

ANEJO MEMORIA 04.02
CÁLCULO INSTALACIÓN DE PLACAS SOLARES
FOTOVOLTAICAS

DOCUMENTO 1: MEMORIA DESCRIPTIVA

- 1.** OBJETO
 - 1.1** Objeto y alcance
 - 1.2** Promotor
 - 1.3** Emplazamiento
 - 1.4** Hoja Resumen de instalación

- 2.** DISPOSICIONES LEGALES, NORMAS TECNICAS Y TRAMITACIONES
 - 2.1** Disposiciones legales y normas técnicas
 - 2.2** Autorizaciones sectoriales y legalización de la instalación

- 3.** CARACTERISTICAS PRINCIPALES DE LA INSTALACION

- 4.** DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA
 - 4.1** Descripción de la planta y adecuación del emplazamiento
 - 4.2** Paneles fotovoltaicos
 - 4.3** Estructura soporte
 - 4.4** Disposición de los módulos
 - 4.5** Inversores
 - 4.6** Protecciones de tensión, frecuencia, galvánica y funcionamiento en isla
 - 4.7** Cuadro de corriente continua y cuadro de salida corriente alterna
 - 4.8** Conexión sobre la red
 - 4.9** Monitorización
 - 4.10** Recinto para equipos
 - 4.11** Canalización
 - 4.12** Conductores
 - 4.13** Puesta a tierra
 - 4.14** Instalación de conexión a la red

- 5.** DESCRIPCIÓN PUNTOS DE RECARGA

- 6.** OBRA CIVIL

- 7.** CONSIDERACIONES FINALES

1. OBJETO

1.1 Objeto y alcance

El objeto del presente proyecto es describir y marcar las características técnicas que debe de cumplir la parte de la instalación eléctrica y estructural para la implantación de una planta de producción de energía eléctrica fotovoltaica sobre marquesina solar, así como la instalación de puntos de recarga para vehículos eléctricos en aparcamiento. Las instalaciones se ubicarán en el Balneario Los Hervideros, en Cofrentes, en la Comunidad Autónoma de Valencia.

El presente proyecto pretende demarcar los equipos y materiales necesarios a emplear para la construcción de la planta fotovoltaica e instalación de los puntos de recarga.

La planta fotovoltaica tendrá una potencia de 50 kW nominales, instalándose un total de paneles de 540 Wp, con una potencia pico total de 49,68 kWp. También se instalarán un total de 4 puntos de recarga dobles con una potencia de 7,4 kW + 7,4 kW cada uno.

La instalación de los paneles fotovoltaicos, sobre sus correspondientes estructuras de sustento, deberá completarse con la instalación de equipos inversores para conversión de la energía producida, los metrajes de cableado de sección adecuada y otros elementos de protección, maniobra y medida que habrán de garantizar el correcto funcionamiento de la instalación, su funcionamiento y la seguridad de la instalación en cuestión.

Este proyecto se elabora de acuerdo con las reglamentaciones y normas técnicas que le son de aplicación para el diseño, montaje y puesta en servicio de una instalación fotovoltaica como objeto principal del presente proyecto, para su legalización una vez finalizada su ejecución.

1.2 Promotor

El promotor de la instalación es:

Titular: EXCELENTÍSIMO AYUNTAMIENTO DE COFRENTES
CIF: P4609900H
Dirección: PLAZA DE ESPAÑA 9, 46625 COFRENTES (VALENCIA)

1.3 Emplazamiento

La instalación fotovoltaica y los puntos de recarga se realizará en aparcamiento ubicado en el Balneario Los Hervideros, situado en:

- Calle Balneario S/N, 46625 Cofrentes (Valencia)
- Referencia catastral: 46099A017001430000PP

- Coordenadas UTM: HUSO 30 - ETRS89

X: 664.828,17

Y: 4.344.404,42

1.4 Hoja Resumen de la Instalación

DATOS DE LA INSTALACIÓN			
Planta Fotovoltaica de 49,68 kWp de autoconsumo con excedentes sobre marquesina y puntos de recarga			
DIRECCIÓN	CALLE BALNEARIO S/N		
LOCALIDAD	46625 COFRENTES (VALENCIA)		
CALIFICACIÓN URBANÍSTICA DE LA PARCELA	URBANO		
USO A QUE SE DESTINA	AUTOCONSUMO CON EXCEDENTES	SUPERFICIE	235,94 m ²
		TENSION	400V
POTENCIA DE PANELES:	92 x 540 Wp = 49,68 kWp		
POTENCIA DE INVERSORES:	1 x 50 kW = 50 KW		
POTENCIA PUNTOS DE RECARGA:	4 x (2 x 7,4) kW = 59,2 kW		
CLASIFICACION DE LA INSTALACIÓN: Instalación generadora – instalación de autoconsumo con excedentes			
PUNTO DE CONEXIÓN A RED: Conexión en la instalación interior del consumidor en baja tensión.			
SISTEMA DE INSTALACIÓN: Instalación de paneles sobre marquesina en aparcamiento			

2. DISPOSICIONES LEGALES, NORMAS Y TRAMITACIONES ADMINISTRATIVAS

2.1 Disposiciones legales y normas técnicas

La instalación se diseña conforme a la reglamentación, normas técnicas y resoluciones administrativas que le son de aplicación, en particular:

- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico (BOE núm. 310, de

27/12/2013) y sus modificaciones.

- Real Decreto-ley 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores. (BOE nº 242, de 6 octubre de 2018).
- Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo (BOE nº 423, de 10 octubre de 2015).
- Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica. (BOE nº 83 de 6 de abril de 2019)
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica (BOE núm. 310, de 27/12/2000) y sus modificaciones.
- 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 (BOE núm. 295, de 08/12/2011) y sus modificaciones.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (BOE núm. 224, de 18/09/2002) y sus modificaciones.
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico. (BOE núm. 224, de 18/09/2007)
- Normas Autonómicas y Provinciales para este tipo de instalaciones.
- Normas Municipales para este tipo de instalaciones.

2.2 Autorizaciones sectoriales

Autorizaciones sectoriales y legalización de la instalación

Se estará a lo dispuesto por la normativa vigente a los efectos de recabar la autorización administrativa de la instalación, licencia municipal de obra y permiso de instalación, Evaluación de Impacto Ambiental en su caso, inscripción en el Registro de Preasignación de Retribución y otros trámites que pueda requerir la Administración para proceder al montaje y ulterior puesta en servicio de la instalación, sin que ello presuponga ninguna sectorial específica más allá que la propia autorización del ayuntamiento, sin que el técnico que suscribe entienda que exista otra autorización perceptiva previa.

3. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA INSTALACION

En adelante se establecen las características que habrá de reunir la instalación de la planta fotovoltaica y puntos de recarga objeto del presente proyecto de forma que se indican las características de materiales elegidos para la ejecución de la misma.

De esta manera, se definen las prestaciones y características de la instalación en todo su conjunto y en particular para cada componente, garantizándose unas eficiencias mínimas, un correcto encaje y adecuación de la instalación en cuestión a las características y limitaciones que presenta el emplazamiento asignado en el complejo.

En los apartados que siguen se indican los valores nominales de los diferentes parámetros que han servido de base para el diseño y cálculo de la instalación.

4. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

4.1 Descripción de la planta y adecuación del emplazamiento

La superficie disponible de cubierta en marquesinas para los paneles fotovoltaicos es de 287,52 m² repartidos en dos cubiertas con orientación 77° sureste para la cubierta 1 y 133° suroeste para la cubierta 2, tal como se epigrafa en los planos adjuntos.

El inversor, así como el resto de los elementos de monitorización, maniobra y protección de la instalación, se alojarán en el cuarto de instalaciones anexo al aparcamiento.

4.2 Paneles fotovoltaicos

Los módulos solares por utilizar serán de silicio monocristalino, habiendo sido seleccionados los componentes de la marca CANADIAN SOLAR, modelo CS6W-540MS o similar.



