

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE

GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA



"INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA
DE 99 KW SIN EXCEDENTES CONECTADA
A LA RED INTERNA DE B.T. EN EL
EDIFICIO ARENALES DE LA UNIVERSIDAD
MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE"

TRABAJO FIN DE GRADO

Febrero – 2021

AUTOR: Jesús Sánchez Peral

INDICE DEL PROYECTO

DOCUMENTO N.º 1 MEMORIA.....	7
1. MEMORIA DESCRIPTIVA.....	7
1.1 ANTECEDENTES.....	8
1.2 OBJETO DEL PROYECTO.....	9
1.3 LEGISLACIÓN Y NORMATIVA APLICABLE.....	9
1.4 EMPLAZAMIENTO DE LA INSTALACIÓN.....	10
1.5 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.....	11
1.5.1 PREVISIÓN DE POTENCIAS.....	12
1.5.2 MÓDULOS FOTOVOLTAICOS.....	14
1.5.3 ESTRUCTURA SOPORTE PARA MÓDULOS FOTOVOLTAICOS.....	17
1.5.4 INVERSORES.....	18
1.5.5 CABLEADO Y LINEA GENERAL.....	19
1.5.6 ELEMENTOS DE PROTECCIÓN, MANIOBRA Y MEDIDA.....	20
1.5.7 TOMA DE TIERRA.....	22
1.5.8 RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN.....	23
2. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS.....	24
2.1. CÁLCULOS ELÉCTRICOS.....	24
1. INTRODUCCIÓN.....	25
2. FÓRMULAS UTILIZADAS.....	27
2.1 INTENSIDAD.....	27
2.2 CAÍDA DE TENSIÓN.....	27
2.3 CÁLCULO DE LA SECCIÓN DE LOS CONDUCTORES.....	29
2.4 CÁLCULO DE LA PUESTA A TIERRA.....	30
3. CÁLCULOS ELÉCTRICOS.....	31
3.1 CÁLCULOS ELÉCTRICOS EN LÍNEAS DE CORRIENTE CONTINUA.....	32

3.2 CÁLCULOS ELÉCTRICOS EN LÍNEAS DE CORRIENTE ALTERNA.....	34
3.3 CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DE LA PUESTA A TIERRA	35
2.2. CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS POR ORIENTACIÓN E INCLINACIÓN DEL GENERADOR DISTINTA DE LA ÓPTIMA	36
1.1 ORIENTACIÓN DE LOS MÓDULOS.....	37
1.2 INCLINACIÓN DE LOS MÓDULOS	37
1.2.1 RENDIMIENTO SEGÚN INCLINACIÓN.....	37
1.2.2 SEPARACIÓN ENTRE FILAS	39
2.3. CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS DE RADIACIÓN SOLAR POR SOMBRAS .	41
1. INTRODUCCIÓN	42
1.1 OBTENCIÓN DEL PERFIL DE OBSTÁCULOS.....	43
1.2 OBTENCIÓN DEL PERFIL DE OBSTÁCULOS.....	45
1.3 CÁLCULO FINAL	45
2.4. CÁLCULO DE LA PRODUCCIÓN.....	47
1. INTRODUCCIÓN	48
2. CURVAS DIARIAS DE PRODUCCIÓN.....	48
2.5. CÁLCULOS ESTRUCTURALES.....	53
1. CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA FOTOVOLTAICA.....	54
1. INTRODUCCIÓN	54
2. HIPÓTESIS GENERALES	55
3. CARACTERÍSTICAS GENERALES.....	55
4. DESCRIPCIÓN DEL MODELO	56
5. COMBINACIÓN DE ACCIONES	58
6. APLICACIÓN A LA ESTRUCTURA	65
7. RESULTADOS OBTENIDOS	66
2. REACCIONES.....	68
ANEXO I. ESTUDIO ECONÓMICO	70
1. INTRODUCCIÓN	71

2. CONSUMO DIARIO	71
2.1 ILUMINACIÓN.....	72
2.2 CLIMATIZACIÓN.....	73
2.3 OTROS	73
2.4 GRÁFICAS DE CONSUMO DIARIO.....	74
3. AMORTIZACIÓN	78
3.1 CÁLCULO DE GASTOS ANUALES SIN PLACAS	79
3.2 CÁLCULO DE GASTOS ANUALES CON PLACAS	80
3.3 TIEMPO DE RETORNO DE LA INVERSIÓN.....	81
3. PLANIFICACIÓN	82
3.1 INTRODUCCIÓN	83
3.2 PLANIFICACIÓN TEMPORAL.....	84
4. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	85
4.1 ANTECEDENTES, OBJETO Y JUSTIFICACIÓN	86
4.2 DISPOSICIONES LEGALES DE APLICACIÓN.....	88
4.3 CONDICIONES AMBIENTALES.....	89
4.4 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA OBRA.....	89
4.5 TIPOLOGÍA Y CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES Y ELEMENTOS A UTILIZAR ..	90
4.6 PROCESO CONSTRUCTIVO Y ORDEN DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS.....	91
4.7 PROCEDIMIENTOS, EQUIPOS Y MEDIOS	91
4.8 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS LABORALES Y MEDIDAS DE SEGURIDAD ADOPTADAS.....	94
4.9 RIESGOS LABORALES ESPECIALES.....	96
4.10 MEDIDAS CONTRA TRABAJOS EN ALTURAS.....	96
4.11 DISPOSICIONES ESPECÍFICAS	97
4.12 PREVISIÓN PARA TRABAJOS POSTERIORES	102
4.13 CONDICIONES GENERALES.....	103
4.14 CONDICIONES DE SEGURIDAD EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS	103
DOCUMENTO N.º 2. PLANOS	106

DOCUMENTO N.º 3 PLIEGO DE CONDICIONES	107
1.OBJETO.....	108
2. REQUISITOS GENERALES	108
2.1. DISEÑO DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO	108
2.2. DISEÑO DEL SISTEMA DE MONITORIZACIÓN.....	109
2.3. INTEGRACIÓN ARQUITECTÓNICA.....	109
2.4. COMPONENTES Y MATERIALES DE LA INSTALACIÓN	110
3. EJECUCIÓN DE LA INSTALACIÓN	120
4. RECEPCIÓN Y PRUEBAS.....	121
5. REQUERIMIENTOS TECNICOS DEL CONTRATO DE MANTENIMIENTO	125
5.1 GENERALIDADES	125
5.2 PROGRAMA DE MANTENIMIENTO	125
5.3 MANUAL DE USUARIO.....	128
DOCUMENTO N.º 4 PRESUPUESTO	129
ANEXO II. FICHAS TÉCNICAS	137
ANEXO III. BIBLIOGRAFÍA	138

DOCUMENTO N.º 1 MEMORIA

1.MEMORIA DESCRIPTIVA

1.1 ANTECEDENTES

La Universidad Miguel Hernández de Elche es una universidad pública española con sede principal en elche. Uno de sus edificios es el Arenales, ubicado entre el edificio Rectorado y el Palacio de los Deportes. Ha sido diseñado sobre una superficie útil de 8.600 metros cuadrados distribuidos en cuatro plantas.

Las actuaciones objeto del presente proyecto se realizarán sobre las instalaciones de dicho edificio, que se inaugura a comienzos del año 2015. Este edificio albergará las titulaciones de Ciencias de la Actividad física y del Deporte, Ingeniería Mecánica y también Electrónica y Automática.

Con el objetivo de mejorar los parámetros de sostenibilidad de la universidad se pretende realizar una instalación fotovoltaica de autoconsumo Tipo 1 de 99,36 kWp de potencia sobre la cubierta del edificio Arenales. La instalación se conectará a la red interna de baja tensión para auto suministro de energía eléctrica, en materia de buenas prácticas medioambientales y con objeto de reducir las emisiones de CO₂.

Se solicita punto de conexión a la Compañía Distribuidora, en el cuadro existente de baja tensión del suministro, de acuerdo con el Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre.

1.2 OBJETO DEL PROYECTO

Los objetivos que se pretenden alcanzar con el siguiente proyecto, son las siguientes:

- Objetivo de Carácter Técnico: Diseñar y justificar la planta fotovoltaica de 99,36 kW pico de autoconsumo.
- Objetivo de Carácter Legal: Cumplir con cuantas normas existen a este respecto.

1.3 LEGISLACIÓN Y NORMATIVA APLICABLE

- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.
- Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- 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-ley 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores.
- Decreto ley 14/2020, de 7 de agosto, del Consell, de medidas para acelerar la implantación de instalaciones para el aprovechamiento de las energías renovables por la emergencia climática y la necesidad de la urgente reactivación económica.

1.4 EMPLAZAMIENTO DE LA INSTALACIÓN

La instalación se montará sobre la cubierta del edificio Arenales de la Universidad Miguel Hernández, en el término municipal de Elche (Alicante).

A continuación, se muestra una imagen del emplazamiento de la cubierta donde irán situados los paneles solares.



Ilustración 1 Emplazamiento edificio

La dirección de la instalación es la siguiente:

- Dirección: Avenida de la Universidad d'Elx, 5, 03202 Elche, Alicante
- Localidad: Elche
- Código Postal: 03202
- Provincia: Alicante
- Referencia Catastral: 2293701YH0329C0001PK

Las coordenadas son las siguientes:

- Latitud: 38° 16' 39,6" N
- Longitud: 0° 41' 05,9" O

1.5 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA



Ilustración 2 Modelo 3D Vista 1

La instalación se realizará sobre la cubierta del edificio Arenales. Los paneles irán fijados a través de un sistema de soporte y anclaje de forma que queden instalados. La instalación ocupará aproximadamente 429 m² de los 705 m² utilizables de la cubierta existente, lo que representa una ratio de ocupación del 61%.

La instalación eléctrica proyectada conexionará la instalación fotovoltaica de autoconsumo con la red eléctrica existente. La tensión de suministro de energía eléctrica de la instalación fotovoltaica será realizada en baja tensión a 400 V.

La instalación que se va a proyectar está formada por los siguientes componentes principales:

- Módulos fotovoltaicos.

- Estructura de fijación módulos fotovoltaicos.
- Inversor.
- Elementos de protección, maniobra y medida.
- Cableado y línea general.
- Toma de tierra.

1.5.1 PREVISIÓN DE POTENCIAS

Se prevé la instalación de 216 módulos de la marca RISEN modelo RSM144-7-460M, de 460 W de potencia cada uno. Se escogen los módulos de la marca RISEN, siendo esta una marca reconocida por su buena relación calidad-precio y un largo recorrido en el sector fotovoltaico.

Esta serie de módulos cuentan con unas dimensiones de 2108 mm de alto x 1048 mm de ancho con un marco de 40 mm. Este tipo de módulo dispone de unas potencias a elegir entre 440, 445, 450, 455 y 460 Wp, eligiendo esta última para un aprovechamiento máximo del tamaño del módulo respecto a la potencia que ofrece.

La versión de 460 Wp también ofrece la mejor eficiencia, un 20,8% de la energía recibido por la radiación solar es convertida en potencia eléctrica a la salida del mismo.

Con 216 módulos de 460 Wp dotamos a la instalación de una potencia pico máxima de 99,36 kWp.

Para su conexión se utilizarán 3 inversores trifásicos de la marca FRONIUS modelo FRONIUS ECO 27.0-3-S de 27 kW nominales cada uno, con una potencia nominal máxima de 81 kWn en conjunto.

La potencia nominal es la potencia de salida máxima que puede ofrecer el inversor, suponiendo unas pérdidas iniciales de un 20%, los

99,36 kW de potencia pico instalada se aproximan a los 81 kW de potencia nominal utilizables.

El valor de pérdidas de un 20% se escoge por ser un valor muy común en las instalaciones fotovoltaicas bien diseñadas, teniendo en cuenta las pérdidas por temperatura, pérdidas en el cableado, pérdidas por sombra, pérdidas por inclinación y acimut y pérdidas en los equipos inversores.

A cada inversor irán conectadas 4 series de 18 módulos, con una potencia pico total de entrada de 33,120 Wp.



Ilustración 3 Modelo 3D Vista 2

1.5.2 MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

La conexión de los módulos fotovoltaicos se configurará formando 12 series de 18 unidades para conseguir un rendimiento óptimo entre campo fotovoltaico e inversores.



Ilustración 4 Modelo 3D Vista 3

Los módulos están compuestos por las denominadas células fotovoltaicas, en las que se lleva a cabo el efecto fotovoltaico, proceso por el cual se genera una diferencia de potencial al incidir sobre ellas la radiación solar. Estas células se conectan entre sí por el interior del laminado que las encapsula, a través de un elemento llamado bus, que sale por la parte posterior del módulo donde se coloca una caja de derivación estanca (con IP65) provista de tapa de registro. A través de esta tapa se accede a los bornes de conexión y a los diodos de derivación.

Los módulos se unirán en series fácilmente en sus cajas de registro a través de los conectores tipo MC4 incorporados en los mismos. Las series serán conectadas directamente a cada una de las entradas MPPT (Maximum Power Point Tracking), incorporadas en el inversor, dispositivo

en el que se llevará a cabo la transformación de corriente continua en corriente alterna.

Para entender las características eléctricas del panel que nos indica el fabricante, debemos conocer que significan los siguientes términos:

- **Voc** (Open Circuit Voltage) o Voltaje en circuito abierto:

Significa el voltaje en voltios que el panel entrega cuando está desconectado, es decir, que, si ponemos un voltímetro en los terminales de un panel que está al sol y desconectado de la instalación, ese será el voltaje que podremos medir.

- **Isc** (Short Circuit Current) o Intensidad en cortocircuito:

Significa la intensidad de corriente, en amperios, que el panel puede producir cuando está en cortocircuito. Significa que si unimos el cable positivo del panel con el cable negativo se cortocircuita, y mediante una pinza de medición podremos comprobar la intensidad máxima que es capaz de producir el panel.

- **Vmp** (Maximum Power Voltage) o Voltaje a máxima potencia:

Significa el voltaje que generará la placa solar cuando esté funcionando al máximo de su rendimiento. El valor Vmp irá en paralelo con el Imp. Ya que los dos ascenderán o bajarán según la cantidad de radiación solar que reciba el panel fotovoltaico.

- **Imp** (Maximum Power Current) o Intensidad a máxima potencia:

Nos indica la intensidad máxima en amperios que produce el panel cuando está conectado a la instalación.

- **Pmax** (Máximum power) o Potencia máxima:

Es la cifra de potencia que determina el modelo del panel, también la podemos calcular si multiplicamos el VMP x IMP.

En las fichas técnicas de los módulos podemos encontrar también otros datos como los rendimientos del voltaje, intensidad y potencia en función de la temperatura, así como el voltaje máximo del conjunto de paneles, los rangos de temperatura de funcionamiento y los fusibles a instalar en la línea.

A continuación, se definen las características de los módulos utilizados:

- Características eléctricas básicas

Potencia máxima, Pmax	460 W
Corriente a máxima potencia, Imp	11,10 A
Voltaje a máxima potencia, Vmp	41,50 V
Corriente de cortocircuito, Isc	11,70 A
Tensión de circuito abierto, Voc	49,90 V
Nº de células	144
Eficiencia de módulo	20,8 %

Tabla 1 Características eléctricas básicas

- Temperatura y rangos máximos

Temperatura nominal de trabajo (NMOT)	44°±2°C
Corriente de temperatura de Voc	-0.29%/°C
Corriente de temperatura de Isc	0.05%/°C
Corriente de temperatura de Pmax	-0.37%/°C
Temperaturas de operación	-40°C/+85°C
Máximo voltaje de la serie	1500 V
Máximo fusible de la serie	20 A

Tabla 2 Temperatura y rangos máximos

*Standard Test Conditions: Tª de célula 25 °C, Radiación 1000 W/m², Espectro AM 1.5

- Características mecánicas

Longitud	2108 mm
Anchura	1048 mm
Espesor	40 mm
Peso	25 kg

Tabla 3 Características mecánicas

Para más información ver ANEXO I. FICHAS TÉCNICAS

1.5.3 ESTRUCTURA SOPORTE PARA MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

Los paneles irán fijados a lastres de hormigón prefabricados a través de un sistema de soporte varilla en conjunto con estructura de aluminio, de modo que queden dispuestos sobre la cubierta con inclinación respecto al plano horizontal y orientados al sur.

La estructura para el soporte de los módulos será de aluminio, material que ofrece una gran resistencia en relación con su peso y que por tanto reduce la carga añadida, facilita el montaje y reduce el riesgo de sufrir un accidente de trabajo.

La estructura soporte de los paneles se fijará mediante varillas de acero inoxidable de métrica 12 a hormigón. Se evita así taladrar la propia cubierta y evitar posibles filtraciones. Toda la tornillería será de acero inoxidable.

Las partes metálicas de la estructura estarán conectadas a la toma de tierra de la instalación.

Las estructuras deberán cumplir las normativas pertinentes respecto a los cálculos de cargas según Eurocódigo o Código Técnico de la Edificación (CTE), estudiando los casos del peso de los módulos, vientos

de succión y presión y cargas de nieve, considerando todas las combinaciones posibles.

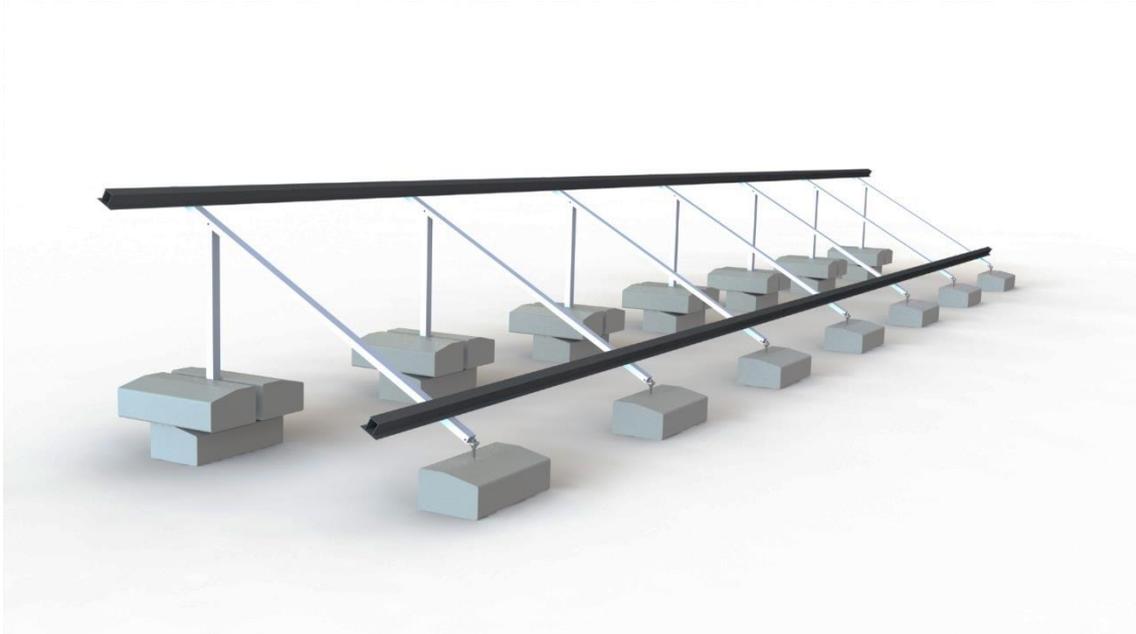


Ilustración 5 Estructura Fotovoltaica

Para más información ver ANEXO I. DOCUMENTACIÓN DE LOS EQUIPOS A INSTALAR.

1.5.4 INVERSORES

El inversor es un equipo diseñado para inyectar a la red eléctrica convencional la energía producida por un generador fotovoltaico. Su principal función es garantizar la calidad de la energía vertida a la red, así como aglutinar una serie de protecciones tanto para los operarios de mantenimiento de las redes como para el titular de la instalación.

El inversor se encarga de convertir la energía generada en el campo fotovoltaico en corriente continua a corriente alterna a 230/400 V y sincronizar la frecuencia con la de la red.

Los inversores utilizados en la instalación serán de la marca FRONIUS, se utilizarán 3 inversores del modelo ECO 27.0-3-S, de 27 kW nominales cada uno, con una potencia nominal total de 81 kW.

Los inversores FRONIUS cumplen con todas las protecciones establecidas en la normativa vigente, en especial con las directrices del Real Decreto 1699/2011, Real Decreto 413/2014, la directiva 73/23/CEE, la directiva 89/336/CEE de compatibilidad electromagnética, y la directiva 93/68/CEE denominación CE, así como todos los requisitos técnicos establecidos en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

La carcasa metálica del mismo irá conectada a la toma de tierra de la instalación.

Para más información ver ANEXO I. DOCUMENTACIÓN DE LOS EQUIPOS A INSTALAR.

1.5.5 CABLEADO Y LINEA GENERAL

El sistema de distribución en el campo de módulos, incluye los conductores activos de cobre que transportan la energía producida y los conductores auxiliares.

Todo el cableado de continua será de doble aislamiento e irá bajo tubo protector o canaleta recoge cables en lo posible.

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 cableado de la instalación se realizará acorde con el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión vigente. Serán adecuados para uso en intemperie, al aire o enterrados, no propagadores de incendio, con

emisión de humos y opacidad reducida y libre de halógenos. Cable conforme norma UNE 21123-4, RZ1-K (AS) 0,6/1 kV.

1.5.6 ELEMENTOS DE PROTECCIÓN, MANIOBRA Y MEDIDA

Los elementos de protección, maniobra y medida se prevén de acuerdo al Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y a los requerimientos de la empresa distribuidora.

En cuanto a la protección y maniobra se distinguen dos partes: aguas arriba del inversor de la instalación fotovoltaica, donde la corriente es continua y aguas abajo del inversor, donde la corriente es alterna.

En el tramo de corriente continua, a la entrada del inversor fotovoltaico, se dispondrá de un fusible de calibre adecuado, situado en el positivo para cada una de las series de módulos fotovoltaicos, además de un seccionador integrado en el inversor, con la finalidad de garantizar la seguridad y facilitar el mantenimiento y reparación del sistema.

Las protecciones generales en el tramo de corriente alterna constarán mínimo de dos elementos principales: un interruptor automático diferencial de alta sensibilidad para prevenir accidentes causados por contactos directos y también para prevenir derivaciones; un interruptor automático magnetotérmico contra sobretensiones, sobrecargas y cortocircuitos.

Las protecciones de red estarán agrupadas en una caja eléctrica junto con las protecciones generales de la instalación.

A parte de las protecciones indicadas anteriormente, los inversores FRONIUS, que son integrantes de la instalación fotovoltaica, disponen de las siguientes funciones:

Fallo en la red eléctrica: En caso de que se interrumpa el suministro de la red eléctrica, el inversor se encuentra en situación de cortocircuito, en este caso, el inversor se desconecta por completo y espera a que se restablezca la tensión en la red para iniciar de nuevo su funcionamiento.

Tensión fuera de rango: El inversor trabaja en los límites de la mínima y máxima tensión de red admisibles en las tres fases. Al salirse de estos límites ($U_{min} = 580 \text{ V}$ y $U_{max} = 850 \text{ V}$), el inversor se desconecta y sólo se vuelve a conectar una vez que el valor de tensión se sitúa nuevamente dentro del rango. La desconexión por fallo puede ser activada incluso por una superación muy breve de los límites.

Frecuencia fuera de límites: Si la frecuencia de red está fuera de los límites de trabajo el inversor se detiene automáticamente, pues esto indicaría que la red es inestable o está en modo isla.

Temperatura elevada: El inversor dispone de sistema de refrigeración por convección natural y el rango de operación de temperatura es -25°C y 60°C .

Cumpliendo con el Real Decreto 244/2019, de 5 de abril y con el Manual Técnico de Distribución, se instalarán los siguientes dispositivos de medida:

1. Un equipo de medida bidireccional que mida la energía generada neta.
2. Potestativamente, un equipo de medida bidireccional ubicado en el punto frontera de la instalación (contador ya existente en la instalación de red actual)

Los equipos de medida se instalarán en las redes interiores correspondientes y en el punto más próximo posible al punto frontera.

1.5.7 TOMA DE TIERRA

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 y no alterará las condiciones de puesta a tierra de la red de la empresa distribuidora, de acuerdo con el Reglamento de Baja Tensión y el Real Decreto 1699/2011.

Según REBT ITC-BT-40 "Cuando la instalación receptora esté acoplada a una Red de Distribución Pública que tenga el neutro puesto a tierra, el esquema de puesta a tierra será el TT y se conectarán las masas de la instalación y receptores a una tierra independiente de la del neutro de la Red de Distribución pública".

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

Con la conexión a tierra se protegerá a la instalación de sobretensiones inducidas por fenómenos atmosféricos y a las personas en contacto directo sobre las masas de la instalación si en estas se produjera avería.

Al proteger la línea con un diferencial de 300 mA, se deberá asegurar que el valor de la resistencia de tierra es inferior a 80 ohmios para que la tensión de contacto no supere los 24 V.

1.5.8 RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN

Utilización	Generación fotovoltaica
Superficie Util Total	705 m ²
Tensión en Continua	747 V
Tensión en Alterna	3~NPE 400 V
Línea General	95 mm ² Cu RZ1-K (AS) 0,6/1 kV
Equipo de Medida	Bidireccional
Protecciones	Magnetotérmico - Diferencial
Toma de Tierra	Independiente
Resistencia de Difusión	Inferior a 80 ohmios
Potencia Nominal Máxima (Potencia Instalada)	81 kWn
Potencia Pico	99,36 kWp

Tabla 4 Resumen características de la instalación

2. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

2.1. CÁLCULOS ELÉCTRICOS

1. INTRODUCCIÓN

A efectos del cálculo eléctrico se tienen en cuenta las siguientes consideraciones:

- Intensidad nominal de la parte de corriente continua, será la intensidad en el punto de máxima potencia de los módulos fotovoltaicos. En la parte de corriente alterna será la intensidad del inversor operando en condiciones nominales.
- Tensión nominal de la parte de corriente continua, será la tensión en el punto de máxima de potencia de los módulos fotovoltaicos. En la parte de corriente alterna será la tensión de salida del inversor operando en condiciones nominales, esto es, 400 V, con salida trifásica.
- Intensidad máxima de la parte de corriente continua será la intensidad de cortocircuito de los módulos fotovoltaicos. En la parte de corriente alterna será la intensidad del inversor operando bajo una sobrecarga del 25%.
- Tensión máxima de la parte de corriente continua, será la tensión de circuito abierto de los módulos fotovoltaicos. En la parte de corriente alterna será la tensión de salida del inversor operando en condiciones nominales, esto es, 400 V, con salida trifásica.

Para el cálculo de la sección de los conductores se ha seguido lo que especifica el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión actualmente en vigor, lo que especifican las Hojas de interpretación del Ministerio y las condiciones particulares que añade el Pliego de Condiciones Técnicas para Instalaciones Conectadas a la Red (PCT-C) del IDAE.

El conductor se escoge según la Instrucción ITC-BT-19 (Prescripciones generales de las instalaciones interiores o receptoras). No se ha considerado ningún coeficiente corrector por agrupamiento de cables ni por temperatura del entorno.

La protección de los conductores se escogerá teniendo en cuenta la sección del conductor, tipo de aislamiento y número de conductores a instalar.

Se escoge el criterio más restrictivo entre intensidad máxima admisible y caída de tensión máxima admisible.

En el cálculo de la instalación eléctrica distinguiremos entre el tramo en corriente continua y el tramo en corriente alterna.

Para el cálculo en la parte de corriente continua se considerará:

- como intensidad máxima del circuito, la intensidad de cada subcampo de módulos fotovoltaico en cortocircuito, que es la máxima posible.
- como tensión de funcionamiento máximo, la tensión en circuito abierto por cada grupo de módulos.

Para el cálculo en la parte de corriente alterna se considerará:

- para cada fase una intensidad no inferior al 125% de la máxima intensidad del generador.

2. FÓRMULAS UTILIZADAS

2.1 INTENSIDAD

A. En corriente continua. La intensidad de corriente en líneas de corriente continua.

$$I = \frac{P}{U}$$

B. En corriente alterna trifásica. La intensidad de corriente en líneas de corriente alterna trifásica.

$$I = \frac{P}{U * \text{Cos}\varphi}$$

Dónde:

- I: Intensidad de corriente en Amperios (A).
- P: Potencia a transportar en vatios (W).
- U: Tensión en voltios (V).
- Cos φ : Factor de potencia.

2.2 CAÍDA DE TENSIÓN

A. En corriente continua. Caída de tensión en líneas eléctricas de corriente continua.

$$e = \frac{2 * L * I}{K * S}$$

B. En corriente alterna trifásica. Caída de tensión en líneas de corriente alterna trifásicas.

$$e = \frac{\sqrt{3} * L * I * \text{Cos } \varphi}{K * S}$$

Dónde:

- e: Caída de tensión (c.d.t.) (V).
- L: Longitud de la línea (m).
- I: Intensidad de corriente que circula por la línea (A).
- S: Sección del conductor (mm²).
- Cos φ: Factor de potencia.
- K: Conductividad (dependiente del aislamiento y de su temperatura de operación). Según la siguiente tabla:

Material	Y ₂₀	Y ₇₀	Y ₉₀
Cobre	56	48	44
Aluminio	35	30	28
Temperatura	20°C	70°C	90°C

Tabla 5 Conductividad materiales 1

Las caídas de tensión máximas admisibles y recomendadas serán fijadas atendiendo, tanto al R.E.B.T. como el Pliego de condiciones Técnicas del IDAE (PCT-C):

	Corriente Continua		Corriente Alterna	
	c.d.t. máxima	c.d.t. recomendada	c.d.t. máxima	c.d.t. recomendada
R.E.B.T.	No indica	No indica	1,5%	1,5%
IDAE	1,5%	1,5%	2%	2%

Tabla 6 Caídas de tensión admisibles

De lo anteriormente expuesto fijaremos como caídas de tensión máximas admisibles las siguientes:

- Líneas de corriente continua 1,5%.
- Líneas de corriente alterna 1,5%.

2.3 CÁLCULO DE LA SECCIÓN DE LOS CONDUCTORES

A. En corriente continua. Sección de los conductores en líneas eléctricas de corriente continua.

$$S = \frac{2 * L * I}{K * e}$$

B. En corriente alterna trifásica. Sección de los conductores en líneas de corriente alterna trifásicas.

$$S = \frac{\sqrt{3} * L * I * \text{Cos } \varphi}{K * e}$$

Dónde:

- e: Caída de tensión (c.d.t.) (V).
- L: Longitud de la línea (m).
- I: Intensidad de corriente que circula por la línea (A).
- S: Sección del conductor (mm²).
- Cos φ : Factor de potencia.
- K: Conductividad (dependiente del aislamiento y de su temperatura de operación). Según la siguiente tabla:

Material	Y ₂₀	Y ₇₀	Y ₉₀
Cobre	56	48	44
Aluminio	35	30	28
Temperatura	20°C	70°C	90°C

Tabla 7 Conductividad materiales 2

En el cálculo de la sección de los conductores se consideran tres criterios:

1. **Calentamiento del conductor.** La densidad de corriente en el conductor debe ser limitada para disminuir el calentamiento producido al circular la corriente eléctrica.

Este criterio fija la máxima intensidad admisible para el conductor seleccionado.

2. **Caída de tensión en el conductor.** La caída de tensión (diferencia entre la tensión al principio y al final de la línea), se limita para evitar el efecto que la disminución de la tensión de utilización tiene sobre el funcionamiento de los receptores, los cuales deben estar conectados a la tensión nominal para su correcto funcionamiento.

2.4 CÁLCULO DE LA PUESTA A TIERRA

A. Resistencia de placas enterradas.

Resistencia que presentan las placas enterradas

$$R_{placa} = \frac{0,8 * \rho}{P}$$

B. Resistencia de picas verticales

Resistencia que presentan n picas enterradas verticalmente.

$$R_{picas} = \frac{\rho}{n * L}$$

C. Resistencia de conductor enterrado horizontalmente.

Resistencia que presenta el conductor enterrado.

$$R_{conductor} = \frac{2 * \rho}{L}$$

D. Resistencia total de la puesta a tierra.

Resistencia total que presenta la puesta a tierra.

$$R^{-1}_{total} = \frac{1}{R_{placa}} + \frac{1}{R_{pica}} + \frac{1}{R_{conductor}}$$

Dónde:

- o ρ : Resistividad del terreno ($\Omega * m$)
- o P: Perímetro de la placa (m)
- o L: Longitud de la pica o del conductor (m)

3. CÁLCULOS ELÉCTRICOS

La instalación fotovoltaica dispondrá de 3 inversores FRONIUS ECO 27.0-3-S con una potencia nominal de 27 kW cada uno, 81 kW en total, de conexión trifásico, 400 V.

