE 200 B - 5100 DIN EN 10210-2 120 x 80 x 5 - 2095,5 DIN EN 10210-2 120 x 80 x 5 - 2495,5 DIN EN 10210-2 120 x 80 x 5 - 2800 DIN EN 10210-2 120 x 80 x 5 - 2295,5 DIN EN 10210-2 120 x 80 x 5 - 2491 DIN EN 10210-2 120 x 80 x 5 - 2795,5 DIN EN 10210-2 120 x 80 x 5 - 2795,5 DIN EN 10210-2 120 x 80 x 5 - 2491 DIN EN 10210-2 120 x 80 x 5 - 2295,5	

- Raúl Montes Cánovas -

DIN	EN	10210-2	120	x	80	x	5	-	2295,5
DIN	EN	10210-2	120	x	80	x	5	-	2295,5
DIN	EN	10210-2	120	x	80	x	5	-	2491
DIN	EN	10210-2	120	x	80	x	5	-	2491
DIN	EN	10210-2	120	x	80	x	5	-	2795,5
DIN	EN	10210-2	120	x	80	x	5	-	2795,5
DIN	EN	10210-2	120	x	80	x	5	-	3593,56
DIN	EN	10210-2	120	x	80	x	5	-	1789,79
DIN	EN	10210-2	120	x	80	x	5	-	3593,56
DIN	EN	10210-2	120	x	80	x	5	-	1789,79
DIN	EN	10210-2	120	x	80	x	5	-	1789,79
DIN	EN	10210-2	120	x	80	x	5	-	3593,56
DIN	EN	10210-2	120	x	80	x	5	-	1789,79
DIN	EN	10210-2	120	x	80	x	5	-	3593,56
DIN	EN	10210-2	120	x	80	x	5	-	1789,79
DIN	EN	10210-2	120	x	80	x	5	-	3593,56
DIN	EN	10210-2	120	x	80	x	5	-	1789,79
DIN	EN	10210-2	120	x	80	x	5	-	3593,56
DIN	EN	10210-2	120	x	80	x	5	-	1789,79
DIN	EN	10210-2	120	x	80	x	5	-	3593,56
DIN	EN	10210-2	120	x	80	x	5	-	1789,79
DIN	EN	10210-2	120	x	80	x	5	-	3593,56
DIN	EN	10210-2	120	x	80	x	5	-	1789,79
DIN	EN	10210-2	120	x	80	x	5	-	3593,56
DIN	EN	10210-2	120	x	80	x	5	-	1789,79
DIN	EN	10210-2	120	x	80	x	5	-	3593,56
DIN	EN	10210-2	120	x	80	x	5	-	1789,79
DIN	EN	10210-2	120	x	80	x	5	-	3593,56
DIN	EN	10210-2	40	x	40	x	4	-	2460
DIN	EN	10210-2	40	x	40	x	4	-	2460
DIN	EN	10210-2	40	x	40	x	4	-	2460
DIN	EN	10210-2	40	x	40	x	4	-	2460
DIN	EN	10210-2	40	x	40	x	4	-	2520
DIN	EN	10210-2	40	x	40	x	4	-	2460
DIN	EN	10210-2	40	x	40	x	4	-	2460
DIN	EN	10210-2	40	x	40	x	4	-	2520
DIN	EN	10210-2	40	x	40	x	4	-	2460

- Raúl Montes Cánovas -

DIN	EN	10210-2	40	x	40	x	4	-	2460
DIN	EN	10210-2	40	x	40	x	4	-	2631,85
DIN	EN	10210-2	40	x	40	x	4	-	2553,8
DIN	EN	10210-2	40	x	40	x	4	-	2580
DIN	EN	10210-2	40	x	40	x	4	-	2520,12
DIN	EN	10210-2	40	x	40	x	4	-	5090,43
DIN	EN	10210-2	40	x	40	x	4	-	2528,06
DIN	EN	10210-2	40	x	40	x	4	-	2592,21
DIN	EN	10210-2	40	x	40	x	4	-	2580
DIN	EN	10210-2	40	x	40	x	4	-	2580
DIN	EN	10210-2	40	x	40	x	4	-	2460
DIN	EN	10210-2	40	x	40	x	4	-	2460
DIN	EN	10210-2	40	x	40	x	4	-	2460
DIN	EN	10210-2	40	x	40	x	4	-	2460
DIN	EN	10210-2	40	x	40	x	4	-	2460
DIN	EN	10210-2	40	x	40	x	4	-	2460
DIN	EN	10210-2	40	x	40	x	4	-	2460
DIN	EN	10210-2	40	x	40	x	4	-	2460
DIN	EN	10210-2	40	x	40	x	4	-	2460
DIN	EN	10210-2	40	x	40	x	4	-	1671,84
DIN	EN	10210-2	40	x	40	x	4	-	1671,84
DIN	EN	10210-2	40	x	40	x	4	-	1671,84
DIN	EN	10210-2	40	x	40	x	4	-	1671,84
DIN	EN	10210-2	40	x	40	x	4	-	1671,84
DIN	EN	10210-2	40	x	40	x	4	-	1671,84
DIN	EN	10210-2	40	x	40	x	4	-	1671,84
DIN	EN	10210-2	40	x	40	x	4	-	1671,84
DIN	EN	10210-2	40	x	40	x	4	-	1671,84
DIN	EN	10210-2	40	x	40	x	4	-	1671,84
DIN	EN	10210-2	40	x	40	x	4	-	1671,84
DIN	EN	10210-2	40	x	40	x	4	-	1531,4
DIN	EN	10210-2	40	x	40	x	4	-	1519,54
DIN	EN	10210-2	40	x	40	x	4	-	1464,47
DIN	EN	10210-2	40	x	40	x	4	-	1476,34
DIN	EN	10210-2	40	x	40	x	4	-	1464,43
DIN	EN	10210-2	40	x	40	x	4	-	1476,34
DIN	EN	10210-2	40	x	40	x	4	-	1464,47

- Raúl Montes Cánovas -

DIN	EN	10210-2	40	x	40	x	4	-	1476,34
DIN	EN	10210-2	40	x	40	x	4	-	1466,76
DIN	EN	10210-2	40	x	40	x	4	-	1464,58
DIN	EN	10210-2	40	x	40	x	4	-	1476,34
DIN	EN	10210-2	40	x	40	x	4	-	1491,61
DIN	EN	10210-2	40	x	40	x	4	-	2945,64
DIN	EN	10210-2	40	x	40	x	4	-	1460,03
DIN	EN	10210-2	40	x	40	x	4	-	1472,82
DIN	EN	10210-2	40	x	40	x	4	-	2983,22
DIN	EN	10210-2	40	x	40	x	4	-	1478,28
DIN	EN	10210-2	40	x	40	x	4	-	1460,03
DIN	EN	10210-2	40	x	40	x	4	-	1460,03
DIN	EN	10210-2	40	x	40	x	4	-	2945,64
DIN	EN	10210-2	40	x	40	x	4	-	2983,22
DIN	EN	10210-2	40	x	40	x	4	-	1478,28
DIN	EN	10210-2	40	x	40	x	4	-	1478,28
DIN	EN	10210-2	40	x	40	x	4	-	1460,03
DIN	EN	10210-2	40	x	40	x	4	-	2945,64
DIN	EN	10210-2	40	x	40	x	4	-	1460,03
DIN	EN	10210-2	40	x	40	x	4	-	1476,34
DIN	EN	10210-2	40	x	40	x	4	-	1478,28
DIN	EN	10210-2	40	x	40	x	4	-	1478,28
DIN	EN	10210-2	40	x	40	x	4	-	2983,22
DIN		1025	IPB				100	-	7600
DIN		1025	IPB				100	-	7600
DIN		1025	IPB				100	-	7600
DIN		1025	IPB				100	-	7600
DIN		1025	IPB				100	-	7600
DIN		1025	IPB				100	-	7600
DIN		1025	IPB				100	-	7600
DIN		1025	IPB				100	-	7600
DIN		1025	IPB				100	-	7600
DIN	EN	10210-2	120	x	80	x	5	-	2571
DIN	EN	10210-2	120	x	80	x	5	-	2571
DIN	EN	10210-2	120	x	80	x	5	-	2571
DIN	EN	10210-2	120	x	80	x	5	-	2571

- Raúl Montes Cánovas -

DIN	EN	10210-2	120	x	80	x	5	-	2571
DIN	EN	10210-2	120	x	80	x	5	-	2571
DIN	EN	10210-2	120	x	80	x	5	-	2571
DIN	EN	10210-2	120	x	80	x	5	-	2571
DIN	EN	10210-2	120	x	80	x	5	-	2571
DIN	EN	10210-2	120	x	80	x	5	-	2571
DIN	EN	10210-2	120	x	80	x	5	-	2571
DIN	EN	10210-2	120	x	80	x	5	-	2571
DIN	EN	10210-2	120	x	80	x	5	-	2571
DIN	EN	10210-2	40	x	40	x	4	-	5210
DIN	EN	10210-2	40	x	40	x	4	-	5210
DIN	EN	10210-2	40	x	40	x	4	-	1279,34
DIN	EN	10210-2	40	x	40	x	4	-	1279,34
DIN	EN	10210-2	40	x	40	x	4	-	510
DIN	EN	10210-2	40	x	40	x	4	-	510
DIN	EN	10210-2	40	x	40	x	4	-	5160
DIN	EN	10210-2	40	x	40	x	4	-	5160
DIN	EN	10210-2	40	x	40	x	4	-	5160
DIN	EN	10210-2	40	x	40	x	4	-	5210
DIN	EN	10210-2	40	x	40	x	4	-	5160
DIN	EN	10210-2	40	x	40	x	4	-	5160
DIN	EN	10210-2	40	x	40	x	4	-	5160
DIN	EN	10210-2	40	x	40	x	4	-	5160
DIN	EN	10210-2	40	x	40	x	4	-	5160
DIN	EN	10210-2	40	x	40	x	4	-	5160
DIN	EN	10210-2	40	x	40	x	4	-	5160
DIN	EN	10210-2	40	x	40	x	4	-	5160
DIN	EN	10210-2	40	x	40	x	4	-	5160
DIN	EN	10210-2	40	x	40	x	4	-	5160
DIN	EN	10210-2	40	x	40	x	4	-	5160
DIN	EN	10210-2	40	x	40	x	4	-	5160
DIN	EN	10210-2	40	x	40	x	4	-	5160
DIN	EN	10210-2	40	x	40	x	4	-	1256,6
DIN	EN	10210-2	40	x	40	x	4	-	1256,6
DIN	EN	10210-2	40	x	40	x	4	-	1256,6
DIN	EN	10210-2	40	x	40	x	4	-	1256,6
DIN	EN	10210-2	40	x	40	x	4	-	1256,6

- Raúl Montes Cánovas -

DIN	EN	10210-2	40	x	40	x	4	-	1256,6
DIN	EN	10210-2	40	x	40	x	4	-	1256,6
DIN	EN	10210-2	40	x	40	x	4	-	1256,6
DIN	EN	10210-2	40	x	40	x	4	-	1256,6
DIN	EN	10210-2	40	x	40	x	4	-	1256,6
DIN	EN	10210-2	40	x	40	x	4	-	1256,6
DIN	EN	10210-2	40	x	40	x	4	-	1256,6
DIN	EN	10210-2	40	x	40	x	4	-	1256,6
DIN	EN	10210-2	40	x	40	x	4	-	1256,6
DIN	EN	10210-2	40	x	40	x	4	-	1256,6
DIN	EN	10210-2	40	x	40	x	4	-	1256,6
DIN	EN	10210-2	40	x	40	x	4	-	1270,23
DIN	EN	10210-2	40	x	40	x	4	-	1270,23
DIN		1025	IPB		100			-	5400
DIN		1025	IPB		100			-	5450
DIN		1025	IPB		100			-	1660
DIN		1025	IPB		100			-	1660
DIN		1025	IPB		100			-	1660
DIN		1025	IPB		100			-	1660
DIN		1025	IPB		100			-	5210
DIN		1025	IPB		100			-	5210
DIN		1025	IPB		100			-	5210
DIN		1025	IPB		100			-	5210
DIN	EN	10210-2	40	x	40	x	4	-	510
DIN	EN	10210-2	40	x	40	x	4	-	510
DIN	EN	10210-2	40	x	40	x	4	-	510
DIN	EN	10210-2	40	x	40	x	4	-	510
DIN	EN	10210-2	40	x	40	x	4	-	510
DIN	EN	10210-2	40	x	40	x	4	-	510
DIN	EN	10210-2	40	x	40	x	4	-	510
DIN	EN	10210-2	40	x	40	x	4	-	510
DIN	EN	10210-2	40	x	40	x	4	-	510
DIN	EN	10210-2	40	x	40	x	4	-	510
DIN	EN	10210-2	80	x	40	x	4	-	388,56
DIN	EN	10210-2	80	x	40	x	4	-	1000,33
DIN	EN	10210-2	80	x	40	x	4	-	46,43

Nombre(s) de pieza	DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 2460
	DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 2460
	DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 2460
	DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 2520
	DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 2460
	DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 2460
	DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 2520
	DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 2460
	DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 2460
	DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 2631,85
	DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 2553,8
	DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 2580
	DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 2520,12
	DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 5090,43
	DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 2528,06
	DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 2592,21
	DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 2580
	DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 2580
	DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 2460
	DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 2460
	DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 2460
	DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 2460
	DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 2460
	DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 2460
	DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 2460
	DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 2460
	DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 2460
	DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 2460
	DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 2460
	DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 1671,84
	DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 1671,84
	DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 1671,84
	DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 1671,84
	DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 1671,84
DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 1671,84	
DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 1671,84	
DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 1671,84	
DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 1671,84	

DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 1671,84
DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 1531,4
DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 1519,54
DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 1464,47
DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 1476,34
DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 1464,43
DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 1476,34
DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 1464,47
DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 1476,34
DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 1466,76
DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 1464,58
DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 1476,34
DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 1491,61
DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 2945,64
DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 1460,03
DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 1472,82
DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 2983,22
DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 1478,28
DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 1460,03
DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 1460,03
DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 2945,64
DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 2983,22
DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 1478,28
DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 1478,28
DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 1460,03
DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 2945,64
DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 1460,03
DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 1476,34
DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 1478,28
DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 1478,28
DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 2983,22
DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 5210
DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 5210
DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 1279,34
DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 1279,34
DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 510
DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 510

DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 5160
DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 5160
DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 5160
DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 5210
DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 5160
DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 5160
DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 5160
DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 5210
DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 510
DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 510
DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 510
DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 510
DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 510
DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 510
DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 510
DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 510
DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 510
DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 1256,6
DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 1256,6
DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 1256,6
DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 1256,6
DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 1256,6
DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 1256,6
DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 1256,6
DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 1256,6
DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 1256,6
DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 1256,6
DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 1256,6
DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 1256,6
DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 1256,6
DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 1256,6
DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 1256,6
DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 1256,6
DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 1256,6
DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 1256,6
DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 1256,6
DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 1256,6
DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 1256,6
DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 1270,23
DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 1270,23
DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 510
DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 510

	DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 510
	DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 510
	DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 510
	DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 510
	DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 510
	DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 510
	DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 510
	DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 510
	DIN EN 10210-2 40 x 40 x 4 - 510
Nombre(s) de pieza	DIN 1025 IPB 100 - 7600
	DIN 1025 IPB 100 - 7600
	DIN 1025 IPB 100 - 7600
	DIN 1025 IPB 100 - 7600
	DIN 1025 IPB 100 - 7600
	DIN 1025 IPB 100 - 7600
	DIN 1025 IPB 100 - 7600
	DIN 1025 IPB 100 - 7600
	DIN 1025 IPB 100 - 7600
	DIN 1025 IPB 100 - 5400
	DIN 1025 IPB 100 - 5450
	DIN 1025 IPB 100 - 1660
	DIN 1025 IPB 100 - 1660
	DIN 1025 IPB 100 - 1660
	DIN 1025 IPB 100 - 1660
	DIN 1025 IPB 100 - 5210
	DIN 1025 IPB 100 - 5210
	DIN 1025 IPB 100 - 5210
	DIN 1025 IPB 100 - 5210
	DIN 1025 IPB 100 - 5210
	DIN 1025 IPB 100 - 5210
	DIN 1025 IPB 100 - 5210
	DIN 1025 IPB 100 - 7740
	DIN 1025 IPB 100 - 7740
	DIN 1025 IPB 100 - 7740
	DIN 1025 IPB 100 - 7740
	DIN 1025 IPB 100 - 7740
	DIN 1025 IPB 100 - 7740
	DIN 1025 IPB 100 - 7740
	DIN 1025 IPB 100 - 7740

DIN	1025	IPB	100	-	7740
DIN	1025	IPB	100	-	7740
DIN	1025	IPB	100	-	7740
DIN	1025	IPB	100	-	7740
DIN	1025	IPB	100	-	7740
DIN	1025	IPB	100	-	7740
DIN	1025	IPB	100	-	5160
DIN	1025	IPB	100	-	5160
DIN	1025	IPB	100	-	5160
DIN	1025	IPB	100	-	5160
DIN	1025	IPB	100	-	5160
DIN	1025	IPB	100	-	5160
DIN	1025	IPB	100	-	2620
DIN	1025	IPB	100	-	2620
DIN	1025	IPB	100	-	2620
DIN	1025	IPB	100	-	2620
DIN	1025	IPB	100	-	2620
DIN	1025	IPB	100	-	2620
DIN	1025	IPB	100	-	5200
DIN	1025	IPB	100	-	5200
DIN	1025	IPB	100	-	5200
DIN 1025 IPB 100 - 5200					

VÍNCULOS RIGIDOS.

Nombre	Desplazamiento			Rotación			Nodo padre	Nodo o nodos hijo
	Eje X	Eje Y	Eje Z	Eje X	Eje Y	Eje Z		
Vínculo rígido:1	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1154	Nodo:34, Nodo:605
Vínculo rígido:2	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1155	Nodo:44, Nodo:608

- Raúl Montes Cánovas -

Vínculo rígido:3	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1156	Nodo:45, Nodo:610
Vínculo rígido:4	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1157	Nodo:47, Nodo:612
Vínculo rígido:5	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1153	Nodo:60, Nodo:604, Nodo:1341
Vínculo rígido:6	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1	Nodo:1333, Nodo:365
Vínculo rígido:7	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1158	Nodo:97, Nodo:643, Nodo:1401
Vínculo rígido:8	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1159	Nodo:240, Nodo:645
Vínculo rígido:9	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:3	Nodo:1371, Nodo:439, Nodo:1372
Vínculo rígido:10	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1160	Nodo:647
Vínculo rígido:11	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1161	Nodo:650
Vínculo rígido:12	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1162	Nodo:652
Vínculo rígido:13	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1167	Nodo:63, Nodo:603, Nodo:614, Nodo:1345, Nodo:370
Vínculo rígido:14	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1166	Nodo:258, Nodo:606, Nodo:615

- Raúl Montes Cánovas -

Vínculo rígido:15	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:6	Nodo:1336, Nodo:369
Vínculo rígido:16	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1165	Nodo:607, Nodo:618
Vínculo rígido:17	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1164	Nodo:609, Nodo:620
Vínculo rígido:18	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1163	Nodo:611, Nodo:622
Vínculo rígido:19	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1168	Nodo:65, Nodo:613, Nodo:624, Nodo:362, Nodo:380, Nodo:390
Vínculo rígido:20	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1169	Nodo:256, Nodo:616, Nodo:626
Vínculo rígido:21	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:7	Nodo:360, Nodo:372, Nodo:389
Vínculo rígido:22	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1170	Nodo:617, Nodo:628
Vínculo rígido:23	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1171	Nodo:619, Nodo:630
Vínculo rígido:24	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1172	Nodo:621, Nodo:632
Vínculo rígido:25	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1173	Nodo:69, Nodo:623, Nodo:654, Nodo:1382, Nodo:387
Vínculo rígido:26	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1174	Nodo:254, Nodo:625, Nodo:656

- Raúl Montes Cánovas -

Vínculo rígido:27	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:9	Nodo:1352, Nodo:388
Vínculo rígido:28	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1175	Nodo:627, Nodo:658
Vínculo rígido:29	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1176	Nodo:629, Nodo:660
Vínculo rígido:30	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1177	Nodo:631, Nodo:662
Vínculo rígido:31	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1178	Nodo:73, Nodo:633, Nodo:653, Nodo:379, Nodo:382, Nodo:392
Vínculo rígido:32	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1179	Nodo:252, Nodo:635, Nodo:655
Vínculo rígido:33	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:11	Nodo:371, Nodo:374, Nodo:391
Vínculo rígido:34	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1180	Nodo:638, Nodo:657
Vínculo rígido:35	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1181	Nodo:639, Nodo:659
Vínculo rígido:36	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1182	Nodo:641, Nodo:661
Vínculo rígido:37	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1183	Nodo:77, Nodo:634, Nodo:663, Nodo:1389, Nodo:394
Vínculo rígido:38	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1184	Nodo:250, Nodo:636, Nodo:665

- Raúl Montes Cánovas -

Vínculo rígido:39	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:13	Nodo:1359, Nodo:393
Vínculo rígido:40	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1185	Nodo:637, Nodo:668
Vínculo rígido:41	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1186	Nodo:640, Nodo:670
Vínculo rígido:42	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1187	Nodo:642, Nodo:672
Vínculo rígido:43	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1188	Nodo:81, Nodo:664, Nodo:673, Nodo:381, Nodo:384, Nodo:396
Vínculo rígido:44	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1189	Nodo:248, Nodo:666, Nodo:676
Vínculo rígido:45	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:15	Nodo:373, Nodo:376, Nodo:395
Vínculo rígido:46	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1190	Nodo:667, Nodo:678
Vínculo rígido:47	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1191	Nodo:669, Nodo:679
Vínculo rígido:48	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1192	Nodo:671, Nodo:682
Vínculo rígido:49	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1193	Nodo:85, Nodo:674, Nodo:691, Nodo:1396, Nodo:398
Vínculo rígido:50	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1194	Nodo:246, Nodo:675, Nodo:690

- Raúl Montes Cánovas -

Vínculo rígido:51	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:17	Nodo:1366, Nodo:397
Vínculo rígido:52	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1195	Nodo:677, Nodo:688
Vínculo rígido:53	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1196	Nodo:680, Nodo:685
Vínculo rígido:54	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1197	Nodo:681, Nodo:684
Vínculo rígido:55	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1198	Nodo:89, Nodo:692, Nodo:693, Nodo:383, Nodo:386, Nodo:400
Vínculo rígido:56	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1199	Nodo:242, Nodo:689, Nodo:696
Vínculo rígido:57	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:19	Nodo:375, Nodo:378, Nodo:399
Vínculo rígido:58	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1202	Nodo:683, Nodo:702
Vínculo rígido:59	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1201	Nodo:686, Nodo:699
Vínculo rígido:60	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1200	Nodo:687, Nodo:698
Vínculo rígido:61	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1203	Nodo:93, Nodo:644, Nodo:694, Nodo:1405, Nodo:402
Vínculo rígido:62	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1204	Nodo:244, Nodo:646, Nodo:695

- Raúl Montes Cánovas -

Vínculo rígido:63	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:21	Nodo:1375, Nodo:401
Vínculo rígido:64	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1205	Nodo:648, Nodo:697
Vínculo rígido:65	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1206	Nodo:649, Nodo:700
Vínculo rígido:66	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1207	Nodo:651, Nodo:701
Vínculo rígido:67	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1212	Nodo:27
Vínculo rígido:68	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1211	Nodo:33, Nodo:36
Vínculo rígido:69	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1210	Nodo:42, Nodo:43
Vínculo rígido:70	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1209	Nodo:46, Nodo:51
Vínculo rígido:71	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1208	Nodo:48, Nodo:49
Vínculo rígido:72	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:24	Nodo:1414
Vínculo rígido:73	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1213	Nodo:29
Vínculo rígido:74	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1214	Nodo:35, Nodo:38

- Raúl Montes Cánovas -

Vínculo rígido:75	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1215	Nodo:40, Nodo:41
Vínculo rígido:76	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1217	Nodo:50, Nodo:55
Vínculo rígido:77	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1216	Nodo:52, Nodo:53
Vínculo rígido:78	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:25	Nodo:1410
Vínculo rígido:79	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1426	Nodo:28
Vínculo rígido:80	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1545	Nodo:31, Nodo:259
Vínculo rígido:81	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:445	Nodo:1218
Vínculo rígido:82	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1544	Nodo:37, Nodo:262
Vínculo rígido:83	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1543	Nodo:39, Nodo:263
Vínculo rígido:84	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1542	Nodo:54, Nodo:265
Vínculo rígido:85	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1541	Nodo:56, Nodo:267
Vínculo rígido:86	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1219	Nodo:101

- Raúl Montes Cánovas -

Vínculo rígido:87	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1220	Nodo:139
Vínculo rígido:88	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1223	Nodo:102, Nodo:103
Vínculo rígido:89	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:61	Nodo:64, Nodo:183, Nodo:1276
Vínculo rígido:90	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1222	Nodo:219
Vínculo rígido:91	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1221	Nodo:221
Vínculo rígido:92	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1224	Nodo:226
Vínculo rígido:93	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1225	Nodo:228
Vínculo rígido:94	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1226	Nodo:140, Nodo:141, Nodo:186
Vínculo rígido:95	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1227	Nodo:142, Nodo:143, Nodo:179, Nodo:1295
Vínculo rígido:96	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:66	Nodo:67, Nodo:182, Nodo:133, Nodo:136
Vínculo rígido:97	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1230	Nodo:104, Nodo:105
Vínculo rígido:98	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1228	Nodo:220

- Raúl Montes Cánovas -

Vínculo rígido:99	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1229	Nodo:224
Vínculo rígido:100	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1231	Nodo:227
Vínculo rígido:101	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1232	Nodo:230
Vínculo rígido:102	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:70	Nodo:71, Nodo:131
Vínculo rígido:103	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1233	Nodo:144, Nodo:145
Vínculo rígido:104	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1234	Nodo:106, Nodo:107
Vínculo rígido:105	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:74	Nodo:75, Nodo:129, Nodo:132
Vínculo rígido:106	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1235	Nodo:146, Nodo:147
Vínculo rígido:107	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1236	Nodo:108, Nodo:109
Vínculo rígido:108	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1237	Nodo:148, Nodo:149, Nodo:188
Vínculo rígido:109	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:78	Nodo:79, Nodo:231, Nodo:1272
Vínculo rígido:110	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1240	Nodo:111

- Raúl Montes Cánovas -

Vínculo rígido:111	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1239	Nodo:209
Vínculo rígido:112	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1238	Nodo:212
Vínculo rígido:113	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1242	Nodo:215
Vínculo rígido:114	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1241	Nodo:217
Vínculo rígido:115	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:82	Nodo:83, Nodo:127, Nodo:130, Nodo:190
Vínculo rígido:116	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1243	Nodo:150, Nodo:151, Nodo:191
Vínculo rígido:117	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1246	Nodo:112, Nodo:113
Vínculo rígido:118	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1244	Nodo:210
Vínculo rígido:119	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1247	Nodo:214
Vínculo rígido:120	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1248	Nodo:218
Vínculo rígido:121	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1245	Nodo:235
Vínculo rígido:122	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1249	Nodo:152, Nodo:153

- Raúl Montes Cánovas -

Vínculo rígido:123	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1250	Nodo:114
Vínculo rígido:124	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1251	Nodo:154, Nodo:155, Nodo:193
Vínculo rígido:125	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:90	Nodo:91, Nodo:196, Nodo:1266
Vínculo rígido:126	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1254	Nodo:116, Nodo:117
Vínculo rígido:127	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1256	Nodo:204
Vínculo rígido:128	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1255	Nodo:205
Vínculo rígido:129	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1252	Nodo:233
Vínculo rígido:130	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1253	Nodo:237
Vínculo rígido:131	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:94	Nodo:95, Nodo:124, Nodo:197, Nodo:1268
Vínculo rígido:132	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1257	Nodo:156, Nodo:157, Nodo:200
Vínculo rígido:133	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1260	Nodo:118, Nodo:119
Vínculo rígido:134	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1259	Nodo:202

- Raúl Montes Cánovas -

Vínculo rígido: 135	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo: 1261	Nodo: 203
Vínculo rígido: 136	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo: 1262	Nodo: 208
Vínculo rígido: 137	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo: 1258	Nodo: 238
Vínculo rígido: 138	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo: 1263	Nodo: 158
Vínculo rígido: 139	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo: 1264	Nodo: 120
Vínculo rígido: 140	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo: 1265	Nodo: 177
Vínculo rígido: 141	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo: 1267	Nodo: 175
Vínculo rígido: 142	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo: 1269	Nodo: 173
Vínculo rígido: 143	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo: 1270	Nodo: 171
Vínculo rígido: 144	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo: 1271	Nodo: 167
Vínculo rígido: 145	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo: 1273	Nodo: 169
Vínculo rígido: 146	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo: 1274	Nodo: 165

- Raúl Montes Cánovas -

Vínculo rígido: 147	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo: 1275	Nodo: 163
Vínculo rígido: 148	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo: 1277	Nodo: 161
Vínculo rígido: 149	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo: 1278	Nodo: 160
Vínculo rígido: 150	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo: 1279	Nodo: 159
Vínculo rígido: 151	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo: 1280	Nodo: 162
Vínculo rígido: 152	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo: 1281	Nodo: 164
Vínculo rígido: 153	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo: 1282	Nodo: 166
Vínculo rígido: 154	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo: 1283	Nodo: 168
Vínculo rígido: 155	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo: 1284	Nodo: 170
Vínculo rígido: 156	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo: 1285	Nodo: 172
Vínculo rígido: 157	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo: 1286	Nodo: 174
Vínculo rígido: 158	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo: 1287	Nodo: 176

- Raúl Montes Cánovas -

Vínculo rígido: 159	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1288	Nodo:178
Vínculo rígido: 160	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1290	Nodo:180, Nodo:185, Nodo:181, Nodo:184, Nodo:1289
Vínculo rígido: 161	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1292	Nodo:187, Nodo:192, Nodo:232, Nodo:189, Nodo:1291
Vínculo rígido: 162	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1294	Nodo:194, Nodo:199, Nodo:195, Nodo:198, Nodo:1293
Vínculo rígido: 163	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1296	Nodo:206
Vínculo rígido: 164	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1297	Nodo:211, Nodo:236
Vínculo rígido: 165	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:213	Nodo:1298, Nodo:216
Vínculo rígido: 166	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1299	Nodo:222, Nodo:223
Vínculo rígido: 167	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:225	Nodo:1300, Nodo:229
Vínculo rígido: 168	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:234	Nodo:1301
Vínculo rígido: 169	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1549	Nodo:239, Nodo:302
Vínculo rígido: 170	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1304	Nodo:768

- Raúl Montes Cánovas -

Vínculo rígido:171	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1303	Nodo:770
Vínculo rígido:172	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1302	Nodo:772
Vínculo rígido:173	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1589	Nodo:241, Nodo:346, Nodo:351
Vínculo rígido:174	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1307	Nodo:752
Vínculo rígido:175	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1306	Nodo:754
Vínculo rígido:176	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1305	Nodo:756
Vínculo rígido:177	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1594	Nodo:243, Nodo:301, Nodo:352
Vínculo rígido:178	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1310	Nodo:759
Vínculo rígido:179	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1309	Nodo:761
Vínculo rígido:180	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1308	Nodo:763
Vínculo rígido:181	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1584	Nodo:245, Nodo:332, Nodo:345
Vínculo rígido:182	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1313	Nodo:743

- Raúl Montes Cánovas -

Vínculo rígido:183	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1312	Nodo:745
Vínculo rígido:184	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1311	Nodo:747
Vínculo rígido:185	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1579	Nodo:247, Nodo:321, Nodo:331
Vínculo rígido:186	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1316	Nodo:736
Vínculo rígido:187	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1315	Nodo:738
Vínculo rígido:188	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1314	Nodo:740
Vínculo rígido:189	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1574	Nodo:249, Nodo:291, Nodo:322
Vínculo rígido:190	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1319	Nodo:727
Vínculo rígido:191	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1318	Nodo:729
Vínculo rígido:192	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1317	Nodo:731
Vínculo rígido:193	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1569	Nodo:251, Nodo:292, Nodo:312
Vínculo rígido:194	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1322	Nodo:720

- Raúl Montes Cánovas -

Vínculo rígido:195	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1321	Nodo:722
Vínculo rígido:196	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1320	Nodo:724
Vínculo rígido:197	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1564	Nodo:253, Nodo:282, Nodo:311
Vínculo rígido:198	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1325	Nodo:711
Vínculo rígido:199	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1324	Nodo:713
Vínculo rígido:200	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1323	Nodo:715
Vínculo rígido:201	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1559	Nodo:255, Nodo:271, Nodo:281
Vínculo rígido:202	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1328	Nodo:704
Vínculo rígido:203	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1327	Nodo:706
Vínculo rígido:204	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1326	Nodo:708
Vínculo rígido:205	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1331	Nodo:447
Vínculo rígido:206	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1330	Nodo:449

- Raúl Montes Cánovas -

Vínculo rígido:207	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1329	Nodo:451
Vínculo rígido:208	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1552	Nodo:257, Nodo:261, Nodo:272
Vínculo rígido:209	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1551	Nodo:260, Nodo:269
Vínculo rígido:210	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1553	Nodo:264, Nodo:273
Vínculo rígido:211	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1554	Nodo:266, Nodo:275
Vínculo rígido:212	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1555	Nodo:268, Nodo:277
Vínculo rígido:213	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1560	Nodo:270, Nodo:279
Vínculo rígido:214	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1558	Nodo:274, Nodo:283
Vínculo rígido:215	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1557	Nodo:276, Nodo:285
Vínculo rígido:216	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1556	Nodo:278, Nodo:287
Vínculo rígido:217	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1565	Nodo:280, Nodo:309
Vínculo rígido:218	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1563	Nodo:284, Nodo:313

- Raúl Montes Cánovas -

Vínculo rígido:219	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1562	Nodo:286, Nodo:315
Vínculo rígido:220	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1561	Nodo:288, Nodo:317
Vínculo rígido:221	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1570	Nodo:290, Nodo:310
Vínculo rígido:222	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1575	Nodo:289, Nodo:320
Vínculo rígido:223	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1568	Nodo:293, Nodo:314
Vínculo rígido:224	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1573	Nodo:294, Nodo:323
Vínculo rígido:225	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1567	Nodo:296, Nodo:316
Vínculo rígido:226	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1572	Nodo:295, Nodo:325
Vínculo rígido:227	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1566	Nodo:298, Nodo:318
Vínculo rígido:228	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1571	Nodo:297, Nodo:327
Vínculo rígido:229	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1550	Nodo:300
Vínculo rígido:230	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1595	Nodo:299, Nodo:349