Imagen panel solar

Las características de cada módulo, en condiciones estándar de prueba 1000 W/m 25° C, AM 1.5, son las siguientes:

Parámetro	Nominal
Máxima potencia de salida	540 Wp
Dimensiones (mm)	2.661 mm h (alto) 1.134 mm w (ancho) 35 mm f (fondo)
Peso	24,9 kg
Tensión con potencia máxima de salida	41,30 V
Intensidad con máxima potencia de salida	13,08 A
Tensión en vacío	49,20 V
Intensidad de cortocircuito	13,90 A

4.3 Estructura soporte

Los paneles solares tendrán una disposición coplanar respecto de la cubierta de las pérgolas, los cuales se sujetarán atornillados a la estructura prevista formada. La orientación de los paneles será de 77° sureste para los paneles que se instalen en la cubierta 1 y de 103° suroeste para los que se instalen en la cubierta 2.

La estructura y tornillería serán de aluminio y acero galvanizado cumpliendo lo dispuesto en la DB-SE-A del CTE en cuanto a calidades y tolerancias. Aportando una gran resistencia frente a la corrosión, permitiendo un escaso mantenimiento y asegurando una larga vida útil a la intemperie.

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

módulos, siguiendo indicaciones del fabricante.

4.4 Disposición de los módulos

A efectos de preservar la eficiencia de la solución técnica adoptada la disposición de los módulos sobre la cubierta deberá cumplir los siguientes criterios:

Huella:

Los módulos deberán emplazarse en todo caso en el interior del perímetro que se recoge en planos.

Inclinación de los módulos con respecto a la horizontal:

Los módulos se emplazarán en dos cubiertas y con disposición coplanar.

Distancia entre filas de módulos:

No existirá sombreado para los paneles coplanares, al tomarse las debidas precauciones.

Con estos parámetros el sistema de generación estaría compuesto por 92 paneles según la disposición que se grafía en los planos.

Resulta una potencia de pico instalada de 49.680 W.

Para mayor detalle ver disposición de paneles en Planos de Proyecto.

4.5 Inversores

Realizan la conversión de la corriente continua proporcionada por el sistema de paneles en energía alterna 50 Hz para su vertido a la red.

El inversor será trifásico y deberá incorporar los elementos necesarios para la detección de defecto a tierra, las protecciones de tensión y frecuencia, y la función de desconexión-conexión automática en caso de pérdida de tensión o frecuencia de la red, de forma que se evite el funcionamiento en isla de la instalación.

El número de cadenas y número de módulos por cadena a conectar al inversor se realizará de acuerdo con las recomendaciones del fabricante, de manera que se procurará que los puntos de operación y rendimientos sean óptimos y acordes en cualquier caso a las recomendaciones y límites que fije el fabricante para el inversor en cuestión.

Se escoge instalar un inversor de la marca SOLIS, modelo S5-GC50K o similar.



Imagen inversor

El inversor seleccionado, cuenta con las siguientes características:

Tabla de datos		S5-GC(50-60)K	
Modelo	50K		60K
Entrada (CC)			
Voltaje máxima de entrada	1100 V		
Voltaje de nominal	600 V		
Voltaje de arranque	195 V		
Rango de voltaje MPPT	180-1000 V		
Corriente máxima de entrada	5*32 A		6*32 A
Corriente máxima de cortocircuito	5*40 A		6*40 A
Número de MPPT/Número máxima de cadenas de entrada	5/10		6/12
Salida (CA)			
Potencia nominal de salida	50 kW		60 kW
Potencia máxima de salida aparente	55 kVA		66 kVA
Potencia máxima de salida	55 kW		66 kW
Voltaje nominal de la red	3/N/PE, 220 V / 380 V, 230 V / 400 V		
Frecuencia nominal de la red	50 Hz / 60 Hz		
Corriente nominal de salida de red	76.0 A / 72.2 A		91.2 A / 86.6 A
Corriente máxima de salida	83.6 A		100.3 A
Factor de potencia	>0.99 (0.8 que lleva a 0.8 de retraso)		
THDi	<3%		
Eficiencia			
Eficiencia máxima	98.7%		
Eficiencia EU	98.3%		
Protección			
Protección contra polaridad inversa DC	Si		
Protección contra cortocircuito	Si		
Protección de sobrecorriente de salida	Si		
Protección contra sobretensiones	Tipo II CC / Tipo II CA		
Monitoreo de red	Si		
Detección Anti-isla	Si		
Protección de temperatura	Si		
Monitoreo de cadenas	Si		
Escaneo de curvas (V)	Si		
AFCI integrado (Protección de circuito de falla de arco CC)	Si ⁽⁴⁾		
Recuperación PID integrada	Opcional ⁽⁴⁾		
Interruptor de CC integrado	Opcional		
Datos generales			
Dimensiones (longitud*altura*ancho)	691*578*338 mm		
Peso	54.5 kg		
Topología	Sin Transformador		
Consumo propio (noche)	<1 W		
Rango de temperatura de funcionamiento	-25 - +60°C		
Humedad relativa	0-100%		
Nivel de protección	IP66		
Enfriamiento	Ventilador redundante inteligente		
Altitud máxima de funcionamiento	4000 m		
Estándar de conexión de red	G99, VDE-AR-N 4105 / VDE V 0124, EN 50549-1, VDE 0126 / UTE C 15 / VFR-2019, RD 1699 / RD 244 / UNE 206006 / UNE 206007-1, CEI 0-21, C10/11, NRS 097-2-1, EIFS 2018.2, IEC 62116, IEC 61727, IEC60068, IEC 61683, EN 50530		
Estándar de seguridad / EMC	IEC 62109-1/-2, IEC62116 & IEC 61000-6-1/-2/-3/-4		
Características			
Conexión de CC	Conector MC4		
Conexión de CA	Terminal DT (máxima 70 mm ²)		
Pantalla	LCD, botones táctiles capacitivos		
Comunicación	RS485, USB, Opcional: Wi-Fi, GPRS		

4.6 Protecciones de tensión, frecuencia, galvánica y funcionamiento en isla

La función de conexión-desconexión automática por protecciones de sobre y sub frecuencias, sobre y sub tensiones y funcionamiento en isla quedarán integradas en los inversores, con tarado dentro de las tolerancias especificadas en normativa.

La protección por aislamiento galvánico quedará asegurada igualmente por los inversores.

Los elementos de protección, maniobra y medida se prevén de acuerdo Guía BT-40, atendiendo a lo previsto en el RD 1699/2011, y al Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

PROTECCIONES EN LA RED DE CONTINUA

Fusibles de protección

La tensión total en el tramo de corriente continua será igual a la suma de la tensión de trabajo de los módulos conectados en serie en un mismo string; en la caja de protecciones de Corriente Continua (CC), deben disponerse fusibles de una tensión 1000V (definida por la máxima admisible por el inversor en la entrada CC) y de 16 A.

En la parte de corriente continua tenemos un interruptor general de corriente continua integrado en el inversor (seccionador de corte en carga), de acuerdo al estándar internacional IEC 60364-7-712. Lo utilizaremos para poder realizar cortes en carga de la línea con toda seguridad y sin tener que manipular ningún conductor activo.

Protección contra sobretensiones

Instalaremos dispositivos para la protección contra sobretensiones en el Cuadro General DC. Los descargadores que debemos emplear son los de clase C (clase 2) diseñados para hacer frente a formas de onda 8/20 μ s, limitando las tensiones residuales a valores compatibles con las tensiones soportadas por los equipos de la instalación. Como corriente nominal de descarga se debe escoger no menos de 10 kA en instalaciones sin protección externa (como nuestro caso) y no menos de 20 kA en instalaciones con protección externa.