Los módulos fotovoltaicos serán RISEN RSM144-7-460M de 460W. Estarán conectados en series de 18 módulos fotovoltaicos hasta un total de 12 series, lo que hace un total de 216 módulos.

Cada inversor recogerá 4 strings de 18 módulos.

Para la instalación tendremos una potencia nominal de 81 kWn, y una potencia pico del campo fotovoltaico de 99,36 kWp.

Para calcular las secciones de los conductores se tendrán en cuenta las fórmulas citadas y la Tabla 1. "Intensidades admisibles (A) al aire 40 °C. N.º de conductores con carga y naturaleza del aislamiento" de la ITC-BT-19 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión:

			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 0.3D					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
		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	105	-
		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
	Cobre												

Tabla 8 "Intensidades admisibles (A) al aire 40 °C. N.º de conductores con carga y naturaleza del aislamiento" de la ITC-BT-19 Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión

3.1 CÁLCULOS ELÉCTRICOS EN LÍNEAS DE CORRIENTE

CONTINUA.

Los cálculos de las líneas de corriente continua se reducen a las líneas de cable que unen los strings de 18 módulos a los inversores, se detalla en las siguientes tablas:

A continuación, se comprueba que las salidas de los strings cumplen con los rangos de valores de entrada al inversor:

	Módulo	String (18 mod.)	4 Strings	Inversor	
V_{mpp} (25°C)	41,5 V	747 V	747 V	580~850 V	OK
V_{oc} (25°C)	49,9 V	898 V	898 V	1000 V	OK
I_{mpp} (25°C)	11,1 A	11,1 A	44,4 A	47,7 A	OK
P_{máx} (25°C)	460 W	8,28 kW	33,12 kW	37,8 kW	OK

Tabla 9 Entradas a inversor

Se comprueba que para una mínima de -10°C, la subida de tensión y bajada de corriente en la línea siguen siendo válidas para el inversor:

	Módulo	String (18 mod.)	4 Strings	Inversor	
V_{mpp} (-10°C)	45,7 V	822 V	822 V	580~850 V	OK
V_{oc} (-10°C)	54,9 V	989 V	989 V	<1000 V	OK
I_{mpp} (-10°C)	10,9 A	10,9 A	43,62 A	<47,7 A	OK

Tabla 10 Entradas inversor -10°C

Se comprueba que para una máxima de 70°C, la bajada de tensión y subida de corriente en la línea siguen siendo válidas para el inversor:

	Módulo	String (18 mod.)	4 Strings	Inversor	
V_{mpp} (70°C)	36 V	649 V	649 V	580~850 V	OK
V_{oc} (70°C)	44,4 V	800 V	800 V	<1000 V	OK
I_{cc} (70°C)	11,49 A	11,49 A	45,98 A	<47,7 A	OK

Tabla 11 Entradas inversor 70°C

CÁLCULO DE SECCIÓN EN LÍNEAS DE CORRIENTE CONTINUA

Los cálculos de las líneas de corriente continua se reducen a los detallados en las siguientes tablas:

Paneles	RSM144-7-460M	Vmp	41,5 V
		Isc	11,7 A
		Imp	11,1 A
Inversores	FRONIUS ECO 27.0-3-S	Pot. nominal máxima	37,8 kW

Tabla 12 Paneles e inversor

c.d.t. máx: 1 %

$$c.d.t. máx = 18 * 41,5 V * \frac{1,5}{100} = 7,47 V$$

K: 44 (Cu + XLPE, 90°C)

a) Criterio caída de tensión

Inv	Inicio	Fin	Mod. Serie	U nom (V)	L máx (m)	Imp (A)	S min (mm ²)	S comercial	c.d.t. (V)	c.d.t. (%)
1	String-1.1	Inv-1	18	747	35,4	11,1	1,59	6	3,02	0,41
	String-1.2	Inv-1	18	747	25,6	11,1	1,15	6	2,18	0,29
	String-1.3	Inv-1	18	747	22,3	11,1	1,00	6	1,85	0,25
	String-1.4	Inv-1	18	747	37,6	11,1	1,69	6	3,19	0,43
2	String-2.1	Inv-2	18	747	31	11,1	1,40	6	2,61	0,35
	String-2.2	Inv-2	18	747	36,9	11,1	1,66	6	3,11	0,42
	String-2.3	Inv-2	18	747	41,1	11,1	1,85	6	3,44	0,46
	String-2.4	Inv-2	18	747	56,6	11,1	2,55	6	4,79	0,64
3	String-3.1	Inv-3	18	747	35,4	11,1	1,59	6	3,02	0,41
	String-3.2	Inv-3	18	747	16,8	11,1	0,76	6	1,43	0,19
	String-3.3	Inv-3	18	747	41,1	11,1	1,85	6	3,44	0,46
	String-3.4	Inv-3	18	747	56,6	11,1	2,55	6	4,79	0,64

Tabla 13 Secciones y caídas de tensión CC

b) Criterio calentamiento

S comercial	I max (A)	Iz (A)*
6 mm ² Cu	11,1 A	44 A

Tabla 14 Intensidad máxima admisible

*Iz: Intensidad máxima admisible por el conductor para cable sobre rejilla, según "Tabla A-52-1 bis. Intensidad admisible (A) para cables no enterrados" de la ITC-BT-19.

3.2 CÁLCULOS ELÉCTRICOS EN LÍNEAS DE CORRIENTE

ALTERNA.

CÁLCULO DE SECCIÓN EN LÍNEAS DE CORRIENTE ALTERNA

Se mayor la intensidad un 25% como indica la ITC-40

Los cálculos de las líneas de corriente alterna se reducen a los detallados en las siguientes tablas:

c.d.t. máx: 1 %

$$c. d. t. máx = 400 V * \frac{1}{100} = 4 V$$

K: 44 (Cu + XLPE, 90°C)

Tramo	Pot. (kW)	U nom (V)	I nom (A)	L máx (m)	I _{max} (A)	S comercial	c.d.t. (V)	c.d.t. (%)
Inv 1 -Subcuadro 1	27	400	39	4	48,8	(3x16) cu	0,48	0,12
Inv 2 -Subcuadro 1	27	400	39	6	48,8	(3x16) cu	0,72	0,18
Inv 3 -Subcuadro 1	27	400	39	8	48,8	(3x16) cu	0,95	0,24
Subcuadro 1 – CGMP Existente	81	400	117	50	147	(3x95) cu	3,05	0,76

Tabla 15 Secciones y caídas de tensión CA

Donde:

P: Potencia nominal máxima de salida del inversor en (kW)

U_{nom}: Tensión nominal AC en (V)

I_{nom}: Intensidad nominal de la línea en (A)

L_{max}: Longitud de la línea en (m)

I_{max}: Intensidad máxima nominal (I_{nom} x 1,25)

S_{min}: Sección mínima conductor por criterio de calentamiento y caída de tensión.

S_{comercial}: Sección comercial mínima de conductor por criterio de calentamiento y caída de tensión

C.d.t: Caída de tensión de la línea en (V)

C.d.t%: Caída de tensión de la línea en (%)

3.3 CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DE LA PUESTA A TIERRA

A continuación, se detalla el cálculo de la resistencia de la puesta a tierra.

$$R_{picas} = \frac{\rho}{n * L}$$

Consideraciones previas:

1. Resistividad estimada del terreno: 500 $\Omega \cdot m$
2. Longitud de las picas a instalar: 1,5 mts
3. Separación mínima entre las picas: 4 mts

Composición	Uds	R(Ω)
Picas verticales	2	166

Tabla 16 Puesta a tierra

Así mismo cabe señalar que la línea principal de tierra no será inferior a 16 mm² en Cu, y la línea de enlace con tierra, no será inferior a 35 mm² en Cu.

2.2. CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS POR ORIENTACIÓN E INCLINACIÓN DEL GENERADOR DISTINTA DE LA ÓPTIMA

1.1 ORIENTACIÓN DE LOS MÓDULOS

Se dispondrán los paneles con un acimut de -13° (hacia el este) ya que es el propio de la cubierta y las filas de paneles distribuidas en este sentido se distribuyen más fácilmente.

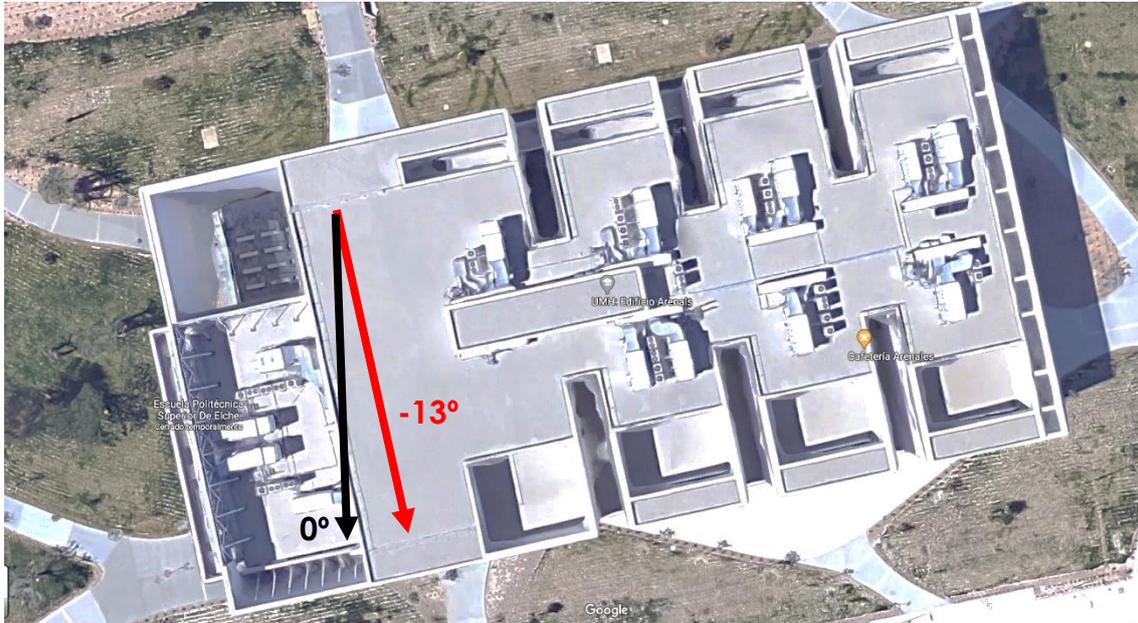


Ilustración 6 Acimut instalación

1.2 INCLINACIÓN DE LOS MÓDULOS

La cubierta posee una inclinación de 0° , para definir la inclinación óptima de los módulos, determinada por la estructura, tendremos en cuenta 2 factores: el **rendimiento** de los módulos según su inclinación y la **sombra** proyectada entre filas.

1.2.1 RENDIMIENTO SEGÚN INCLINACIÓN

Se comprueba que rangos de inclinaciones son aceptables por pérdidas según la figura 3, del Anexo III Cálculo de las pérdidas por orientación e inclinación del generador distinta de la óptima, del pliego de condiciones del DAE, diseñada para una latitud de 41° , la rectificación a 38° se aplica restándole 3° a los resultados de la gráfica:

Inclinación mínima = Inclinación (N = 41°) – (41° – latitud).

Inclinación máxima = Inclinación (N = 41°) + (41° – latitud).

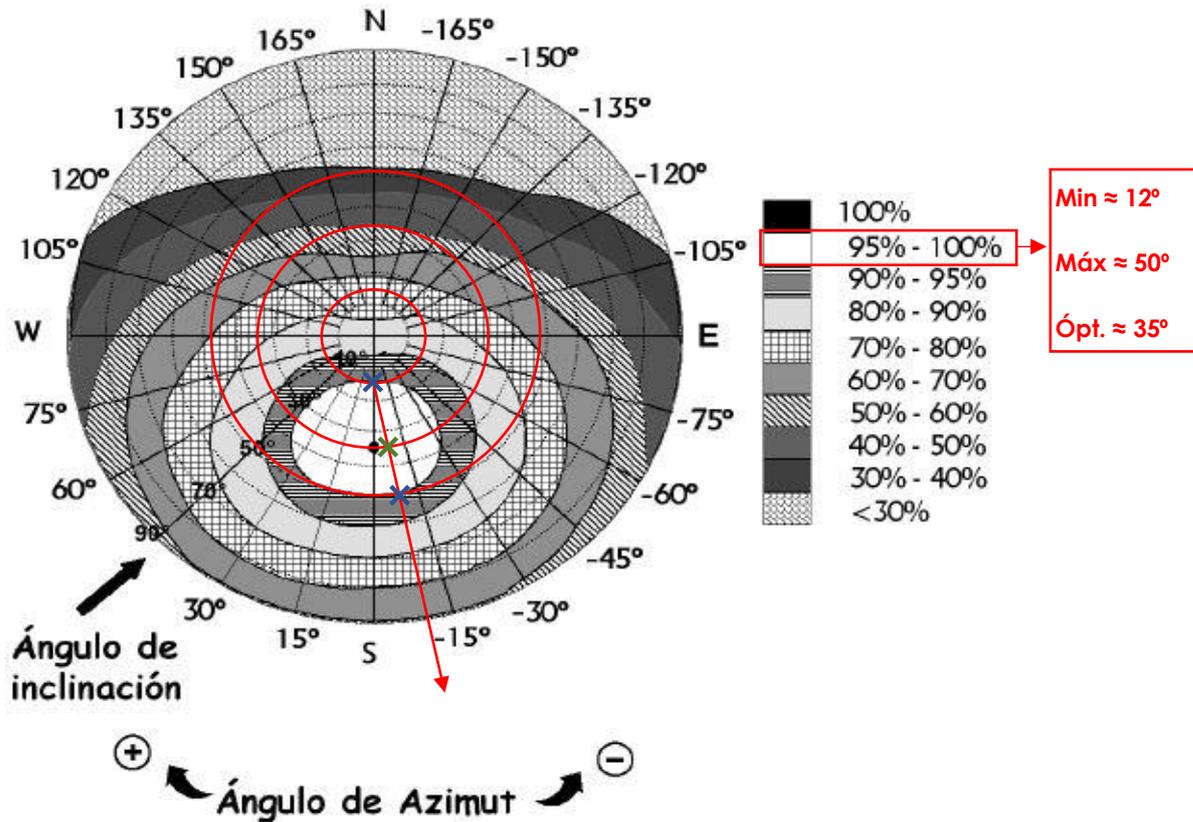


Ilustración 7 Pérdidas por orientación e inclinación

Según la figura, la inclinación óptima sería la siguiente:

$$35^\circ - (41^\circ - 38^\circ) = 32^\circ$$

Se considera una inclinación estándar de **30°**, con un rendimiento mínimo del 95%, lo que se traduce en unas pérdidas máximas de un **5%**.

1.2.2 SEPARACIÓN ENTRE FILAS

El siguiente paso es comprobar que la distancia entre filas requerida por la proyección de **sombras** a 30° no nos presenta un problema de cara a la colocación de todos los módulos necesarios.

Para el cálculo de la distancia mínima necesaria entre filas de módulos se aplica la fórmula que nos indica el Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red PCT-C-REV - julio 2011 del IDEA (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía):

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

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

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

Tabla VII

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

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

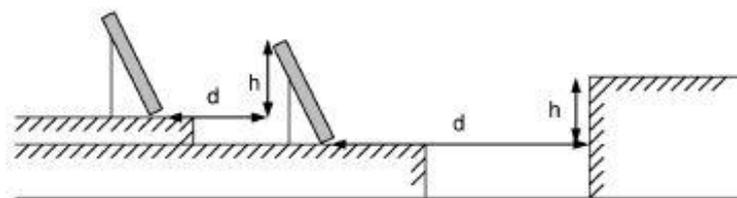


Ilustración 8 Cálculo distancia entre filas

Con los datos de entrada:

Latitud: $38^\circ 16' 39,6'' N \approx 39^\circ \rightarrow k=2,475$

$$h = \text{Longitud del módulo} * \text{sen } 30^\circ = 2,108 \text{ m} * \text{sen } 30^\circ = 1,05 \text{ m}$$

La distancia entre filas mínima (d) resulta de 2,47 m. Con este dato se distribuyen las 24 filas de 9 módulos necesarias para los 99 kWp previstos.

Haciendo uso del espacio de la cubierta que hay libre y evitando las zonas de sombra proyectadas por los muretes y equipos de aire acondicionado, se procede a ubicar los módulos:

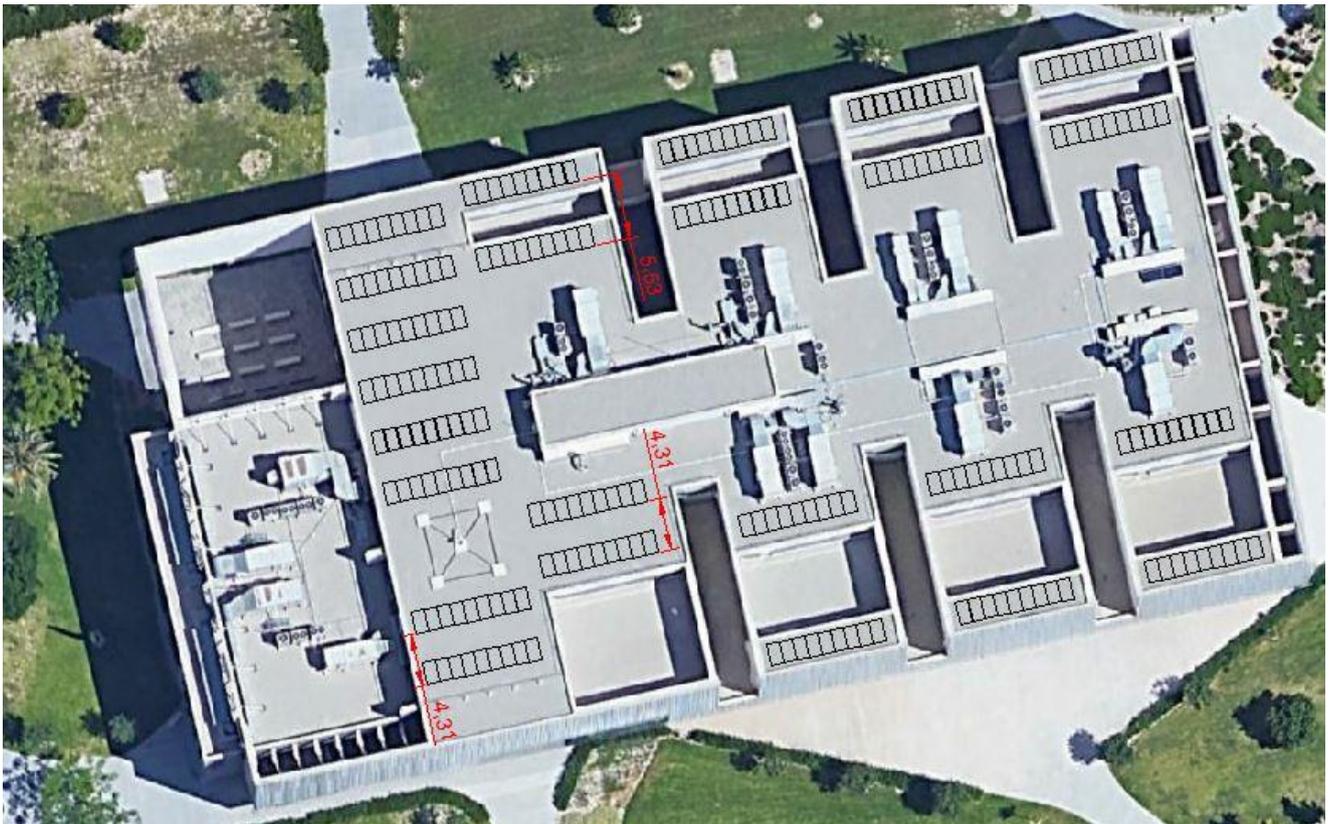


Ilustración 9 Distancia entre filas

Se comprueba que todas las separaciones entre filas son mayores a la distancia mínima.

2.3. CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS DE RADIACIÓN SOLAR POR SOMBRAS

1. INTRODUCCIÓN

Para calcular las pérdidas por sombras debemos comparar el perfil de los obstáculos que harán sombra sobre nuestros paneles, con el diagrama de trayectorias aparentes del sol:

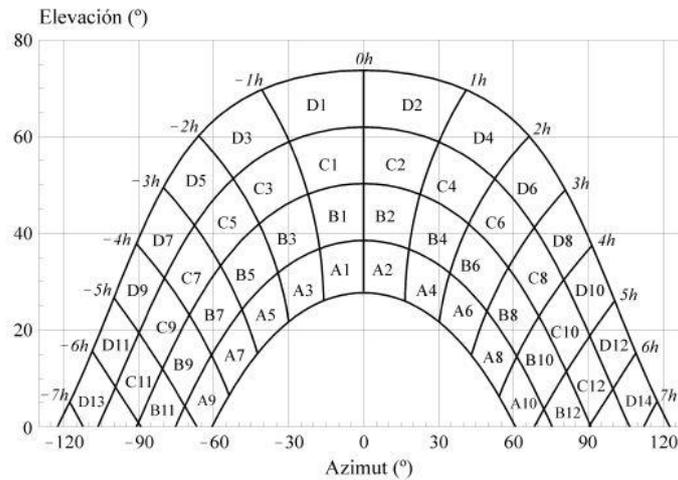


Ilustración 10 Diagrama trayectorias aparentes del sol

Se han dispuesto los módulos de tal forma que los únicos obstáculos que pueden proyectar sombra sobre los captadores son los equipos de aire acondicionado en la parte norte de la cubierta:



Ilustración 11 Sombras equipos aire

1.1 OBTENCIÓN DEL PERFIL DE OBSTÁCULOS

Para obtener el perfil de obstáculos se deben calcular las coordenadas, respecto al centro de la mesa de módulos, del objeto que proyectará sombra sobre esta. Estas coordenadas deberán estar en grados de desviación respecto al sur e inclinación respecto a la horizontal para luego compararlo en el perfil de recorridos solares.

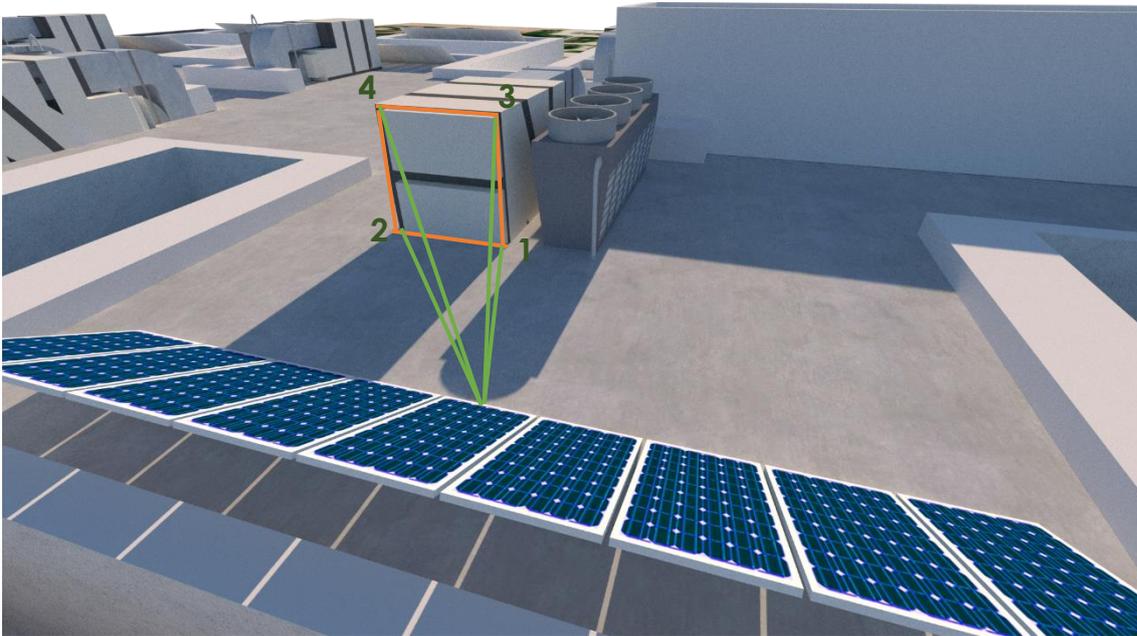


Ilustración 12 Representación coordenadas obstáculo sombras

Se obtienen las coordenadas de acimut y elevación de los puntos 1, 2, 3, y 4, representando la cara del equipo de aire acondicionado que proyecta la sombra, teniendo en cuenta que el acimut hacia el este se considera negativo:

Punto	Distancia (m)	Altura (m)	Acimut (α)	Inclinación (β)
1	3,18	0	-20°	0
2	3,79	0	-46°	0
3	3,18	2,6	-20°	39°
4	3,79	2,6	-46°	34°

Tabla 17 Coordenadas obstáculo sombras

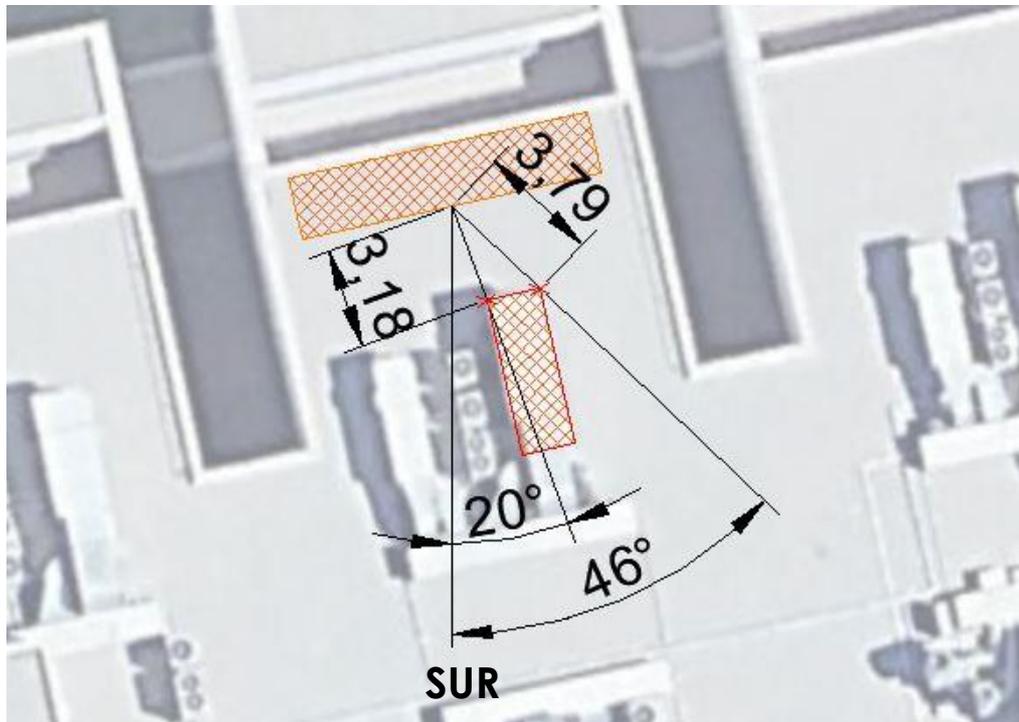


Ilustración 14 Acimut coordenadas obstáculo

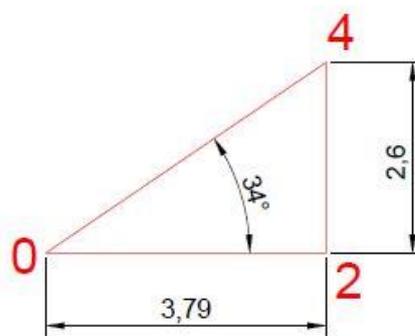
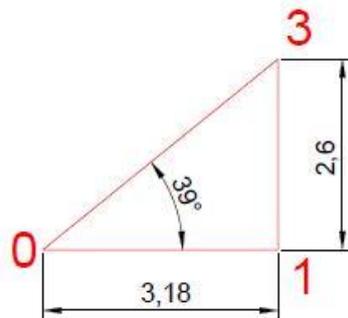


Ilustración 13 Alturas coordenadas obstáculo

1.2 OBTENCIÓN DEL PERFIL DE OBSTÁCULOS

A continuación, se representan los puntos obtenidos en el diagrama de trayectorias aparentes del sol:

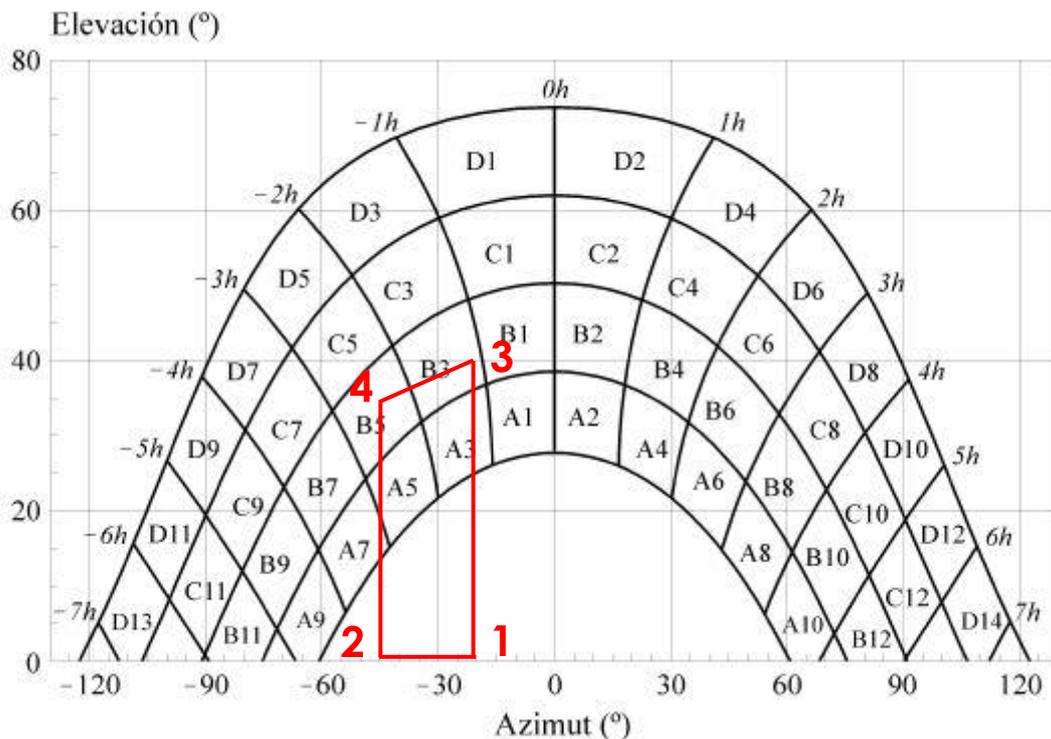


Ilustración 15 Representación perfil obstáculos

1.3 CÁLCULO FINAL

Para el cálculo final del porcentaje de pérdidas producido por el obstáculo representado, se recurren a las tablas de referencia del pliego de condiciones del IDEA para una superficie a 35° con una inclinación de 0° , que es la que más se asemeja al campo fotovoltaico instalado.

