

**INSTALACIÓN SOLAR
FOTOVOLTAICA DE 22,5 kW**
Documento de Legalización de Instalación
Eléctrica en Baja Tensión



Gorka Gómez López de Molina

E-mail: Gorka@esetek.es

Telf: 600 99 87 98

ÍNDICE

1	MEMORIA.....	5
1.1	OBJETO	5
1.2	TITULAR.....	5
1.3	AUTOR DEL PROYECTO.....	5
1.4	REGLAMENTACIÓN Y NORMAS TECNICAS CONSIDERADAS	5
1.5	SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO	6
1.6	DESCRIPCIÓN TÉCNICA Y CARACTERÍSTICAS GENERALES.....	8
1.6.1	Potencia pico	9
1.6.2	Potencia nominal	9
1.6.3	Descripción del funcionamiento.....	9
1.7	DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA	10
1.7.1	Generador fotovoltaico	11
1.7.1.1	Conexión eléctrico de los módulos fotovoltaicos.....	13
1.7.1.2	Disposición de los módulos fotovoltaicos.....	13
1.7.1.3	Estructura soporte.....	14
1.7.2	Inversores de corriente.....	15
1.8	CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA	19
1.8.1	Clasificación	19
1.8.2	Características y descripción de la instalación eléctrica.....	20
1.8.2.1	Centro de transformación	20
1.8.2.2	Caja general de protección y medida	20
1.8.2.3	Equipo de medida.....	20
1.8.2.4	Línea General de Alimentación/Derivación individual	20
1.8.2.5	Descripción de la instalación.....	21
1.8.2.5.1	Tipos de cable y su identificación.....	22
1.8.2.5.2	Canalizaciones fijas	23
1.8.2.5.3	Canalizaciones móviles.....	24
1.8.2.5.4	Protecciones	24
1.8.2.5.4.1	Cuadros de interconexión	25

1.8.2.5.4.2	Protección de corriente continua.....	26
1.8.2.5.4.3	Protección de corriente alterna	26
1.8.2.6	Locales para batería de acumuladores.....	27
1.8.2.7	Puesta a tierra	27
1.8.2.8	Armónicos y compatibilidad electromagnética.....	29
1.8.2.9	Conclusiones	30
2	CÁLCULOS	31
2.1	DIMENSIONAMIENTO DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA	31
2.2	TENSIÓN NOMINAL Y CAÍDA DE TENSIÓN MÁXIMA ADMISIBLE	32
2.3	FÓRMULAS UTILIZADAS EN CC Y CA	33
2.4	DISEÑO DE PROTECCIONES	39
2.5	DISEÑO DE LA PUESTA A TIERRA	41
2.6	PRODUCCIÓN ENERGÉTICA ANUAL	41
2.6.1	Radiación Solar	42
2.6.2	Pérdidas por sombras.....	43
2.6.3	Performance Ratio (PR).....	44
3	PLANOS.....	47
4	PLIEGO DE CONDICIONES	54
4.1	CALIDAD DE LOS MATERIALES	54
4.1.1	Generalidades	54
4.1.2	Conductores eléctricos.....	54
4.1.3	Conductores de protección	55
4.1.4	Identificación de los conductores	55
4.1.5	Tubos protectores	55
4.1.6	Cajas de empalme y derivación.....	56
4.1.7	Aparatos de mando y maniobra.....	56
4.1.8	Protecciones.....	56
4.1.9	Estructura metálica	57
4.1.10	Sistema generador fotovoltaico	58
4.1.11	Inversor.....	58
4.1.12	Puesta a tierra.....	60
4.2	NORMAS PARA LA EJECUCIÓN DE INSTALACIONES	60
4.2.1	Protecciones.....	60

4.2.2	Condiciones generales de la instalación	60
4.2.3	Canalizaciones	61
4.2.4	Paso a través de elementos de la construcción	62
4.2.5	Colocación de tubos	63
4.3	RECEPCIÓN DE MATERIAL	64
4.4	PRUEBAS REGLAMENTARIAS	64
4.4.1	Aislamiento de las instalaciones.....	64
4.4.2	Independencia de suministros.....	64
4.4.3	Funcionamiento de las instalaciones	64
4.4.4	Instalación Fotovoltaica.....	65
4.5	CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD.....	66
4.6	CERTIFICADOS Y DOCUMENTOS.....	66
4.7	LIBRO DE ORDENES	67
5	PRESUPUESTO Y MEDICIONES	68
6	ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	69
6.1	CONSIDERACIONES GENERALES.....	69
6.2	IDENTIFICACIÓN Y EMPLAZAMIENTO.....	70
6.3	OBJETIVO Y FINALIDAD	70
6.4	DATOS GENERALES DE OBRA	71
6.4.1	Descripción de la obra	71
6.4.2	Interferencias con servicios	71
6.4.3	Fases / Actividades previstas en la obra	72
6.4.4	La maquinaria prevista en la obra.....	73
6.5	IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RIESGOS LABORALES.....	73
6.5.1	Riesgos laborales clasificados por fases / actividades de obra.....	73
6.5.2	Riesgos laborales clasificados por maquinaria utilizada en obra	83
6.6	MEDICINA PREVENTIVA. PRIMEROS AUXILIOS	88
6.7	NORMATIVA DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO.....	89

1 MEMORIA

1.1 OBJETO

El presente proyecto tiene como objeto describir y justificar la instalación solar fotovoltaica conectada a red para autoconsumo individual y facilitar las directrices a seguir en la ejecución de la instalación cumpliéndose con la normativa vigente, así como legalizar la instalación proyectada, de tal manera que se puedan obtener las autorizaciones pertinentes y la ejecución de la instalación eléctrica en Baja Tensión.

1.2 TITULAR

Nombre o Razón Social: LEITZAKO UDALA

CIF o NIF: P3114800J

Dirección: CALLE ELBARREN, 1 (31880) LEITZA (Navarra)

1.3 AUTOR DEL PROYECTO

La redacción del presente documento se encarga a ESETEK SMART ENERGY SL, con número de CIF B95721577, con domicilio a efectos de notificaciones en CALLE BIZKAIA 2, 2ºC con código postal 48300 (Bizkaia). Teléfono: 946 510 609 y correo electrónico: info@esetek.es

El técnico redactor es el Ingeniero Eléctrico GORKA GOMEZ LOPEZ DE MOLINA, con DNI 79116899G, colegiado Nº 9911.

1.4 REGLAMENTACIÓN Y NORMAS TÉCNICAS CONSIDERADAS

El presente proyecto eléctrico cumplirá con las condiciones de seguridad necesarias para este tipo de instalación. También serán de aplicación todas las normativas vigentes que afecten a instalaciones solares fotovoltaicas, y en particular las siguientes:

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

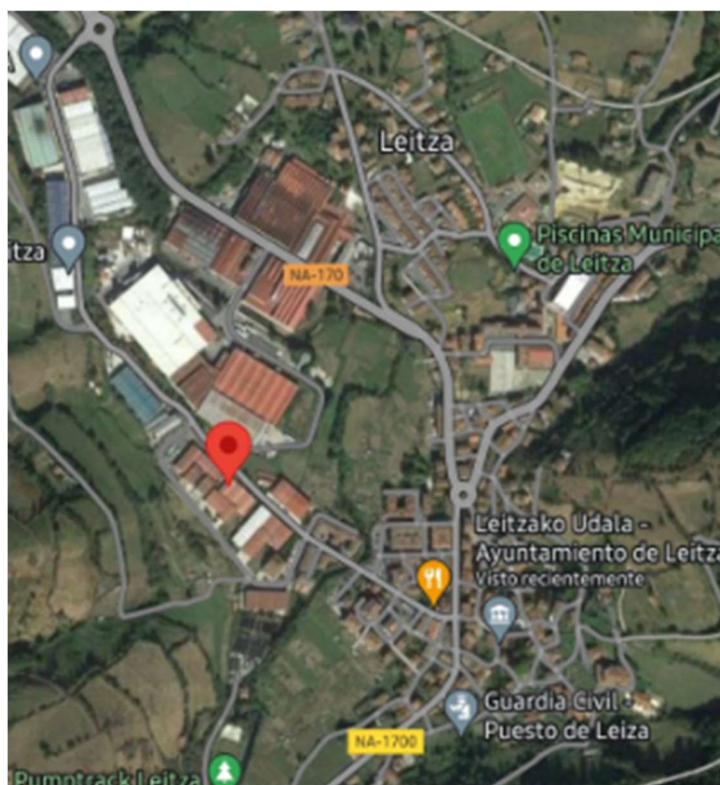
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia. De aplicación a instalaciones de potencia inferior a 100 kW.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación y sus modificaciones.
- 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 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red (PCT- C - REV - julio 2011).
- Condiciones impuestas de los organismos Públicos afectados y Ordenanzas Municipales.

1.5 SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

La instalación solar fotovoltaica de autoconsumo se realizará en el pabellón municipal propiedad del Ayuntamiento, con uso de almacén, que se encuentra ubicada en:

Emplazamiento:	Polígono P II, Landa, 8, <u>Leitza</u> – (Navarra) C.P. 31880
Coordenadas geográficas:	Sistema de coordenadas UTM X: 43.080361 Y: -1.919333





La instalación solar fotovoltaica, consiste en la promoción, planificación, construcción y explotación de una instalación solar fija sobre cubierta. La fijación de los módulos será mediante estructura coplanar, por lo que el ángulo de los paneles coincidirá con el del faldón del tejado.

La instalación que se proyecta es para una Potencia Nominal de 20.000 W, y la Potencia Pico será de 22.500 Wp. La Potencia Pico hace referencia a la cantidad de kW instalados en el generador fotovoltaico (en forma de paneles solares fotovoltaicos), mientras que la potencia nominal hace referencia a la potencia del inversor, el equipo eléctrico que transforma la energía generada por los paneles en apta para el consumo.

1.6 DESCRIPCIÓN TÉCNICA Y CARACTERÍSTICAS GENERALES

La instalación proyectada tiene por objeto convertir la energía solar en energía eléctrica alterna 3×400/230 V, para autoconsumo con vertido a red. Esto quiere decir, que la instalación solar se conectará a la red interior de la nave y a la Red Eléctrica de Baja Tensión. De esta manera, en el momento en que la instalación fotovoltaica genere más energía que la consumida por la nave y haya excedentes, estos se verterán a la red de baja tensión con la posterior compensación económica que se reflejará en la factura de la empresa distribuidora. Por otro lado, cuando el consumo de la nave supere al de la generación de energía fotovoltaica, la red interior consumirá energía tanto de la red de Baja Tensión, como de la generación de los paneles fotovoltaicos.

La instalación solar tendrá las siguientes características generales:

1.6.1 Potencia pico

La instalación solar fotovoltaica estará compuesta por 50 módulos fotovoltaicos, tipo RSM1 144-7-435M. Esto hace que la potencia pico de los generadores sea de 22.500 Wp.

1.6.2 Potencia nominal

La instalación solar fotovoltaica estará compuesta por DOS inversor de corriente del fabricante Huawei modelo SUN-2000-10KTL-M1, de potencia nominal 10.000 W, por tanto la potencia nominal total de los inversores conectados en paralelo será de 20.000 W.

1.6.3 Descripción del funcionamiento

Los principales sistemas que integran una instalación solar fotovoltaica son los siguientes:

- Generador fotovoltaico: compuesto por los módulos fotovoltaicos, elementos de soporte y fijación de los módulos, elementos de interconexión entre módulos, ...
- Adaptador de energía: compuesto de inversor, cableado, protecciones, ...
- Conexión a red de distribución: compuesto por cuadros y elementos de protección, elementos de medida etc.

El generador fotovoltaico se encuentra conectado a la red eléctrica de Baja Tensión a través del inversor, inyectando toda la energía producida a la red de Baja Tensión.

El funcionamiento de este tipo de instalaciones se puede resumir del siguiente modo:

La conversión de la radiación solar en una corriente eléctrica tiene lugar en la célula fotovoltaica. En estas células se produce el llamado efecto fotovoltaico, que consiste en que cuando un fotón choca con la estructura cristalina de la célula, provoca que algunos electrones salgan de esta estructura y pasen a conducir corriente eléctrica.

Las células son ensambladas del modo adecuado para constituir una única estructura, resultando los módulos fotovoltaicos, una estructura robusta y manejable sobre la que se colocan las células fotovoltaicas.

Asimismo, el generador fotovoltaico está formado por el conjunto de módulos fotovoltaicos, adecuadamente conectados en serie y en paralelo, para obtener la corriente y el voltaje que requiere el inversor.

Los módulos fotovoltaicos que forman el generador, están montados sobre una estructura capaz de sujetarlos y que está orientada para optimizar la radiación solar.

De esta forma, la corriente producida en cada una de las células del módulo fotovoltaico es del tipo corriente continua (CC), de manera que para inyectar esta energía en la red eléctrica se tiene que transformar a corriente alterna (CA). Este importante cometido lo lleva cabo el inversor, el cual está constantemente evaluando la forma de onda de la red y transformando la CC de los módulos en CA en las condiciones exactas en la que la red eléctrica las requiere.

La instalación posee elementos de protección tales como interruptores automáticos, interruptores diferenciales o protecciones de sobretensiones, que permite separar la instalación fotovoltaica de la red de distribución. Los equipos, cableado y protecciones se especificarán más adelante.

Se tendrá que asegurar un grado de aislamiento mínimo de tipo básico clase I en lo que afecta a equipos (módulos e inversores) y al resto de materiales (conductores, cajas, armarios de conexión). En este apartado exceptuaremos el cableado de corriente continua, que será de doble aislamiento.

La instalación incorporará todos los elementos necesarios para garantizar en todo momento la protección física de la persona, la calidad de suministro y no provocar averías en la red.

1.7 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA

La instalación solar fotovoltaica objeto del proyecto está formada, principalmente, por los siguientes equipos y sistemas:

- Módulos fotovoltaicos (generan electricidad en corriente continua).
- Cableado y protecciones de corriente continua CC.
- Inversores (transforman la CC en CA).
- Cableado y protecciones de corriente alterna CA.
- Estructura de fijación y anclaje de módulos fotovoltaicos.
- Tomas de tierra de las masas de la instalación.
- Sistema de monitorización.

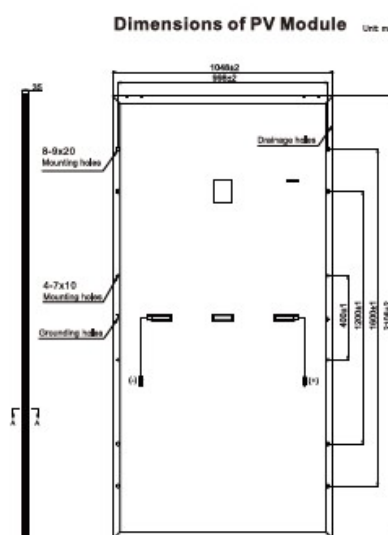
Se indican las características de todos estos elementos pertenecientes a la instalación eléctrica en Baja Tensión.

1.7.1 Generador fotovoltaico

Se denomina generador fotovoltaico al conjunto de módulos fotovoltaicos encargados de transformar sin ningún paso intermedio la energía procedente de la radiación solar en energía eléctrica de corriente continua.

La instalación fotovoltaica proyectada, tendrá una potencia pico del campo fotovoltaico de 22.500 Wp, que se consigue con 50 módulos fotovoltaicos, tipo RSM1 144-7-450M.

El generador fotovoltaico a instalar estará formado por 2 strings (filas) de 15 paneles y 2 string con 10 paneles fotovoltaicos. Dichos paneles fotovoltaicos serán de 450 Wp, modelo RSM144-7-450M, del fabricante RISEN ENERGY CO., LTD. Diseñados, contruidos y certificados con los estándares ISO 9001, ISO 14001 y todos los demás certificados necesarios para ser instalados en el espacio económico europeo.



El generador fotovoltaico se instalará sobre soportes de microrail dichos soportes son una opción popular para la instalación de paneles solares en techos inclinados. Estos soportes están diseñados para ser fáciles de instalar y ajustar, lo que los hace ideales para instalación de placas solares.

Los soportes de microrail constan de dos partes principales: el riel y los clips. El riel es una barra de metal que se fija al techo y los clips se sujetan a los paneles solares. Los clips se deslizan a lo largo del riel, lo que permite ajustar la posición de los paneles solares para obtener la mejor exposición solar.

A continuación, se presentarán las especificaciones eléctricas de módulo fotovoltaico tipo RSM144-7-450M de 450 Wp.

ELECTRICAL DATA (STC)

Model Number	RSM144-7-435M	RSM144-7-440M	RSM144-7-445M	RSM144-7-450M	RSM144-7-455M
Rated Power in Watts-Pmax(Wp)	435	440	445	450	455
Open Circuit Voltage-Voc(V)	49.40	49.50	49.60	49.70	49.80
Short Circuit Current-Isc(A)	11.20	11.30	11.40	11.50	11.60
Maximum Power Voltage-Vmpp(V)	41.05	41.13	41.25	41.30	41.40
Maximum Power Current-Imp(A)	10.60	10.70	10.80	10.90	11.00
Module Efficiency (%) *	19.7	19.9	20.1	20.4	20.6

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	RSM144-7-435M	RSM144-7-440M	RSM144-7-445M	RSM144-7-450M	RSM144-7-455M
Maximum Power-Pmax (Wp)	325.2	329.6	333.9	338.2	342.5
Open Circuit Voltage-Voc (V)	45.45	46.18	46.39	46.43	46.61
Short Circuit Current-Isc (A)	9.18	9.27	9.35	9.43	9.51
Maximum Power Voltage-Vmpp (V)	37.60	37.80	37.90	38.00	38.10
Maximum Power Current-Imp (A)	8.65	8.72	8.81	8.90	8.99

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

Por consiguiente, también se muestran los parámetros térmicos:

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

La curva a diferentes niveles de radiación, la curva a diferentes niveles de temperatura, los parámetros mecánicos y los parámetros eléctricos con baja radiación se muestran en la documentación del fabricante.

Estos módulos estarán de acuerdo con la norma IEC EN 61215, IEC 61730 y deberán estar debidamente cualificados por laboratorio reconocido. Estarán identificados mediante modelo y fabricante, así como el número de serie trazable a la fecha de fabricación.

Estarán equipados con diodos de derivación que eviten averías en las células y sus circuitos por sombreados parciales y disponiendo de un grado de protección IP67.

1.7.1.1 Conexión eléctrico de los módulos fotovoltaicos

La instalación consta de 50 módulos fotovoltaicos dispuestos en la cubierta del pabellón municipal propiedad del ayuntamiento de Leizta.