PROTECCIONES EN LA RED DE ALTERNA

Las protecciones que hay que incorporar en la red de alterna de conexión del inversor deben proteger por un lado internamente a la propia instalación (equipos y personas), y por otro la red externa de distribución a la que se conectan, impidiendo la aparición de averías en dicha red y no disminuir sus condiciones de seguridad. Respecto a la protección interna de la red de baja tensión de corriente alterna (sobretensiones; sobrecargas y/o sobreintensidades producidas por contactos directos e indirectos), se seguirá el Reglamento de Baja Tensión. Cumpliendo con lo previsto en el artículo 14 del Real Decreto 1699/2011 relacionando los elementos de maniobra y protección que se deben incluir en la red de baja tensión. La protección externa o de la interconexión tiene por objeto evitar el funcionamiento en isla del generador y evitar que el generador alimente defectos producidos en la red de distribución, defectos externos. Incluye los relés de máxima y mínima tensión y frecuencia, estos actuarían sobre el interruptor automático de la instalación, el cual permitirá disparos externos y permitirá realizar la reconexión automática.

Estas funciones de protección las incorporará el inversor.

Interruptor magnetotérmico y diferencial

Las protecciones generales contarán de dos elementos: Un interruptor automático diferencial de alta sensibilidad para prevenir accidentes causados por contactos directos y también para prevenir derivaciones; y un interruptor automático magnetotérmico contra sobretensiones, sobrecargas y cortocircuitos. El sistema de protecciones de red deberá cumplir lo expuesto en Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión:

- De sobreintensidad, mediante relés directos magnetotérmicos o solución equivalente.
- De mínima tensión instantáneos, conectados entre las tres fases y neutro y que actuarán, en un tiempo inferior a 0,5 segundos, a partir de que la tensión llegue al 85% de su valor asignado.
- De sobretensión, conectado entre una fase y neutro, y cuya actuación debe producirse en un tiempo inferior a 0,5 segundos, a partir de que la tensión llegue al 110% de su valor asignado.
- De máxima y mínima frecuencia, conectado entre fases, y cuya actuación debe producirse cuando la frecuencia sea inferior a 49 Hz o superior a 51 Hz durante más de 5 períodos.

4.7 Cuadro de corriente continua y cuadro de salida corriente alterna

Cuadro de corriente continua

Este cuadro incorpora las siguientes protecciones:

- 10 Bases portafusibles.
- 10 Fusibles de CC tipo gPV de 16 A / 1000V DC.
- Descargador de sobretensiones CC tipo II, que lo incorpora el inversor.
- Seccionador de CC que incorporar el inversor.

Se instalará aguas arriba del inversor.

Cuadro de corriente alterna

Se instalará un cuadro de protección compuesto por:

- Interruptor automático magnetotérmico de 80 A, 4P, Pdc=10 kA.
- Interruptor diferencial de 80 A, 4P, 300 mA, clase A.
- Descargador de sobretensiones CA tipo II, que lo incorpora el inversor

Se instalará antes del punto de conexión en el CGMP de cargadores existente:

4.8 Conexión sobre la red

Se realizará aguas abajo del interruptor general del cuadro general de mando y

protección de los cargadores eléctricos existente.

4.9 Monitorización

El sistema de monitorización de la instalación se realizará a través del Solis Data Logging Stick “S1-W4G-ST” que vuelca los datos en la web del fabricante “SOLIS” y se visualizan los datos en la aplicación SOLISCLOUD o similar.

La siguiente imagen muestra el esquema de conexión para realizar la monitorización en tiempo real de la instalación:

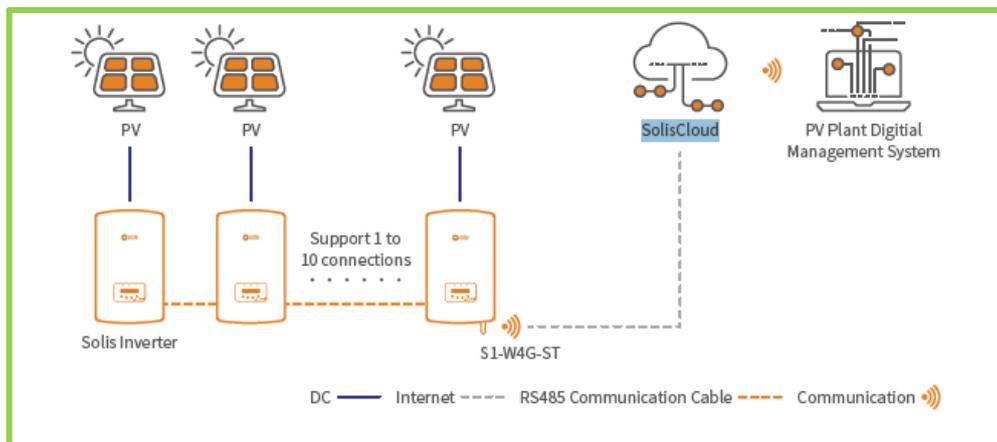


Imagen solución monitorización

4.10 Recinto para equipos

El inversor y cuadro de protecciones se ubicarán en el cuarto de instalaciones contiguo al aparcamiento, tal como se epigrafió en los planos adjuntos.

4.11 Canalizaciones

Para la disposición del cableado sobre cubierta de la marquesina se dispondrá sobre bandeja rejiband 60x60 mm a lo largo de todo su recorrido. La bajada de las series desde cubierta a planta suelo se realizará bajo tubo de acero de 20 mm de diámetro. Una vez se disponga del cableado de series en el suelo, este discurrirá en canalización subterránea bajo tubo de 63 mm de diámetro hasta realizar su entrada en el cuarto de instalaciones.

Las canalizaciones tanto para corriente continua como alterna en el cuarto de instalaciones se realizarán sobre bandeja rejiband de 60x100mm y canalización existente.

4.12 Conductores

Las secciones de los conductores de interconexión desde los módulos hasta cuadro de protecciones e inversor se detallan a continuación. Se han calculado para que la caída de tensión no sea superior al 1,5-2%.

- Cableado módulos: H1Z2Z2-K 1/1,8 kV 4 mm².
- Cableado a inversor y cuadro de protecciones: RZ1-0,6/1 kV 16 mm².

Todo el cableado será de doble aislamiento y adecuado para su uso en intemperie, de acuerdo con los estándares establecidos para este tipo de instalaciones, según las normas UNE-HD 603-5X, UNE-EN 60332-1-2, IEC 60332-1-2, UNE-EN 60754-1, IEC 60754-1, UNE-EN 60754-2, IEC 60754-2, IEC 61034, UNE 21 022, UNE 21 167-1, UNE HD 603-5N, UNE 21123, UNE-HD 603, UNE 21030.

4.13 Instalación de puesta a tierra

La instrucción ITC-BT-40 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, determina que las centrales de instalaciones generadoras deberán estar provistas de sistema de puesta a tierra que, en todo momento aseguren que las tensiones que se puedan presentar en las masas metálicas de la instalación no superen los valores establecidos en la norma MIE-RAT 13 del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.

El esquema de puesta a tierra será el TT y se conectarán las masas de la instalación y receptores a una tierra independiente de la del neutro de la Red de Distribución pública.

4.14 Instalación de conexión a red

4.15.1 General

Se realizará aguas abajo del interruptor general del cuadro general de mando y protección de la instalación actual, sin que sea precisa modificarla. La instalación proyectada trata de instalación fotovoltaica en autoconsumo con excedentes.

4.15.2 Tensión de servicio

La red de conexión se explota en baja tensión con corriente alterna trifásica de 50 Hz. y neutro conectado a tierra, con esquema de distribución TT. La tensión nominal es de 400 V entre fases y 230 V entre fase y neutro.

5. DESCRIPCIÓN PUNTOS DE RECARGA

5.1 Descripción y emplazamiento

Los cargadores eléctricos se ubicarán en varias plazas de aparcamiento, tal como se epigrafió en los planos adjuntos. Se instalará un total de 4 cargadores dobles.

El cuadro de protecciones se alojará en el cuarto de instalaciones anexo al aparcamiento.

5.2 Cargador

Los cargadores eléctricos que se utilizarán para la recarga de vehículos eléctricos son los Viaris Combi + 230 V de la marca ORBIS o similar energía inteligente.