- Raúl Montes Cánovas -

Vínculo rígido:231	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1548	Nodo:304
Vínculo rígido:232	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1593	Nodo:303, Nodo:354
Vínculo rígido:233	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1547	Nodo:305
Vínculo rígido:234	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1592	Nodo:306, Nodo:355
Vínculo rígido:235	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1546	Nodo:307
Vínculo rígido:236	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1591	Nodo:308, Nodo:358
Vínculo rígido:237	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1580	Nodo:319, Nodo:330
Vínculo rígido:238	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1578	Nodo:324, Nodo:333
Vínculo rígido:239	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1577	Nodo:326, Nodo:336
Vínculo rígido:240	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1576	Nodo:328, Nodo:337
Vínculo rígido:241	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1585	Nodo:329, Nodo:348
Vínculo rígido:242	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1583	Nodo:334, Nodo:343

- Raúl Montes Cánovas -

Vínculo rígido:243	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1582	Nodo:335, Nodo:342
Vínculo rígido:244	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1581	Nodo:338, Nodo:339
Vínculo rígido:245	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1586	Nodo:340, Nodo:357
Vínculo rígido:246	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1587	Nodo:341, Nodo:356
Vínculo rígido:247	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1588	Nodo:344, Nodo:353
Vínculo rígido:248	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1590	Nodo:347, Nodo:350
Vínculo rígido:249	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1335	Nodo:363
Vínculo rígido:250	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1332	Nodo:367
Vínculo rígido:251	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1337	Nodo:406
Vínculo rígido:252	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1339	Nodo:407
Vínculo rígido:253	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1334	Nodo:466
Vínculo rígido:254	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1338	Nodo:468

- Raúl Montes Cánovas -

Vínculo rígido:255	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1344	Nodo:364
Vínculo rígido:256	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1342	Nodo:366
Vínculo rígido:257	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1340	Nodo:368
Vínculo rígido:258	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1346	Nodo:405
Vínculo rígido:259	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1348	Nodo:408
Vínculo rígido:260	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1343	Nodo:465
Vínculo rígido:261	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1347	Nodo:467
Vínculo rígido:262	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1355	Nodo:410
Vínculo rígido:263	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1353	Nodo:411
Vínculo rígido:264	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1351	Nodo:414
Vínculo rígido:265	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1349	Nodo:415
Vínculo rígido:266	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1354	Nodo:470

- Raúl Montes Cánovas -

Vínculo rígido:267	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1350	Nodo:472
Vínculo rígido:268	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1362	Nodo:418
Vínculo rígido:269	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1360	Nodo:419
Vínculo rígido:270	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1358	Nodo:421
Vínculo rígido:271	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1356	Nodo:423
Vínculo rígido:272	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1361	Nodo:474
Vínculo rígido:273	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1357	Nodo:475
Vínculo rígido:274	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1369	Nodo:426
Vínculo rígido:275	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1367	Nodo:427
Vínculo rígido:276	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1365	Nodo:430
Vínculo rígido:277	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1363	Nodo:431
Vínculo rígido:278	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1368	Nodo:477

- Raúl Montes Cánovas -

Vínculo rígido:279	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1364	Nodo:480
Vínculo rígido:280	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1370	Nodo:403
Vínculo rígido:281	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1378	Nodo:434
Vínculo rígido:282	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1376	Nodo:435
Vínculo rígido:283	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1374	Nodo:437
Vínculo rígido:284	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1377	Nodo:482
Vínculo rígido:285	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1373	Nodo:484
Vínculo rígido:286	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1385	Nodo:409
Vínculo rígido:287	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1383	Nodo:412
Vínculo rígido:288	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1381	Nodo:413
Vínculo rígido:289	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1379	Nodo:416
Vínculo rígido:290	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1384	Nodo:469

- Raúl Montes Cánovas -

Vínculo rígido:291	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1380	Nodo:471
Vínculo rígido:292	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1392	Nodo:417
Vínculo rígido:293	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1390	Nodo:420
Vínculo rígido:294	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1388	Nodo:422
Vínculo rígido:295	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1386	Nodo:424
Vínculo rígido:296	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1391	Nodo:473
Vínculo rígido:297	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1387	Nodo:476
Vínculo rígido:298	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1399	Nodo:425
Vínculo rígido:299	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1397	Nodo:428
Vínculo rígido:300	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1395	Nodo:429
Vínculo rígido:301	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1393	Nodo:432
Vínculo rígido:302	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1398	Nodo:478

- Raúl Montes Cánovas -

Vínculo rígido:303	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1394	Nodo:479
Vínculo rígido:304	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1400	Nodo:404
Vínculo rígido:305	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1408	Nodo:433
Vínculo rígido:306	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1406	Nodo:436
Vínculo rígido:307	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1404	Nodo:438
Vínculo rígido:308	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1402	Nodo:440
Vínculo rígido:309	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1407	Nodo:481
Vínculo rígido:310	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1403	Nodo:483
Vínculo rígido:311	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1417	Nodo:446
Vínculo rígido:312	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1416	Nodo:1430, Nodo:489
Vínculo rígido:313	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1415	Nodo:1431, Nodo:486
Vínculo rígido:314	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1413	Nodo:1435, Nodo:491

- Raúl Montes Cánovas -

Vínculo rígido:315	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1412	Nodo:1439, Nodo:496
Vínculo rígido:316	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1411	Nodo:1443, Nodo:497
Vínculo rígido:317	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1409	Nodo:1447, Nodo:502
Vínculo rígido:318	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1425	Nodo:448
Vínculo rígido:319	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1422	Nodo:450, Nodo:1437, Nodo:514
Vínculo rígido:320	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1419	Nodo:452
Vínculo rígido:321	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1424	Nodo:1428, Nodo:507
Vínculo rígido:322	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1423	Nodo:1433, Nodo:504
Vínculo rígido:323	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1421	Nodo:1441, Nodo:509
Vínculo rígido:324	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1420	Nodo:1445, Nodo:520
Vínculo rígido:325	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1418	Nodo:1449, Nodo:515
Vínculo rígido:326	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:453	Nodo:1597, Nodo:532, Nodo:815

- Raúl Montes Cánovas -

Vínculo rígido:327	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1429	Nodo:779
Vínculo rígido:328	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1427	Nodo:797
Vínculo rígido:329	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:456	Nodo:1598, Nodo:530, Nodo:812
Vínculo rígido:330	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1432	Nodo:776
Vínculo rígido:331	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1434	Nodo:794
Vínculo rígido:332	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:458	Nodo:1599, Nodo:528, Nodo:705, Nodo:822
Vínculo rígido:333	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1436	Nodo:786
Vínculo rígido:334	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1438	Nodo:804
Vínculo rígido:335	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:460	Nodo:1600, Nodo:526, Nodo:817
Vínculo rígido:336	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1440	Nodo:781
Vínculo rígido:337	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1442	Nodo:799
Vínculo rígido:338	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:462	Nodo:1601, Nodo:524, Nodo:828

- Raúl Montes Cánovas -

Vínculo rígido:339	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1444	Nodo:792
Vínculo rígido:340	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1446	Nodo:810
Vínculo rígido:341	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:464	Nodo:1603, Nodo:522, Nodo:823
Vínculo rígido:342	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1448	Nodo:787
Vínculo rígido:343	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1450	Nodo:805
Vínculo rígido:344	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1454	Nodo:1611, Nodo:859
Vínculo rígido:345	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1452	Nodo:1619, Nodo:895
Vínculo rígido:346	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:521	Nodo:1627, Nodo:534, Nodo:931
Vínculo rígido:347	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1455	Nodo:841
Vínculo rígido:348	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1453	Nodo:877
Vínculo rígido:349	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1451	Nodo:913
Vínculo rígido:350	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1459	Nodo:1609, Nodo:864

- Raúl Montes Cánovas -

Vínculo rígido:351	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1457	Nodo:1617, Nodo:900
Vínculo rígido:352	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:523	Nodo:1625, Nodo:536, Nodo:936
Vínculo rígido:353	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1460	Nodo:846
Vínculo rígido:354	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1458	Nodo:882
Vínculo rígido:355	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1456	Nodo:918
Vínculo rígido:356	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1464	Nodo:1608, Nodo:853
Vínculo rígido:357	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1462	Nodo:1616, Nodo:889
Vínculo rígido:358	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:525	Nodo:1624, Nodo:538, Nodo:925
Vínculo rígido:359	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1465	Nodo:835
Vínculo rígido:360	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1463	Nodo:871
Vínculo rígido:361	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1461	Nodo:907
Vínculo rígido:362	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1469	Nodo:1607, Nodo:714, Nodo:858

- Raúl Montes Cánovas -

Vínculo rígido:363	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1467	Nodo:1615, Nodo:721, Nodo:894
Vínculo rígido:364	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:527	Nodo:1623, Nodo:540, Nodo:730, Nodo:930
Vínculo rígido:365	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1470	Nodo:840
Vínculo rígido:366	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1468	Nodo:876
Vínculo rígido:367	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1466	Nodo:912
Vínculo rígido:368	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1474	Nodo:1606, Nodo:848
Vínculo rígido:369	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1472	Nodo:1614, Nodo:884
Vínculo rígido:370	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:529	Nodo:1622, Nodo:542, Nodo:920
Vínculo rígido:371	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1475	Nodo:830
Vínculo rígido:372	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1473	Nodo:866
Vínculo rígido:373	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1471	Nodo:902
Vínculo rígido:374	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1479	Nodo:1605, Nodo:851

- Raúl Montes Cánovas -

Vínculo rígido:375	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1477	Nodo:1613, Nodo:887
Vínculo rígido:376	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:531	Nodo:1621, Nodo:544, Nodo:923
Vínculo rígido:377	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1480	Nodo:833
Vínculo rígido:378	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1478	Nodo:869
Vínculo rígido:379	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1476	Nodo:905
Vínculo rígido:380	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1484	Nodo:1635, Nodo:967
Vínculo rígido:381	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1482	Nodo:1643, Nodo:1003
Vínculo rígido:382	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:533	Nodo:1651, Nodo:546, Nodo:1039
Vínculo rígido:383	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1485	Nodo:949
Vínculo rígido:384	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1483	Nodo:985
Vínculo rígido:385	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1481	Nodo:1021
Vínculo rígido:386	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1489	Nodo:1633, Nodo:972

- Raúl Montes Cánovas -

Vínculo rígido:387	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1487	Nodo:1641, Nodo:1008
Vínculo rígido:388	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:535	Nodo:1649, Nodo:548, Nodo:1044
Vínculo rígido:389	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1490	Nodo:954
Vínculo rígido:390	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1488	Nodo:990
Vínculo rígido:391	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1486	Nodo:1026
Vínculo rígido:392	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1494	Nodo:1632, Nodo:961
Vínculo rígido:393	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1492	Nodo:1640, Nodo:997
Vínculo rígido:394	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:537	Nodo:1648, Nodo:550, Nodo:1033
Vínculo rígido:395	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1495	Nodo:943
Vínculo rígido:396	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1493	Nodo:979
Vínculo rígido:397	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1491	Nodo:1015
Vínculo rígido:398	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1499	Nodo:1631, Nodo:737, Nodo:966

- Raúl Montes Cánovas -

Vínculo rígido:399	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1497	Nodo:1639, Nodo:746, Nodo:1002
Vínculo rígido:400	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:539	Nodo:1647, Nodo:552, Nodo:753, Nodo:1038
Vínculo rígido:401	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1500	Nodo:948
Vínculo rígido:402	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1498	Nodo:984
Vínculo rígido:403	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1496	Nodo:1020
Vínculo rígido:404	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1504	Nodo:1630, Nodo:956
Vínculo rígido:405	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1502	Nodo:1638, Nodo:992
Vínculo rígido:406	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:541	Nodo:1646, Nodo:554, Nodo:1028
Vínculo rígido:407	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1505	Nodo:938
Vínculo rígido:408	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1503	Nodo:974
Vínculo rígido:409	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1501	Nodo:1010
Vínculo rígido:410	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1509	Nodo:1629, Nodo:959

- Raúl Montes Cánovas -

Vínculo rígido:411	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1507	Nodo:1637, Nodo:995
Vínculo rígido:412	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:543	Nodo:1645, Nodo:556, Nodo:1031
Vínculo rígido:413	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1510	Nodo:941
Vínculo rígido:414	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1508	Nodo:977
Vínculo rígido:415	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1506	Nodo:1013
Vínculo rígido:416	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1512	Nodo:1659, Nodo:1075
Vínculo rígido:417	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:545	Nodo:1667, Nodo:567, Nodo:1111
Vínculo rígido:418	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1513	Nodo:1057
Vínculo rígido:419	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1511	Nodo:1093
Vínculo rígido:420	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1515	Nodo:1657, Nodo:1080
Vínculo rígido:421	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:547	Nodo:1665, Nodo:565, Nodo:1116
Vínculo rígido:422	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1516	Nodo:1062

- Raúl Montes Cánovas -

Vínculo rígido:423	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1514	Nodo:1098
Vínculo rígido:424	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1518	Nodo:1656, Nodo:1069
Vínculo rígido:425	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:549	Nodo:1664, Nodo:563, Nodo:1105
Vínculo rígido:426	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1519	Nodo:1051
Vínculo rígido:427	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1517	Nodo:1087
Vínculo rígido:428	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1521	Nodo:1655, Nodo:762, Nodo:1074
Vínculo rígido:429	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:551	Nodo:1663, Nodo:561, Nodo:769, Nodo:1110
Vínculo rígido:430	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1522	Nodo:1056
Vínculo rígido:431	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1520	Nodo:1092
Vínculo rígido:432	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1524	Nodo:1654, Nodo:1064
Vínculo rígido:433	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:553	Nodo:1662, Nodo:559, Nodo:1100
Vínculo rígido:434	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1525	Nodo:1046

- Raúl Montes Cánovas -

Vínculo rígido:435	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1523	Nodo:1082
Vínculo rígido:436	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1527	Nodo:1653, Nodo:1067
Vínculo rígido:437	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:555	Nodo:1661, Nodo:558, Nodo:1103
Vínculo rígido:438	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1528	Nodo:1049
Vínculo rígido:439	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1526	Nodo:1085
Vínculo rígido:440	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1529	Nodo:570
Vínculo rígido:441	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1530	Nodo:1121
Vínculo rígido:442	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:557	Nodo:1139
Vínculo rígido:443	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1532	Nodo:572, Nodo:1136
Vínculo rígido:444	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1531	Nodo:1118
Vínculo rígido:445	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1534	Nodo:573, Nodo:1146
Vínculo rígido:446	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:1533	Nodo:1128

- Raúl Montes Cánovas -

Vínculo rígido: 447	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo: 1536	Nodo: 575, Nodo: 1141
Vínculo rígido: 448	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo: 1535	Nodo: 1123
Vínculo rígido: 449	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo: 1538	Nodo: 577, Nodo: 1152
Vínculo rígido: 450	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo: 1537	Nodo: 1134
Vínculo rígido: 451	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo: 1540	Nodo: 579, Nodo: 1147
Vínculo rígido: 452	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo: 1539	Nodo: 1129
Vínculo rígido: 453	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo: 703	Nodo: 1596
Vínculo rígido: 454	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo: 707	Nodo: 1602
Vínculo rígido: 455	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo: 712	Nodo: 1604
Vínculo rígido: 456	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo: 716	Nodo: 1610
Vínculo rígido: 457	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo: 719	Nodo: 1612
Vínculo rígido: 458	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo: 723	Nodo: 1618

- Raúl Montes Cánovas -

Vínculo rígido: 459	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo: 728	Nodo: 1620
Vínculo rígido: 460	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo: 732	Nodo: 1626
Vínculo rígido: 461	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo: 735	Nodo: 1628
Vínculo rígido: 462	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo: 739	Nodo: 1634
Vínculo rígido: 463	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo: 744	Nodo: 1636
Vínculo rígido: 464	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo: 748	Nodo: 1642
Vínculo rígido: 465	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo: 751	Nodo: 1644
Vínculo rígido: 466	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo: 755	Nodo: 1650
Vínculo rígido: 467	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo: 760	Nodo: 1652
Vínculo rígido: 468	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo: 764	Nodo: 1658
Vínculo rígido: 469	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo: 767	Nodo: 1660
Vínculo rígido: 470	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo: 771	Nodo: 1666

RESULTADOS.

Nombre de la restricción	Fuerza de reacción		Pares de reacción	
	Magnitud	Componentes (Fx, Fy, Fz)	Magnitud	Componentes (Mx, My, Mz)
Restricción fija:20	7879,720 N	-383,753 N	1323,223 N m	-114,614 N m
		-175,519 N		1318,249 N m
		-7868,412 N		1,075 N m
Restricción fija:35	26317,683 N	6568,141 N	9665,893 N m	-108,033 N m
		26,679 N		-9665,289 N m
		-25484,883 N		-1,957 N m
Restricción fija:22	32792,085 N	7863,098 N	12607,834 N m	-131,618 N m
		-92,578 N		-12607,147 N m
		-31835,263 N		2,887 N m
Restricción fija:23	35539,589 N	11261,410 N	17402,115 N m	-127,465 N m
		-104,216 N		-17401,648 N m
		-33708,043 N		-0,167 N m
Restricción fija:24	35371,244 N	10684,366 N	16692,562 N m	-121,886 N m
		-100,525 N		-16692,117 N m
		-33718,824 N		-0,163 N m

- Raúl Montes Cánovas -

Restricción fija:25	34689,769 N	10269,788 N	15952,297 N m	-115,606 N m
		-96,406 N		-15951,879 N m
		-33134,608 N		-0,124 N m
Restricción fija:26	34553,547 N	10090,217 N	15610,133 N m	-108,628 N m
		-90,934 N		-15609,755 N m
		-33047,343 N		-0,030 N m
Restricción fija:6	34541,801 N	10115,250 N	15616,781 N m	-102,023 N m
		-85,517 N		-15616,448 N m
		-33027,419 N		0,031 N m
Restricción fija:32	34794,139 N	10305,700 N	15970,993 N m	-96,812 N m
		-81,990 N		-15970,700 N m
		-33232,784 N		0,130 N m
Restricción fija:33	35386,694 N	10731,002 N	16640,094 N m	-93,711 N m
		-81,598 N		-16639,830 N m
		-33720,277 N		0,112 N m
Restricción fija:34	35243,116 N	10074,043 N	15599,172 N m	-94,515 N m
		-97,706 N		-15598,886 N m
		-33772,494 N		-0,645 N m
Restricción fija:19		-224,571 N		-3839,946 N m

- Raúl Montes Cánovas -

	15907,489 N	-307,344 N	3869,120 N m	474,233 N m
		-15902,934 N		-1,776 N m
Restricción fija:18	18443,106 N	-192,999 N	5885,655 N m	-5866,612 N m
		-1200,121 N		473,071 N m
		-18403,006 N		0,897 N m
Restricción fija:21	536,989 N	-45,367 N	102,182 N m	-40,728 N m
		-34,028 N		93,608 N m
		-533,986 N		4,471 N m
Restricción fija:4	4239,622 N	115,648 N	248,006 N m	-60,566 N m
		-996,248 N		-240,247 N m
		-4119,285 N		10,953 N m
Restricción fija:3	1750,614 N	126,746 N	269,920 N m	-54,535 N m
		-799,357 N		-264,341 N m
		1552,293 N		2,530 N m
Restricción fija:2	958,509 N	129,125 N	269,649 N m	-24,034 N m
		-13,457 N		-268,570 N m
		-949,677 N		1,778 N m
Restricción fija:1	929,043 N	118,353 N	247,319 N m	-18,564 N m
		-11,146 N		-246,621 N m

- Raúl Montes Cánovas -

		-921,406 N		0,458 N m
Restricción fija:5	2013,084 N	115,846 N	241,840 N m	-21,576 N m
		-387,794 N		-240,874 N m
		-1971,979 N		0,800 N m
Restricción fija:31	521,719 N	114,038 N	238,388 N m	-21,021 N m
		-241,521 N		-237,453 N m
		-448,167 N		-1,779 N m
Restricción fija:30	917,780 N	115,773 N	242,375 N m	-6,453 N m
		-5,701 N		-242,286 N m
		-910,431 N		-1,249 N m
Restricción fija:29	1091,639 N	125,411 N	260,537 N m	-1,975 N m
		-106,277 N		-260,527 N m
		-1079,191 N		-1,076 N m
Restricción fija:28	1393,641 N	113,668 N	240,755 N m	-0,483 N m
		84,930 N		-240,669 N m
		-1386,399 N		-6,432 N m
Restricción fija:27	611,883 N	37,287 N	85,045 N m	6,033 N m
		9,207 N		-84,785 N m
		-610,676 N		-2,770 N m

- Raúl Montes Cánovas -

Restricción fija: 41	4343,200 N	-77,798 N	447,166 N m	334,547 N m
		279,274 N		296,708 N m
		-4333,514 N		-0,843 N m
Restricción fija: 40	6591,570 N	-70,109 N	1179,660 N m	1147,290 N m
		747,296 N		274,450 N m
		-6548,697 N		-0,426 N m
Restricción fija: 39	6761,004 N	-83,892 N	1820,855 N m	1800,345 N m
		1132,324 N		272,521 N m
		-6664,982 N		-0,126 N m
Restricción fija: 38	7587,880 N	-75,041 N	1941,651 N m	1924,872 N m
		1208,647 N		254,714 N m
		-7490,625 N		0,017 N m
Restricción fija: 37	6902,533 N	-80,928 N	2030,184 N m	2012,376 N m
		1267,807 N		268,307 N m
		-6784,621 N		-0,207 N m
Restricción fija: 36	8074,172 N	-62,737 N	2264,422 N m	2252,559 N m
		1408,697 N		231,484 N m
		-7950,087 N		0,048 N m
Restricción fija: 17	5722,344 N	-516,117 N		-121,685 N m

- Raúl Montes Cánovas -

		-158,722 N	1256,558 N	1250,652 N m	
		-5696,811 N	m	0,531 N m	
Restricción fija: 15	19330,982 N	-7394,633 N	6088,624 N	-153,342 N m	
		10,041 N		m	6086,692 N m
		-17860,744 N			0,032 N m
Restricción fija: 16	22204,544 N	-7325,279 N	4581,033 N	-142,582 N m	
		-81,546 N		m	4578,813 N m
		-20961,284 N			-0,823 N m
Restricción fija: 10	28044,033 N	-10362,470 N	6877,484 N	-144,539 N m	
		-99,975 N		m	6875,965 N m
		-26059,106 N			-0,136 N m
Restricción fija: 9	28176,017 N	-10478,161 N	7130,615 N	-143,484 N m	
		-100,329 N		m	7129,172 N m
		-26155,038 N			-0,013 N m
Restricción fija: 8	27617,162 N	-10291,443 N	7199,204 N	-142,181 N m	
		-100,164 N		m	7197,799 N m
		-25627,793 N			-0,028 N m
Restricción fija: 7	27418,043 N	-10237,867 N	7279,545 N	-140,776 N m	
		-100,012 N		m	7278,184 N m

- Raúl Montes Cánovas -

		-25434,723 N		-0,019 N m
--	--	--------------	--	------------

CONCLUSIONES.

Nombre		Mínimo	Máximo
Desplazamiento		0,000 m	0,0245259 m
Fuerzas	Fx	-8213,048 N	8213,048 N
	Fy	-21262,963 N	28757,464 N
	Fz	-5142,335 N	33772,494 N
Momentos	Mx	-24824,606 N m	28200,445 N m
	My	-1829,364 N m	1387,437 N m
	Mz	-875,886 N m	409,655 N m
Tensiones normales	Smax	-9,121 MPa	294,224 MPa
	Smin	-302,576 MPa	4,220 MPa
	Smax(Mx)	0,000 MPa	292,451 MPa
	Smin(Mx)	-292,451 MPa	-0,000 MPa
	Smax(My)	0,000 MPa	112,387 MPa
	Smin(My)	-112,387 MPa	-0,000 MPa
	Saxial	-9,384 MPa	4,943 MPa
Tensión de corte	Tx	-30,464 MPa	30,464 MPa
	Ty	-55,554 MPa	41,076 MPa

- Raúl Montes Cánovas -

Tensiones de torsión	T	-43,259 MPa	68,412 MPa
Nombre	Mínimo	Máximo	
Volumen	2,83725E+09 mm ³		
Masa	22272,4 kg		
Tensión de Von Mises	0,000612643 MPa	171,882 MPa	
Primera tensión principal	-64,5722 MPa	159,056 MPa	
Tercera tensión principal	-151,52 MPa	59,0767 MPa	
Desplazamiento	0 mm	24,5259 mm	
Coeficiente de seguridad	1,20432 su	15 su	
Tensión XX	-150,137 MPa	109,262 MPa	
Tensión XY	-48,8468 MPa	50,9481 MPa	
Tensión XZ	-50,0562 MPa	76,0367 MPa	
Tensión YY	-65,726 MPa	76,9544 MPa	
Tensión YZ	-26,4188 MPa	40,3443 MPa	
Tensión ZZ	-145,415 MPa	148,633 MPa	
Desplazamiento X	-1,22173 mm	11,6827 mm	
Desplazamiento Y	-0,570792 mm	1,43655 mm	
Desplazamiento Z	-0,0918719 mm	21,8606 mm	
Deformación equivalente	0,00000000321288 su	0,000675382 su	

BALANCE ENERGÉTICO



1. BALANCE ENERGÉTICO	160
1.1. LOCALIZACION.....	160
1.2. DATOS DE INSTALACION Y CUBIERTA.....	162
1.3. DATOS DE PRODUCCIÓN FOTOVOLTAICA.....	163
1.4. COBERTURA SOLAR.....	164
1.5. BALANCE AUTOCONSUMO	166
1.6. ESQUEMA DE FLUJOS DE ENERGÍA	169



1. BALANCE ENERGÉTICO

1.1.LOCALIZACION.

Inversor 1 100 kW	
Max.Tensión potencia	1000
Nº módulos serie	17
Nº ramas paralelo	9
Tensión Vpmp (V)	714
Tensión Voc (V)	846,94
Nº módulos serie	18
Nº ramas paralelo	2
Tensión Vpmp (V)	756
Tensión Voc (V)	896,76
Intensidad Isc (A)	153,67
Corriente Ipmp (A)	144,1

Tabla 2.1 Características inversor 1

Inversor 2 100 kW	
Max.Tensión potencia	1000
Nº módulos serie	17

Nº ramas paralelo	12
Tensión V _{pmp} (V)	714
Tensión Voc (V)	846,94
Intensidad I _{sc} (A)	167,64
Corriente I _{pmp} (A)	157,2

Tabla 2.2 Características inversor 2

Inversor 3 50 kW	
Max. Tensión potencia	1000
Nº módulos serie	17
Nº ramas paralelo	6
Tensión V _{pmp} (V)	714
Tensión Voc (V)	846,94
Intensidad I _{sc} (A)	83,82
Corriente I _{pmp} (A)	78,6

Tabla 2.3 Características inversor 3

Inversor 4 50 kW	
Max. Tensión potencia	1000
Nº módulos serie	18
Nº ramas paralelo	6

Tensión V _{pmp} (V)	756
Tensión Voc (V)	896,76
Intensidad Isc (A)	83,82
Corriente Ipmp (A)	78,6

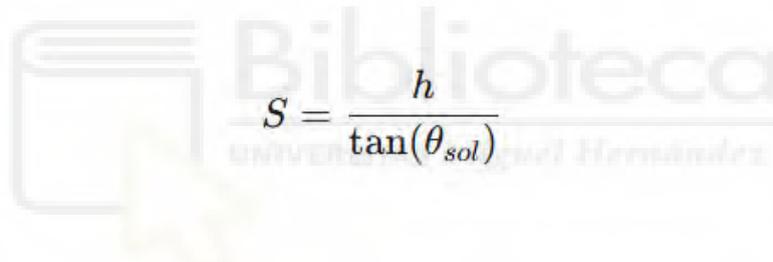
Tabla 2.4 Características inversor 4

1.2.DATOS DE INSTALACION Y CUBIERTA

Superficie disponible: 1.560m²

Inclinación módulos solares: 10° / 18° / 30°

Separación entre placas se establece en : 0.7m. Según la siguiente fórmula:



$$S = \frac{h}{\tan(\theta_{sol})}$$

Donde h es la altura del panel fotovoltaico y el ángulo θ_{sol} es el ángulo de elevación solar mínimo.

Potencia fotovoltaica propuesta: 300kW ,Potencia pico paneles: 331,65kWp

Acimut: El acimut ha sido calculado mediante el software PVGIS, el cual muestra un ángulo $\alpha = -4^\circ$.

Resultados de la simulación :	
Ángulo de pendiente [°]:	37 (opcional)
Ángulo acimut [°]:	-4 (opcional)
Producción anual de energía fotovoltaica [kWh]:	1633.15
Irradiación anual en el plano [kWh/m ²]:	2113
Variabilidad interanual [kWh]:	50.11
Cambios en la producción debido a :	
Ángulo de incidencia [%]:	-2.56
Efectos espectrales [%]:	0.5
Temperatura y baja irradiancia [%]:	-8.23
Pérdida total [%]:	-22.71

1.3.DATOS DE PRODUCCIÓN FOTOVOLTAICA

Mes	Excedentes	Consumo Fotovoltaica	Desviación del espectro estándar	Irradiación global sobre módulo	Energía generada FV
	kWh	kWh	kWh/m ²	kWh/m ²	kWh
Ene	0,00	19.842,00	-2,5138	12,72	19.842,00
Feb	0,00	24.345,00	-2,3808	15,61	24.345,00
Mar	0,00	35.818,00	-2,9329	22,96	35.818,00
Abr	0,00	46.921,00	-2,1629	30,08	46.921,00
Mayo	0,00	52.107,00	-3,0906	33,40	52.107,00
Jun	0,00	56.225,00	-1,5693	36,04	56.225,00
Jul	0,00	59.793,00	-1,0580	38,31	59.793,00
Ago	0,00	54.914,00	-0,9013	35,20	54.914,00
Sep	0,00	45.525,00	-1,0415	29,18	45.525,00
Oct	0,00	29.463,00	-1,9878	18,89	29.463,00
Nov	0,00	21.107,00	-2,1331	13,53	21.107,00
Dic	0,00	17.002,00	-1,3460	10,90	17.002,00
TOTAL		463.062,00	-23,12	296,82	463.062,00

Energía de la red Producción media mensual de electricidad

Irradiación Irradiación solar media mensual kWh/m2

Desviación Desviación estándar producción electricidad mensual

Inclinación 10° / 18° / 30°

Orientación Sureste

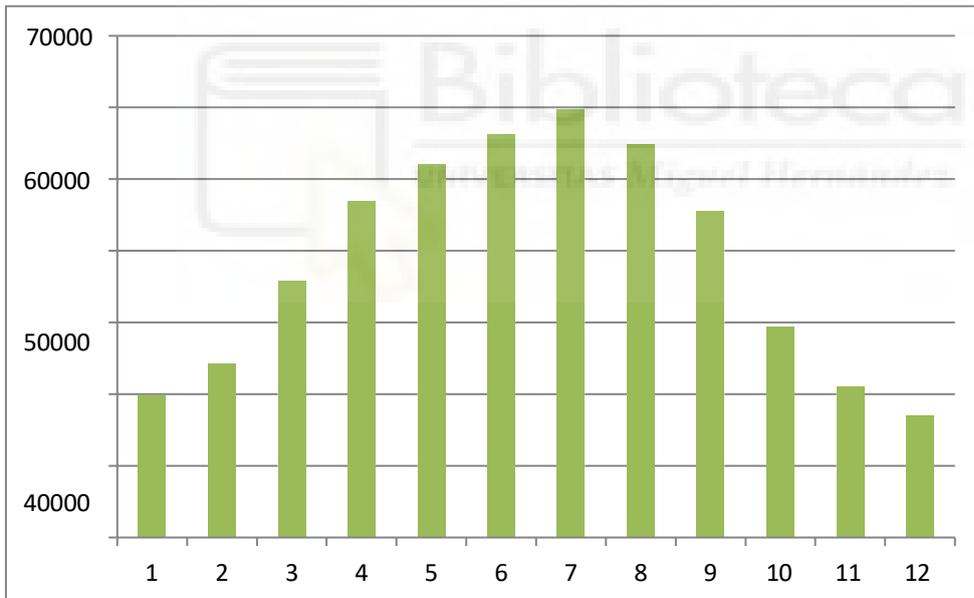


Imagen 1.8 Gráfico de producción total anual por meses (KWh)

En el eje x se muestran los meses del año, frente al eje y donde se encuentran los valores de consumo fotovoltaico en KWh.

1.4.COBERTURA SOLAR

Resultados de simulación se han llevado a cabo

Resultados Sistema completo Instalación FV	
Potencia generadora FV	331,65kWp
Rendimiento anual espec.	1.396,24kWh/kWp
Coeficiente de rendimiento de la instalación (PR)	77,73 %
Energía de generador FV (Red CA)	463.062 kWh/Año
Consumo propio	463.062 kWh/Año
Inyección en la red	0 kWh/Año
Proporción de consumo propio	100 %
Emisiones de CO ₂ evitadas	277,84 TCO ₂ /año
Consumidores	
Consumidores	1.575.779 kWh/Año
Consumo Standby (Inversor)	(Inversor) 92 kWh/Año
Consumo total	1.575.871 kWh/Año
Cubierto mediante energía fotovoltaica	463.062 kWh/Año
Cubierto mediante red	1.112.809 kWh/Año
Fracción de cobertura solar	29,38 %
Grado de autarquía	29,38 %

Imagen 1.9 Demanda cubierta mediante red y FV

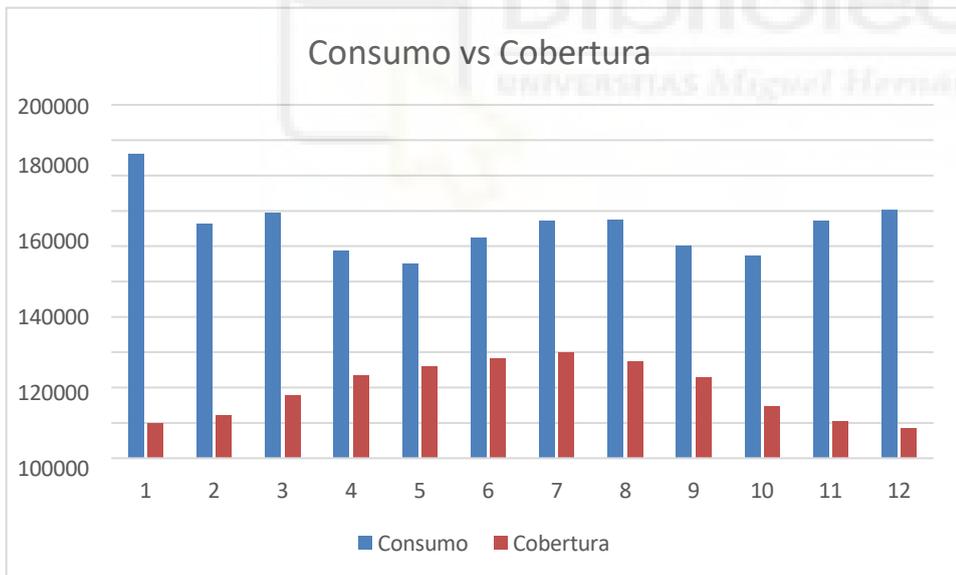
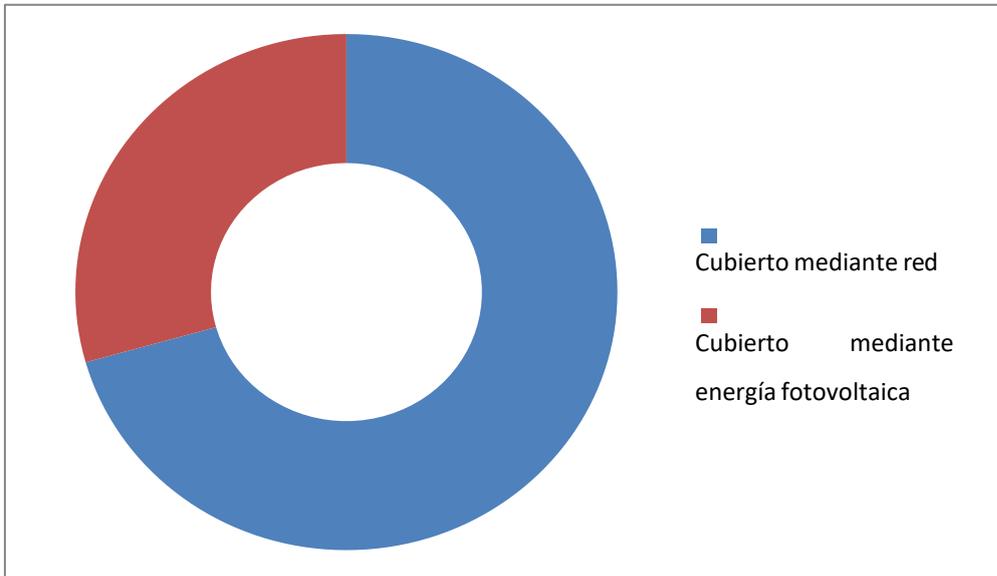


Imagen 2 Gráfico demanda cubierta mediante red y FV

En el eje x se muestran los meses del año, frente al eje y donde se encuentran los valores de consumo del edificio en kWh.