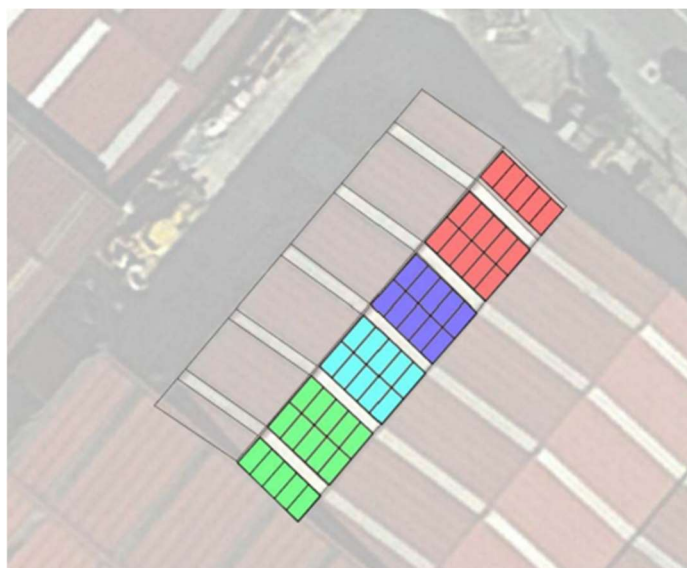
Para la obtención de dicho número se ha tenido en cuenta las características de los inversores y los módulos utilizados.

Se ha optado por la utilización de 2 inversores del fabricante Huawei modelo SUN-2000-10KTL-M1 de potencia nominal 10.000W conectados en paralelo dando como resultado una potencia 20.000w

El inversor de corriente se instalará lo más cerca posible de los paneles, con el fin de reducir caídas de tensión debidas a la longitud de la conexión de los cables.

1.7.1.2 Disposición de los módulos fotovoltaicos

Los 50 módulos fotovoltaicos se han colocado en diversas estructuras en función de sus dimensiones, ya que solo se va utilizar la parte de la cubierta orientada al sureste y hay que tener en cuenta la superficie útil de la cubierta. Un croquis de la disposición de los módulos se puede observar en la siguiente imagen:



Teniendo en cuenta las dimensiones del módulo fotovoltaico escogido (1048 mm × 2.108 mm), la agrupación de los 50 módulos ocupará una superficie total de 110,46 m² aproximadamente.

Dadas las dimensiones de la cubierta, ésta se utiliza prácticamente en su totalidad. Los paneles fotovoltaicos, por sus dimensiones y necesidades del proyecto, cubrirán una pequeña parte (~5-10cm) de los lucernarios con su parte voladiza. Los anclajes a la cubierta permanecerán siempre instalados en cubierta de chapa, no en los lucernarios.

Para optimizar la eficiencia energética y la instalación, los módulos se han orientado e inclinado del siguiente modo:

- Orientación: Sur (Azimut=-45°).
- Inclinación: 35° respecto de la horizontal.

1.7.1.3 Estructura soporte

Los módulos solares de la instalación se ubicarán sobre estructuras metálicas coplanarias a la cubierta de inclinación 35° y orientación Sur (Azimut=-45°) de forma que se obtenga la máxima fracción solar.

La estructura soporte de los módulos fotovoltaicos se ha diseñado teniendo en cuenta que ha de soportar, con los módulos instalados, las sobrecargas de viento y de nieve, de acuerdo con lo indicado en la normativa básica de la edificación CTE (Código Técnico de la Edificación).

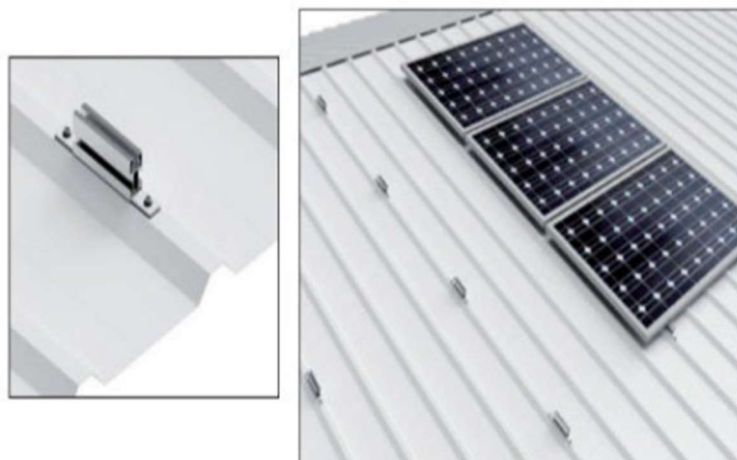
El diseño de la estructura y el sistema de fijación de los módulos fotovoltaicos permite las dilataciones térmicas, sin transmitir las cargas que puedan afectar a la integridad de los módulos.

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 del módulo.

La estructura está protegida contra la acción de los agentes ambientales, en concreto la estructura es de aluminio anodizado que da elevada resistencia estructural y larga vida a la intemperie.

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

Con el fin de asegurar la estructura coplanar a la cubierta con las mayores garantías de seguridad, se fijarán a las cerchas del edificio mediante dos pletinas a las que irán unidas a la estructura coplanar de las placas fotovoltaicas. En la siguiente imagen se verá la disposición de las pletinas.



1.7.2 Inversores de corriente

El inversor es el elemento más importante de la instalación solar fotovoltaica conectada a red. Funciona como interface entre el generador fotovoltaico y la red eléctrica. Las funciones del inversor son:

- Transformar la corriente continua en alterna.
- Conseguir el mayor rendimiento del campo fotovoltaico.
- Realizar el acoplamiento de la red.
- Protecciones.

El funcionamiento del inversor es totalmente automático. A partir de que los módulos solares generan potencia suficiente, la electrónica de potencia implementada en el inversor supervisa la tensión, la frecuencia de red y la producción de energía. A partir de que ésta es suficiente, el aparato comienza a inyectar a la red de consumo o a la de Baja Tensión en caso de excedentes.

El inversor trabaja de forma que toma la máxima potencia posible (gracias a las entradas MPPT) de los paneles solares. Cuando la radiación solar que incide sobre los paneles no es suficiente para suministrar corriente a la red, el inversor deja de funcionar. Puesto que la energía que consume la electrónica procede de los paneles solares, por la noche el inversor sólo consume una pequeña cantidad energía procedente de la red de distribución de la compañía.

El modo de conexión del inversor será conectado a la red de Baja Tensión.

Los inversores llevan incorporadas las siguientes protecciones:

- Fallo de red eléctrica: en caso de interrupción en el suministro de la red eléctrica, el inversor se encuentra en cortocircuito y por tanto se desconectará, no funcionando en ningún caso en isla, y volviéndose a conectar cuando se haya reestablecido la tensión en la red.

- Polarización inversa.
- Tensión fuera de rango (entre 1,1 Un y 0,85 Un): si la tensión está por encima o por debajo de la tensión de funcionamiento del inversor, este se desconectará automáticamente, esperando a tener condiciones más favorables de funcionamiento.
- Frecuencia fuera de rango (49 Hz a 51 Hz): en el caso de que la frecuencia de red esté fuera del rango admisible, el inversor se parará de forma inmediata, ya que esto quiere decir que la red está funcionando en modo de isla o que es inestable.
- Temperatura elevada: el inversor dispone de un sistema de refrigeración por convección y ventilación forzada. En el caso de que la temperatura interior del equipo aumente, el equipo está diseñado para dar menos potencia a fin de no sobrepasar la temperatura límite, si bien, llegado el caso, se desconectará automáticamente.
- Sobretensiones transitorias en la entrada y en la salida.
- Cortocircuitos, sobrecargas y defectos a tierra en la salida.
- Fallos de aislamiento en D.C. El inversor incorpora un transformador de baja frecuencia 1:1 que asegura el aislamiento galvánico.
- Protección Anti-Isla. Cuando se produce un fallo de tensión o frecuencia el inversor desconecta automáticamente, para asegurar el no funcionamiento en isla. Cuando desaparece el fallo de tensión o frecuencia, el inversor reconecta a los 3 minutos de la desaparición del fallo.

El inversor se conectará a las protecciones normalizadas mediante conductores de aislamiento 0.6/1 kV, con una sección adecuada para evitar caídas de tensión y pérdidas por temperatura definidas en el apartado de cálculos y planos.

En general, la potencia del inversor necesario para un determinado campo de paneles fotovoltaicos suele ser un 15% inferior a la potencia pico instalada en dicho campo.

Las causas de esto son las que se explican a continuación:

- La potencia pico del campo generador se alcanza en ocasiones puntuales por lo que el inversor trabaja con valores de potencia inferiores al 70% de su potencia máxima. Obviamente, el rendimiento del inversor es menor cuando más lejos trabaja de su potencia máxima. La utilización de un inversor de un 15% de potencia menor proporciona un ajuste más adecuado de la potencia de funcionamiento real de la instalación, además de una reducción en el coste del inversor que no representa una reducción de la potencia obtenida.
- La potencia pico del generador fotovoltaico que ofrece el fabricante se obtiene a una temperatura de célula de 25°C y una irradiancia de 1000 W/m². Esta situación es improbable en la realidad ya que con una irradiancia que correspondería al valor medio al mediodía de un día claro de verano sería necesario estar a una temperatura ambiente en el exterior de 10°C y a 0° C para encontrar la célula a 25°

C, lo cual es obviamente imposible. Además, la irradiancia de 1000 W/m^2 solo se alcanza en condiciones muy puntuales.

Por tanto, la potencia de salida será sensiblemente inferior a la potencia pico proporcionada por el fabricante.

- Existen pérdidas de potencia por desacoplo de los módulos en la serie (por ejemplo, sobras parciales en el campo generador, etc), caídas de tensión en los conductores y otros factores que reducen la potencia máxima disponible a la entrada del inversor.

Teniendo en cuenta todas estas premisas, la potencia del inversor necesario para un determinado campo de paneles fotovoltaicos suele ser entre el 10 – 15% inferior a la potencia pico instalada de dicho campo.

Según el diseño del generador fotovoltaico, se van a instalar 50 módulos de 450 Wp asociado a dos inversores, siendo 25 módulos para cada inversor. Cada módulo posee una tensión máxima 41,30 V. Como la intensidad en el punto de máxima potencia es de 10,90 A, la potencia máxima resultante para esta instalación será:

$$\text{potencia máxima inversor} = 41,30 \times 10,90 \times 50 = 22.508,5 \text{ Wp}$$

Teniendo en cuenta las pérdidas del 15% por los factores anteriormente mencionados, la potencia necesaria para el inversor será:

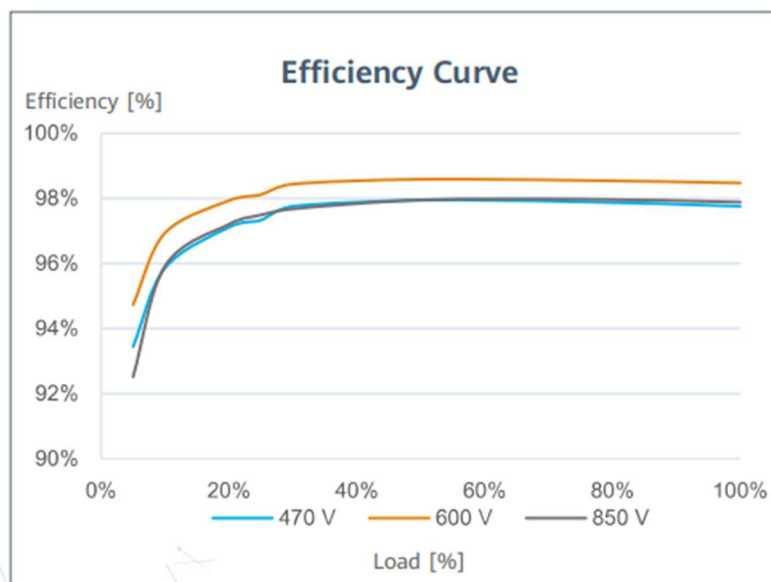
$$\text{potencia mínima necesaria inversor} = 22.508,5 \times 0,85 = 19.132,23 \text{ Wp}$$

El inversor de corriente continua (CC) a corriente alterna (CA) será un inversor trifásico del fabricante HUAWEI modelo SUN2000-10KTL-M1, de potencia nominal 10.000 W.



Las principales características de este inversor son:

SUN2000-3-10KTL-M1	
Valores de Entrada (CC)	
Rango de tensión CC	140 V – 980 V
Corriente máx CC por MPPT	13,5 A
Nº de entradas MPPT	2
Max Nº de entradas	1
Valores de salida (CA)	
Potencia nominal CA	10.000 W
Corriente máxima CA	16,9 A
Tensión nominal CA	230/400 V _{CA} , 3F+N+PE
Rango de frecuencia nominal CA	50/60 Hz
THD	≤ 3%
Datos Generales	
Temperatura de funcionamiento	-25 a 60°C
Humedad relativa	0% RH a 100% RH
Refrigeración por aire	
Grado de protección	IP 65



1.8 CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA

1.8.1 Clasificación

Atendiendo a lo dispuesto por el vigente Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto de 2002), la instalación viene clasificada como:

- Emplazamiento mojado según ITC-BT 30.2, ya que la instalación generadora se encuentra a la intemperie.
- Instalación Generadora de Baja Tensión según ITC-BT 40, y dentro de la misma instrucción como Instalación Interconectada, ya que está conectada a una Red de Distribución Pública.

1.8.2 Características y descripción de la instalación eléctrica

1.8.2.1 Centro de transformación

Para la instalación solar fotovoltaica proyectada no se requiere centro de transformación, ya que el inversor a su salida nos da la tensión de servicio.

1.8.2.2 Caja general de protección y medida

Aunque se trate de una instalación para autoconsumo con vertido de excedentes a Red, no se instalará una CGP. Los elementos previstos para la protección contra contactos directos, indirectos y sobretensiones, que están en el Cuadro General de Maniobra y Protección del usuario, harán las funciones de protección general de la instalación.

1.8.2.3 Equipo de medida

El inversor tiene integrado un vatímetro que mide la potencia generada por el generador fotovoltaico. Esta medición se puede visualizar con la app FusionSolar de HUAWEI, además de otra serie de parámetros.

El otro equipo de medida que se integrará en la instalación fotovoltaica, pero que se encuentra ya en la instalación eléctrica del usuario, es el contador eléctrico inteligente de la empresa distribuidora. Este contador se ajustará a la normativa vigente y su precisión deberá ser como mínimo la correspondiente a la clase de precisión 2, regulada por el Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.

El contador en la instalación eléctrica del usuario, esto es, de la empresa distribuidora, medirá la potencia que consume el usuario, pero también la que el usuario vierte a la Red cuando hay excedentes no consumidos de la generación fotovoltaica. Esto resultará en una reducción de la tarifa a pagar por el usuario, debido a un menor consumo de la Red de Distribución y a una compensación económica por la energía vertida a la Red y que la empresa distribuidora compra.

1.8.2.4 Línea General de Alimentación/Derivación individual

Al tratarse de una instalación conectada a la Red de Distribución Pública de Baja Tensión la salida del inversor estará conectada a la Línea General a través de las protecciones pertinentes adecuadamente dimensionadas.

La conexión entre el inversor y el Cuadro General de Maniobra y Protección del usuario están separados por el Interruptor General de Alimentación propiedad de la compañía distribuidora, al igual que la Línea General de Alimentación.

La salida del inversor estará conectada a la salida del Interruptor General de Alimentación, por este motivo se puede afirmar que el generador está conectado a Red.

No obstante, la conexión de los circuitos de salida de los generadores (inversores de corriente) y el Cuadro General de Maniobra y Protección de la instalación receptora, cumplirá con las indicaciones reglamentarias y en las correspondientes ITC que les sean aplicables.

1.8.2.5 Descripción de la instalación

El método de instalación empleado se ajustará a lo indicado en la tabla 52-B2 de la Norma UNE-HD 60364-5-52 y su anexo Nacional (diciembre 2014).

Para determinar los cables de la canalización eléctrica de conexión desde el generador fotovoltaico hasta el Interruptor General de Alimentación, tanto en la parte de corriente continua CC, como en la parte de corriente alterna CA, se tendrá en cuenta los siguientes aspectos:

- Potencia máxima prevista.
- Características de la instalación.
- Longitud de la línea.
- Tipo de cable y forma de la instalación.

Los cables de conexión se dimensionarán para una intensidad no inferior al 125% de la máxima intensidad del generador.

La caída de tensión máxima admisible entre las partes de la instalación, desde el generador fotovoltaico hasta el punto de conexión a la instalación interior, no será superior al 1,5% (ITC-BT-40), en cada uno de los tramos.

La conexión entre el generador fotovoltaico y el inversor se hará de manera que no se supere la corriente y tensión nominal, teniendo en cuenta que de las ocho entradas que tiene el inversor, dos de ellas se juntan y se conectan a una entrada MPPT. Con las otras tres entradas sucederá lo mismo.

Teniendo 50 módulos fotovoltaicos divididos en 4 strings, dos strings de 15 módulos cada uno y los otros dos string de 10 módulos. En este proyecto al diseñarse con dos inversores se conectará 1 strings de 10 modulos y 1 string de 15 módulos a cada inversor.

Teniendo en cuenta que el inversor tiene 1 entradas por cada MPPT vez 2 MPPT's.

1.8.2.5.1 Tipos de cable y su identificación

Los cables serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida (AS), tanto para los de la parte de corriente continua CC, como en la parte de corriente alterna AC.

Los cables con características equivalentes a las de la norma UNE 21.123 parte 4 ó 5 o a la norma UNE 21.1002 cumplen con esta prescripción.

Las características de los cables serán:

- Cable unipolar (o multipolar-manguera) aislado de tensión asignada 0,6/1 kV, con capa de aislamiento de polietileno reticulado XLPE-R o de compuesto reticulado sin halógenos H1, y con revestimiento exterior formada por mezcla termoplástica de poliolefina con baja emisión de gases corrosivos y humos Z1 (UNE 21123-4) o de compuesto reticulado sin halógenos y retardante de llama Z2 (EN 50618), forma del conductor de cobre clase 5 –K, quedando el cable designado como RZ1-K 06/1 kV ó H1Z2-K 06/1 kV (designación anterior PV1-F).

Los cables de la instalación deben ser fácilmente identificables, especialmente por lo que respecta al conductor neutro y al conductor de protección. Se identificarán por los colores de su aislamiento. Estos colores serán:

NEGRO, MARRÓN o GRIS	Conductores de FASE
AZUL	Conductores de NEUTRO
AMARILLO-VERDE	Conductores de PROTECCIÓN

Aquellos conductores que por su naturaleza presenten un único color (como los conductores enterrados o de aislamientos de 0,6/1KV), llevarán marcas indelebles con los colores indicados y de manera que no disminuyan las características aislantes y mecánicas de las cubiertas.