Se comprueban los cuadrantes afectados por la representación del perfil y aplicando unos factores de 0,25, 0,5, 0,75 y 1 según la cantidad ocupada en cada región, se calcula la suma de las pérdidas:

Tabla V-1

$\beta = 35^\circ$ $\alpha = 0^\circ$	A	B	C	D
13	0,00	0,00	0,00	0,03
11	0,00	0,01	0,12	0,44
9	0,13	0,41	0,62	1,49
7	1,00	0,95	1,27	2,76
5	1,84	1,50	1,83	3,87
3	2,70	1,88	2,21	4,67
1	3,15	2,12	2,43	5,04
2	3,17	2,12	2,33	4,99
4	2,70	1,89	2,01	4,46
6	1,79	1,51	1,65	3,63
8	0,98	0,99	1,08	2,55
10	0,11	0,42	0,52	1,33
12	0,00	0,02	0,10	0,40
14	0,00	0,00	0,00	0,02

Ilustración 16 Tabla V-1 Pliego IDAE Cálculo de las pérdidas de radiación solar por sombras

$$\begin{aligned} \% \text{ pérdidas} &= (0,25 \cdot A_7) + (A_5) + (0,75 \cdot A_3) + (0,25 \cdot B_5) + (0,25 \cdot B_3) = \\ &= (0,25 \cdot 1,00) + (1,84) + (0,75 \cdot 2,70) + (0,25 \cdot 1,50) + (0,25 \cdot 1,88) = \end{aligned}$$

$$4,96\% \approx 5\%$$

2.4. CÁLCULO DE LA PRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

Para el cálculo de la producción total del sistema fotovoltaico se recurre a la herramienta PVGIS, desarrollada en el Centro Común de Investigación de la Comisión Europea, reconocida en el sector fotovoltaico y que presenta unos valores fiables.

Para el cálculo de la producción, los datos de entrada son la ubicación, la inclinación del campo fotovoltaico, la desviación respecto al sur, la potencia pico total instalada y las pérdidas totales, todos estos datos ya se conocen.

2. CURVAS DIARIAS DE PRODUCCIÓN

Para más adelante comparar los consumos reales diarios con la producción, se necesitan las gráficas de producción diarias.

Los datos medios diarios que ofrece el programa son la irradiancia solar directa, difusa y global, utilizaremos esta última ya que representa el total.

Para el cálculo de la potencia media diaria a partir de la irradiancia global utilizaremos la fórmula indicada en el apartado de cálculo de la producción anual esperada del pliego de condiciones del IDAE:

$$Ep = \frac{Gdm(\alpha,\beta) * Pmp * PR}{Gcem} \text{ kWh}$$

Siendo:

- $Gdm(\alpha, \beta)$: Irradiancia, con una inclinación α (30°) y un acimut β (-13°), (kW/m²)
- **Pmp**: Potencia pico instalada (kW).
- **PR**: *Performance Ratio*, indica el rendimiento de la instalación.
- $Gcem$: 1 kW/m²

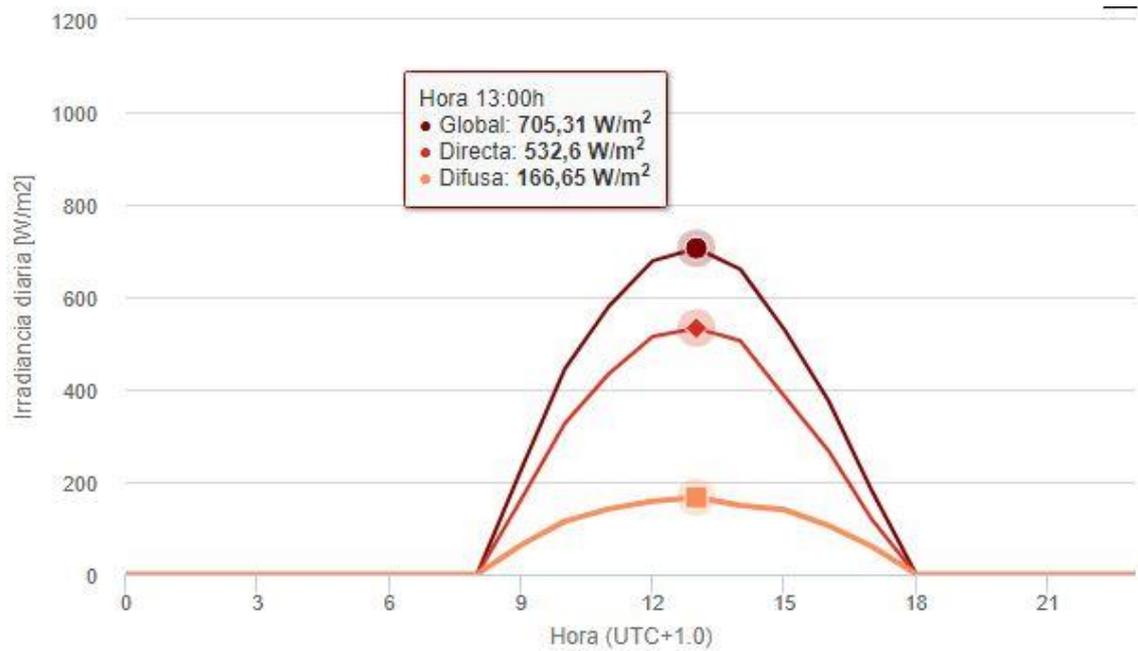


Ilustración 17 Ejemplo Irradiancias diarias PVGIS

Con los datos de la irradiación media diaria y la fórmula se consiguen las 12 gráficas tipo de cada mes:

INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA DE 99 KW SIN EXCEDENTES CONECTADA A LA RED INTERNA DE B.T. EN EL EDIFICIO ARENALES DE LA UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE

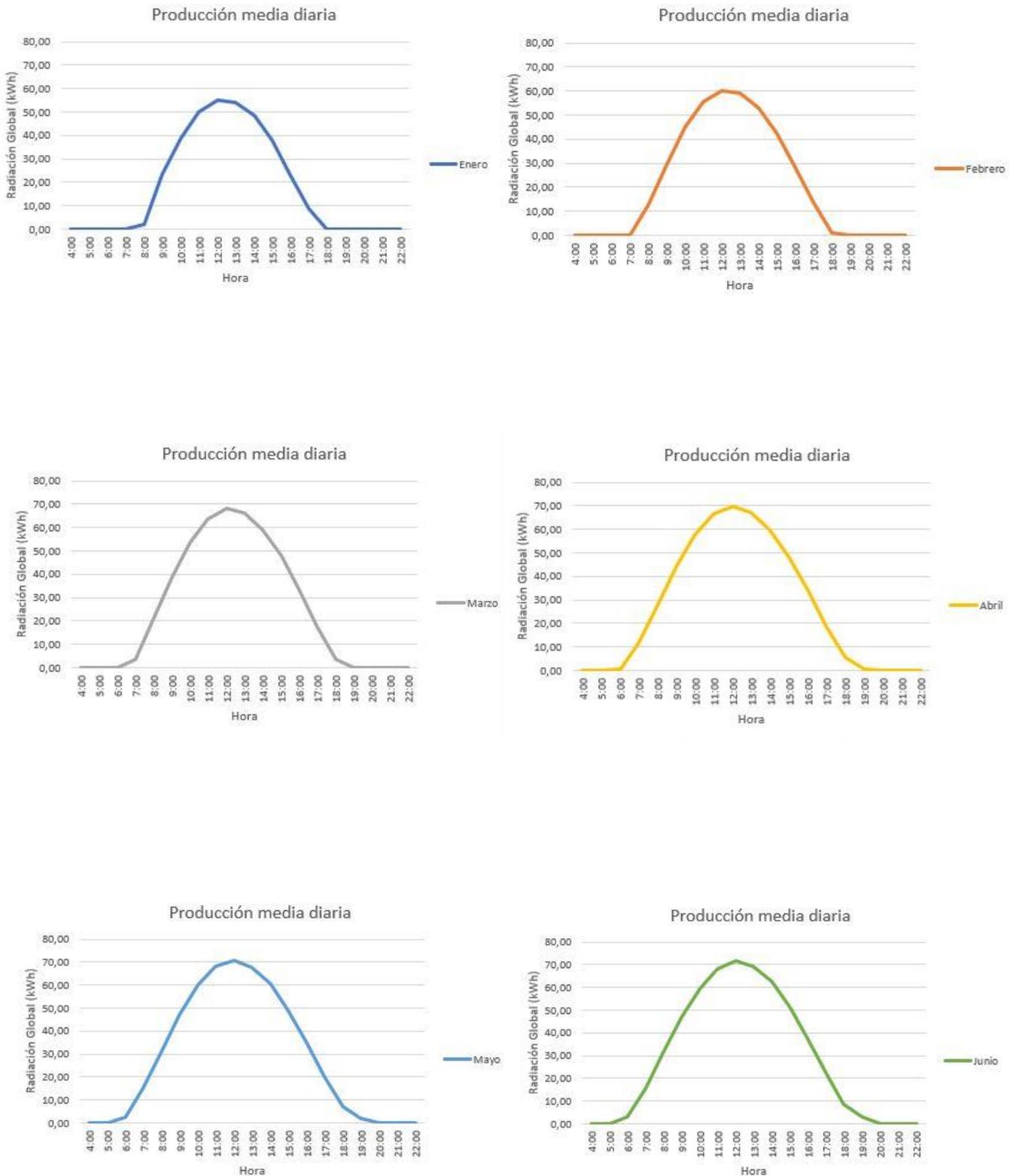


Ilustración 18 Gráficas producción Enero-Junio

INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA DE 99 KW SIN EXCEDENTES CONECTADA A LA RED INTERNA DE B.T. EN EL EDIFICIO ARENALES DE LA UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE

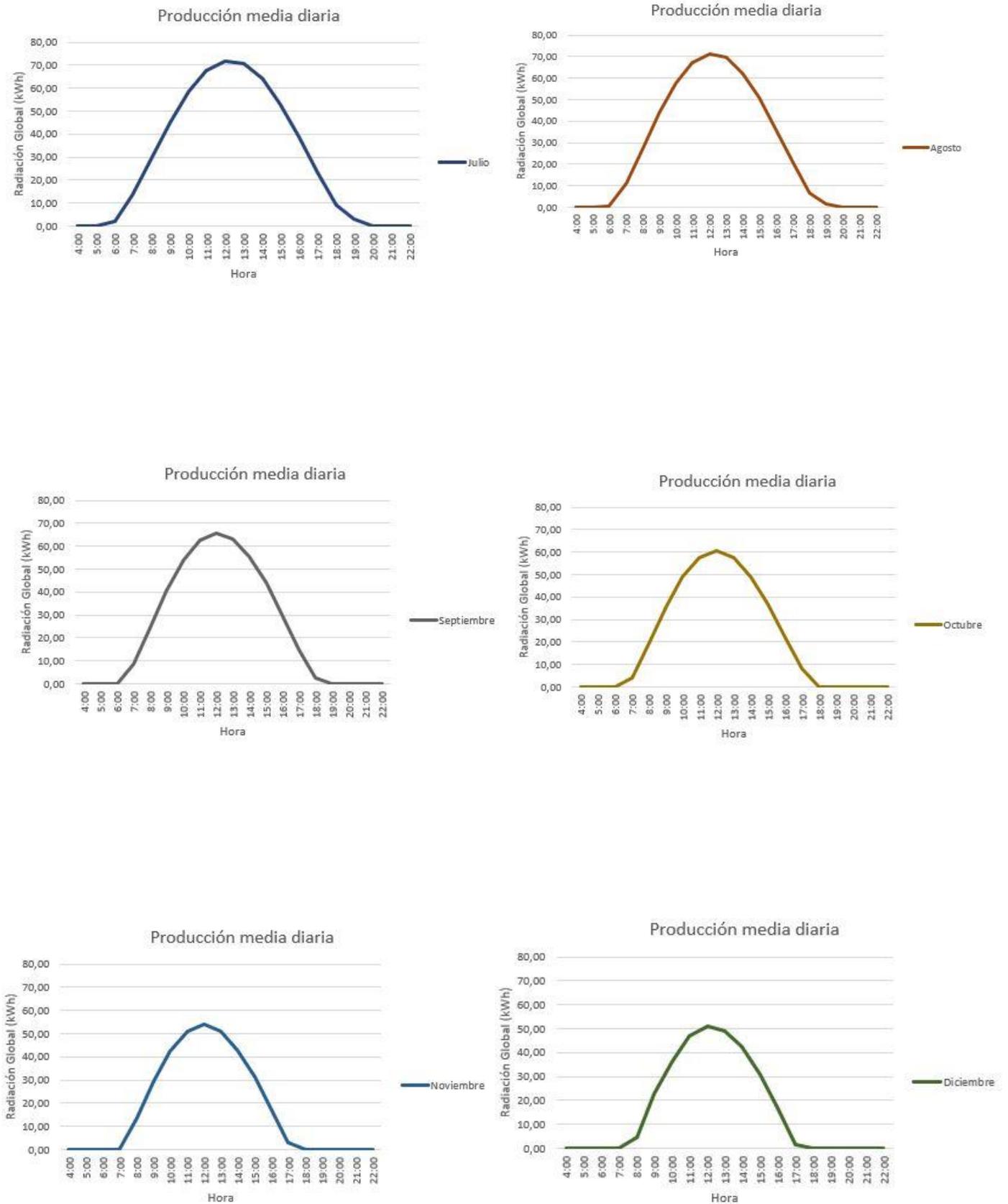


Ilustración 19 Gráficas producción Julio-Diciembre

Producción mensual media:

Mes	Producción (Kwh)
Enero	10.565,32
Febrero	12.411,08
Marzo	14.755,87
Abril	15.860,05
Mayo	16.624,80
Junio	17.061,07
Julio	17.056,58
Agosto	16.338,73
Septiembre	14.402,10
Octubre	12.410,82
Noviembre	10.409,76
Diciembre	09.384,55
ANUAL	167.280,74

*Ilustración 20
Producción media
mensual*

2.5. CÁLCULOS ESTRUCTURALES

1. CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA FOTOVOLTAICA

ESTRUCTURA SS-N1-AL: “ESTRUCTURA PARA SUSTENTACIÓN DE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS DE 2018x1048x40mm CON ANCLAJE A HORMIGÓN CON 30° DE INCLINACIÓN SOBRE LA HORIZONTAL SOBRE CUBIERTA DE EDIFICIO.”

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento tiene como objeto el estudio de la respuesta tensional de la estructura SS-N1-AL para módulo de 2018 x 1048 x 40 con una configuración de tubos de largueros de aluminio 6005T6 tipo perfil P26-A, largueros de aluminio 6005T6 tipo P27A anclados a hormigón. Para la inclinación de los módulos, fijada en 30°, empleamos bastidores compuestos por perfiles de aluminio 6005T6 tipo P27-A y montantes de tubo cuadrado de aluminio 6005 T6 40x40.

Para el cálculo de la estructura se ha empleado la normativa vigente aplicada a la edificación:

UNE-EN-1991_1_4: Cálculo de acciones de viento

UNE-EN-1991-1-3: Cálculo de acciones de nieve

Se calculará la sección de la estructura más solicitada utilizando un programa de cálculo de elementos finitos.

2. HIPÓTESIS GENERALES

Los cálculos realizados se basan en las hipótesis de linealidad y pequeños desplazamientos.

Las unidades empleadas han sido:

- Longitudes en milímetros (mm).
- Fuerzas en Newtons (N).
- Tensiones en Megapascasles (MPa).

El método de cálculo empleado es el Método por Elementos Finitos

3. CARACTERÍSTICAS GENERALES

3.1 PROPIEDADES MECÁNICAS DEL MATERIAL

El material empleado en la estructura es:

- Aluminio 6005 con tratamiento térmico T6
- Módulo de Young: $E=69.500 \text{ MPa}$.
- Coeficiente de Poisson: $\nu=0,33$.
- Límite Elástico teórico: 225 MPa

4. DESCRIPCIÓN DEL MODELO

4.1 MODELO 3D

El modelo 3D la estructura SS-N1-AL se muestra en las siguientes ilustraciones:

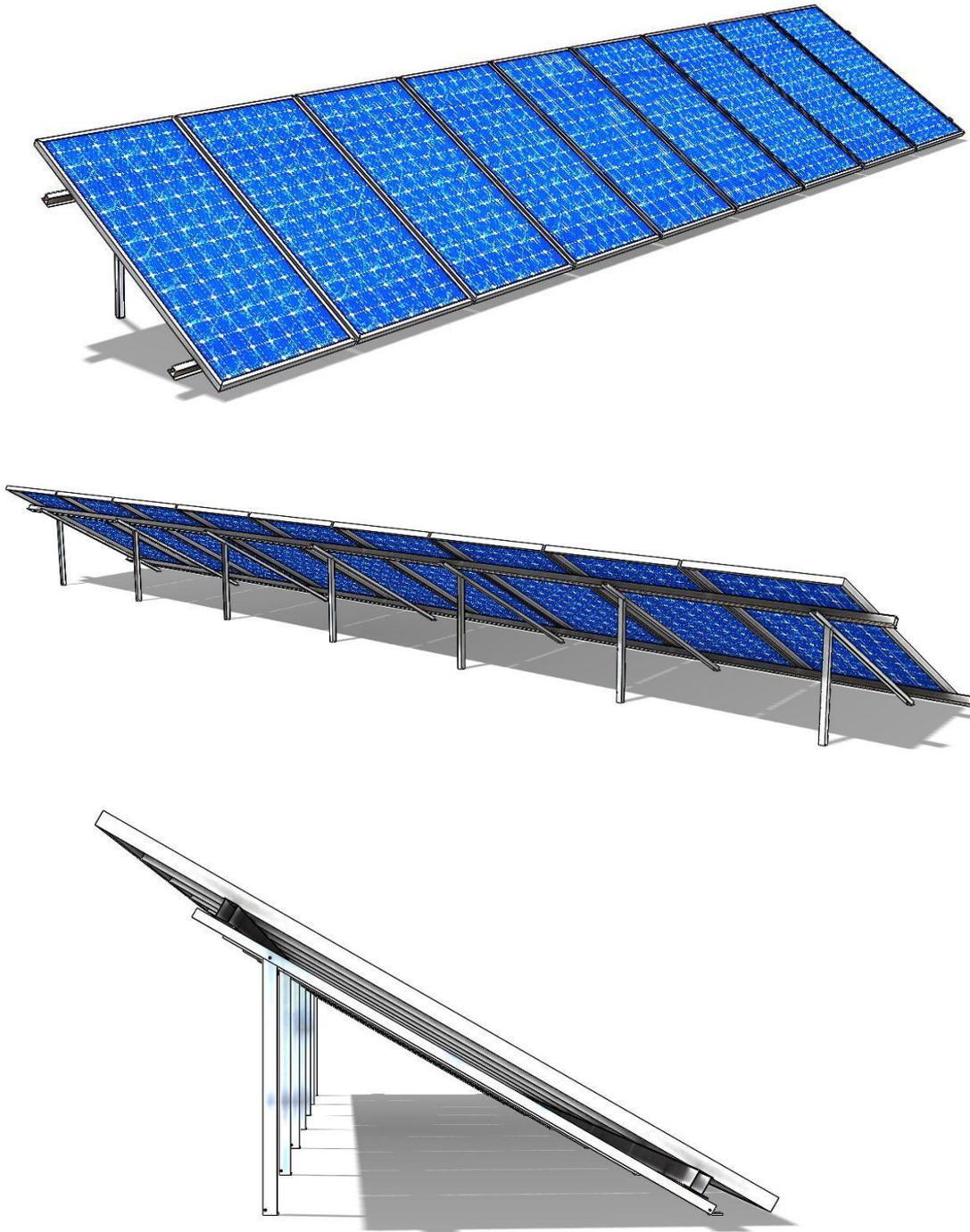


Ilustración 21 Modelos 3D Estructura fotovoltaica

Debido a la complejidad y tamaño del modelo 3D, se hace necesario una simplificación para proceder al cálculo. Para ello, se sustituirán los paneles por el efecto que causan en la estructura.

El perfil modelado equivale a una estructura donde se colocan los módulos fotovoltaicos.

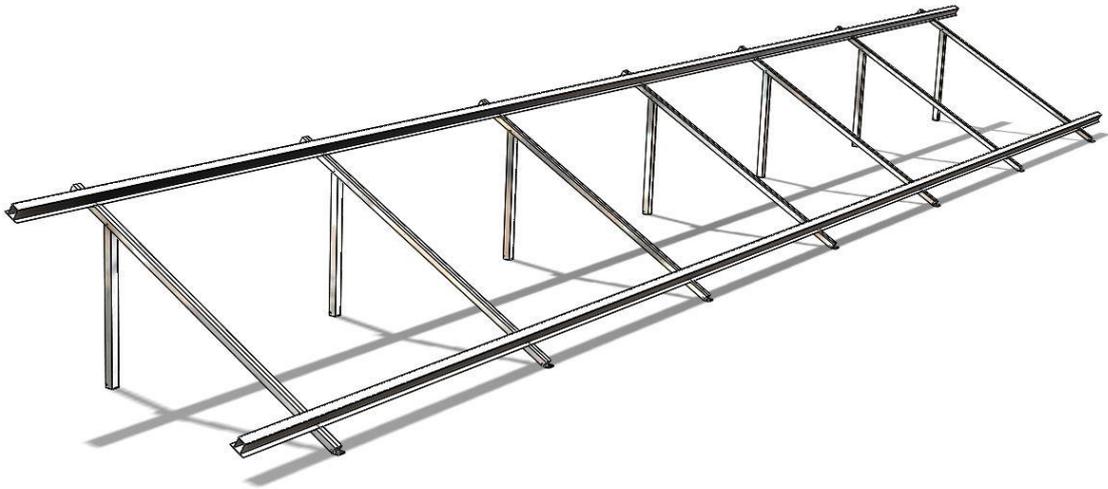


Ilustración 22 Modelo 3D Estructura simplificada

4.2 MODELO ELEMENTOS FINITOS

En el modelo por elementos finitos se han empleado un total de 100.719 elementos y 267.443 nodos utilizando hexaedros de orden cuadrático.

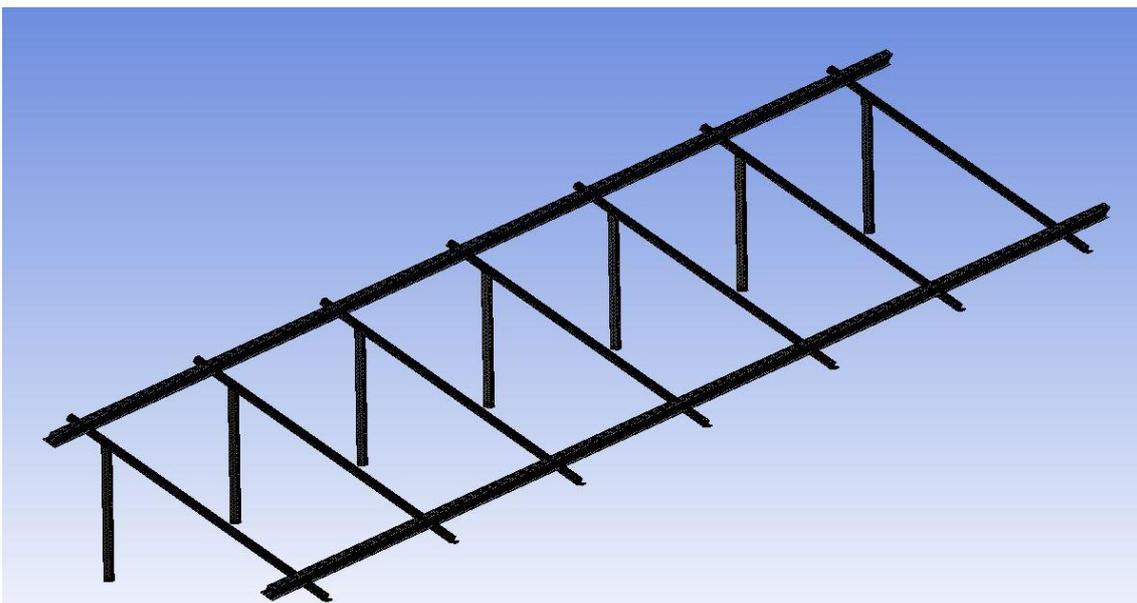


Ilustración 23 Malla elementos finitos

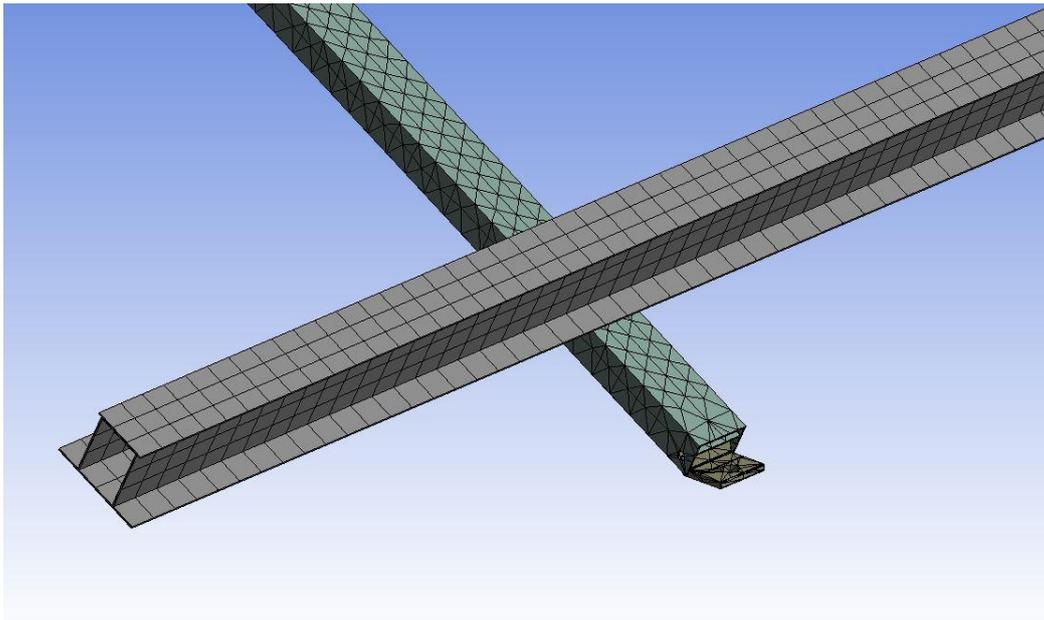


Ilustración 24 Detalle malla elementos finitos

5. COMBINACIÓN DE ACCIONES

5.1 CARGA PERMANENTE

Como carga permanente se considerarán el peso de los módulos:

$$G_{\text{modulo}} = 25 \text{ kg} * 9,8 \text{ m/s}^2 = 245 \text{ N/m}^2$$

5.2 CARGA VIENTO

Según el CTE DB-SE-AE, la carga de viento q_e , se calcula mediante la fórmula:

$$q_e = q_b * C_e * C_p$$

q_b :

$$q_b = \frac{1}{2} * \rho * v^2$$

$$\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$$

$$v = 27 \text{ m/s}$$

$$q_b = \frac{1}{2} * 1,25 * 27^2 = 455,625 \text{ N/m}^2$$

C_e:

$$C_e = F * (F + 7 * k)$$

$$F = k * \ln(\max(z, Z)/L)$$

siendo k, L, Z parámetros característicos de cada tipo de entorno, según la tabla D.2 del CTE:

Tabla D.2 Coeficientes para tipo de entorno

Grado de aspereza del entorno	Parámetro		
	k	L (m)	Z (m)
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	0,156	0,003	1,0
II Terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de importancia	0,17	0,01	1,0
III Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados, como árboles o construcciones pequeñas	0,19	0,05	2,0
IV Zona urbana en general, industrial o forestal	0,22	0,3	5,0
V Centro de negocios de grandes ciudades, con profusión de edificios en altura	0,24	1,0	10,0

Ilustración 25 Grados aspereza entorno Código Técnico de la Edificación

$$C_e = 1,4234$$

C_p:

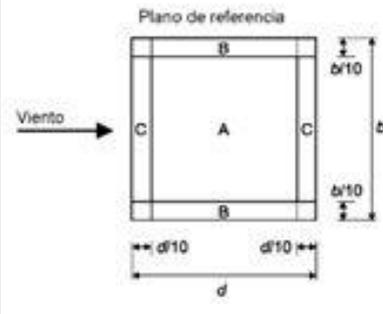
Para obtener los valores característicos del coeficiente de presión, se localizan a partir de la tabla 7.6 del Eurocódigo UNE-EN 1991-1-4 Valores de C_p para marquesinas a un agua. Para el cálculo de estructuras fotovoltaicas se emplean estos valores ya que sería la tipología de construcción más semejante a una instalación fotovoltaica.

Se obtienen 2 valores, para viento de presión y viento de succión:

$$C_{ppresión} = +1,2$$

$$C_{psucción} = -1,8$$

Tabla 7.6
Valores de $c_{p,ref}$ y c_f para marquesinas a un agua

			Coeficientes de presión neta $c_{p,ref}$		
					
Angulo de la cubierta α	Bloqueo φ	Coefficiente global de fuerza c_f	Zona A	Zona B	Zona C
0°	Valor máximo para cualquier φ	+ 0,2	+ 0,5	+ 1,8	+ 1,1
	Valor mínimo para $\varphi = 0$	- 0,5	- 0,6	- 1,3	- 1,4
	Valor mínimo para $\varphi = 1$	- 1,3	- 1,5	- 1,8	- 2,2
5°	Valor máximo para cualquier φ	+ 0,4	+ 0,8	+ 2,1	+ 1,3
	Valor mínimo para $\varphi = 0$	- 0,7	- 1,1	- 1,7	- 1,8
	Valor mínimo para $\varphi = 1$	- 1,4	- 1,6	- 2,2	- 2,5
10°	Valor máximo para cualquier φ	+ 0,5	+ 1,2	+ 2,4	+ 1,6
	Valor mínimo para $\varphi = 0$	- 0,9	- 1,5	- 2,0	- 2,1
	Valor mínimo para $\varphi = 1$	- 1,4	- 2,1	- 2,6	- 2,7
15°	Valor máximo para cualquier φ	+ 0,7	+ 1,4	+ 2,7	+ 1,8
	Valor mínimo para $\varphi = 0$	- 1,1	- 1,8	- 2,4	- 2,5
	Valor mínimo para $\varphi = 1$	- 1,4	- 1,6	- 2,9	- 3,0
20°	Valor máximo para cualquier φ	+ 0,8	+ 1,7	+ 2,9	+ 2,1
	Valor mínimo para $\varphi = 0$	- 1,3	- 2,2	- 2,8	- 2,9
	Valor mínimo para $\varphi = 1$	- 1,4	- 1,6	- 2,9	- 3,0
25°	Valor máximo para cualquier φ	+ 1,0	+ 2,0	+ 3,1	+ 2,3
	Valor mínimo para $\varphi = 0$	- 1,6	- 2,6	- 3,2	- 3,2
	Valor mínimo para $\varphi = 1$	- 1,4	- 1,5	- 2,5	- 2,8
30°	Valor máximo para cualquier φ	+ 1,2	+ 2,2	+ 3,2	+ 2,4
	Valor mínimo para $\varphi = 0$	- 1,8	- 3,0	- 3,8	- 3,6
	Valor mínimo para $\varphi = 1$	- 1,4	- 1,5	- 2,2	- 2,7

NOTA - los valores + indican una acción neta en sentido descendente
los valores - indican una acción neta en sentido ascendente

Ilustración 26 Coeficientes eólicos marquesinas a un agua Código Técnico de la Edificación

$$q_e = 455,625 \frac{N}{m^2} * 1,4234 * (-1,8) = -1.167,36 \text{ N/m}^2$$

5.3 CARGA NIEVE

Las cargas de nieve sobre cubiertas se calculan a partir de la siguiente fórmula siguiendo el Eurocódigo UNE-EN-1991-1-3.

$$q_n = \mu(\alpha) * S_k(H, ZC)$$

siendo:

$\mu(\alpha)$ = Coeficiente de forma de la carga de nieve.

S_k = Valor característico de la carga de nieve a nivel del terreno.

Coeficiente de forma

El coeficiente de forma viene dado en función de la inclinación de la cubierta. El coeficiente μ_1 se emplea para cubiertas con una sola pendiente.