1.5.BALANCE AUTOCONSUMO

RESULTADOS SIMULACIÓN

Mes	Excedentes	Referencia red	Consumo	Consumo Fotovoltaica	Energía generada FV
	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
Ene	0,00	152595,00	172437,00	19842,00	19842,00
Feb	0,00	108612,00	132957,00	24345,00	24345,00
Mar	0,00	103287,00	139105,00	35818,00	35818,00
Abr	0,00	70853,00	117774,00	46921,00	46921,00
Mayo	0,00	58053,00	110160,00	52107,00	52107,00
Jun	0,00	68301,00	124526,00	56225,00	56225,00
Jul	0,00	74304,00	134097,00	59793,00	59793,00
Ago	0,00	80263,00	135177,00	54914,00	54914,00
Sep	0,00	74515,00	120040,00	45525,00	45525,00
Oct	0,00	85299,00	114762,00	29463,00	29463,00
Nov	0,00	113226,00	134333,00	21107,00	21107,00
Dic	0,00	123389,00	140391,00	17002,00	17002,00
TOTAL		1112697,00	1575759,00	463062,00	463062,00

En cuanto al retorno de la inversión de la instalación fotovoltaica se estima que en 6 años se recuperará la inversión y obtendremos un beneficio indirecto de la misma.

Para ello se ha estimado un precio del KWh medio en según datos oficiales que se recoge en la siguiente tabla:

Precio Luz	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
	0,1066	0,0899	0,0856	0,0997	0,117	0,1326	0,1463	0,1341	0,1362	0,1677	0,1765	0,1598

A continuación se establece el gasto que tendría la instalación sin la instalación fotovoltaica y con la instalación fotovoltaica según el consumo mensual del edificio que se recoge también en la tabla anterior.

En la siguiente tabla se puede observar el gasto mensual que tendríamos sin la instalación fotovoltaica y con la instalación fotovoltaica

Sin instalación:

Gasto Luz	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	total
	18381,7617	11952,8785	11907,3898	11742,0411	12888,7014	16512,0989	19618,3425	18127,2553	16349,46537	19245,62077	23709,6945	2716,9196	183152,17

Con instalación:

Gasto con FV	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	total
	16266,6045	9764,26303	8841,36895	7064,01743	6792,1824	9056,66394	10870,6266	10763,2879	10148,96037	14304,67567	19984,309	19717,6397	143574,6

Con la diferencia entre ambos gastos totales y dividido entre la inversión total nos da un tiempo de retorno de 6 años.

Ahorro anual	39577,57
inversion	240674
Inv/ahorro años	6

Balance energético:

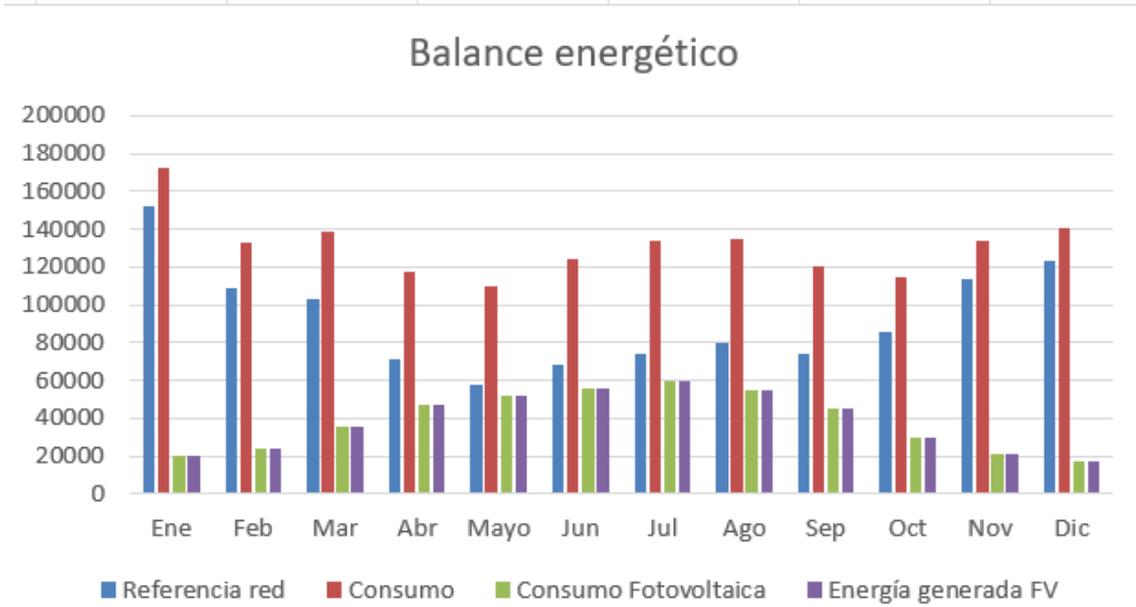


Imagen 2.1 Gráfico balance energético

En el eje x se muestran los meses del año, frente al eje y donde se encuentran los valores de los diferentes consumos y producciones en KWh

1.6.ESQUEMA DE FLUJOS DE ENERGÍA

A continuación, se muestra el flujo de energía anual de la Instalación Fotovoltaica de Autoconsumo proyectada:

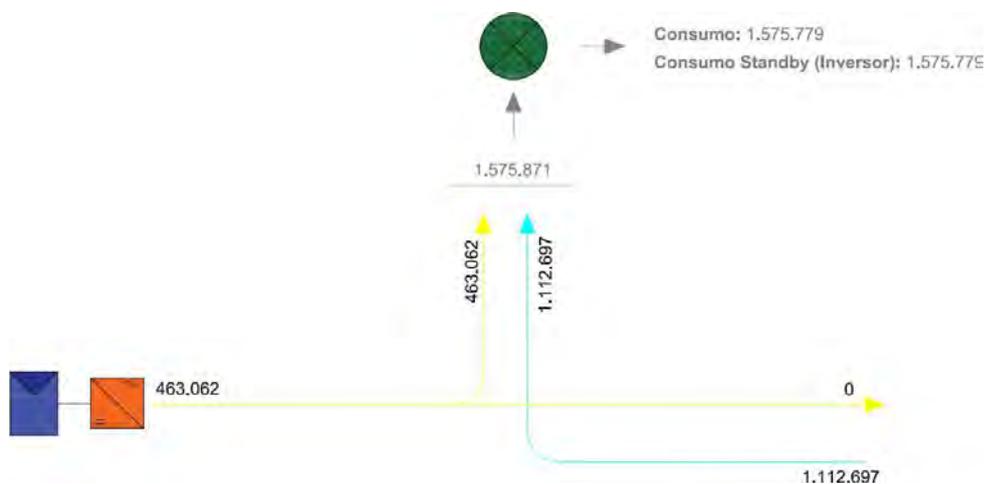


Imagen 2.2 Flujo de energía

ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD



1.	ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD	172
1.1.	OBJETO DEL ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD	172
1.2.	DATOS GENERALES DEL PROYECTO.....	172
1.3.	JUSTIFICACION ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD	172
2.	DATOS GENERALES DE OBRA	173
2.1.	DESCRIPCION DE LA OBRA	173
2.2.	INTERFERENCIAS CON SERVICIOS	173
2.3.	FASES/ACTIVIDADES PREVISTAS EN LA OBRA	174
2.4.	MAQUINARIA PREVISTA EN LA OBRA	174
2.5.	MEDIOS AUXILIARES PREVISTOS EN LA OBRA.....	175
3.	IDENTIFICACION Y ANALISIS DE LOS RIEGOS LABORALES	175
3.1.	ANALISIS DE LOS RIESGOS LABORALES CLASIFICADOS POR FASES/ACTIVIDADES DE OBRA.....	175
3.2.	ANALISIS DE LOS RIESGOS LABORALES CLASIFICADOS POR MAQUINARIA UTILIZADA EN OBRA.....	185
3.3.	ANALISIS DE LOS RIESGOS LABORALES CLASIFICADOS POR MEDIOS AUXILIARES UTILIZADOS EN OBRA.....	191

1. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

1.1. OBJETO DEL ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD

El presente Estudio Básico de Seguridad y Salud tiene por objeto servir de base para que las Empresas Contratistas y cualesquiera otras que participen en la ejecución de las obras a que hace referencia el proyecto en el que se encuentra incluido este Estudio Básico, las lleven a efecto en las condiciones que puedan alcanzarse respecto a garantizar el mantenimiento de la salud, la integridad física y la vida de los trabajadores de las mismas, cumpliendo así lo que prescribe el R.D. 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción, y el resto de la normativa complementaria y de aplicación.

1.2. DATOS GENERALES DEL PROYECTO

El presente Estudio de Seguridad y Salud se refiere al Proyecto de “INSTALACION SOLAR FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO DE 331,65 KW, SEGUN RD 244/2019, cuyos datos generales son:

MUNICIPIO MADRID

PRESUPUESTO DE EJECUCION POR CONTRATA 240.674,73 €

PLAZO DE EJECUCION 6 MESES

1.3. JUSTIFICACION ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD

El 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, establece en el apartado 2 del Artículo 4 que en los proyectos de obra no incluidos en los supuestos previstos en el apartado 1 del mismo Artículo, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un Estudio Básico de Seguridad y Salud.

Por lo tanto, hay que comprobar que se dan todos los supuestos siguientes:

- a) El Presupuesto de Ejecución por Contrata (PEC) es inferior a 450.000 €.
- b) Que la duración estimada sea superior a 30 días laborales, empleándose en algún

momento a mas de 20 trabajadores simultáneamente.

- c) Que el volumen de mano de obra estimada, entendiéndose por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, sea superior a 500.
- d) No es una obra de túneles, galerías, conducciones subterráneas o presas.

Como no se da ninguno de los supuestos previstos en el apartado 1 del Artículo 4 del R.D. 1627/1.997 se redacta el presente ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.

2. DATOS GENERALES DE OBRA

2.1. DESCRIPCION DE LA OBRA

La obra se ejecutará en el municipio de Madrid, concretamente en el calle Alcalá, 551.

La instalación solar fotovoltaica que se pretende construir, se desarrollará en la cubierta de un edificio de 4 plantas de altura. El acceso a la cubierta donde se realizará la obra, se realizará a través de escaleras existentes.

2.2. INTERFERENCIAS CON SERVICIOS

Las interferencias con servicios de todo tipo son causa frecuente de accidentes, por ello se considera muy importante detectar su existencia y localización, con el fin de poder evaluar y delimitar claramente los diversos riesgos.

Los servicios afectados de cuya existencia tengamos noticias serán correctamente ubicados y señalizados, desviándose los mismos, si ello es posible; pero en aquellas ocasiones en que sea necesario trabajar sin dejar de dar determinado servicio, se adoptarán otras medidas preventivas reflejadas en este estudio de seguridad y salud.

En la realización de las obras, no es necesario el corte del acceso de vehículos y de peatones al edificio, ya que la obra se desarrolla en una zona del edificio no expuesta al tráfico de peatones ni de vehículos. Para las instalaciones de enlace, conexión en cuadro de contador actual, etc., tampoco precisa el corte de los mismos.

Las interferencias detectadas son:

- Canalizaciones eléctricas.
- Canalizaciones de ventilación y climatización.

2.3. FASES/ACTIVIDADES PREVISTAS EN LA OBRA

A continuación, se indican las principales fases de obra:

- Actuaciones previas.

Se consideran las actuaciones previas al inicio de la obra, como las acometidas de electricidad y colocación de señales de obra, vallado de zonas, etc. También se incluye el replanteo de la obra y el acopio de materiales.

- Estructura metálica.

Se considera estructura metálica al montaje de la estructura prefabricada de acero, así como los elementos necesarios para la fijación de los paneles fotovoltaicos a la cubierta, como soportes, vigas, barras contraviento, etc.

- Instalación de paneles fotovoltaicos.

Se consideran como trabajos de instalación de paneles fotovoltaicos, a la fijación de los mismos a la estructura, así como a la conexión eléctrica de estos para el correcto funcionamiento de la instalación.

- Instalación eléctrica.

Se consideran trabajos de electricidad a la instalación de los circuitos, mecanismos, elementos de corte y seguridad necesarios para el correcto funcionamiento de la instalación.

2.4. MAQUINARIA PREVISTA EN LA OBRA

La maquinaria que se empleará en la ejecución de la obra, será la siguiente:

- Taladro portátil
- Sierra radial eléctrica fija y portátil

- Herramientas manuales

2.5. MEDIOS AUXILIARES PREVISTOS EN LA OBRA

Los medios auxiliares que se emplearán en la ejecución de la obra, serán los siguientes:

- Escaleras de mano homologadas.

3. IDENTIFICACION Y ANALISIS DE LOS RIEGOS LABORALES

Diariamente, al inicio de los trabajos, se revisarán todos los medios de protección colectiva, reparando o reponiendo los que se encuentren deteriorados. Así mismo, cuando se entreguen los equipos de protección individual a los trabajadores de la obra, se le entregarán también unas normas de actuación durante su estancia en la obra, indicando la obligatoriedad del uso de los EPI'S.

3.1. ANALISIS DE LOS RIESGOS LABORALES CLASIFICADOS POR FASES/ACTIVIDADES DE OBRA

La secuencia de trabajos será la siguiente:

Actuaciones previas > estructura metálica para fijación de los paneles > instalación paneles fotovoltaicos > instalación eléctrica.

A continuación, se identifican y analizan los riesgos por fases de obra:

Fase de obra: Actuaciones previas

Riesgos y causas:

Atropellos originados por maquinaria Vuelcos o deslizamientos de vehículos Caídas en el mismo nivel

Generación de polvo

Desplome del material acopiado Aplastamiento de articulaciones Sobreesfuerzos

Equipos de protección colectiva:

Señalización Vallado de la obra

Equipos de protección individual:

Guantes de uso general Botas de seguridad Casco homologado chaleco reflectante

Medidas preventivas:

Se realizará un reconocimiento del terreno comprobando que no existe ningún riesgo que no esté previsto en este estudio básico de seguridad y salud.

Se realizará el vallado y señalización de la obra.

Se observarán las instalaciones existentes para confirmar la existencia de instalaciones que puedan afectar a la instalación.

En cada fase de obra se colocarán las señales de obra necesarias, existiendo una coordinación entre ellas y la actividad a desarrollar.

Se comprobará que existen los siguientes documentos:

- Plan de seguridad y salud, aprobado y visado por el coordinador de seguridad y salud en fase de obra.
- Libro de incidencias, firmado y sellado por el coordinador y la empresa adjudicataria
- Comunicación de apertura del centro de trabajo
- Libro de subcontratación, habilitado por la autoridad laboral competente

Fase de obra: Estructura metálica para fijación de los paneles

Riesgos y causas:

Caídas al mismo o distinto nivel

Golpes o cortes con objetos o máquinas

Proyección de objetos

Ruido

Pisada sobre objetos punzantes

Caída de objetos o máquinas

Sobreesfuerzos trabajo de rodillas, agachado o doblado.

Contactos eléctricos directos por mala conservación de máquinas eléctricas.

Equipos de protección colectiva:

Utilizar maquinaria con marcado CE provistas de todos los elementos de seguridad necesarios. Iluminación adecuada

Señalización

Línea de vida se riesgo de caída a distinto nivel.

Equipos de protección individual:

Guantes de uso general Botas de seguridad Casco homologado

Gafas protectoras de ojos y cara Protecciones auditivas contra el ruido Cinturón portaherramientas

Cinturones de sujeción o anticaídas de altura Línea horizontal de seguridad

Traje impermeable material plástico sintético Guantes y manoplas de material aislante
Casco aislante

Ropa aislante

Botas de seguridad aislantes

Medidas preventivas:

Estará prohibido el conexionado de cables eléctricos a los cuadros de alimentación sin utilizar las clavijas macho-hembra.

Estará prohibido el trabajo en un nivel inferior al del tajo.

Fase de obra: Instalación de paneles fotovoltaicos

Riesgos y causas:

Piso resbaladizo

Corrientes de aire

Exposición a condiciones meteorológicas adversas como frío, calor intenso, exposición a la intemperie.

Caídas al mismo o distinto nivel Caída de objetos o máquinas

Golpes o cortes con objetos o máquinas Proyección de objetos

Pisada sobre objetos punzantes

Sobreesfuerzos trabajo de rodillas, agachado o doblado.

Contactos eléctricos directos por mala conservación de máquinas eléctricas.

Contactos eléctricos indirectos.

Equipos de protección colectiva:

Señalización

Línea de vida por riesgo de caída a distinto nivel.

Equipos de protección individual:

Guantes de uso general Botas de seguridad Casco homologado

Gafas protectoras de ojos y cara Protecciones auditivas contra el ruido Cinturón portaherramientas

Cinturones de sujeción o anticaídas de altura Línea horizontal de seguridad

Traje impermeable material plástico sintético Guantes y manoplas de material aislante

Casco aislante

Ropa aislante

Botas de seguridad aislantes

Medidas preventivas:

Como primera medida a ejecutar, se ejecutarán los petos y recercados de los huecos que existan.

El acceso a planos inclinados se hará por huecos en el suelo de dimensiones nunca inferiores a 50x70 cm, con escaleras de mano que sobrepasen en un metro la altura a salvar.

Los paneles se acopiarán repartidas por los faldones para evitar sobrecargas.

Se paralizarán todos los trabajos sobre cubiertas cuando existan vientos superiores a 60 km/h, lluvia, helada y nieve.

Estará prohibida la circulación bajo cargas suspendidas.

Los huecos del forjado horizontal, permanecerán señalizados y balizados. Además de lo anterior se comprobará que:

- Que los operarios tienen los EPIS correspondientes para la realización de las tareas, y que vienen definidos en el Plan de Seguridad y Salud.
- Que utilicen correctamente los EPIS, definidos anteriormente.
- Que el estado de anclaje de las líneas de vida está en servicio.
- Que se mantiene la limpieza y el orden en la obra.
- Que los operarios que realizan el trabajo son cualificados para esta tarea.
- Que en los bordes de los forjados se colocan líneas de vida.
- Que se paraliquen los trabajos con vientos superiores a 60 km/h (lluvia, heladas o nieve).
- Que no se acopia el material al borde del forjado.

- Que la iluminación en el tajo es la apropiada.
- Que no permanecen operarios en las zonas de circulación bajo cargas suspendidas.
- Que se guarda la distancia de seguridad con líneas eléctricas aéreas.
- Que en los trabajos en altura en los que no haya protección suficiente, los operarios llevan el arnés de seguridad para el que se habrán previsto puntos fijos de enganche en la estructura con la necesaria resistencia.

Fase de obra: Instalación eléctrica

Riesgos y causas:

Caídas al mismo ó distinto nivel

Golpes, cortes o atrapamientos con objetos ó maquinas Contactos eléctricos directos

Contactos eléctricos indirectos Cortocircuitos y arco eléctrico

Equipos de protección individual:

Guantes y manoplas de material aislante Casco aislante

Ropa aislante

Botas de seguridad aislantes

Medidas preventivas:

Trabajos sin tensión:

Antes de comenzar la aplicación del procedimiento para suprimir la tensión es necesario un paso previo: la identificación de la zona y de los elementos de la instalación donde se vaya realizar el trabajo. Esta identificación forma parte de la planificación del trabajo.

En instalaciones complejas, para evitar confusiones debidas a la multitud de equipos y redes existentes, se recomienda diseñar procedimientos por escrito, para llevar a cabo las operaciones destinadas a suprimir la tensión.

A continuación, se desarrollará el proceso en cinco etapas mediante el cual se suprime la tensión de la instalación donde se van a realizar los «trabajos sin tensión», conocido habitualmente como

«las cinco reglas de oro»:

1ª Desconectar.

2ª Prevenir cualquier posible realimentación.

3ª Verificar la ausencia de tensión.

4ª Poner a tierra y en cortocircuito.

5ª Proteger frente a elementos próximos en tensión, en su caso, y establecer una señalización de seguridad para delimitar la zona de trabajo.

Reposición de la tensión:

En general, para restablecer la tensión se seguirá el proceso inverso al empleado para suprimir la tensión:

1º Retirada, si las hubiera, de las protecciones adicionales y de la señalización que indica los límites de la zona de trabajo.

2º Retirada, si la hubiera, de la puesta a tierra y en cortocircuito, empezando por retirar las pinzas de los elementos más próximos y al final la pinza de la puesta a tierra.

3º Desbloqueo y/o la retirada de la señalización de los dispositivos de corte.

4º Cierre de los circuitos para reponer la tensión.

Es preciso extremar las precauciones antes de comenzar dichas etapas. En el transcurso de las citadas operaciones debe prestarse especial atención a los siguientes aspectos:

- Notificación previa a todos los trabajadores involucrados de que va a comenzar la reposición de la tensión.
- Comprobación de que todos los trabajadores han abandonado la zona, salvo los que

deban actuar en la reposición de la tensión.

- Asegurarse de que han sido retiradas la totalidad de las puestas a tierra y en cortocircuito.
- Informar, en su caso, al responsable de la instalación de que se va a realizar la conexión.
- Accionar los aparatos de maniobra correspondientes.

Trabajos con tensión:

Los trabajos en tensión deberán ser realizados por trabajadores cualificados, siguiendo un procedimiento previamente estudiado y, cuando su complejidad o novedad lo requiera, ensayado sin tensión, y que se ajuste a los requisitos indicados a continuación.

Los trabajos en lugares donde la comunicación sea difícil, por su orografía, confinamiento u otras circunstancias, deberán realizarse estando presentes, al menos, dos trabajadores con formación en materia de primeros auxilios.

Principales precauciones que deberán ser adoptadas:

- Mantener las manos protegidas mediante guantes aislantes adecuados.
- Realizar el trabajo sobre una alfombra o banqueta aislantes que, asimismo, aseguren un apoyo seguro y estable.
- Vestir ropa de trabajo sin cremalleras u otros elementos conductores.
- No portar pulseras, cadenas u otros elementos conductores.
- Usar herramientas aisladas, específicamente diseñadas para estos trabajos.
- Aislar, en la medida de lo posible, las partes activas y elementos metálicos en la zona de trabajo mediante protectores adecuados (fundas, capuchones, películas plásticas aislantes, etc.). Entre los equipos y materiales citados se encuentran:

- Los accesorios aislantes (pantallas, cubiertas, vainas, etc.) para el recubrimiento

de partes activas o masas.

- Los útiles aislantes o aislados (herramientas, pinzas, puntas de prueba, etc.).
- Las pértigas aislantes.
- Los dispositivos aislantes o aislados (banquetas, alfombras, plataformas de trabajo, etc.).
- Los equipos de protección individual frente a riesgos eléctricos (guantes, gafas, cascos, etc.).

Los equipos y materiales para la realización de trabajos en tensión se elegirán teniendo en cuenta:

- las características del trabajo y de los trabajadores
- la tensión de servicio, y se utilizarán, mantendrán y revisarán siguiendo las instrucciones de su fabricante.

Los trabajadores dispondrán de un apoyo sólido y estable, que les permita tener las manos libres, y de una iluminación que les permita realizar su trabajo en condiciones de visibilidades adecuadas. Los trabajadores no llevarán objetos conductores, tales como pulseras, relojes, cadenas o cierres de cremallera metálicos que puedan contactar accidentalmente con elementos en tensión.

La zona de trabajo deberá señalizarse y/o delimitarse adecuadamente, siempre que exista la posibilidad de que otros trabajadores o personas ajenas penetren en dicha zona y accedan a elementos en tensión, o puedan interferir en los trabajos, provocar distracciones, sobresaltos, etc.

En la realización de trabajos al aire libre se deberán tener en cuenta las posibles condiciones ambientales desfavorables, de forma que el trabajador quede protegido en todo momento. Los trabajos se prohibirán o suspenderán en caso de tormenta, lluvia o viento fuerte, nevadas, o cualquier otra condición ambiental desfavorable que dificulte la visibilidad, o la manipulación de las herramientas. Los trabajos en instalaciones interiores directamente conectadas a líneas aéreas eléctricas se interrumpirán en caso de tormenta.

La reposición de fusibles en instalaciones de baja tensión:

- No será necesario que la efectúe un trabajador cualificado, pudiendo realizarla un trabajador autorizado, cuando la maniobra del dispositivo portafusible conlleve la desconexión del fusible y el material de aquel ofrezca una protección completa contra los contactos directos y los efectos de un posible arco eléctrico,
- Se realizará mediante el uso del útil normalizado adecuado a cada tipo de fusible, queda prohibido expresamente el uso de alicates para tal cometido,
- Se procurará, en la medida de lo posible, realizar “sin carga” o con la menor carga posible, para

evitar la producción de arcos eléctricos.

Se recomienda, durante los trabajos en tensión, no hablar por teléfono, ni portar móviles que

pudieran “sorprender” al activarse, al trabajador durante la realización de los mismos.

De los EPI's necesarios durante los trabajos en tensión en baja tensión, destacan, los guantes dieléctricos, que deben cumplir una serie de requisitos:

a) Marcas obligatorias:

- Símbolo (doble triángulo)
- Nombre, marca registrada o identificación del fabricante
- Categoría, si procede
- Talla
- Clase
- Mes y año de fabricación
- Marca

b) Cada guante deberá llevar alguno de los siguientes sistemas:

Una banda rectangular, o una banda sobre la que puedan perforarse agujeros, o bien, otra marca cualquiera apropiada que permita conocer las fechas de puesta en servicio, verificaciones y controles periódicos.

c) Recomendaciones para la utilización de los guantes:

Para la correcta utilización de los guantes se tendrán presentes las indicaciones del fabricante. A título orientativo se pueden señalar las siguientes:

Almacenamiento

Los guantes se deben almacenar en su embalaje.

Se tendrá cuidado de que los guantes no se aplasten, ni doblen, ni se coloquen en las proximidades de radiadores u otras fuentes de calor artificial o se expongan directamente a los rayos del sol, a la luz artificial o a fuentes de ozono.

3.2. ANALISIS DE LOS RIESGOS LABORALES CLASIFICADOS POR MAQUINARIA UTILIZADA EN OBRA

CAMION GRUA

Riesgos y causas:

Accidentes en trayecto hacia el punto de trabajo Vuelco del camión-grúa.

Atrapamientos por útiles o transmisiones Caídas al subir o bajar a la zona de mandos.

Corrimientos de tierra inducidos en excavaciones próximas Aplastamiento por caída de carga suspendida

Contacto eléctrico de la pluma con líneas aéreas

Incendios por sobretensión

Quemaduras en trabajos de reparación o mantenimiento

Atropello de personas.

Desplome de la carga.

Golpes por la carga a paramentos.

Medidas preventivas:

Se prohíbe sobrepasar la carga máxima admisible fijada por el fabricante del camión en función de la extensión brazo-grúa.

Las rampas de acceso a los tajos no superarán la pendiente del 20% en prevención de atoramientos o vuelco.

Se prohíbe realizar suspensión de cargas de forma lateral cuando la superficie de apoyo del camión esté inclinada hacia el lado de la carga, en previsión de los accidentes por vuelco.

Se prohíbe arrastrar cargas con el camión-grúa.

Las cargas en suspensión, para evitar golpes y balanceos se guiarán mediante cabos de gobierno. Se prohíbe la permanencia de personas en torno al camión-grúa a distancias inferiores a 5 m.

Se prohíbe la permanencia bajo las cargas en suspensión.

Mantenga la máquina alejada de terrenos inseguros, propensos a hundimientos

Evite pasar el brazo de la grúa sobre el personal.

Suba y baje del camión-grúa por los lugares previstos para ello.

Asegure la inmovilización del brazo de la grúa antes de iniciar ningún desplazamiento.

No permita que nadie se encarama sobre la carga.

Limpie sus zapatos del barro o grava que pudieran tener antes de subir a la cabina. Si se resbalan los pedales durante una maniobra o durante la marcha, puede provocar accidentes.

No realice nunca arrastres de carga o tirones sesgados.

No intente sobrepasar la carga máxima autorizada para ser izada. Levante una sola carga.

Asegúrese de que la máquina está estabilizada antes de levantar cargas. Ponga en servicio los gastos estabilizadores totalmente extendidos, es la posición más segura.

No abandone la máquina con la carga suspendida.

No permita que haya operarios bajo las cargas suspendidas.

Evite el contacto con el brazo telescópico en servicio, puede sufrir atrapamientos. Antes de poner en servicio la máquina, compruebe todos los dispositivos de frenado. Utilice siempre las prendas de protección que se le indiquen en la obra.

El conductor tendrá prohibido dar marcha atrás sin la presencia y ayuda de un señalista, así como abandonar el camión con una carga suspendida.

Todos los ganchos de cuelgue, aparejos, balancines y eslingas o estribos dispondrán siempre de pestillos de seguridad.

El gruista tendrá siempre a la vista la carga suspendida y, si ello no fuera posible en alguna ocasión, todas sus maniobras estarán dirigidas por un señalista experto.

No se permitirá que persona alguna ajena al operador acceda a la cabina del camión o maneje sus mandos.

El camión grúa nunca deberá estacionar o circular a distancias inferiores a los dos metros del borde de excavaciones o de cortes del terreno.

SIERRA RADIAL ELECTRICA

Riesgos y causas:

Contactos eléctricos directos Anulación de protecciones Conexión mediante hilos desnudos Contactos térmicos

Cortes o amputaciones

Abrasiones

Ruido

Equipos de Protección individual:

Calzado de seguridad Protectores auditivos Gafas de seguridad Guantes de cuero

Mascarilla con filtro mecánico recambiable, contra las partículas de polvo

Medidas preventivas:

Antes de depositar el aparato en el suelo, desconectarlo y esperar a que se pare.

Apagar y desenchufar los equipos antes de realizar cualquier operación de mantenimiento, cambio de disco, etc.

Bajo ningún concepto se conectará ningún aparato eléctrico a la red mediante hilos desnudos.

Comprobar siempre el estado del disco a utilizar.

Cualquier tipo de anomalía en el aislamiento de la máquina será puesta en conocimiento de un responsable para su retirada.

Las labores de mantenimiento y reparación de la máquina, se llevarán a cabo siempre por personal experto.

No someter al disco a sobreesfuerzos laterales de torsión o aplicación de una presión excesiva. No usar aparatos eléctricos con las manos mojadas o sobre superficies húmedas.

No utilizar la máquina en posturas que obliguen a mantenerla por encima del nivel de los hombros, ya que, en caso de pérdida de control, las lesiones pueden afectar a la cara, pecho o extremidades superiores.

Prohibido dejar la sierra abandonada en el suelo. Prohibido usar discos deteriorados o rotos.

Usar siempre el disco adecuado al material que se va a cortar. Usar siempre en lugares ventilados.

Prohibido usar la radial sin los elementos de protección.

TALADRO PORTATIL

Riesgos y causas:

Contactos eléctricos directos

Anulación de protecciones

Conexión mediante hilos desnudos

Contactos térmicos

Cortes o golpes por objetos o herramienta Proyección de fragmentos o partículas Rotura de la broca

Equipos de Protección individual:

Calzado de seguridad Gafas de seguridad

Guantes de cuero

Medidas preventivas:

Comprobar el cable de conexión eléctrica, de forma que no existan empalmes, ni conexiones inadecuadas.

Se deberá desconectar el taladro de la red eléctrica, para sustituir la broca.

En caso de ser necesario orificios de mayor diámetro, se debe cambiar la broca por otra de mayor sección, nunca intentar aumentar el orificio con movimientos oscilatorios del taladro.

La reparación de los taladros, se realizará por personal especializado. No utilizar la broca de forma inclinada.

Para cambiar la broca, debe utilizarse la llave para tal fin. Utilizar la broca adecuada al material a taladrar.

Se comprobarán diariamente el buen estado de los taladros, retirando de la obra aquellos que ofrezcan deterioros que impliquen riesgos para los operarios.

HERRAMIENTAS MANUALES

Riesgos y causas:

Quemaduras físicas y químicas.

Proyecciones de objetos y/o fragmentos.

Ambiente pulvígeno.

Riesgo por impericia

Caída de las herramientas a distinto nivel

Caídas al mismo nivel por tropiezo

Caída de objetos y/o de máquinas.

Caídas de personas al mismo nivel.

Contactos eléctricos directos o indirectos.

Cuerpos extraños en ojos.

Golpes y/o cortes con objetos punzantes.

Ruido.

Equipos de Protección individual:

Casco homologado.

Protecciones auditivas y oculares, en caso necesario.

Guantes de cuero.

Calzado con puntera reforzada.

Cinturón de seguridad para trabajos en altura.