Los conductores de protección de la canalización eléctrica de conexión entre el generador y el Interruptor General de Alimentación se dispondrán por las mismas canalizaciones que las de los circuitos interiores y estarán constituidos por conductores idénticos a los activos. Debido a las características de la instalación estos conductores de protección se usarán en la parte de CA, ya que el inversor ya protege aguas arriba la instalación fotovoltaica de CC sin necesidad de ponerla a tierra.

Los conductores de protección tendrán una sección mínima igual a la fijada en la tabla siguiente, con un mínimo de 2,5 mm²:

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

Su instalación se realizará de acuerdo con la ITC-BT 18.

Cada extremo del cable habrá de suministrarse con un medio autorizado de identificación. Este requisito tendrá vigencia especialmente para todos los cables que terminen en la parte posterior o en la base de un cuadro de mandos, y en cualquier otra circunstancia en que la función del cable no sea evidente de inmediato.

Los medios de identificación serán etiquetas de plástico rotulado, firmemente sujetas al cajetín que precinta el cable o al cable. Los conductores de todos los cables de control habrán de ir identificados a título individual en todas las terminaciones por medio de células de plástico autorizadas, que lleven rotulados caracteres indelebles, con arreglo a la numeración que figure en los diagramas de cableado pertinentes.

1.8.2.5.2 Canalizaciones fijas

Instalaciones en locales mojados/Instalaciones a la intemperie

Las canalizaciones, tanto en la parte de corriente continua CC, como en la parte de corriente alterna AC, serán estancas, utilizándose, para terminales, empalmes y conexiones de las mismas, sistemas o dispositivos que presenten el grado de protección correspondiente a las proyecciones de agua IPX4.

En el presente proyecto, las canalizaciones estarán constituidas, preferentemente por un montaje en superficie por conductores (unipolares o multipolar/manguera) alojados en el interior bajo tubo corrugado flexible de PVC y/o canal/bandeja metálica, en montaje de superficie con protección IPXX7.

Los conductos, cajas y accesorios en los que vayan empalmes o terminales deberán estar diseñados ante la posible entrada de gotas de agua con protección IPX1.

Las canalizaciones realizadas en la parte de corriente continua CC, discurrirán por la cubierta inclinada del edificio (nave industrial) y recogerán todos los conductores, positivo y negativo, de las agrupaciones de paneles fotovoltaicos y sus conexiones en paralelo.

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

1.8.2.5.3 Canalizaciones móviles

Se emplearán únicamente para la conexión entre los módulos fotovoltaicos, en la parte de corriente continua CC, siguiendo las directrices de las canalizaciones fijas, con los siguientes requisitos:

- Quedarán perfectamente separados los circuitos de alimentación a los receptores instalados en la intemperie.
- El cable flexible estará sujeto mediante elementos adecuados que impidan se produzcan esfuerzos en los bornes.
- Se utilizarán conectores especiales a prueba de entrada de polvo.

1.8.2.5.4 Protecciones

El sistema de protecciones cumplirá con:

- Reglamento electrotécnico de baja tensión, aprobado por Real Decreto 842/2002.
- Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.

Se dispondrá de:

- Un elemento de corte general que proporcione un aislamiento requerido por el R.D. 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de

la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico. Eventualmente, las funciones del elemento de corte general pueden ser cubiertas por otro dispositivo de la instalación generadora, que proporcione el aislamiento indicado entre el generador y la red.

- Interruptor automático diferencial, con el fin de proteger a las personas en el caso de derivación de algún elemento a tierra.
- Interruptor automático de la conexión, para la desconexión-conexión automática de la instalación en caso de anomalía de tensión o frecuencia de la red, junto a un relé de enclavamiento. Eventualmente la función desarrollada por este interruptor puede ser desempeñada por el interruptor o interruptores de los equipos generadores. Eventualmente, las funciones del interruptor automático de la conexión y el interruptor de corte general pueden ser cubiertas por el mismo dispositivo.
- Protecciones de la conexión máxima y mínima frecuencia (50,5 Hz y 48 Hz con una temporización máxima de 0.5 y de 3 segundos respectivamente) y máxima y mínima tensión entre fases (1,15 U_n y 0,85 U_n) como se recoge en la siguiente tabla, donde lo propuesto para baja tensión se generaliza para todos los demás niveles.

Parámetro	Umbral de protección	Tiempo máximo de actuación
Sobretensión –fase 1.	$U_n + 10\%$	1,5 s
Sobretensión – fase 2.	$U_n + 15\%$	0,2 s
Tensión mínima.	$U_n - 15\%$	1,5 s
Frecuencia máxima.	50,5 Hz	0,5 s
Frecuencia mínima.	48 Hz	3 s

1.8.2.5.4.1 Cuadros de interconexión

Para la parte de corriente continua CC y corriente alterna CA de la instalación, se podrán utilizar cuadros auxiliares de interconexión y protección, en los cuales se instalarán los elementos de protección de la parte de corriente continua y corriente alterna.

En este caso sólo se instalará un cuadro de interconexión con protección de clase II que llevará las protecciones, tanto de la parte de corriente continua como de corriente alterna.

El cuadro se encuentra en el interior de la nave industrial, por lo que no se requiere que tenga un grado de protección elevado, por eso el cuadro a instalar tendrá un índice de protección IP40, además de un índice de protección contra impactos mecánicos IK07.

Para la instalación a ejecutar el cuadro de interconexión está diseñado para soportar una tensión de aislamiento nominal de 400 V, suficiente teniendo en cuenta que el inversor transforma la corriente continua a corriente alterna de este valor.

El cuadro está constituido por dos filas (racks), que son carriles de metal con un perfil DIN compatible con la sujeción de los dispositivos eléctricos de la instalación, por lo que las protecciones de la parte de corriente continua se instalarán en uno de los carriles y las protecciones de la parte de corriente alterna se instalarán en el otro.

1.8.2.5.4.2 Protección de corriente continua

Las protecciones de corriente continua se instalarán en una de las filas del cuadro de interconexión. Estas protecciones incluyen solo interruptores magnetotérmicos para los cables que vayan destinados a las entradas de los inversores. Teniendo en cuenta que se van a utilizar 2 entradas en cada inversor y que cada entrada viene con una conexión para el polo negativo y otra para el positivo.

1.8.2.5.4.3 Protección de corriente alterna

Los dispositivos de protección de corriente alterna, se instalarán en la otra fila disponible del cuadro de interconexión. Dicho rack estará constituido por:

- Un interruptor magnetotérmico de corte general tetrapolar, apto para una intensidad de cortocircuito I_{cc} de 6 kA para protección general.
- Un interruptor diferencial de alta sensibilidad (30 mA) para la protección contra contactos indirectos diseñado acorde con la Norma IEC616008-1. El relé diferencial reaccionará con toda intensidad de derivación a tierra que alcance o supere el valor de la sensibilidad del interruptor. La capacidad de maniobra garantiza que se produzca una desconexión perfecta en caso de cortocircuito y simultánea derivación a tierra.

Una vez que los cables pasan de la salida del inversor y se conectan a través del magnetotérmico al diferencial, después se conectarán al Interruptor General de Alimentación. Con estos dos elementos se asegura la protección del Cuadro General de Mando y Protección y la posibilidad de desconectar (separar) la parte de corriente alterna del generador fotovoltaico de la Línea General de Alimentación.

Además, el propio inversor incluye una serie de protecciones que se complementan con los del cuadro de interconexión, estos son los siguientes:

- Interruptor automático de interconexión: para la conexión-desconexión automática de la instalación fotovoltaica en caso de pérdida de tensión o de la frecuencia de red.
- Protección para la interconexión de máxima y mínima frecuencia (51 y 49 Hz respectivamente) y de máxima y mínima tensión (1,1 y 0,85 U_m respectivamente) en cada fase.
El inversor se desconectará automáticamente de la red si los valores de tensión están fuera de los parámetros aceptables, o sea, fuera de la siguiente ventana: $0.85 \text{ Tensión Nominal} < \text{Tensión real de la red} < 1.1 \text{ Tensión Nominal}$. Cuando los valores se restablezcan, el equipo se reconectará automáticamente.
Asimismo, el inversor se desconectará automáticamente de la red si los valores de frecuencia están fuera de los parámetros aceptables (entre 49 Hz y 51 Hz) con reconexión automática.
- El rearme del sistema de conmutación y, por tanto, de la conexión con la red de baja tensión de la instalación fotovoltaica será automático, una vez restablecida la tensión de red por la empresa distribuidora. El estado del contactor (on/off) deberá señalizarse con claridad en el frontal del inversor en un lugar destacado.
- Protección contra el funcionamiento en modo isla del inversor. Para evitar que el inversor funcione en modo isla, el control del inversor verifica en forma permanente que la tensión y frecuencia de la red se encuentra dentro de la ventana de parámetros permitidos, desconectándose en el caso contrario hasta que estos valores se normalicen.

1.8.2.6 Locales para batería de acumuladores

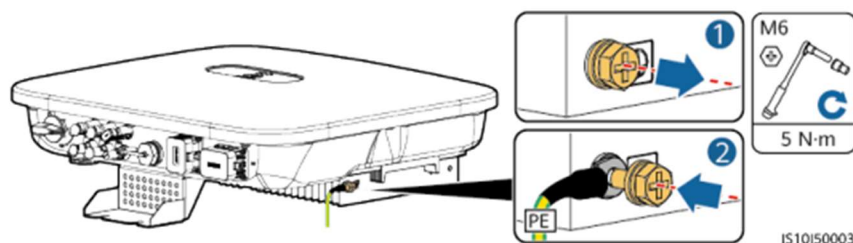
La instalación que se proyecta es para conexión a la red interior de autoconsumo con vertido a red, por lo que no se cuenta con ningún tipo de acumulador.

1.8.2.7 Puesta a tierra

La puesta tierra cumplirá con aquello que le sea de aplicación según el art 15 Condiciones de puesta a tierra de las instalaciones, del Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.

En el presente proyecto las masas del generador fotovoltaico no se conectarán a tierra, ya que, para la parte de corriente continua, el inversor cuenta con protección frente a sobretensiones de clase II, por lo que poniendo la puesta a tierra del inversor bastaría para derivar a tierra descargas de clase atmosférica y descargas parciales en los módulos fotovoltaicos y en las estructuras metálicas.

No obstante, tanto la estructura soporte, como la carcasa del inversor serán puestas a la tierra del edificio con una única toma a tierra para evitar diferencias de tensión peligrosas.



La instalación presenta separación galvánica, ya que el inversor está equipado con un transformador de aislamiento trifásico de baja frecuencia que cumple, lo cual quiere decir que elimina la posibilidad de inyectar una componente de corriente continua a la red eléctrica general cumpliendo, de esta forma, con la ITC-BT 40 y con ello la normativa vigente en España.

Para la conexión de los dispositivos al circuito de puesta a tierra, será necesario disponer de bornas o elementos de conexión que garanticen una unión perfecta, teniendo en cuenta los esfuerzos dinámicos y térmicos que se producen en caso de cortocircuito.

Para la puesta a tierra de la instalación se seguirá lo señalado en la instrucción ITC-BT 18.

La toma de tierra de la instalación estará formada por:

Tomas de tierra (electrodos)

En la presente instalación las bornas de puesta a tierra se conectarán a la red de tierras del propio pabellón. La red de tierras está formada por los electrodos o tomas de tierra que se enterraron a la hora de hacer la instalación eléctrica del edificio. Las tomas de tierra están formadas por electrodos constituidos por picas verticales de cobre de 2,00 m y 14 mm de diámetro que se enterraron verticalmente a una profundidad superior a 0,5 m.

Líneas de puesta a tierra

Estas líneas ya están integradas en la instalación eléctrica de la nave industrial y está formada por conductor de cobre de 35 mm² de sección mínima y según cálculos, que conectará la toma de tierra con el punto de conexión de puesta a tierra mediante dispositivos de conexión adecuados (tornillos de apriete).

Conductores de tierra

Une la tierra con el borne de puesta a tierra. Formada por un conductor de cobre de 35 mm², estando de acuerdo con la tabla 1 del REBT ITC-BT 18.

Borne de puesta a tierra

Esta parte de la instalación ya se encuentra ejecutada en la instalación eléctrica del edificio y se realizó en el interior de una arqueta de obra. En la arqueta hay un dispositivo de conexión (borne) que permita la unión de la línea de tierra con la toma de tierra de forma que pueda separarse si se precisa medir la resistencia de tierra. Están formadas por conductores de cobre aislados 0,6/1 kV amarillo/verde.

Este borne se encuentra aislado en el cuadro de contadores, en lugar accesible. Está previsto un dispositivo combinado con el borne principal de tierra, desmontable por medio de un útil, mecánicamente seguro y que asegura la continuidad eléctrica.

Conductores de protección

Unen eléctricamente las masas de una instalación con los embarrados de puesta a tierra de los cuadros eléctricos, con el fin de garantizar que no existan diferencias de potencial entre dos masas o elementos metálicos que puedan ser tocados simultáneamente por una persona (asegurando la protección contra contactos indirectos).

Se establecerán en las mismas canalizaciones que las de los circuitos de la instalación y estarán constituidos por conductores de cobre aislados. Tendrán una sección mínima igual a la fijada en la tabla 2 del REBT ITC-BT-18, con una sección mínima de 2,5 mm².

1.8.2.8 Armónicos y compatibilidad electromagnética

Las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el 16 Armónicos y compatibilidad electromagnética, del Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.

1.8.2.9 Conclusiones

Con los detalles aportados en el presente proyecto se da por definidas las características de la instalación solar fotovoltaica proyectada, que se ajustará en todo momento a las directrices que marcan los reglamentos al respecto.

2 CÁLCULOS

2.1 DIMENSIONAMIENTO DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

El dimensionado básico de la instalación fotovoltaica hace referencia a la selección de la potencia del campo generador.

En esta instalación fotovoltaica de autoconsumo conectada a red el criterio para dimensionarlo será la energía solar que el usuario quiere consumir, para ahorrarse cierta cantidad de dinero al mes.

La instalación solar no se ha dimensionado para poder suministrar toda la energía que las cargas de la instalación interior demanden, y además verter los excedentes a la Red de Baja Tensión.

Por este motivo, a raíz del consumo medio de la nave y eligiendo la opción más económica y viable posible se ha optado por la siguiente solución:

- 2 inversores y 25 módulos por inversor haciendo un total de 50 módulos.
- Paneles fotovoltaicos: tipo RSM144-7-450M de 450 Wp

Potencia de salida	450 Wp
V_{mpp}/V_{oc}	41,30 / 49,70 V
I_{mpp}/I_{sc}	10,90 / 11,50 A
Coefficiente de temperatura de V_{oc}	-0,29 %/°C
Coefficiente de temperatura de I_{sc}	0,05 %/°C

- Inversor de corriente:

SUN2000-10KTL-M1	
Valores de Entrada (CC)	
Rango de tensión CC	140 V - 980 V
Corriente máx CC por MPPT	16,9 A
Nº de entradas MPPT	2
Max Nº de entradas	1

Asociando los paneles en conexiones serie – paralelo obtenemos la siguiente distribución para el inversor:

SUN2000-30KTL-M3	
Módulos por String	10-15
Nº Strings totales	2
Nº módulos totales	25
Potencia pico por String	4.500 W _p / 6.750 W _p
Potencia pico total generador fotovoltaico	11.250 W _p
Potencia pico total del inversor	10.000 W

2.2 TENSION NOMINAL Y CAÍDA DE TENSION MÁXIMA ADMISIBLE

El rango operativo de la Tensión en CC, vendrá dado por la capacidad de trabajo del inversor de corriente, en nuestro caso, entre 600 y 980 V.

El transporte de la energía producida se realizará en CC. Dependiendo del string que se analiza, tendremos un valor máximo de tensión u otro.

String de 10 módulos:

$$Tension\ máxima = 10\ paneles \times 49,70\ V_{oc} = 497\ V$$

$$140V < 497V < 980\ V$$

String de 15 módulos:

$$Tension\ máxima = 15\ paneles \times 49,70\ V_{oc} = 745,5\ V$$

$$140 < 745,5 < 980\ V$$

En el inversor de corriente se realizará la conversión de energía eléctrica obteniéndose una tensión alterna de salida de 400 V (CA). Las caídas máximas de tensión, en la totalidad de la instalación de CC, serán como máximo de 1,5% y en CA serán como máximo de 1,5%. Se ha utilizado un factor de potencia de 0,8.

2.3 FÓRMULAS UTILIZADAS EN CC Y CA

Corriente continua

Los cálculos de las secciones por caída de tensión se determinan según la siguiente expresión:

$$S = \frac{2 \times L \times I}{C \times V \times \Delta V} \quad (1)$$

Donde:

S=Sección del cable (mm²)

L=Longitud del cable (m)

I=Intensidad Serie Máxima (A)

C=Conductividad del cobre ($\frac{m}{\Omega \cdot mm^2}$): Este valor oscila entre 58 para una T^a de 20°C y 45,49 para una T^a de 90°C (aislamiento termoestable)

V=Tensión en el punto de máxima potencia por serie

ΔV =Caída de tensión en %

Según el R.E.B.T. se requiere que la caída de tensión no sea superior a 1,5%.

Se realizarán los cálculos de secciones de los conductores de CC, dividiendo en dos zonas el cableado desde los módulos fotovoltaicos hasta el inversor:

- La primera corresponderá a la zona comprendida entre módulos y el cuadro de conexionado de Protecciones de CC.
- La segunda zona será la comprendida entre dicho cuadro de conexionado y el inversor.

Para la primera zona, los cables que conectan en serie los 9 módulos de una fila irán al aire, pero los que conectan en serie dos filas de 9 módulos para hacer un string de 18 módulos fotovoltaicos irán a través de tubo corrugado flexible, para así protegerlos contra la irradiación solar. Además, en esta zona los cables que van desde los módulos fotovoltaicos hasta el interior de la nave también irán bajo tubo corrugado flexible. Una vez que los cables se encuentran en el interior de la nave irán sobre las bandejas perforadas que ya están dispuestas en la nave industrial hasta las protecciones de CC. Para la segunda zona el cableado irá en el interior de canaleta sobre la pared.

Corriente alterna

Los cálculos de las secciones por la caída de tensión se determinan según la siguiente expresión:

$$S = \frac{L \times P}{C \times V_{AC} \times \Delta V} \quad (2)$$

Donde:

S=Sección del cable (mm²)

L=Longitud del cable (m)

P=Potencia (W)

C=Conductividad del cobre ($\frac{m}{\Omega \cdot mm^2}$) 45.49

V_{AC}=Tensión de la línea

ΔV=Caída de tensión en %

Según el REBT ITC-BT 40, se requiere que la caída de tensión en alterna, en %, no sea superior 1,5%.