La imagen siguiente ilustra el cargador a instalar:



El cargador cuenta con las siguientes características técnicas:

Alimentación	230 V ac
Frecuencia nominal	50 Hz
Indicador luminoso	Sí, estado del cargador y carga del vehículo
Modulador de carga	Sí
Comunicación Wi-Fi	Sí (802.11 b/g/n)
Control programación horaria	Sí
Sensor táctil de activación/desactivación	Sí
Lector RFID	Sí
Grado de protección	IP54 según EN 60529
Grado de protección mecánica	IK10 según EN 62262
Montaje	En superficie sobre pared
Temperatura de funcionamiento	-30 °C a 50 °C

5.3 Cuadro de protecciones

Se instalará un cuadro de protección compuesto por:

- 8 interruptores automáticos magnetotérmicos de 40 A, 2P, Pdc=6 kA.
- 8 interruptores diferenciales de 40 A, 4P, 300 mA, clase AC.
- Maniobra cargadores

5.4 Canalización

La canalización en el aparcamiento será subterránea bajo tubo de 32 mm y 160 mm de diámetro hasta realizar su entrada en el cuarto de instalaciones.

Las canalizaciones en el cuarto de instalaciones se realizarán sobre bandeja rejiband de 60x150mm y canalización existente.

5.5 Conductores

La sección de los conductores de interconexión desde los puntos de recarga hasta cuadro de protecciones se detalla a continuación. Se han calculado para que la caída de tensión no sea superior al 5%.

El cable empleado es RZ1-0,6/1 kV 10 mm².

6. OBRA CIVIL

Los trabajos de obra civil comprenden las siguientes actividades:

- Canalización subterránea

Se procederá a realizar la excavación en tierra de una zanja de dimensiones 85,00 m x 0,40 m x 0,60 m (longitud x ancho x profundidad) para acometer la canalización subterránea del cableado de string y líneas de puntos de recarga.

7. CONSIDERACIONES FINALES

La instalación de planta fotovoltaica conectada a red y los puntos de recarga que recoge el presente proyecto técnico se ha definido de conformidad con las reglamentaciones, normativas y recomendaciones oficiales vigentes, así como con las normas particulares de la empresa suministradora, a todas las cuales deberá adaptarse para aquellos extremos no indicados en este documento.

La instalación proyectada deberá ser realizada por un instalador autorizado por la Dirección General de Industria de la Provincia.

Ha sido objeto principal de este proyecto definir las condiciones técnicas y prestaciones mínimas que habrá de reunir la instalación de planta fotovoltaica que se diseña, así como se entiende que se justifica que dicha actuación, no constituye modificación sustancial de la actividad que ya se desarrolla.

Es por todo ello, que se espera de la administración competente, la autorización para llevar a cabo la implantación y legalización de la planta fotovoltaica con excedentes, que se instala sobre cubiertas de pérgolas en el aparcamiento del balneario Hervideros de Cofrentes, tal y como se describe por medio del presente proyecto.

En Cofrentes, a 14 de mayo de 2023



Fdo.: Carlos V. Muñoz Alfonso
Arquitecto técnico e Ingeniero de Edificación
col.4456 COATIEV

ANEJO MEMORIA 04.02 CÁLCULO INSTALACIÓN ELÉCTRICA

ÍNDICE

	PÁGINA
1. OBJETO DEL PROYECTO.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
2. MARCO JURÍDICO GENERAL.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
3. JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

1. INTRODUCCIÓN

Los cálculos que se realizan en los apartados siguientes se corresponden con el diseño eléctrico específico recogido en este Documento. Para la planta que finalmente sea objeto de montaje deberá verificarse el correcto funcionamiento y cumplimiento de prescripciones aplicables en todos sus extremos y en base al material que se emplee.

El diseño de la instalación de corriente alterna, cumplirá con las normas propias del REBT y se justifica la caída de tensión hasta el punto de conexión a la red interior de la instalación del complejo, al tratarse de un autoconsumo fotovoltaico sin excedentes.

1.1. Cumplimiento de la ICT-BT-40

La instalación se clasifica como tipo c; Instalaciones generadoras interconectadas: aquellas que están, normalmente, trabajando en paralelo con la Red de Distribución Pública.

La potencia máxima de las centrales interconectadas a una Red de Distribución Pública estará condicionada por las características de ésta: tensión de servicio, potencia de cortocircuito, capacidad de transporte de línea, potencia consumida en la red de baja tensión, etc.

Los cables de conexión están dimensionados para una intensidad no inferior al 125% de la máxima intensidad del generador y la caída de tensión entre el generador y la instalación interior, no será superior al 1,5%, para la intensidad nominal.

La red de tierras de la instalación conectada a la generación será independiente de cualquier otra red de tierras. Se considerará que las redes de tierra son independientes cuando el paso de la corriente máxima de defecto por una de ellas no provoca en las otras diferencias de tensión, respecto a la tierra de referencia, superiores a 50 V.

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

Cuando la instalación receptora no esté acoplada a la Red de Distribución Pública y se alimente de forma exclusiva desde la instalación generadora, existirá en el interruptor automático de interconexión, un polo auxiliar que desconectará el neutro de la Red de Distribución Pública y conectará a tierra el neutro de la generación.

Para la protección de las instalaciones generadoras se establecerá un dispositivo de detección de la corriente que circula por la conexión de los neutros de los generadores al neutro de la Red de Distribución Pública, que desconectará la instalación si se sobrepasa el 50% de la intensidad nominal.

2. INSTALACIONES DE BAJA TENSIÓN

2.1. Generalidades

Las instalaciones fotovoltaicas seguirán el mismo esquema de conexión. Los diferentes ramales se unirán en la caja de conexiones interna del inversor, de forma directa.

Los cables seleccionados para ambos circuitos respetan la normativa vigente para este tipo de instalaciones, que es la siguiente:

- 2.1.1. Reglamento de Baja tensión en Instrucciones Técnicas Complementarias, con especial hincapié en la I.T.C. 40 - Instalaciones generadoras de baja tensión.
- 2.1.2. Reglamento Europeo de Productos de Construcción (UE) Nº 305/2011
- 2.1.3. Norma UNE-20460-5-523 - Intensidades admisibles en sistemas de cables.
- 2.1.4. Además, se cumplirá el Pliego Condiciones Técnicas de instalaciones conectadas a red del IDAE.

Los paneles estarán conectados en serie formando ramales de 19 y 16 paneles en serie, según el ramal definido. Los strings que se conecten a cada MPPT, serán del mismo número de módulos.

Se realiza la conexión de la siguiente forma:

SOLIS S5-GC50K (50 kW)				
MPPT	String	Nº módulos en serie	Potencia módulo (Wp)	Potencia Total (Wp)
A	1.1	19	540	10.260
B	2.1	19	540	10.260
C	3.1	19	540	10.260
D	4.1	19	540	10.260
E	5.1	16	540	8.640
Total string	5			
Total módulos		92		
Potencia pico total (Wp)				49.680

En el cuarto de instalaciones se emplazará el inversor, con longitudes de conexión en AC de reducida distancia entre el cuadro de salida de AC del inversor hasta conectar en el seccionador del cuadro de mando y protección existente.