Medidas preventivas:

Las herramientas se utilizarán sólo en aquellas operaciones para las que han sido concebidas y se revisarán siempre antes de su empleo, desechándose cuando se detecten defectos en su estado de conservación. Se mantendrán siempre limpias de grasa u otras materias deslizantes y se colocarán siempre en los portaherramientas o estantes adecuados, evitándose su depósito desordenado o arbitrario o su abandono en cualquier sitio o por los suelos.

Todas las herramientas eléctricas, estarán dotadas de doble aislamiento de seguridad.

No se usará una herramienta eléctrica sin enchufe; si hubiera necesidad de emplear mangueras de extensión éstas se harán de la herramienta al enchufe y nunca a la inversa.

La desconexión de las herramientas, no se hará con un tirón brusco.

Estarán acopiadas en el almacén de obra, llevándolas al mismo una vez finalizado el trabajo, colocando las herramientas más pesadas en las baldas más próximas al suelo.

Los trabajos con estas herramientas se realizarán siempre en posición estable.

En su manejo se utilizarán guantes de cuero o de P.V.C. y botas de seguridad, así como casco y gafas anti proyecciones, en caso necesario.

3.3. ANALISIS DE LOS RIESGOS LABORALES CLASIFICADOS POR MEDIOS AUXILIARES UTILIZADOS EN OBRA

No se emplean plataformas elevadoras ni andamios.

INSTALACIONES DE SALUBRIDAD

En la obra está prevista una media de 4 trabajadores, por lo que no está prevista la instalación de caseta provisional para vestuario y retretes. Para estos menesteres, se usarán los vestuarios y servicios del propio edificio, previa aprobación del coordinador de seguridad y salud.

OBLIGACIONES DEL PROMOTOR

Antes del inicio de los trabajos, el promotor 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 del Coordinador en materia de Seguridad y Salud no eximirá al promotor de las 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 Real Decreto 1627/1.997 debiendo exponerse en la obra de forma visible y actualizándose si fuera necesario.

COORDINADOR EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD

La designación del Coordinador 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:

- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y seguridad.
- Coordinar las actividades de la obra para garantizar que las empresas y personal actuante apliquen de manera coherente y responsable los principios de 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 Real Decreto 1627/1.997.
- Aprobar el Plan de Seguridad y Salud elaborado por el contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo.
- Organizar la coordinación de actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- Adoptar las medidas necesarias para que solo las personas autorizadas puedan acceder a la obra.

La Dirección Facultativa asumirá estas funciones cuando no fuera necesaria la designación del Coordinador.

PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD

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 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 que 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. El Plan estará en la obra a disposición de la Dirección Facultativa.

OBLIGACIONES DE CONTRATISTAS Y SUBCONTRATISTAS

El contratista y subcontratistas estarán obligados a:

1. Aplicar los principios de acción preventiva que se recogen en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos laborales y en particular:

- El mantenimiento de la obra en buen estado de limpieza.
- La elección del emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo, teniendo en cuenta sus condiciones de acceso y la determinación de las vías o zonas de desplazamiento o circulación.

- La manipulación de distintos materiales y la utilización de medios auxiliares.
 - El mantenimiento, el 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.
 - La delimitación y acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de materiales, en particular si se trata de materias peligrosas.
 - El almacenamiento y evacuación de residuos y escombros.
 - La recogida de materiales peligrosos utilizados.
 - La adaptación del período de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
 - La cooperación entre todos los intervinientes en la obra.
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 Real Decreto 1627/1.997.
 4. Informar y proporcionar las instrucciones adecuadas a los trabajadores autónomos sobre todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiera a 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 y en lo relativo a las obligaciones que le correspondan directamente o, en su caso, a los trabajos 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 el Promotor no eximirán de sus responsabilidades a los contratistas y a los subcontratistas.

OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES AUTONOMOS

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:

- El mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza.
- El almacenamiento y evacuación de residuos y escombros.
- La recogida de materiales peligrosos utilizados.
- La adaptación del período de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
- La cooperación entre todos los intervinientes en la obra.
- Las interacciones o incompatibilidades con cualquier otro trabajo o actividad.

2. Cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Anexo IV del Real Decreto 1627/1.997.

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 su 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 Real Decreto 1215/1.997.

6. Elegir y utilizar equipos de protección individual en los términos previstos en el Real Decreto 773/1.997.

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.

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 por 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 veinticuatro horas 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.

PARALIZACION DE LOS TRABAJOS

Cuando el Coordinador y durante la ejecución de las obras, observase 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 de la paralización y a los representantes de los trabajadores.

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 su 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.



GESTIÓN DE RESIDUOS



1. GESTION DE RESIDUOS	200
1.1. PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS.....	200
1.2. DATOS DE LA OBRA.	200
1.2.1. ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE RCDs QUE SE GENERARÁN EN OBRA (Art. 4.1 a 1º).	200
1.2.1.1. ESTIMACIÓN DE CANTIDADES TOTALES.....	200
1.2.1.2. ESTIMACIÓN DE CANTIDADES POR TIPO DE RCDS.	200
1.2.2. MEDIDAS PARA LA PREVENCIÓN DE RESIDUOS EN LA OBRA OBJETO DEL PROYECTO (Art4.1 a 2º).....	202
1.2.3. OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, VALORIZACIÓN O ELIMINACIÓN A QUE SEDESTINARÁN LOS RCDs QUE SE GENERARÁN EN OBRA (Art 4.1 a 3º).....	203
1.2.4. MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE LOS RESIDUOS EN OBRA. (Art. 4.1 a 4º).....	203
1.2.5. ÁREA RESERVADA PARA LA GESTIÓN DE RCDs EN OBRA (Art. 4.1 a 5º). 204	
1.2.6. ÁREA RESERVADA PARA LA GESTIÓN DE RCDs EN OBRA (Art. 4.1 a 5º). 210	
1.2.7. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES EN RELACIÓN CON ELALMACENAMIENTO, MANEJO Y SEPARACIÓN DE LOS RCDs DENTRO DE LA OBRA (Art. 4.1 a 6º).	210

1. GESTION DE RESIDUOS

1.1. PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS.

Según Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, que regula la producción y gestión de los Residuos de Construcción y Demolición (RCDs). BOE n.38, 13 de febrero de 2008.

1.2. DATOS DE LA OBRA.

Tipo de obra: Suministro e Instalación de generadores fotovoltaicos en régimen de autoconsumo.

Emplazamiento: C. Alcalá, 551, 28027 Madrid

(1) Según las definiciones del RD 105/2008, el productor de residuos es la persona física o jurídica titular de la licencia urbanística en una obra de construcción o demolición. En aquellas obras que no precisen licencia urbanística, tendrá la consideración de productor de residuos la persona física o jurídica titular del bien inmueble objeto de una obra de construcción o demolición.

1.2.1. ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE RCDs QUE SE GENERARÁN EN OBRA (Art. 4.1 a 1º).

1.2.1.1. ESTIMACIÓN DE CANTIDADES TOTALES.

Estimación de residuos en OBRA REFORMA

Superficie Construida total 1.560 m² Volumen de residuos (S x 0,001):1,560 m³

Densidad tipo (entre 1,5 y 0,5 kg/m³) 0,5 kg/m³ Toneladas de residuos 0,78 Tn

Estimación de volumen de tierras procedentes de la excavación 0,00 m³

1.2.1.2. ESTIMACIÓN DE CANTIDADES POR TIPO DE RCDS.

Codificados según Listado Europeo de Residuos (LER) publicada por Orden MAM/304/2002 del Ministerio de Medio Ambiente de 8 de febrero, o sus modificaciones posteriores.

A2:RDCs Nivel II				
	%	Tn	d	V
Evaluación Teórica del peso por tipología del RCD	% del peso	Toneladas de cada tipo de RCD	Densidad tipo (entre 1,5 y 0,5)	m3 Volumen Residuos
RCD: Naturaleza no pétreo				
1. Asfalto	0,0000	0,00	0,50	0,00
2. Madera	0,0400	0,08	0,50	0,4
3. Metales	0,0900	0,02	0,60	0,12
4. Papel	0,0200	0,04	0,50	0,2
5. Plástico	0,0200	0,01	0,50	0,05
6. Vidrio	0,0080	0,01	0,70	0,07
7. Yeso	0,0000	0,00	0,75	0,00
TOTAL ESTIMACIÓN	0,178	0,16	4,05	0,78
RCD: Naturaleza pétreo				
1. Arena, grava y otros áridos	0,0000	0,00	0,70	0,00
2. Hormigón	0,0000	0,00	0,60	0,00
3. Ladrillos, azulejos y otros cerámicos	0,0000	0,00	0,50	0,00
4. Piedra	0,0000	0,00	1,00	0,00
TOTAL ESTIMACIÓN	0,0000	0,0000	2,8000	0,0000
RCD: Potencialmente peligrosos y otros				
1. Basuras	0,06	0,03	0,5	0,06

2. Potencialmente peligrosos y otros	0,044	0,00	0,5	0,00
TOTAL ESTIMACIÓN	0,06	0,03	1,0	0,06

Tabla 2.5 Residuos generados

Si algún valor supera los límites establecidos en RD 105/2008 ese residuo deberá separarse en obra para facilitar su valorización posterior. Los valores límite de separación según residuos considerados son los siguientes:

Hormigón 80Tn; Ladrillos, tejas y cerámicos 40Tn; Madera 1Tn; Vidrio 1Tn; Plástico 0.5Tn; Metales 2Tn; Papel y cartón 0.5Tn.

Se aprecia que NO será necesario efectuar una separación en obra de los residuos generados previo al traslado a planta de tratamiento.

1.2.2. MEDIDAS PARA LA PREVENCIÓN DE RESIDUOS EN LA OBRA OBJETO DEL PROYECTO (Art4.1 a 2º).

Las medidas de prevención de residuos en la obra que se tendrán en cuenta son las siguientes:

- a) Todos los agentes intervinientes en la obra deberán conocer sus obligaciones en relación con los residuos y cumplir las órdenes y normas dictadas por la Dirección Técnica.
- b) Se deberá optimizar la cantidad de materiales necesarios para la ejecución de la obra. Un exceso de materiales es origen de más residuos sobrantes de ejecución.
- c) Las arenas y las gravas se acopian sobre una base dura para reducir desperdicios.
- d) Se preverá el acopio de materiales fuera de zonas de tránsito de la obra, de forma que permanezcan bien embalados y protegidos hasta el momento de su utilización, con el fin de evitar la rotura y sus consiguientes residuos.
- e) Si se realiza la clasificación de los residuos habrá que disponer de los contenedores más adecuados para cada tipo de material sobrante. La separación selectiva se deberá llevar a cabo en el momento en que se originan los residuos. Si se mezclan, la separación posterior incrementa los costes de gestión.

- f) Los contenedores, sacos, depósitos y demás recipientes de almacenaje y transporte de los diversos residuos deberán estar debidamente etiquetados.
- g) Se dispondrá en obra de maquinaria para el machaqueo de residuos pétreos, con el fin de fabricar áridos reciclados.
- h) Se impedirá que los residuos líquidos y orgánicos se mezclen fácilmente con otros y los contaminen. Los residuos se deben depositar en los contenedores, sacos o depósitos adecuados.
- i) Se realizarán modificaciones de proyecto para favorecer la compensación de tierras o la reutilización de las mismas.

1.2.3. OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, VALORIZACIÓN O ELIMINACIÓN A QUE SE DESTINARÁN LOS RCDs QUE SE GENERARÁN EN OBRA (Art 4.1 a 3°).

OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN: Se reutilizarán elementos procedentes de los desmontados. En caso de producirse alguna excavación, se reutilizarán estas tierras.

1.2.4. MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE LOS RESIDUOS EN OBRA. (Art. 4.1 a 4°).

Al NO superarse los valores límites establecidos en el RD 105/2008, NO es obligatorio separar los RCDs in situ.

El poseedor de residuos (contratista) o un agente externo se encargará de la recogida y transporte para su posterior tratamiento en planta.

A pesar de lo anterior, el poseedor de RCDs (contratista) separará en obra los siguientes residuos, para lo cual se habilitarán los contenedores adecuados:

- Vidrio.
- Plástico.
- Papel y cartón.

1.2.5. ÁREA RESERVADA PARA LA GESTIÓN DE RCDs EN OBRA (Art. 4.1 a 5º).

La gestión de este espacio será tal que se garantice en todo momento la circulación.

A.1.: RCDs Nivel I		Tratamiento	Destino	Volumen V (m³)	Peso (Tn)
1. TIERRAS Y PÉTROS DE LA EXCAVACIÓN					
17 05 04	Tierras y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03	Sin tratamiento esp.	Restauración Vertedero	0.00	0.00
17 05 06	Lodos de drenaje distintos de los especificados en el código 17 05 06	Sin tratamiento esp.	Restauración Vertedero	0.00	0.00
17 05 08	Balasto de vías férreas distinto del especificado en el código 17 05 07	Sin tratamiento esp.	Restauración Vertedero	0.00	0.00
A.2.: RCDs Nivel II		Tratamiento	Destino	Volumen V (m³)	Peso (Tn)
RCD: Naturaleza no pétreo					
1. Asfalto					
17 03 02	Mezclas bituminosas distintas a las del código 17 03 01	Reciclado	Planta de reciclaje RCD	0.00	0.00
2. Madera					
X 17 02 01	Madera	Reciclado	Gestor autorizado RNPs	0,4	0,2
3. Metales					
17 04	Cobre, bronce, latón	Reciclado		0.00	0.00

- Raúl Montes Cánovas -

01					
17 04 02	Aluminio	Reciclado		0,00	0,0
17 04 03	Plomo			0,00	0,0
17 04 04	Zinc		Gestor autorizado RNP's	0,00	0,0
X 17 04 05	Hierro y Acero	Reciclado		0,00	0,0
17 04 06	Estaño			0,00	0,0
X 17 04 06	Metales mezclados	Reciclado		0,00	0,0
17 04 11	Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10	Reciclado		0,00	0,0
4. Papel					
X 20 01 01	Papel	Reciclado	Gestor autorizado RNP's	0,2	0,18
5. Plástico					
X 17 02 03	Plástico	Reciclado	Gestor autorizado RNP's	0,04	0,02
6. Vidrio					
17 02	Vidrio	Reciclado	Gestor autorizado	0,06	0,0

- Raúl Montes Cánovas -

02			RNPs		4
7. Yeso					
17 08 02	Materiales de construcción a partir de yeso distintos a los del código 17 08 01	Reciclado	Gestor autorizado RNPs	0,00	0,00
RCD: Naturaleza pétreo		Tratamiento	Destino	Volumen (m³)	Peso (Tn)
1. Arena, Grava y otros áridos					
01 04 08	Residuos de grava y rocas trituradas distintos de los mencionados en el código 01 04 07	Reciclado	Planta de reciclaje RCD	0,00	0,00
01 04 09	Residuos de arena y arcilla	Reciclado	Planta de reciclaje RCD	0,00	0,00
2. Hormigón					
17 01 01	Hormigón	Reciclado / Vertedero	Planta de reciclaje RCD	0,00	0,00
3. Ladrillos, azulejos y otros cerámicos					
17 01 02	Ladrillos	Reciclado	Planta de reciclaje RCD	0,00	0,00
17 01 03	Tejas y materiales cerámicos	Reciclado	Planta de reciclaje RCD	0,00	0,00
X 17 01 07	Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos distintas de las especificadas en el código 17 01 06.	Reciclado / Vertedero	Planta de reciclaje RCD	0,00	0,00
4. Piedra					
17 09 04	RDCs mezclados distintos a los de los códigos 17 09 01, 02 y 03	Reciclado			

- Raúl Montes Cánovas -

RCD: Potencialmente peligrosos y otros		Tratamiento	Destino	Volumen V (m ³)	Peso (Tn)	
1. Basuras						
X	20 02 01	Residuos biodegradables	Reciclado / Vertedero	Gestor autorizado RPs	0,000	0,0
X	20 03 01	Mezcla de residuos municipales	Reciclado / Vertedero	Planta de reciclaje RSU	0,00	0,0
2. Potencialmente peligrosos y otros						
X	17 01 06	Mezcla de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos con sustancias peligrosas (SP's)	Depósito Seguridad		0,00	0,0
	17 02 04	Madera, vidrio o plástico con sustancias peligrosas o contaminadas por ellas	Tratamiento Fco-Qco		0,00	0,0
	17 03 01	Mezclas bituminosas que contienen alquitrán de hulla	Depósito Tratamiento		0,00	0,0
	17 03 03	Alquitrán de hulla y productos alquitranados	Depósito Tratamiento		0,00	0,0
	17 04 09	Residuos metálicos contaminados con sustancias peligrosas	Tratamiento Fco-Qco		0,00	0,0
	17 04 10	Cables que contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla y otras SP's	Tratamiento Fco-Qco		0,00	0,0
	17 06 01	Materiales de aislamiento que contienen Amianto	Depósito Seguridad	Gestor autorizado RPs	0,00	0,0
	17 06 03	Otros materiales de aislamiento que contienen sustancias peligrosas	Depósito Seguridad		0,00	0,0

- Raúl Montes Cánovas -

17 06 05	Materiales de construcción que contienen Amianto	Depósito Seguridad		0.00	0.00
17 08 01	Materiales de construcción a partir de yeso contaminados con SP's	Tratamiento Fco-Qco		0.00	0.00
17 09 01	Residuos de construcción y demolición que contienen mercurio	Depósito Seguridad		0.00	0.00
17 09 02	Residuos de construcción y demolición que contienen Pubs	Depósito Seguridad		0.00	0.00
17 09 03	Otros residuos de construcción y demolición que contienen SP's	Depósito Seguridad		0.00	0.00
17 06 04	Materiales de aislamientos distintos de los 17 06 01 y 03	Reciclado	Gestor autorizado RNP's	0.00	0.00
17 05 03	Tierras y piedras que contienen SP's	Tratamiento Fco-Qco		0.00	0.00
17 05 05	Lodos de drenaje que contienen sustancias peligrosas	Tratamiento Fco-Qco		0.00	0.00
17 05 07	Balastro de vías férreas que contienen sustancias peligrosas	Depósito Tratamiento	/	0.00	0.00
15 02 02	Absorbentes contaminados (trapos,...)	Depósito Tratamiento	/	0.00	0.00
13 02 05	Aceites usados (minerales no clorados de motor,...)	Depósito Tratamiento	/	0.00	0.00
16 01 07	Filtros de aceite	Depósito Tratamiento	/	0.00	0.00
20 01 21	Tubos fluorescentes	Depósito Tratamiento	/	0.00	0.00

- Raúl Montes Cánovas -

16 06 04	Pilas alcalinas y salinas	Depósito Tratamiento	/	Gestor autorizado RPs	0.00	0.0
16 06 03	Pilas botón	Depósito Tratamiento	/		0.00	0.0
15 01 10	Envases vacíos de metal o plástico contaminado	Depósito Tratamiento	/		0.00	0.0
08 01 11	Sobrantes de pintura o barnices	Depósito Tratamiento	/		0.00	0.0
14 06 03	Sobrantes de disolventes no halogenados	Depósito Tratamiento	/		0.00	0.0
07 07 01	Sobrantes de desencofrantes	Depósito Tratamiento	/		0.00	0.0
15 01 11	Aerosoles vacíos	Depósito Tratamiento	/		0.00	0.0
16 06 01	Baterías de plomo	Depósito Tratamiento	/		0.00	0.0
13 07 03	Hidrocarburos con agua	Depósito Tratamiento	/		0.00	0.0
17 09 04	RDCs mezclados distintos códigos 17 09 01, 02 y 03	Depósito Tratamiento	/	Restauración Vertedero	0.00	0.0

Tabla 2.6 Gestión de residuos

Si algún valor supera los límites establecidos en RD 105/2008 ese residuo deberá separarse EN OBRA para facilitar su valorización posterior. Los valores límite de separación según residuos considerados son los siguientes:

Hormigón 80Tn; Ladrillos, tejas y cerámicos 40Tn; Madera 1Tn; Vidrio 1Tn; Plástico 0.5Tn; Metales 2Tn; Papel y cartón 0.5Tn.

Se aprecia que NO será necesario efectuar una separación en obra de los residuos generados previo al traslado a planta de tratamiento.

1.2.6. ÁREA RESERVADA PARA LA GESTIÓN DE RCDs EN OBRA (Art. 4.1 a 5º).

La gestión de este espacio será tal que se garantice en todo momento la circulación.

1.2.7. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES EN RELACIÓN CON EL ALMACENAMIENTO, MANEJO Y SEPARACIÓN DE LOS RCDs DENTRO DE LA OBRA (Art. 4.1 a 6º).

Para los derribos: se realizarán actuaciones previas tales como apeos, apuntalamientos, estructuras auxiliares, etc. para las partes peligrosas, tanto de la propia obra como de los edificios colindantes. Como norma general, se procurará actuar retirando los elementos contaminantes o peligrosos tan pronto como sea posible, si es posible antes de iniciar cualquier otra operación de demolición, así como los elementos a conservar o valiosos (cerámicos, mármoles, etc.).

Seguidamente se actuará desmontando aquellas partes accesibles de las instalaciones, carpintería y demás elementos que lo permitan. Por último, se procederá derribando el resto.

El depósito temporal de los escombros se realizará en contenedores metálicos específicos con la ubicación y condicionado que establezcan las ordenanzas municipales. En su defecto podrán utilizarse sacos industriales de volumen inferior a 1 m³. Dicho depósito en acopios también deberá estar en lugares debidamente señalizados y segregados del resto de residuos.

El depósito temporal para RCD valorizables (maderas, plásticos, chatarra, etc.) que se realice en contenedores o en acopios, se deberá señalar y segregar del resto de residuos de un modo adecuado.

Los contenedores deberán estar pintados en colores que destaquen su visibilidad, especialmente durante la noche, y contar con una banda de material reflectante de, al menos, 15 cm. a lo largo de todo su perímetro. En los mismos debe figurar la siguiente información del titular: razón social, CIF, teléfono del titular del contenedor o envase y

número de inscripción en el registro de transportistas de residuos. Dicha información también deberá quedar reflejada en los sacos industriales u otros elementos de contención, a través de adhesivos, placas, etc.

El responsable de la obra a la que presta servicio el contenedor adoptará las medidas necesarias para evitar el depósito de residuos ajenos a la misma. Los contenedores permanecerán cerrados o cubiertos, al menos, fuera del horario de trabajo, para evitar el depósito de residuos ajenos a las obras a la que prestan servicio.

En el equipo de obra se deberán establecer los medios humanos, técnicos y procedimientos de separación que se dedicarán a cada tipo de RCD.

Se deberán atender los criterios municipales establecidos (ordenanzas, condicionados de la licencia de obras), especialmente si obligan a la separación en origen de determinadas materias objeto de reciclaje o deposición. En este último caso el contratista se asegurará de realizar una evaluación económica de las condiciones en las que es viable esta operación y las posibilidades reales de llevarla a cabo: que la obra o construcción lo permita y que se disponga de plantas de reciclaje o gestores adecuados. La dirección facultativa será la responsable última de la decisión a tomar y de su justificación ante las autoridades locales o autonómicas pertinentes.

Al contratar la gestión de los RCD, hay que asegurarse que el destino final (planta de reciclaje, vertedero, cantera, incineradora, planta de reciclaje de plásticos, madera, etc.) tiene la autorización de la Consejería de Medio Ambiente y la inscripción en el registro correspondiente.

Asimismo, se realizará un estricto control documental: los transportistas y gestores de RCD deberán aportar justificantes impresos de cada retirada y entrega en destino final.

Para aquellos RCD (tierras, pétreos, etc.) que sean reutilizados en otras obras o proyectos de restauración, se deberá aportar evidencia documental de que ha sido así.

La gestión (tanto documental como operativa) de los residuos peligrosos que se generen en obra será conforme a la legislación nacional vigente y a los requisitos de las ordenanzas locales.

Asimismo, los residuos de carácter urbano generados en las obras (restos de comidas, envases, lodos de fosas sépticas...), serán gestionados acorde con los preceptos marcados por la legislación y autoridad municipales.

Para el caso de los residuos con amianto, se seguirán los pasos marcados por la Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos. Anexo 11. Lista de Residuos. En cualquier caso, siempre se cumplirán los preceptos dictados por el Real Decreto 108/1991, de 1 de febrero, sobre la prevención y reducción de la contaminación del medio ambiente producida por el amianto. Art. 7., así como la legislación laboral de aplicación.

Los restos de lavado de canaletas/cubas de hormigón, serán tratados como residuos “escombros”.

Se evitará en todo momento la contaminación con productos tóxicos o peligrosos de los plásticos restos de madera para su adecuada segregación, así como la contaminación de los acopios o contenedores de escombros con componentes peligrosos.

Las tierras superficiales que puedan tener un uso posterior para jardinería o recuperación de suelos degradados serán retiradas y almacenadas durante el menor tiempo posible, en caballones de altura no superior a 2 metros. Se evitará la humedad excesiva, la manipulación, y la contaminación con otros materiales.

PLIEGO DE CONDICIONES



1. PLIEGO DE CONDICIONES.....	215
1.1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN.....	215
1.2. EJECUCIÓN DEL TRABAJO.....	215
1.2.1. GENERALIDADES.....	215
1.2.2. MÓDULO FOTOVOLTAICO.....	216
1.2.3. ESTRUCTURA SOPORTE.....	217
1.2.4. INVERSORES.....	218
1.2.5. DISEÑO DEL SISTEMA DE MONITORIZACIÓN.....	220
1.2.6. CABLEADO.....	220
1.2.7. CONEXIÓN A RED.....	221
1.2.8. MEDIDAS.....	221
1.2.9. PROTECCIONES.....	221
1.2.10. PUESTA A TIERRA DE LAS INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS. 222	
1.2.11. ARMÓNICOS Y COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA.....	222
1.2.12. TRANSPORTE Y ACOPIO A PIE DE OBRA.....	222
1.2.13. RECEPCIÓN Y PRUEBAS.....	223
1.2.14. CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN.....	224
1.2.15. LIBRO DE ÓRDENES.....	224

1. ANEXO PLIEGO DE CONDICIONES

1.1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Este pliego de condiciones determina las condiciones mínimas aceptables para la ejecución de las obras de montaje de una instalación fotovoltaica para autoconsumo, especificadas en el correspondiente proyecto.

Estas obras se refieren al suministro e instalación de los materiales necesarios en la construcción de la de una planta generadora de energía solar fotovoltaica.

Los pliegos de Condiciones particulares podrán modificar las presentes prescripciones.

1.2. EJECUCIÓN DEL TRABAJO

Corresponde al contratista la responsabilidad en la ejecución de los trabajos que deberán realizarse conforme a la reglamentación existente.

1.2.1. GENERALIDADES

Como principio general se ha de asegurar, como mínimo, un grado de aislamiento eléctrico de tipo Clase II en lo que afecta tanto a equipos (módulos e inversores), como a materiales (conductores, cajas y armarios de conexión).

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

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

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

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

Se incluirán todos los elementos necesarios de seguridad y protecciones de las personas y de la instalación fotovoltaica, asegurando la protección frente a contactos directos e indirectos, cortocircuitos, sobrecargas, así como otros elementos y protecciones que resulten de la aplicación de la legislación vigente.

1.2.2. MÓDULO FOTOVOLTAICO

Todos los módulos fotovoltaicos deberán satisfacer las especificaciones UNE-EN 61215 para módulos de Silicio Cristalino, o UNE- EN 61646 para módulos fotovoltaicos de capa delgada, así como estar cualificados por algún laboratorio de reconocido prestigio, lo que se acreditará mediante la presentación del certificado oficial correspondiente.

El módulo llevará de forma claramente visible e indeleble el modelo y nombre o logotipo del fabricante, así como una identificación individual o número de serie trazable a la fecha de fabricación. Los módulos deberán llevar diodos de derivación para evitar las posibles averías de la célula y sus circuitos por sombreados parciales y tener un grado de protección IP65.

Los marcos laterales, si existen, serán de aluminio o acero inoxidable.

Para que un módulo resulte aceptable, su potencia y corriente de cortocircuito reales referidas a condiciones estándar deberán estar comprendidas en el margen de $\pm 5\%$ de las correspondientes a sus valores nominales de catálogo.

La estructura que soporta el módulo fotovoltaico se conectará a tierra.

El diseño debe garantizar totalmente la compatibilidad entre los diferentes modelos de módulos que componen la instalación y la ausencia de efectos negativos en la instalación por dicha causa, además los distintos modelos se conectarán en ramas del inversor diferentes.

En aquellos casos excepcionales en la que se utilicen módulos no cualificados, deberá justificarse debidamente y aportar documentación sobre las pruebas y ensayos a los que han sido sometidos en laboratorios homologados a los ensayos necesarios para satisfacer la norma UNE-EN 61215 para módulos de Silicio Cristalino, o UNE- EN 61646.

1.2.3. ESTRUCTURA SOPORTE

La estructura soporte ha de resistir, con los módulos instalados, las sobrecargas del viento, la nieve y uso, de acuerdo con lo indicado en el CTE Código Técnico de la Edificación (RD 314/2006).

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

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

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

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

La tortillería será realizada en acero inoxidable, cumpliendo la norma MV-106. En el caso de ser la estructura galvanizada se admitirán tornillos galvanizados, exceptuando la sujeción de los módulos a la misma que serán de acero inoxidable.

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

En el caso de instalaciones integradas en cubierta que hagan las veces de la cubierta del edificio, el diseño de la estructura la estanqueidad entre módulos se ajustará a las exigencias de la Normas Básicas de la Edificación y a las técnicas usuales en la construcción de cubiertas. Se dispondrán las estructuras soporte necesarias para montar los módulos, tanto sobre superficie plana (terraza) como integrados sobre tejado, cumpliendo los requisitos del PCT IDAE, sobre sombras.

La estructura será calculada según la norma MV-103 para soportar cargas extremas debidas a factores climatológicos adversos, tales como viento, nieve, etc.

Si está construido con perfiles de acero laminado conformado en frío, cumplirá la norma MV- 102 para garantizar todas sus características mecánicas y de composición química.

Si de tipo galvanizado en caliente, cumplirá la norma y UNE-EN ISO 1461:2010, con espesor mínimo de 80 micras para eliminar las necesidades de mantenimiento y prolongar su vida útil.

1.2.4. INVERSORES

Serán del tipo adecuado para la conexión a la red eléctrica, trifásico a 400V, con una potencia de entrada variable para que sean capaces de extraer en todo momento la máxima potencia que el generador fotovoltaico puede proporcionar a lo largo del día.

Las características básicas de los inversores serán las siguientes:

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

Los inversores cumplirán con las directivas comunitarias de Seguridad Eléctrica y Compatibilidad Electromagnética (ambas certificadas por el fabricante), incorporando protecciones frente a:

- Cortocircuitos en alterna.
- Tensión de red fuera de rango.
- Sobretensiones, mediante varistores o similares.
- Perturbaciones presentes en la red como micro cortes, pulsos, defectos de ciclos, ausencia y retorno de red, etc.

Cada inversor dispondrá de las señalizaciones necesarias para su correcta operación, e incorporará los controles automáticos imprescindibles que aseguren su adecuada supervisión y manejo.

Cada inversor incorporará, al menos, los controles manuales siguientes: Encendido y apagado general del inversor.

Conexión y desconexión del inversor a la interfaz CA. Podrá ser externo al inversor.

Las características eléctricas de los inversores serán las siguientes:

El inversor seguirá entregando potencia a la red de forma continuada en condiciones de irradiancia solar un 10% superior a la CEM (Condiciones Estándar de Medida). Además, soportará picos de magnitud un 30 % superior a las CEM durante períodos de hasta 10 segundos.

Los valores de eficiencia al 25% y 100% de la potencia de salida nominal deberán ser superiores al 85% y 88% respectivamente (valores medidos incluyendo el transformador de salida si lo hubiere) para inversores de potencia inferior a 5 kW, y del 90,5 al 92% para inversores mayores de 5 kW.

El autoconsumo del inversor en modo nocturno ha de ser inferior al 0,5% de su potencia nominal.

El factor de potencia de la potencia generada deberá ser superior a 0,95 entre el 25% y el 100 % de la potencia nominal.

A partir de potencias superiores al 10% de su potencia, el inversor deberá inyectar a la red.

Los inversores tendrán un grado de protección mínima IP 20 para inversores en el interior de edificios y lugares inaccesibles, IP30 para inversores en el interior de edificios y lugares accesibles, y de IP65 para inversores instalados a la intemperie. En cualquier caso, se cumplirá la legislación vigente.

Los inversores estarán garantizados para operación en las siguientes condiciones ambientales: entre 0° C y 40 ° C de temperatura y entre 0% y 85 % de humedad.

1.2.5. DISEÑO DEL SISTEMA DE MONITORIZACIÓN

El sistema de monitorización proporcionará medidas, como mínimo, de las siguientes variables:

- Voltaje y corriente CC a la entrada del inversor.
- Voltaje de fase/s en la red, potencia total de salida del inversor.
- Potencia activa de salida del inversor.
- Potencia reactiva de salida del inversor para instalaciones mayores de 5 kWp.
- Energía auto consumida.

La monitorización dispondrá de un sistema de alarma que alerte mediante correo electrónico de posibles fallos de la instalación.

1.2.6. CABLEADO.

De acuerdo con recomendaciones del pliego de condiciones técnicas del IDAE, el cableado cumplirá los puntos siguientes:

- Los conductores serán de cobre y tendrán la sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos. Concretamente, para cualquier condición de trabajo, los conductores de la parte de CC tendrán la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior del 1,5 % y los de la parte de CA para que la caída de tensión sea inferior del 2%, teniendo en ambos casos como referencia las tensiones correspondientes a cajas de conexiones.
- Se incluirá toda la longitud de cable CC y CA. Deberá tener la longitud necesaria para no generar esfuerzos en los diversos elementos ni posibilidad de engancho por el tránsito normal de personas.
- Todo el cableado de continua será de doble aislamiento y adecuado para su uso en intemperie, al aire o enterrado, de acuerdo con la norma UNE 21123.

1.2.7. CONEXIÓN A RED.

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1699/2011 sobre conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.

1.2.8. MEDIDAS

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.

1.2.9. PROTECCIONES

El sistema de protecciones cumplirá las exigencias previstas en la reglamentación vigente, según el artículo 14 Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, incluyendo lo siguiente:

- Interruptor general manual, que será un interruptor magnetotérmico con intensidad de cortocircuito superior a la indicada por la empresa distribuidora en el punto de conexión. Este interruptor será accesible a la empresa distribuidora en todo momento, con objeto de realizar la desconexión manual. 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.
- Interruptor automático diferencial, con el fin de proteger a las personas en el caso de derivación de algún elemento de la parte de continua de la instalación.
- Interruptor automático de la interconexión, para la desconexión-conexión automática de la instalación fotovoltaica en caso de pérdida 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.
- Protecciones de la conexión máxima y mínima frecuencia (50,5 Hz y 48 Hz con una temporización máxima de 0.5 y de 3 segundos respectivamente) y máxima y mínima

tensión entre fases (1,15 Un y 0,85 Un). 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.