Y la intensidad máxima admisible será:

$$I = \frac{P}{1,7 \times V \times \cos \varphi} \quad (3)$$

Donde:

I =Intensidad máxima (A)

P =Potencia (W)

$\cos \varphi=0,8$

V =Tensión de la línea

La sección adoptada se calcula en función de la intensidad máxima admisible para los conductores aislados de cobre según ITC-BT 40, que debe ser de un 125% de la intensidad.

El cableado en esta zona irá en el interior de una canaleta desde la salida del inversor hasta la entrada del cuadro de interconexión con las protecciones de CA y luego saldrá de este cuadro a través de una canaleta hasta el Interruptor General de Alimentación situado en la Cuadro General.

Una vez tenemos las fórmulas utilizadas en el cálculo eléctrico de la instalación, es hora de justificar la sección de los cables que se utilizarán en el proyecto.

En primer lugar, se tiene el cálculo de la sección mínima de cable de corriente continua que hay que determinar mediante la fórmula 1. Los datos para dicha fórmula son los siguientes:

$$L \text{ (Longitud del cable del String 1 de 15 módulos)} = 19 \text{ m}$$

$$L \text{ (Longitud del cable del String 2 de 10 módulos)} = 24 \text{ m}$$

$$L \text{ (Longitud del cable del String 3 de 10 módulos)} = 29 \text{ m}$$

$$L \text{ (Longitud del cable del String 4 de 15 módulos)} = 39 \text{ m}$$

$$I \text{ (Intensidad de Serie Máxima)} = 11,5 \text{ A}$$

$$C \text{ (Conductividad del cobre)} = 45,49 \frac{\text{m}}{\Omega \cdot \text{mm}^2}$$

$$V \text{ (Tensión del String 1 de 15 módulos)} = 49,3 \cdot 15 = 739,5 \text{ V}$$

$$V \text{ (Tensión del String 2 de 10 módulos)} = 49,3 \cdot 10 = 493 \text{ V}$$

$$V \text{ (Tensión del String 3 de 10 módulos)} = 49,3 \cdot 10 = 493 \text{ V}$$

$$V \text{ (Tensión del String 4 de 15 módulos)} = 49,3 \cdot 15 = 739,5 \text{ V}$$

$$\Delta V \text{ (Caída de tensión)} = 1,5 \% = 0,015$$

Una vez teniendo los datos, se aplica la fórmula 1 para el cálculo de la sección del cable de corriente continua:

$$S \text{ (String 1 de 15 módulos)} = \frac{2 \cdot 19 \cdot 10,3}{45,9 \cdot 739,5 \cdot 1,5} = 0,007 \text{ mm}^2$$

$$S \text{ (String 2 de 10 módulos)} = \frac{2 \cdot 24 \cdot 10,3}{45,9 \cdot 493 \cdot 1,5} = 0,014 \text{ mm}^2$$

$$S \text{ (String 3 de 10 módulos)} = \frac{2 \cdot 29 \cdot 10,3}{45,9 \cdot 493 \cdot 1,5} = 0,017 \text{ mm}^2$$

$$S \text{ (String 1 de 15 módulos)} = \frac{2 \cdot 39 \cdot 10,3}{45,9 \cdot 739,5 \cdot 1,5} = 0,015 \text{ mm}^2$$

En la instalación fotovoltaica que se va a ejecutar no se va a utilizar un cable de tal sección, si no que el conductor tendrá una sección de 4 mm^2 , que cumple con las especificaciones mínimas que el RBT tiene para estas instalaciones. Este cambio de sección se debe a que el cable de 4 mm^2 tiene mayor resistencia mecánica, lo que aporta durabilidad al cable, reduce las caídas de tensión y facilita su instalación al tirar de ellos por los tubos mediante la guía.

En segundo lugar, se tiene el cálculo de la sección mínima de cable de corriente alterna que hay que determinar mediante la fórmula 2. Los datos para dicha fórmula son los siguientes:

$$L \text{ (Longitud del cable)} = 2 \text{ m}$$

$$P \text{ (Potencia máxima)} = 10.000 \text{ W}$$

$$C \text{ (Conductividad del cobre)} = 45,49 \frac{\text{m}}{\Omega \cdot \text{mm}^2}$$

$$V_{AC} = 400 \text{ V (Trifásica)}$$

$$\Delta V \text{ (Caída de tensión)} = 1,5 \% = 0,015$$

Una vez teniendo los datos, se aplica la fórmula 2 para el cálculo de la sección del cable de corriente alterna:

$$S = \frac{2 \times 10000}{45,49 \times 400 \times 1,5} = 0,73 \text{ mm}^2$$

Y para asegurar un buen cálculo de la sección también se determina la sección del conductor mediante la fórmula 3, que es la intensidad máxima admisible. Los datos para dicha fórmula son los siguientes:

$$P \text{ (Potencia maxima)} = 10.000 \text{ W}$$

$$\text{Factor de potencia} \rightarrow \cos \varphi = 0,8$$

$$V_{AC} = 400 \text{ V (Trifásica)}$$

Una vez teniendo los datos, se aplica la fórmula 3 para el cálculo de la sección del cable de corriente alterna:

$$I = \frac{10000}{\sqrt{3} \times 400 \times 0,8} = 18,06 \text{ A}$$

Con este último resultado vamos a la tabla 1 de la ITC-BT 19 y vemos que para un 125% de la intensidad según ITC-BT 40, lo que es lo mismo 22,57 A, necesitamos que el conductor de cobre para la instalación a ejecutar sea mínimo de 2,5 mm², por requerimientos técnicos del manual del inversor se utilizara una protección magnetotérmica de 25A por tanto la sección mínima de cable debe ser 6 mm²

ITC-BT-19 CAPÍTULO VI: INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS

Método de instalación	Número de conductores cargados y tipo de aislamiento												
A1			3x PVC	2x PVC		3x XLPE	2x XLPE						
A2		3x PVC	2x PVC		3x XLPE	2x XLPE							
B1				3x PVC	2x PVC		3x XLPE		2x XLPE				
B2			3x PVC	2x PVC		3x XLPE	2x XLPE						
C					3x PVC	2x PVC	3x XLPE		2x XLPE				
D		Ver Tabla D (página 215)											
E					3x PVC		PVC	3x XLPE		2x XLPE			
F						3x PVC		3x XLPE		2x XLPE		2x XLPE	

Sección mm ²	INTENSIDADES MÁXIMAS ADMISIBLES (A)												
	2	3	4	5	6	7	8	10	11	12	13		
1,5	11	11,5	13	13,5	15	16	16,5	19	20	21	24	--	--
2,5	20	21	23	24	27	30	31	34	36	38	45	--	--
4	25	27	30	32	36	37	40	44	46	49	57	--	--
6	34	37	40	44	50	52	54	60	65	68	76	--	--
10	45	49	54	59	66	70	73	81	87	91	105	--	--
16	59	64	70	77	84	88	95	103	110	116	123	140	--
25	--	77	86	96	104	110	119	127	137	144	154	174	--
35	--	94	103	117	125	133	145	155	167	175	188	210	--
50	--	--	--	149	160	171	185	199	214	224	244	269	--
70	--	--	--	180	194	207	224	241	259	271	296	327	--
95	--	--	--	208	225	240	260	280	301	314	348	380	--
120	--	--	--	236	260	278	299	322	343	363	404	438	--
150	--	--	--	268	297	317	341	368	391	415	464	500	--
185	--	--	--	315	350	374	401	435	468	490	552	590	--
240	--	--	--	361	401	430	461	500	538	563	638	678	--
300	--	--	--	431	480	515	552	609	645	674	770	812	--
400	--	--	--	493	551	592	633	687	741	774	889	931	--
500	--	--	--	565	632	681	728	790	853	890	1.028	1.071	--
630	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Sabiendo esto y por los mismos motivos por los que se ha sobredimensionado los conductores de corriente continua, los conductores de corriente alterna tendrán una sección de 6 mm².

Y de acuerdo con la ITC-BT 18 la sección de los conductores de protección (PE) también serán de 6 mm², ya que la sección de los conductores de fase es igual que 6 mm².

A continuación, se mostrarán en una tabla los conductores que se utilizarán en el presente proyecto:

CIRCUITOS		POTENCIA DE CÁLCULO	TENSIÓN DE CÁLCULO	INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE	LONGITUD	INTENSIDAD DE CÁLCULO	Nº DE CONDUCTORES SECCIÓN MATERIAL	AISLAMIENTO TENSIÓN NOMINAL	CAIDA DE TENSIÓN
		W	V	A	m	A	V	A	V
INSTALACIÓN CORRIENTE CONTINUA	String 1	6750	739,5	10,3	19	13,625	2x4 Cu	0,6/1 kV H07Z1-K	1,5
	String 2	4500	493	10,3	24	13,625	2x4 Cu	0,6/1 kV H07Z1-K	1,5
	String 3	4500	493	10,3	29	13,625	2x4 Cu	0,6/1 kV H07Z1-K	1,5
	String 4	6750	739,5	10,3	39	13,625	2x4 Cu	0,6/1 kV H07Z1-K	1,5
INSTALACIÓN CORRIENTE ALTERNA	INV (3F+N)	10000	400	44	2	18,06	3x6Cu	0,6/1 kV H07Z1-K	
	PE (Conductor de protección)						1x6 Cu	0,6/1 kV H07Z1-K	

2.4 DISEÑO DE PROTECCIONES

Protecciones de Corriente Continua

La protección para sobrecargas en el lado de CC se realizará mediante interruptores magnetotérmicos y de sobretensiones. Los interruptores magnetotérmicos y las protecciones de sobretensiones quedaran integrados en la caja de conexión. Las características de los interruptores y las protecciones son las siguientes:

Interruptores magnetotérmicos

- $V_n=1.000 V_{CC}$
- $I_n=16 A$
- 2 polos
- Poder de corte 30 kA

El poder de corte del interruptor magnetotérmico será mayor que la intensidad máxima de cortocircuito indicada por la empresa en el punto de conexión.

Protecciones de sobretensiones

- $V_c=1000\text{ V}$
- $V_p=3,8\text{ kV}$
- Intensidad de descarga nominal: 20 kA
- Intensidad de descarga máxima: 40 kA
- 2 polos
- Clase: 2

Protecciones de Corriente Alterna

Las protecciones en este punto de la instalación se encuentran en el cuadro de interconexión, al igual que las protecciones de corriente continua. Para la presente instalación se ha escogido un interruptor magnetotérmico y un interruptor diferencial.

Para poder escoger el calibre del interruptor magnetotérmico, debemos tener en cuenta las corrientes de los cables (en este caso de la parte de corriente alterna):

$$I_b(\text{Intensidad de diseño de la instalación}) = 18,6\text{ A}$$

$$I_z(\text{Corriente máxima admisible del cable}) = 67,65\text{ A}$$

Teniendo en cuenta estas corrientes, el calibre de la protección deberá situarse entre las dos corrientes. Por ello, las características del interruptor magnetotérmico general escogido son las siguientes:

- $V_n=400\text{ V}$
- $I_n=50\text{ A}$
- 4 polos

Las características de los interruptores magnetotérmicos escogido para cada circuito de inversor son:

- $V_n=400$ V
- $I_n=25$ A
- 2 polos

Y las características de los interruptores diferenciales escogidos para cada circuito de inversor son:

- $V_n=415$ V
- $I_n=25$ A
- $I_{\Delta n}=300$ mA

El poder de corte del interruptor magnetotérmico será mayor que la intensidad máxima de cortocircuito indicada por la empresa en el punto de conexión.

2.5 DISEÑO DE LA PUESTA A TIERRA

Como la instalación fotovoltaica se va a conectar a la puesta a tierra del edificio, a través del borne de tierra del Cuadro General de Mando y Protección, no es necesario diseñar la puesta a tierra.

2.6 PRODUCCIÓN ENERGÉTICA ANUAL

Este cálculo se ha realizado con el programa PVGIS que tiene en cuenta la potencia instalada, los rendimientos energéticos de las diversas partes del sistema fotovoltaico y las condiciones de radiación.

Con los datos del dimensionamiento del sistema el programa realiza la siguiente tabla donde se ven los resultados de este cálculo.

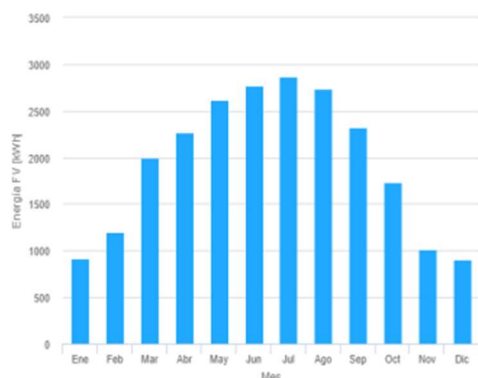
Mes	E_m	H_m	H_d
Enero	912,6	49,3	108,3
Febrero	1194,0	63,7	267,6
Marzo	1990,0	108,2	384,9
Abril	2262,6	125,5	363,8
Mayo	2611,8	145,8	439,5
Junio	2774,2	159,2	273,9
Julio	2871,8	166,9	250,3
Agosto	2736,1	157,8	240,9
Septiembre	2327,4	131,8	175,2

Octubre	1733,5	95,8	219,0
Noviembre	1016,1	55,0	219,8
Diciembre	900,1	48,5	198,3
Media	1944,18	100,97	261,79

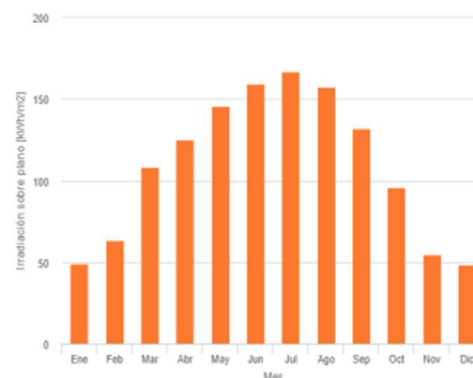
Los datos obtenidos en la tabla son los siguientes:

- E_m : Producción eléctrica media mensual del sistema dado (kWh)
- H_m : Suma media mensual de la irradiación global recibida por metro cuadrado por los módulos del sistema dado (kWh/m^2)
- H_d : Suma media diaria de la irradiación global recibida por metro cuadrado por los módulos del sistema dado (kWh/m^2)

Producción de energía mensual del sistema FV fijo:



Irradiación mensual sobre plano fijo:



Junto a esta tabla tenemos las siguientes gráficas donde se ve la producción de energía del sistema FV fijo de cada mes y la irradiación mensual sobre el plano fijo. Queda más latente que los meses de verano son mucho más productivos.

2.6.1 Radiación Solar

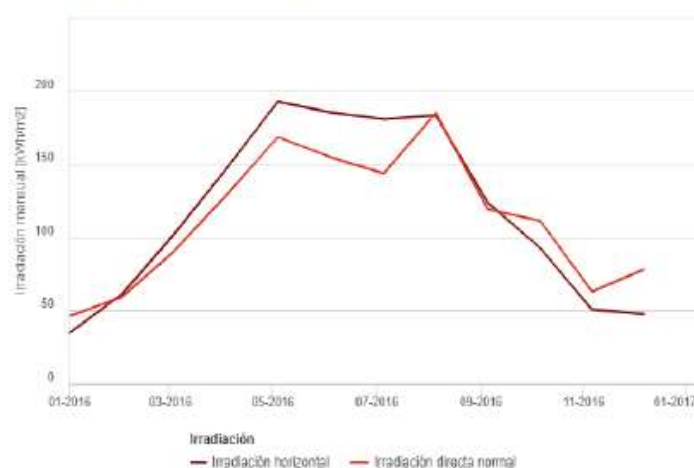
La herramienta PVGIS a partir de datos estadísticos nos da una aproximación de la energía incidente efectiva. La siguiente tabla muestra la radiación solar en KWh/m^2 para un plano horizontal (GlobHor) y la que incide en los paneles con los datos de inclinación y Azimut ($11^\circ/-5^\circ$)

Mes	Irradiación global horizontal (kWh/m^2)	Direct normal irradiation (kWh/m^2)	Temperatura ($^\circ C$)
Enero	34.70	46.3	7.2
Febrero	61.11	59.12	5.9
Marzo	101.66	90.19	6.4

Abril	146.19	128.26	9.1
Mayo	192.61	168.33	13.6
Junio	185.22	154.90	17.1
Julio	180.55	143.52	19.5
Agosto	183.33	184.76	20
Septiembre	123.57	119.16	17.6
Octubre	92.80	111.27	12.8
Noviembre	50.64	62.94	7.5
Diciembre	47.75	78.11	5.4
Media	116.67	112.24	11.84

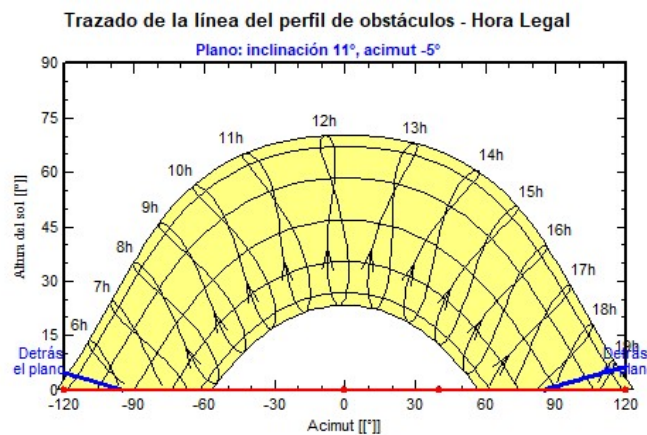
Junto a esta tabla tenemos la siguiente gráfica donde se ve la energía incidente en cada mes y donde queda más latente como los meses de verano son mucho más productivos.

Irradiación solar mensual



2.6.2 Pérdidas por sombras

Tal y como indica el IDAE en su PCT, el procedimiento a seguir para determinar las pérdidas por sombreado es mediante la comparación del perfil de obstáculos que afecta a la superficie de estudio con el diagrama de trayectorias del Sol y mediante las tablas de referencia calcular el porcentaje de pérdidas.



En este caso, como la instalación solar se ubica en la cubierta de una nave industrial y no existe ningún elemento de mayor altura que pueda producir sombras, las pérdidas por sombreado debido a elementos externos a la instalación serán del 0%.

2.6.3 Performance Ratio (PR)

Una vez hemos calculado la radiación, se va a proceder a obtener el valor de PR, con el cual se tiene en cuenta el rendimiento energético de la instalación.