Se instalan un total de 92 módulos de 540 Wp monocristalinos, conectándose al inversor de 50 kW, sin excederse los máximos marcados por el fabricante del inversor. Se explicitan las características básicas de la instalación:

CUADRO RESUMEN DE CARACTERISTICAS PLANTA FOTOVOLTAICA	
"BALNEARIO HERVIDEROS DE COFRENTES "	
PARAMETROS	REFERENCIA DISEÑO
Superficie de cubierta en marquesina 1 / cubierta marquesina 2	237,4 m ² / 50,12 m ²
Superficie implantación en marquesina 1 / marquesina 2	194,86 m ² / 41,08 m ²
Orientación de paneles marquesina 1 / marquesina 2	77° Sureste / 103° Suroeste
Disposición de paneles	Coplanar inclinados
Tamaño de paneles	
	Largo
	2.261 mm
	Ancho
	1.134 mm
	Fondo
	35 mm
Peso panel	27,8 kg
Inclinación de paneles	3°
Número de paneles	92
Potencia nominal de panel	540 Wp
Tipo de Panel	Monocristalino
Eficiencia del panel	21,10%
Potencia pico instalada	49.680 Wp
Potencia nominal de instalación (inversor)	50.000 W
Potencia nominal inversor	50.000 W
Número de inversores	1

2.2. Fórmulas de cálculo líneas eléctricas

Los cálculos de los conductores se realizan de conformidad con el RBT-ITC 19. La identificación de los cables es la que aparece reflejada en el plano del esquema unifilar del proyecto.

A continuación, se describen las fórmulas aplicadas para comprobar los criterios anteriores:

Cálculo para corriente continua:

Corriente de línea:

$$I(A) = \frac{P}{V * \cos \phi}$$

donde:

P: Potencia de cálculo (W)
V: Tensión en continua (V)
Cos ϕ : Factor de potencia (1)

Caída de tensión:

$$\Delta V(V) = \frac{2 * L * I}{S * C}$$

donde:

L: Longitud de la línea en metros (m)
I: Intensidad de la línea (A)
S: Sección del cable (mm²)
C: Conductividad del Cu

Caída de tensión porcentual:

$$\Delta V(\%) = 100 * \frac{\Delta V(V)}{V}$$

Cálculo para corriente monofásica (230V):

Corriente de línea:

$$I(A) = \frac{P}{V * \cos \phi}$$

donde:

P: Potencia transmitida (W)
V: Tensión alterna monofásica (V)
Cos ϕ : Factor de potencia

Caída de tensión:

$$\Delta V(V) = \frac{2 * L * I}{S * C}$$

donde:

L: Longitud de la línea en metros (m)
I: Intensidad de la línea (A)
S: Sección del cable (mm²)
C: Conductividad del Cu

Caída de tensión porcentual:

$$\Delta V(\%) = 100 * \frac{\Delta V(V)}{V}$$

Cálculo para corriente alterna trifásica (400V):

Corriente de línea:

$$I(A) = \frac{P}{\sqrt{3} * V * \cos \phi}$$

donde:

P: Potencia transmitida (W)
V: Tensión alterna trifásica (V)
Cos ϕ : Factor de potencia

Caída de tensión:

$$\Delta V(V) = \frac{\sqrt{3} * I * L}{S * C}$$

donde:

L: Longitud de la línea en alterna monofásica
S: Sección eficaz del cable
C: Conductividad del Cu (44)
Cos ϕ : Factor de potencia

Caída de tensión porcentual:

$$\Delta V(\%) = 100 * \frac{\Delta V(V)}{V}$$

Cálculo conductividad eléctrica

$$K = 1/\rho$$

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

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

donde:

K = Conductividad del conductor a la temperatura T .

ρ = Resistividad del conductor a la temperatura T .

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

$Cu = 0.018$

$Al = 0.029$

- α = Coeficiente de temperatura:

$Cu = 0.00392$

$Al = 0.00403$

- T = Temperatura del conductor (°C).

- T_0 = Temperatura ambiente (°C):

Cables enterrados = 25°C

Cables al aire = 40°C

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

XLPE, EPR = 90°C

PVC = 70°C

- I = Intensidad prevista por el conductor (A).

- I_{max} = Intensidad máxima admisible del conductor (A).

2.3. Secciones del cableado de corriente continua

2.3.1. Cálculo de la sección de los conductores

En este apartado se calcula el cableado desde cada cadena de paneles hasta la entrada a al inversor.

El cable empleado para realizar la conexión de las series es el cable unipolar H1Z2Z2-K, de Cobre estañado flexible, clase V según UNE 21022/IEC 60228, tensión de servicio DC de 1/1,8 kV de doble aislamiento de Polietileno Reticulado (XLPE) y Temperatura máxima de servicio desde - 40 ° C a + 90 ° C.

La determinación de la sección de los conductores se ha hecho en base a dos criterios:

- Intensidad máxima admisible.

- Caída de tensión.

Intensidad máxima admisible

Cada cadena de paneles está formada por 19 y 16 paneles en serie. La intensidad admisible se calcula conforme a los criterios de la norma UNE-HD 60364-5-52, anexo B. MÉTODO DE INSTALACIÓN DE REFERENCIA (TABLA B.52.1)

Se realiza el calculo para el caso mas desfavorable, en este caso es:

D: Cables unipolares o multipolares en conductos en el suelo. Aislamiento termoplástico.

La tabla B.52.1 detalla los métodos de instalación de referencia para los cuales se refieren las corrientes admisibles tabuladas en las tablas B.52.2 a B.52.13.

Sección nominal de los conductores: 4.00 mm², Cobre
Intensidad admisible: 36.00 A

FACTOR DE CORRECCIÓN POR TEMPERATURA

Cuando la temperatura ambiente en la ubicación prevista de los conductores aislados o cables difiera de la temperatura ambiente de referencia, el factor de corrección apropiado dado en las tablas B.52.14 y B.52.15 debe aplicarse a los valores de los corrientes admisibles recogidos en las tablas B52.2 a B52.13.

Temperatura ambiente del terreno: 30.00 °C
Temperatura ambiente de referencia: 25.00 °C
Factor de corrección por temperatura (tabla B.52.14)

GRUPOS QUE CONTIENEN MÁS DE UN CIRCUITO

Las corrientes admisibles dadas en las tablas B.52.8 a B.52.13 se refieren a circuitos individuales. Cuando en el mismo grupo se instalan más conductores aislados o cables, deben aplicarse los factores de reducción por agrupamiento especificados en las tablas B.52.17 a B.52.19.

Tabla B.52.17 - Factores de reducción para un circuito o un cable multipolar o para un grupo de más de un circuito, o más de un cable multipolar para usarse con las corrientes admisibles de las tablas B.52.2 a B.52.13.

Disposición (en contacto): Agrupados en el aire, sobre una superficie, empotrados o en el interior de una envolvente (punto 1).

Número de circuitos o de cables multipolares: 5
Factor de agrupamiento

Caída de tensión

El cálculo de la caída de tensión se comprueba a través de las tablas de cálculo que se presenta en el siguiente apartado.

Tabla referente al cálculo eléctrico en corriente continua

	String	Long.	Isc	Impp	Impp *1,25	Sección cable	Iz	F corr	Iz' total	χ at 90°C (m/(Ω*mm ²))	Nº modulos	V modulo	V total	ΔU (V)	ΔU (%)	ΔU limite (%)	P total (W)	ΔP (W)
INVERSOR	1.1	82,00	13,90	13,08	16,35	4	36	0,56	20,30	50	19	41,30	784,7	10,73	1,37	1,5	10260	140,29
	2.1	72,00	13,90	13,08	16,35	4	36	0,56	20,30	50	19	41,30	784,7	9,42	1,20	1,5	10260	123,18
	3.1	63,00	13,90	13,08	16,35	4	36	0,56	20,30	50	19	41,30	784,7	8,24	1,05	1,5	10260	107,78
	4.1	52,00	13,90	13,08	16,35	4	36	0,56	20,30	50	19	41,30	784,7	6,80	0,87	1,5	10260	88,96
	5.1	33,00	13,90	13,08	16,35	4	36	0,56	20,30	50	16	41,30	660,8	4,32	0,65	1,5	8640	56,46
				13,08							92		784,7		1,37	1,5	49680	

Se demuestra así que, para cualquier condición de trabajo, los conductores de la parte de corriente continua, entre módulo e inversor, tendrán la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior al 1,5%, según el pliego de condiciones Técnicas del IDEA y la ITC- BT-40, cumpliéndose con los criterios de caída de tensión e intensidad máximas admisible.