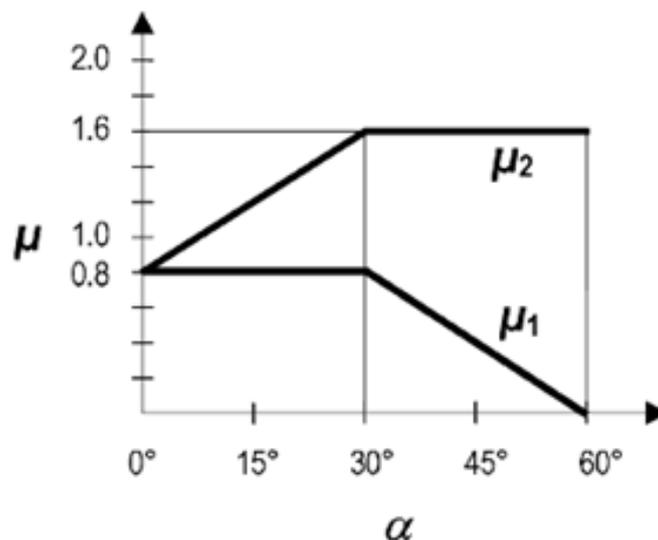


Ilustración 27 Coeficiente de forma carga de nieve Eurocódigo 1991-1-3

$$\mu(\alpha) = 0,8$$

Valor característico de la carga de nieve a nivel del terreno.

Este valor viene dado a través de la fórmula localizada en la tabla C.1 del Eurocódigo *Relación de altitud – carga de nieve*.

Tabla C.1
Relación altitud – carga de nieve

Región climática	Expresión
Región Alpina	$s_k = (0,642Z + 0,009) \left[1 + \left(\frac{A}{728} \right)^2 \right]$
Centro Este	$s_k = (0,264Z - 0,002) \left[1 + \left(\frac{A}{256} \right)^2 \right]$
Grecia	$s_k = (0,420Z - 0,030) \left[1 + \left(\frac{A}{917} \right)^2 \right]$
Península Ibérica	$s_k = (0,190Z - 0,095) \left[1 + \left(\frac{A}{524} \right)^2 \right]$
Región Mediterránea	$s_k = (0,498Z - 0,209) \left[1 + \left(\frac{A}{452} \right)^2 \right]$
Centro Oeste	$s_k = 0,164Z - 0,082 + \frac{A}{966}$
Suecia, Finlandia	$s_k = 0,790Z + 0,375 + \frac{A}{336}$
Reino Unido, República de Irlanda	$s_k = 0,140Z - 0,1 + \frac{A}{501}$

s_k es el valor característico de la carga de nieve a nivel del terreno [kN/m^2];

A es la altitud del emplazamiento sobre el nivel del mar [m];

Z es el número de la zona dado en el mapa.

Ilustración 28 Cálculos cargas de nieve zonas Europa Eurocódigo 1991-1-3

Empleando la fórmula correspondiente según la región climática donde

se localice la instalación, obteniendo los valores de A a partir de los mapas de carga de nieve de cada región.



Ilustración 29 Mapa nieve España Eurocódigo 1991-1-3

$$q_n = 0,8 * 0,2934 = 0,2347 \text{ kN/m}^2$$

5.4 COMBINACIONES DE ACCIONES

Para el cálculo de las diferentes combinaciones de acciones se utiliza la siguiente fórmula del CTE, con los coeficientes parciales de seguridad y los coeficientes de simultaneidad de las tablas 4.1 y 4.2 del mismo código:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

Ilustración 31 Combinación de acciones Código Técnico de la Edificación

Tabla 4.1 Coeficientes parciales de seguridad (γ) para las acciones

Tipo de verificación ⁽¹⁾	Tipo de acción	Situación persistente o transitoria	
		desfavorable	favorable
Resistencia	Permanente		
	Peso propio, peso del terreno	1,35	0,80
	Empuje del terreno	1,35	0,70
	Presión del agua	1,20	0,90
	Variable	1,50	0
Estabilidad		desestabilizadora	estabilizadora
	Permanente		
	Peso propio, peso del terreno	1,10	0,90
	Empuje del terreno	1,35	0,80
	Presión del agua	1,05	0,95
Variable	1,50	0	

⁽¹⁾ Los coeficientes correspondientes a la verificación de la resistencia del terreno se establecen en el DB-SE-C

Tabla 4.2 Coeficientes de simultaneidad (ψ)

	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Sobrecarga superficial de uso (Categorías según DB-SE-AE)			
• Zonas residenciales (Categoría A)	0,7	0,5	0,3
• Zonas administrativas (Categoría B)	0,7	0,5	0,3
• Zonas destinadas al público (Categoría C)	0,7	0,7	0,6
• Zonas comerciales (Categoría D)	0,7	0,7	0,6
• Zonas de tráfico y de aparcamiento de vehículos ligeros con un peso total inferior a 30 kN (Categoría E)	0,7	0,7	0,6
• Cubiertas transitables (Categoría F)		(1)	
• Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento (Categoría G)	0	0	0
Nieve			
• para altitudes > 1000 m	0,7	0,5	0,2
• para altitudes ≤ 1000 m	0,5	0,2	0
Viento	0,6	0,5	0
Temperatura	0,6	0,5	0
Acciones variables del terreno	0,7	0,7	0,7

⁽¹⁾ En las cubiertas transitables, se adoptarán los valores correspondientes al uso desde el que se accede.

Ilustración 30 Combinación de acciones y Coeficientes de simultaneidad Código Técnico de la Edificación

Viento de presión como carga variable principal

$$Q = 1,35G + 1,5Vp + 1,5 * 0,5 * Qn$$

$$Q = +1.493,29 \text{ N/m}^2$$

Nieve como carga variable principal

$$Q = 1,35G + 1,5Qn + 1,5 * 0,6 * Vp$$

$$Q = +1.202,39 \text{ N/m}^2$$

Viento de succión como carga variable principal

$$Q = 0,8G + 1,5Vs$$

$$Q = -1.662,26 \text{ N/m}^2$$

Tras probar todas las combinaciones posibles, se comprueba que la máxima carga que tendrá que soportar la estructura será con la acción variable principal del viento de succión.

6. APLICACIÓN A LA ESTRUCTURA

Dado que el área tributaria de la estructura consta de 2 zonas, la superior y la inferior, vamos a sustituir la carga distribuida por la carga sobre las barras.

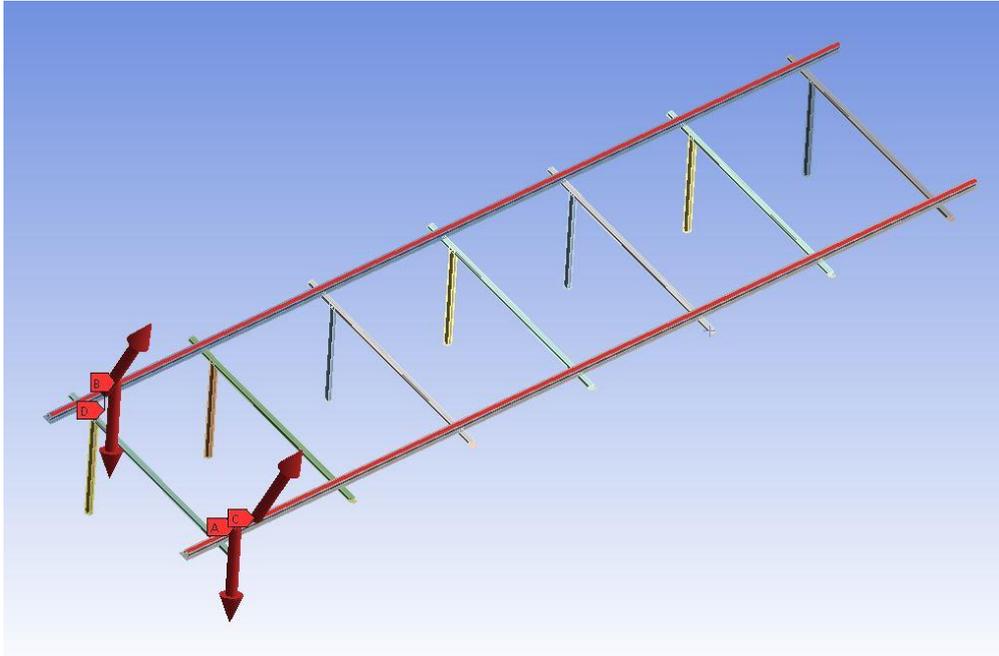


Ilustración 32 Fuerzas aplicadas en la estructura

6.1 CONDICIONES DE CONTORNO

La unión de la estructura a los soportes se simulará con un empotramiento perfecto en los lugares donde se anclarán los bastidores al hormigón.

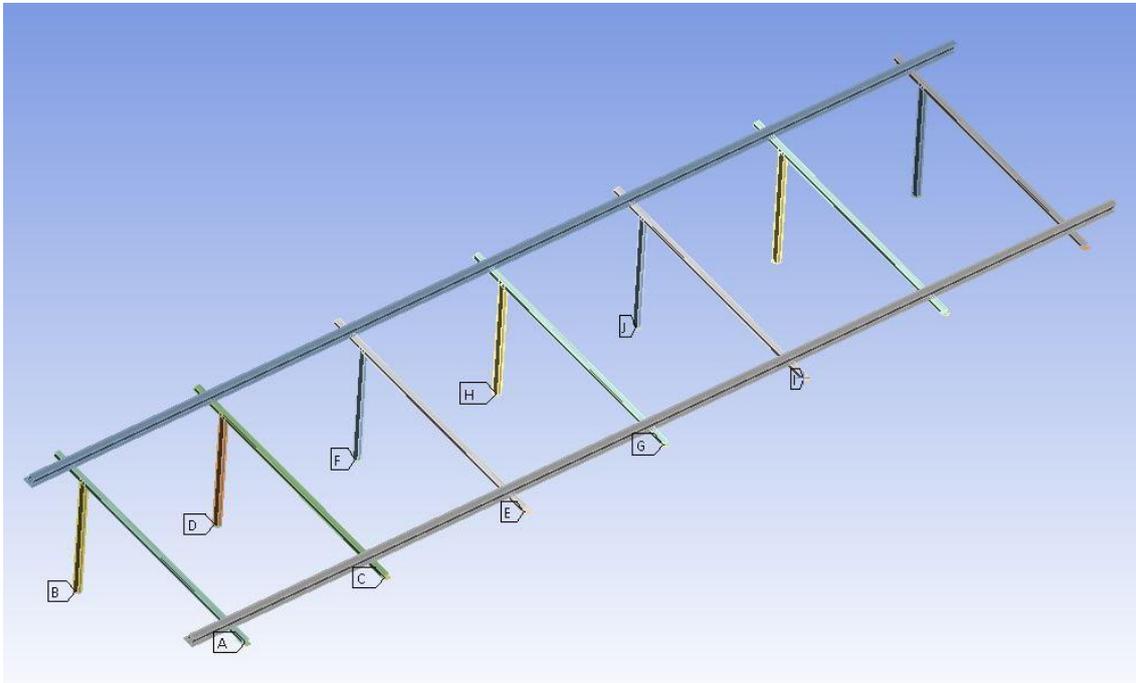


Ilustración 33 Apoyos estructura

7. RESULTADOS OBTENIDOS

7.1 TENSIÓN EQUIVALENTE VON MISES

Tras el cálculo estructural mediante el método de los Elementos Finitos obtenemos, que la tensión equivalente máxima de Von Mises que debe resistir la estructura es de 187,37 MPa, para la combinación de viento de succión y peso de las placas, en estado límite último:

$$1.5 \cdot \text{Viento de succión} - 0.8 \cdot \text{Peso de las placas}$$

La hipótesis de cálculo más desfavorable sería la combinación de Viento de succión – Peso de placas.

Esta tensión, se da en el empotramiento que simula el anclaje del apoyo tubular, estando su valor por debajo de su límite elástico. Por tanto, según los cálculos, ningún nodo de la estructura sufrirá tensión suficiente para llegar al fallo estático. El coeficiente de seguridad frente al límite elástico es de:

$$X_{\text{succión}} = LE / \sigma_{\text{max}} = 225 / 187,37 = 1,2$$

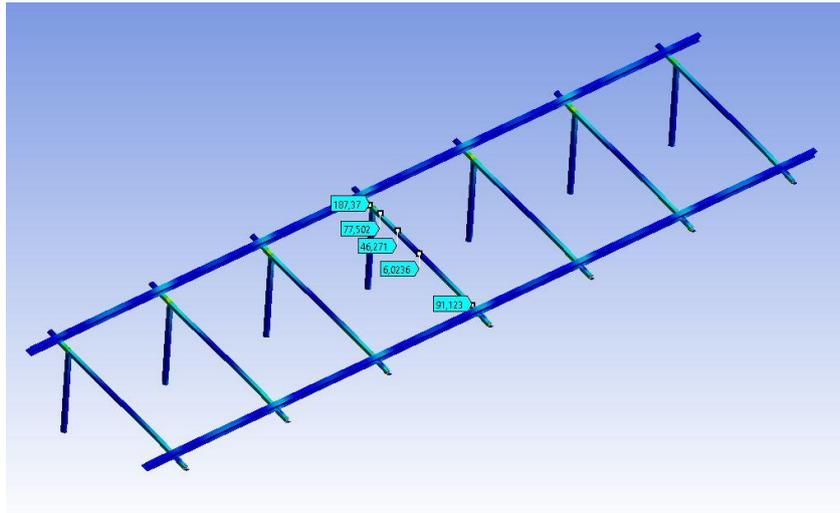


Ilustración 34 Tensiones resultantes en la estructura

7.2 DEFORMACIONES

En cuanto a deformaciones, la máxima toma el valor de 11,9 mm, en la zona donde se indica. Por tanto, se puede concluir que la estructura no sufre deformaciones que revistan importancia para su función.

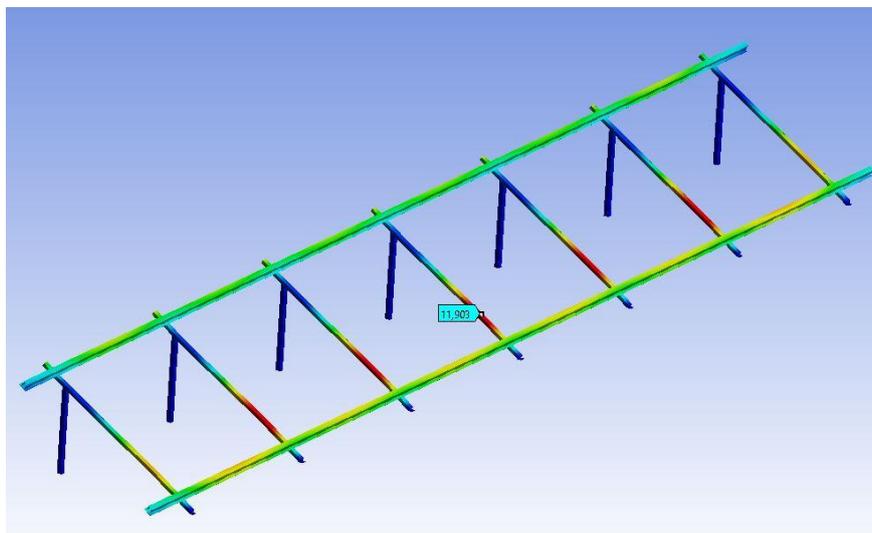


Ilustración 35 Deformaciones resultantes en la estructura

2. REACCIONES

Para calcular el peso mínimo que deberán tener los bordillos de lastrado se procede a calcular las reacciones en los apoyos del bastidor más solicitado para contrarrestarlas con el lastrado.

Se aplicarán las fuerzas del peso de los módulos y el viento de succión.

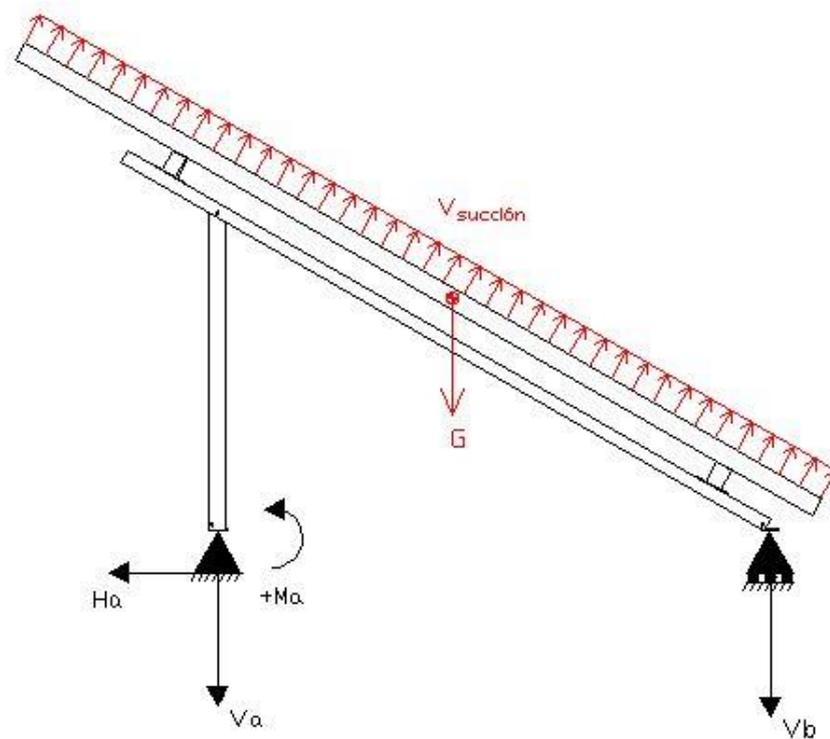


Ilustración 36 Reacciones en la estructura

$$\begin{aligned} V_{succión} &= 1,3 \times Q_e \times A \times \text{sen}(\alpha) = 1,3 \times 1167,36 \text{ N/m}^2 \times 2,2\text{m}^2 \times \text{sen}(30) \\ &= 1669,33 \text{ N} = 170 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$G = 25 \text{ kg}$$

Las cargas aplicadas a la estructura se repartirán entre los 7 bastidores de cada mesa de 9 módulos, los puntos de aplicación sobre el bastidor serán las zonas donde apoyan los 2 perfiles donde se sujetan las placas.

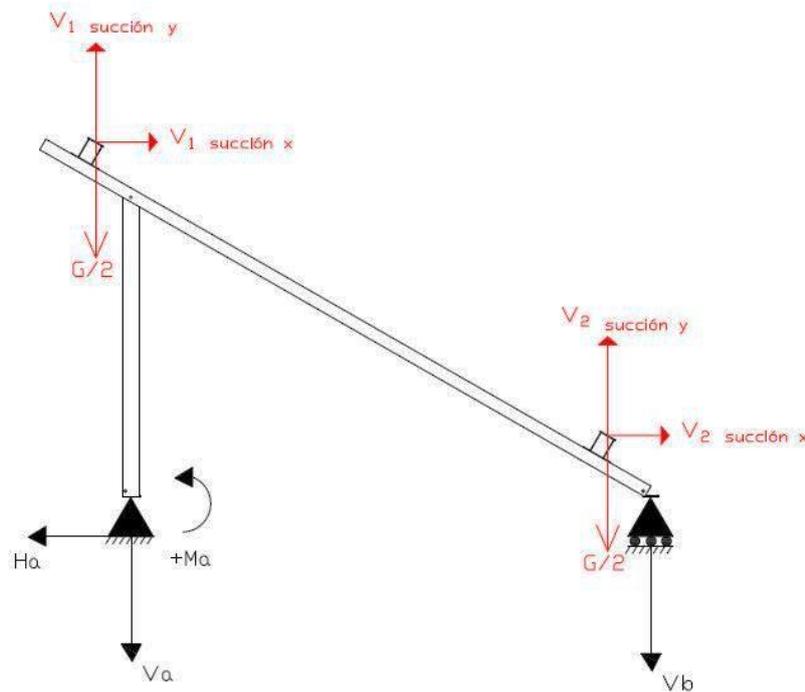


Ilustración 37 Cálculo reacciones estructura

$$V1_{succión\ y} = V2_{succión\ y} = 170\ kg * \frac{9\ módulos}{7\ bastidores * 2\ perfiles} * \cos(30)$$

$$= 109\ kg * \cos(30) = 94\ kg$$

$$V1_{succión\ x} = V2_{succión\ x} = 170\ kg * \frac{9\ módulos}{7\ bastidores * 2\ perfiles} * \sin(30)$$

$$= 109\ kg * \sin(30) = 55\ kg$$

$$V_a = 134\ kg$$

$$H_a = 110\ kg$$

$$V_b = 22\ kg$$

Para compensar las reacciones resultantes en los apoyos se deberán colocar lastres que superen el peso mínimo necesario en cada apoyo.

ANEXO I. ESTUDIO ECONÓMICO

1. INTRODUCCIÓN

El ahorro económico que generará la instalación se calculará comparando las gráficas diarias de producción y las de consumo.

Se distinguirán 2 tipos de días, laborable y no laborable. En el día no laborable se supondrá un consumo del 5% del día laborable

El mayor porcentaje de energía requerida son los equipos de aire acondicionado, aproximadamente un 90% del consumo total del edificio.

Las gráficas de consumo variaran mensualmente en función de la climatización, por lo que, para compararlas con las gráficas de producción, se crean 4 gráficas de consumo por estaciones, agrupando 3 meses por estación, estos 3 meses tendrían unas gráficas muy parecidas:

- Primavera: abril, mayo y junio
- Verano: julio, agosto y septiembre
- Otoño: octubre, noviembre y diciembre
- Invierno: enero, febrero y marzo

2. CONSUMO DIARIO

Para el cálculo de los consumos diarios, tanto entre semana como para fines de semana, se agrupan todos los consumos en 3 tipos principales:

- ILUMINACIÓN
- CLIMATIZACIÓN
- OTROS

A continuación, se muestran las consideraciones y fórmulas que se han aplicado.

2.1 ILUMINACIÓN

Teniendo en cuenta que todas las lámparas/bombillas del edificio son de tipo LED, se obtienen los vatios necesarios según la conversión de que 1W equivale a 100 lúmenes.

La cantidad de lúmenes necesarios dependerá de los metros cuadrados de cada estancia y de los luxes requeridos para una dependiendo del uso que tenga, siguiendo la siguiente tabla:

Estancia	Rango Lux (lx)	Lux (lx)
Aseos	50-300	150
Cafetería	50-300	100
Cocina	500-600	550
Aulas	350-1000	700
Pasillo	50-500	150

Tabla 18 Luxes estancias

Para elegir un valor del rango se han tenido en cuenta los espacios abiertos y la iluminación exterior que entra en cada estancia.

Se aplica la siguiente fórmula para hallar los vatios necesarios en cada estancia:

$$Pot \text{ iluminación} = \frac{lux * \text{Área}}{100.000} \text{ (kWh)}$$

La iluminación se considerará constante a lo largo del año.

2.2 CLIMATIZACIÓN

Para el cálculo de los equipos de aire acondicionado necesarios, se aplica la relación que indica que 1 m² equivale a 100 frigorías, teniendo en cuenta que 860 frigorías son 1000 vatios.

$$Pot\ climatización = \frac{100 * Área}{0,86} \text{ (kWh)}$$

El resultado será la potencia pico necesaria para el edificio, pero el consumo variará dependiendo la temperatura exterior, por lo que como ya se ha indicado, diferenciaremos 4 gráficas de consumo: Primavera, verano, otoño e invierno.

A cada estación se le asigna un porcentaje de uso de la potencia instalada de climatización:

Primavera: 25%

Verano: 45%

Otoño: 20%

Invierno: 40%

2.3 OTROS

- Se van a suponer unos consumos totales de 0,2 kWh a través de los enchufes monofásicos disponibles activos en cada estancia.
- Un consumo medio aproximado de un equipo de proyección como los que cuenta cada aula es de 0,45 kWh por unidad. Cada aula está equipada con un proyector.
- Cada aula, despacho y laboratorio disponen de 1 ordenador. El consumo más apreciable en este sentido serán las 4 aulas de informática, que cuentan con alrededor de 25 ordenadores. Se supone

un consumo por ordenador potente de sobremesa de 0,25 kWh, una actividad diaria de dichas aulas del 25% y una ocupación del 60%.

- El ascensor se supone con un consumo aproximado de 3 kWh.

- Los equipos de cocina, suman 6 kWh en total.

Estos consumos serán constantes a lo largo del año.

2.4 GRÁFICAS DE CONSUMO DIARIO

Con los datos y fórmulas anteriores se han obtenido los consumos tipo para un día laboral y un día no laboral.

Consumo días laborables		Consumos (kWh)			TOTAL	
Estancia	Área (m2)	Iluminación	Climatización	Otros		
P0	Conserjería	10	0,05	1,16	0,2	1,41
	Aseos	92	0,14	-	-	0,14
	Ascensor	4	-	-	3	3,00
	Cafetería	454	0,45	-	1	1,45
	Cocina	173	0,95	-	6	6,95
	Aulas informática	264	1,85	30,70	2,8	35,35
	Aulas 0.1-0.2	360	2,52	41,86	0,4	44,78
	Pasillo	910	1,37	-	-	1,37
P1	Aseos	60	0,09	-	-	0,09
	Aulas 1.1-1.2	448	3,14	52,09	0,9	56,13
	Aulas 1.3-1.6	840	5,88	97,67	1,8	105,35
	Aulas 1.7-1.9	558	3,91	64,88	1,35	70,14
	Pasillo	817	1,23	-	-	1,23
P2	Aseos	60	0,09	-	-	0,09
	Pasillo	391	0,59	-	-	0,59
TOTAL		22,24	288,37	17,45	328,06	
		7%	88%	5%	100%	

Tabla 19 Consumos días laborables

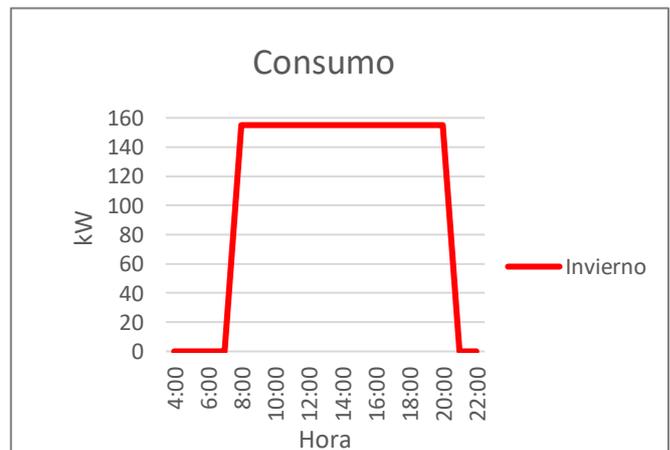
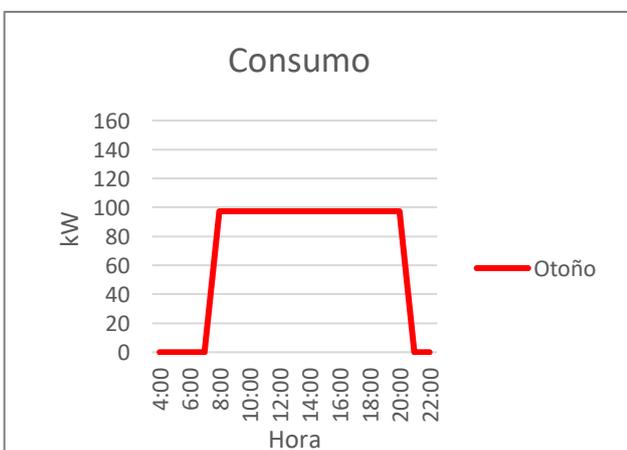
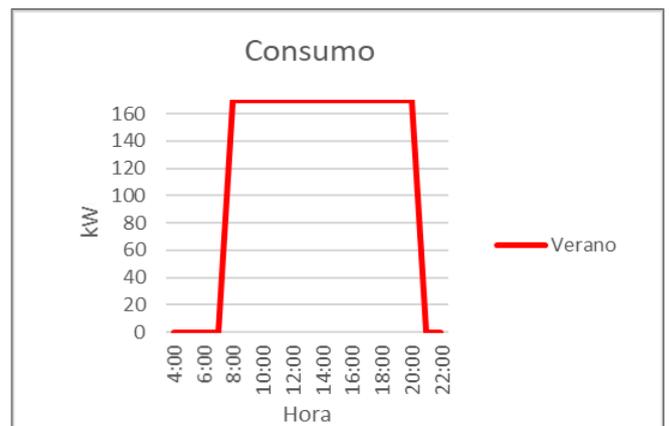
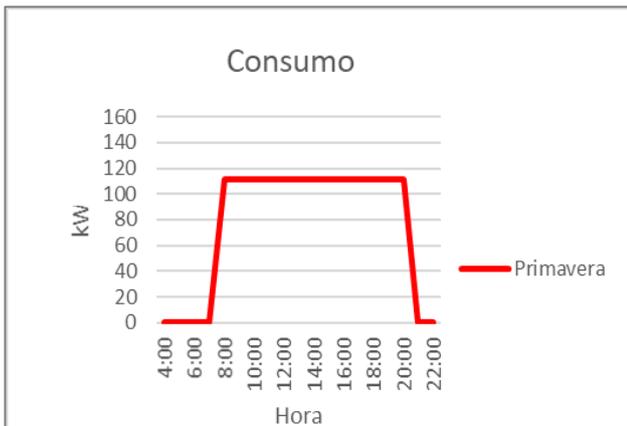
Para el cálculo del día no laborable, se multiplicarán los totales por un 5%.