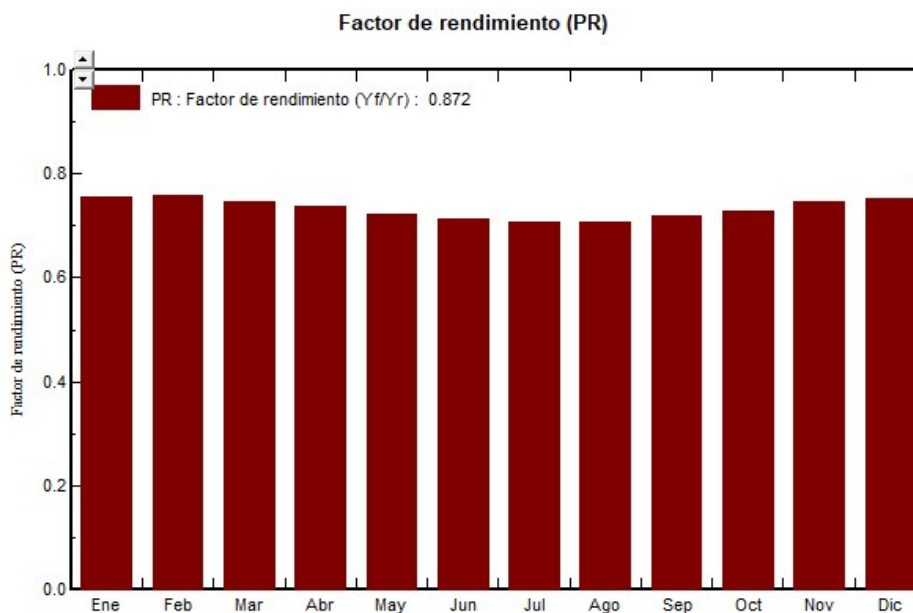
Existen varios tipos de pérdidas energéticas en la transformación desde la energía de las ondas electromagnéticas del sol, radiación solar, hasta la energía eléctrica en corriente alterna trifásica. En general estas pérdidas se producen en el panel, en el inversor y en el cableado que une paneles, inversores y la red:

- En los módulos fotovoltaicos:
 - Pérdidas por temperatura de las células de los paneles.
 - Pérdidas de potencia debido a la suciedad.
 - Pérdida de dispersión de parámetros entre módulos.
 - Pérdida de potencia por reflectancia angular espectral.
 - Pérdidas por orientación e inclinación: incluye todas las pérdidas anteriores que dependen de la inclinación de temperatura, suciedad y reflectancia.

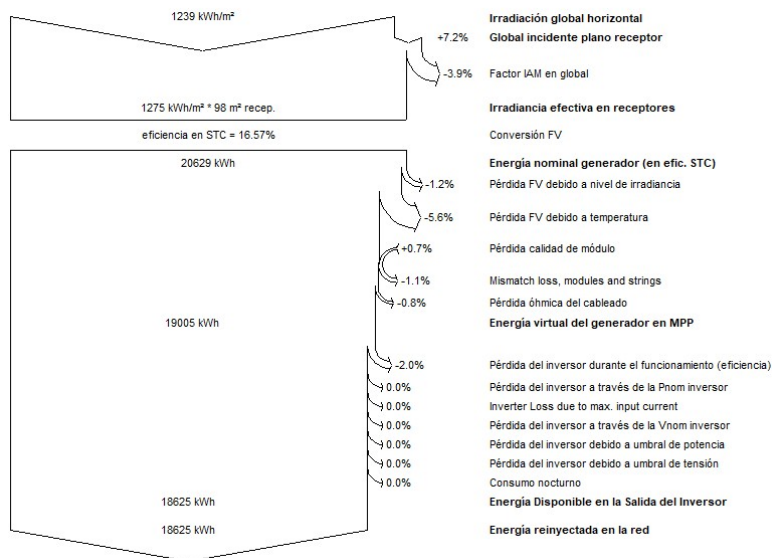
- En los inversores:
 - Pérdidas en la conversión CC/CA.

- Pérdidas del sistema de seguimiento del punto de máxima potencia (MPP).
 - Pérdidas en el umbral de arranque.
- En el cableado:
 - Pérdidas en el cableado de corriente continua.
 - Pérdidas en el cableado de corriente alterna.

Un ejemplo de las pérdidas que acompañaran al presente proyecto se muestra en la siguiente tabla.



Para finalizar el PVsist coge todos estos datos y con ellos hace un diagrama de pérdidas donde se muestra como la energía solar que incide sobre los módulos fotovoltaicos se va perdiendo conforme la misma va pasando por los diferentes componentes eléctricos (módulos, cables e inversor).



3 PLANOS

PLANO 1: UBICACIÓN DE LA INSTALACIÓN

PLANO 2: EMPLAZAMIENTO DE LA INSTALACIÓN

PLANO 3: DISTRIBUCIÓN DE PANELES

PLANO 4: CABLEADO Y EQUIPOS


PLANO 5: ESTRUCTURA PORTANTE

PLANO 6: ESQUEMA UNIFILAR INSTALACIÓN



	Fecha/Data:	Nombre/Izena:	Firma/Signa.:
Dibujado/Marraztuko:	26/01/2024	Gorka Gómez López	
Comprob./Egiaztatu:	26/01/2024	Gorka Gómez López	
Dirigido/Zuzenduta:	26/01/2024	Gorka Gómez López	



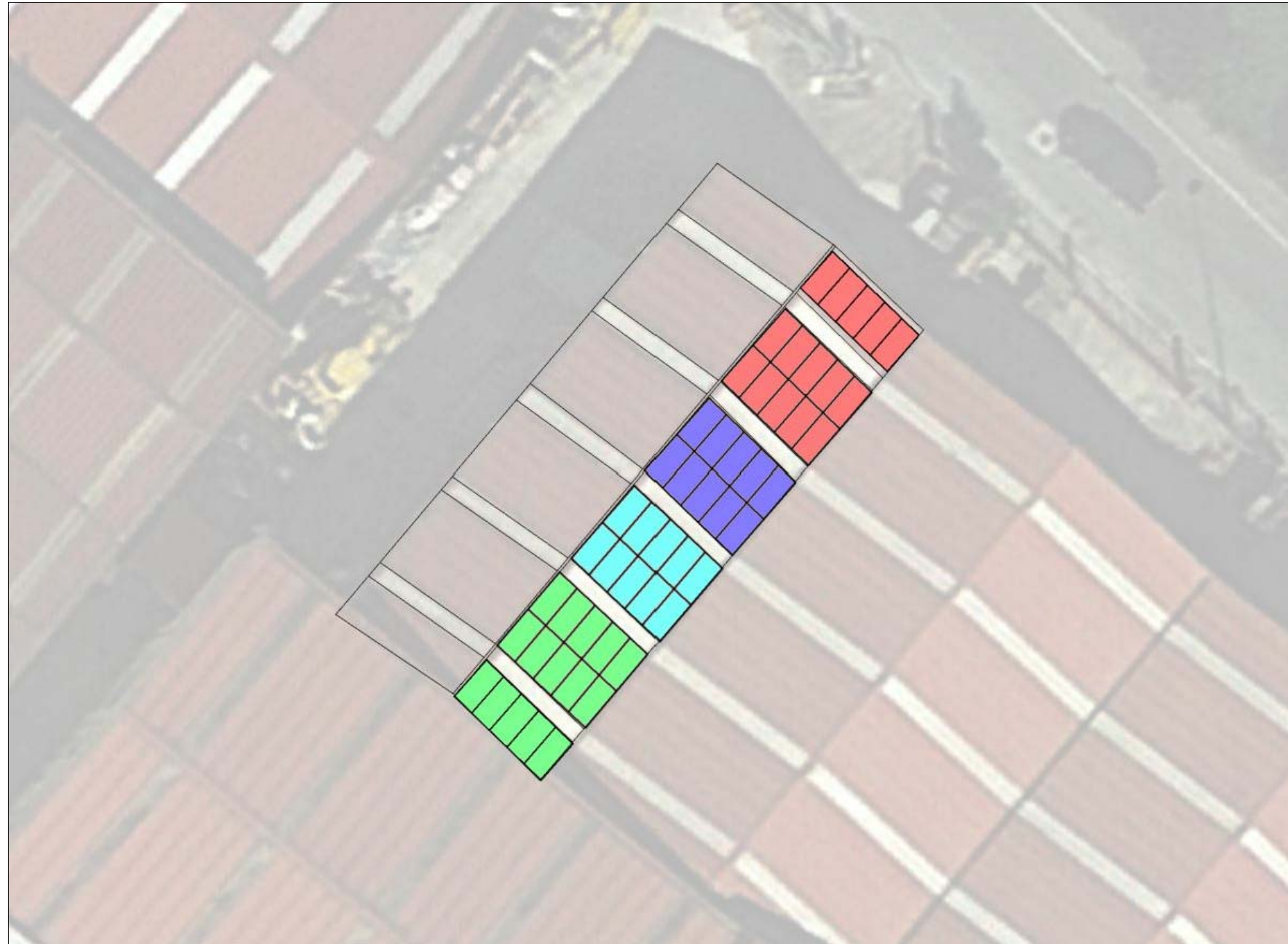
	Escala/Eskala:
Toleran. gen.: Perdoiak gen.:	S/E

PLANO DE UBICACIÓN
INSTALACIÓN





FV LEITZA – Autoconsumo
Plano N°/Zkia.: 1/1
Plano Cant./Kop.: 1



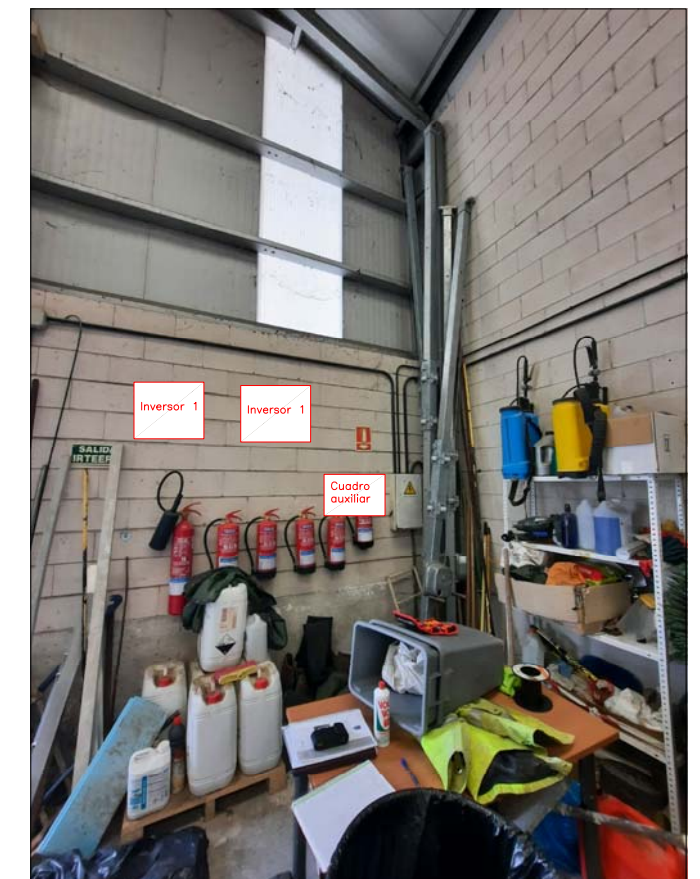
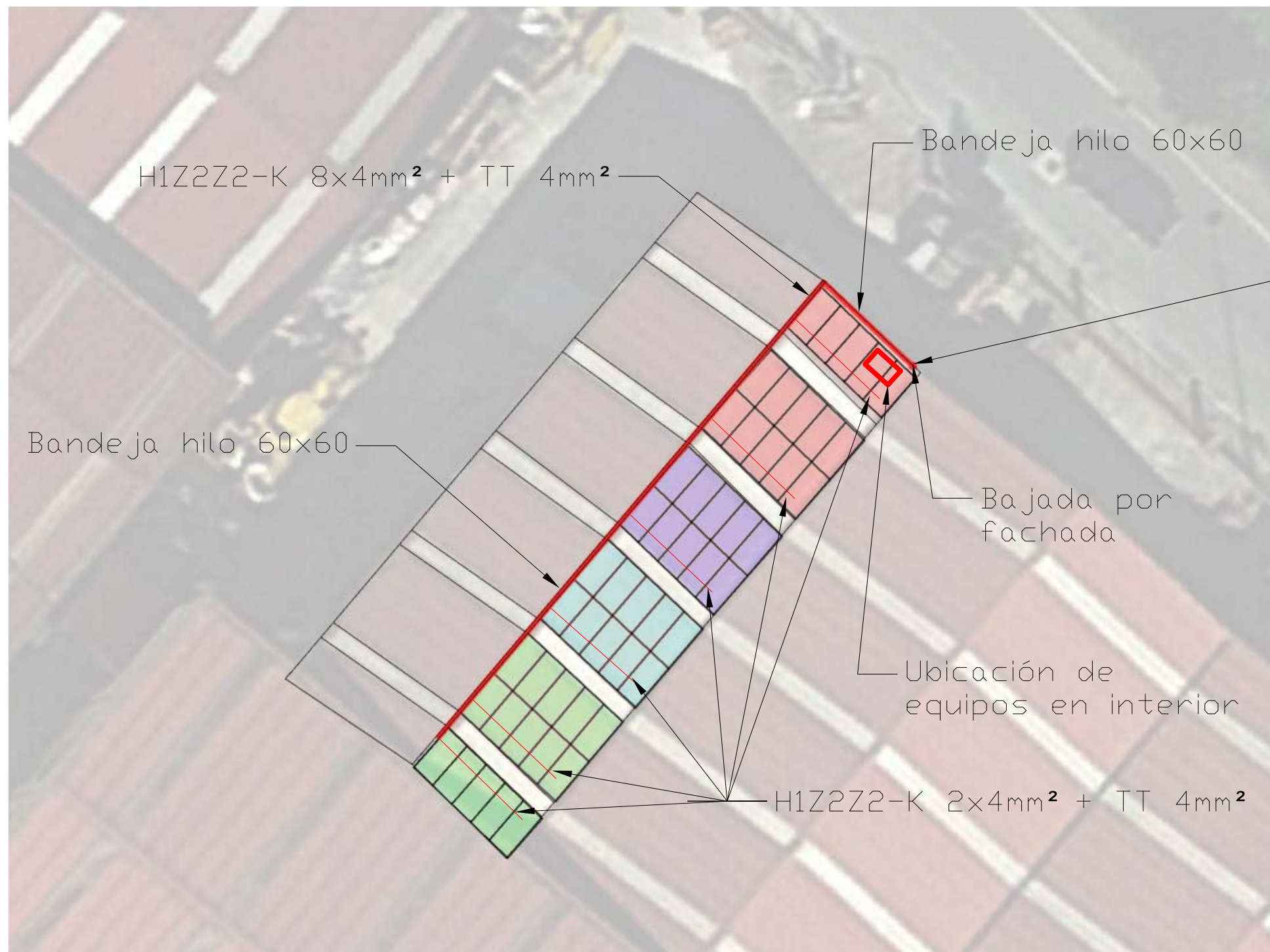
	Fecha/Data:	Nombre/Izena:	Firma/Signa.:	
Dibujado/Marraztuko:	08/01/2024	Gorka Gómez López		
Comprob./Egiaztatu:	08/01/2024	Gorka Gómez López		
Dirigido/Zuzenduta:	08/01/2024	Gorka Gómez López		
 Toleran. gen.: Perdoiak gen.:	Escala/Eskala: S/E	EMPLAZAMIENTO INSTALACIÓN		FV LEITZA AUTOCONSUMO
				Plano N°/Zkia.: 1/1 Plano Cont./Kop.: 1