1.2.10. PUESTA A TIERRA DE LAS INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS.

De acuerdo al artículo 15 del RD 1699/2011, de 18 de noviembre, la puesta a tierra de las instalaciones fotovoltaicas 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 de baja tensión y las instalaciones fotovoltaicas, bien sea por medio de un transformador de aislamiento o cualquier otro medio que cumpla las mismas funciones, con base en el desarrollo tecnológico.

Las masas de la instalación fotovoltaica estarán conectadas a una tierra independiente de la del neutro de la empresa distribuidora de acuerdo con el Reglamento electrotécnico para baja tensión, así como de las masas del resto del suministro.

1.2.11. ARMÓNICOS Y COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA

Los niveles de emisión e inmunidad deberán cumplir con la reglamentación vigente, incluyéndose la documentación mencionada en el del RD 1699/2011 los certificados que así lo acrediten, esta función la asegura el inversor.

1.2.12. TRANSPORTE Y ACOPIO A PIE DE OBRA

Los materiales no serán arrastrados ni golpeados.

Los materiales se transportarán en góndola por carretera hasta el almacén de obra y desde este punto con carros especiales o elementos apropiados hasta el pie de obra.

Se tendrá especial cuidado con los módulos fotovoltaicos y los inversores, ya que un golpe puede romperlos.

El contratista tomará nota de los materiales recibidos dando cuenta al director de obra de las anomalías que se produzcan.

1.2.13. RECEPCIÓN Y PRUEBAS

El instalador entregará al usuario un documento-albarán en el que conste el suministro de los componentes, materiales y manuales de uso y mantenimiento de la instalación. Este documento será firmado por duplicado por ambas partes, conservando cada una un ejemplar. Los manuales entregados al usuario estarán en alguna de las lenguas oficiales españolas para facilitar su correcta interpretación.

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

Las pruebas a realizar por el instalador serán como mínimo las siguientes:

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

Concluidas las pruebas y la puesta en marcha se pasarán a la fase de la Recepción Provisional de la Instalación. No obstante, el Acta de Recepción Provisional no se firmará hasta haber comprobado que todos los sistemas y elementos que forman parte del suministro han funcionado correctamente durante un mínimo de 120 horas seguidas, sin interrupciones o paradas causadas por fallos o errores del sistema suministrado, y además se hayan cumplido los siguientes requisitos:

- Entrega de toda la documentación.
- Retirada de obra de todo el material sobrante.

- Limpieza de las zonas ocupadas, con transporte de todos los desechos a vertedero.
- Durante este período el suministrador será el único responsable de la operación de los sistemas suministrados, si bien deberá adiestrar al personal de operación.
- Todos los elementos suministrados, así como la instalación en su conjunto, estarán protegidos frente a defectos de fabricación, instalación o diseño por una garantía de tres años.
- No obstante, el instalador quedará obligado a la reparación de los fallos de funcionamiento que se puedan producir si se aprecia que su origen de defectos ocultos de diseño, construcción, materiales o montaje, comprometiéndose a subsanarlos sin cargo alguno. En cualquier caso, deberá atenerse a lo establecido en la legislación vigente en cuanto a vicios ocultos.

1.2.14. CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN

Se adjuntarán, para la tramitación de este proyecto ante los organismos públicos competentes, las documentaciones indicadas a continuación:

- Autorización administrativa de la obra.
- Proyecto firmado por un técnico competente.
- Certificado de tensión de paso y contacto, emitido por una empresa homologada.
- Certificación de fin de obra.
- Contrato de mantenimiento.
- Conformidad por parte de la compañía suministradora.

1.2.15. LIBRO DE ÓRDENES

Se dispondrá en este centro de un libro de órdenes, en el que se registrarán todas las incidencias surgidas durante la vida útil del citado centro, incluyendo cada visita, revisión, etc.

Normas complementarias

Además del contenido del presente Pliego de Condiciones y en todo lo que se contradiga con él, deberán ser tenidas en cuenta las siguientes normas:

- Ley 54/1997 de 27 de noviembre del sector eléctrico.
- RD 900/2015, de 9 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo.
- Decreto 842/2002 de 2 de Agosto por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- Real Decreto 1699/2011 de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- Real Decreto 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.
- Orden ETU/1976/2016, de 23 de diciembre, por la que se establecen los peajes de acceso de energía eléctrica para 2017
- Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- Código Técnico de la Edificación (RD 314/2006)
- Especificaciones técnicas específicas de la compañía eléctrica distribuidora.
- Reglamento de Seguridad en el Trabajo y posteriores disposiciones a esta Memoria
- Todas las recogidas en el documento memoria.

PRESUPUESTO



1. PRESUPUESTO

1.1.- PANELES FOTOVOLTAICOS

1.1.1.- Módulos Fotovoltaicos 550W

1.1.1.1 Ud Módulos fotovoltaicos monocristalinos marca Yingli Solar, modelo YL550D-49e 1/2 de potencia nominal 550Wp. Dimensiones: 2279 mm x 1134 mm x 30 mm; potencia pico garantizada de 0/+5W. Rendimiento del módulo de 21,3 % o superior. Tipo de célula: Célula monocristalina, conexiones: IP67 con 3 diodos bypass.

Total Ud :	603,00	191,50	115.474,50
------------	--------	--------	------------

Total subcapítulo N° 1.1 PANELES FOTOVOLTAICOS: 115.474,50

1.2.- INVERSORES

1.2.1. Ud Inversor de la marca FRONIUS referencia TAURO ECO 100-3-D de 100kVA de potencia nominal, trifásico 230/400V. Incluido todos los elementos necesarios para su correcto montaje y funcionamiento según planos y normativa vigente aplicable. Incluido suministro, transporte, montaje, conexionado al resto del sistema fotovoltaico y puesta en funcionamiento por el SAT Oficial del fabricante y p/p de legalización de la instalación, ayudas de albañilería y medios auxiliares, según especificaciones de proyecto, y Normativa vigente.

Total Ud :	2,00	7.662,00	15.324,00
------------	------	----------	-----------

1.2.2. Ud Inversor de la marca FRONIUS referencia TAURO ECO 50-3-D de 50kVA de potencia nominal, trifásico 230/400V. Incluido todos los elementos necesarios para su correcto montaje y funcionamiento según planos y normativa vigente aplicable. Incluido suministro, transporte, montaje, conexionado al resto del sistema fotovoltaico y puesta en funcionamiento por el SAT Oficial del fabricante y p/p de legalización de la instalación, ayudas de albañilería y medios auxiliares, según especificaciones de proyecto, y Normativa vigente.

Total Ud :	2,00	5.830,00	11.660,00
------------	------	----------	-----------

Total subcapítulo N° 1.2 INVERSORES: 26.984,00

1.3.- CUADROS ELÉCTRICOS

1.3.1. Ud Suministro e instalación de cuadro de protecciones AC, referencia CI-01 en esquema unifilar, en caja con nivel de protección IP65 o superior para ser instalado a la intemperie, con estructura, soportes de fijación, puerta, elementos modulares, paneles, tapas y kits de unión. La carpintería metálica es de chapa galvanizada en caliente, sometida a un tratamiento anticorrosión. Con bornes de conexión. Todo conforme a la norma UNE-EN 60439. Poder de corte mínimo de la aparatura 15 kA. Incluye en su interior la aparatura necesaria para dar servicio a los receptores, según esquemas unifilares, únicamente marcas reconocidas como MERLIN GERIN, SCHNEIDER, SIEMENS, GE o similares. NO se admite la utilización de equipos de gama residencial, toda la aparatura debe cumplir al norma UNE EN 60947/2.

Incluso transporte, montaje, conexionado, cableado, parte proporcional de accesorios y soportes, pequeño material auxiliar, pruebas, puesta en funcionamiento, medios auxiliares y costes indirectos. Todo ello según normativa vigente.

Total Ud :	1,00	1.850,00	1.850,00
------------	------	----------	----------

1.3.2. Ud Suministro e instalación de cuadro de protecciones AC, referencia CI-02 en esquema unifilar, en caja con nivel de protección IP65 o superior para ser instalado a la intemperie, con estructura, soportes de fijación, puerta, elementos modulares, paneles, tapas y kits de unión. La carpintería metálica es de chapa galvanizada en caliente, sometida a un tratamiento anticorrosión. Con bornes de conexión. Todo conforme a la norma UNE-EN 60439. Poder de corte mínimo de la aparatura 15 kA. Incluye en su interior la aparatura necesaria para dar servicio a los receptores, según esquemas unifilares, únicamente marcas reconocidas como MERLIN GERIN, SCHNEIDER, SIEMENS, GE o similares. NO se admite la utilización de equipos de gama residencial, toda la aparatura debe cumplir al norma UNE EN 60947/2.

Incluso transporte, montaje, conexionado, cableado, parte proporcional de accesorios y soportes, pequeño material auxiliar, pruebas, puesta en funcionamiento, medios auxiliares y costes indirectos. Todo ello según normativa vigente.

Total Ud :	1,00	1.450,00	1.450,00
------------	------	----------	----------

1.3.3. Ud Suministro e instalación de cuadro de protecciones AC, referencia CI-03 en esquema unifilar, en caja con nivel de protección IP65 o superior para ser instalado a la intemperie, con estructura, soportes de fijación, puerta, elementos modulares, paneles, tapas y kits de unión. La carpintería metálica es de chapa galvanizada en caliente, sometida a un tratamiento anticorrosión. Con bornes de conexión. Todo conforme a la norma UNE-EN 60439. Poder de corte mínimo de la aparata 15 kA. Incluye en su interior la aparata necesaria para dar servicio a los receptores, según esquemas unifilares, únicamente marcas reconocidas como MERLIN GERIN, SCHNEIDER, SIEMENS, GE o similares. NO se admite la utilización de equipos de gama residencial, toda la aparata debe cumplir al norma UNE EN 60947/2.

Incluso transporte, montaje, conexionado, cableado, parte proporcional de accesorios y soportes, pequeño material auxiliar, pruebas, puesta en funcionamiento, medios auxiliares y costes indirectos. Todo ello según normativa vigente.

Total Ud :	1,00	850,00	850,00
------------	------	--------	--------

Total subcapítulo N° 1.3 CUADROS ELÉCTRICOS: 4.150,00

1.4.- CABLEADO DC

1.4.1. M Suministro, transporte e instalación de cable unipolar para conexión de los strings a los inversores, en corriente continua, clase (PV) H1Z2Z2-K (AS) de calibre 6 mm² color rojo para las líneas positivas, y negro para las líneas negativas. Incluye: Tendido del cable. Conexionado. Comprobación de su correcto funcionamiento.

Total m :	3.860,00	1,54	5.944,40
-----------	----------	------	----------

1.4.2. M Suministro, transporte e instalación de cable unipolar para conexión de los strings a los inversores, en corriente continua, clase (PV) H1Z2Z2-K (AS) de calibre 6mm² color verde y amarillo para puesta a tierra de bandejas portacables, y demás partes metálicas expuestas del sistema fotovoltaico. Incluye: Tendido del cable. Conexionado. Comprobación de su correcto funcionamiento.

Total m :	1.100,00	1,54	1.694,00
-----------	----------	------	----------

Total subcapítulo N° 1.4 CABLEADO DC: 7.638,40

1.5.- CABLEADO AC

1.5.1. M Cable unipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 16 mm² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Incluso accesorios y elementos de sujeción. Incluye: Tendido del cable. Conexionado. Comprobación de su correcto funcionamiento.

Total m :	10,00	3,30	33,00
-----------	-------	------	-------

1.5.2. M Cable unipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 35 mm² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Incluso accesorios y elementos de sujeción. Incluye: Tendido del cable. Conexionado. Comprobación de su correcto funcionamiento.

Total m :	40,00	5,17	206,80
-----------	-------	------	--------

1.5.3. M Cable unipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 50 mm² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Incluso accesorios y elementos de sujeción. Incluye: Tendido del cable. Conexionado. Comprobación de su correcto funcionamiento.

Total m :	10,00	14,45	144,50
-----------	-------	-------	--------

1.5.4. M Cable unipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 95 mm² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1).

Incluso accesorios y elementos de sujeción. Incluye: Tendido del cable. Conexionado. Comprobación de su correcto funcionamiento.

Total m :	40,00	24,98	999,20
-----------	-------	-------	--------

1.5.5. M Cable unipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 150 mm² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Incluso accesorios y elementos de sujeción. Incluye: Tendido del cable. Conexionado. Comprobación de su correcto funcionamiento.

Total m :	220,00	37,34	8.214,80
-----------	--------	-------	----------

Total subcapítulo N° 1.5 CABLEADO AC: 9.598,30

1.6.- CANALIZACIONES

1.6.1. M Bandeja portables tipo rejilla para conductores DC, de 35x60mm, incluyendo accesorios de unión y montaje, distribución según planos. Incluso transporte, montaje, parte proporcional de accesorios y soportes, pequeño material auxiliar, medios auxiliares y costes indirectos. Todo ello según normativa vigente.

Total m :	950,00	7,25	6.887,50
-----------	--------	------	----------

1.6.2. M Suministro e instalación de bandeja ciega de chapa de acero galvanizado Sendzimir de dimensiones 60x100 mm para conductores AC desde inversores hasta cuadros eléctricos de protecciones AC y hasta cuarto eléctrico ubicado en sótano, con tapa, montaje en suelo y descolgada según ruta propuesta en planos, con soportes cada 1,5 m., toma de tierra mediante cable de Cu desnudo. Incluso transporte, montaje, p.p. de piezas especiales, accesorios, puesta a tierra y pequeño material auxiliar. Todo ello según normativa vigente. La ruta final deberá ser verificada en obra. Incluso transporte, montaje, parte proporcional de accesorios y soportes, pequeño material auxiliar, medios auxiliares y costes indirectos. Todo ello según normativa vigente.

Total m :	120,00	12,52	1.502,40
-----------	--------	-------	----------

1.6.3. M Suministro e instalación de bandeja ciega de chapa de acero galvanizado Sendzimir de dimensiones 60x60 mm para conductores AC desde inversores hasta cuadros eléctricos de protecciones AC y hasta cuarto eléctrico ubicado en sótano, con tapa, montaje en suelo y descolgada según ruta propuesta en planos, con soportes cada 1,5 m., toma de tierra mediante cable de Cu desnudo. Incluso transporte, montaje, p.p. de piezas especiales, accesorios, de puesta a tierra y pequeño material auxiliar. Todo ello según normativa vigente. La ruta final deberá ser verificada en obra. Incluso transporte, montaje, parte proporcional de accesorios y soportes, pequeño material auxiliar, medios auxiliares y costes indirectos. Todo ello según normativa vigente.

Total m :	180,00	9,50	1.710,00
-----------	--------	------	----------

Total subcapítulo N° 1.6 CANALIZACIONES: 10.099,90

1.7.- CONEXIONES

1.7.1. Ud Maniobra de conexión del sistema solar fotovoltaico al Cuadro General de Distribución del edificio A, según esquema unifilar. Incluye toda la gestión necesaria para garantizar que la maniobra sea realizada correctamente y que el servicio de energía sea restablecido totalmente en el edificio una vez realizada la maniobra. Incluye conexión equipotencial de los conductores de tierra del sistema fotovoltaico a la red de tierras existente del edificio

Total Ud :	1,00	1.850,00	1.850,00
------------	------	----------	----------

1.7.2. Ud Pruebas de funcionamiento a todos los equipos instalados en el sistema solar fotovoltaico, garantizando su correcto funcionamiento.

Total m :	1,00	2.500,00	2.500,00
-----------	------	----------	----------

1.7.3. Ud Suministro e instalación de protección contra sobretensiones Tipo 1 y Tipo 2, a instalar en el punto de conexión del sistema fotovoltaico al Cuadro General de Baja Tensión. La necesidad de este elemento será determinada en obra dependiendo de la ubicación de la protección de sobretensiones existente. Incluido todos los elementos necesarios para su correcto montaje y funcionamiento según esquemas unificables y normativa vigente aplicable. Incluido suministro, transporte, montaje, conexionado y

componentes externos en la regulación de la potencia. Permite regular la potencia obtenida de fuentes renovables utilizando la potencia real (potencia sin armónicos) y aportar garantías físicas y lógicas para decidir qué potencia debemos o deseamos consumir de la red. El objetivo final es eliminar la exportación de energía, de la manera más eficiente, consiguiendo maximizar la producción cumpliendo las restricciones normativas y técnicas. Aplicable a instalaciones monofásicas y trifásicas. En modalidades complejas: Posibilidad de conectar 5 contadores externos. Posibilidad de controlar 4 generadores independientes. Con grupos electrógenos (doble control de no inyección y protección de grupo integrada). Controles independientes para cada fase (balanceo dinámico de fases mediante inversores monofásicos), etc. Incluido todos los elementos necesarios para su correcto montaje y funcionamiento según planos y normativa vigente aplicable. Incluso cableado y protecciones eléctricas necesarias para su energización. Incluido suministro, transporte, montaje, conexión al resto del sistema fotovoltaico y puesta en funcionamiento por el SAT Oficial del fabricante y p/p de legalización de la instalación, según especificaciones de proyecto, y Normativa vigente

Total Ud :	1,00	1.500,00	1.500,00
------------	------	----------	----------

1.8.2. Ud Controlador RENESYS PRISMA 310AL. Controlador dinámico de potencia con inyección CERO para pequeñas instalaciones: Posibilidad de controlar 1 generador de hasta 50 kW. Para su función exclusivamente como contador no tiene ninguna limitación de potencia. No dispone de pantalla. Cumplimiento de los criterios de la UNE 217001-IN Y RD244/2019. Integra en el mismo dispositivo regulador y un contador eliminando la necesidad de otros componentes externos en la regulación de la potencia. Permite regular la potencia obtenida de fuentes renovables utilizando la potencia real (potencia sin armónicos) y aportar garantías físicas y lógicas para decidir qué potencia debemos o deseamos consumir de la red. El objetivo final es limitar o eliminar la exportación de energía, de la manera más eficiente, consiguiendo maximizar la producción cumpliendo las restricciones normativas y técnicas. Aplicable a instalaciones monofásicas y trifásicas. Incluido todos los elementos necesarios para su correcto montaje y funcionamiento según planos y normativa vigente aplicable. Incluso cableado y protecciones eléctricas necesarias para su energización. Incluido suministro, transporte, montaje, conexión al resto del sistema fotovoltaico y puesta en funcionamiento por el SAT Oficial del fabricante y p/p de legalización de la instalación, según especificaciones

de proyecto, y Normativa vigente.

Total Ud :	3,00	1.250,00	3.750,00
------------	------	----------	----------

1.8.3. Ud RENLOGGER-C. Equipo para gestión y aprovechamiento de datos Sistema complementario de comunicaciones, con integración directa con todos los productos Real Energy System. El RENLOGGER nos permite una comunicación directa con los niveles más profundos de programación de los diversos autómatas de la gama PRISMA. Integra en el mismo dispositivo 1 puerto Ethernet, 3 puertos USB y 1 puerto USBC. El RENLOGGER es un ordenador preparado específicamente para servir como sistema de apoyo a los autómatas. El objetivo final es servir como puerta de comunicación bidireccional con el propio chip del autómata. Características Equipo multifunción con capacidad de: - Gestionar múltiples equipos en tiempo real. - Comunicación TCP/IP doble. - Servidor router - Comunicaciones dhcp por Wifi y Lan - Enrutacion directa a VPN - Wifi configurable como cliente o AP. - Fanless. - Preconfigurado para comunicaciones de programación. - Ajustado según características propias del autómata a complementar. - Aplicable a todo tipo de instalaciones. - Proporciona: Servidor Modbus/TCP para monitorización. - Posibilidad de conexión pantalla y teclado Las capacidades de comunicación permiten virtualmente el control de cualquier equipo (*) con capacidad de comunicación que disponga de los puertos habilitados. Incluye el software y los accesorios necesarios para su instalación. Incluido todos los elementos necesarios para su correcto montaje y funcionamiento según planos y normativa vigente aplicable. Incluso cableado y protecciones eléctricas necesarias para su energización. Incluido suministro, transporte, montaje y conexión

Total Ud :	1,00	1.350,00	1.350,00
------------	------	----------	----------

1.8.4. Ud Transformador de corriente para medida CT con relación de transformación 1200/5A, su función principal es convertir una corriente nominal elevada a una de más baja para poder ser medida por un equipo. Incluido todos los elementos necesarios para su correcto montaje y funcionamiento según planos y normativa vigente aplicable. Incluido suministro, transporte, montaje, cableado, conexionado y puesta en funcionamiento y p/p de legalización de la instalación, según especificaciones de proyecto y Normativa vigente.

Total Ud :	12,00	455,00	5.460,00
------------	-------	--------	----------

Total subcapítulo N° 1.8 CONEXIONES: 12.060,00

1.9.- TRASLADO PUNTA PARARRAYOS

1.9.1. Ud Traslado de punta pararrayos existente por interferencia con paneles solares fotovoltaicos a instalar. Incluye reinstalación en punto óptimo, garantizando cobertura del sistema de protección contra rayos del edificio. Incluido todos los elementos necesarios para su correcto traslado, montaje y funcionamiento normativa vigente aplicable. NOTA: Se comprobará in situ la necesidad de sustituir el clave de cobre o no dependiendo del desplazamiento del pararrayos.

Total Ud :	1,00	350,00	350,00
------------	------	--------	--------

Total subcapítulo N° 1.9 TRASLADO PUNTA PARARRAYOS: 350,00

1.10.- TRÁMITES Y LEGALIZACIÓN

1.10.1. Ud Gestiones tramitación legalización instalaciones LEGALIZACION DE LAS INSTALACIONES, ORGANISMO DE CONTROL AUTORIZADO Y CERTIFICADO DE LA INSTALACIÓN.

Incluyendo Proyecto técnico o memoria firmado por técnico competente, visados, contratación de Organismo de Control Autorizado, pago de Tasas, aporte documentación necesaria para la Legalización y registro en Delegación de Industria, incluyendo cualquier tasa que se requiera para la legalización hasta la obtención del documento de legalización que la normativa especifique para la puesta en marcha de la instalación.

Total Ud :	1,00	2.500,00	2.500,00
------------	------	----------	----------

Total subcapítulo N° 1.10 TRÁMITES Y LEGALIZACIÓN: 2.500,00

1.11.- ILUMINACIÓN

1.11.1. Ud Suministro e instalación de lámpara estanca para intemperie con nivel de protección IP65 y 2 tubos led de 18W para iluminación de pérgola a construir. Se conectará al circuito de iluminación existente en cubierta aprovechando las protecciones

existentes en cuadro eléctrico. Incluso transporte, montaje, conexionado, cableado, parte proporcional de accesorios y soportes, pequeño material auxiliar, pruebas, puesta en funcionamiento, medios auxiliares y costes indirectos. Todo ello según normativa vigente.

Total Ud :	22,00	49,59	1.090,98
------------	-------	-------	----------

1.11.2. Ud Detector de movimiento estanco para intemperie, con nivel de protección IP 65, para control de luminarias a instalar en pérgola a construir. Incluso transporte, montaje, conexionado, cableado, parte proporcional de accesorios y soportes, pequeño material auxiliar, pruebas, puesta en funcionamiento, medios auxiliares y costes indirectos. Todo ello según normativa vigente.

Total Ud :	8,00	85,00	680,00
------------	------	-------	--------

Total subcapítulo N° 1.11 ILUMINACIÓN: 1.770,98

Total Capítulo N° 1 INSTALACIONES: 206.547,08

Capítulo 2 VARIOS

2.1.- DOCUMENTACIÓN FINAL OBRA

2.1. Ud Documentación final de obra Producción y entrega de la Documentación Final de Obra en formato digital.

Incluyendo:

1. Certificados generales de las instalaciones: serán específicos para la obra de referencia y se deberá reflejar la norma de referencia.

2. Certificados de equipos y materiales: se marcará de manera clara el modelo del elemento instalado. No dándose por válido la copia sin más del catálogo correspondiente.

Total Ud :	1,00	3.500,00	3.500,00
------------	------	----------	----------

2.2.- CONTADOR DE ENERGÍA TRIFÁSICO MEDIDA INDIRECTA HASTA 250A

2.2. Ud Contador trifásico de energía eléctrica con medida indirecta 5(10)A (CEM-C31),

directa 65 A (CEM-C21). Dispone de display LCD (7 dígitos) con sistema de pantallas rotativas. Dispone de comunicaciones RS-485 integradas. Dispone también de 2 botones (1 precintable) para visualizar toda la información medida. Otras características son:- Certificación MID módulo B+D (según tipo) - Clase 1 en energía activa (Clase B según MID), Clase 2 en energía reactiva- Conforme a las normas EN 50470 (normativa europea MID) o IEC 62052-11 (normativa internacional) según tipo.- Tamaño reducido (CEM-C10: 2 módulos, 36 mm, CEM-C21 y CEM- C31: 4 módulos, 72 mm)- Contador parcial reseteable- 1. Salida impulsos programable según DIN 43864 (Modelo CEM-C10, CEM-C31-T1, CEM-C21-T1)- 1 Entrada digital para control de tarifa y contaje de impulsos (Modelo CEM-C31-D, CEM-C21-DS)- Indicación por pantalla de mal conexionado- Acumulación de energía incluso en caso de mal conexionado. CONTADOR DE ENERGÍA CEM-C31-485-T1 TRIFÁSICO INDIRECTO CON COMUNICACIONES. TRANSFORMADOR DE CORRIENTE NÚCLEO PARTIDO STQ-24 250A 5A

Total Ud :	8,00	406,23	3.249,84
------------	------	--------	----------

Total capítulo N° 2 VARIOS: 6.749,84

Capítulo N° 3 GESTIÓN DE RESIDUOS

2.1. Ud Sistema de gestión de residuos de obra completa

Total Ud :	1,00	3.124,81	3.124,81
------------	------	----------	----------

Total Capítulo N° 3 GESTIÓN DE RESIDUOS: 3.124,81

Capítulo N° 4 SEGURIDAD Y SALUD

4.1.- SEÑALIZACION

4.1 Ud Sistema de señalización, protecciones colectivas e individuales, medicina preventiva y primeros auxilios.

Total Ud :	1,00	24.253,00	24.253,00
------------	------	-----------	-----------

Total Capítulo N° 4 SEGURIDAD Y SALUD: 24.253,00

Resumen PRESUPUESTO

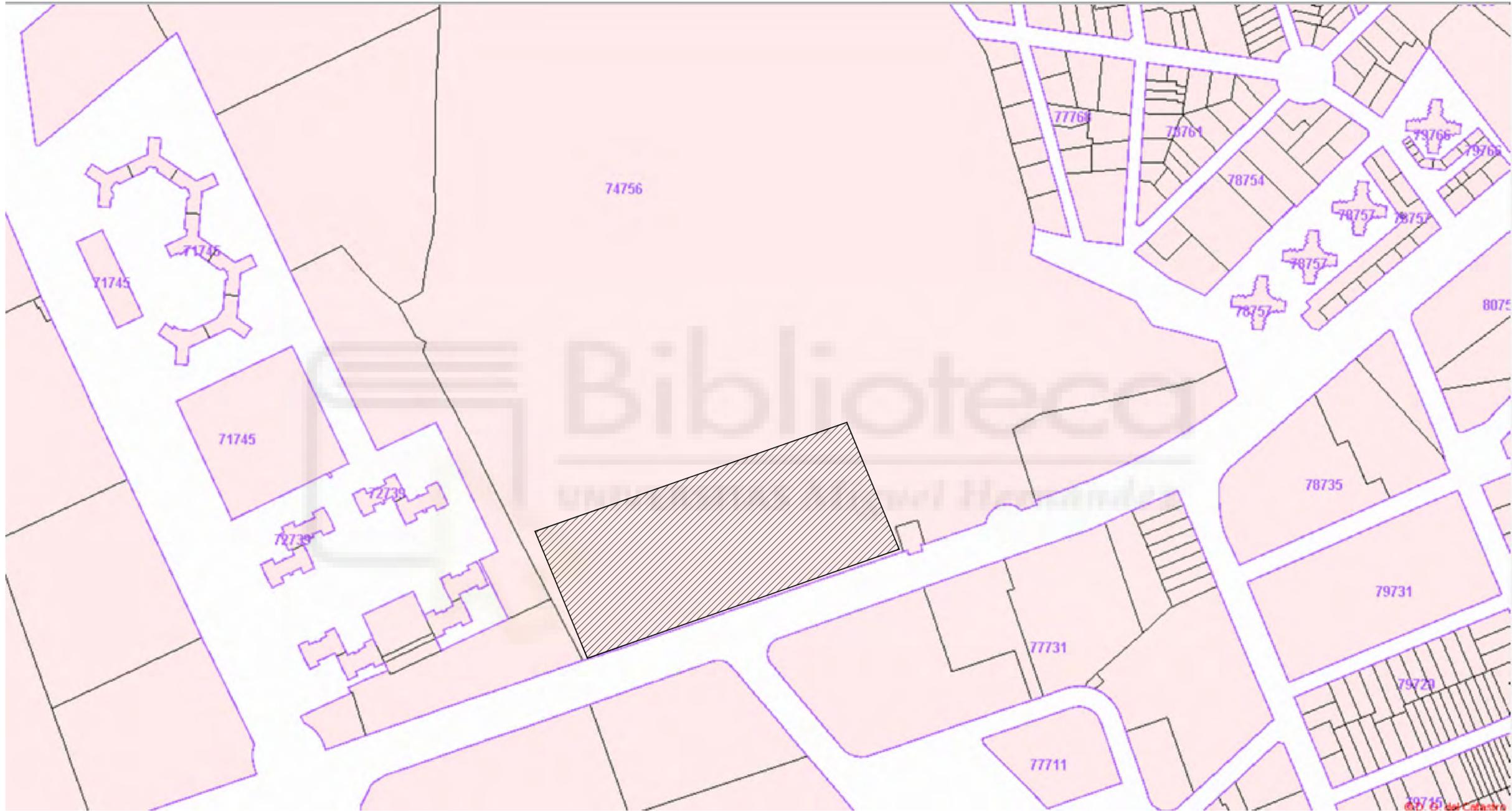
<u>1 INSTALACIONES</u>	<u>206.547,08</u>
1.1 PANELES FOTOVOLTAICOS	115.474,50
1.2 INVERSORES	26.984,00
1.3 CUADROS ELÉCTRICOS	4.150,00
1.4 CABLEADO DC	7.638,40
1.5 CABLEADO AC	9.598,30
1.6 CANALIZACIONES	10.099,90
1.7 CONEXIONES	15.921,00
1.8 MONITORIZACIÓN Y ANTIVERTIDO	12.060,00
1.9 TRASLADO PUNTA PARARRAYOS	350,00
1.10 TRÁMITES Y LEGALIZACIÓN	2.500,00
1.11 ILUMINACIÓN	1.770,98
<u>2 VARIOS</u>	<u>6.749,84</u>
<u>3 GESTIÓN DE RESIDUOS</u>	<u>3.124,81</u>
4 SEGURIDAD Y SALUD	<u>24.253,00</u>

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA: 240.674,73

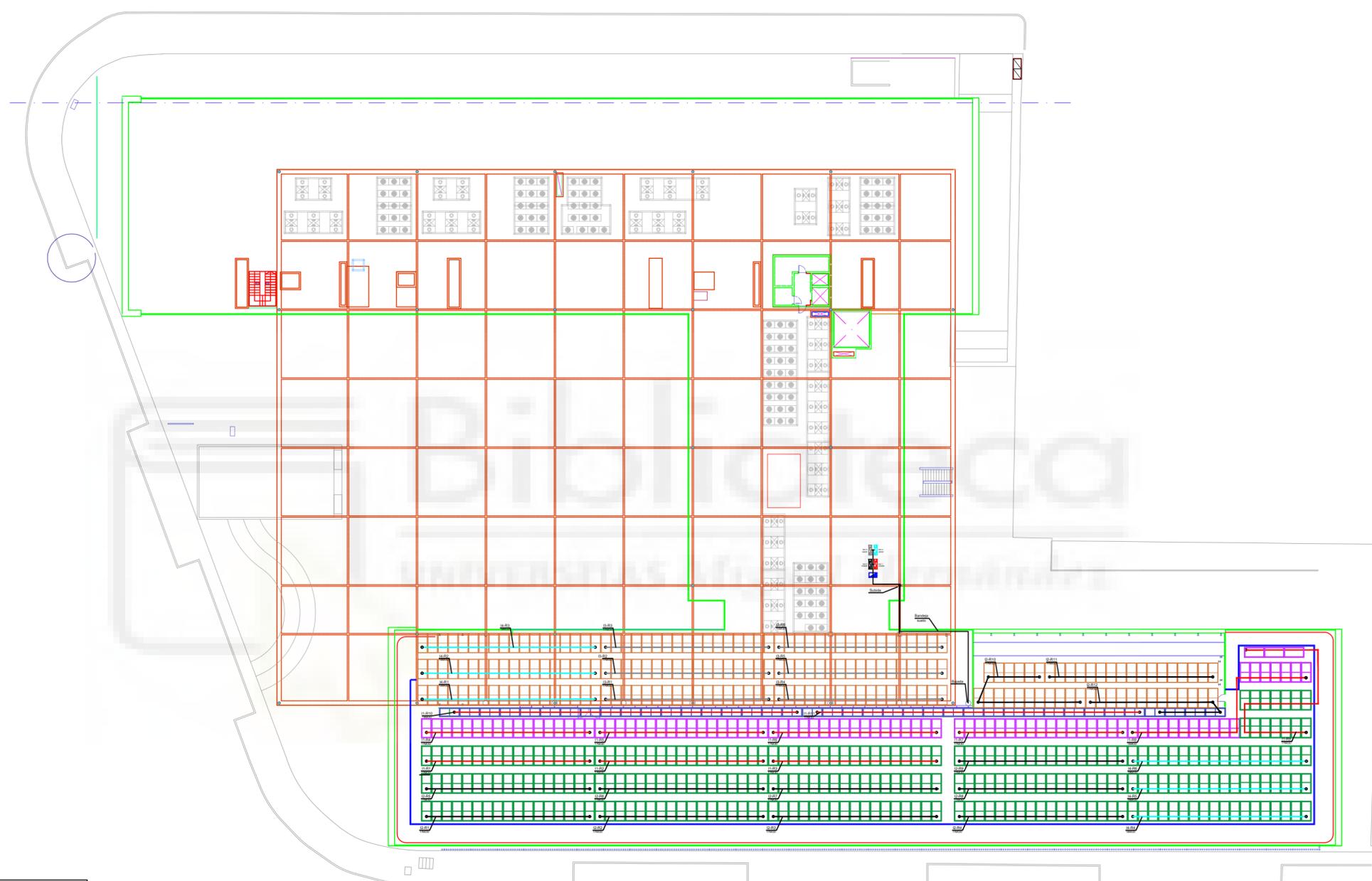
Asciende el presupuesto de ejecución a la Cantidad de DOSCIENTOS CUARENTA MIL SEISCIENTOS SETENTA Y CUATRO EUROS CON SETENTA Y TRES CÉNTIMOS.