2.4. Sección cableado de corriente alterna

2.4.1. Cálculo de la sección

Los conductores empleados en la instalación de baja tensión en la parte de alterna son el RZ1-K (Cu), para el cable de salida del inversor al punto de conexión en CGMP cargadores existente.

El cable RZ1-K presenta las siguientes características:

- Metal: Cobre flexible recocido electrolítico, clase 5 según UNE 60228/IEC 60228
- Tensión nominal AC: 0,6/1 kV
- Aislamiento: Polietileno reticulado (XLPE) tipo DIX3
- Cubierta: Poliolefina ignifugada, libre de halógenos.
- Temperatura ambiente máxima: 90 °C
- Temperatura ambiente mínima: -40 °C

Los cables RZ1 son los indicados para el transporte y distribución de energía eléctrica en baja tensión. Recomendados para conexiones industriales, acometidas, distribución interna y otras instalaciones fijas. Adecuados para instalaciones en interiores y exteriores, sobre soportes al aire, tubos o enterrados. Dada su gran facilidad son muy apropiados para instalaciones complejas y de gran dificultad.

Intensidad máxima admisible en servicio permanente

El cálculo de la intensidad máxima admisible del cable seleccionado se realiza siguiendo los siguientes criterios:

MÉTODO DE INSTALACIÓN DE REFERENCIA (TABLA B.52.1)

F: Cables unipolares en contacto al aire.

La tabla B.52.1 detalla los métodos de instalación de referencia para los cuales se refieren las corrientes admisibles tabuladas en las tablas B.52.2 a B.52.13.

Sección nominal de los conductores: 16.00 mm², Cobre
Intensidad admisible: 97.00 A

FACTOR DE CORRECCIÓN POR TEMPERATURA

Cuando la temperatura ambiente en la ubicación prevista de los conductores aislados o cables difiera de la temperatura ambiente de referencia, el factor de corrección apropiado dado en las tablas B.52.14 y B.52.15 debe aplicarse a los valores de los corrientes admisibles recogidos en las tablas B52.2 a B52.13.

Temperatura ambiente del emplazamiento: 30.00 °C
Temperatura ambiente de referencia: 40.00 °C
Factor de corrección por temperatura (tabla B.52.14)

GRUPOS QUE CONTIENEN MÁS DE UN CIRCUITO

Las corrientes admisibles dadas en las tablas B.52.2 a B.52.7 se refieren a circuitos individuales. Cuando en el mismo grupo se instalan más conductores aislados o cables, deben aplicarse los factores de reducción por agrupamiento especificados en las tablas B.52.17 a B.52.19.

Tabla B.52.17 - Factores de reducción para un circuito o un cable multipolar o para un grupo de más de un circuito, o más de un cable multipolar para usarse con las corrientes admisibles de las tablas B.52.2 a B.52.13.

Disposición (en contacto): Agrupados en el aire, sobre una superficie, empotrados o en el interior de una envolvente (punto 4).
Número de circuitos o de cables multipolares:1
Factor de agrupamiento

Caída de tensión

El cálculo de la caída de tensión se comprueba a través de la tabla de cálculo que se presenta a continuación.

Tabla referente al cálculo eléctrico en corriente alterna

Inversor	Descripción	Long. (m)	Potencia (W)	Sección (mm ²)	Ib (A)	Ib(125%) (A)	Iz (A)	F corr total	Iz' (A)	γ (m/(Ω*mm ²))	V (V)	ΔP (W)	ΔV (V)	ΔV (%)
I	INV- CPFV	3	50000	16	72,17	90,21	97	1,00	97	50	400	91,55	0,47	0,12
I	CPFV - CGMP	8	50000	16	72,17	90,21	97	1,00	97	50	400	244,14	1,25	0,31

2.5. Canalización

Para la disposición del cableado sobre cubierta de la marquesina se dispondrá sobre

bandeja rejiband 60x60 mm a lo largo de todo su recorrido. La bajada de las series desde cubierta a planta suelo se realizará bajo tubo de acero de 20 mm de diámetro. Una vez se disponga del cableado de series en el suelo, este discurrirá en canalización subterránea bajo tubo de 63 mm de diámetro hasta realizar su entrada en el cuarto de instalaciones.

Las canalizaciones tanto para corriente continua como alterna en el cuarto de instalaciones se realizarán sobre bandeja rejiband de 60x150mm y canalización existente.

3. PROTECCIONES

3.3. Protecciones a sobrecargas y cortocircuitos

Las protecciones eléctricas descritas en la memoria han sido elegidas con el objetivo de garantizar la protección de la instalación ante sobrecargas, así como para cortocircuitos.

Protección a sobrecargas

Por el cable se podrá transportar la intensidad de servicio o demanda un tiempo indefinido, pero si se produce una sobrecarga, el elemento de protección debe actuar antes de que la temperatura que se alcance pueda dañar el cable.

El criterio que se debe cumplir para garantizar el buen funcionamiento de las protecciones ante sobrecargas es el siguiente, expresión [22], [23] y [24]:

$$I_B \leq I_n \leq I_z \quad [22]$$

$$1,45 \cdot I_n \leq 1,45 \cdot I_z \quad \text{Interruptor o seccionador [23]}$$

$$1,6 \cdot I_n \leq 1,45 \cdot I_z \quad \text{Fusibles [24]}$$

Dónde:

I_B es la intensidad absorbida por el cable.

I_z es la intensidad admisible para el cable.

I_n es la intensidad de ajuste del dispositivo de protección.

Protección a cortocircuitos

El elemento de protección (interruptor automático o fusible), proteja la línea a cortocircuito máximo. Como generalmente se desconoce la impedancia del circuito de alimentación a la red (impedancia del transformador, red de distribución y acometida) se admite que en caso de cortocircuito la tensión en el inicio de las

instalaciones de los usuarios se puede considerar como 0,8 veces la tensión de suministro. Se toma el defecto fase tierra como el más desfavorable, y además se supone despreciable la inductancia de los cables. Esta consideración es válida cuando el centro de transformación, origen de la alimentación, está situado fuera del edificio o lugar del suministro afectado, en cuyo caso habría que considerar todas las impedancias.

Por lo tanto se puede emplear la siguiente fórmula simplificada:

$$I_{cc} = \frac{0,8 * U}{R}$$

Donde:

I_{cc}: Intensidad de cortocircuito máxima en el punto considerado, en amperios.
U: Tensión de alimentación fase-neutro (230 V)
R: Resistencia de los conductores entre el punto considerado y la alimentación.

Para el cálculo de R se considerará que los conductores se encuentran a una temperatura de 20°C, para obtener así el valor máximo posible de I_{cc}.

Para secciones mayores de 95 mm², la reactancia ya no es despreciable frente a la resistencia y el valor de I_{cc} calculado sería excesivamente superior al real.

Para estas secciones de conductor superiores a 95 mm² podemos considerar la impedancia total incrementando en un porcentaje indicado en la tabla siguiente la resistencia calculada:

Sección del conductor (mm ²)	Impedancia total a considerar
120	R + 10 %
150	R + 15 %
185	R + 20 %
240	R + 25 %
300	R + 30 %

Por lo tanto:

$$P_{dc} \geq I_{ccmax}$$

3.2. Contactos directos e indirectos

El generador fotovoltaico se conectará en modo flotante, proporcionando niveles de protección adecuados frente a contacto directo e indirecto, siempre y cuando la resistencia de aislamiento de la parte de continua se mantenga por encima de unos niveles de seguridad y no ocurra un primer defecto a masas o a tierra. En este último caso, se genera una situación de riesgo, que se soluciona mediante:

- El aislamiento clase II de los módulos fotovoltaicos y cables.
- Protección activa contra derivaciones, integrada en el inversor, que detecte la aparición de derivaciones en la parte de corriente continua.

- Un interruptor diferencial instalado en el cuadro de baja tensión que protegerá la parte de corriente alterna.