Para la representación de las 4 gráficas de consumo por estaciones, se multiplica el % de uso de climatización en cada una por el valor total de la climatización:

	% Clim.	Iluminación	Climatización	Otros	TOTAL (kWh)
Primavera	25%	22,24	72,09	17,45	111,78
Verano	45%	22,24	129,77	17,45	169,46
Otoño	20%	22,24	57,67	17,45	97,36
Invierno	40%	22,24	115,35	17,45	155,04

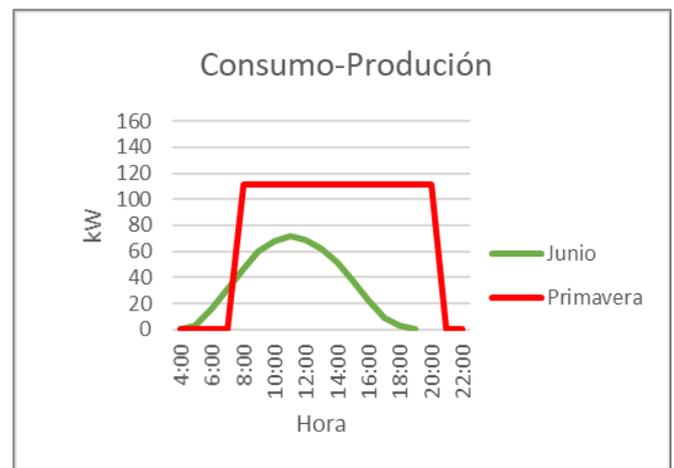
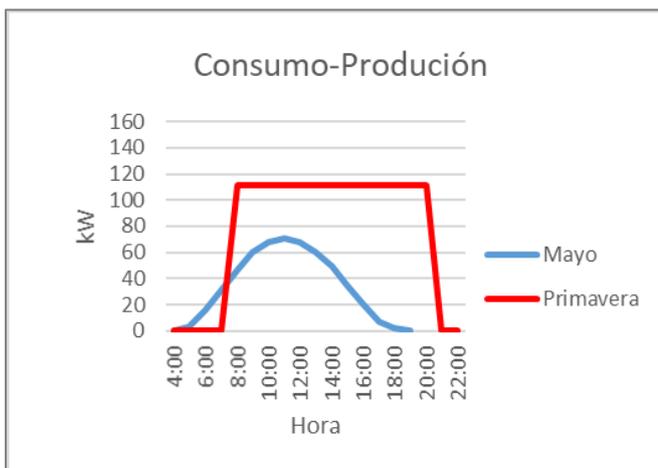
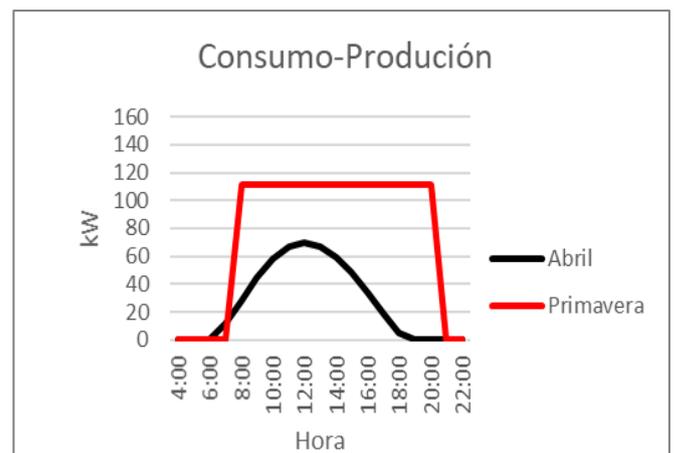
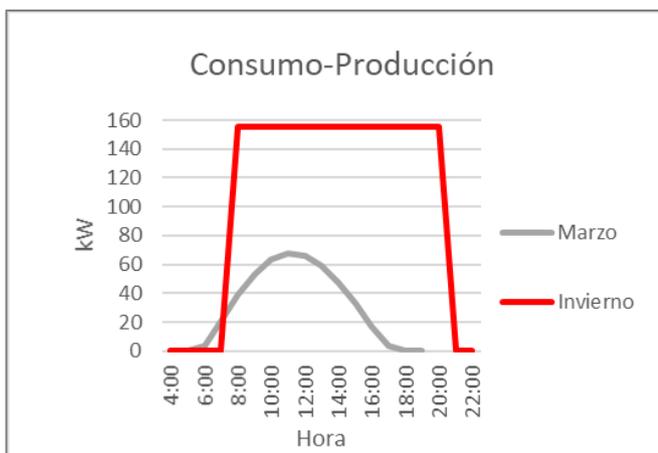
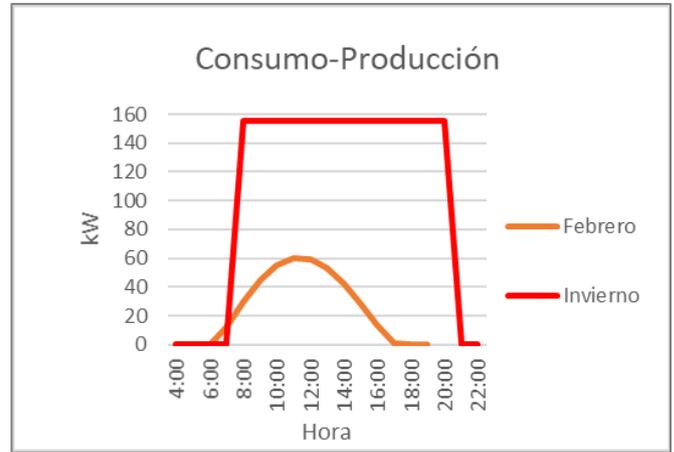
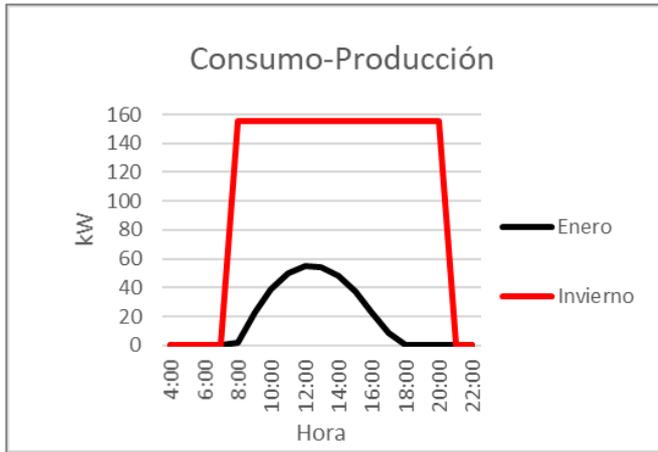
Tabla 20 Reducciones climatización por estaciones

Los valores totales se consideran constantes a lo largo de la jornada lectiva del edificio (8:00-20:00).

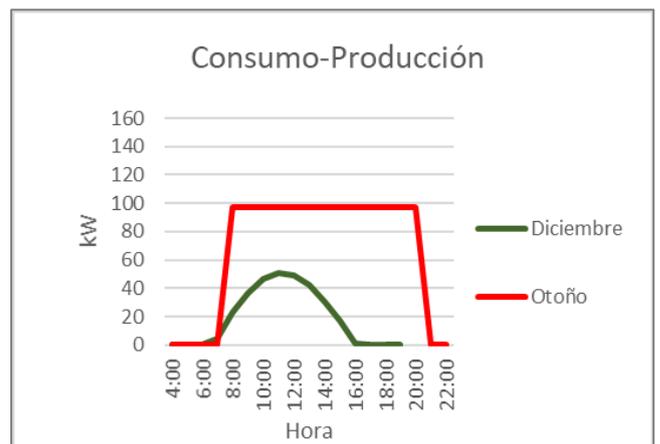
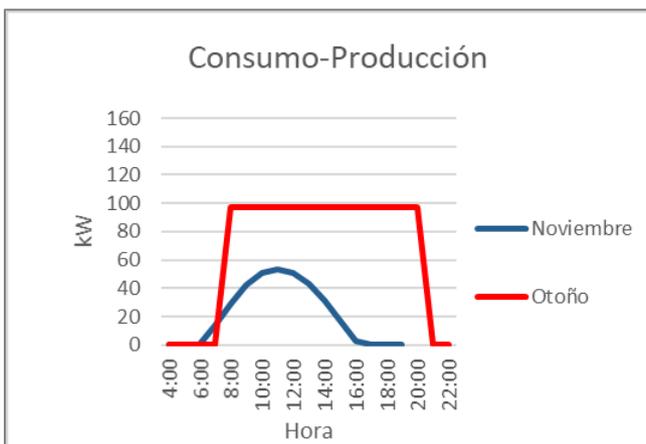
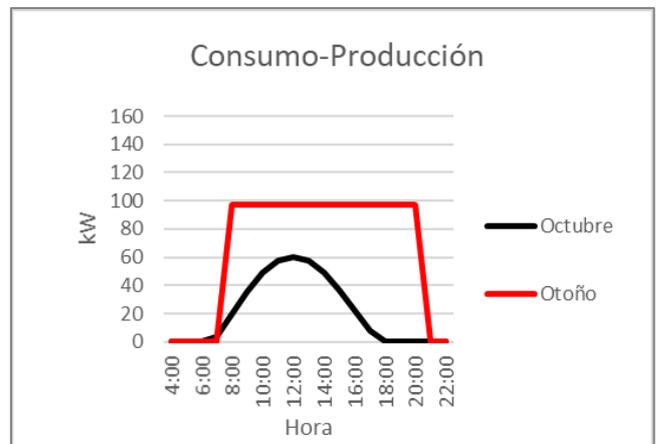
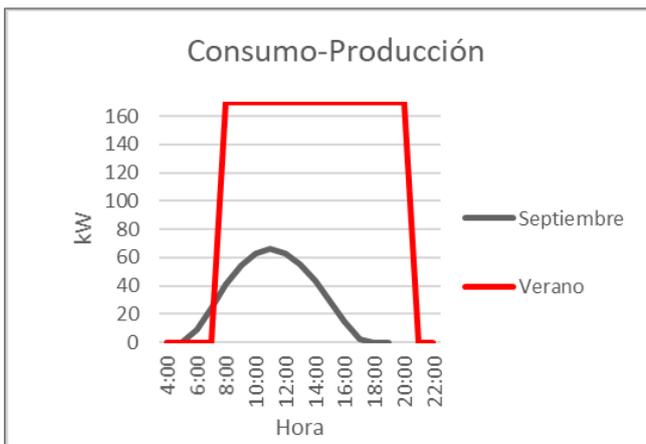
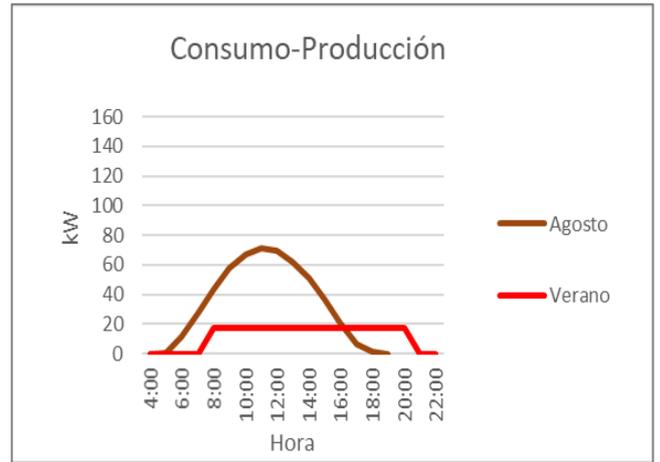
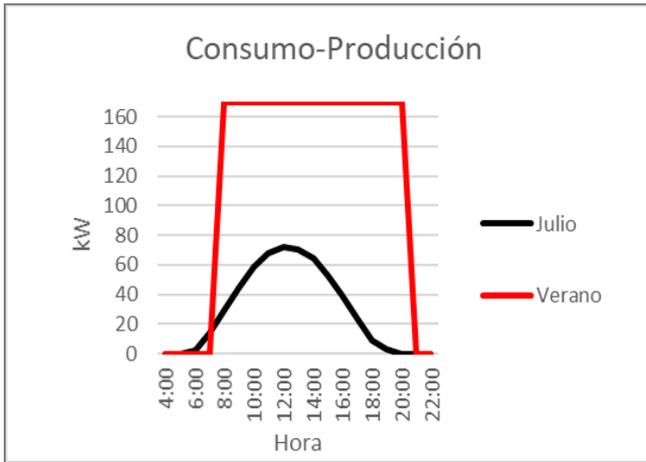


INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA DE 99 KW SIN EXCEDENTES CONECTADA A LA RED INTERNA DE B.T. EN EL EDIFICIO ARENALES DE LA UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE

Una vez se tiene las gráficas de consumo, se comparan con las gráficas de producción de los 12 meses, comparando cada mes con su estación correspondiente:



INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA DE 99 KW SIN EXCEDENTES CONECTADA A LA RED INTERNA DE B.T. EN EL EDIFICIO ARENALES DE LA UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE



3. AMORTIZACIÓN

Para calcular el tiempo de retorno de la inversión se aplicará la siguiente fórmula para calcular en cuantos años se amortiza la instalación:

$$1 = \frac{\text{Inversión} + (G_1 * x)}{(G_0 * x)} (\text{años})$$

Donde:

- Inversión: Coste de la instalación
- G_1 : Gasto económico anual con placas
- G_0 : Gasto económico anual sin placas

Para el cálculo de los gastos económicos anuales, debemos definir unas tarifas de red contratadas.

Se considera que el edificio Arenals cuenta con una tarifa de acceso a la red tipo 3.1, con consumos comprendidos entre los 15kW y 450 kW.

Este tipo de tarifa diferencia el precio del kW en 3 períodos el día: punta, llano y valle. Estas especificaciones se recogen en *Real Decreto 1164/2001, de 26 de octubre, por el que se establecen tarifas de acceso a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica.*

Zona	Invierno			Verano		
	Punta	Llano	Valle	Punta	Llano	Valle
1	18-22	8-18 22-24	0-8	9-13	8-9 13-24	0-8

Tabla 21 Horarios períodos tarifas de luz

Como en el horario Valle no se hace uso del edificio, supondremos un consumo de 0 kWh. Se determinan unos precios de los términos de potencia y energía promedios de las compañías eléctricas:

Período	Consumo (€/kWh)	Potencia (€/ kW día)
Punta	0,1621 €	0,0987 €
Llano	0,0999 €	0,0910 €
Valle	0,0229 €	0,0716 €

Tabla 22 Tarifa aplicada

Para el término de potencia, se supone que el edificio tiene contratados 150 kW en los 3 períodos.

3.1 CÁLCULO DE GASTOS ANUALES SIN PLACAS

Aplicando las tarifas correspondientes en cada mes y haciendo uso de los períodos punta y valle durante el día, se calculan los gastos diarios y mensuales. Se han supuesto unas reducciones de gasto energético cada mes debido al uso del mismo dependiendo del calendario académico (jornadas lectivas, período de exámenes y vacaciones).

		CONSUMOS Y GASTOS SIN PLACAS / Tarifa horario invierno									
		Otoño				Invierno					
		Noviembre (100%)		Diciembre (67%)		Enero (60%)		Febrero (67%)		Marzo (100%)	
		kWh	€	kWh	€	kWh	€	kWh	€	kWh	€
LLANO	8:00	97,36	10,97 €	65,23	7,76 €	93,02	10,53 €	155,04	16,73 €	155,04	16,73 €
	9:00	97,36	10,97 €	65,23	7,76 €	93,02	10,53 €	155,04	16,73 €	155,04	16,73 €
	10:00	97,36	10,97 €	65,23	7,76 €	93,02	10,53 €	155,04	16,73 €	155,04	16,73 €
	11:00	97,36	10,97 €	65,23	7,76 €	93,02	10,53 €	155,04	16,73 €	155,04	16,73 €
	12:00	97,36	10,97 €	65,23	7,76 €	93,02	10,53 €	155,04	16,73 €	155,04	16,73 €
	13:00	97,36	10,97 €	65,23	7,76 €	93,02	10,53 €	155,04	16,73 €	155,04	16,73 €
	14:00	97,36	10,97 €	65,23	7,76 €	93,02	10,53 €	155,04	16,73 €	155,04	16,73 €
	15:00	97,36	10,97 €	65,23	7,76 €	93,02	10,53 €	155,04	16,73 €	155,04	16,73 €
	16:00	97,36	10,97 €	65,23	7,76 €	93,02	10,53 €	155,04	16,73 €	155,04	16,73 €
	17:00	97,36	10,97 €	65,23	7,76 €	93,02	10,53 €	155,04	16,73 €	155,04	16,73 €
PUNTA	18:00	97,36	10,97 €	65,23	7,76 €	93,02	10,53 €	155,04	16,73 €	155,04	16,73 €
	19:00	97,36	23,18 €	65,23	17,98 €	93,02	22,48 €	155,04	32,53 €	155,04	32,53 €
	20:00	97,36	23,18 €	65,23	17,98 €	93,02	22,48 €	155,04	32,53 €	155,04	32,53 €
Laborables		22		23		21		20		23	
No laborables		8		8		10		8		8	
TOTAL		28.351,23	3.740,98 €	19.843,33	2.838,08 €	26.000,21	3.458,01 €	41.116,61	5.081,49 €	47.163,17	5.828,76 €

Tabla 24 Consumos y gastos sin placas horario invierno

		CONSUMOS Y GASTOS SIN PLACAS / Tarifa horario verano													
		Primavera				Verano				Otoño					
		Abril (100%)		Mayo (100%)		Junio (60%)		Julio (20%)		Agosto (10%)		Septiembre (60%)		Octubre (100%)	
		kWh	€	kWh	€	kWh	€	kWh	€	kWh	€	kWh	€		
LLANO	8:00	111,78	12,68 €	111,78	12,68 €	67,07	8,22 €	33,892	4,90 €	16,946	3,21 €	101,676	11,67 €	97,36	11,24 €
	9:00	111,78	12,68 €	111,78	12,68 €	67,07	8,22 €	33,892	4,90 €	16,946	3,21 €	101,676	11,67 €	97,36	11,24 €
PUNTA	10:00	111,78	21,82 €	111,78	21,82 €	67,07	14,57 €	33,892	9,20 €	16,946	6,45 €	101,676	20,18 €	97,36	19,48 €
	11:00	111,78	21,82 €	111,78	21,82 €	67,07	14,57 €	33,892	9,20 €	16,946	6,45 €	101,676	20,18 €	97,36	19,48 €
	12:00	111,78	21,82 €	111,78	21,82 €	67,07	14,57 €	33,892	9,20 €	16,946	6,45 €	101,676	20,18 €	97,36	19,48 €
	13:00	111,78	21,82 €	111,78	21,82 €	67,07	14,57 €	33,892	9,20 €	16,946	6,45 €	101,676	20,18 €	97,36	19,48 €
LLANO	14:00	111,78	12,68 €	111,78	12,68 €	67,07	8,22 €	33,892	4,90 €	16,946	3,21 €	101,676	11,67 €	97,36	11,24 €
	15:00	111,78	12,68 €	111,78	12,68 €	67,07	8,22 €	33,892	4,90 €	16,946	3,21 €	101,676	11,67 €	97,36	11,24 €
	16:00	111,78	12,68 €	111,78	12,68 €	67,07	8,22 €	33,892	4,90 €	16,946	3,21 €	101,676	11,67 €	97,36	11,24 €
	17:00	111,78	12,68 €	111,78	12,68 €	67,07	8,22 €	33,892	4,90 €	16,946	3,21 €	101,676	11,67 €	97,36	11,24 €
	18:00	111,78	12,68 €	111,78	12,68 €	67,07	8,22 €	33,892	4,90 €	16,946	3,21 €	101,676	11,67 €	97,36	11,24 €
	19:00	111,78	12,68 €	111,78	12,68 €	67,07	8,22 €	33,892	4,90 €	16,946	3,21 €	101,676	11,67 €	97,36	11,24 €
	20:00	111,78	12,68 €	111,78	12,68 €	67,07	8,22 €	33,892	4,90 €	16,946	3,21 €	101,676	11,67 €	97,36	11,24 €
	Laborables		22		21		22		22		22		22		21
No laborables		8		10		8		9		9		8		10	
TOTAL		32.550,34	4.512,13 €	31.242,51	4.330,84 €	19.530,20	2.962,24 €	9.891,38	1.816,27 €	4.945,69	1.227,54 €	29.608,05	4.161,89 €	27.212,12	3.851,07 €

Tabla 23 Consumos y gastos sin placas horario verano

3.2 CÁLCULO DE GASTOS ANUALES CON PLACAS

Siguiendo la misma metodología, se calculan los gastos con el ahorro horario de consumo producido por el campo fotovoltaico.

		CONSUMOS Y GASTOS SIN PLACAS / Tarifa horario invierno									
		Otoño				Invierno					
		Noviembre (100%)		Diciembre (67%)		Enero (60%)		Febrero (67%)		Marzo (100%)	
		kWh	€	kWh	€	kWh	€	kWh	€	kWh	€
LLANO	8:00	83,47	9,58 €	62,16	7,45 €	91,80	10,41 €	95,53	10,78 €	134,13	14,64 €
	9:00	68,13	8,05 €	49,97	6,23 €	78,94	9,13 €	84,17	9,65 €	116,14	12,84 €
	10:00	54,78	6,71 €	40,72	5,31 €	69,83	8,22 €	73,80	8,61 €	101,34	11,36 €
	11:00	46,38	5,87 €	33,85	4,62 €	63,17	7,55 €	66,82	7,92 €	91,46	10,38 €
	12:00	43,56	5,59 €	31,16	4,35 €	60,12	7,25 €	63,47	7,58 €	87,04	9,94 €
	13:00	46,28	5,86 €	32,31	4,47 €	60,48	7,28 €	64,20	7,65 €	88,98	10,13 €
	14:00	54,36	6,67 €	36,75	4,91 €	64,02	7,64 €	68,19	8,05 €	96,00	10,83 €
	15:00	66,27	7,86 €	44,48	5,68 €	70,39	8,27 €	75,40	8,77 €	107,30	11,96 €
	16:00	80,43	9,28 €	53,88	6,62 €	79,06	9,14 €	84,81	9,71 €	121,84	13,41 €
PUNTA	17:00	94,14	10,65 €	64,20	7,65 €	87,93	10,03 €	94,79	10,71 €	137,56	14,98 €
	18:00	97,36	10,97 €	65,23	7,76 €	93,02	10,53 €	103,24	11,55 €	151,33	16,36 €
	19:00	97,36	23,18 €	65,23	17,98 €	93,02	22,48 €	103,88	24,24 €	155,04	32,53 €
	20:00	97,36	23,18 €	65,23	17,98 €	93,02	22,48 €	103,88	24,24 €	155,04	32,53 €
Laborables		22		23		21		20		23	
No laborables		8		8		10		8		8	
TOTAL		20.829,34	2.989,54 €	15.097,17	2.363,94 €	21.603,67	3.018,79 €	22.076,04	3.049,49 €	36.111,11	4.724,66 €

Tabla 25 Consumos y gastos con placas horario invierno

		CONSUMOS Y GASTOS SIN PLACAS / Tarifa horario verano													
		Primavera				Verano				Otoño					
		Abril (100%)		Mayo (100%)		Junio (60%)		Julio (20%)		Agosto (10%)		Septiembre (60%)		Octubre (100%)	
		kWh	€	kWh	€	kWh	€	kWh	€	kWh	€	kWh	€	kWh	€
LLANO	8:00	83,82	9,89 €	80,35	9,54 €	48,31	6,34 €	28,01	4,31 €	14,21	2,94 €	87,15	10,22 €	77,82	9,29 €
	9:00	67,45	8,26 €	64,81	7,99 €	39,00	5,41 €	24,86	4,00 €	12,57	2,77 €	77,34	9,24 €	61,51	7,66 €
PUNTA	10:00	53,99	12,45 €	51,88	12,11 €	31,22	8,76 €	22,18	7,30 €	11,18	5,51 €	69,25	14,93 €	48,19	11,51 €
	11:00	44,90	10,98 €	43,78	10,80 €	26,19	7,95 €	20,35	7,00 €	10,25	5,36 €	64,07	14,09 €	39,81	10,15 €
LLANO	12:00	42,16	10,54 €	41,27	10,39 €	24,11	7,61 €	19,52	6,87 €	9,83	5,30 €	62,22	13,79 €	36,90	9,68 €
	13:00	44,81	10,96 €	44,13	10,86 €	25,56	7,84 €	19,76	6,90 €	9,99	5,32 €	63,90	14,06 €	39,62	10,12 €
	14:00	52,42	6,75 €	51,38	6,65 €	29,60	4,47 €	21,07	3,62 €	10,71	2,59 €	68,40	8,35 €	48,52	6,36 €
	15:00	63,74	7,88 €	62,65	7,78 €	36,43	5,16 €	23,30	3,84 €	11,84	2,70 €	75,39	9,05 €	60,61	7,57 €
	16:00	77,73	9,28 €	76,70	9,18 €	44,62	5,97 €	26,12	4,13 €	13,31	2,85 €	83,99	9,91 €	75,09	9,02 €
	17:00	92,97	10,80 €	91,44	10,65 €	53,71	6,88 €	29,22	4,44 €	14,87	3,00 €	92,94	10,80 €	89,24	10,43 €
	18:00	106,45	12,15 €	104,94	12,00 €	62,01	7,71 €	32,10	4,72 €	16,28	3,14 €	100,14	11,52 €	97,17	11,22 €
	19:00	111,19	12,63 €	109,72	12,48 €	65,15	8,03 €	33,29	4,84 €	16,81	3,20 €	101,68	11,67 €	97,36	11,24 €
	20:00	111,78	12,68 €	111,78	12,68 €	67,07	8,22 €	33,89	4,90 €	16,95	3,21 €	101,68	11,67 €	97,36	11,24 €
Laborables		22		21		22		22		22		22		21	
No laborables		8		10		8		9		9		8		10	
TOTAL		21.356,84	3.029,90 €	20.099,01	2.861,81 €	12.386,96	2.024,05 €	7.491,04	1.501,41 €	3.789,40	1.074,98 €	23.478,33	3.344,35 €	18.688,01	2.698,73 €

Tabla 26 Consumos y gastos con placas horario verano

3.3 TIEMPO DE RETORNO DE LA INVERSIÓN

Con los datos recogidos en las tablas anteriores, aplicamos la fórmula que nos indicará en cuantos años se amortizará la inversión:

- Inversión (coste de la instalación): 81.352,52 €
- G_1 (Gastoeconómico anual con placas) = 32.681,65 €
- G_0 (Gastoeconómico anual sin placas) = 43.809,30 €

$$1 = \frac{\text{Inversión} + (G_1 * x)}{(G_0 * x)} (\text{años})$$

$$\mathbf{X = 7,31 \text{ años} = 7 \text{ años y 4 meses}}$$

A partir de ese tiempo, la instalación ha sido amortizada. El gasto económico anual se reduce de 43.809,30€ a 32.681,65€, un 25%.

3. PLANIFICACIÓN

3.1 INTRODUCCIÓN

Para la realización de los trabajos se consideran 2 equipos:

Equipo de los instaladores de la estructura, que colocarán las medidas de seguridad, los bordillos, la estructura y los módulos fotovoltaicos. Este equipo comprenderá entre 2 y 6 personas.

Los electricistas, que instalarán los inversores, el cuadro con las protecciones AC, la toma de tierra y el cableado AC y DC. Este equipo comprenderá entre 2 y 6 personas.

Durante la duración de la instalación, se contratará una tijera diésel de 15m de altura en caso de que la cubierta no tenga acceso interior.

Será necesario disponer de una grúa con su operario para izar los pallets de bordillos, estructura y módulos. En el primer izado se subirán los bordillos y la estructura, en el segundo izado (a los 7 días) se subirán los pallets de módulos.

3.2 PLANIFICACIÓN TEMPORAL

TRABAJO	Mes																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Medidas de seguridad trabajos en alturas	2 días																		
Colocación Inversores	2 días																		
Colocación Cuadro Protecciones AC y canaletas				2 días															
Cableado y conexionado AC					2 días														
Toma tierra								3 días											
Izado y colocación bordillos			3 días																
Izado Estructura					1 día														
Montaje Estructura						7 días													
Izado y colocación módulos fotovoltaicos													3 días						
Instalación rejilla portacables															1 día				
Cableado y conexionado DC																2 días			
Retirada residuos/limpieza																		1 día	
Puesta en marcha																			1 día

Tabla 27 Planificación temporal

 Equipo estructura  Equipo electricistas

El conjunto de los trabajos comprenderá una duración total de unos 19 días laborales, aproximadamente 25 días naturales.

4. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

4.1 ANTECEDENTES, OBJETO Y JUSTIFICACIÓN

El objeto de este estudio es dar cumplimiento al Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, identificando, analizando y estudiando los posibles riesgos laborales que puedan ser evitados, identificando las medidas técnicas necesarias para ello; relación de los riesgos que no pueden eliminarse, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos.

El Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre, 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. Los supuestos previstos son los siguientes:

- El presupuesto de Ejecución por Contrata es superior a 450.760 €.
- La duración estimada de la obra es superior a 30 días o se emplea a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- El volumen de mano de obra estimada es superior a 500 trabajadores/día.
- Es una obra de túneles, galerías, conducciones subterráneas o presas.

Al no darse ninguno de los supuestos previstos en el apartado 1 del Artículo 4 del R.D. 1627/1997 se redacta el presente Estudio Básico de Seguridad y Salud.

El citado Real Decreto establece mecanismos específicos para la aplicación de la Ley 31/1995 de prevención de Riesgos Laborales la Directiva 92/57/92 y del RD 39/97 de 17 de enero por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.

Así mismo mediante el Real Decreto 1627/97 se procede a la transposición al Derecho español de la Directiva 95/57/CEE por la que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud que deben aplicarse en las obras de construcción temporal o móvil.

El Estudio Básico va dirigido a la eliminación de los riesgos laborales que pueden ser evitados y a la reducción y control de los que no pueden eliminarse totalmente con el fin de garantizar las mejores condiciones posibles de seguridad y salud para todo el personal que participe en la ejecución de las obras proyectadas.

De acuerdo con el artículo 3 del Real Decreto 1627/1997, si en la obra interviene más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos, o más de un trabajador autónomo, el Promotor deberá designar un Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra. Esta designación deberá ser objeto de un contrato expreso.

De acuerdo con el artículo 7 del citado Real Decreto, el objeto del Estudio Básico de Seguridad y Salud es servir de base para que el contratista elabore el correspondiente Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo, en el que se analizarán, estudiarán, desarrollarán y complementarán las previsiones contenidas en este documento, en función de su propio sistema de ejecución de la obra.

Este Estudio Básico de Seguridad y Salud da cumplimiento a la Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de prevención de Riesgos Laborales en lo referente a la obligación del empresario titular de un centro de trabajo de informar y dar instrucciones adecuadas, en relación con los riesgos existentes en el centro de trabajo y las medidas de protección y prevención correspondientes.

En base a este Estudio Básico de Seguridad y al artículo 7 del Real Decreto 1627/1997, cada contratista elaborará un Plan de Seguridad y

Salud en función de su propio sistema de ejecución de la obra y en el que se tendrán en cuenta las circunstancias particulares de los trabajos objeto del contrato.

4.2 DISPOSICIONES LEGALES DE APLICACIÓN

Ley 31/ 1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

Ley 32/ 2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.

Real Decreto 39/1997 de 17 de enero, Reglamento de los Servicios de Prevención.

Real Decreto 485/1997 de 14 de abril, sobre Señalización de seguridad en el trabajo.

Real Decreto 486/1997 de 14 de abril, sobre Seguridad y Salud en los lugares de trabajo.

Real Decreto 487/1997 de 14 de abril, sobre Manipulación de cargas.

Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo, sobre Utilización de Equipos de Protección Individual.

Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio, sobre Utilización de Equipos de Trabajo.

Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

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

Estatuto de los Trabajadores (Ley 8/1.980, Ley 32/1.984, Ley 11/1.994).

Ordenanza de Trabajo de la Construcción, Vidrio y Cerámica (O.M. 28-08-70, O.M. 28-07-77, O.M. 4-07-83, en los títulos no derogados).

4.3 CONDICIONES AMBIENTALES

Todos los trabajos se realizarán en las instalaciones del edificio objeto del proyecto, y que se describe en la memoria del mismo. Cuando se realicen trabajos a la intemperie, se comprobará la no existencia de alertas meteorológicas.

Se evitará trabajar, en la medida de lo posible, los días de lluvia para reducir los riesgos que se puedan presentar a los trabajadores.

4.4 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA OBRA

En este punto se analizan con carácter general, las diferentes servidumbres o servicios que se deben tener perfectamente definidas y solucionadas antes del comienzo de la obra.

4.4.1 DESCRIPCIÓN DE LA OBRA Y SITUACIÓN

La situación de la obra a realizar y el tipo de la misma se recoge en el documento de Memoria del presente proyecto.

4.4.2 SUMINISTRO DE ENERGIA ELÉCTRICA

El suministro de energía eléctrica provisional de obra será facilitado por la empresa constructora, proporcionando los puntos de enganche necesarios en el lugar del emplazamiento de la obra.

4.4.3 SUMINISTRO DE AGUA POTABLE

El suministro de agua potable será a través de las conducciones habituales de suministro. En el caso de que esto no sea posible, se dispondrán de los medios necesarios que garanticen su existencia regular desde el comienzo de la obra.

4.4.4 SERVICIOS HIGIÉNICOS

Dispondrá de servicios higiénicos suficientes y reglamentarios. Se designará una estancia de servicios/aseos existentes en el interior del edificio para todo el personal, al cual tendrán acceso durante todo el transcurso de la obra.

4.4.5 SERVIDUMBRE Y CONDICIONANTES

No se prevén interferencias en los trabajos ni con otros propietarios de inmuebles colindantes.

4.5 TIPOLOGÍA Y CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES Y ELEMENTOS A UTILIZAR

Quedan especificados en la memoria descriptiva y pliego de condiciones del proyecto al que se adjunta el presente Estudio Básico de Seguridad y Salud.

4.6 PROCESO CONSTRUCTIVO Y ORDEN DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

El proceso constructivo y orden de ejecución de los trabajos se llevará a cabo conforme a las especificaciones y condiciones técnicas que al respecto establece el Proyecto al que se adjunta el presente Estudio Básico de Seguridad y Salud; dichas prescripciones quedarán complementadas, o en su caso modificadas, por las instrucciones que determine el Ingeniero Director de Obra que, en cualquier caso, deberán contar obligatoriamente con la aprobación y autorización expresa del Coordinador de Seguridad y Salud de la obra.

4.7 PROCEDIMIENTOS, EQUIPOS Y MEDIOS

Se seleccionan procedimientos, equipos y medios proporcionados en función de las características particulares de la obra y de las tecnologías disponibles de modo que se obtenga la máxima seguridad posible para los trabajadores que participen en la misma.