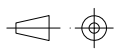
Asignación strings de paneles

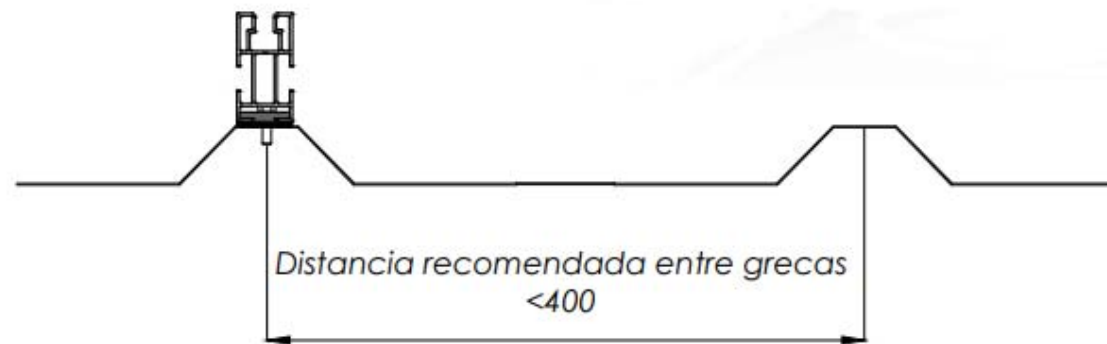
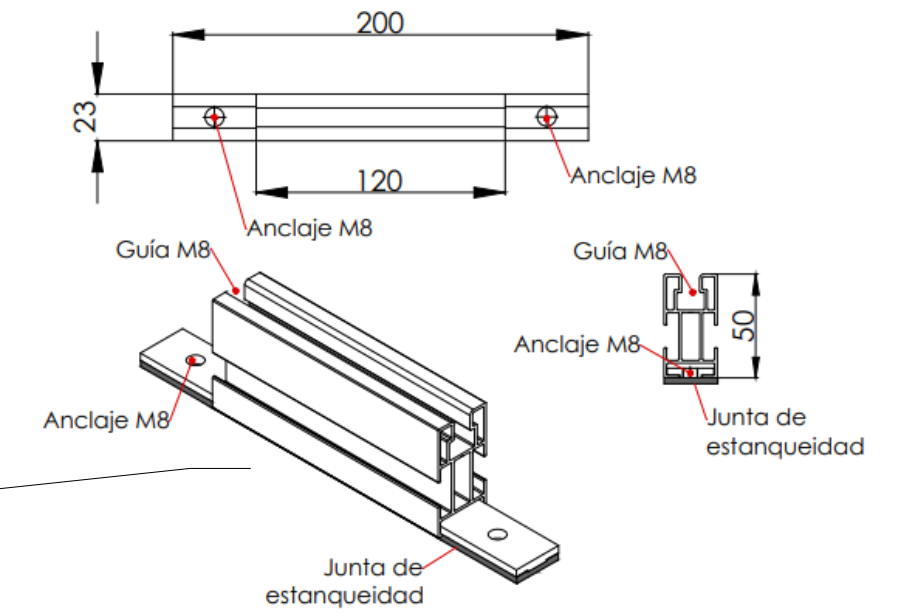
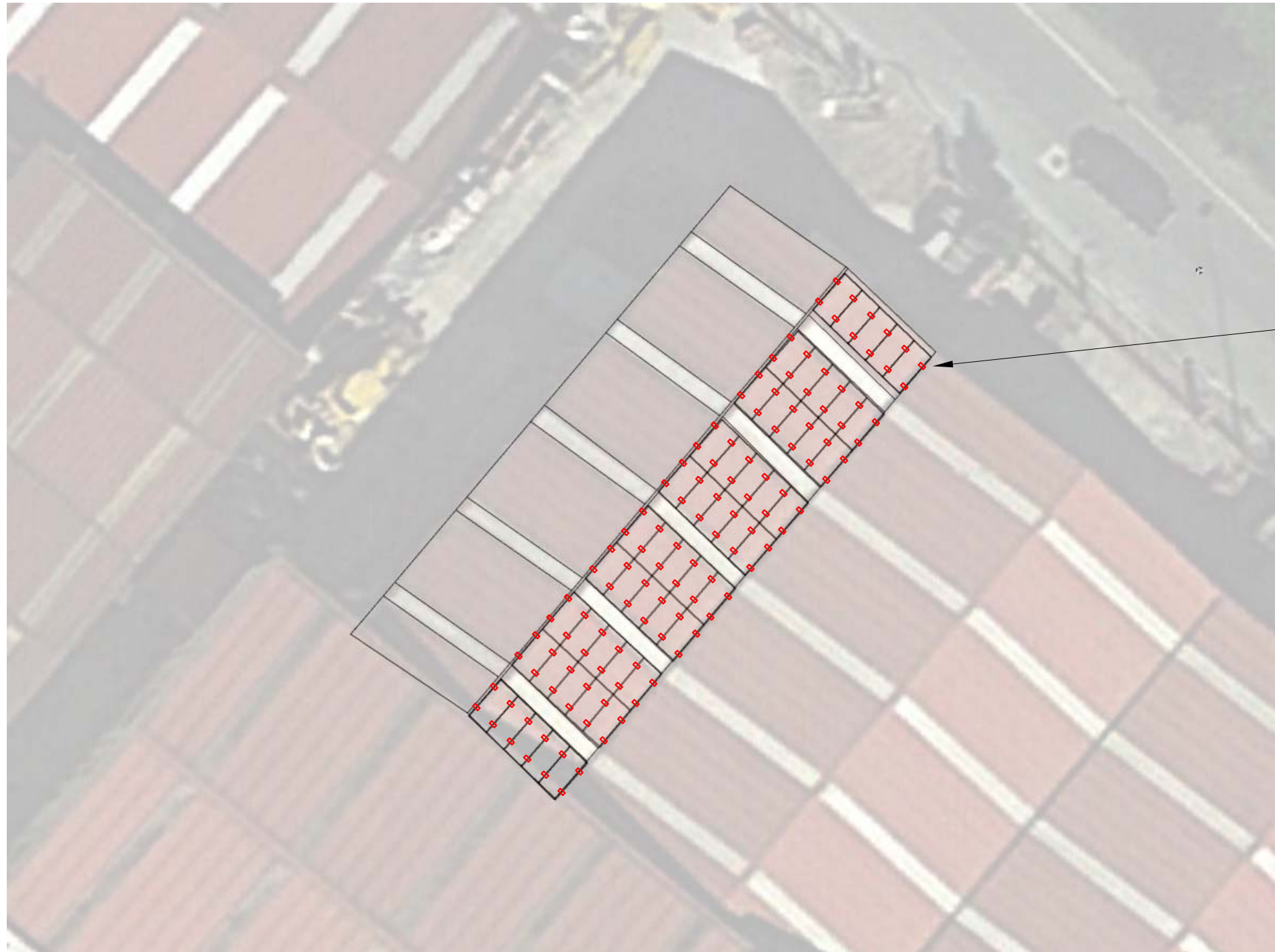
String	Inversor	MPPT	Paneles 450W	W total
	1	1	15	6750
	1	2	10	4500
	2	2	10	4500
	2	1	15	6750


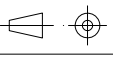
	Fecha/Data:	Nombre/Izena:	Firma/Signa.:	
Dibujado/Marraztuko:	09/01/2024	Gorka Gómez López		
Comprob./Egiaztatu:	09/01/2024	Gorka Gómez López		
Dirigido/Zuzenduta:	09/01/2024	Gorka Gómez López		
 Toleran. gen.: Perdoiak gen.:	Escala/Eskala: S/E	DISTRIBUCIÓN PANELES INSTALACIÓN		FV LEITZA – AUTOCONSUMO
				Plano N°/Zkia.: 1/1 Plano Cant./Kop.: 1

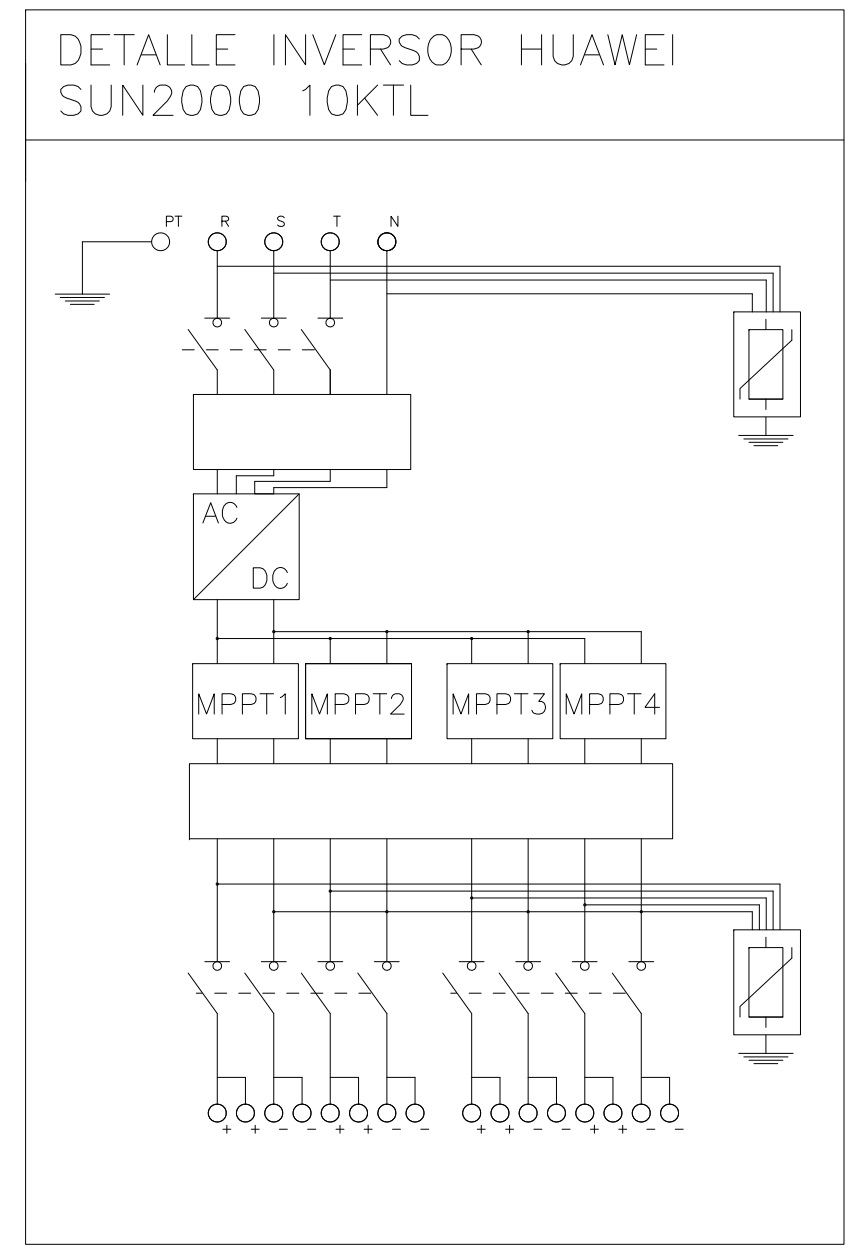
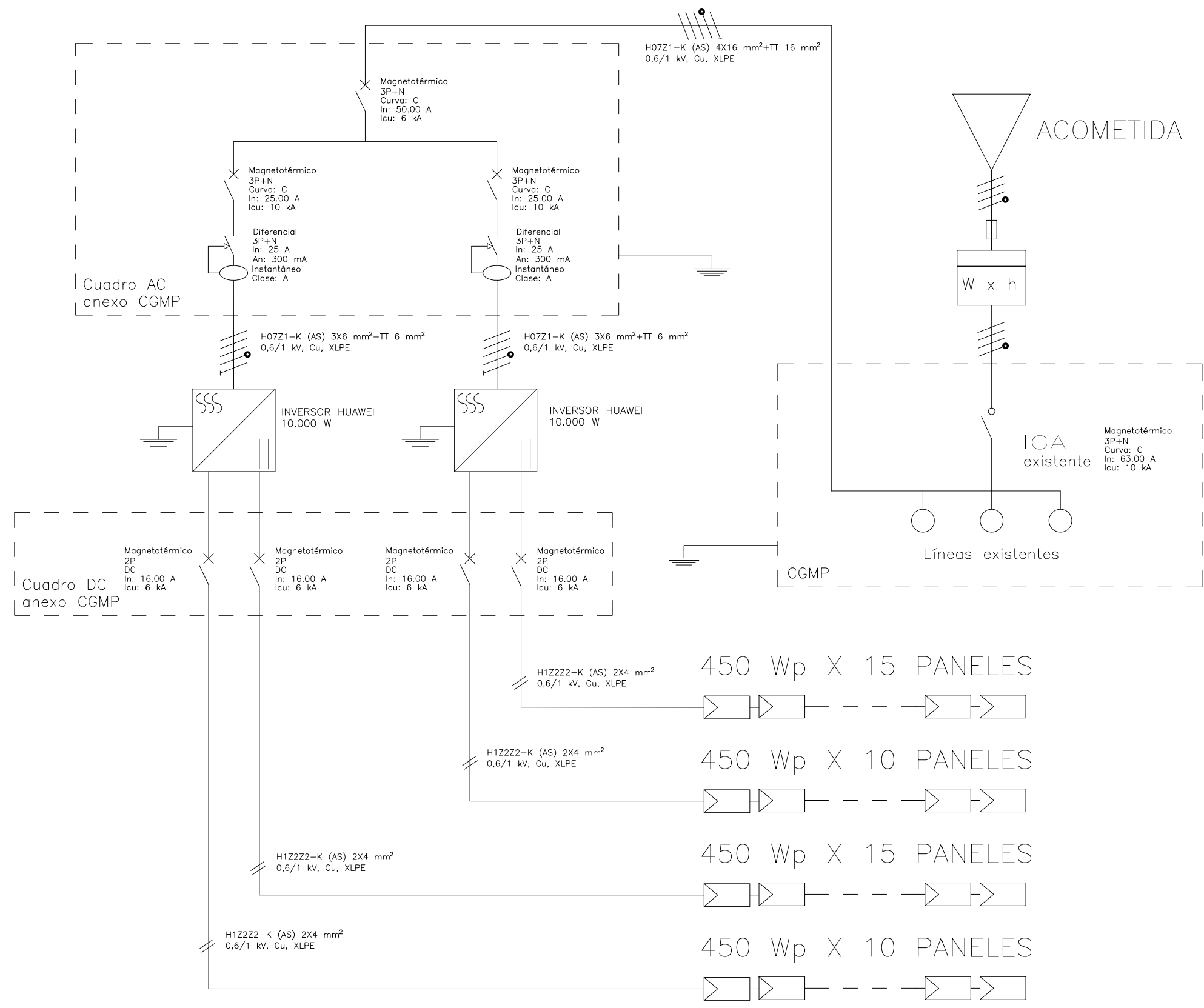


Cableado y canalizaciones				
String	Tipo Canal.	Cableado	Distancia	TT
	Bandeja hilo 60x60	H1Z2Z2-K 2x4mm ²	19ml	4mm ²
	Bandeja hilo 60x60	H1Z2Z2-K 2x4mm ²	24ml	4mm ²
	Bandeja hilo 60x60	H1Z2Z2-K 2x4mm ²	29ml	4mm ²
	Bandeja hilo 60x60	H1Z2Z2-K 2x4mm ²	39ml	4mm ²

	Fecha/Data:	Nombre/Izena:	Firma/Signa.:	
Dibujado/Marraztuko:	09/01/2024	Gorka Gómez López		
Comprob./Egiaztatu:	09/01/2024	Gorka Gómez López		
Dirigido/Zuzenduta:	09/01/2024	Gorka Gómez López		
 Toleran. gen.: Perdoiak gen.:	Escala/Eskala: S/E	CABLEADO Y EQUIPOS INSTALACIÓN		FV LEITZA – AUTOCONSUMO Plano N°/Zkia.: 1/1 Plano Cant./Kop.: 1



	Fecha/Data:	Nombre/Izena:	Firma/Signa.:	
Dibujado/Marraztuko:	09/01/2024	Gorka Gómez López		
Comprob./Egiaztatu:	09/01/2024	Gorka Gómez López		
Dirigido/Zuzenduta:	09/01/2024	Gorka Gómez López		
 Toleran. gen.: Perdoiak gen.:	Escala/Eskala: S/E	ESTRUCTURA PORTANTE INSTALACIÓN		FV LEITZA – AUTOCONSUMO Plano N°/Zkia.: 1/1 Plano Cant./Kop.: 1



	Fecha/Data:	Nombre/Izena:	Firma/Signa.:	
Dibujado/Marrastuko:	08/01/2024	Gorka Gómez López		
Comprob./Egiaztatu:	08/01/2024	Gorka Gómez López		
Dirigido/Zuzenduta:	08/01/2024	Gorka Gómez López		
		ESQUEMA UNIFILAR INSTALACIÓN		FV LEITZA – AUTOCONSUMO
				Plano N°/Zkia.: 1/1
				Plano Cant./Kop.: 1

4 PLIEGO DE CONDICIONES

4.1 CALIDAD DE LOS MATERIALES

4.1.1 Generalidades

Todos los materiales empleados en la ejecución de la instalación tendrán, como mínimo, las características especificadas en este Pliego de Condiciones, empleándose siempre materiales homologados según las normas UNE citadas en la instrucción ITC BT 02 que le sean de aplicación.

4.1.2 Conductores eléctricos

Todos los conductores estarán homologados según la Normas UNE 21157 o UNE 21123. Las secciones utilizadas serán como mínimo las indicadas en la Memoria, Cálculos y apartado de planos para cada circuito.

Conductores AC

El circuito de salida del inversor hasta el Interruptor General de Alimentación estará compuesto por conductores H07Z1-K, de cobre pulido flexible de clase 5 (-K), tensión asignada 0,6/1 kV y aislamiento con compuesto libre de halógenos EPR o XLPE.

Conductores DC

En las líneas de la instalación fotovoltaica se utilizarán el mismo tipo de conductor H07Z1-K especialmente diseñado para instalarse bajo los requerimientos de la normativa CPR (Construction Product Regulation).

4.1.3 Conductores de protección

Serán de la misma clase y presentarán el mismo aislamiento que los conductores activos.

Se instalarán por la misma canalización de estos.

Sus secciones serán las indicadas en la tabla 2 de la ITC BT 18, en función de la sección de los conductores de fase, tal como se ha mostrado en los cálculos.

4.1.4 Identificación de los conductores

Los conductores deberán identificarse por el color de sus aislamientos exteriores, que deberán ser:

Conductores DC

- Rojo para el positivo
- Negro para el negativo

Los positivos y negativos de cada grupo de módulos se conducirán separados y protegidos.

Conductores AC

- Negro, marrón o gris para los conductores de fase
- Azul claro para los conductores de neutro
- Bicolor amarillo-verde para los conductores de protección

4.1.5 Tubos protectores

Los tubos protectores a emplear serán los indicados en el punto correspondiente de la memoria y cumplirán con las normas UNE 50086-1. Todos los tubos serán flexibles y preparados para la instalación en intemperie.

Los diámetros interiores nominales mínimos, en función del número, clase y sección de los conductores que han de alojar, serán los indicados en las tablas 9 de la ITC-BT 021.

Para más de cinco conductores, por tubo o para conductores de secciones diferentes por el interior del tubo, la sección de este será, como mínima, igual a 2,5 veces la sección total ocupada por los conductores.

4.1.6 Cajas de empalme y derivación

Las siguientes características serán aplicables al cuadro de interconexión entre la instalación solar, el inversor y el cuadro general donde se encuentra el Interruptor General de Alimentación.

Este será de material aislante y estanco, presentará un grado de protección mínimo de IPX4.

Deberá permitir la fácil introducción y retirada de los conductores por los tubos, así como alojar las conexiones y derivaciones de aquellos mediante bornes de conexión.

Su profundidad equivaldrá, cuando menos, al diámetro del tubo mayor más un 50% del mismo, con un mínimo de 40 mm para su profundidad y 80 mm para el diámetro o lado interior.

4.1.7 Aparatos de mando y maniobra

Los aparatos de mando y maniobra serán de tipo cerrado y material aislante, cortarán la corriente máxima del circuito en que están colocados sin dar lugar a la formación de arcos permanentes, y no podrán tomar una posición intermedia.

Las dimensiones de las piezas de contacto serán tales que la temperatura, en ningún caso, pueda exceder de 65 °C, en ninguna de las piezas.

Su construcción será tal que permita realizar un número de maniobras de apertura y cierre del orden de las 10.000, con su carga nominal y la tensión de trabajo.

4.1.8 Protecciones

Son los disyuntores eléctricos, fusibles o interruptores diferenciales.

Los disyuntores serán del tipo magnetotérmicos de accionamiento manual y podrán cortar la corriente máxima del circuito en que estén colocados sin dar lugar a la formación de

arcos permanentes, abriendo y cerrando los circuitos si posibilidad de tomar una posición intermedia.

El disyuntor magnetotérmico de protección general de la instalación fotovoltaica será de corte tetrapolar (III+N), y con la capacidad de cortocircuito indicada en el apartado de cálculos.

Los disyuntores magnetotérmicos de protección de los circuitos serán los indicados en el capítulo de Cálculos.

Los fusibles estarán calibrados para soportar las tensiones y corrientes de la parte de Corriente Continua CC, además serán extraíbles para poder cortar el circuito en el caso de querer hacer mantenimientos de manera segura. Llevará marcada la intensidad y tensión nominal de funcionamiento, así como el signo indicador de su desconexión.

En conexiones a la red trifásica las protecciones para la interconexión de máxima y mínima frecuencia (51 y 49 Hz respectivamente) y de máxima y mínima tensión (1,1 Um y 0,85 Um respectivamente) serán para cada fase y el propio inversor es el que se encargará.

4.1.9 Estructura metálica

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

El diseño y la construcción de la estructura y el sistema de fijación de módulos, permitirán 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 del módulo fotovoltaico.