3.3. Protecciones de corriente continua

La instalación está protegida por los siguientes elementos:

- Fusibles de tipo gPV de 16 A y tensión 1000 V para corriente continua.
- Descargador de sobretensiones DC tipo II, que lo incorpora el inversor.
- Seccionador de CC que incorporar el inversor.

La tabla siguiente muestra el cálculo eléctrico para las protecciones utilizadas:

Protecciones	S(mm ²)	Ib (A)	In (A)	Iz (A)	Pdc(KA)	Criterio protección sobrecarga (A) - 1ª	Criterio protección sobrecarga (A) -2ª	Cumple	Pdc≥ Icc max
Fusibles	4	13,08	16	20,30	30	13,08 ≤ 16 ≤ 20,30	25,6 ≤ 29,44	SI	SI

3.4. Protecciones de corriente alterna

La parte de corriente alterna estará protegida por los siguientes elementos:

- Interruptor automático magnetotérmico 4P de 80 A, curva C y PdC 10 kA.
- Interruptor diferencial 4P de 80^a, 300 mA y clase A.
- Descargador de sobretensiones AC tipo II, que lo incorpora el inversor.

La tabla siguiente muestra el cálculo eléctrico para las protecciones empleadas:

Protecciones	S(mm ²)	Ib (A)	In (A)	Iz (A)	Pdc(KA)	Criterio protección sobrecarga (A) - 1ª	Criterio protección sobrecarga (A) -2ª	Cumple	Pdc≥ Icc max
Magnetotermico	16	72,2	80	97	10	72,2 ≤ 80 ≤ 97,00	116 ≤ 140,65	SI	SI

4. PUESTA TIERRA

La estructura soporte, y con ella los módulos, se conectarán a tierra con motivo de reducir el riesgo asociado a la acumulación de cargas estáticas tal y como establece el PCT. Con esta medida se consigue limitar la tensión que con respecto a tierra puedan presentar las masas metálicas, permitir al diferencial la detección de corrientes de fuga, así como propiciar el paso a tierra de las corrientes de falta o descarga de origen atmosférico. A esta misma tierra se conectarán también las masas metálicas de la parte de alterna.

La sección de los conductores de protección será la indicada en la siguiente tabla (apartado 3.4 de la ITC-18 del REBT):

Sección de los conductores de fase de la instalación S (mm ²)	Sección de mínima de los conductores de protección Sp
---	---

	(mm ²)
$S \leq 16$	$S_p = S$
$16 < S \leq 35$	$S_p = 16$
$S > 35$	$S_p = S/2$

Resistencia de la puesta a tierra

La resistencia de tierra debe ser tal que, en combinación con la sensibilidad del interruptor diferencial y la puesta a tierra de las masas metálicas, la posible tensión de las anteriores no supere los 24 (local húmedo o mojado) ó 50 V (locales secos) según los casos.

Consideramos nuestra instalación fotovoltaica como local húmedo o mojado, entonces:

$$V_{\text{defecto máx}} = 24 \text{ V}$$

Por lo tanto, se comprueba que la R tierra está dentro de los márgenes admisibles, siendo éstos:

$$V_{\text{defecto máx}} = 24 \text{ V} = I_{\text{defecto}} \cdot R_{\text{tierra}}$$

En función del interruptor diferencial residual elegido, se tiene:

$$24 \text{ V} = I_{\text{defecto}} \cdot R_{\text{tierra}}$$

La resistencia de tierra en un sistema TT en función del emplazamiento y los diferenciales usados se muestra en la siguiente tabla:

Electrodo	I Δ = 30mA		I Δ = 300mA		I Δ = 500mA		I Δ = 1 A		I Δ = 3 A	
	Vs	R $_T$ (Ω)	Vs	R $_T$ (Ω)	Vs	R $_T$ (Ω)	Vs	R $_T$ (Ω)	Vs	R $_T$ (Ω)
BB1 húmedo	50	1666.667	50	166.667	50	100	50	50	50	16,67
BB2 mojado	24	800	24	80	24	48	24	24	24	8

Para un diferencial de umbral 300 mA, que es nuestro caso, se tiene que:

$$R_{\text{tierra}} = 24 \text{ V} / 300 \text{ mA} \approx 80 \ \Omega$$

Por lo tanto, el sistema de tierra a emplear para este tipo de emplazamiento y diferencial empleado es correcto.

La conexión final a tierra de la instalación se dispone de la siguiente manera:

Conexión de la estructura mediante cable H07V-k de 4 mm². Este cable se conecta al cable de cobre desnudo de 16 mm² que recorre toda la bandeja rejiband y se conecta

al punto de puesta a tierra.

El inversor se conecta a tierra existente mediante cable RZ1-K Cu de 16 mm², así como el cuadro de protección de corriente alterna.

5. CALCULOS ELECTRICOS PUNTOS DE RECARGA

5.1 Cálculo de la sección

Los conductores empleados en la instalación son el RZ1-K (Cu).

El cable RZ1-K presenta las siguientes características:

- Metal: Cobre flexible recocido electrolítico, clase 5 según UNE 60228/IEC 60228
- Tensión nominal AC: 0,6/1 kV
- Aislamiento: Polietileno reticulado (XLPE) tipo DIX3
- Cubierta: Poliolefina ignifugada, libre de halógenos.
- Temperatura ambiente máxima: 90 °C
- Temperatura ambiente mínima: -40 °C

Los cables RZ1 son los indicados para el transporte y distribución de energía eléctrica en baja tensión. Recomendados para conexiones industriales, acometidas, distribución interna y otras instalaciones fijas. Adecuados para instalaciones en interiores y exteriores, sobre soportes al aire, tubos o enterrados. Dada su gran facilidad son muy apropiados para instalaciones complejas y de gran dificultad.

Intensidad máxima admisible en servicio permanente

El cálculo de la intensidad máxima admisible del cable seleccionado se realiza siguiendo los siguientes criterios:

MÉTODO DE INSTALACIÓN DE REFERENCIA (TABLA B.52.1)

D: Cables unipolares o multipolares en conductos en el suelo. Aislamiento termoplástico.

La tabla B.52.1 detalla los métodos de instalación de referencia para los cuales se refieren las corrientes admisibles tabuladas en las tablas B.52.2 a B.52.13.

Sección nominal de los conductores: 10.00 mm², Cobre
Intensidad admisible: 58.00 A

FACTOR DE CORRECCIÓN POR TEMPERATURA

Cuando la temperatura ambiente en la ubicación prevista de los conductores aislados o cables difiera de la temperatura ambiente de referencia, el factor de corrección apropiado dado en las tablas B.52.14 y B.52.15 debe aplicarse a los valores de los corrientes admisibles recogidos en las tablas B52.2 a B52.13.

Temperatura ambiente del emplazamiento: 30.00 °C
 Temperatura ambiente de referencia: 25.00 °C
 Factor de corrección por temperatura (tabla B.52.14)

GRUPOS QUE CONTIENEN MÁS DE UN CIRCUITO

Las corrientes admisibles dadas en las tablas B.52.2 a B.52.7 se refieren a circuitos individuales. Cuando en el mismo grupo se instalan más conductores aislados o cables, deben aplicarse los factores de reducción por agrupamiento especificados en las tablas B.52.17 a B.52.19.

Tabla B.52.17 - Factores de reducción para un circuito o un cable multipolar o para un grupo de más de un circuito, o más de un cable multipolar para usarse con las corrientes admisibles de las tablas B.52.2 a B.52.13.

Disposición (en contacto): Agrupados en el aire, sobre una superficie, empotrados o en el interior de una envolvente (punto 4).
 Número de circuitos o de cables multipolares
 Factor de agrupamiento

Caída de tensión

El cálculo de la caída de tensión en ambos casos se comprueba a través de la tabla de cálculo que se presenta a continuación.