De conformidad con el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales se aplicarán los principios de acción preventiva y en particular las siguientes actividades:

- Mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza.
- Elección del emplazamiento de los puestos de trabajo teniendo en cuenta sus condiciones de acceso y la determinación de las vías o zonas de desplazamiento.
- La manipulación de los distintos materiales y la utilización de medios auxiliares.

- El mantenimiento, el control previo a la puesta en servicio y el control periódico de las instalaciones y dispositivos necesario para la ejecución de la obra, con objeto de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.
- La delimitación y el acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de los distintos materiales, en particular si se trata de materias o sustancias peligrosas (no existen en la obra que nos ocupa).
- La recogida de materiales peligrosos utilizados (en la presente obra no existen).
- El almacenamiento y la eliminación o evacuación de residuos y escombros.
- La adaptación, en función de la evolución de la obra, del periodo de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
- La cooperación entre contratistas, subcontratistas y trabajadores autónomos.
- Las interacciones e incompatibilidades con cualquier otro tipo de trabajo o actividad que se realice en la obra o cerca del lugar de la obra.

4.7.1 PROTECCIONES INDIVIDUALES

<p>Casco* Guantes de cuero. Guantes de goma fina. Guantes dieléctricos. Botas impermeables al agua y a la humedad. Botas de seguridad. Botas dieléctricas. Gafas contra impactos y antipolvo.</p>	<p>Mascarillas antipolvo. Protectores auditivos. Arnés de seguridad con sistema anticaídas.</p>
--	---

Tabla 28: Listado de las protecciones individuales necesarias

**Para todas las personas que participan en la obra, incluso visitantes.*

4.7.2 PROTECCIONES COLECTIVAS

<p>Vallas de limitación y protección. Señales de tráfico. Señales de seguridad. Limitadores de movimiento de grúas. Cintas de balizamiento. Topes de desplazamiento de vehículos. Barandillas. Redes. Soportes y anclajes de redes, lonas. Línea de vida.</p>	<p>Extintores. Interruptores diferenciales. Tomas y red de tierra. Transformadores de seguridad.</p>
--	---

Tabla 29: Listado de protecciones colectivas necesarias

4.7.3 FORMACIÓN

Corresponde a los contratistas, subcontratistas y trabajadores autónomos adoptar las medidas pertinentes para la adecuada formación de los trabajadores en materia de prevención de riesgos laborales.

4.8 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS LABORALES Y MEDIDAS DE SEGURIDAD ADOPTADAS.

1.6.8.1 RIESGOS LABORALES EVITABLES COMPLETAMENTE

La tabla siguiente contiene la relación de riesgos laborales que pudiendo presentarse en la obra, van a ser totalmente evitados mediante la adopción de las medidas técnicas que también se definen en el presente documento.

RIESGOS EVITABLES	MEDIDAS TÉCNICAS ADOPTADAS
Trabajos con presencia de tensión (media y baja tensión)	Corte del fluido, apantallamiento de protección, puesta a tierra y cortocircuito de los cables
Trabajos en alturas con riesgo de caída	Línea de vida

Tabla 30: Riesgos evitables y medidas técnicas adoptadas

4.8.2 RIESGOS LABORALES NO EVITABLES COMPLETAMENTE

Este apartado contiene la identificación de los riesgos laborales que no pueden ser completamente eliminados, y las medidas preventivas y protecciones técnicas que deberán adoptarse para el control y la reducción de este tipo de riesgos. La primera tabla se refiere a aspectos generales que afectan a la totalidad de la obra, y las restantes a los aspectos específicos de cada una de las fases en las que ésta puede dividirse.

TODA LA OBRA	
RIESGOS	
Caídas de operarios al mismo nivel.	
Caídas de operarios a distinto nivel.	
Caídas de objetos sobre operarios.	
Caídas de objetos sobre terceros.	
Choques o golpes contra objetos.	
Trabajos en condiciones de humedad.	
Contactos eléctricos directos e indirectos.	
Cuerpos extraños en los ojos.	
Sobreesfuerzos.	
MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS	Grado
Orden y limpieza en los lugares de trabajos.	Permanente
Recubrimiento o distancia de seguridad (1m) a líneas eléctricas B.T.	Permanente
Iluminación adecuada y suficiente (alumbrado de obra).	Permanente
No permanecer en el radio de acción de las máquinas.	Permanente
Puesta a tierra en cuadros, masas y máquinas sin doble aislamiento.	Permanente
Señalización de la obra (señales y carteles).	Permanente
Extintor de polvo seco, de eficacia 21A – 113B.	Permanente
Evacuación de residuos	Frecuente
Escaleras auxiliares.	Ocasional
Información específica.	Para riesgos concretos
Cursos y charlas de formación.	Frecuente
EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPIs)	Empleo
Cascos de seguridad.	Permanente
Calzado protector.	Permanente
Ropa de trabajo.	Permanente
Ropa impermeable o de protección.	Con mal tiempo
Gafas de seguridad.	Frecuente
Línea de vida.	Permanente
Arnés de seguridad.	Permanente
Guantes para trabajos en tensión.	Permanente
Elementos aislantes (Banqueta aislante, pértigas, etc).	Frecuente

Tabla 31: Riesgos NO evitables completamente, medidas preventivas y equipos de protección

4.9 RIESGOS LABORALES ESPECIALES

Estos riesgos especiales se definen en el Real Decreto 1627/97 Anexo II. Relación no exhaustiva de los trabajos que implican riesgos especiales para la seguridad y la salud de los trabajadores.

Los trabajos necesarios para el desarrollo de las obras definidas en el Proyecto y que implican un riesgo especial serán:

- Trabajos con riesgos especialmente graves de sepultamiento, hundimiento o caída de altura, por las particulares características de la actividad desarrollada, los procedimientos aplicados o el entorno del puesto de trabajo.
- Trabajos en la proximidad de líneas eléctricas de alta y media tensión.
- Trabajos que requieran montar o desmontar elementos prefabricados pesados.

En el siguiente apartado se indican las medidas específicas que deben adoptarse para controlar y reducir los riesgos derivados de este tipo de trabajos.

4.10 MEDIDAS CONTRA TRABAJOS EN ALTURAS

Para la protección colectiva de los trabajadores frente a los riesgos existentes presentados por los trabajos en alturas, se prevé instalar todas las medidas necesarias para evitar dichos riesgos y que los trabajos se realicen con total seguridad.

La cubierta cuenta con un vallado perimetral ya instalado, protegiendo las posibles caídas, este vallado se encuentra instalado de tal forma que protege gran parte del campo fotovoltaico.

Tras el replanteo de todos los módulos, se encuentran zonas fuera de este vallado donde sí existe un riesgo de caída, por lo que se tendrán que adoptar las medidas necesarias en dichas zonas.

Para el acceso a las zonas exteriores del vallado perimetral, será necesario modificar el propio vallado para facilitar el acceso a los equipos de trabajo.

Será responsabilidad de la subcontrata que instaló el vallado perimetral, modificar el mismo e instalar todas las medidas necesarias que eviten los riesgos en las zonas de instalación de paneles que no cuentan con una protección actualmente.

Las modificaciones del vallado actual y la instalación de las nuevas protecciones deberán ser certificadas por la empresa instaladora y regirse al actual plan de seguridad y salud, debiéndose someter a un mantenimiento con la frecuencia que determine la empresa instaladora.

VER PLANO 7

4.11 DISPOSICIONES ESPECÍFICAS

Estabilidad y solidez. Los puestos de trabajo móviles o fijos situados por encima o por debajo del nivel del suelo serán sólidos y estables teniendo en cuenta el número de trabajadores que los ocupen, las cargas máximas y su distribución y los factores externos que pudieran afectarles. Si sus propios elementos no aseguran la estabilidad deberán adoptarse fijaciones apropiadas y seguras con el fin de evitar cualquier desplazamiento inesperado o involuntario.

Caída de objetos. Se establece como obligatorio el uso del casco para todos los trabajadores y personal de la obra, así como para toda aquella persona que visite la misma. Los materiales, equipos y

herramientas deberán colocarse o almacenarse de forma que se evite su caída, desplome o vuelco.

Caídas de altura. Los andamios, pasarelas y plataformas en las que el riesgo de altura de caída sea superior a los 2,00 m irán equipados con barandillas resistentes de 0,90 m de altura equipadas con reborde de protección, pasamanos y protección intermedia.

En los trabajos de montaje de estructura, cubiertas y otros se colocarán redes horizontales y línea de vida, y se utilizarán con carácter obligatorio, además de seguridad con sistema anticaídas. Todos los trabajadores deberán de estar unidos a la línea de vida en todo momento, cuando se encuentren trabajando sobre la cubierta del edificio.

Factores atmosféricos: Al objeto de proteger a los trabajadores se suspenderán los trabajos cuando las inclemencias atmosféricas sean tales que puedan comprometer su seguridad y su salud.

Andamios. Tendrán las condiciones de estabilidad y solidez anteriormente señaladas. Así mismo quedarán protegidos y utilizados de modo que se evite que las personas caigan o estén expuestas a las caídas de objetos. Los andamios móviles deberán asegurarse contra desplazamientos involuntarios. Todos los andamios serán inspeccionados por personal competente antes de su puesta en servicio, a intervalos regulares en lo sucesivo y después de cualquier modificación, período de utilización, exposición a la intemperie, sacudidas sísmicas o cualquier otra circunstancia que hubiera podido afectar a su resistencia o a su estabilidad.

Escaleras de mano. Se cumplirá lo dispuesto en el Real Decreto 486/97 de 14 de abril, sobre Seguridad y Salud en los lugares de trabajo. Aparatos elevadores y accesorios de izado. Estarán a lo dispuesto en su normativa específica. No obstante, deberán ser de buen diseño y

construcción y tener una resistencia suficiente para el uso al que están destinados, instalarse y utilizarse correctamente, mantenerse en buen estado de funcionamiento y ser anejados por trabajadores cualificados que hayan recibido la formación adecuada. Deberá colocarse en los propios aparatos y de manera visible la indicación de la carga máxima que admiten. Los aparatos elevadores y sus accesorios no podrán utilizarse para fines distintos de aquéllos a los que están destinados.

Vehículos y maquinaria para manipulación de materiales. Deberán ajustarse a su normativa específica. Si bien deberán estar diseñados y contruidos en la medida de lo posible en función de los principios de la ergonomía. Así mismo deberán mantenerse en buen estado de funcionamiento y utilizarse correctamente por personal capacitado. Los vehículos irán equipados con estructuras concebidas para proteger al conductor contra el aplastamiento en caso de vuelco y contra la caída de objetos.

Instalaciones, máquinas y equipos. Estarán a lo dispuesto en su normativa específica si bien deberán estar diseñados y contruidos, en la medida de lo posible, en función de los principios de la ergonomía. Así mismo deberán mantenerse en buen estado de funcionamiento y utilizarse correctamente por personal adecuadamente capacitado.

Instalaciones de distribución de energía. Deberán mantenerse y verificarse con regularidad. Las existentes antes del comienzo de la obra deben localizarse, verificarse y señalizarse claramente. No se llevarán a cabo trabajos dentro del radio de 5 metros de cualquier tendido eléctrico aéreo; en su caso deberá procederse a dejar el tendido sin tensión. Se colocarán avisos o barreras para mantener a las personas y vehículos alejados de los tendidos eléctricos. En caso de que vehículos de la obra tuvieran que circular bajo un tendido eléctrico que no pueda dejarse sin tensión se utilizará señalización de advertencia y una

protección de delimitación de altura de modo que se garantice en todo momento el alejamiento adecuado.

Instalación eléctrica. Se estará a lo dispuesto en el Reglamento Electrotécnico e Instrucciones MIE BT complementarias. Se adoptarán las protecciones pertinentes contra contactos directos e indirectos mediante las correspondientes protecciones diferenciales y de tierras. Así mismo se adoptarán las protecciones contra riesgo de incendio y explosión. Los dispositivos de protección deben ser acordes a las condiciones de suministro, potencia instalada y competencia de las personas que han de tener acceso a la instalación.

Vías y salidas de emergencia. Deberán permanecer expeditas y desembocar lo más directamente posible en una zona de seguridad. En caso de peligro, todos los lugares de trabajo podrán evacuarse rápidamente y en condiciones de máxima seguridad para los trabajadores. Las vías de salida específicas de emergencia quedarán señalizadas conforme al Real Decreto 485/97; la señalización deberá fijarse en los lugares adecuados y tener la resistencia suficiente para asegurar su duración durante toda la obra. Las vías de salida de emergencia, así como sus accesos y puertas no deben quedar obstruidas en ningún momento por objeto alguno, de forma que deben poder utilizarse sin trabas en cualquier momento. En caso de avería del sistema de alumbrado, las vías y salidas de emergencia deberán quedar equipadas con alumbrado de emergencia autónomo.

Iluminación. Los lugares de trabajo, los locales y las vías de circulación en la obra dispondrán, en la medida de lo posible, de suficiente luz natural y tendrán iluminación artificial adecuada y suficiente; se utilizarán puntos de iluminación portátiles con protección antichoque. El color de la luz artificial no alterará la percepción de las señales o paneles de señalización. Los puntos de luz estarán colocados de forma que no suponga riesgo alguno para los trabajadores. Los locales, los

lugares de trabajo y las vías de circulación en los que los trabajadores estén particularmente expuestos a riesgos en caso de avería de la iluminación artificial, deberán poseer una iluminación de seguridad de intensidad suficiente.

Temperatura. Será la adecuada para el organismo humano durante el tiempo de trabajo, cuando las circunstancias los permitan, teniendo en cuenta los métodos de trabajo que se apliquen y de las cargas físicas impuestas a los trabajadores.

Espacio de trabajo. Las dimensiones del puesto de trabajo permitirán que los trabajadores dispongan de la suficiente libertad de movimientos para sus actividades, teniendo en cuenta la presencia de todo el equipo y material necesario.

Primeros auxilios. Las condiciones de la obra hacen que no sea exigible la existencia de local específico de primeros auxilios. No obstante, se adoptarán las medidas pertinentes para garantizar la evacuación, a fin de recibir cuidados médicos de los trabajadores accidentados o afectados por una indisposición repentina. Así mismo se dispondrá en la propia obra de un botiquín adecuadamente dotado con los productos al uso (algodón, gasas, agua oxigenada, alcohol, yodo, mercurio-cromo, "tiritas", etc.). Se deberá informar en la obra del emplazamiento de los diferentes Centros Médicos (Servicios propios, Mutuas Patronales, Mutualidades Laborales, Ambulatorios, etc.) donde transportar a los accidentados para darle su más rápido y efectivo tratamiento.

Se deberá disponer en la obra, y en sitio bien visible, de una lista con los teléfonos y direcciones de los Centros asignados para urgencias, ambulancias, taxis, etc., para garantizar un rápido transporte de los posibles accidentados a los Centros de asistencia.

Acceso a la obra y perímetro de la misma. Estarán señalizados claramente visibles e identificables.

Agua potable y bebida. Los trabajadores deberán disponer en la obra de agua potable y, en su caso, de otra bebida apropiada no alcohólica en cantidad suficiente, tanto en los locales que ocupen como cerca de los puestos de trabajo. Se analizará el agua destinada al consumo de los trabajadores para garantizar su potabilidad, si no proviene de la red de abastecimiento de la población.

Comidas. Los trabajadores deberán disponer de instalaciones para poder comer y, en su caso, para preparar sus comidas en condiciones de seguridad y salud.

4.12 PREVISIÓN PARA TRABAJOS POSTERIORES

El apartado 3 del artículo 6 del R.D. 1627/1997, establece que en el Estudio Básico se contemplarán también las previsiones y las informaciones útiles para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores.

En el Proyecto se han especificado una serie de elementos que han sido previstos para facilitar las futuras labores de mantenimiento y reparación del edificio en condiciones de seguridad y salud, y que una vez colocados, también servirán para la seguridad durante el desarrollo de las obras.

Los elementos que se detallan a continuación son los previstos a tal fin:

- Elementos de acceso a cubierta
- Barandilla en cubiertas planas.
- Línea de vida.
- Puntos de anclaje permanentes

4.13 CONDICIONES GENERALES

El Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra será designado por el promotor. Sus responsabilidades serán las que establece el artículo 8 del Real Decreto 1627/97.

Las obligaciones de los contratistas y subcontratistas son las que señala el artículo 11 del Real Decreto 1627/97 siendo las de los trabajadores autónomos las indicadas en el artículo 12.

Se llevará el libro de incidencias conforme al artículo 13 del Real Decreto 1627/97. La información a los trabajadores se llevará a cabo conforme al artículo 15.

Se llevará a cabo el aviso previo por parte del promotor a la autoridad laboral competente antes del inicio de los trabajos conforme a lo señalado en el artículo 18 del Real Decreto 1627/97 y con el contenido indicado en el anexo III de dicha norma.

Se deberá informar a la obra del emplazamiento de los diferentes Centros Médicos (Servicios propios, Mutuas Patronales, Mutualidades Laborales, Ambulatorios, etc.) donde trasladar a los accidentados para darle su más rápido y efectivo tratamiento.

Se deberá disponer en la obra, y en sitio bien visible, de una lista con los teléfonos y direcciones de los Centros asignados para urgencias, ambulancias, taxis, etc., para garantizar un rápido transporte de los posibles accidentados a los Centros de asistencia.

4.14 CONDICIONES DE SEGURIDAD EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Para los trabajos eléctricos, se consideran los siguientes riesgos más frecuentes:

- Contacto eléctrico directo e indirecto en B.T.
- Arco eléctrico en B.T.
- Contactos con elementos candentes y quemaduras.

Los trabajos en tensión deberán ser realizados por personal cualificado, no obstante, se tomarán las medidas preventivas y se utilizarán las protecciones colectivas e individuales necesarias.

Como medidas previas a la realización de trabajos, se suprimirán los reenganches automáticos si existen, y se prohibirá la puesta en servicio de la instalación en caso de desconexión, sin previa conformidad del responsable de los trabajos. Se establecerá una comunicación con el lugar de trabajo que permita cualquier maniobra de urgencia que fuera necesaria.

Deberá existir en todo momento, coordinación con la empresa suministradora, de forma que estén bien definidas las maniobras a realizar. En caso de realizar trabajos en los que sea necesario que la Compañía Distribuidora deje sin tensión la instalación, ésta deberá informar por escrito a las partes implicadas en el trabajo, de que se han realizado las operaciones necesarias y que la instalación está sin tensión, indicando exactamente lugar y hora de la desconexión.

En todos los trabajos eléctricos en media tensión, se deberá seguir estrictamente el siguiente procedimiento:

1. Seccionamiento de las instalaciones de la zona de trabajo. Cortar todas las posibles alimentaciones de alta y baja tensión de los elementos en los que haya que intervenir, utilizando al menos, casco, banqueta aislante, guantes aislantes y gafas protectoras.

Desenergización el tramo mediante:

- Apertura de los aparatos de maniobra (interruptores automáticos, reenganches automáticos, etc.).
- Apertura VISIBLE de el/los seccionador/es correspondiente/s.

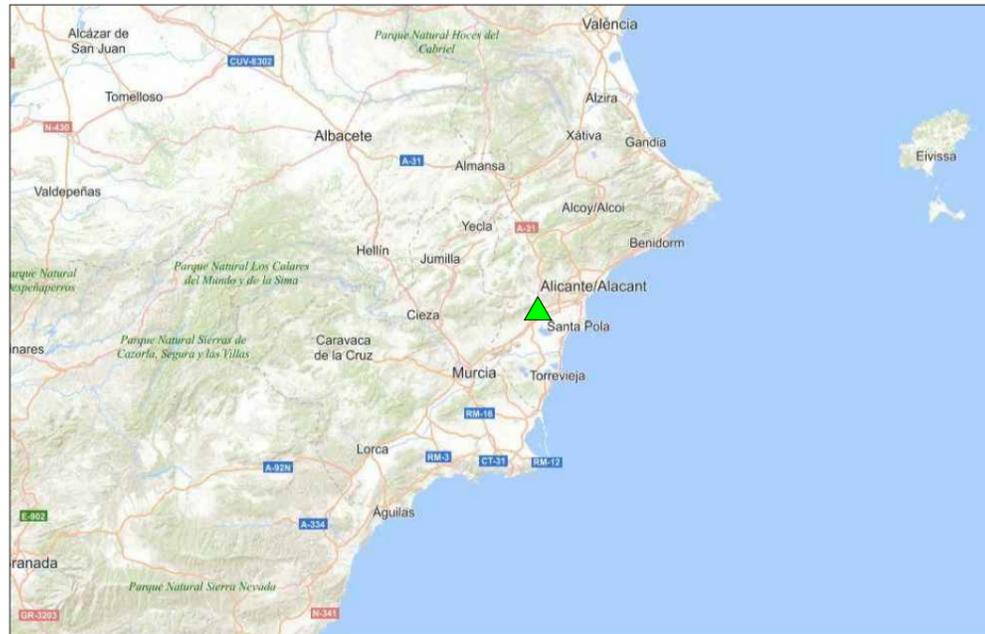
2. Enclavamiento o bloqueo (si es posible) de los aparatos de corte y señalización en los mandos de los aparatos de corte con un cartel que indique la prohibición de la maniobra.

3. Verificación de la ausencia de tensión en la red. Mediante un voltímetro adecuado para la red en la cual se está trabajando, se verificará que las tres fases están sin tensión, así como, en caso de existir, entre conductor neutro y tierra.

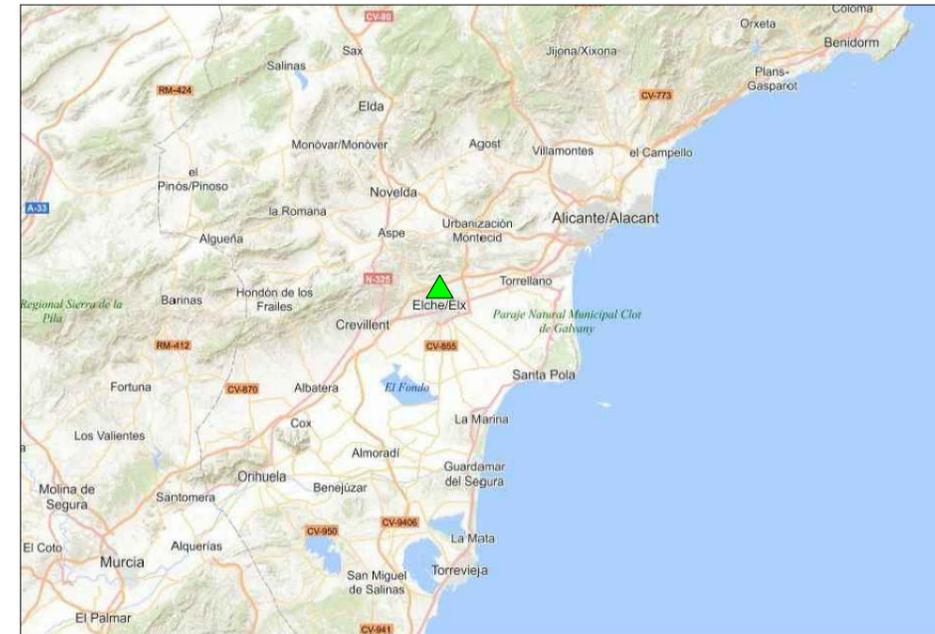
4. Colocar las puestas a tierra y en cortocircuito, aislando la zona de trabajo.

5. Señalizar la zona de trabajo. Si no se cumpliera alguna de las condiciones anteriores, los trabajos deberán ser interrumpidos inmediatamente, y no serán reestablecidos hasta el cumplimiento estricto de todos los procedimientos.

DOCUMENTO N.º 2. PLANOS



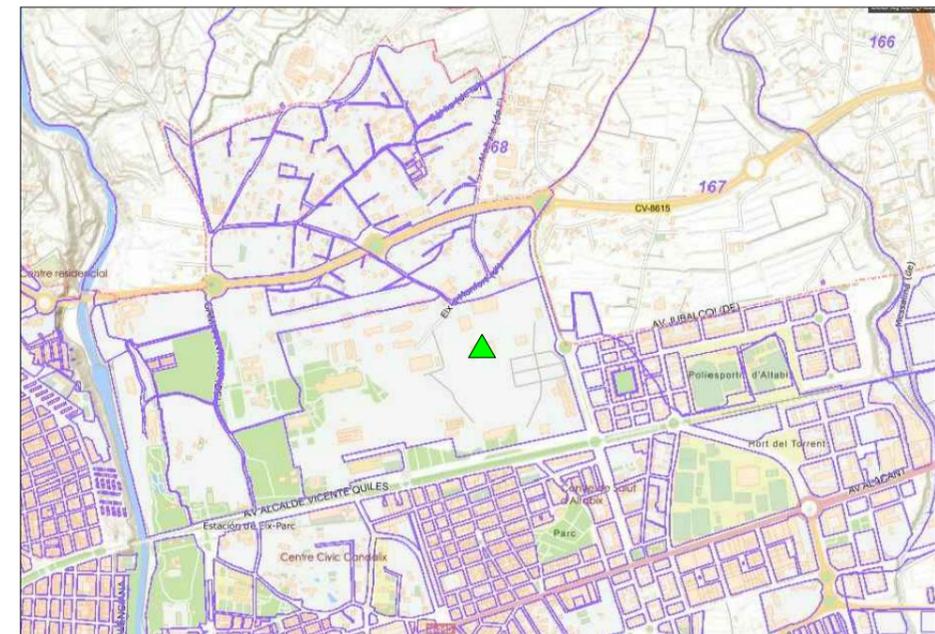
Situación General. e:1/4.000.000



Situación General. e:1/1.000.000



Emplazamiento. e:1/50.000



Emplazamiento. e:1/30.000

Fecha	25/08/2021	Proyecto	
Dibujo		INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA DE 99 KW SIN EXCEDENTES CONECTADA A LA RED INTERNA DE B.T. EN EL EDIFICIO ARENALES DE LA UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE	
Revisión			
Autor:	Jesús Sánchez Peral	Situación	
		EDIFICIO ARENALES, UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE Avinguda de la Universitat d'Eix, s/n, 03202 Eliche, Alicante	
Escala	Designación	Nº Plano	
	Situación y emplazamiento	1	





GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE HACIENDA Y FUNCIÓN PÚBLICA

SECRETARÍA DE ESTADO DE HACIENDA

DIRECCIÓN GENERAL DEL CATASTRO

DATOS DESCRIPTIVOS DEL INMUEBLE

Localización:

AV UNIVERSITAT D'ELX 5 UNIV MIGUEL HERN
03202 ELCHE/ELX [ALICANTE]

Clase: URBANO

Uso principal: Cultural

Superficie construida: 61.528 m2

Año construcción: 1999

Construcción

Destino	Escalera / Planta / Puerta	Superficie m ²
ENSEÑANZA	1/00/01	2.373
OBR URB INT	1/00/02	15.173
ENSEÑANZA	1/01/01	2.190
ENSEÑANZA	1/02/01	2.190
ENSEÑANZA	2/00/01	943
ENSEÑANZA	2/01/01	873
ENSEÑANZA	2/02/01	924
ENSEÑANZA	2/03/01	51
ALMACEN	3-1/01	345
ENSEÑANZA	3/00/01	8.000
OCIO HOSTEL	3/00/02	1.051
ENSEÑANZA	3/01/01	7.512
ENSEÑANZA	3/02/01	4.051
ALMACEN	3/03/01	240
ALMACEN	4-1/01	150
ENSEÑANZA	4/00/01	1.142
ENSEÑANZA	4/01/01	1.000
ALMACEN	4/02/01	15
ENSEÑANZA	5/00/01	2.543
ALMACEN	6-1/01	707
ENSEÑANZA	6/00/01	3.057
APARCAMIENTO	6/00/02	43
OCIO HOSTEL	6/00/03	424
ENSEÑANZA	6/01/01	2.827
ENSEÑANZA	6/02/01	1.114
ENSEÑANZA	6/03/01	1.115
ENSEÑANZA	6/04/01	1.115
ENSEÑANZA	6/05/01	240

CONSULTA DESCRIPTIVA Y GRÁFICA DE DATOS CATASTRALES DE BIEN INMUEBLE

Referencia catastral: 2293701YH0329C0001PK

PARCELA

Superficie gráfica: 6.93.099 m2

Participación del inmueble: 100,00 %

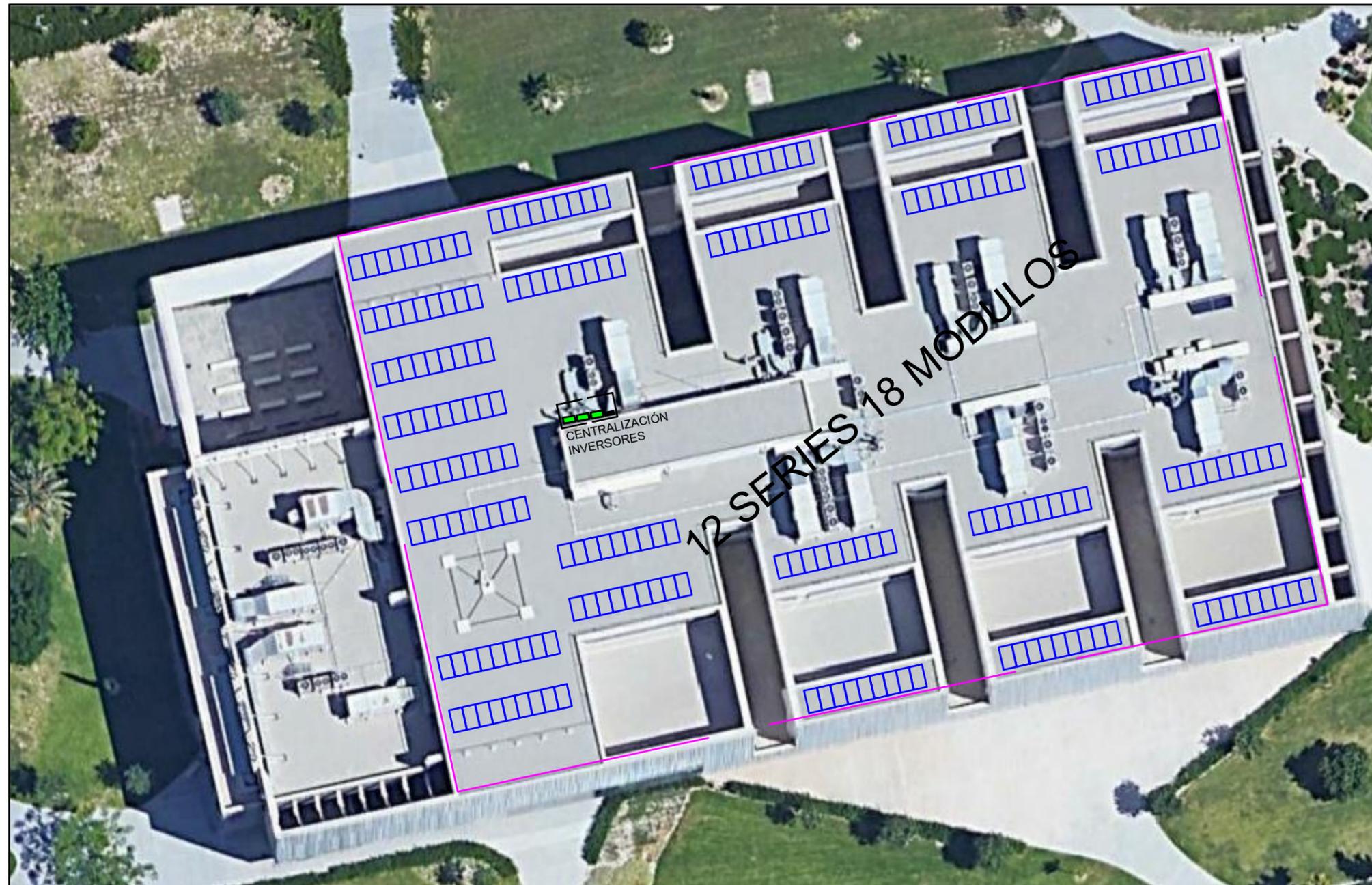
Tipo: Parcela construida sin división horizontal