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

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

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

4.1.10 Sistema generador fotovoltaico

Todos los módulos deberán satisfacer las especificaciones UNE-EN 61215 para módulos de silicio cristalino, lo que se acreditará mediante la presentación del certificado oficial correspondiente.

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

Se utilizarán módulos que se ajusten a las características técnicas descritas a continuación.

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

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

Para que un módulo resulte aceptable, su potencia máxima y corriente de cortocircuito reales referidas a condiciones estándar deberán estar comprendidas en el margen del $\pm 10 \%$ 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.

La estructura del generador no se conectará a tierra, ya que el inversor presenta una protección contra sobretensiones de clase 2.

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

4.1.11 Inversor

Será 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 del inversor serán las siguientes:

- Principio de funcionamiento: fuente de corriente
- Autoconmutado
- Seguimiento automático del punto de máxima potencia del generador (MPPT)

- No funcionarán en isla o modo aislado

El inversor cumplirá 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 clase II
- Perturbaciones presentes en la Red como microcortes, pulsos, defectos de ciclos, ausencia y retorno de la Red, etc.

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

El inversor incorporará, al menos, los controles manuales siguientes:

- Encendido y apagado general del inversor
- Conexión y desconexión del inversor a la interfaz CA. Podrá ser externo al inversor.

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

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

El autoconsumo del inversor en modo nocturno ha de ser inferior al 0,5 % de su potencia nominal. El factor de potencia de la potencia generada deberá ser superior a 0,95, entre el 25 % y el 100 % de la potencia nominal.

A partir de potencias mayores del 10 % de su potencia nominal, el inversor deberá inyectar en o la Red de Baja Tensión, o a la Red interior de la nave.

El inversor tendrá un grado de protección mínima IP 20 ya que se encontrará en el interior del edificio. En cualquier caso, se cumplirá la legislación vigente.

El inversor estará garantizado para la operación en las siguientes condiciones ambientales entre 0 °C y 40 °C de temperatura y entre 0 % y 85 % de humedad relativa.

4.1.12 Puesta a tierra

El inversor se conectará a la tierra general de la nave, para poder derivar los posibles defectos de asilamiento y proteger a los operarios de la nave de contactos directos.

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.

4.2 NORMAS PARA LA EJECUCIÓN DE INSTALACIONES

4.2.1 Protecciones

La protección contra contactos indirectos quedará suficientemente garantizada por la no existencia de partes en tensión al descubierto, por la utilización de cajas, tubos protectores y por el aislamiento de los conductores.

Contra contactos directos se protegerá por el corte automático de la alimentación después de la aparición de un fallo. Está destinado a impedir que una tensión de contacto de valor suficiente, se mantenga durante un tiempo tal que puede dar como resultado un riesgo.

4.2.2 Condiciones generales de la instalación

El cuadro de interconexión se instalará en modalidad superficial.

El cuadro de interconexión se situará, en el lugar indicado en el plano, próximo al cuadro general (también indicado en el plano). Este lugar destacará por ser fácilmente accesible y de uso general. El cuadro se realizará con materiales no inflamables y su distancia al pavimento será de 1,50 m (de suelo a los mecanismos de mando).

Las derivaciones de conductores se efectuarán siempre en el interior de cajas de empalmes o derivaciones. La conexión entre conductores se hará mediante bornes de conexión, no permitiéndose más de tres conductores en cada borne. La conexión de los interruptores unipolares se hará siempre sobre el conductor de fase. No se utilizará el mismo conductor neutro para varios circuitos.

Los conductores se alojarán en los tubos después de colocados estos y sus accesorios.

Los circuitos eléctricos derivados llevarán una protección contra sobreintensidades, bien por un interruptor automático o cortocircuito fusible, que se instalara siempre sobre el conductor de fase propiamente dicho.

La puesta a tierra general del edificio estará accesible y señalizada, para poder efectuar la medición de la resistencia de tierra, aunque este valor nos lo puede suministrar la propia empresa en la que se va a hacer la instalación fotovoltaica de autoconsumo.

4.2.3 Canalizaciones

En caso de proximidad de canalizaciones eléctricas con otras no eléctricas, se dispondrán de forma que entre las superficies exteriores de ambas se mantenga una distancia de, por lo menos, 3 cm. En caso de proximidad con conductos de calefacción, de aires calientes, o de humo, las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que no puedan alcanzar una temperatura peligrosa y, por consiguiente, se mantendrán separadas por una distancia conveniente o por medio de pantallas calorífugas.

Las canalizaciones eléctricas y las no eléctricas, solo podrán ir dentro de un mismo canal o hueco en la construcción, cuando se cumplan simultáneamente las siguientes condiciones:

- La protección contra contactos indirectos estará asegurada por alguno de los sistemas señalados en la instrucción ITC-BT 24, considerando a las conducciones no eléctricas, cuando sean metálicas, como elementos conductores.
- Las canalizaciones eléctricas estarán convenientemente protegidas contra los posibles peligros que pueda presentar su proximidad a canalizaciones, y especialmente se tendrá en cuenta:
 - La elevación de la temperatura, debido a la proximidad con una conducción de fluido caliente.
 - La condensación.
 - La inundación, por avería en una conducción de líquidos; en este caso se tomarán todas las disposiciones convenientes para asegurar la evacuación de estos.
 - La corrosión por avería en una conducción que contenga un fluido corrosivo.
 - La explosión, por avería en una conducción que contenga un fluido inflamable.

Las canalizaciones eléctricas dispondrán de manera que en cualquier momento se pueda controlar su aislamiento, localizar y separar las partes averiadas.

Por otra parte, el conductor neutro o compensador, cuando exista, estarán suficientemente diferenciado de los demás conductores. Las canalizaciones pueden considerarse suficientemente diferenciadas una de otras bien por la naturaleza o por el tipo de los conductores que la componen, así como por sus dimensiones o por su trazado. Cuando la identificación pueda resultar difícil, debe establecerse un plan de instalación que permita, en todo momento, esta identificación mediante etiquetas o señales.

4.2.4 Paso a través de elementos de la construcción

El paso de las canalizaciones a través de los elementos de la construcción, tales como muros, tabiques y techos, se realizará de acuerdo con las siguientes prescripciones:

- En toda la longitud de los pasos de canalizaciones no se dispondrán de empalmes de conductores.
- Las canalizaciones estarán suficientemente protegidas contra los deterioros mecánicos, las reacciones químicas y los efectos de la humedad. Esta protección se exigirá de forma continua en toda la longitud del paso.
- Si se utilizan tubos no obturados para atravesar un elemento constructivo que separe locales de humedad marcadamente diferente, se dispondrán de un modo que se impida la acumulación de agua en el local menos húmedo, curvándolos convenientemente en su plano hacia el local más húmedo. Cuando los pasos desemboquen al exterior el tubo se dispondrá de modo que el paso exterior-interior de los conductores se efectúe en sentido ascendente, para sí evitar la posible entrada de agua al interior de la instalación.
- En el caso que las canalizaciones sean de naturaleza distinta a uno y otro lado del paso, se efectuara por la canalización utilizada en el local cuyas prescripciones de instalación sean severas.
- Para la protección mecánica de los conductores en la longitud del paso, se dispondrán estos en el interior de tubos normales cuando aquella longitud del paso, no exceda de 20 cm y si excede se dispondrá tubos blindados. Los extremos de los tubos metálicos sin aislamiento interior estarán provistos de boquillas aislantes de bordes redondeados o de dispositivos equivalentes, siendo suficiente para los tubos metálicos con aislamiento interior que este último sobresalga ligeramente del mismo.

4.2.5 Colocación de tubos

Para la ejecución de las canalizaciones, bajo tubos protectores, se tendrán en cuenta las prescripciones generales siguientes:

- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo preferentemente líneas paralelas a las verticales y horizontales que limiten el local donde se efectuará la instalación.
- Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originaran reducciones de sección inadmisibles. Los radios mínimos de curvatura para cada clase de tubo son los indicados en la tabla 2 de la Instrucción ITC-BT 21.
- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocados y fijados estos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes y que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 m. El número de curvas en ángulo recto situadas entre dos registros consecutivos no será superior a 3. Los conductores se alojaran en los tubos después de colocados estos.

En ningún caso se permitirá la unión de conductores, como empalmes o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión montados individualmente o constituyendo bloques o regletas de conexión; pueden permitirse así mismo, la utilización de bridas de conexión.

Siempre deberán realizarse en el interior de cajas de empalme o de derivación. Si se trata de cables deberá cuidarse al hacer las conexiones que la corriente se reparta por todos los alambres componentes y si el sistema adoptado es de tornillo de aprieto entre una arandela metálica bajo su cabeza y una superficie metálica, los conductores de sección superior a 6.0 mm² deberán conectarse por medio de terminales adecuados, cuidando siempre de que las conexiones, de cualquier sistema que sean, no queden sometidas a esfuerzos mecánicos.

Los tubos se colocarán adaptándolos a la superficie sobre la que se instalan, curvándolos o usando los accesorios necesarios.

En los cruces de tubos rígidos con juntas de dilatación de un edificio, deberán interrumpirse los tubos, quedando los extremos del mismo separados entre si 5 cm aproximadamente, y empalmándose posteriormente mediante manguitos deslizantes que tengan una longitud mínima de 20cm.

4.3 RECEPCIÓN DE MATERIAL

El instalador entregará al usuario un documento-albarán en el que conste el suministro de componentes, materiales y manuales de uso y mantenimiento de la instalación. Este documento será firmado por duplicado por ambas partes, conservando cada uno un ejemplar.

Los manuales entregados al usuario estarán en alguna de las lenguas oficiales españolas para facilitar su correcta interpretación.

4.4 PRUEBAS REGLAMENTARIAS

4.4.1 Aislamiento de las instalaciones

Las instalaciones eléctricas deberán presentar una resistencia de aislamiento por lo menos igual a $1000 \times V$, siendo V la tensión máxima.

El aislamiento de la instalación eléctrica se medirá con relación a tierra y entre conductores mediante la aplicación de una tensión continua suministrada por un generador que proporciona en vacío una tensión comprendida entre 500 y 1000 V., y como mínimo 250 V. con una carga externa de 100.000 Ohmio.

4.4.2 Independencia de suministros

Se comprobará que ninguno de los puntos de una determinada instalación coincida en alguna canalización, caja de empalmes o puntos de utilización de cualquiera de los otros suministros, de forma que estos sean completamente independientes entre sí.

4.4.3 Funcionamiento de las instalaciones

Se comprobará el perfecto funcionamiento de las instalaciones, en cuanto se refiere a:

- Aparatos de mando y maniobra
- Aparatos de protección
- Fijación perfecta de los conductores a los bornes de conexión
- Continuidad de la conductancia en la totalidad de los circuitos

4.4.4 Instalación Fotovoltaica

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, 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
- Pruebas de los elementos y medidas de protección y seguridad. Así como su actuación, con excepción de las pruebas referidas al interruptor automático de la desconexión

Concluidas las pruebas y la 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:

- Retirada de obra de todo el material sobrante.
- Limpieza de las zonas ocupadas, con transporte de todos los desechos a vertedero.
- Durante este período el suministrador será el único responsable de la operación de los sistemas suministrados, si bien deberá adiestrar al personal de operación.
- Todos los elementos suministrados, así como la instalación en su conjunto, estarán protegidos frente a defectos de fabricación, instalación o diseño por una garantía de tres años, salvo para los módulos fotovoltaicos, para los que la garantía será de 8 años contados a partir de la fecha de la firma del acta de recepción provisional.

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 o montaje, comprometiéndose a subsanarlos sin cargo alguno. En cualquier caso, deberá atenerse a lo establecido en la legislación vigente en cuanto a vicios ocultos.

4.5 CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD

Los abonados o usuarios de la instalación a fin de disponer de plenas garantías de seguridad en el uso de las mismas, deberán tener en cuenta las siguientes condiciones de uso y mantenimiento:

- Solicitar los servicios de un **INSTALADOR ELECTRICISTA AUTORIZADO** siempre que se desee realizar cualquier trabajo que afecte a las instalaciones fijas. A poder ser de la misma empresa que ha instalado los paneles fotovoltaicos.

4.6 CERTIFICADOS Y DOCUMENTOS

A efectos de legalizar las instalaciones, se suministrará a industria la siguiente documentación o/y datos del proyecto ejecutado:

- Por parte de la empresa instaladora:
 - Nombre de la empresa
 - C.I.F., y domicilio fiscal
 - Nombre, apellidos y D.N.I. del representante legal

- Por parte del instalador electricista autorizado:
 - Nombre de la empresa instaladora
 - N° de carnet de instalador autorizado
 - Domicilio Fiscal
 - Teléfono
 - Boletín

4.7 LIBRO DE ORDENES

Se llevará un libro de órdenes (CERTIFICADO FINAL DE DIRECCION DE OBRA) en el que se anotaran las Órdenes referentes a la instalación eléctrica que dicte el director de la obra.

En él constaran las soluciones a adoptar por el instalador electricista ante los problemas que puedan surgir en el desarrollo de las obras y no estén previstos en el presente Proyecto, siendo la primera la siguiente:

El instalador electricista autorizado que deba realizar las instalaciones deberá ponerse en contacto con el Técnico Director de las instalaciones y solicitar su presencia:

- Al replanteo o marcado de las instalaciones.
- Al colocar los tubos (antes de taparlos).
- A la colocación de los conductores, antes de tapar las cajas de empalmes y embellecedores de los mecanismos).
- A la ejecución de las pruebas reglamentarias.
- Siempre que se estime necesaria su presencia para realizar aclaraciones.

5 PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CAPITULO 1: GENERACIÓN

01.01	50	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE PANEL FOTOVOLTAICO RISEN 450W	306,43 €	15321,00 €
01.02	50	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ESTRUCTURA PORTANTE MICRORRAIL SUNFER 06H	108,33 €	5416,6 €

CAPITULO 2: CUADROS

02.01	2	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CUADRO ELÉCTRICO DE MONTAJE SUPERFICIAL	235,24 €	470,47 €
02.02	1	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO DE 4x50A	278,57 €	278,59 €
02.03	2	SUMINISTRO HE INSTALACIÓN DE INTERRUPTOR DIFERENCIAL DE 2x25A 300mA CLASE A	309,52 €	619,04 €
02.04	2	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO DE 4x25A	247,62 €	495,23 €
02.05	4	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO DC 2X16A	170,24 €	680,94 €

CAPITULO 3: INVERSORES

03.01	2	SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y PUESTA EN MARCHA DE INVERSOR SOLAR HUAWEI SUN2000 10KTL + WATIMETRO	3714,24 €	7428,48 €
-------	---	---	-----------	-----------

CAPITULO 4: CABLEADO

04.01	300	MTs SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE SOLAR DE 6MM	5,57 €	1671,40 €
04.02	40	MTs SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE BANDEJA DE HILO 60X60	139,28 €	5571,36 €

CAPITULO 5: LEGALIZACIÓN Y TRÁMITES

5.01	1	BOLETIN ELÉCTRICO INSTALACIÓN FV	1547,60 €	1547,60 €
------	---	----------------------------------	-----------	-----------

TOTAL NETO	39.501,00 €
IVA	8.295,00 €
TOTAL CON IVA	47.796,00 €

El presupuesto general IVA incluido asciende a la expresada cantidad de CUARENTA Y SIETE MIL SETECIENTOS NOVENTA Y SEIS euros.

Fdo. Gorka Gómez Lopez de Molina

Graduado en Ingeniería Eléctrica
Colegiado nº 9911 de COIB
Galdakao, 26 de enero de 2024

ESETEK SMART ENERGY, S.L.
Firma y sello:
CIF: B-95721577
Parque Empresarial Beroa, 19
Oficina 13
48340 AMOREBIETA-ETXANO (Bizkaia)

6 ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

6.1 CONSIDERACIONES GENERALES

De acuerdo con el contenido del artículo 4º del Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, las condiciones que exigen la elaboración de un Estudio de Seguridad y Salud específico dentro del proyecto de ejecución de obra son las siguientes:

- Que el presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto sea igual o superior a 450.759,08 €.
- Que la duración estimada sea superior a 30 días laborables, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- Que el volumen de mano de obra estimada, entendiéndose por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, sea superior a 500.
- Las obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas.

Las obras proyectadas no se encuentran en ninguno de los anteriores supuestos, por cuanto:

- Su presupuesto de ejecución por contrata asciende a 39.501,00€ (IVA excluido), quedando muy por debajo del límite de 450.759,08 €.
- El número de trabajadores estimados para la obra es de 2; por tanto, no se alcanza la cifra de 20 trabajadores.
- El plazo de ejecución previsto para las obras es de 1 mes, es decir, 30 días laborables. Con el promedio de 2 trabajadores/día se alcanza un total de 60 jornadas de trabajo, inferior al límite de 500 establecido para un estudio básico.
- Las obras proyectadas no corresponden a túneles, galerías, conducciones subterráneas, ni presas.

Por tanto, no es preceptiva la elaboración de un Estudio de Seguridad y Salud, siendo suficiente la redacción de un Estudio Básico de Seguridad y Salud en el Trabajo, que establezca una normativa de equipamiento, funcionalidad y manejo de maquinarias y herramientas, así como de los restantes medios de seguridad y conducta del personal de

obra, al objeto de la prevención de accidentes de trabajo y la realización de éste en las mejores condiciones posibles.

El Estudio Básico se ha redactado de manera que se estudian los tipos de trabajo, sus riesgos y la forma de prevenir éstos, así como las restantes circunstancias de la función laboral.

Se han estudiado separadamente las características de los trabajos y el manejo de la máquina a emplear, de tal manera que, mediante el uso y consulta de este documento, en cualquier momento durante la realización de los trabajos, o antes del inicio de los mismos, se puedan adoptar las medidas de prevención que nos aseguren la eliminación de los riesgos previsibles.

6.2 IDENTIFICACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

Este Estudio Básico de Seguridad y Salud tiene por objeto regular, en cuanto se refiere a los aspectos de Seguridad y Salud, las obras correspondientes al **“INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO 22,5 kWp PABELLÓN MUNICIPAL – AYUNTAMIENTO DE LEITZA”**, cuyos datos generales son:

MUNICIPIO	LEITZA (NAVARRA)
PROMOTOR	AYUNTAMIENTO DE LEITZA
CONTRATISTA	ESETEK SMART ENERGY SL
AUTOR DEL PROYECTO	GORKA GÓMEZ LÓPEZ DE MOLINA
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN PROYECTO	39.501,00 € + IVA
PLAZO DE EJECUCIÓN	1 MES
REDACTOR DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD	GORKA GÓMEZ LÓPEZ DE MOLINA

6.3 OBJETIVO Y FINALIDAD

El objetivo del presente Estudio Básico de Seguridad y Salud es la prevención de todos los riesgos que indudablemente se producen en cualquier proceso laboral, y está encaminado a proteger la integridad de las personas y los bienes, indicando y recomendando los medios y métodos que habrán de emplearse, así como las secuencias de los procesos laborales adecuados en cada trabajo específico, a fin de que, contando

con la colaboración de todas las personas que intervienen en los trabajos, se minimice el riesgo de accidentes durante el desarrollo de los mismos.