Tabla referente al cálculo eléctrico

Cargador	Descripción	Long. (m)	Potencia (W)	Sección (mm ²)	I _b (A)	I _z (A)	F corr total	I _z ' (A)	χ (m/(Ω*mm ²))	V (V)	ΔV (V)	ΔV (%)
C1	C1- CPC	58	7400	10	32,17	58	0,75	43,50	50	230	7,46	3,25
C1.1	C1.1- CPC	58	7400	10	32,17	58	0,75	43,50	50	230	7,46	3,25
C2	C2- CPC	42	7400	10	32,17	58	0,75	43,50	50	230	5,41	2,35
C2.1	C2.1- CPC	42	7400	10	32,17	58	0,75	43,50	50	230	5,41	2,35
C3	C3- CPC	23	7400	10	32,17	58	0,75	43,50	50	230	2,96	1,29
C3.1	C3.1- CPC	23	7400	10	32,17	58	0,75	43,50	50	230	2,96	1,29
C4	C4- CPC	28	7400	10	32,17	58	0,75	43,50	50	230	3,60	1,57
C4.1	C4.1- CPC	28	7400	10	32,17	58	0,75	43,50	50	230	3,60	1,57

5.2 Canalización

La canalización será subterránea bajo tubo de 32 mm y 160 mm de diámetro hasta realizar su entrada en el cuarto de instalaciones.

Las canalizaciones en el cuarto de instalaciones se realizarán sobre bandeja rejiband de 60x150mm y canalización existente.

5.3 Protecciones

Protecciones a sobrecargas y cortocircuitos

Las protecciones eléctricas descritas en la memoria han sido elegidas con el objetivo de garantizar la protección de la instalación ante sobrecargas, así como para cortocircuitos.

Protección a sobrecargas

Por el cable se podrá transportar la intensidad de servicio o demanda un tiempo indefinido, pero si se produce una sobrecarga, el elemento de protección debe actuar antes de que la temperatura que se alcance pueda dañar el cable.

El criterio que se debe cumplir para garantizar el buen funcionamiento de las protecciones ante sobrecargas es el siguiente, expresión [22], [23] y [24]:

$$I_b \leq I_n \leq I_z \quad [22]$$

$$1,45 \cdot I_n \leq 1,45 \cdot I_z \quad \text{Interruptor o seccionador [23]}$$

$$1,6 \cdot I_n \leq 1,45 \cdot I_z \quad \text{Fusibles [24]}$$

Dónde:

I_b es la intensidad absorbida por el cable.

I_z es la intensidad admisible para el cable.

I_n es la intensidad de ajuste del dispositivo de protección.

Protección a cortocircuitos

El elemento de protección (interruptor automático o fusible), proteja la línea a cortocircuito máximo. Como generalmente se desconoce la impedancia del circuito de alimentación a la red (impedancia del transformador, red de distribución y acometida) se admite que en caso de cortocircuito la tensión en el inicio de las instalaciones de los usuarios se puede considerar como 0,8 veces la tensión de suministro. Se toma el defecto fase tierra como el más desfavorable, y además se supone despreciable la inductancia de los cables. Esta consideración es válida cuando el centro de transformación, origen de la alimentación, está situado fuera del edificio o lugar del suministro afectado, en cuyo caso habría que considerar todas las impedancias.

Por lo tanto, se puede emplear la siguiente fórmula simplificada:

$$I_{cc} = \frac{0,8 * U}{R}$$

Donde:

- I_{cc}: Intensidad de cortocircuito máxima en el punto considerado, en amperios.
 U: Tensión de alimentación fase-neutro (230 V)
 R: Resistencia de los conductores entre el punto considerado y la alimentación.

Para el cálculo de R se considerará que los conductores se encuentran a una temperatura de 20°C, para obtener así el valor máximo posible de I_{cc}.

Para secciones mayores de 95 mm², la reactancia ya no es despreciable frente a la resistencia y el valor de I_{cc} calculado sería excesivamente superior al real.

Para estas secciones de conductor superiores a 95 mm² podemos considerar la impedancia total incrementando en un porcentaje indicado en la tabla siguiente la resistencia calculada:

Sección del conductor (mm ²)	Impedancia total a considerar
120	R + 10 %
150	R + 15 %
185	R + 20 %
240	R + 25 %
300	R + 30 %

Por lo tanto:

$$P_{dc} \geq I_{ccmax}$$

Contactos directos e indirectos

Se instalar interruptores diferenciales en el cuadro de baja tensión de los cargadores para su protección.

Protecciones

Cada punto de recarga estará protegido por los siguientes elementos:

- Interruptor automático magnetotérmico 2P de 40 A, curva C y PdC 6 kA.
- Interruptor diferencial 2P de 40 A, 300 mA y clase AC.

La tabla siguiente muestra el cálculo eléctrico para las protecciones empleadas:

Protecciones	S(mm ²)	I _b (A)	I _n (A)	I _z (A)	P _{dc} (KA)	Criterio protección sobrecarga (A) - 1ª	Criterio protección sobrecarga (A) -2ª	Cumple	P _{dc} ≥ I _{cc} max
Magnetotermico	10	32,2	40	44	6	32,2 ≤ 40 ≤ 43,50	58 ≤ 63,075	SI	SI

Puesta a tierra

La sección de los conductores de protección será la indicada en la siguiente tabla (apartado 3.4 de la ITC-18 del REBT):

Sección de los conductores de fase de la instalación S (mm ²)	Sección de mínima de los conductores de protección Sp (mm ²)
$S \leq 16$	$Sp = S$
$16 < S \leq 35$	$Sp = 16$
$S > 35$	$Sp = S/2$

Resistencia de la puesta a tierra

La resistencia de tierra debe ser tal que, en combinación con la sensibilidad del interruptor diferencial y la puesta a tierra de las masas metálicas, la posible tensión de las anteriores no supere los 24 (local húmedo o mojado) ó 50 V (locales secos) según los casos.

Consideramos nuestra instalación fotovoltaica como local húmedo o mojado, entonces:

$$V_{\text{defecto máx}} = 24 \text{ V}$$

Por lo tanto, se comprueba que la R tierra está dentro de los márgenes admisibles, siendo éstos:

$$V_{\text{defecto máx}} = 24 \text{ V} = I_{\text{defecto}} \cdot R_{\text{tierra}}$$

En función del interruptor diferencial residual elegido, se tiene:

$$24 \text{ V} = I_{\text{defecto}} \cdot R_{\text{tierra}}$$

La resistencia de tierra en un sistema TT en función del emplazamiento y los diferenciales usados se muestra en la siguiente tabla:

Electrodo	I Δ = 30mA		I Δ = 300mA		I Δ = 500mA		I Δ = 1 A		I Δ = 3 A	
	Vs	R $_T$ (Ω)	Vs	R $_T$ (Ω)	Vs	R $_T$ (Ω)	Vs	R $_T$ (Ω)	Vs	R $_T$ (Ω)
BB1 húmedo	50	1666.667	50	166.667	50	100	50	50	50	16,67
BB2 mojado	24	800	24	80	24	48	24	24	24	8

Para un diferencial de umbral 300 mA, que es nuestro caso, se tiene que:

$$R_{\text{tierra}} = 24 \text{ V} / 300 \text{ mA} \approx 80 \text{ } \Omega$$

Por lo tanto, el sistema de tierra a emplear para este tipo de emplazamiento y

diferencial empleado es correcto.

Se empleará cable de 10 mm² para realizar la puesta a tierra.

6. CONCLUSIONES

El impulso a las energías renovables y, en particular, la generación de electricidad con sistemas fotovoltaicos constituye una de las estrategias para lograr un desarrollo sostenible desde un punto de vista económico, social y ambiental.

Esta planta e instalación de puntos de recarga que proyecta ubicar en el Balneario Hervidero de Cofrentes participa de este mismo objetivo y pretende ser referencia para la sociedad y la transición energética, mostrándose en el presente documento el cumplimiento de los diferentes preceptos normativos.

En Cofrentes, a 14 de mayo de 2023



Fdo.: Carlos V. Muñoz Alfonso
Arquitecto técnico e Ingeniero de Edificación
col.4456 COATIEV