PLANOS





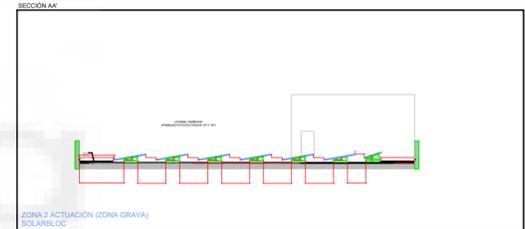
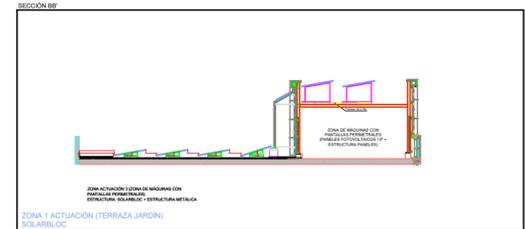
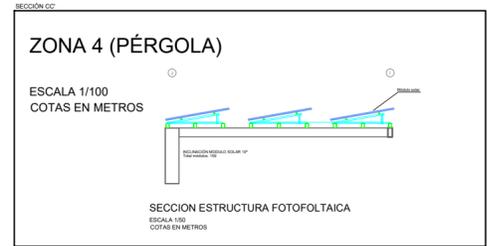
 MONTES CÁNOVAS	TÍTULO: PROYECTO INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA DE 331.65 KW		PLANO Nº: 1
	PROPIETARIO:		FIRMA:
SITUACIÓN: Calle Alcalá, 551, Madrid			
ESCALA: 1/2000	PLANO: EMPLAZAMIENTO		
 UNIVERSITAS Miguel Hernández	FECHA: JUNIO 2025		



INVERSOR 1	TAURO ECO 100-3-D
INVERSOR 2	TAURO ECO 100-3-D
INVERSOR 3	TAURO ECO 50-3-D
INVERSOR 4	TAURO ECO 50-3-D
MÓDULO SOLAR	YINGLI YL550D-49E 1/2 550W

	TÍTULO: PROYECTO INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA DE 331.65 KW	PLANO Nº: 1.1
	PROPIETARIO:	FIRMA:
	SITUACIÓN: Calle Alcalá, 551, Madrid	PLANO: ESQUEMA DISTRIBUCIÓN MÓDULOS
	ESCALA: SE	

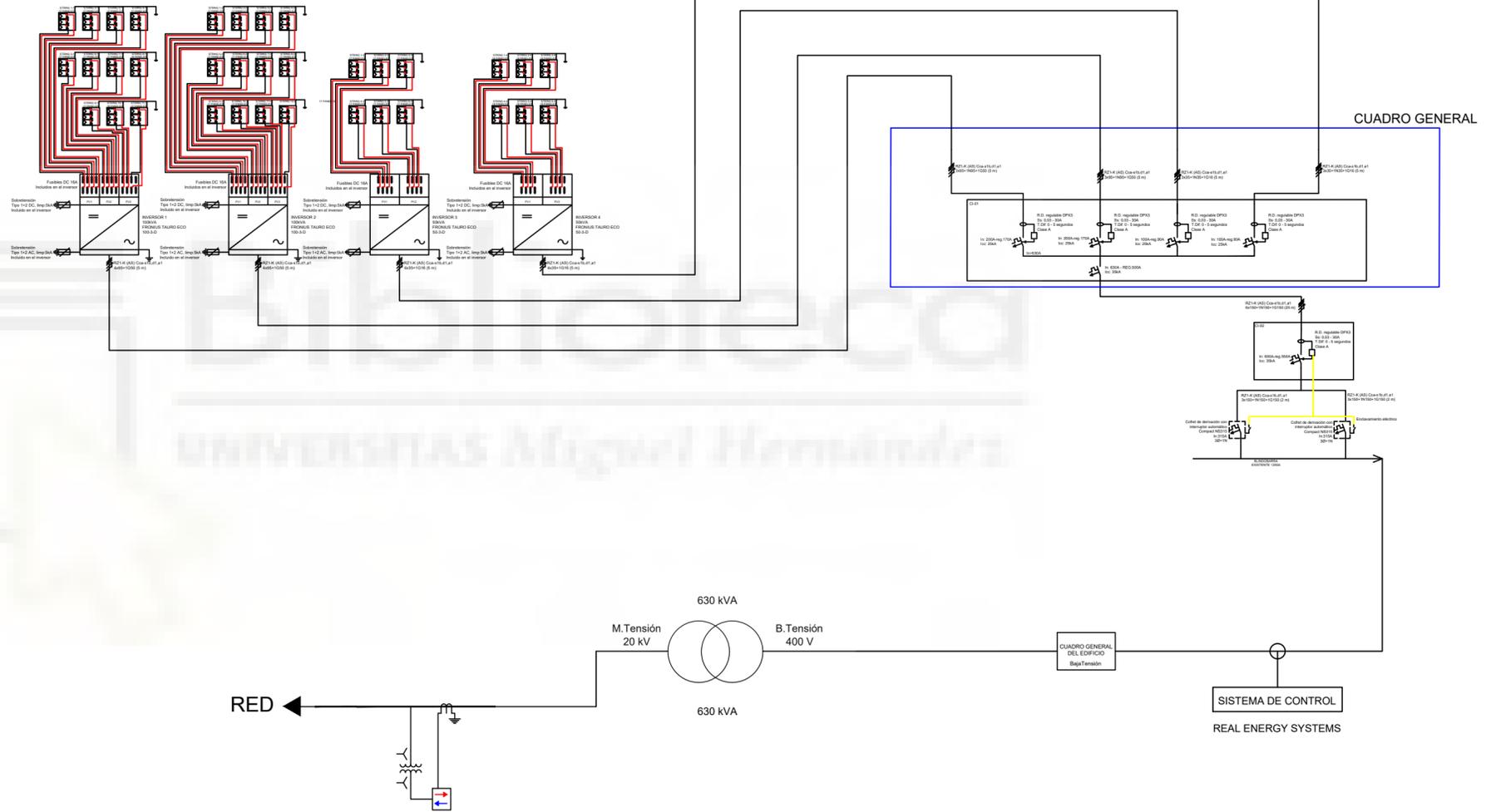
-  ZONA 1
-  ZONA 2
-  ZONA 3
-  ZONA 4



 MONTES CÁNOVAS	TÍTULO: PROYECTO INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA DE 331.65 KW	PLANO Nº: 1.2
	PROPIETARIO:	FIRMA:
 UNIVERSITAS Miguel Hernández	SITUACIÓN: Calle Alcalá, 551, Madrid	ESCALA: SE PLANO: ESQUEMA DISTRIBUCIÓN ESTRUCTURA
	FECHA: JUNIO 2025	

ESQUEMA UNIFILAR INSTALACIÓN

CARACTERÍSTICAS STRING										
Inversor	denominación	designación	Longitud (m)	Inc (A)	Distancia (m)	Lin AUSEL	Tipo cable	Sección	Inc adm (A)	Tensión adm (V)
1	1	Fuocación en CC de string 1	51.1	13.1	13.97	100	1.5	6	45	2713
	2	Fuocación en CC de string 2	51.2	13.1	13.97	80	1.5	6	45	2713
	3	Fuocación en CC de string 3	51.3	13.1	13.97	61	1.5	6	45	2713
	4	Fuocación en CC de string 4	51.4	13.1	13.97	87	1.5	6	45	2713
	5	Fuocación en CC de string 5	51.5	13.1	13.97	77	1.5	6	45	2713
	6	Fuocación en CC de string 6	51.6	13.1	13.97	57	1.5	6	45	2713
	7	Fuocación en CC de string 7	51.7	13.1	13.97	36	1.5	6	45	2713
	8	Fuocación en CC de string 8	51.8	13.1	13.97	76	1.5	6	45	2713
	9	Fuocación en CC de string 9	51.9	13.1	13.97	77	1.5	6	45	2713
	10	Fuocación en CC de string 10	51.10	13.1	13.97	92	1.5	6	45	2713
	11	Fuocación en CC de string 11	51.11	13.1	13.97	53	1.5	6	45	2713
2	1	Fuocación en CC de string 1	52.1	13.1	13.97	106	1.5	6	45	2713
	2	Fuocación en CC de string 2	52.2	13.1	13.97	86	1.5	6	45	2713
	3	Fuocación en CC de string 3	52.3	13.1	13.97	87	1.5	6	45	2713
	4	Fuocación en CC de string 4	52.4	13.1	13.97	46	1.5	6	45	2713
	5	Fuocación en CC de string 5	52.5	13.1	13.97	100	1.5	6	45	2713
	6	Fuocación en CC de string 6	52.6	13.1	13.97	83	1.5	6	45	2713
	7	Fuocación en CC de string 7	52.7	13.1	13.97	64	1.5	6	45	2713
	8	Fuocación en CC de string 8	52.8	13.1	13.97	43	1.5	6	45	2713
	9	Fuocación en CC de string 9	52.9	13.1	13.97	39	1.5	6	45	2713
	10	Fuocación en CC de string 10	52.10	13.1	13.97	49	1.5	6	45	2713
	11	Fuocación en CC de string 11	52.11	13.1	13.97	60	1.5	6	45	2713
3	1	Fuocación en CC de string 1	53.1	13.1	13.97	58	1.5	6	45	2713
	2	Fuocación en CC de string 2	53.2	13.1	13.97	95	1.5	6	45	2713
	3	Fuocación en CC de string 3	53.3	13.1	13.97	52	1.5	6	45	2713
	4	Fuocación en CC de string 4	53.4	13.1	13.97	39	1.5	6	45	2713
	5	Fuocación en CC de string 5	53.5	13.1	13.97	36	1.5	6	45	2713
	6	Fuocación en CC de string 6	53.6	13.1	13.97	33	1.5	6	45	2713
4	1	Fuocación en CC de string 1	54.1	13.1	13.97	79	1.5	6	45	2713
	2	Fuocación en CC de string 2	54.2	13.1	13.97	76	1.5	6	45	2713
	3	Fuocación en CC de string 3	54.3	13.1	13.97	73	1.5	6	45	2713
	4	Fuocación en CC de string 4	54.4	13.1	13.97	65	1.5	6	45	2713
	5	Fuocación en CC de string 5	54.5	13.1	13.97	62	1.5	6	45	2713
	6	Fuocación en CC de string 6	54.6	13.1	13.97	58	1.5	6	45	2713

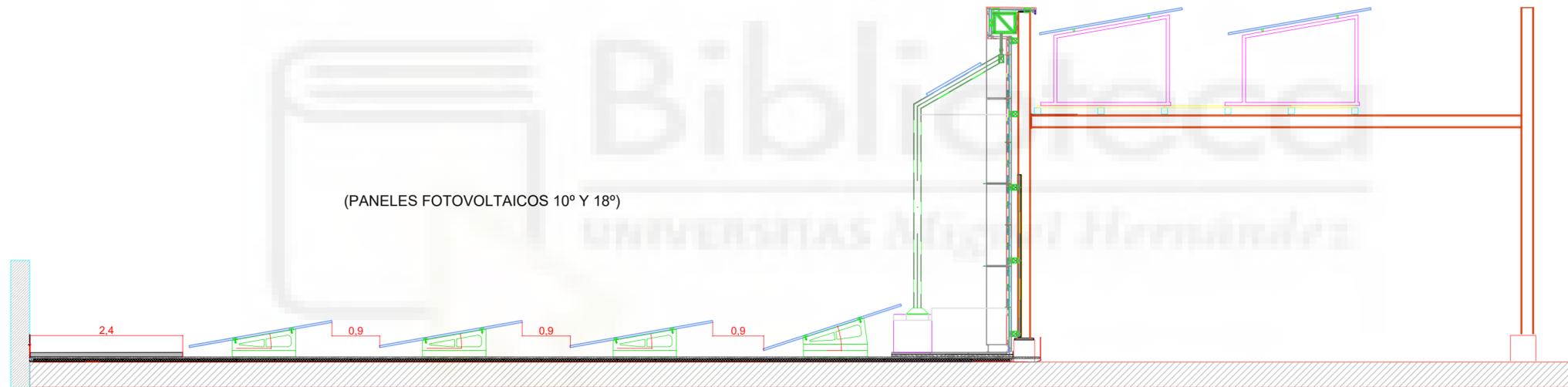


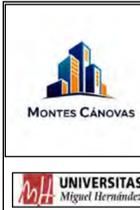
SIMBOLOGÍA

- DIAGRAMA STRINGS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS
- DIAGRAMA INVERSORES
- PROTECCIÓN MAGNETOTÉRMICA
- PROTECCIÓN DIFERENCIAL
- FASES, NEUTRO Y TIERRA

	TÍTULO: PROYECTO INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA DE 331.65 KW	PLANO Nº: 1.3
	PROPIETARIO:	FIRMA:
SITUACIÓN: Calle Alcalá, 551, Madrid	ESCALA: SE	PLANO: ESQUEMA UNIFILAR INSTALACIÓN
FECHA: JUNIO 2025		

ZONA 1 ACTUACIÓN (TERRAZA JARDÍN) SOLARBLOC

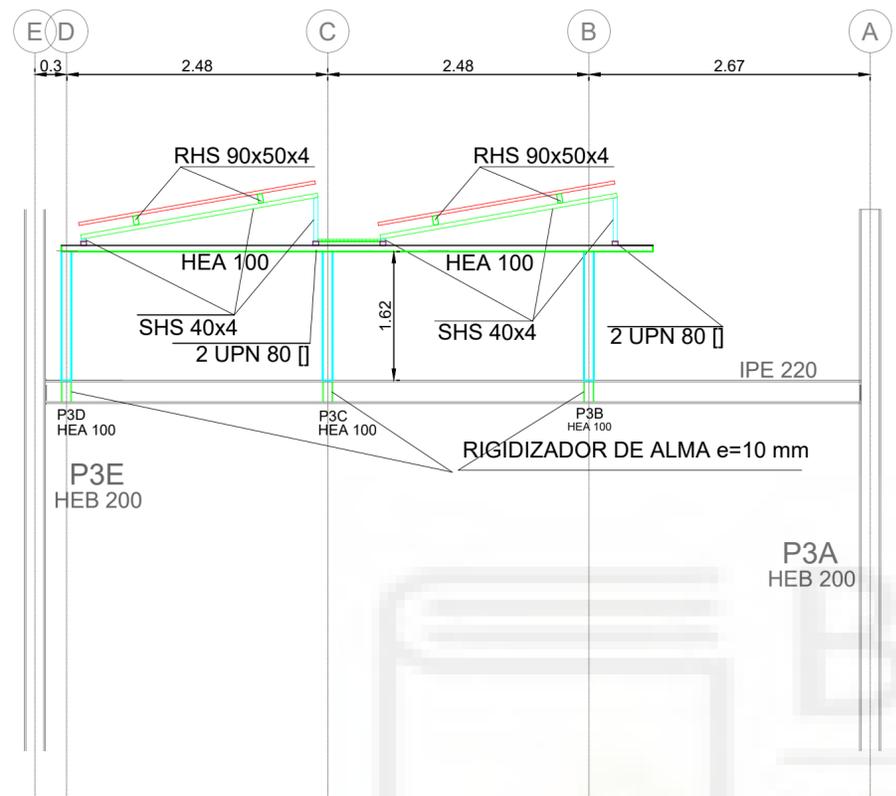


	TÍTULO: PROYECTO INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA DE 331.65 KW	PLANO Nº: 1.5
	PROPIETARIO:	FIRMA:
	SITUACIÓN: Calle Alcalá, 551, Madrid	PLANO: ESQUEMA ESTRUCTURA ZONA (1)
	ESCALA: SE	FECHA: JUNIO 2025

ZONA 2 ACTUACIÓN (ZONA GRAVA) SOLARBLOC



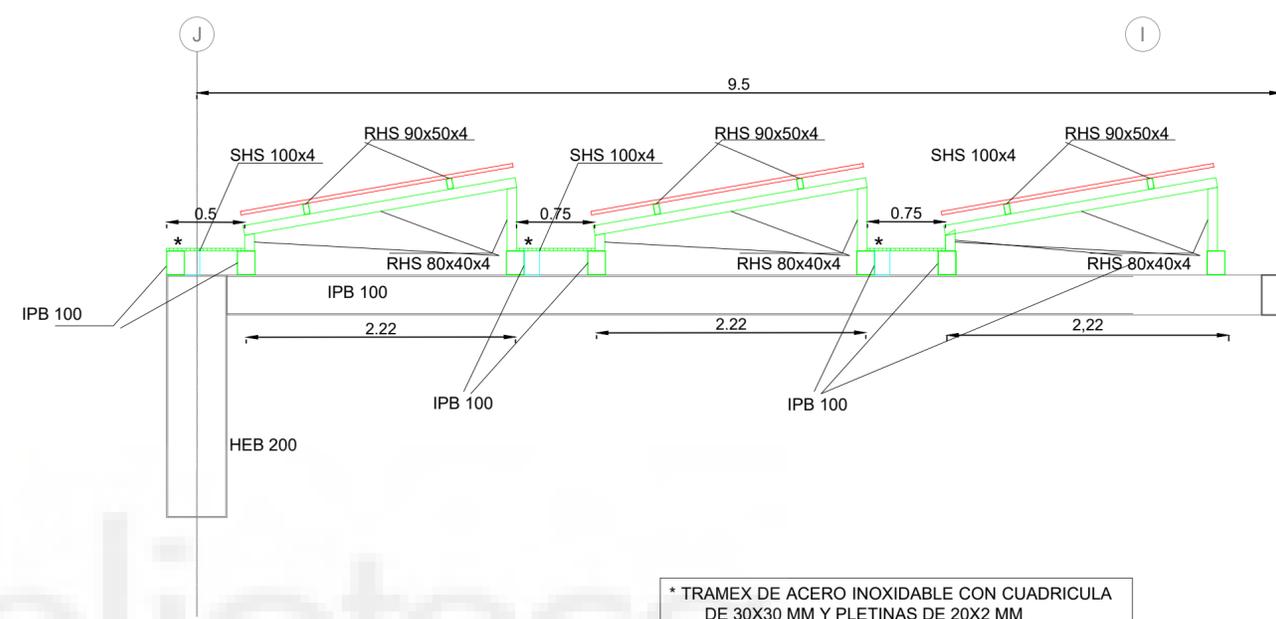
 MONTES CÁNOVAS	TÍTULO: PROYECTO INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA DE 331.65 KW	PLANO Nº: 1.4
	PROPIETARIO:	FIRMA:
 UNIVERSITAS Miguel Hernández	SITUACIÓN: Calle Alcalá, 551, Madrid	ESQUEMA ESTRUCTURA ZONA (2)
	ESCALA: SE	



* TRAMEX DE ACERO INOXIDABLE CON CUADRICULA DE 30X30 MM Y PLETINAS DE 20X2 MM

SECCIÓN EJE TIPO ZONA 3

ESCALA 1/50
COTAS EN METROS

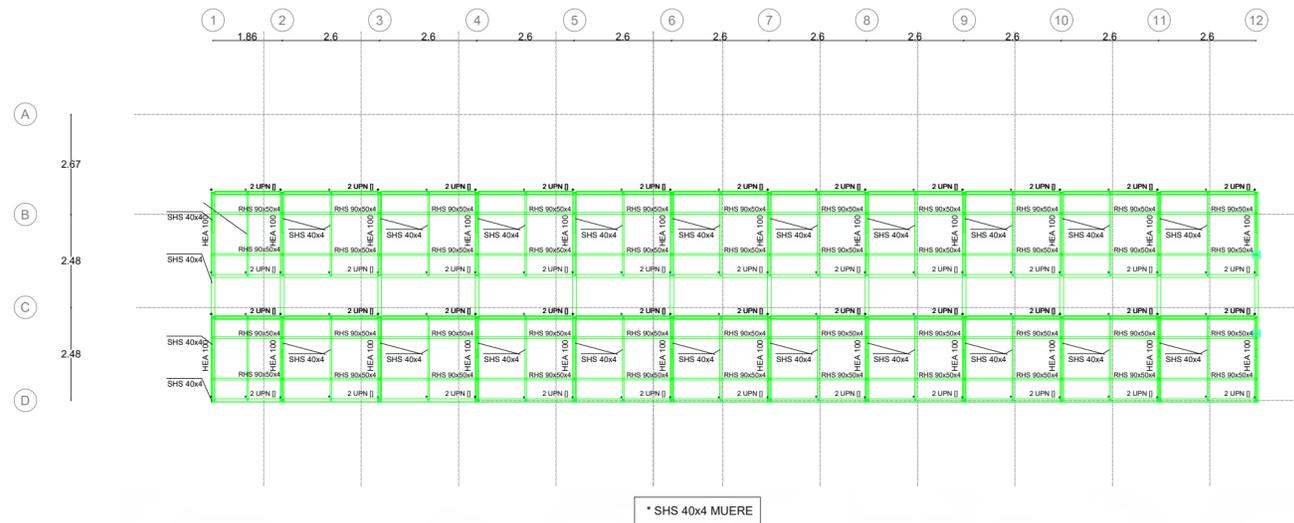


* TRAMEX DE ACERO INOXIDABLE CON CUADRICULA DE 30X30 MM Y PLETINAS DE 20X2 MM

SECCIÓN EJE TIPO ZONA 4

ESCALA 1/50
COTAS EN METROS

	TÍTULO: PROYECTO INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA DE 331.65 KW	PLANO Nº: 1.6
	PROPIETARIO:	FIRMA:
SITUACIÓN: Calle Alcalá, 551, Madrid	ESCALA: SE	PLANO: ESQUEMA PANELES
FECHA: JUNIO 2025		

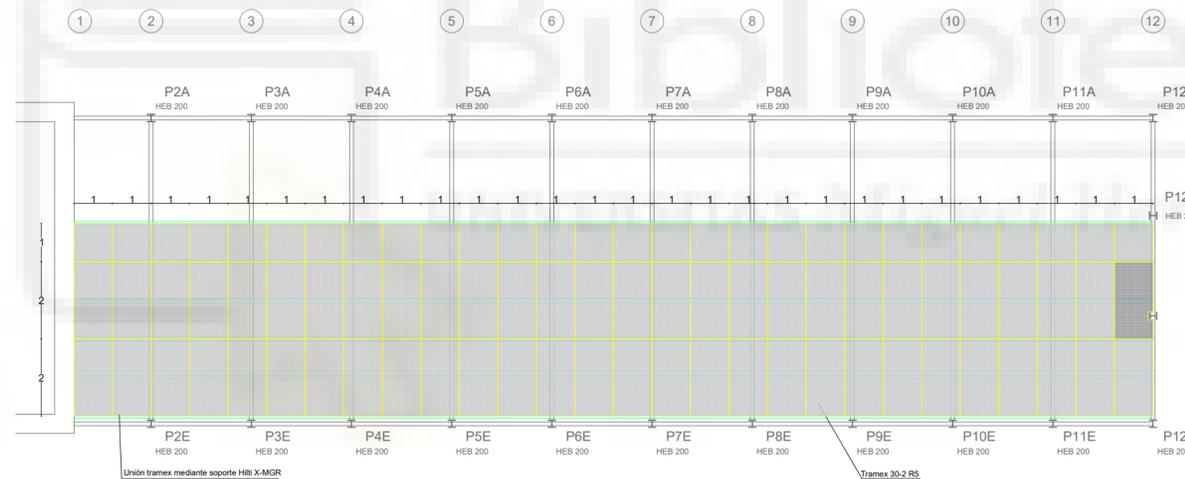


PLANTA SUPERIOR

ESCALA 1/150
COTAS EN METROS

PLANTA SUPERIOR

ESCALA 1/150
COTAS EN METROS

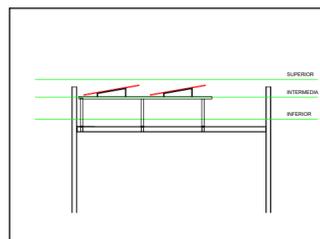


DISTRIBUCIÓN TRAMEX

ESCALA 1/150
COTAS EN METROS

SECCIONES

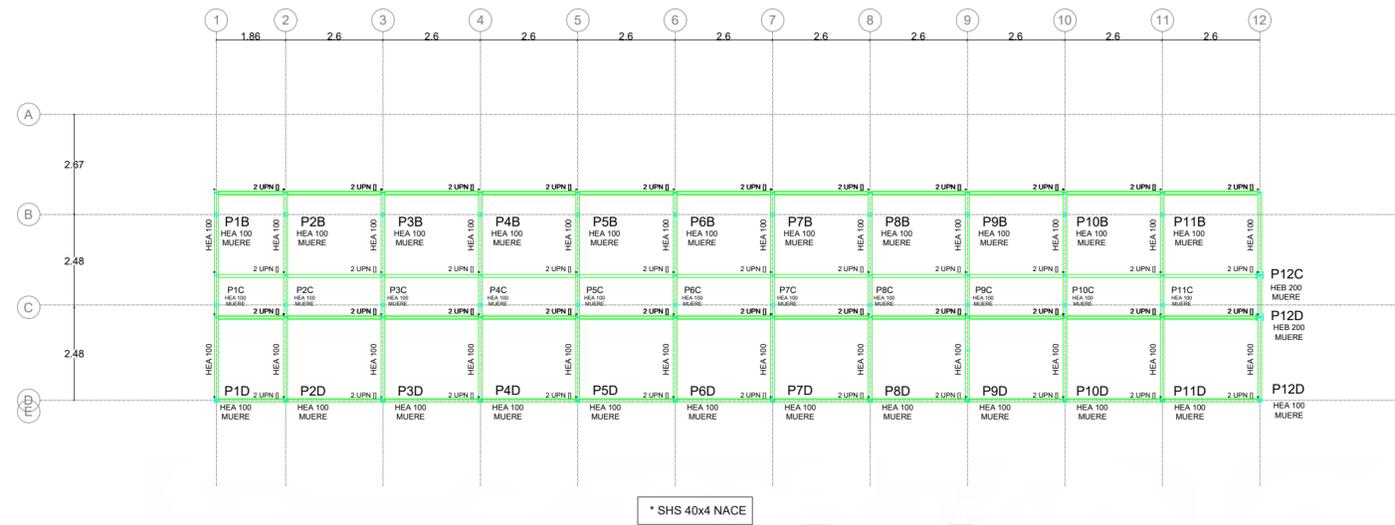
ESCALA 1/100
COTAS EN METROS



CARGAS ESTRUCTURA	
-PESO PROPIO.....	según estructura
-PANELES SOLARES.....	0,11 Kn/m ²
-TRAMEX.....	0,15 Kn/m ²
-SOBRECARGA DE USO.....	0,4 Kn/m ²
-SOBRECARGA DE NIEVE.....	0,6 Kn/m ²
-CARGA DE VIENTO.....	1 Kn/m ²
*Nota: SOBRECARGA DE USO Y NIEVE NO CONCOMITANTES	

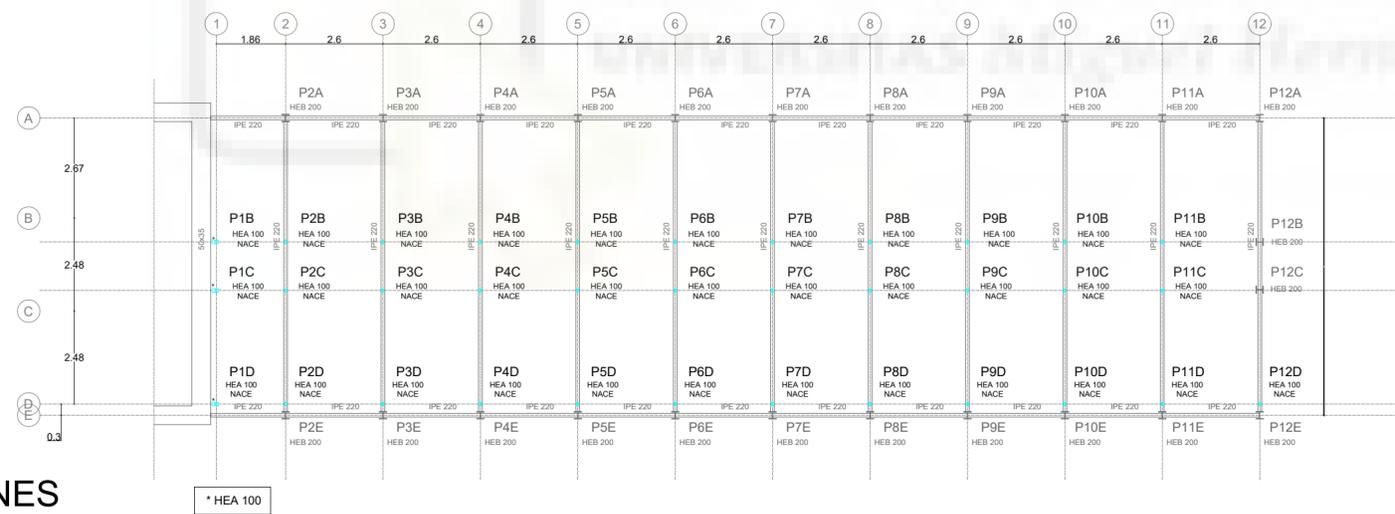


	TÍTULO: PROYECTO INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA DE 331.65 KW	PLANO Nº: 1.9
	PROPIETARIO:	
SITUACIÓN: Calle Alcalá,551, Madrid	FIRMA:	
ESCALA: SE	PLANO: ESQUEMA ESTRUCTURA ZONA (3)	
FECHA: JUNIO 2025		



PLANTA INTERMEDIA

ESCALA 1/150
COTAS EN METROS

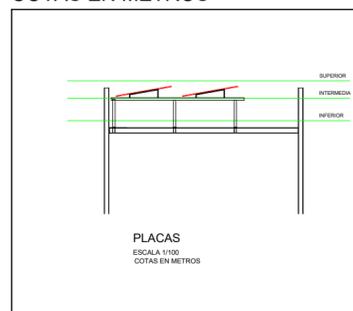


PLANTA INFERIOR

ESCALA 1/150
COTAS EN METROS

SECCIONES

ESCALA 1/100
COTAS EN METROS

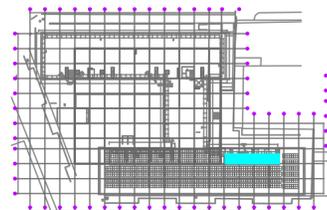


CARGAS ESTRUCTURA

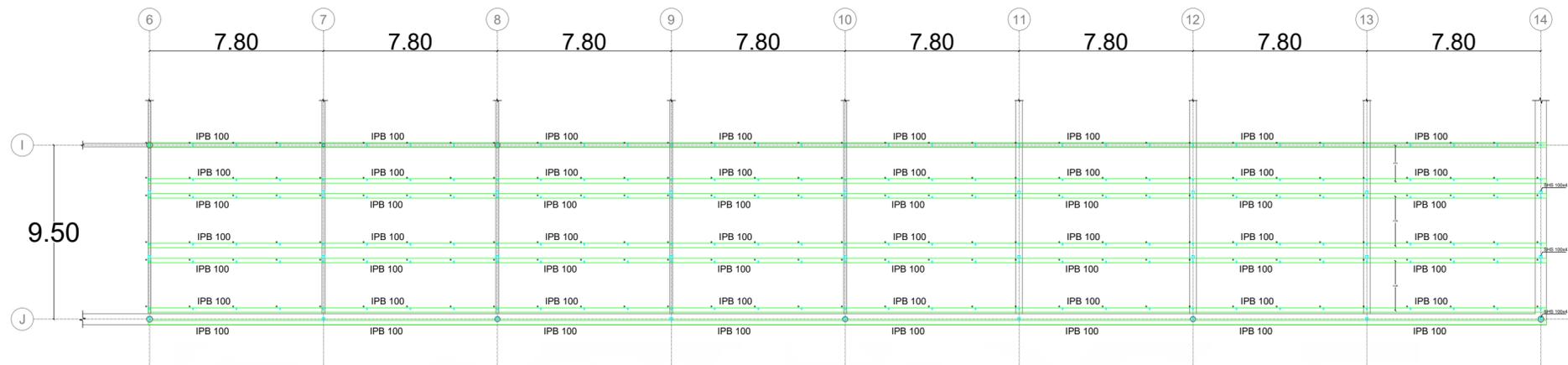
- PESO PROPIO.....según estructura
- PANELES SOLARES.....0,11 Kn/m²
- TRAMEX.....0,15 Kn/m²
- SOBRECARGA DE USO.....0,4 Kn/m²
- SOBRECARGA DE NIEVE.....0,6 Kn/m²
- CARGA DE VIENTO.....1 Kn/m²

*Nota: SOBRECARGA DE USO Y NIEVE NO CONCOMITANTES

ZONA 3 (CUARTO MÁQUINAS)



	TÍTULO: PROYECTO INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA DE 331.65 KW	PLANO Nº: 1.8
	PROPIETARIO:	FIRMA:
SITUACIÓN: Calle Alcalá,551, Madrid	ESCALA: SE	PLANO: ESQUEMA ESTRUCTURA ZONA (3)
FECHA: JUNIO 2025		



PLANTA INTERMEDIA

ESCALA 1/150
COTAS EN METROS

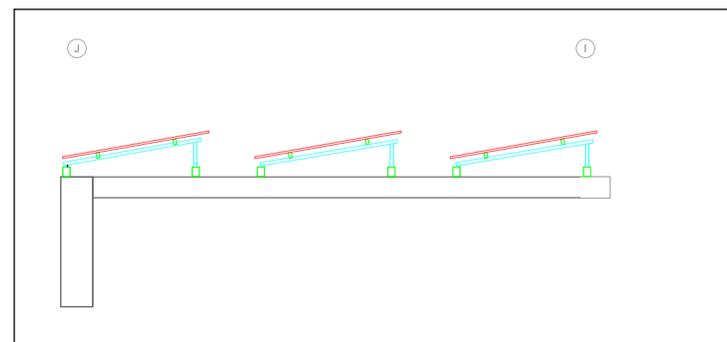


PLANTA INFERIOR

ESCALA 1/150
COTAS EN METROS

SECCION ESTRUCTURA FOTOFOLTAICA

ESCALA 1/50
COTAS EN METROS



CARGAS ESTRUCTURA	
-PESO PROPIO.....	según estructura
-PANELES SOLARES.....	0,11 Kn/m ²
-TRAMEX.....	0,15 Kn/m ²
-SOBRECARGA DE USO.....	0,4 Kn/m ²
-SOBRECARGA DE NIEVE.....	0,6 Kn/m ²
-CARGA DE VIENTO.....	1 Kn/m ²
*Nota: SOBRECARGA DE USO Y NIEVE NO CONCOMITANTES	

 MONTES CÁNOVAS	TÍTULO: PROYECTO INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA DE 331.65 KW	PLANO Nº: 1.10
	PROPIETARIO:	FIRMA:
 UNIVERSITAS Miguel Hernández	SITUACIÓN: Calle Alcalá,551, Madrid	ESCALA: SE PLANO: ESQUEMA ESTRUCTURA ZONA (4)
	FECHA: JUNIO 2025	

ANEXO 1 SOLARBLOC



1.- GENERALIDADES.....	252
1.1.- DESCRIPCIÓN DE LAS PIEZAS.	252
2.- DATOS TECNICOS DE LAS PIEZAS.....	253
3.- MEMORIA DE CÁLCULO.....	256
3.1.- OBJETO DE LA MEMORIA Y ÁMBITO DE APLICACIÓN.....	256
3.2.- DESCRIPCIÓN DE LAS CONFIGURACIONES.	256
3.2.1.- LASTRE.....	258
3.2.2.- CARGAS DE VIENTO CONSIDERADAS.	259
3.2.2.1.- MÉTODO MANUAL	259
3.2.2.2.- CTE.	260
3.2.3.- COEFICIENTE DE ROZAMIENTO.	262
3.2.4.- PERFIL METÁLICO.....	263
3.2.5.- PEGADO DE SOPORTES.....	263
3.3.- VERIFICACIONES.....	265
3.3.1.- COMPROBACIÓN A SOTAVIENTO.....	265
3.3.2.- COMPROBACIÓN A BARLOVENTO.....	269
3.3.3.- APLICACIÓN INFORMÁTICA.....	271
4.- REQUISITOS DE MONTAJE Y RECOMENDACIONES DEL FABRICANTE.....	274
4.1.- RECOMENDACIONES DE MONTAJE SOLARBLOC®	279
4.2.- FICHA TÉCNICA DE LASTRE Y UTILIZACIÓN.....	280
5.- CONCLUSIONES.....	282

1.- GENERALIDADES.