Se atenderá especialmente a los trabajos de mayor riesgo como son los que se efectúan en la cubierta de un edificio, los que acarrear riesgo de electrocución, la circulación de maquinaria pesada, y el manejo de máquinas herramientas, y se cuidarán las medidas para las protecciones individuales y colectivas, señalizaciones, instalaciones provisionales de obra, y primeros auxilios.

6.4 DATOS GENERALES DE OBRA

6.4.1 Descripción de la obra

El presente proyecto se ejecutará en el municipio de Leitza, concretamente en el pabellón municipal que el ayuntamiento utiliza como almacén.

La instalación solar fotovoltaica que se pretende construir, se desarrollará en la cubierta del edificio, que dispone de una altura de unos 7,00 m.

El acceso a la cubierta donde se realizará la obra, se realizará a través de un camión cesta.

6.4.2 Interferencias con servicios

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

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

En la realización de las obras, no es necesario el corte del acceso de vehículos y de peatones al edificio, ya que la obra se desarrolla de tal forma que no altera el trabajo habitual del personal; estacionando el camión cesta cerca de la fachada, en una zona de la nave que a pesar de estar expuesta al tráfico de personas y de vehículos, se puede delimitar y señalizar de manera que sea suficientemente amplia y con todas las garantías de seguridad. En el interior de la nave se procede de la misma forma, para el paso exterior interior de los conductores de corriente continua.

Para las instalaciones de enlace, conexión en cuadro general actual, etc... que, si precise el corte de los mismos, se procederá mediante soluciones provisionales debidamente señalizadas.

En el presente proyecto las interferencias detectadas son:

- Las conducciones de cables eléctricos y de telecomunicaciones que se hayan en la bandeja metálica y en las canaletas de la instalación eléctrica existente.

6.4.3 Fases / Actividades previstas en la obra

A continuación, se indican las principales fases de obra:

- Actuaciones previas

Se consideran las actuaciones previas al inicio de la obra, como la colocación de señales de obra, delimitación del recinto de trabajo, etc. También se incluye el replanteo de la obra y el acopio de materiales.

- Estructura metálica

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

- Instalación de paneles fotovoltaicos

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

- Instalación eléctrica

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

6.4.4 La maquinaria prevista en la obra

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

- Camión cesta
- Taladro portátil
- Sierra radial eléctrica portátil (rotaflex)
- Herramientas manuales

6.5 IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RIESGOS LABORALES

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

6.5.1 Riesgos laborales clasificados por fases / actividades de obra

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

Fase de obra: Actuaciones previas

Riesgos y causas:

- Atropellos originados por maquinaria
- Vuelcos o deslizamientos de vehículos
- Caídas en el mismo nivel Generación de polvo
- Desplome del material acopiado Aplastamiento de articulaciones Sobreesfuerzos

Equipos de protección colectiva:

- Señalización
- Delimitación de la zona de obra mediante vallado o similar (conos)

Equipos de protección individual:

- Guantes de uso general
- Botas de seguridad
- Casco homologado
- Chaleco reflectante

Medidas preventivas:

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

Se realizará el vallado de la obra o similar (conos), para impedir la entrada a la misma, dejando puertas para los accesos peatonales y de vehículos de obra, permitiendo la circulación de peatones y vehículos.

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

Se comprobará que existen los siguientes documentos:

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

Fase de obra: Estructura metálica para fijación de los paneles

Riesgos y causas:

- Caídas al mismo ó distinto nivel
- Golpes o cortes con objetos ó maquinas
- Proyección de objetos
- Ruido
- Pisada sobre objetos punzantes
- Caída de objetos ó máquinas
- Sobreesfuerzos trabajo de rodillas, agachado o doblado.
- Contactos eléctricos directos por mala conservación de máquinas eléctricas.

Equipos de protección colectiva:

- Utilizar maquinaria con marcado CE provistas de todos los elementos de seguridad necesarios.
- Iluminación adecuada
- Señalización
- Línea de vida ARIANA apta y homologada para su uso de 90 m en el tejado de la nave y de 11 m para el acceso al tejado de la nave.

Equipos de protección individual:

- Guantes de uso general
- Botas de seguridad
- Casco homologado
- Gafas protectoras de ojos y cara
- Protecciones auditivas contra el ruido
- Cinturón portaherramientas
- Cinturones de sujeción o anticaídas de altura
- Línea horizontal de seguridad
- Traje impermeable material plástico sintético
- Guantes y manoplas de material aislante
- Casco aislante
- Ropa aislante
- Botas de seguridad aislantes

Medidas preventivas:

La iluminación mediante portátiles, se hará con portalámparas estancos con mango aislante y rejilla de protección de la bombilla. La energía eléctrica los alimentará a 24V.

Las zonas de trabajo han de tener una iluminación mínima de 100 lux, medidos a una altura sobre el suelo en torno a los dos metros.

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

Fase de obra: Instalaciones de paneles fotovoltaicos

Riesgos y causas:

- Piso resbaladizo
- Corrientes de aire
- Exposición a condiciones meteorológicas adversas como frío, calor intenso, exposición a la intemperie.
- Caídas al mismo ó distinto nivel
- Caída de objetos ó máquinas
- Golpes o cortes con objetos ó maquinas
- Proyección de objetos
- Pisada sobre objetos punzantes
- Sobreesfuerzos trabajo de rodillas, agachado o doblado.
- Contactos eléctricos directos por mala conservación de máquinas eléctricas.
- Contactos eléctricos indirectos.

Equipos de protección colectiva:

- Señalización
- Línea de vida ARIANA apta y homologada para su uso de 90 m en el tejado de la nave y de 11 m para el acceso al tejado de la nave.

Equipos de protección individual:

- Guantes de uso general

- Botas de seguridad
- Casco homologado
- Gafas protectoras de ojos y cara
- Protecciones auditivas contra el ruido
- Cinturón portaherramientas
- Cinturones de sujeción o anticaídas de altura
- Línea horizontal de seguridad
- Traje impermeable material plástico sintético
- Guantes y manoplas de material aislante
- Casco aislante Ropa aislante Botas de seguridad aislantes

Medidas preventivas

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

El acceso a planos inclinados se hará por la salida de la cesta del camión cumpliendo con el hueco de dimensiones nunca inferiores a 50x70 cm, que sobrepasen en un metro la altura a salvar.

La comunicación y circulaciones necesarias sobre la cubierta inclinada se resolverán con la línea de vida de la propia nave perfectamente acoplada a la línea de vida del operario mediante elementos de sujeción como mosquetones.

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

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

Estará prohibida la circulación bajo cargas suspendidas.

Además de lo anterior se comprobará que:

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

- Que se guarda la distancia de seguridad con líneas eléctricas aéreas.
- Que en los trabajos en altura en los que no haya protección suficiente, los operarios llevan el arnés de seguridad para el que se habrán previsto puntos fijos de enganche en la estructura con la necesaria resistencia.

Fase de obra: Instalación eléctrica

Además de las consideraciones tomadas en esta fase hay que tener en cuenta las consideraciones de las fases previas, ya que se trabajará sobre la cubierta para hacer las conducciones eléctricas y hacer el paso exterior-interior, lo que requiere el uso del camión cesta en el interior y la línea de vida en el exterior.

Riesgos y causas:

- Caídas al mismo ó distinto nivel
- Golpes, cortes o atrapamientos con objetos ó maquinas
- Contactos eléctricos directos
- Contactos eléctricos indirectos
- Cortocircuitos y arco eléctrico

Equipos de protección individual:

- Guantes y manoplas de material aislante
- Casco aislante
- Ropa aislante
- Botas de seguridad aislantes

Medidas preventivas:

Trabajos sin tensión:

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

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

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

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

Reposición de la tensión:

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

1. Retirada, si las hubiera, de las protecciones adicionales y de la señalización que indica los límites de la zona de trabajo.
2. Retirada, si la hubiera, de la puesta a tierra y en cortocircuito, empezando por retirar las pinzas de los elementos más próximos y al final la pinza de la puesta a tierra.
3. Desbloqueo y/o la retirada de la señalización de los dispositivos de corte.
4. Cierre de los circuitos para reponer la tensión. Es preciso extremar las precauciones antes de comenzar dichas etapas.

En el transcurso de las citadas operaciones debe prestarse especial atención a los siguientes aspectos:

- Notificación previa a todos los trabajadores involucrados de que va a comenzar la reposición de la tensión.
- Comprobación de que todos los trabajadores han abandonado la zona, salvo los que deban actuar en la reposición de la tensión.
- Asegurarse de que han sido retiradas la totalidad de las puestas a tierra y en cortocircuito.

- Informar, en su caso, al responsable de la instalación de que se va a realizar la conexión.
- Accionar los aparatos de maniobra correspondientes.

Trabajos con tensión:

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

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

Principales precauciones que deberán ser adoptadas:

- Mantener las manos protegidas mediante guantes aislantes adecuados.
- Realizar el trabajo sobre una alfombra o banqueta aislantes que, asimismo, aseguren un apoyo seguro y estable.
- Vestir ropa de trabajo sin cremalleras u otros elementos conductores.
- No portar pulseras, cadenas u otros elementos conductores.
- Usar herramientas aisladas, específicamente diseñadas para estos trabajos.
- Aislar, en la medida de lo posible, las partes activas y elementos metálicos en la zona de trabajo mediante protectores adecuados (fundas, capuchones, películas plásticas aislantes, etc.). Entre los equipos y materiales citados se encuentran:
 - Los accesorios aislantes (pantallas, cubiertas, vainas, etc.) para el recubrimiento de partes activas o masas.
 - Los útiles aislantes o aislados (herramientas, pinzas, puntas de prueba, etc.).
 - Las pértigas aislantes.
 - Los dispositivos aislantes o aislados (banquetas, alfombras, plataformas de trabajo, etc.).
 - Los equipos de protección individual frente a riesgos eléctricos (guantes, gafas, cascos, etc.).

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

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

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

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

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

La reposición de fusibles en instalaciones de baja tensión:

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

Se recomienda, durante los trabajos en tensión, no hablar por teléfono, ni portar móviles que pudieran “sorprender” al activarse, al trabajador durante la realización de los mismos.

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

a) Marcas obligatorias:

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

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

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

c) Recomendaciones para la utilización de los guantes:

Para la correcta utilización de los guantes se tendrán presentes las indicaciones del fabricante.

A título orientativo se pueden señalar las siguientes:

Los guantes se deben almacenar en su embalaje.

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

6.5.2 Riesgos laborales clasificados por maquinaria utilizada en obra

Camión cesta (camión grúa)

Riesgos y causas:

- Accidentes en trayecto hacia el punto de trabajo
- Vuelco del camión-grúa
- Atrapamientos por útiles o transmisiones
- Caídas al subir o bajar a la zona de mandos
- Corrimientos de tierra inducidos en excavaciones próximas
- Aplastamiento por caída de carga suspendida
- Contacto eléctrico de la pluma con líneas aéreas
- Incendios por sobretensión
- Quemaduras en trabajos de reparación o mantenimiento
- Atropello de personas
- Desplome de la carga
- Golpes por la carga a paramentos

Medidas preventivas:

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

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

Se prohíbe arrastrar cargas con el camión-grúa.

Las cargas en suspensión, para evitar golpes y balanceos se guiarán mediante cabos de gobierno.

Se prohíbe la permanencia de personas en torno al camión-grúa a distancias inferiores a 5 m.

Se prohíbe la permanencia bajo las cargas en suspensión.

Mantenga la máquina alejada de terrenos inseguros, propensos a hundimientos.

Evite pasar el brazo de la grúa sobre el personal.

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

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

No permita que nadie se encarama sobre la carga.

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

No realice nunca arrastres de carga o tirones sesgados.

No intente sobrepasar la carga máxima autorizada para ser izada.

Levante una sola carga cada vez.

Asegúrese de que la máquina está estabilizada antes de levantar cargas.

Ponga en servicio los gatos estabilizadores totalmente extendidos, es la posición más segura.

No abandone la máquina con la carga suspendida.

No permita que haya operarios bajo las cargas suspendidas.

Evite el contacto con el brazo telescópico en servicio, puede sufrir atrapamientos.

Antes de poner en servicio la máquina, compruebe todos los dispositivos de frenado. Utilice siempre las prendas de protección que se le indiquen en la obra.

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

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

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

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

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

Sierra radial eléctrica portátil

Riesgos y causas:

- Contactos eléctricos directos
- Anulación de protecciones
- Conexión mediante hilos desnudos
- Contactos térmicos
- Cortes o amputaciones
- Abrasiones
- Ruido

Equipos de Protección individual:

- Calzado de seguridad
- Protectores auditivos
- Gafas de seguridad
- Guantes de cuero
- Mascarilla con filtro mecánico recambiable, contra las partículas de polvo

Medidas preventivas:

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

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

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

Comprobar siempre el estado del disco a utilizar.

Cualquier tipo de anomalía en el aislamiento de la máquina será puesta en conocimiento de un responsable para su retirada. Las labores de mantenimiento y reparación de la máquina, se llevarán a cabo siempre por personal experto.

No someter al disco a sobreesfuerzos laterales de torsión o aplicación de una presión excesiva.

No usar aparatos eléctricos con las manos mojadas o sobre superficies húmedas.

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

Prohibido dejar la sierra abandonada en el suelo.

Prohibido usar discos deteriorados o rotos.

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

Usar siempre en lugares ventilados.

Prohibido usar la radial sin los elementos de protección

Taladro portátil

Riesgos y causas:

- Contactos eléctricos directos
- Anulación de protecciones
- Conexión mediante hilos desnudos
- Contactos térmicos
- Cortes o golpes por objetos o herramienta
- Proyección de fragmentos o partículas
- Rotura de la broca

Equipos de Protección individual:

- Calzado de seguridad
- Gafas de seguridad
- Guantes de cuero

Medidas preventivas:

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

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

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

La reparación de los taladros, se realizará por personal especializado.

No utilizar la broca de forma inclinada.

Para cambiar la broca, debe utilizarse la llave para tal fin.

Utilizar la broca adecuada al material a taladrar.

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

Herramientas manuales

Riesgos y causas:

- Quemaduras físicas y químicas.
- Proyecciones de objetos y/o fragmentos.
- Ambiente pulvígeno
- Riesgo por impericia
- Caída de las herramientas a distinto nivel
- Caídas al mismo nivel por tropiezo
- Caída de objetos y/o de máquinas
- Caídas de personas al mismo nivel
- Contactos eléctricos directos o indirectos
- Cuerpos extraños en ojos
- Golpes y/o cortes con objetos punzantes
- Ruido

Equipos de Protección individual:

- Casco homologado
- Protecciones auditivas y oculares, en caso necesario
- Guantes de cuero
- Calzado con puntera reforzada
- Cinturón de seguridad para trabajos en altura

Medidas preventivas:

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

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

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

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

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

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

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

6.6 MEDICINA PREVENTIVA. PRIMEROS AUXILIOS

La mano de obra tiene una incidencia baja en este tipo de trabajos. Como se ha indicado anteriormente, el número de operarios será de dos.

Los botiquines portátiles (mínimo 1) dispondrán, según la reglamentación vigente, del siguiente material sanitario:

1. Agua oxigenada
2. Alcohol de 96 grados
3. Tintura de yodo
4. Mercurocromo
5. Amoniaco
6. Gasa estéril
7. Algodón hidrófilo
8. Vendas

9. Esparadrapo
10. Antiespasmódicos
11. Analgésicos
12. Tónicos cardíacos de urgencia
13. Torniquete
14. Bolsas de goma para agua o hielo
15. Guantes esterilizados
16. Jeringuillas, hervidor, agujas para inyectables
17. Termómetro clínico.

Asistencia a accidentados:

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

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

Reconocimiento médico:

Todo el personal que empiece a trabajar en la obra deberá pasar un reconocimiento médico previo al trabajo, y que será repetido en el período de un año.

6.7 NORMATIVA DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO

La ejecución de las obras objeto del presente Estudio Básico de Seguridad y Salud estará regulada por los textos que a continuación se citan, siendo de obligado cumplimiento para las partes implicadas:

- ORDEN de 9 de marzo de 1971 por la que se aprueba la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

- REAL DECRETO 1407/1992, de 20 de noviembre, por el que se regulan las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual. Modificado en el Real Decreto 159/1995 de 3 de febrero (B.O.E. de 8-2-1995).
- REAL DECRETO 1435/1992, de 27 de noviembre (B.O.E. de 11-12-1992) por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la directiva del Consejo 89/392/CEE, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre máquinas. Modificado por el Real Decreto 56/1995 de 20 de Enero.
- Orden de 16 de mayo de 1994 (B.O.E. de 1-6-1994) por la que se modifica el periodo transitorio establecido en el Real Decreto 1407/1992 sobre libre comercialización y circulación intracomunitaria de equipos de protección individual.
- Real Decreto Legislativo 1/1995, de 24 de marzo, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores. (BOE 29-03-1995)
- LEY 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos. Laborales. (B.O.E. de 10-11-1995).
- REAL DECRETO 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención. (B.O.E. de 31-1-1997).
- REAL DECRETO 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo. (B.O.E. de 23-4-1997).
- REAL DECRETO 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo. España. (B.O.E. de 23-43-1997).
- REAL DECRETO 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorso y lumbares, para los trabajadores. (B.O.E. de 23-4-1997).
- REAL DECRETO 488/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización. (B.O.E. de 23-4-1997).
- REAL DECRETO 664/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo. (B.O.E. nº 124 de 24/05/97).
- REAL DECRETO 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo. (B.O.E. nº 124 de 24/05/97).
- REAL DECRETO 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual. (B.O.E. de 12-6-1997).
- 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. (B.O.E. de 21-06-2001).

- REAL DECRETO 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión. (Entrada en vigor el 18/09/2003) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC BT 01 a 51.
- ORDEN TAS/2926/2002, de 19 de noviembre, por la que se establecen nuevos modelos para la notificación de los accidentes de trabajo y se posibilita su transmisión por procedimiento electrónico.
- LEY 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales. (B.O.E. de 13-12-2003).
- REAL DECRETO 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura. (B.O.E. de 13-11-2004).
- REAL DECRETO 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas. (B.O.E. de 05-11-2005).
- REAL DECRETO 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido. (B.O.E. de 11-03-2006).
- REAL DECRETO 396/2006, de 31 de marzo, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto. (BOE núm. 86 de 11-04-2006).