Fecha	25/08/2021	Proyecto	
Dibujo		INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA DE 99 KW SIN EXCEDENTES CONECTADA A LA RED INTERNA DE B.T. EN EL EDIFICIO ARENALES DE LA UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE	
Revisión			
Autor:	Jesús Sánchez Peral	Situación	
			EDIFICIO ARENALES, UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE Avinguda de la Universitat d'Elx, s/n, 03202 Elche, Alicante
Escala		Designación	Nº Plano
		Datos Catastrales	2



UNIVERSITAT Miguel Hernández



- INVERSOR
- CUADRO GENERAL PROTECCIONES AC
- MÓDULO FV
- EMPLAZAMIENTO INSTALACIÓN FV

CENTRALIZACIÓN INVERSORES

- 3 Inversores modelo FRONIUS ECO 27.0-3-S
- Cuadro general proteccion AC

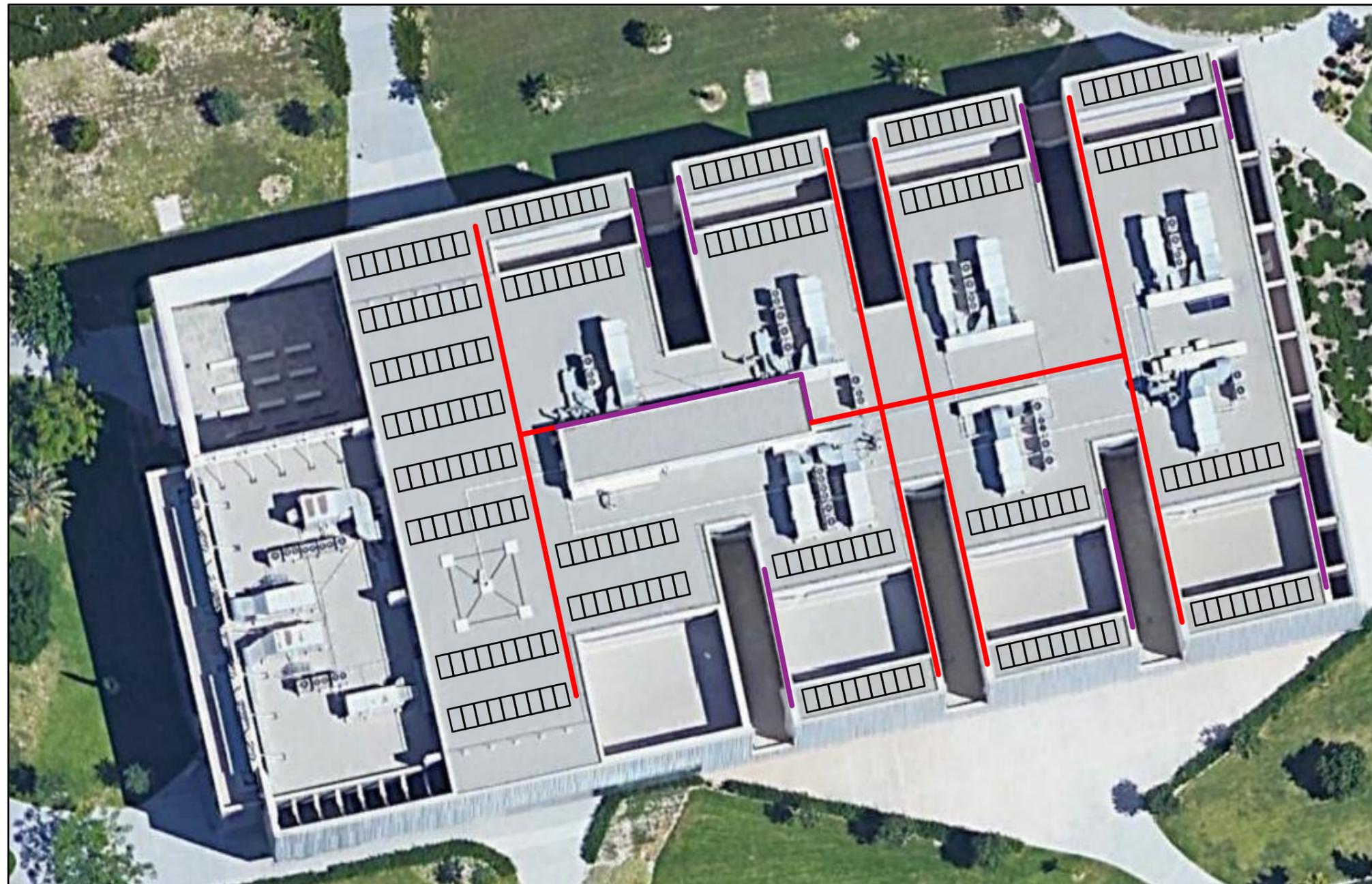
Fecha	25/08/2021	Proyecto	
Dibujo		INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA DE 99 KW SIN EXCEDENTES CONECTADA A LA RED INTERNA DE B.T. EN EL EDIFICIO ARENALES DE LA UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE	
Revisión			
Autor:	Jesús Sánchez Peral	Situación	
		EDIFICIO ARENALES, UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE Avinguda de la Universitat d'Eix, s/n, 03202 Elche, Alicante	
Escala	Designación	Nº Plano	
	Ubicación de componentes Planta General	3	





Fecha	25/08/2021	Proyecto	
Dibujo		INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA DE 99 KW SIN EXCEDENTES CONECTADA A LA RED INTERNA DE B.T. EN EL EDIFICIO ARENALES DE LA UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE	
Revisión			
Autor:	Jesús Sánchez Peral	Situación	
		EDIFICIO ARENALES, UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE Avinguda de la Universitat d'Eix, s/n, 03202 Elche, Alicante	
Escala	Designación	Nº Plano	
	Distribución de Paneles Configuración de Strings	4	

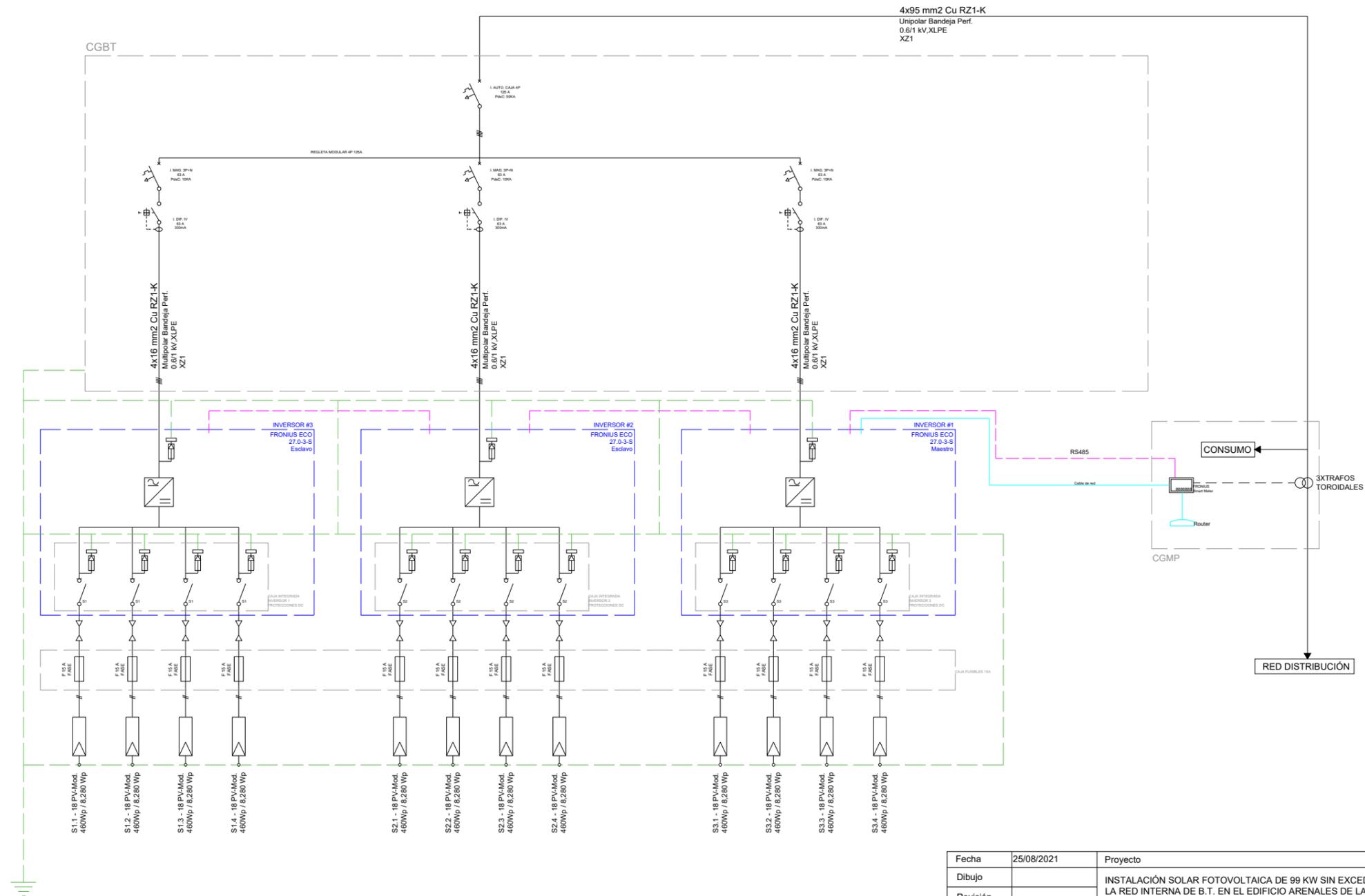




- Canalización por cubierta
Bandeja metálica tipo Rejiband
- Canalización por pared
Canaleta Plástica Ranurada

Fecha	25/08/2021	Proyecto	
Dibujo		INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA DE 99 KW SIN EXCEDENTES CONECTADA A LA RED INTERNA DE B.T. EN EL EDIFICIO ARENALES DE LA UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE	
Revisión			
Autor:	Jesús Sánchez Peral	Situación	
		EDIFICIO ARENALES, UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE Avinguda de la Universitat d'Eix, s/n, 03202 Elche, Alicante	
Escala	Designación	Nº Plano	
	Canalización de B.T. Planta General		5



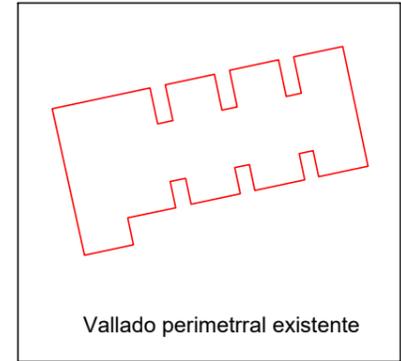
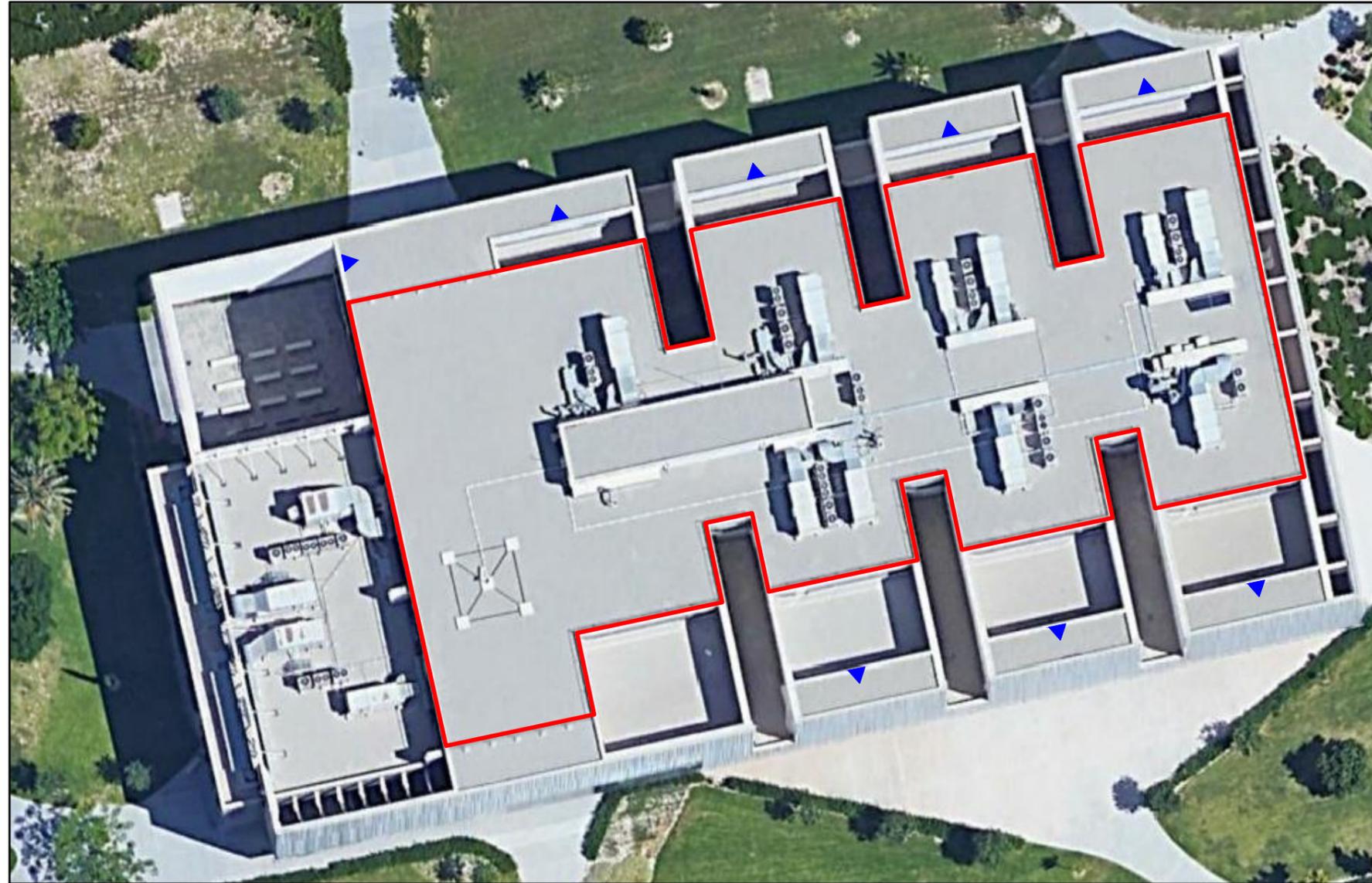


Leyenda

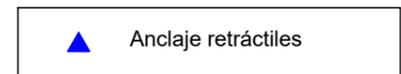
	seccionador DC
	fusible
	descargador tension
	interruptor diferencial
	interruptor magnetotérmico
	módulo fv
	inversor
	transformadores toroidales
	monitorización

Fecha	25/08/2021	Proyecto	INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA DE 99 KW SIN EXCEDENTES CONECTADA A LA RED INTERNA DE B.T. EN EL EDIFICIO ARENALES DE LA UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE
Dibujo			
Revisión			
Autor: Jesús Sánchez Peral		Situación	
		EDIFICIO ARENALES, UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE Avinguda de la Universitat d'Eix, s/n, 03202 Elche, Alicante	
Escala	Designación	Nº Plano	
	Esquema Unifilar	6	





Vallado perimetral existente



▲ Anclaje retráctiles

Fecha	25/08/2021	Proyecto	
Dibujo		INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA DE 99 KW SIN EXCEDENTES CONECTADA A LA RED INTERNA DE B.T. EN EL EDIFICIO ARENALES DE LA UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE	
Revisión			
Autor:	Jesús Sánchez Peral	Situación	
		EDIFICIO ARENALES, UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE Avinguda de la Universitat d'Eix, s/n, 03202 Elche, Alicante	
Escala	Designación	Nº Plano	
	Distribución protecciones trabajos en altura Planta general		7



**DOCUMENTO N.º 3 PLIEGO DE
CONDICIONES**

1.OBJETO

El presente Pliego de Condiciones tiene por objeto cumplimentar lo ya prescrito en la Memoria Descriptiva precedente, señalar los criterios que se han tenido en cuenta al redactar el proyecto y establecer las condiciones que se deberán cumplir durante la ejecución de la instalación.

2. REQUISITOS GENERALES

2.1. DISEÑO DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO

Todos los módulos que integren la instalación serán del mismo modelo, o en caso de modelos distintos, el diseño debe garantizar totalmente la compatibilidad entre ellos y la ausencia de efectos negativos en la instalación por dicha causa.

En aquellos casos excepcionales en que se utilicen módulos no cualificados, deberá justificarse debidamente y aportar documentación sobre las pruebas y ensayos a los que han sido sometidos. En todos los casos han de cumplirse las normas vigentes de obligado cumplimiento. La orientación e inclinación del generador fotovoltaico y las posibles sombras sobre el mismo serán tales que las pérdidas sean inferiores a los límites expresados en la Tabla 32. Se considerarán tres casos: general, superposición de módulos e integración arquitectónica. En todos los casos se han de cumplir tres condiciones: pérdidas por orientación e inclinación, pérdidas por sombreado y pérdidas totales inferiores a los límites estipulados respecto a los valores óptimos.

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

Tabla 32 Pérdidas máximas admisibles

Cuando, por razones justificadas, y en casos especiales en los que no se puedan instalar de acuerdo con el apartado anterior, se evaluará la reducción en las prestaciones energéticas de la instalación.

En todos los casos deberán evaluarse las pérdidas por orientación e inclinación del generador y sombras.

2.2. DISEÑO DEL SISTEMA DE MONITORIZACIÓN

El sistema de monitorización proporcionará medidas, como mínimo, alguno de los siguientes valores:

- Voltaje y corriente CC a la entrada del Inversor.
- Voltaje en la red, potencia total de salida del Inversor.
- Radiación solar en el plano de los módulos, medida con un módulo o una célula de tecnología equivalente.

El sistema de monitorización será fácilmente accesible para el usuario.

2.3. INTEGRACIÓN ARQUITECTÓNICA

Las condiciones de la construcción se refieren al estudio de características urbanísticas, implicaciones en el diseño, actuaciones sobre la construcción, necesidad de realizar obras de reforma o ampliación, verificaciones estructurales, etc. Que, desde el punto de vista del profesional competente en la edificación, requerirían su intervención.

Las condiciones de la instalación se refieren al impacto visual, la modificación de las condiciones de funcionamiento del edificio, la necesidad de habilitar nuevos espacios o ampliar el volumen construido, efectos sobre la estructura, etc.

2.4. COMPONENTES Y MATERIALES DE LA INSTALACIÓN

Todos los materiales serán de primera calidad, de marcas conocidas en el mercado nacional, de tipos y modelos homologados y que cumplan lo establecido en las Normas UNE y CEI. Todo material tendrá el certificado de Conformidad Europea (Marcado CE).

2.4.1. 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.

2.4.2. 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.

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.

2.4.3. 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 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. 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.

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.

2.4.4. 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.
- 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 microcortes, 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.

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.

2.4.5. 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 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.

2.4.6. CONEXIÓN A RED

Todas las instalaciones de hasta 100 kW cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículos 8 y 9) sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

2.4.7. MEDIDAS

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

2.4.8. 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.

2.4.9. 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.

2.4.10. 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.

2.4.11. 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 teledesconexión y un sistema de teled medida. La función del sistema de teledesconexión 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 teledesconexión y teled medida 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.

3. EJECUCIÓN DE LA INSTALACIÓN

La instalación será realizada por personal competente, utilizando los medios técnicos actuales para este tipo de trabajos, procurando la mejor ejecución, en cuanto a seguridad, calidad y estética se refieren.

Los diámetros de los tubos y radios de sus curvas, así como la situación de las cajas, serán tales que permitirán introducir y retirar fácilmente los conductores sin perjudicar su aislamiento, no permitiendo la colocación de los tubos con los conductores ya introducidos. El hilo o cable guía para pasar los conductores, se introducirá cuando los tubos y cajas estén ya colocados.

El pelado de los conductores se hará de forma que no se dañe la superficie de estos.

Los empalmes y conexiones de conductores se realizarán cuidadosamente y con buena unión mecánica, para evitar que la elevación de la temperatura en los mismos no sea superior a la temperatura máxima admisible de los conductores cuando estén en servicio.

Se procurará repartir la carga entre las distintas fases y circuitos, de forma que no se originen desequilibrios en la red. Los receptores que se instalen, deberán presentar un factor de potencia superior a 0,85 en funcionamiento nominal para evitar sobredimensionamientos y calentamientos en la instalación.

Se evitará en lo posible, todo cruce de conducciones con cañerías de agua, gas, vapor, teléfono etc. Si fuese necesario efectuar alguno de estos cruces, se dispondrá un aislamiento supletorio.

Está absolutamente prohibido utilizar cañerías de agua como neutro o tierra de la instalación.

Los conductores y enchufes, no deberán producir arcos eléctricos en conexión o desconexión.

Los fusibles cortacircuitos permitirán sustituir los cartuchos sin riesgo alguno.

En la ejecución de la toma de tierra, se evitará codos o aristas pronunciadas, debiendo ser los cambios de dirección de conductores, lo menos bruscos posibles.

4. RECEPCIÓN Y PRUEBAS

El instalador entregará al usuario un documento-albarán en el que conste el suministro de componentes, materiales, 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 para la recepción del sistema fotovoltaico, además de lo indicado en el artículo 6 del RD 1663/2000, serán las siguientes:

- Puesta en operación de todos los sistemas y comprobación del correcto funcionamiento (inversores, contadores).
- Pruebas de arranque y paradas en distintos instantes de funcionamiento (a distintas potencias de operación).
- Comprobación de que los voltajes e intensidades de los diferentes circuitos se corresponden con los de diseño (generador, inversor, y puesta a tierra).
- Prueba de funcionamiento correcto de los sistemas de seguridad (diodos, magnetotérmicos y diferenciales).
- Verificado del correcto funcionamiento del sistema de control, en el caso de existir.
- Comprobación de las prestaciones energéticas reales (medidas a través del equipo de medición o monitorización instalado) respecto a las prestaciones de diseño.
- Determinación de la potencia instalada

Concluida la fase de pruebas y puesta en marcha se pasará 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 240 horas seguidas, sin interrupciones o paradas causadas por fallos o errores del sistema suministrado, y además se hayan cumplido los siguientes requisitos:

- Entrega de documentación
- Retirada de todo el material sobrante
- Limpieza de las zonas ocupadas con transporte de todos los desechos a vertedero.

Durante este periodo el suministrador será el único responsable de la operación de los sistemas suministrados. La recepción definitiva se producirá una vez transcurrido un año a partir de la firma del Acta de Recepción Provisional y siempre que se considere adecuado el funcionamiento de la instalación.

Las pruebas a realizar por el instalador, con independencia de lo indicado con anterioridad en este PCT, serán como mínimo las siguientes:

- Funcionamiento y puesta en marcha de todos los sistemas.
- Pruebas de arranque y parada en distintos funcionamientos.
- Pruebas de los elementos y medidas de protección, seguridad y alarma, así como su 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 pasará a la fase de Recepción Provisional de la Instalación. No obstante, el Acta de Recepción Provisional no se firmará hasta se haya comprobado que todos los sistemas y cumplido los siguientes requisitos:

- Entrega de toda la documentación requerida en este PCT.
- Retirada de obra de todo el material sobrante.
- Limpieza de las zonas ocupadas, con transporte de todos los desechos a vertedero.

Durante este periodo 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 la garantía legal según la Ley 23/03 de 10 de Julio con un mínimo de 3 años, salvo para los módulos fotovoltaicos, para los que la garantía será de 25 años.

No obstante, el instalador quedará obligado a la reparación de los fallos de funcionamiento que se puedan producir si se apreciase que su origen procede de defectos ocultos de diseño, construcción, materiales, montaje, comprometiéndose a subsanarlos sin cargo alguno. En cualquier caso, deberá atenerse a lo establecido en la legislación vigente en cuanto a vicios ocultos.

5. REQUERIMIENTOS TECNICOS DEL CONTRATO DE MANTENIMIENTO

5.1 GENERALIDADES

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

El contrato de mantenimiento de la instalación incluirá todos los elementos de la instalación con las labores de mantenimiento preventivo aconsejadas por los diferentes fabricantes.

5.2 PROGRAMA DE MANTENIMIENTO

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

- Vigilancia.
- Mantenimiento preventivo.
- Mantenimiento correctivo.

PLAN DE VIGILANCIA

El plan de vigilancia se refiere básicamente a las operaciones que permiten asegurar que los valores operacionales de la instalación sean correctos.

Consiste en la observación simple de los parámetros funcionales principales (actuación del inversor) para verificar el correcto funcionamiento de la instalación, actuaciones para las cuales el contratista deberá haber adiestrado convenientemente y de forma previa al usuario.

Su realización será responsabilidad del usuario, según la periodicidad marcada en el manual de uso e instrucciones.

El usuario notificará al instalador ante la presencia de anomalías según lo indicado en el manual de instrucciones, y una vez realizadas sin éxito las recomendaciones que figuren en el mismo.

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Son operaciones de inspección visual, verificación de actuaciones y otros, que aplicados a la instalación deben permitir mantener dentro de límites aceptables las condiciones de funcionamiento, prestaciones, protección y durabilidad de la instalación.

El plan de mantenimiento se realizará por el personal técnico especializado del contratista, que conoce la tecnología solar fotovoltaica y las instalaciones eléctricas en general. El plan de mantenimiento incluye todas las operaciones de mantenimiento o sustituciones necesarias (mantenimiento correctivo) para asegurar que el sistema funciona correctamente durante su vida útil.

A continuación, se especifican más detalladamente las operaciones del plan de mantenimiento preventivo que deberán realizar en la instalación de energía solar fotovoltaica, la periodicidad mínima establecida y observaciones a realizar.

En lo que sigue aparecen las siguientes abreviaturas:

- IV: Inspección Visual
- CF: Control (o comprobación) de Funcionamiento

A.- COLECTORES SOLARES

EQUIPOS	MESES	TAREAS A REALIZAR
Colectores	6	IV de diferencias sobre original. IV de limpieza.
	6	IV de presencia de daños que afecten a la
Carcasa	6	IV de deformación, oscilaciones y estado de la conexión a tierra.
Conexiones	6	IV de reapriete de bornes y conexiones y estado de diodos de protección.
Estructura	6	IV de degradación, indicios de corrosión y apriete de tornillos.

Tabla 33 Tareas colectores solares

B.- EQUIPOS ELECTRÓNICOS

EQUIPOS	MESES	TAREAS A REALIZAR
Inversores	6	CF de rango de tensión, estado de indicadores y alarmas.
		IV de conexión de terminales.
Contadores	6	CF de funcionamiento y tolerancia de la
		IV de conexión de terminales.
Sistemas de monitorización	6	CF de conexión remota, almacenamiento de registros, regulación y
	6	IV de conexión de terminales.

Tabla 34 Tareas equipos electrónicos

MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Se inicia, una vez extinguido el periodo de garantía, cuando el usuario detecte un defecto de funcionamiento en la instalación, o bien como resultado de una inspección preventiva.

Las averías de las instalaciones se repararán en su lugar de ubicación. Si la avería de algún componente no pudiera ser reparada en el domicilio del usuario, el componente deberá ser enviado al taller oficial designado por el fabricante por cuenta y a cargo del usuario.

5.3 MANUAL DE USUARIO

En el Manual de Uso e Instrucciones recogerá todas aquellas recomendaciones que la empresa Montreal considere oportunas, con objeto de que se garantice en todo momento la seguridad del usuario al utilizar la instalación, así como las prestaciones y funcionamiento de la misma.

El manual de instrucciones recogerá, los aspectos indicados a continuación:

Memoria descriptiva que contendrá los siguientes conceptos:

- Formato básico de la Memoria de diseño.
- Dimensionado básico.
- Esquema eléctrico de principio.
- Especificaciones de componentes.

Características del funcionamiento que incluirá la descripción del funcionamiento y recogerá una descripción de los elementos que constituyen la instalación.

DOCUMENTO N.º 4 PRESUPUESTO

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
1.1	Ud	MÓDULO FOTOVOLTAICO Módulo solar fotovoltaico de células de silicio cristalino, Risen RSM144-7-440M-460M o equivalente; eficiencia >= 20,8%, características térmicas: rango de temperatura -40/+85°C, coeficiente de temperatura de Pmax <=-0,37%/°C; Parámetros del sistema: tensión máxima del sistema 1500V, límite de corriente <= 20 A; características mecánicas: dimensiones <=2108x1048x40 mm, peso <25 kg, tipo de células PERC, vidrio templado, anti reflectante, caja de protección de uniones mínimo IP67, resistencia a la carga del viento <=240 kg/m², resistencia a la carga de la nieve <=540 kg/m². Garantía de desempeño en Potencia >= 25 años con pérdida anual (del año 2 al 25) <= 0.6% y pérdida al cabo de 25 años < 17%. Garantía de producto (materiales y fabricación) >= 12 años. Incluso accesorios de montaje, pequeño material para fijación a estructura de anclaje y material de conexionado eléctrico. Totalmente montado.			
		Total Ud.....:	216,00	148,72 €	32.122,52 €
1.2	Ud	SUMINISTRO Y MONTAJE DE ESTRUCTURA PARA LOS MODULOS FOTOVOLTAICOS Estructura metálica ligera autoportante modelo SOPORTES SOLARES o similar formada por 7 bastidores separados 1500 mm, para soporte y anclaje de panel fotovoltaico en perfiles de aluminio; dimensiones según documento planos; anclados a los lastres por varillas de acero inoxidable de 200 mm de longitud y 12 mm de diámetro mediante taco químico. Incluso medios auxiliares y piezas especiales según documento planos. Totalmente montado.			
		Total Ud.....:	24,00	550,00 €	13.200,00 €

1.3 M CONEXIONES A INVERSORES

Cable unipolar H1-Z2Z2-K colocado sobre bandeja metálica, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Dca-s2,d2,a2, con conductor de cobre de 4 mm² de sección, con aislamiento de goma libre de halógenos no propagador de la llama según UNE-EN 60332-1 e IEC 60332-1, baja emisión de humos según UNE-EN 61034 e IEC 61034 y baja emisión de gases corrosivos según UNE-EN 60754-2 e IEC 60754-2. Totalmente instalado.

Total Ud....:	200,00	20,00	4.000,00
		€	€

1.4 Ud INVERSORES

Inversor trifásico para conexión a red Fronius ECO 27.0-3S o similar, DATOS DE ENTRADA o equivalentes: máxima corriente de entrada (I_{dc max}) 47,7 A, máxima corriente de cortocircuito por serie FV 71,6 A, mínima tensión de entrada (U_{dc min}) 580 V, tensión CC mínima de puesta en servicio (U_{dc arranque}) 650 V, Tensión de entrada nominal (U_{dc,r}) 580V, máxima tensión de entrada (U_{dc max}) 1000 V, rango de tensión MPP (U_{mpp min}-U_{mpp max}) 580-850 V, número de seguidores MPP 1, número de entradas CC 6, máxima salida del generador FV (P_{dc max}) 37,8 KWp; DATOS DE SALIDA o equivalentes: potencia nominal CA (P_{ac,r}) 27000 W, máxima potencia de salida 27000 VA, máxima corriente de salida (I_{ac max}) 39,0 A, acoplamiento a la red (rango de tensión) 3-NPE 380V/220 o 3-NPE 400V/230 V(+20%/-30%), frecuencia rango de frecuencia 50 Hz/60Hz (45-65 Hz), coeficiente de distorsión no lineal <2,0%, factor de potencia (cos ϕ _{ac,r}) 0-1 ind/cap; Característica técnicas a cumplir: Temperatura de funcionamiento de -25°C a 60 °C mínimo. Inversor sin transformador. Protección IP 66. Rendimiento >= 98%. Interfaces mínimas Ethernet, conectores USB, RJ45, salidas Modbus

RS485. Conformidad IEC 62109-1/2, IEC 62116, IEC 61727, UNE 206007-1
Supervisión del inversor y evaluación de datos de rendimiento. Accesorios necesarios para su correcta instalación.