1.1.- DESCRIPCIÓN DE LAS PIEZAS.

Solarbloc cubiertas es una pieza prefabricada de hormigón diseñada para hacer la función de soporte para paneles solares en cubiertas y superficies planas.

Basada en su geometría y la masa necesaria para contrarrestar los efectos del viento y los agentes externos, con una inclinación óptima para el mejor rendimiento de los paneles solares; consigue simplificar el método de montaje de paneles solares en cubiertas planas al no tener que montar estructura alguna, reduciendo el tiempo de ejecución, eliminando los perfiles metálicos auxiliares y abaratando el coste total de la instalación.

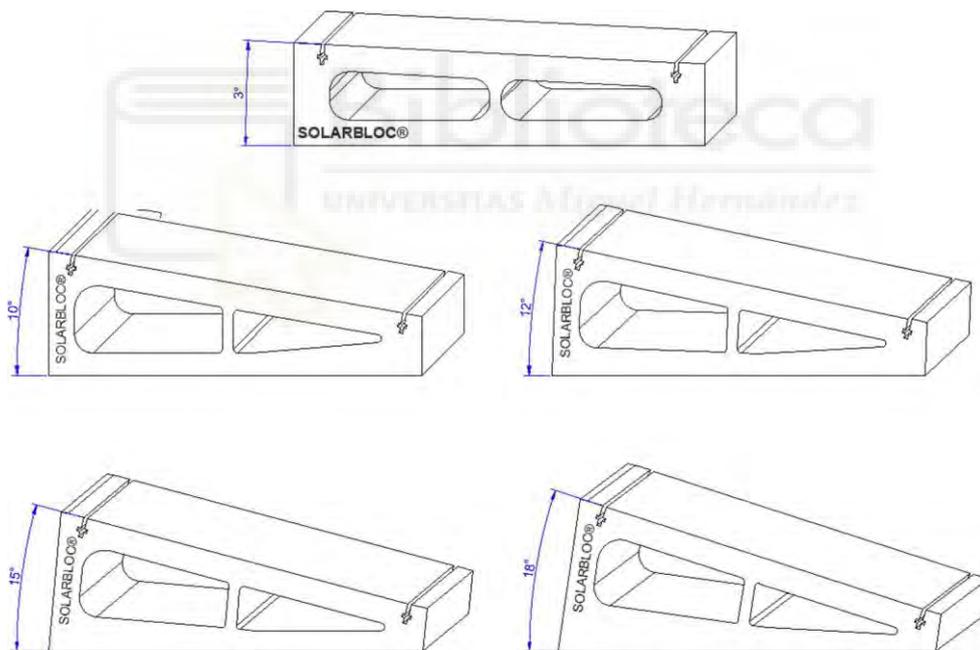
Con el sistema *Solarbloc cubiertas y superficies planas* se consigue realizar los trabajos de instalación de paneles solares de una forma rápida y segura, al tener una geometría que permite anclar los paneles directamente a la pieza sin tener que montar una estructura sobre ella.



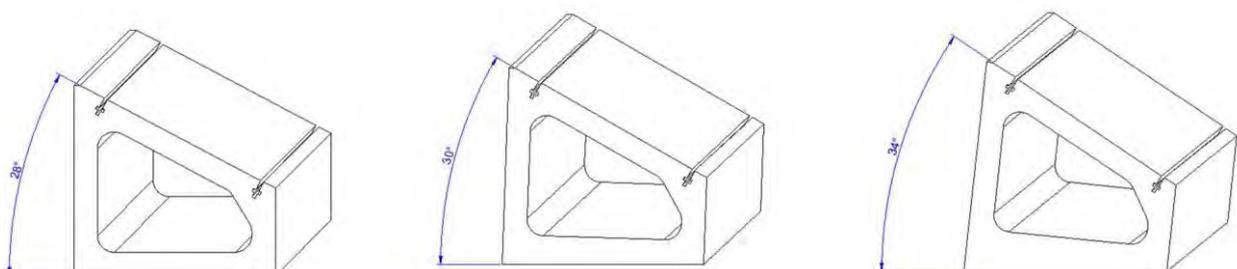
2.- DATOS TÉCNICOS DE LAS PIEZAS.

En el siguiente gráfico se reflejan los diferentes soportes Solarbloc que se han considerado en esta Memoria. Podemos observar que vienen caracterizados por un ángulo de inclinación que puede tener uno de los siguientes valores: 3°, 10°, 12°, 15°, 18°, 28°, 30° y 34°. Aunque el tratamiento que van a recibir, de cara al cálculo de su estabilidad ante cargas de viento, va a ser el mismo, dentro de ellos, se puede clasificar en 2 grupos por similitud geométrica:

- Grupo 1: 3°, 10°, 12°, 15° y 18°.

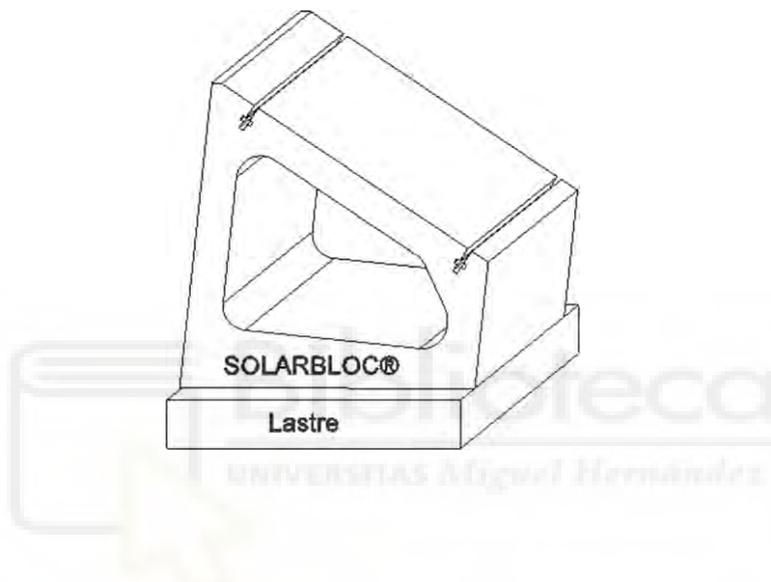


- Grupo 2: 28°, 30° y 34°.

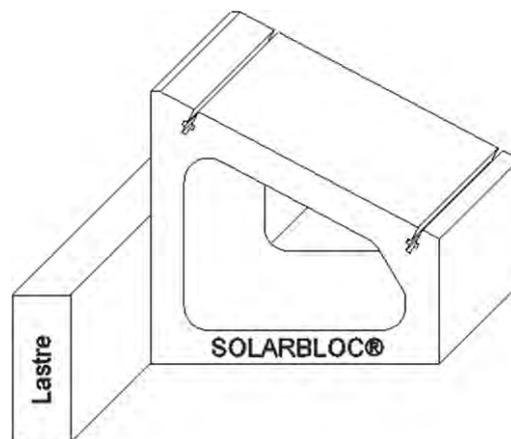


Las piezas mencionadas anteriormente se pueden lastrar, en caso de resultar esto necesario para garantizar la estabilidad del conjunto. Se consideran dos posibilidades de configuración del lastre:

- Lastre con posición **inferior** respecto al Solarbloc:



- Lastre con posición **lateral** respecto al Solarbloc:



Los datos geométricos de las piezas y que las caracterizan, vienen reflejados en la siguiente tabla:

Grupo	Inclinación apoyos							
	Grupo 1				Grupo 2			
Inclinación	3°	10°	12°	15°	18°	28°	30°	34°
Altura 1 (cm)	27,89	33,24	34,97	37,47	40,94	56,95	58,94	62,84
Altura 2 (cm)	22,13	15,96	14,21	11,54	9,91	26,11	26,03	25,96
Largo (cm)	110	37,47	100,00	100,06	100,38	60,00	60,04	60,32
Ancho (cm)	12,00	16,00	16,00	16,00	16,00	23,50	23,50	23,50
Peso (kg)	50	60,00	60,00	60,00	60,00	68,00	71,30	77,80
Composición	HM-20							
Grupo 1								
Grupo 2								

3.- MEMORIA DE CÁLCULO.

3.1.-. OBJETO DE LA MEMORIA Y ÁMBITO DE APLICACIÓN

El objeto de esta Memoria es, por un lado, el de desarrollar un modelo de cálculo de estabilidad del Sistema Solarbloc Cubiertas ante la acción del viento respecto al vuelco y al deslizamiento y, por otro lado, describir el funcionamiento y las posibilidades de una herramienta informática puesta a disposición de los proyectistas para facilitar los cálculos para la utilización de Solarbloc Cubiertas en sus proyectos. A tal efecto, se ha desarrollado una hoja de cálculo que permite la comprobación al vuelco y al deslizamiento de las piezas *Solarbloc Cubiertas*, tanto para viento por barlovento (el viento entra por la parte delantera del conjunto) como por sotavento (el viento entra por la parte trasera del conjunto).

El ámbito de aplicación de esta Memoria abarca aquellas disposiciones que se adapten a las recomendaciones del fabricante del Sistema Solarbloc Cubiertas y las acciones contempladas en esta Memoria, no considerándose otras disposiciones o factores que puedan intervenir en una instalación específica.

3.2.- DESCRIPCIÓN DE LAS CONFIGURACIONES.

El proyectista puede hacer uso de diferentes configuraciones de cálculo que se corresponden con las que se pueden conformar en la citada hoja de cálculo mediante la introducción de una serie de parámetros para describir y calcular la estabilidad de una determinada disposición de la instalación. Dichos parámetros se detallan, a continuación, en la tabla siguiente. En la columna de la izquierda vemos el parámetro a considerar y en la central los posibles valores que se pueden adoptar para dicho parámetro. Se acompaña una tercera columna con observaciones, en cada caso, para su mejor comprensión. En el caso de que exista un número limitado de opciones se desplegará una pestaña apareciendo una lista de valores que son los recogidos en la columna de la derecha de la tabla. En otro caso, el proyectista elegirá e introducirá el valor que ha designado para el parámetro correspondiente.

Parámetro	Opciones	Observaciones
Tipo de Solarbloc	3°, 10°, 12°, 15°, 18°, 28°, 32°, 34°	Elegir uno de estos ángulos
Tipo de Montaje	De momento sólo se considera montaje n+1 soportes para n paneles fotovoltaicos	Sólo se considera este tipo de montaje
Números de paneles fotovoltaicos	No recomendable más de 5	Seleccionar el número 'n' de paneles en cada conjunto. El número de soportes será una unidad más, dado el único tipo de montaje admisible es 'n+1'
Colocar lastre	Sí, No	Elegir si hay o no lastre
Disposición del lastre	Inferior, Lateral	En el caso de poner lastre, habrá que elegir entre una de las dos disposiciones
Aplicar Código Técnico	Sí, No	Elegir si se aplica el Código Técnico o no
Selección del terreno base	Terrazo, Hormigón, Tela asfáltica, Poliestireno extruido u Otro	Elegir una de estas bases de apoyo
Colocar Manta de Neopreno	Sí, No	Elegir si se coloca neopreno o no
Condiciones rozamiento	Húmedo, Seco	Elegir si el rozamiento se produce en condiciones secas o con humedad
Colocar perfil metálico	Sí, No	Elegir si se coloca un perfil metálico adicional o no
Peso de panel fotovoltaico	Peso de panel fotovoltaico en kg	Indicar el peso de cada uno de los paneles fotovoltaicos
Dimensiones de panel fotovoltaico	Largo y ancho de panel fotovoltaico en metros	Indicar el ancho y el largo de los paneles fotovoltaicos
Cordón de pegado	Adición de un cordón de adhesivo, con una posición, largo, ancho y resistencia	Indicar si se incluye un cordón de adhesivo, junto con su resistencia, posición, largo y ancho

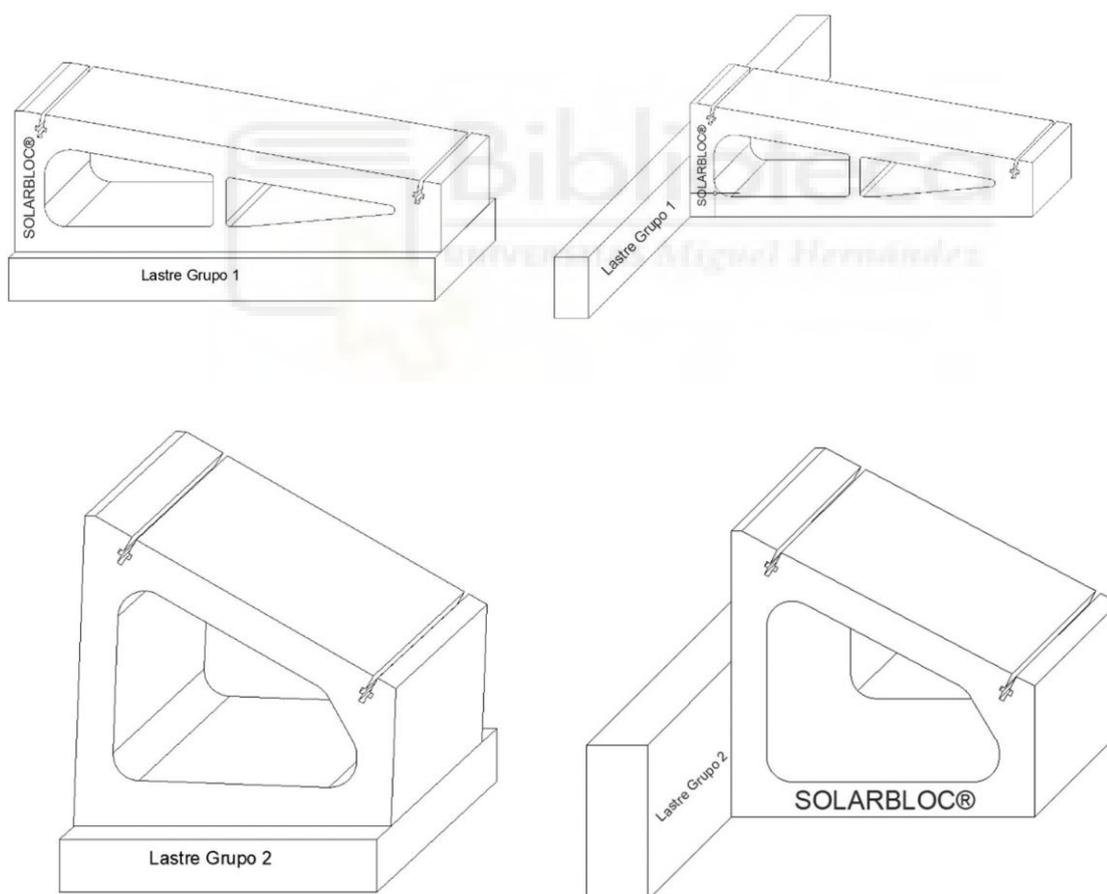
Además de los parámetros indicados anteriormente, se deberán introducir los datos de la velocidad del viento y su ángulo de ataque para el caso de que el proyectista desarrolle un cálculo “Manual” o bien, en el caso de que se quieran usar los datos proporcionados por el Código Técnico de la Edificación en su documento Acciones en la Edificación (CTE DB SE-AE) los parámetros de Zona de viento, el Grado de Aspereza y la altura considerada.

3.2.1.- LASTRE.

El lastre consiste en una pieza de hormigón pegada a la base o en la parte trasera del Solarbloc que incrementa su peso o bien ejerce como contrapeso, mejorando, por tanto, su estabilidad. Se dispone de los siguientes tipos, dependiendo de que se usen para los soportes del Grupo 1 o para el Grupo 2:

<i>Tipo</i>	<i>Dimensiones (cm)</i>	<i>Peso (Kg)</i>
Lastre Grupo 1 Solarbloc 3°, 10°, 12°, 15°, 18°	100x18x10	42,0
Lastre Grupo 2 Solarbloc 28°, 32°, 34°	60x31x12	46,0

En las siguientes imágenes se muestra una representación tipo de cómo quedaría el conjunto soporte-lastre para cada uno de los 2 grupos anteriores.

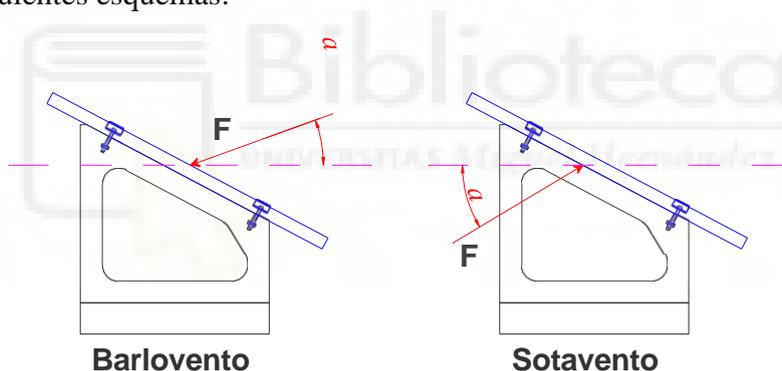


3.2.2.- CARGAS DE VIENTO CONSIDERADAS.

Como se ha indicado anteriormente, el proyectista elegirá uno de dos posibles métodos para generar las cargas de viento de cálculo: mediante un método que denominaremos “Manual” o generadas a través de los datos proporcionados por el Código Técnico de la Edificación en su documento Acciones en la Edificación (CTE DB SE-AE).

3.2.2.1.- MÉTODO MANUAL.

El proyectista estima los valores de la velocidad del viento (en km/h) y, a partir de ella, la fuerza, F , que ejerce el viento, tanto a barlovento como a sotavento, así como el ángulo α de incidencia de cada una de esas hipótesis de cálculo respecto al terreno, según los siguientes esquemas:



Para obtener dicha fuerza partimos de la presión dinámica de un fluido sobre la pieza en cuestión que se obtiene mediante la siguiente expresión:

$$w = \frac{1}{2} \rho v^2$$

Siendo:

- w : Presión dinámica.
- ρ : densidad del fluido (1.225 kg/m³ para el aire).
- v : velocidad del fluido

Si consideramos la velocidad en m/s, con el valor de la densidad del aire mencionado arriba y teniendo en cuenta que 1 kp=9,8 N se obtiene la

presión dinámica, w sobre la pieza mediante la siguiente expresión:

$$w = \frac{v^2}{16} \text{ en Kp/m}^2$$

Con este método, la presión dinámica obtenida se utiliza, directamente, en el cálculo de la estabilidad sin la aplicación de coeficientes adicionales para transformarla en una presión estática y se multiplica por la superficie de la placa solar y con ella se obtiene la fuerza puntual (Kg) que se aplica en el centro de gravedad de la placa solar que tendrá el ángulo de ataque que el proyectista estime oportuno, según la siguiente expresión:

$$F = w \cdot S$$

Siendo:

- F: Fuerza.
- S: Superficie de los paneles fotovoltaicos.

3.2.2.2.-CTE.

Debido a que no es siempre fácil conocer las cargas de viento que pueden llegar a incidir sobre las placas fotovoltaicas, puede ser útil hacer uso de una herramienta normativa como es el Código Técnico de la Edificación, en concreto, para la obtención de las cargas de viento aplicable, el Documento Básico Seguridad Estructural Acciones en la Edificación (CTE DB SE-AE).

Según este Documento, se determina la acción de viento, en general, como una fuerza perpendicular a la superficie de cada punto expuesto, o presión estática, que mediante la expresión:

siendo:

$$q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p$$

- o q_b : presión dinámica del viento. Se obtiene mediante el anejo D.1 del CTE DB SE-AE antes mencionado, en función del emplazamiento geográfico de la obra. Se elegirá una zona A, B o C, lo que nos proporciona un valor de velocidad, y obtendremos la presión dinámica mediante la expresión:

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

donde:

ρ : densidad del aire.

v_b : valor básico de la velocidad del viento.

- o c_e : coeficiente de exposición, variable con la altura del punto considerado y en función del grado de aspereza del entorno. Se obtiene del anejo D.2 del mismo CTE DB SE-AE
Se solicitará, por tanto, la altura desde el suelo hasta el punto más elevado de los paneles fotovoltaicos y el Grado de Aspereza que puede ser uno de los siguientes:

Grado de aspereza del entorno	Descripción
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.
II	Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados, como árboles o construcciones pequeñas
III	Terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de importancia
IV	Zona urbana en general, industrial o forestal
V	Centro de negocios de grandes ciudades, con profusión de edificios en altura

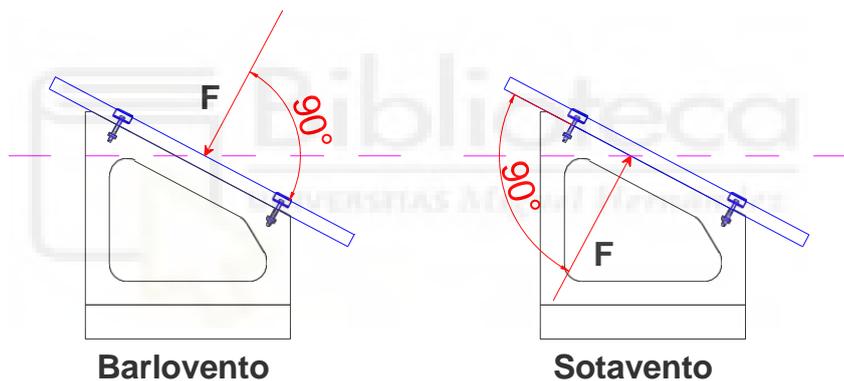
- o c_p : el coeficiente eólico o de presión, dependiente de la forma y orientación de la superficie respecto al viento, y en su caso, de la situación del punto respecto a los bordes de esa superficie. Puesto que asimilamos los paneles fotovoltaicos a cubiertas a un agua, su valor se extrae de la tabla D.10 del CTE DB SE-AE, aplicable para marquesinas a 1 agua, interpolando para los valores de la pendiente del panel y considerando 2 hipótesis:

- Efecto del viento hacia abajo: cálculo a barlovento.

- Efecto del viento hacia arriba: cálculo a sotavento. Se toma un factor de obstrucción 0, ya que suponemos un paso libre bajo el panel.

Al igual que en el caso anterior, una vez obtenida la presión estática, se multiplica por la superficie, S , de la placa solar y con ella se obtiene la fuerza puntual, F , que se aplica en el centro de gravedad de la placa solar y perpendicular a la misma, como se observa en la fórmula siguiente y que se aplica, como se aprecia en las siguientes figuras, para barlovento y para sotavento:

$$F = q_b \cdot S$$



3.2.3.- COEFICIENTE DE ROZAMIENTO.

De cara al cálculo del deslizamiento debemos conocer el terreno base en el que se van a asentar los soportes Solarbloc. Para ello, el Instituto Tecnológico de Rocas Ornamentales, Productos y Obras de Construcción de la Junta de Extremadura, ha efectuado una serie de experimentos que modelizan el comportamiento de los soportes ante fuerzas de deslizamiento en diversas condiciones. Dicho estudio se adjunta como información complementaria de esta Memoria. Como se mencionó en apartados anteriores, dichas condiciones incorporan tres parámetros:

- Material base: Terrazo, Hormigón, Tela asfáltica, Poliestireno extruido.
- Manta de neopreno intermedia: si, no.

- Condiciones de rozamiento: húmedo, seco.

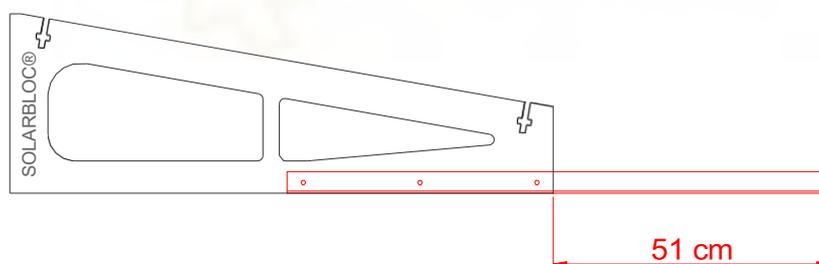
Estas pruebas han conducido a los siguientes resultados:

Material Base	Fricción							
	Solarbloc 28°, 30° y 34°				Solarbloc 10, 12°, 15° y 18°			
	Sin Neopreno		Con Neopreno		Sin Neopreno		Con Neopreno	
	Seco	Húmedo	Seco	Húmedo	Seco	Húmedo	Seco	Húmedo
Terrazo	1.108	0.983	1.494	1.143	1.091	0.965	1.469	1.183
Hormigón	1.089	0.956	1.324	1.197	1.081	0.965	1.378	1.195
Tela asfáltica	1.030	0.858	1.343	1.310	0.946	0.855	1.370	1.342
Poliestireno extruido	1.012	0.836	1.005	1.064	0.899	0.754	1.042	1.069

Además, la hoja de cálculo permite al calculista la introducción de cualquier otro material base, para lo cual, deberá estimar e introducir el parámetro de fricción correspondiente.

3.2.4.-PERFIL METÁLICO.

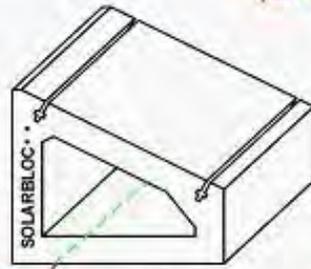
Se ha considerado la posibilidad de incorporar un perfil metálico que sobresalga 51 cm del soporte, de manera que mejore las características de resistencia al vuelco a sotavento. En la siguiente figura se observa la colocación de dicho perfil.



3.2.5.- PEGADO DE LOS SOPORTES.

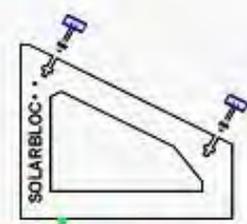
Por último, para ciertos casos en los que no se consiga la estabilidad deseada y el material base sea adecuado, puede ser interesante colocar los soportes con un cordón de adhesivo, como masilla de poliuretano, que garantice dicha estabilidad. Se debe introducir el valor de la resistencia de pegado del adhesivo, el área de pegado (largo y ancho del cordón) y la posición en la que se deposita el cordón, que, normalmente, estará próxima al lado de sotavento. Se muestra en la siguiente figura:

**PEGADO PIEZA POR BASE
(en caso de ser necesario)**



CORDON MASILLA DE POLIURETANO
10 X 0,6cm (R.Tracción10kg/cm2)

PERSPECTIVA



CORDON MASILLA DE POLIURETANO
10 X 0,6cm (R.Tracción10kg/cm2)

40



3.3.- VERIFICACIONES.

Como se ha dicho, se ha desarrollado una hoja de cálculo de Excel que es la herramienta informática que permite, a efectos prácticos, la introducción de los datos concretos de una cierta configuración de instalación y aplica una serie de comprobaciones para verificar la estabilidad del sistema frente a la acción del viento. Con las indicaciones señaladas en los apartados anteriores, una vez introducidos los datos y si la configuración es correcta, la hoja de cálculo verifica los mismos detectando si dicha configuración es apta o no ante las cargas previstas.

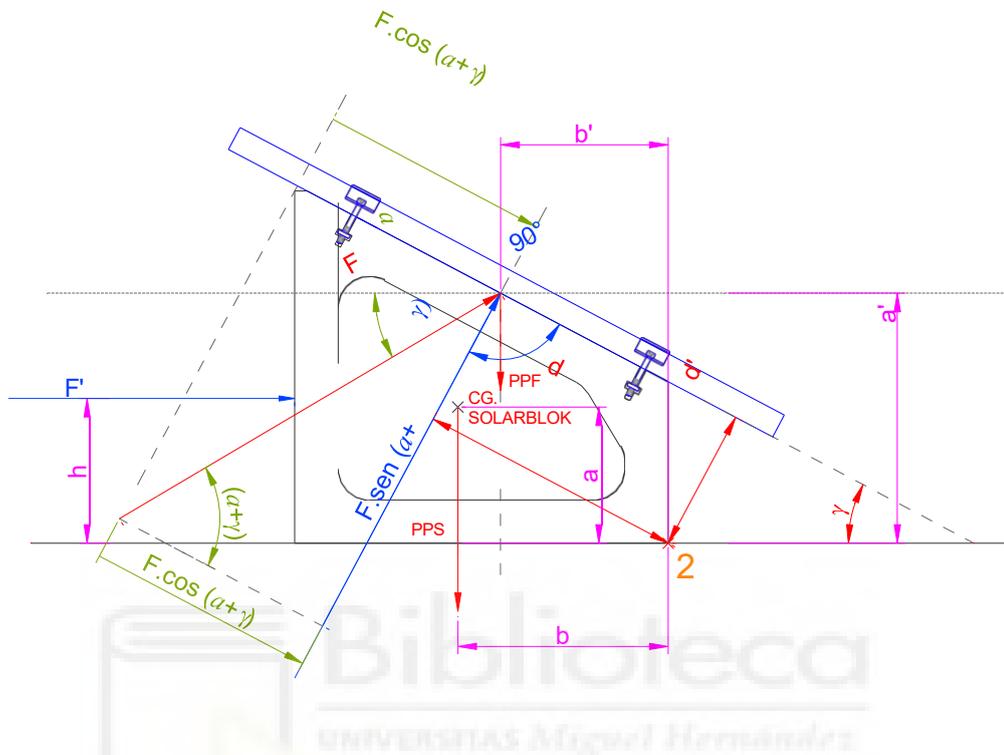
Las comprobaciones se dividen en 2 bloques: sotavento y barlovento, independientemente de que se aplique el Código Técnico de la Edificación o el proyectista realice su propia estimación de cargas con el método manual.

3.3.1.- COMPROBACIONES A SOTAVIENTO.

Se realizan las siguientes comprobaciones:

- Volcado sin pegado.
- Volcado con pegado.
- Comprobación de deslizamiento sin pegado.
- Comprobación de deslizamiento con pegado.

La modelización básica del cálculo se detalla en la siguiente figura:



Siendo:

- α : Ángulo de incidencia del viento respecto a la horizontal.
- γ : Ángulo de la pieza Solarbloc Cubiertas.
- a : distancia vertical entre el punto de giro (2) de la pieza Solarbloc Cubiertas y el Centro de Gravedad de la pieza Solarbloc Cubiertas.
- b : distancia vertical entre el punto de giro (2) de la pieza Solarbloc Cubiertas y el Centro de Gravedad de la pieza Solarbloc Cubiertas.
- a' : distancia vertical entre el punto de giro (2) de la pieza Solarbloc Cubiertas y el Centro de Gravedad del panel solar.
- b' : distancia horizontal entre el punto de giro (2) de la pieza Solarbloc Cubiertas y el Centro de Gravedad del panel solar.
- d : distancia entre el punto de giro (2) de la pieza Solarbloc Cubiertas y la componente perpendicular al panel solar de la fuerza del viento aplicada en su centro de gravedad ($F \cdot \text{sen}(\alpha + \gamma)$).
- d' : distancia entre el punto de giro (2) de la pieza Solarbloc Cubiertas y la componente paralela al panel solar de la fuerza del viento aplicada en su centro de gravedad ($F \cdot \text{cos}(\alpha + \gamma)$).

- h = distancia vertical entre el punto de giro (2) de la pieza Solarbloc Cubiertas y el de presiones del viento de la propia pieza (se encuentra a la mitad de la altura de la cara trasera de la misma).
- PPS: Peso propio de la pieza Solarbloc Cubiertas.
- PPF: Peso propio panel fotovoltaico.
- F : Fuerza del viento sobre el panel fotovoltaico.
- F' : Fuerza del viento sobre el soporte (componente horizontal).

Con estos datos y distancias las ecuaciones de equilibrio de momentos respecto al punto 2 deben ser las siguientes:

$$\gamma_E \cdot (F \cdot \text{sen}(\alpha + \gamma) \cdot d + F \cdot \text{cos}(\alpha + \gamma) \cdot d' + F' \cdot h) < \gamma_F \cdot (PPS \cdot b + PPF \cdot b')$$

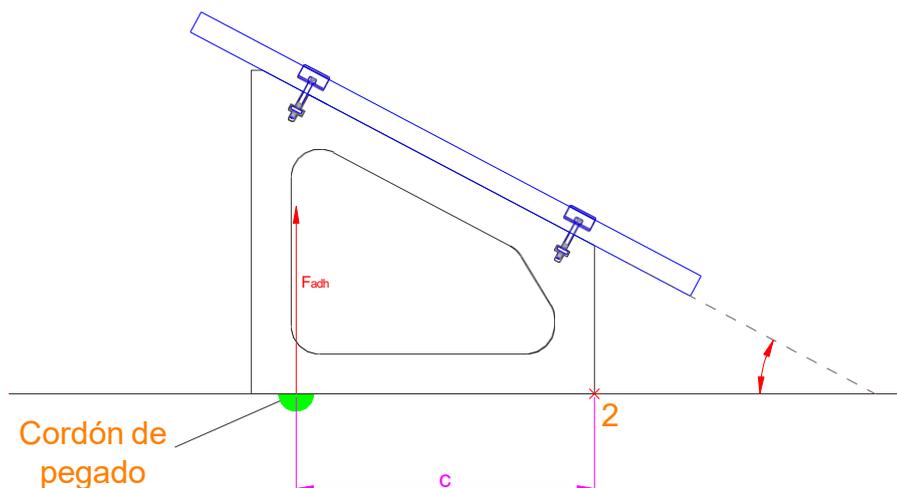
siendo:

- γ_E : Coeficiente de seguridad parcial para acciones desfavorables. Se considera un valor de 1,5 para las acciones variables y de 1,35 para las permanentes, según la tabla 4.1 Coeficientes parciales de seguridad (\square) para las acciones del Documento Básico SE Seguridad Estructural del Código Técnico de la Edificación.
- γ_F : Coeficiente de seguridad parcial para acciones favorables. Se considera un valor nulo para las acciones variables y de 0,9 para las permanentes, según la misma tabla.

En caso de que sepa que el peso de la pieza sea insuficiente, podría aplicarse bien un pegado de la pieza con un cordón de resina que lograría una fuerza (adherencia pieza – suelo) que llamaremos “ F_{ADH} ” a una distancia “ c ” del punto 2.

$$\gamma_E \cdot (F \cdot \text{sen}(\alpha + \gamma) \cdot d + F \cdot \text{cos}(\alpha + \gamma) \cdot d' + F' \cdot h) < \gamma_F \cdot (PPS \cdot b + PPF \cdot b') + F_{ADH} \cdot c$$

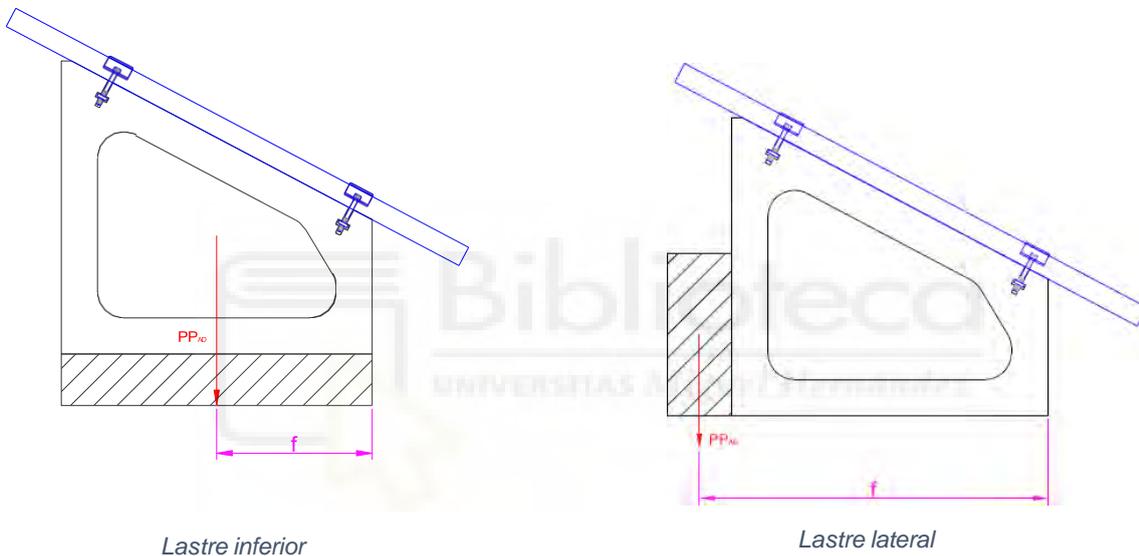
Representamos esta componente adicional aislada, para facilitar su comprensión:



Para favorecer la estabilidad puede añadirse un lastre de peso “PPAD” cuyo centro de gravedad se situará a una distancia “f” del punto de vuelco, quedando la ecuación de equilibrio de la siguiente forma:

$$\gamma_E \cdot (F \cdot \text{sen}(\alpha + \gamma) \cdot d + F \cdot \text{cos}(\alpha + \gamma) \cdot d' + F' \cdot h) < \gamma_F \cdot (PPS \cdot b + PPF \cdot b' + PPAD \cdot f)$$

Como se ha indicado existen dos posibles configuraciones, representadas a continuación:



Cuando se añade un perfil metálico, las ecuaciones anteriores siguen siendo válidas pero el punto 2 de volcado se desplaza al extremo del perfil metálico.

En cuanto a la comprobación a deslizamiento, se verificará que la fuerza desequilibradora horizontal es superior a la fuerza de rozamiento, es decir:

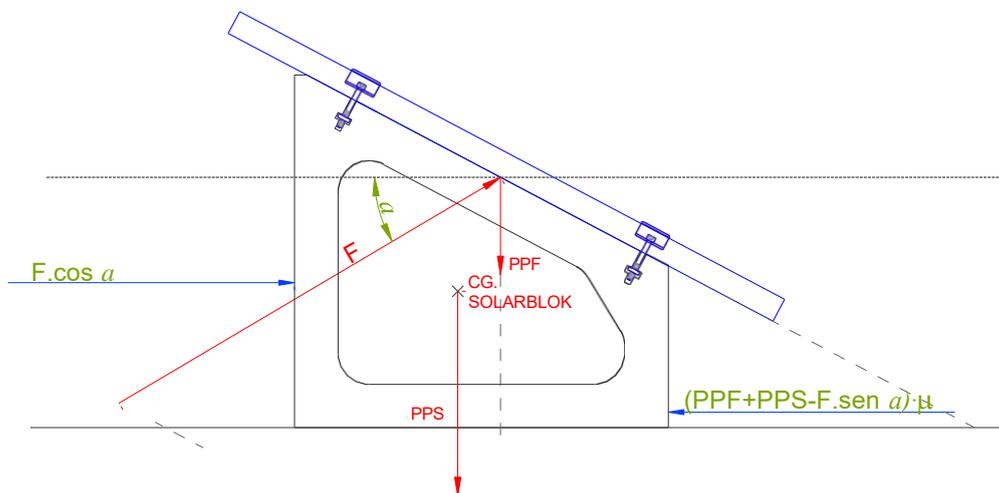
$$\gamma_E \cdot F \cdot \text{cos} \alpha \leq ((PPF + PPS)\gamma_F - F \cdot \text{sen} \alpha \cdot \gamma_E) \cdot \mu$$

siendo:

- α = Ángulo de incidencia del viento respecto a la horizontal.
- μ = Coeficiente de rozamiento obtenido mediante lo indicado en el apartado 3.2.3.
- F = Fuerza del viento.
- PPS = Peso propio de la pieza Solarbloc Cubiertas.

- PPF = Peso propio panel fotovoltaico.

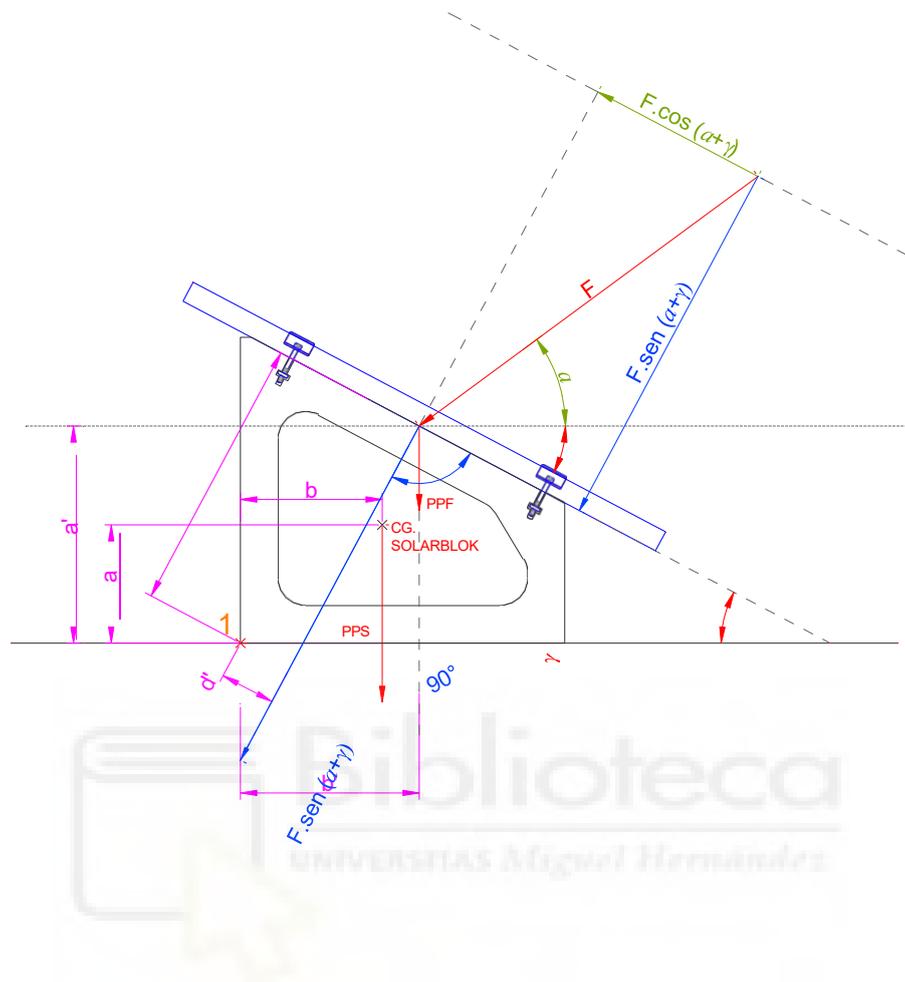
En el siguiente gráfico se muestran las fuerzas involucradas:



3.3.2.-COMPROBACIONES A BARLOVENTO.

Comprobaciones a barlovento: la comprobación a barlovento no suele ser determinante, puesto que las cargas de viento extraídas del CTE son estabilizadoras, si bien, la comprobación manual puede generar cargas desestabilizadoras dependiendo del ángulo de acometida considerado. No obstante, se comprueba la estabilidad a vuelco.

La modelización básica del cálculo se detalla en la siguiente figura:



La ecuación de equilibrio de momentos respecto al punto 1 es:

$$\gamma_E \cdot F \cdot \cos(\alpha + \gamma) \cdot d' - \gamma_E \cdot F \cdot \text{sen}(\alpha + \gamma) \cdot d < \gamma_F \cdot (\text{PPS} \cdot b + \text{PPF} \cdot b')$$

Como puede observarse el resultado de la operación dependerá fundamentalmente del parámetro “d”, que estabilizará la pieza siempre que la fuerza $F \cdot \text{sen}(\alpha + \gamma)$ corte a la base de la pieza. (Esto ocurre siempre en todas las piezas Solarbloc Cubiertas para cargas de viento perpendiculares al panel fotovoltaico).

La simbología utilizada tiene el mismo significado que en el caso anterior.

En el caso de adoptar una configuración que incluya un lastrado de peso PPAD, la expresión se modificaría de la siguiente forma:

$$\gamma_E \cdot F \cdot \cos(\alpha + \gamma) \cdot d' - \gamma_E \cdot F \cdot \sin(\alpha + \gamma) \cdot d < \gamma_F \cdot (PPS \cdot b + PPF \cdot b' + PP_{AD} \cdot b'')$$

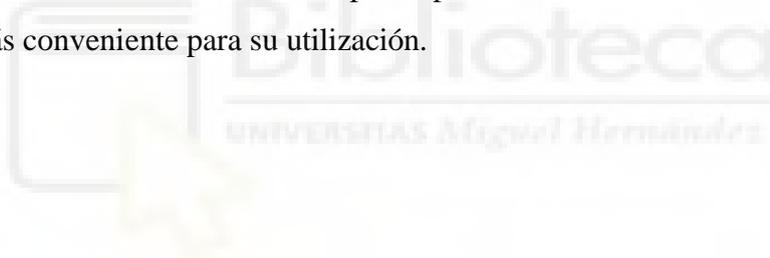
siendo b'' la distancia del centro de gravedad del lastre al punto de vuelco considerado.

3.3.3.- APLICACIÓN INFORMÁTICA.

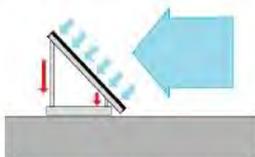
Se han explicado los diferentes elementos que se han integrado en la aplicación informática asociada: los posibles parámetros configurables y los valores que pueden adquirir, así como los mecanismos de cálculo de estabilidad considerados.

Todo ello se ha plasmado en esta hoja de cálculo de Excel que proporciona una rápida visión del comportamiento de la instalación ante las cargas de viento.

Se muestra un ejemplo de configuración de la Hoja de Cálculo tanto a sotavento como a barlovento, si bien, el fabricante podrá presentarla a sus clientes con el formato que estime más conveniente para su utilización.



CÁLCULO DE CARGA DE VIENTO SOBRE SOLARBLOC®



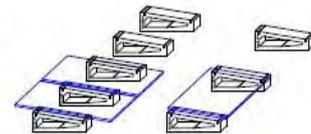
SOLARBLOC®

Grupo Durán

Soporte de hormigón para paneles solares



Info@pretecoindustrias.com
 Fabrica: Carretera de Valverde, Km. 5,216
 (Madrid) Teléfono 902 200 200 - 902 200 116



ENTRADA DE VIENTO POR BARLOVENTO

Tipo de Solarbloc a utilizar
 Colocar lastre
 Posición lastre

25º
SI
Lateral
SI

Zona de viento
 Grado de aspereza
 Altura (m)
 Coef. de exposición
 Coef. de presión

A
IV Zona urbana en general, Industrial o forestal
5
1,34
2,37

Coeficientes parciales de seguridad		
Situación	Desfavorable	Favorable
Peso propio	1,35	0,90
Viento	1,50	0,90

Tipo de montaje
 Número de Solarbloc
 Número de paneles
 Número de piezas de lastre
 Peso panel solar (kg)
 Peso de cada pieza de lastre

11 paneles / 111 Solarblocc
2
1
2
22,5
46,00

Datos piezas

Solarbloc
 Paneles
 Lastre

Peso	Centro de gravedad (respecto al punto de giro)	
	kg	x (m) y(m)
Solarbloc	136,00	0,3814 0,2248
Paneles	22,50	0,4671 0,4220
Lastre	92,00	0,0630 0,1550

Dimensiones paneles		Superficie
x (m)	y (m)	m²
1,40	1,00	1,40

Introduzca las dimensiones del módulo

Convertor (km/h) a (m/s)

Introducir velocidad en km/h	Velocidad en m/s
102	28,33

Angulo del Solarbloc
 Angulo entre viento - terreno

Angulo viento terreno entre 0 y 62	Angulo en Radianes
28	0,489
0	0,000

Viento

Velocidad del viento (Manual / CTE)
 Angulo del solarbloc
 Angulo viento terreno (Manual / CTE)
 Angulo viento -panel
 Carga de viento

m/s	kg/m²
26,00	133,47
0,489	rad
3,082	rad
1,571	rad
186,85	kg

Distancia perpendicular eje fuerza - punto de viento

d (m)
0,2094
0,5682



CALCULOS SOLARBLOC SIN PEGADO

Momento debido al viento
 Momento debido al peso
 Total momentos
 Reserva de seguridad al vuelco
 CUMPLIMIENTO A VUELCO

0,00	kg x m	Signos	+	Antihorario
60,96	kg x m		-	Vuelco
60,96	kg x m			
INFINITO		Seguridad cuando es > 100%		
INFINITO				

¡¡¡¡¡AVISO!!!! LIMPIAR LA BASE DONDE SE DEPOSITEN LOS SOPORTES SOLARBLOC



ENTRADA DE VIENTO POR SOTAVENTO

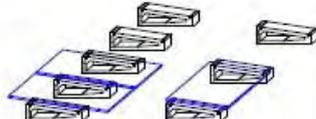


SOLARBLOC®

Soporte de hormigón para paneles solares

1830003@grupoduran.com
 Fabricador: Constructora Durán, S.A. 4238
 (Barcelona) Teléfono: 934 014 121 - 934 238 118

Grupo Durán



Tipo de Solarbloc a utilizar	28H
Tamaño base	0,80
Marca de recogrido	Sero
Recogrido hueado / seco	Sero
Colocar lastre	Si
Aplicar Código Técnico	Si
Colocar perfil metálico	No

Paneles / m² Solarbloc (VIENTO POR DENTRADA DEL CONJUNTO)

Coef. de roc.	0
Coef. roc. (rectificado)	0
Zona de viento	II
Grado de aspereza	II (Zona urbana en general, industrial o forestal)
Altura (m)	0,00
Coef. de exposición	1,34
Coef. de sorción	0,00

Tipo de montaje	1 panel(s) / m² Solarbloc
Número de Solarbloc	2
Número de paneles	1
Número de piezas de lastre	2
Peso panel solar (kg)	22,5
Peso de cada pieza de lastre	42

Datos paneles

	Peso (kg)	Centro de gravedad (respecto al punto de giro) x (m)	y (m)
Solarbloc	136,00	0,135	0,2248
Panel	22,50	0,280	0,6200
Lastre	84,00	0,680	0,1300

Direcciones paneles piezas y lastre	Superficie (m²)	
	x (m)	y (m)
Panel	1,40	1,00
Soporte	0,57	0,24
Lastre	1,00	0,21

Convertir (km/h) a (m/s)	Introducir velocidad en km/h	Velocidad en m/s
	102	28,11

Ángulo del Solarbloc	Ángulo viento-terreno entre 0 y 62	Ángulo viento-terreno en Radianes
	38	0,660
Ángulo entre viento - terreno	0	0,000

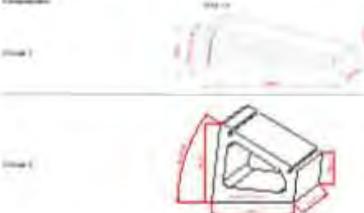
Velocidad del viento (Manual / CTE)	m/s	kg/m²
	26,00	173,71

Distancia perpendicular eje fuerza - punto de apoyo d (m)	0,4276
	0,3366



Los módulos solares tienen que centrarse al soporte Solarbloc® de tal manera que no sobresalgan más de un lado que del otro.

Sección de viento											
Ángulo	0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°	105°	120°	135°	150°
Coeficiente	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95	1,00	1,05	1,10	1,15	1,20
Coeficiente	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95	1,00	1,05	1,10	1,15	1,20



Ángulo del solarbloc	0,660	rad
Ángulo viento-terreno (Manual / CTE)	1,083	rad
Ángulo viento - panel	1,743	rad
Carga de viento sobre el panel fotovoltaico	263,20	kg
Carga de viento sobre soporte	21,83	kg
Carga de viento sobre el lastre	50,50	kg

CALCULO SOLARBLOC SIN PEGADO

Momento debido al viento	-175,10	kg x m	Signos	+	Atenuados
Momento debido al peso	101,36	kg x m		-	Vuelco
Total momento	-73,74	kg x m			
Reserva de seguridad al vuelco	NO CUMPLE				
CUMPLIMIENTO A VUELCO	NO CUMPLE				
Carga de viento horiz. sobre el panel fotovoltaico	171,26	kg			
Carga de viento vert. sobre el panel fotovoltaico	272,10	kg			
Peso	125,45	kg			
Fricción	-86,03	kg			
Resistencia	-287,91	kg			
CUMPLIMIENTO A DESLIZAMIENTO	NO CUMPLE				

CALCULO SOLARBLOC CON PEGADO ENTRE PIEZAS DE SOLARBLOC

Distancia pegado cortón	40	cm
Resistencia del cortón / Weber flex PU	30	kg/cm²
Longitud del cortón / Solarbloc	15	cm
Anchura mínima del cortón	0,80	cm
Anchura del cortón aplicado	1,00	cm
Momento conseguido con pegado	120	kg x m
Momento debido al viento	-175,10	kg x m
Momento debido al peso	101,36	kg x m
Total momento	46,22	kg x m
Reserva de seguridad al vuelco	126,87%	
CUMPLIMIENTO A VUELCO	CUMPLE	
Fuerza antideslizamiento por pegado	300,00	kg
Resistencia de deslizamiento	22,09	kg
CUMPLIMIENTO A DESLIZAMIENTO	CUMPLE	

* Nota: Para la aplicación del cordón adherente respetar las instrucciones del fabricante del mismo.



4.- REQUISITOS DE MONTAJE Y RECOMENDACIONES DEL FABRICANTE

A la hora de instalar el Sistema Solarbloc Cubiertas y Superficies Planas deben respetarse las instrucciones de montaje y las recomendaciones del fabricante, siendo responsabilidad del proyectista o montador calcular y dimensionar la estructura necesaria para su instalación fotovoltaica.

SOLARBLOC®  PRETENSADOS DURÁN



Soporte de hormigón
para paneles solares

INSTRUCCIONES DE MONTAJE SOLARBLOC®

1º ELIGE EL SOPORTE Y LOS GRADOS
de inclinación que más nos convenga
(3º, 10º, 12º, 15º, 18º, 28º, 30º, 34º)

El sistema SOLARBLOC® cubiertas y superficies planas, permite fijar los paneles solares directamente al soporte, por lo que no es necesario montar estructura.

Los soportes SOLARBLOC® se fabrican en ocho grados distintos.
(3º, 10º, 12º, 15º, 18º, 28º, 30º, 34º)

Debemos elegir la inclinación del soporte más idónea teniendo en cuenta las necesidades de la instalación.

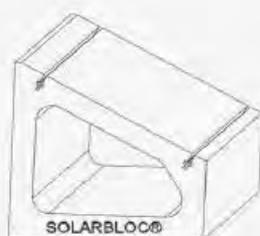


REPLANTEA LA ZONA DE TRABAJO **2º**

Una vez seleccionado el ángulo, tenemos que marcar la zona donde se colocarán los soportes SOLARBLOC® para el montaje de los paneles solares.

El terreno o la superficie donde se apoyen los soportes SOLARBLOC® debe ser plana, de lo contrario tiene que nivelarse.

Sobre suelos de tierra se puede utilizar grava para nivelar el terreno. Los soportes se deben empotrar sobre la grava unos centímetros para evitar deslizamientos.



3º COLOCA LOS SOPORTES SOLARBLOC®

Las piezas tienen una masa entre 50 y 77kg, dependiendo del grado de inclinación del soporte, por lo que para su desplazamiento es aconsejable la utilización de carretilla o similar.



3.1. Manipulación del soporte

1. Desplazar los soportes al lugar seleccionado.
2. Colocar el primer y el último soporte de la fila. Unirlos mediante una cuerda de replanteo por la parte superior, servirá para comprobar la nivelación y alineación.
3. Completar la fila con los soportes SOLARBLOC® según el replanteo establecido.

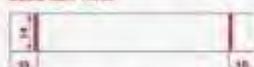
3.2. Consideraciones en función al tipo de cubierta, superficies y cargas de viento

3.2.1. Se recomienda fijar los soportes a la superficie de apoyo con uno o dos cordones de adhesivo, aumentar el peso de los soportes SOLARBLOC® añadiendo lastres por la base, o duplicar el número de SOLARBLOC® por módulo para aumentar la resistencia a vientos superiores a Beaufort 9 (Temporal fuerte).

PEGADO DEL SOPORTE SOLARBLOC® POR LA BASE



LA LONGITUD MÍNIMA DE LOS CORDONES DE ADHESIVO DEBE SER 14cm



BASE



EL PEGADO DE LOS SOLARBLOC A LOS LASTRES DEBE SER CON 2 CORDONES DE ADHESIVO PARA MATERIAL PETREC CON RESISTENCIA A TRACCIÓN MÍNIMA DE 10kg/cm²



3.2.2. En superficies con **coeficientes de rozamiento bajo** es necesario fijar los soportes Solarbloc con adhesivo para evitar deslizamientos.

En caso de no poder fijar los soportes, se tendrá que poner entre la base del SOLARBLOC® y la superficie de apoyo una **manta de caucho, neopreno o algún material que aumente el rozamiento**. La utilización de dichas mantas protege la impermeabilización de las cubiertas.

Con esta actuación se pretende que el soporte resista la carga de viento estimada antes de su desplazamiento.



*Es responsabilidad del proyectista y el montador de la obra dimensionar la estructura de la instalación fotovoltaica, también decidir el tipo de actuaciones complementarias para proteger la instalación.

4º **MONTA LOS ANCLAJES AL SOPORTE SOLARBLOC®**

Tras colocar los soportes, se procederá al montaje de los anclajes sobre el soporte SOLARBLOC®, realizando los siguientes pasos:

1. Ensamblar el anclaje formado por; omega de aluminio, tornillo, arandela y regleta para carril.



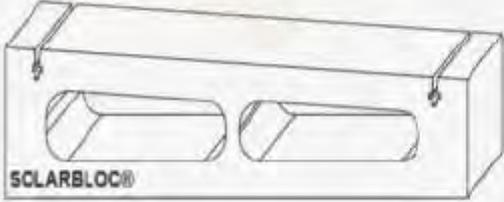


2. Introducir el anclaje ensamblado al carril de hormigón, por el lateral del soporte SOLARBLOC®.

POSICIÓN DE LOS MÓDULOS 5º
en función de la inclinación y tamaño.



Con Solarbloc® de 28º, 30º y 34º los módulos en **posición horizontal**. Solarbloc® de 10º, 12º, 15º y 18º permite montar los módulos de 60 células en vertical y horizontal.



Nuevo Solarbloc® de 3º, módulos en vertical.

*Módulos > 60 células montaje en vertical de 10º a 12º, y horizontal de 10º a 18º. Por las dimensiones del módulo, se recomienda añadir lastres bajo el soporte para aumentar peso (punto 3.2.1.)

*Para montar módulos > 60 células en vertical de 15º a 18º, necesario añadir lastres bajo el soporte para ganar altura, centrar el módulo y aumentar el peso (punto 3.2.1.)



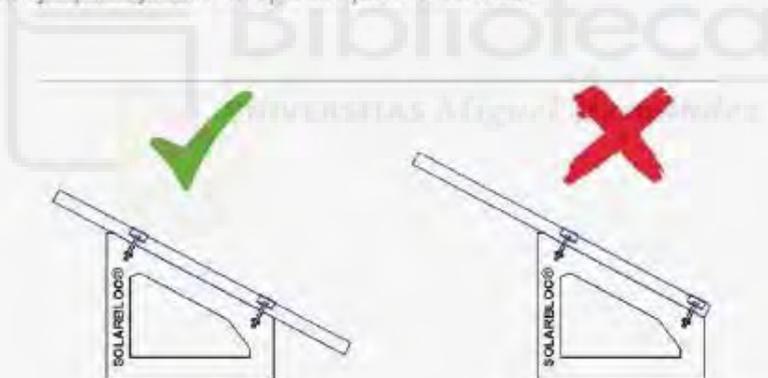


6º INSTALA LOS PANELES SOLARES AL SOPORTE SOLARBLOC®

Una vez montados los anclajes al soporte SOLARBLOC®, se fijará el marco del panel solar con el plano superior inclinado de SOLARBLOC®.

PASOS DE INSTALACIÓN DE MÓDULOS:

1. Apoyar los extremos del módulo sobre la superficie inclinada del soporte SOLARBLOC®.
2. Montar los módulos centrados al soporte SOLARBLOC®, de manera que **no sobresalga más de un lado que de otro** y ajustar los anclajes al marco del panel.
3. Por último, colocar el siguiente panel y apretar los anclajes para fijarlos con el par de apriete del módulo.



* Par de apriete máximo 17N

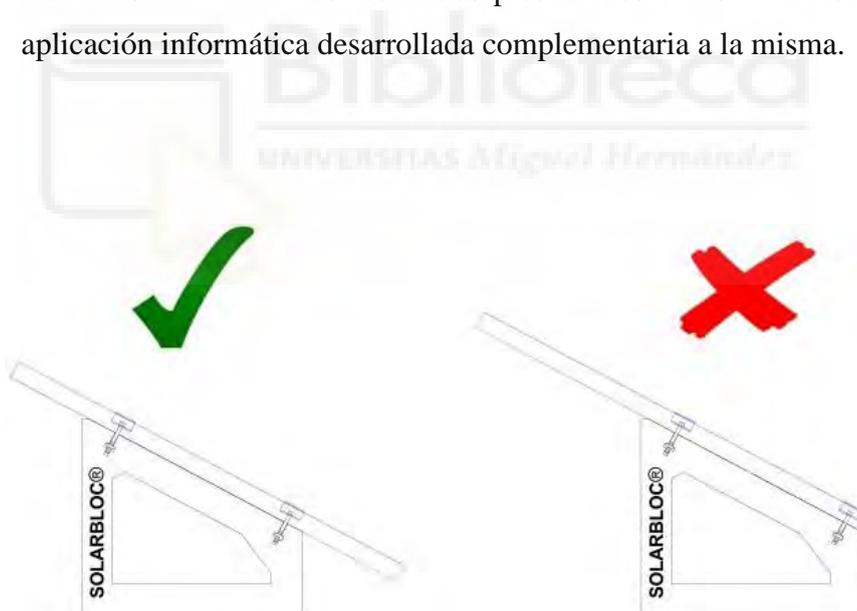


Cada soporte incluye los anclajes metálicos, necesarios para la fijación de los módulos.

4.1.-RECOMENDACIONES DE MONTAJE SOLARBLOC®

Además de seguir las Instrucciones de Montaje anteriores, deben seguirse una serie de recomendaciones para asegurar la estabilidad:

- No colocar más de 5 paneles por tramo, para maximizar los resultados de cálculo.
- Debe limpiarse, convenientemente, la zona de apoyo para evitar que los soportes descansen sobre material suelto que contribuya al deslizamiento.
- Siempre deben centrarse los módulos solares al soporte Solarbloc®, de tal manera que no sobresalgan más de un lado que de otro, independientemente de que se use o no un lastre de refuerzo. De otra manera se invalidan los resultados presentados en esta Memoria y de la aplicación informática desarrollada complementaria a la misma.



4.2.-FICHA TÉCNICA DE LASTRE Y UTILIZACIÓN.



SOLARBLOC®



FICHA TÉCNICA LASTRES DE REFUERZO SOLARBLOC®

Los Lastres de refuerzo para SOLARBLOC® Cubiertas y Superficies Planas están diseñados para aumentar el peso y altura del propio soporte cuando las condiciones de la instalación fotovoltaica lo precisan.



Estos Lastres de refuerzo se colocan en la base de los soportes Solarbloc® cuando se necesita ganar altura, o por la parte trasera para potenciar su eficacia y rigidizar la instalación en determinadas situaciones.

Ambas piezas deben unirse mediante adhesivo para lograr hacer un solo cuerpo y conseguir que trabajen como una sola estructura. Para la fijación de las piezas es recomendable utilizar **masilla de poliuretano**, taco químico o adhesivos para materiales pétreos con resistencia a la tracción mínima de 12 Kg/cm².



Ficha Técnica
Sikaflex.pdf



FTC_weber_flex_PU
_.pdf

Centro de producción:

Fábrica: Pol. Ind La Albuera Parc. 22, C.P.060170 La Albuera (Badajoz)
Teléfono 924 480 112 – Fax 924 268 932

SOLARBLOC® es un producto diseñado, desarrollado, fabricado y patentado por PRETENSADOS DURÁN S.L.
WWW.SOLARBLOC.ES



SOLARBLOC®

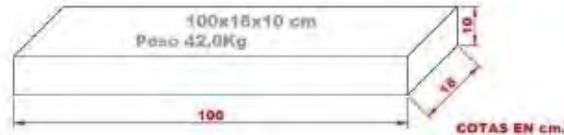


FICHA TÉCNICA LASTRES DE REFUERZO SOLARBLOC®

Debemos elegir el modelo de Lastre en función a los grados de inclinación de los Solarbloc® que se vayan a utilizar en la instalación.



Lastre para Solarbloc de 28° a 34°



Lastre para Solarbloc de 10° a 18°

Condiciones de uso de los Lastres de Refuerzo



SOLARBLOC®

SOORTE PARA PANELES SOLARES

*Esta información se basa en las recomendaciones del fabricante para el refuerzo de instalaciones sometidas a una carga de viento. **PREVIAMENTE** calculadas y verificadas por las empresas instaladoras.*

ÁNGULO DE INCLINACIÓN	PANEL ≤ 1,65 CM HORIZONTAL	PANEL ≤ 1,65 CM VERTICAL	PANEL > 1,65 CM HORIZONTAL	PANEL > 1,65 CM VERTICAL
SOLARBLOC® 3°	X	X	X	X
SOLARBLOC® 10°	X ✓	X ✓	X ✓ ✓	X ✓ ✓
SOLARBLOC® 12°	X ✓	X ✓	X ✓ ✓	X ✓ ✓
SOLARBLOC® 15°	X ✓	X ✓ ✓	X ✓ ✓	✓ ✓ ✓
SOLARBLOC® 18°	X ✓	X ✓ ✓	X ✓ ✓	✓ ✓ ✓
SOLARBLOC® 28°	X ✓	MONTAJE <input type="checkbox"/> INCOMPATIBLE	X ✓ ✓	MONTAJE <input type="checkbox"/> INCOMPATIBLE
SOLARBLOC® 30°	X ✓	MONTAJE <input type="checkbox"/> INCOMPATIBLE	X ✓ ✓	MONTAJE <input type="checkbox"/> INCOMPATIBLE
SOLARBLOC® 34°	X ✓	MONTAJE <input type="checkbox"/> INCOMPATIBLE	X ✓ ✓	MONTAJE <input type="checkbox"/> INCOMPATIBLE

USOS DE REFUERZO DE LASTRE SOBRE SOLARBLOC® CUBIERTA

- NO NECESARIO (A VALORAR SEGÚN CÁLCULO DE VIENTOS)
- RECOMEDABLE
- MUY RECOMENDABLE
- OBLIGATORIO



Centro de producción:
 Fábrica: Pol. Ind La Albuera Parc. 22, C.P.060170 La Albuera (Badajoz)
 Teléfono 924 480 112 – Fax 924 268 932

SOLARBLOC® es un producto diseñado, desarrollado, fabricado y patentado por PRETENSADOS DURÁN S.L.
WWW.SOLARBLOC.ES

5.- CONCLUSIÓN.

La presente Memoria de Cálculo ampliada de soportes para paneles solares en cubiertas y superficies planas tipo Solarbloc de Pretensados Durán establece las consideraciones de cálculo que se han tomado para asegurar la estabilidad del sistema *Solarbloc cubiertas* ante la acción del viento ante las condiciones de carga establecidas por el Proyectista de la Instalación o mediante el uso de los valores de carga prescritos por el Código Técnico de la Edificación para marquesinas a 1 agua. Esta Memoria, constituye, pues, un marco de justificación para la instalación de dichos sistemas y su incorporación a los Proyectos de Plantas de Energía Solar Fotovoltaica.

Debe quedar bien claro cuál es el fundamento de cálculo recogido por esta Memoria y que los resultados que se obtienen en la Hoja de Cálculo asociada son conformes al mismo. En cualquier caso, el proyectista es, siempre, el responsable último de validar tanto el método de cálculo considerado como de que la configuración y los valores numéricos adoptados son adecuados para asegurar la estabilidad de los conjuntos montados ante la acción del viento, ya que no se sigue una normativa específica para este tipo de montajes.