Total Ud....:	3,00	6.000,00	18.000,00
		€	€

1.5 Ud CUADRO PROTECCIÓN DC

Suministro y montaje de Cuadro de protección DC. Realización de conexiones eléctricas de los diferentes circuitos según especificaciones del diseño eléctrico realizado. Cuadro estanco IP65 superficie. Fusibles P/CC 10 X8 DC 16A. Bornas viking. Descargador de sobretensión 1000DC-PV2+VFM 3 und. Terminales, tornillos, ayudas de oficios que se precise, retirada de material sobrante y limpieza posterior, verificado con controles y ensayos y puesta en marcha. Se aportará los certificados correspondientes a su homologación, cumplimiento de normas, ensayos y pruebas. Medida la unidad instalada, probada y en funcionamiento, incluida la documentación de garantía dada por el fabricante.

Total Ud....:	1,00	390,00	390,00
		€	€

1.6 Ud CUADRO PROTECCIÓN AC

Suministro y montaje de Cuadro de protección AC, realización de conexiones eléctricas de los diferentes circuitos Magnetotermico TX3 6KA 4P 63A, Diferencial DX3 4P 63A 300mA. Armario superficie estanco. Repartidor. Terminales, tornillos y ayudas de oficios que se precise, retirada de material sobrante y limpieza posterior, verificado con controles y ensayos y puesta en marcha. Se aportará los certificados correspondientes a su homologación, cumplimiento de normas, ensayos y pruebas. Medida la unidad instalada, probada y

en funcionamiento, incluida la documentación de garantía dada por el fabricante.

Total Ud....:	1,00	390,00	390,00
		€	€

1.7 M CABLEADO DC

Suministro y cableado de circuitos eléctricos, mediante las canalizaciones realizadas, incluyendo bandejas. Terminales, tornillos y ayudas de oficios que se precise, retirada de material sobrante y limpieza posterior, verificado, con controles y ensayos y puesta en marcha. Se aportará los certificados correspondientes a su homologación, cumplimiento de normas, ensayos y pruebas. Medida la unidad instalada, probada y en funcionamiento, incluida la documentación de garantía dada por el fabricante.

Total Ud....:	1,00	2.000,00	2.000,00
		€	€

1.8 M CABLEADO AC

Suministro y cableado de circuitos eléctricos, mediante las canalizaciones realizadas, incluyendo bandejas. Terminales, tornillos y ayudas de oficios que se precise, retirada de material sobrante y limpieza posterior, verificado, con controles y ensayos y puesta en marcha. Se aportará los certificados correspondientes a su homologación, cumplimiento de normas, ensayos y pruebas. Medida la unidad instalada, probada y en funcionamiento, incluida la documentación de garantía dada por el fabricante.

Total Ud....:	1,00	1.750,00	1.750,00
		€	€

1.9 Ud INYECCIÓN CERO

Suministro y realización de sistema de inyección cero fronuis smart meter - con equipo de monitorización. Terminales, tornillos y ayudas de oficios que se precise, retirada de material sobrante y limpieza posterior, verificado, con controles y ensayos y puesta en marcha. Se aportará los certificados correspondientes a su homologación, cumplimiento de normas, ensayos y pruebas. Medida la unidad instalada, probada y en funcionamiento, incluida la documentación de garantía dada por el fabricante.

Total Ud....:	1,00	280,00	280,00
		€	€

1.10 Ud CONECTORES

Suministro y realización de conectores DC. Realización de conexionado de string de los Módulos FV. Conector MC4 Macho, Conector MC4 Hembra. Terminales, tornillos y ayudas de oficios que se precise, retirada de material sobrante y limpieza posterior, verificado, con controles y ensayos y puesta en marcha. Se aportará los certificados correspondientes a su homologación, cumplimiento de normas, ensayos y pruebas. Medida la unidad instalada, probada y en funcionamiento, incluida la documentación de garantía dada por el fabricante.

Total Ud....:	1,00	350,00	350,00
		€	€

1.11 Ud SEGURIDAD Y SALUD EN OBRA

Partida alzada, de seguridad y salud en obra, incluido elementos de protección colectivas e individuales, tramitación apertura de centro de trabajo, realización de plan de seguridad, y asignación de coordinador de seguridad de la instalación por parte de la instaladora en fase de obra.

Total Ud.....:	1,00	850,00	850,00
		€	€

1.18 Ud LASTRADO

Bordillo tipo C5 o similar, prefabricado de hormigón con acabado superficial Liso - Doble Capa (DC). Medidas de 25 x 15 x 50, con un peso mínimo de 41,00 kg para el lastrado de la estructura fotovoltaica. Incluye izado de pallets y montaje completo.

Total Ud.....:	170,00	6,00	1.020,00
		€	€

1.19 Ud Proyecto ingeniería

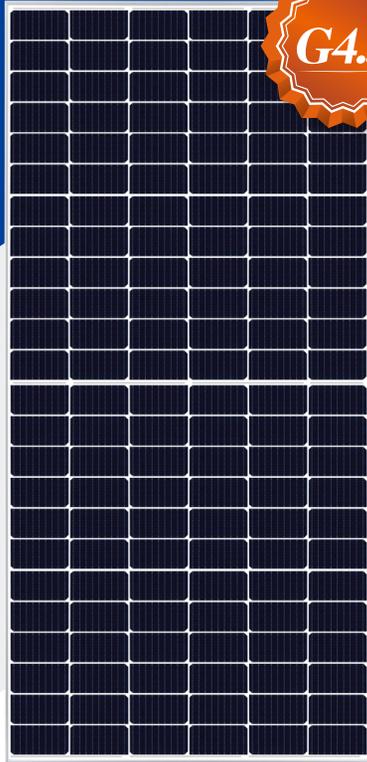
Redacción de proyecto de ingeniería visado por ingeniero/a colegiado incluyendo tramitación para la puesta en marcha y alta de la instalación.

Total Ud.....:	1,00	7.000,00	7.000,00
		€	€

Total:
81.352,52 €

ANEXO I. FICHAS TÉCNICAS

HIGH PERFORMANCE MONOCRYSTALLINE PERC MODULE



G4.3

RSM144-7-440M-460M

144 CELL Mono PERC Module	440-460Wp Power Output Range
1500VDC Maximum System Voltage	20.8% Maximum Efficiency

KEY SALIENT FEATURES

-  Global, Tier 1 bankable brand, with independently certified state-of-the-art automated manufacturing
-  Industry leading lowest thermal co-efficient of power
-  Industry leading 12 years product warranty
-  Excellent low irradiance performance
-  Excellent PID resistance
-  Positive tight power tolerance
-  Dual stage 100% EL Inspection warranting defect-free product
-  Module Imp binning radically reduces string mismatch losses
-  Warranted reliability and stringent quality assurances well beyond certified requirements
-  Certified to withstand severe environmental conditions
 - ◆ Anti-reflective & anti-soiling surface minimise power loss from dirt and dust
 - ◆ Severe salt mist, ammonia & blown sand resistance, for seaside, farm and desert environments
 - ◆ Excellent mechanical load 2400Pa & snow load 5400Pa resistance

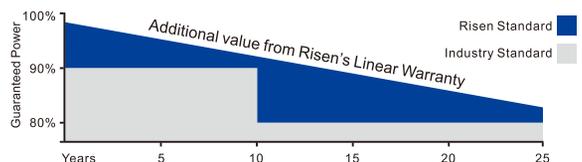


RISEN ENERGY CO., LTD.

Risen Energy is a leading, global tier 1 manufacturer of high-performance solar photovoltaic products and provider of total business solutions for residential, commercial and utility-scale power generation. The company, founded in 1986, and publicly listed in 2010, compels value generation for its chosen global customers. Techno-commercial innovation, underpinned by consummate quality and support, encircle Risen Energy's total Solar PV business solutions which are among the most powerful and cost-effective in the industry. With local market presence and strong financial bankability status, we are committed, and able, to building strategic, mutually beneficial collaborations with our partners, as together we capitalise on the rising value of green energy.

Tashan Industry Zone, Meilin, Ninghai 315609, Ningbo | PRC
 Tel: +86-574-59953239 Fax: +86-574-59953599
 E-mail: marketing@risenenergy.com Website: www.risenenergy.com

LINEAR PERFORMANCE WARRANTY 12 year Product Warranty / 25 year Linear Power Warranty

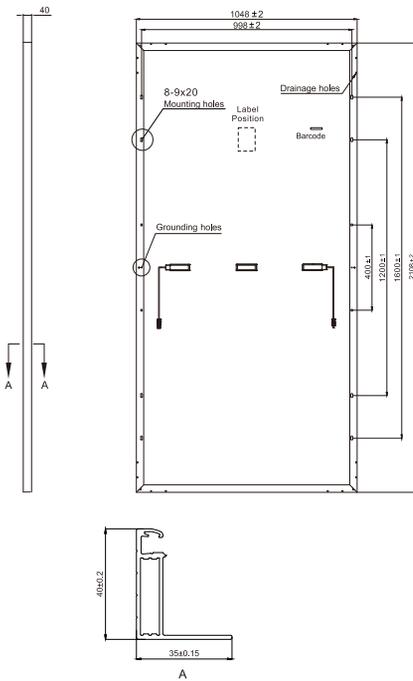


★ Please check the valid version of Limited Product Warranty which is officially released by Risen Energy Co., Ltd



Preliminary
For Global Market

Dimensions of PV Module Unit: mm



ELECTRICAL DATA (STC)

Model Number	RSM144-7-440M	RSM144-7-445M	RSM144-7-450M	RSM144-7-455M	RSM144-7-460M
Rated Power in Watts-Pmax(Wp)	440	445	450	455	460
Open Circuit Voltage-Voc(V)	49.50	49.60	49.70	49.80	49.90
Short Circuit Current-Isc(A)	11.30	11.40	11.50	11.60	11.70
Maximum Power Voltage-Vmpp(V)	41.13	41.25	41.30	41.40	41.50
Maximum Power Current-Impp(A)	10.70	10.80	10.90	11.00	11.10
Module Efficiency (%) *	19.9	20.1	20.4	20.6	20.8

STC: Irradiance 1000 W/m², Cell Temperature 25°C, Air Mass AM1.5 according to EN 60904-3.

* Module Efficiency (%): Round-off to the nearest number

ELECTRICAL DATA (NMOT)

Model Number	RSM144-7-440M	RSM144-7-445M	RSM144-7-450M	RSM144-7-455M	RSM144-7-460M
Maximum Power-Pmax (Wp)	329.6	333.9	338.2	342.5	346.9
Open Circuit Voltage-Voc (V)	46.18	46.39	46.43	46.61	46.67
Short Circuit Current-Isc (A)	9.27	9.35	9.43	9.51	9.59
Maximum Power Voltage-Vmpp (V)	37.80	37.90	38.00	38.10	38.20
Maximum Power Current-Impp (A)	8.72	8.81	8.90	8.99	9.08

NMOT: Irradiance at 800 W/m², Ambient Temperature 20°C, Wind Speed 1 m/s.

MECHANICAL DATA

Solar cells	Monocrystalline 166×83mm
Cell configuration	144 cells (6×12+6×12)
Module dimensions	2108×1048×40mm
Weight	25kg
Superstrate	High Transmission, Low Iron, Tempered ARC Glass
Substrate	White Back-sheet
Frame	Anodized Aluminium Alloy type 6063T5, Silver Color
J-Box	Potted, IP68, 1500VDC, 3 Schottky bypass diodes
Cables	4.0mm ² (12AWG), Positive(+) 270mm, Negative(-) 270mm
Connector	Risen Twinsel PV-SY02, IP68

TEMPERATURE & MAXIMUM RATINGS

Nominal Module Operating Temperature (NMOT)	44°C±2°C
Temperature Coefficient of Voc	-0.29%/°C
Temperature Coefficient of Isc	0.05%/°C
Temperature Coefficient of Pmax	-0.37%/°C
Operational Temperature	-40°C~+85°C
Maximum System Voltage	1500VDC
Max Series Fuse Rating	20A
Limiting Reverse Current	20A

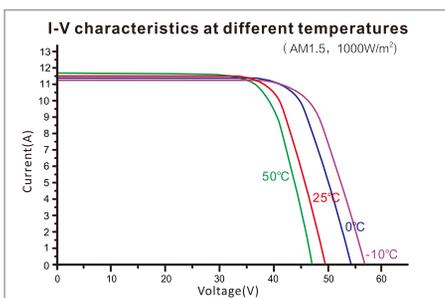
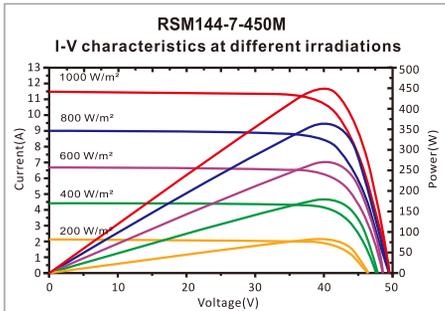
PACKAGING CONFIGURATION

	40ft	20ft
Number of modules per container	594	135
Number of modules per pallet	27	27
Number of pallets per container	22	5
Packaging box dimensions (LxWxH) in mm	2140×1130×1180	2140×1130×1180
Box gross weight[kg]	730	730

CAUTION: READ SAFETY AND INSTALLATION INSTRUCTIONS BEFORE USING THE PRODUCT.

©2020 Risen Energy. All rights reserved. Specifications included in this datasheet are subject to change without notice.

THE POWER OF RISING VALUE



Our Partners:

FRONIUS ECO

/ El inversor compacto para proyectos con el máximo rendimiento



/ Tecnología SnapINverter



/ Comunicación de datos integrada



/ Smart Grid Ready



/ Seguimiento inteligente GMPP



/ Inyección cero



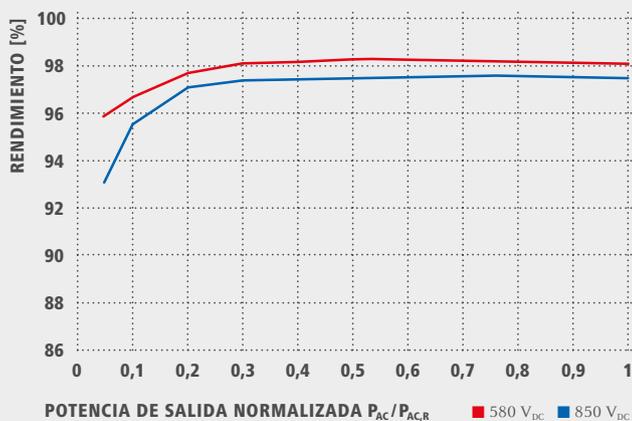
/ El inversor trifásico Fronius Eco con las categorías de potencia entre 25,0 y 27,0 kW, ha sido especialmente diseñado para instalaciones de gran potencia. Este inversor sin transformador, con un peso muy ligero y sistema de montaje SnapINverter, permite una instalación muy rápida y sencilla tanto Indoor como Outdoor. Además, presume de un tipo de protección IP 66. Gracias al portafusibles y a la protección contra sobretensiones (opcional) integrados, no se necesitan cajas de conexión CC o de concentración.

DATOS TÉCNICOS FRONIUS ECO

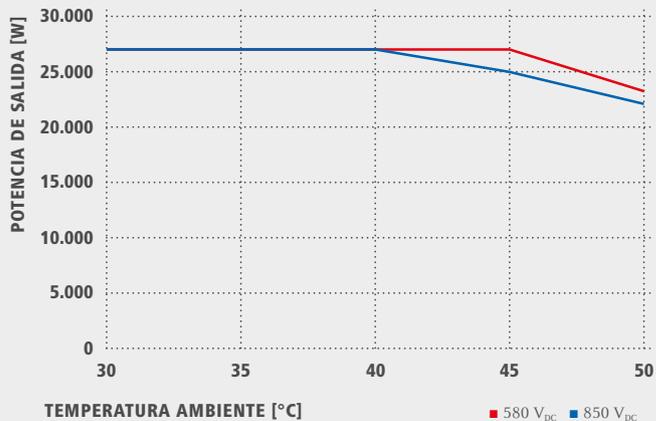
DATOS DE ENTRADA	FRONIUS ECO 25.0-3-S	FRONIUS ECO 27.0-3-S
Máxima corriente de entrada ($I_{dc\ máx.}$)	44,2 A	47,7 A
Máxima corriente de cortocircuito por serie FV		71,6 A
Mínima tensión de entrada ($U_{dc\ mín.}$)		580 V
Tensión CC mínima de puesta en servicio ($U_{dc\ arranque}$)		650 V
Tensión de entrada nominal ($U_{dc,r}$)		580 V
Máxima tensión de entrada ($U_{dc\ máx.}$)		1.000 V
Rango de tensión MPP ($U_{mpp\ mín.} - U_{mpp\ máx.}$)		580 - 850 V
Número de seguidores MPP		1
Número de entradas CC		6
Máx. salida del generador FV ($P_{dc\ máx.}$)		37,8 kW _{pico}
DATOS DE SALIDA	FRONIUS ECO 25.0-3-S	FRONIUS ECO 27.0-3-S
Potencia nominal CA ($P_{ac,r}$)	25.000 W	27.000 W
Máxima potencia de salida	25.000 VA	27.000 VA
Máxima corriente de salida ($I_{ac\ máx.}$)	36,1 A	39,0 A
Acoplamiento a la red (rango de tensión)	3-NPE 380 V / 220 V o 3-NPE 400 V / 230 V (+20 % / - 30 %)	
Frecuencia (rango de frecuencia)	50 Hz / 60 Hz (45 - 65 Hz)	
Coefficiente de distorsión no lineal	< 2,0 %	
Factor de potencia ($\cos \varphi_{ac,r}$)	0 - 1 ind. / cap.	
DATOS GENERALES	FRONIUS ECO 25.0-3-S	FRONIUS ECO 27.0-3-S
Dimensiones (altura x anchura x profundidad)	725 x 510 x 225 mm	
Peso	35,7 kg	
Tipo de protección	IP 66	
Clase de protección	1	
Categoría de sobretensión (CC / CA) ¹⁾	1 + 2 / 3	
Consumo nocturno	< 1 W	
Concepto de inversor	Sin transformador	
Refrigeración	Refrigeración de aire regulada	
Instalación	Instalación interior y exterior	
Margen de temperatura ambiente	-25 - +60 °C	
Humedad de aire admisible	0 a 100 %	
Máxima altitud	2.000 m	
Tecnología de conexión CC	Conexión de 6x CC+ y 6x CC- bornes roscados 2,5 mm ² - 16 mm ²	
Tecnología de conexión principal	Conexión de 5 polos CA bornes roscados 2,5 - 16 mm ²	
Certificados y cumplimiento de normas	ÖVE / ÖNORM E 8001-4-712, DIN V VDE 0126-1-1/A1, VDE AR N 4105, IEC 62109-1/2, IEC 62116, IEC 61727, AS 3100, AS 4777-2, AS 4777-3, CER 06-190, G59/3, UNE 206007-1, SI 4777, CEI 0-16, CEI 0-21	

¹⁾De acuerdo con IEC 62109-1. Disponible rail DIN opcional para tipo 1 + 2 y tipo 2 de protección de sobretensión. Más información sobre la disponibilidad de inversores en su país en www.fronius.es.

CURVA DE RENDIMIENTO FRONIUS ECO 27.0.3-S



REDUCCIÓN DE TEMPERATURA FRONIUS ECO 27.0.3-S



DATOS TÉCNICOS FRONIUS ECO

RENDIMIENTO	FRONIUS ECO 25.0-3-S	FRONIUS ECO 27.0-3-S
Máximo rendimiento	98,2 %	98,3 %
Rendimiento europeo (η_{EU})	98,0 %	98,0 %
η con 5 % $P_{AC,r}^{1)}$	95,1 / 91,5 %	95,9 / 93,1 %
η con 10 % $P_{AC,r}^{1)}$	97,0 / 95,2 %	96,8 / 95,7 %
η con 20 % $P_{AC,r}^{1)}$	97,8 / 96,9 %	97,7 / 97,1 %
η con 25 % $P_{AC,r}^{1)}$	98,0 / 97,0 %	98,1 / 97,3 %
η con 30 % $P_{AC,r}^{1)}$	98,1 / 97,2 %	98,1 / 97,4 %
η con 50 % $P_{AC,r}^{1)}$	98,2 / 97,5 %	98,3 / 97,5 %
η con 75 % $P_{AC,r}^{1)}$	98,2 / 97,5 %	98,2 / 97,6 %
η con 100 % $P_{AC,r}^{1)}$	98,2 / 97,5 %	98,1 / 97,5 %
Rendimiento de adaptación MPP		> 99,9 %

EQUIPAMIENTO DE SEGURIDAD	FRONIUS ECO 25.0-3-S	FRONIUS ECO 27.0-3-S
Medición del aislamiento CC		Si
Comportamiento de sobrecarga	Desplazamiento del punto de trabajo, limitación de potencia	
Seccionador CC		Si
Portafusibles integrado para string ²⁾		Si
Protección contra polaridad inversa		Si

INTERFACES	FRONIUS ECO 25.0-3-S	FRONIUS ECO 27.0-3-S
WLAN / Ethernet LAN	Fronius Solar.web, Modbus TCP SunSpec, Fronius Solar API (JSON)	
6 inputs y 4 inputs/outputs digitales	Interface receptor del control de onda	
USB (Conector A) ³⁾	Datalogging, actualización de inversores vía USB	
2 conectores RJ 45 (RS422) ³⁾	Fronius Solar Net	
Salida de aviso ³⁾	Gestión de la energía (salida de relé libre de potencial)	
Datalogger y Servidor web	Incluido	
Input externo ³⁾	Conexión SO-Meter / Evaluación para la protección contra sobretensión	
RS485	Modbus RTU SunSpec o conexión del contador	

¹⁾ Y con $U_{mpp\ min} = U_{dc,r} / U_{mpp\ máx.}$ ²⁾ Opcionalmente equipado con 6 fusibles 15 A / 1.000 V en el lado positivo. ³⁾ También disponible en la versión light.

/ Perfect Welding / Solar Energy / Perfect Charging

SOMOS TRES DIVISIONES CON UNA MISMA PASIÓN: SUPERAR LÍMITES.

/ No importa si se trata de tecnología de soldadura, energía fotovoltaica o tecnología de carga de baterías, nuestra exigencia está claramente definida: ser líder en innovación. Con nuestros más de 3.000 empleados en todo el mundo superamos los límites y nuestras más de 1.000 patentes concedidas son la mejor prueba. Otros se desarrollan paso a paso. Nosotros siempre damos saltos de gigante. Siempre ha sido así. El uso responsable de nuestros recursos constituye la base de nuestra actitud empresarial.

Para obtener información más detallada sobre todos los productos de Fronius y nuestros distribuidores y representantes en todo el mundo visite www.fronius.com

v04 Nov 2014 ES

Fronius España S.L.U.
Parque Empresarial LA CARPETANIA
Miguel Faraday 2
28906 Getafe (Madrid)
España
Teléfono +34 91 649 60 40
Fax +34 91 649 60 44
pv-sales-spain@fronius.com
www.fronius.es

Fronius International GmbH
Froniusplatz 1
4600 Wels
Austria
Teléfono +43 7242 241-0
Fax +43 7242 241-953940
pv-sales@fronius.com
www.fronius.com

FRONIUS SMART METER TS

Contador bidireccional para la gestión inteligente de energía



Fronius Smart Meter TS es un contador bidireccional que optimiza el autoconsumo, controla los diferentes flujos de energía y registra la curva de consumo. Gracias a la medición de alta precisión y la rápida comunicación a través del interface Modbus RTU, la limitación de potencia, cuando hay límites configurados, es más rápida y precisa que con el controlador S0.

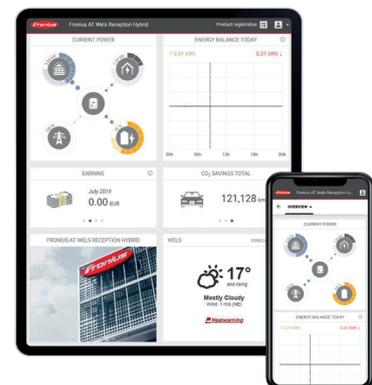
Junto con Fronius Solar.web, ofrece una visión detallada del consumo de energía. En combinación con las soluciones de almacenamiento Fronius, este dispositivo garantiza una coordinación perfecta de diferentes flujos de energía, optimizando así la energía total. El Smart Meter TS es perfecto para su uso junto con los inversores GEN24 Plus y Tauro, así como con otros inversores que contengan un Fronius Datamanager 2.0.

FRONIUS SMART METER TS

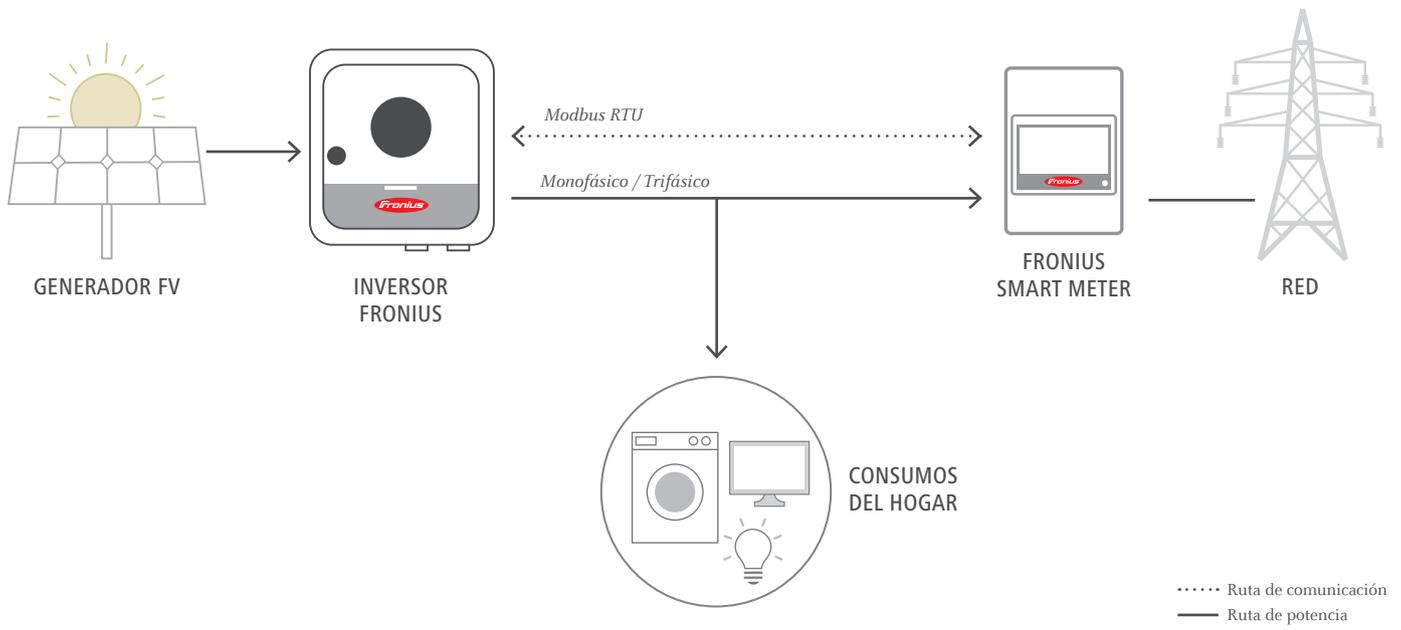
DATOS TÉCNICOS	FRONIUS SMART METER TS 100A -1	FRONIUS SMART METER TS 65A -3	FRONIUS SMART METER TS 5KA -3
Tensión nominal	230 V	208 - 400 V	220 - 480 V
Tolerancia	-30% - +20%	-20% - +20%	-20% - +15%
Frecuencia nominal		50 a 60 Hz	
Rango de frecuencia de red		45 a 65 Hz	
Máxima corriente	1 x 100 A	3 x 65 A	3 x 5000 A
Sección de cable de alimentación	1 - 25 mm ²	1 - 16 mm ²	1 - 4 mm ²
Sección de cable neutro	1 - 25 mm ²	0,05 - 1,5 mm ²	1 - 4 mm ²
Sección de cable de comunicación		0,05 - 1,5 mm ²	
Consumo de energía		<=1W	
Intensidad de inicio	40 mA	20 mA	10 mA
Clase de protección		1	
Precisión de energía activa		Clase 1 (EN62053-21) / Clase B (EN50470-3)	
Precisión de energía reactiva		Clase 2 (EN 62053-23)	
Sobrecorriente de corta duración	3000A/10ms	1950A/10ms	25A/500ms
Montaje		Interior (Carril DIN)	
Carcasa	2 módulos DIN 43880	3 módulos DIN 43880	3 módulos DIN 43880
Tipo de protección		IP 51 (marco frontal), IP 20 (terminales)	
Rango de temperatura de operación		-25 a +65°C	
Dimensiones (altura x anchura x profundidad)	91,5 x 35,8 x 63,0 mm	91,5 x 53,8 x 63,0 mm	91,5 x 53,8 x 63,0 mm
Interface para el inversor		Modbus RTU (RS485)	
Display		3 x 8 dígito / Pantalla táctil	

VENTAJAS

- / Limitación de potencia rápida y precisa
- / Junto con Fronius Solar.web ofrece una visión detallada del consumo de energía
- / Gestión de energía con solución de almacenamiento Fronius
- / Identificación de oportunidades para optimizar el sistema FV
- / Monitorización y análisis de cargas



ESQUEMA DE CONFIGURACIÓN



El Fronius Smart Meter es compatible con todos los inversores con un Interface RS485 (Modbus RTU). También puede ser instalado en cualquier momento junto con el Fronius Datamanager 2.0, después de la puesta en marcha de un inversor.

/ Perfect Welding / Solar Energy / Perfect Charging

TRES UNIDADES DE NEGOCIO, UNA MISMA PASIÓN: TECNOLOGÍA QUE ESTABLECE ESTÁNDARES.

Lo que en 1945 comenzó como una empresa unipersonal, en la actualidad marca los estándares tecnológicos en los sectores de tecnología de soldadura, energía fotovoltaica y carga de baterías. En la actualidad contamos en todo el mundo con 4.550 empleados y 1.241 patentes concedidas por desarrollos de productos, poniendo de manifiesto nuestro innovador espíritu. La expresión "desarrollo sostenible" significa para nosotros fomentar aspectos sociales y relevantes para el medio ambiente, teniendo en cuenta los factores económicos. Nuestro objetivo siempre ha sido el mismo: ser líderes en innovación.

Para obtener información más detallada sobre todos los productos de Fronius y nuestros distribuidores y representantes en todo el mundo visite www.fronius.com v08 Aug 2017 ES

Fronius España S.L.U.
Parque Empresarial LA CARPETANIA
Miguel Faraday 2
28906 Getafe (Madrid)
España
Teléfono +34 91 649 60 40
pv-sales-spain@fronius.com
www.fronius.es

Fronius International GmbH
Froniusplatz 1
4600 Wels
Austria
Teléfono + 43 7242 241-0
Fax +43 7242 241-952560
pv-sales@fronius.com
www.fronius.com

ANEXO II. BIBLIOGRAFÍA

1. <https://www.idae.es/home>
2. <https://www.censolar.org/legislacion-fotovoltaica-2021/>
3. <https://www.sedecatastro.gob.es>
4. <https://www.cambioenergetico.com/>
5. <https://betsolar.es>
6. <https://www.sfe-solar.com/noticias/articulos/tipos-nstalaciones-fotovoltaicas/>
7. <https://www.sfe-solar.com/noticias/articulos/efecto-de-las-sombras-en-un-panel-solar-fotovoltaico/>
8. <https://risenenergy.com>
9. <https://www.fronius.com/es-es/spain>
10. <https://www.topcable.com/es/cables-de-baja-tension/cables-solares/>
11. <https://www.todoelectronico.es/productos-material-electrico/protecciones/automaticos-diferenciales/diferencial-trifasicos.html>
12. <https://www.laobra.es/magnetotermicos/trifasicos/>
13. www.generadordeprecios.info
14. <https://www.codigotecnico.org>
15. <https://eurocodeapplied.com>
16. <https://www.montalbanyrodriguez.com/productos/bordillos.html>
17. <https://www.ctaima.com/blog/plan-de-seguridad-y-salud/>
18. <https://www.inerco.com/blog/trabajos-en-altura-la-importancia-de-la-formacion/>