



PROYECTO DE EJECUCIÓN
CENTRAL FOTOVOLTAICA DE 25 KVA PARA
AUTOCONSUMO EN CDM ACTUR

OFICINA TÉCNICA DE ARQUITECTURA

SECCIÓN: PROYECTOS E INSTALACIONES

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL: Ricardo Navarro Carroquino

FEBRERO / 2024

23-014 - ACT CDM IEF - P1

INDICE

MEMORIA GENERAL

1. ANTECEDENTES
2. OBJETO DEL PROYECTO Y LOCALIZACIÓN
3. ENCARGO DEL PROYECTO
4. CONDICIONES URBANÍSTICAS
5. AUTORES DEL PROYECTO
6. NORMATIVA DE APLICACIÓN
7. USO Y CARACTERÍSTICAS GENERALES
8. MEMORIA DE LA ALBAÑILERÍA Y OBRA CIVIL NECESARIA
9. MEMORIA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN
10. INSTALACIONES AUXILIARES Y OTRAS INSTALACIONES AFECTADAS
11. NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES
12. PRUEBAS REGLAMENTARIAS
13. CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD
14. SEGURIDAD Y SALUD LABORAL
15. GESTIÓN DE RESIDUOS
16. PRESUPUESTO

PLIEGO DE CONDICIONES

ANEXO- ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

ANEXO- INSTALACIÓN ELÉCTRICA

ANEXO- CÁLCULOS ELÉCTRICOS EN CORRIENTE CONTINUA

ANEXO- CÁLCULOS ELÉCTRICOS EN CORRIENTE ALTERNA

MEDICIONES Y PRESUPUESTO

PRECIOS DESCOMPUESTOS

PLANOS

O-01 EMPLAZAMIENTO

IE-1 PLANTA CUBIERTA: IMPLANTACION

IE-2 SECCION Y DETALLES: IMPLANTACION

IE-3 ESQUEMA UNIFILAR

IE-4 REPARACIONES

CENTRAL FOTOVOLTAICA DE 25 KVA PARA AUTOCONSUMO EN CDM ACTUR

- **MEMORIA**

MEMORIA GENERAL

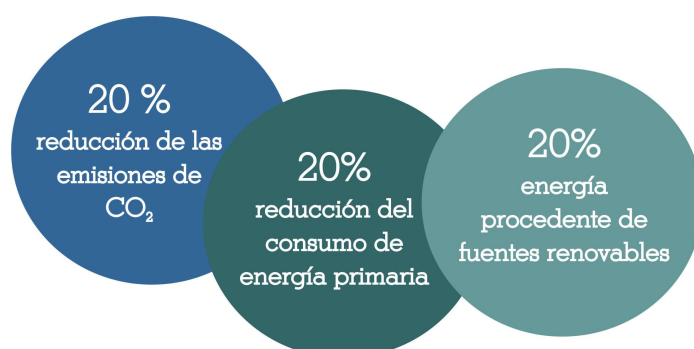
1. ANTECEDENTES

El Pacto de los Alcaldes es el principal movimiento europeo en el que participan las autoridades locales y regionales que han asumido el compromiso voluntario de mejorar la eficiencia energética y utilizar fuentes de energía renovable en sus territorios con el fin de superar el objetivo de la Unión Europea de reducir en un 20 % las emisiones de CO₂ antes de 2020.

En el documento se tienen en cuenta, además, las premisas de la Comunicación de la Comisión “Eficiencia energética: alcanzar el objetivo del 20 %”, así como las directivas 2009/28/CE de 23 de abril de 2009 relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables y 2012/27/UE de 25 de octubre de 2012 relativa a la eficiencia energética.

Esta Estrategia para la Gestión Sostenible de la Energía 2010-2020 es el documento que desarrolla las actuaciones planteadas por el Ayuntamiento de Zaragoza, como firmante del Pacto de los Alcaldes (Resolución del Gobierno de Zaragoza de 27 de abril de 2011), para cumplir su compromiso de reducción de sus emisiones de CO₂ en un 20 % para el año 2020.

El 22 de octubre de 2012 se presentó el documento inicial de la Estrategia para la gestión sostenible de la energía en Zaragoza. Horizonte 2010-2020 ante la Comisión 21 de Cambio Climático y, posteriormente, se llevó a cabo la exposición al público en la web del Ayuntamiento de Zaragoza, abriendo un proceso de información pública que ha originado cuarenta aportaciones al mismo que, en una u otra medida, están recogidas en este documento. Además, se han actualizado determinadas actuaciones y normas legislativas que han tenido lugar con posterioridad a la fecha de presentación del documento inicial. El año de referencia de la estrategia es 2010 pero se ha establecido el horizonte 2014-2020 para llevar a cabo las actuaciones de la estrategia directamente encaminadas a conseguir unos objetivos mínimos para el año 2020:



Para conseguir estos objetivos, la Estrategia para la Gestión Sostenible de la Energía 2010-2020 plantea basar las actuaciones en tres pilares fundamentales, de aplicación escalonada en orden a su mayor o menor necesidad de inversión económica y estructural:



En 2015 se realizó la Cumbre del cambio Climático de las Naciones Unidas en París (COP21) y se aprobó la Agenda 2030 sobre el Desarrollo sostenible, con esta agenda se buscaba una nueva oportunidad para que los países, junto a sus ciudadanos, tomaran un nuevo camino para asegurar la prosperidad de la ciudadanía y proteger el planeta. El acuerdo es un resultado equilibrado entre limitar el calentamiento del planeta muy por debajo de 2°C y seguir esforzándose en limitarlo a 1,5°C. Esta primera agenda cuenta con 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de aplicación universal y 169 metas de carácter integrado e indivisible. En octubre de 2016 la Unión Europea ratificó el Acuerdo de París y ese mismo año entro en vigor y España lo hizo en 2017.

El marco de la política energética y climática en España está determinado por la Unión Europea y esta se remite a los acuerdos de París, por esto actualizó en 2018 su visión estratégica a largo plazo y público (“Un planeta limpio para todos” COM (2018) 773 final), a fin de que la Unión Europea alcance una economía próspera, moderna, competitiva y climáticamente neutra en 2050. En 2019 la Unión Europea establece que todos los estados miembros tienen que elaborar un **Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030 (PNIEC)**. En enero de 2020 el estado español publica el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima, el cual marca la hoja de ruta en materia de cambio climático y transición energética hacia el horizonte 2030.

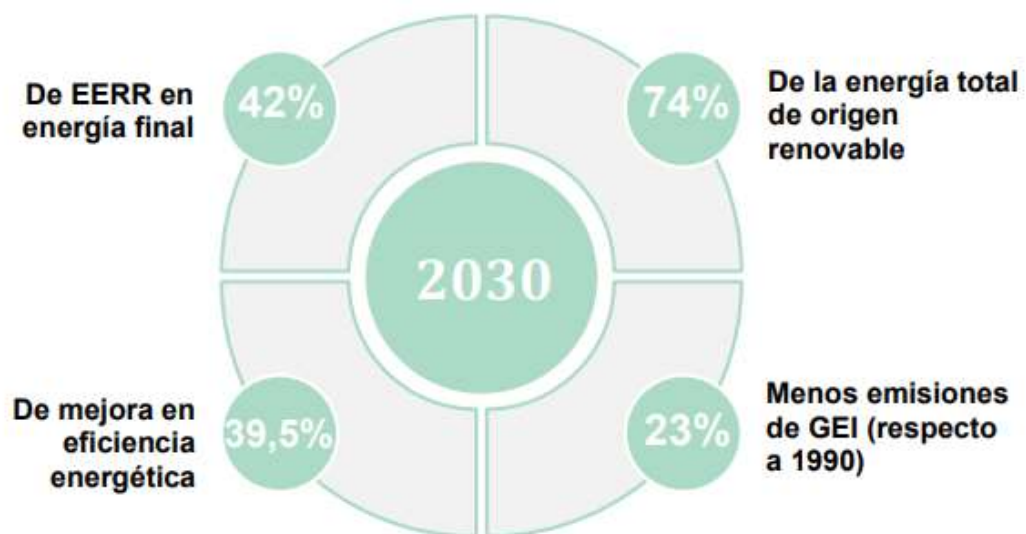
El objeto del **Plan Estratégico de Energía y Clima del Ayuntamiento de Zaragoza**, redactado por la Unidad de Energía e Instalaciones del Servicio de Conservación de Arquitectura bajo la coordinación de la propia jefatura del Servicio de Conservación y de la Dirección del Departamento de Arquitectura, consiste en establecer un marco estratégico

que integre las medidas de eficiencia energética, reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y adaptación frente al cambio climático que el Ayuntamiento de Zaragoza desarrollará a lo largo del periodo 2021-2030.

El alcance del Plan Estratégico de Energía y Clima del Ayuntamiento de Zaragoza afectará a toda la infraestructura e instalaciones pertenecientes a la Unidad de Energía e instalaciones del Ayuntamiento de Zaragoza, incluyendo todos los equipamientos (edificios administrativos, culturales, centros deportivos, etc...) así como las redes y servicios (alumbrado público, fuentes, parques y jardines, etc...).

El objetivo principal del Plan Estratégico de Energía y Clima del Ayuntamiento de Zaragoza no es otro que contribuir a alcanzar los niveles marcados por el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC 2021-2030):

Objetivos Nacionales a 2030:



Se han dividido siguiendo las estrategias prioritarias establecidas en el PNIEC 2021-2030, pudiendo de esta manera identificar los objetivos prioritarios a los que están contribuyendo.

Se establecen 4 ejes de actuación:

1. Promoción y desarrollo de energías renovables



2. Ahorro y uso eficiente de la energía



3. Optimización de infraestructuras



4. Medidas transversales



El eje de actuación 1. *Promoción y desarrollo de energías renovables* se dirige principalmente a las actuaciones en términos de generación eléctrica y térmica en línea con los objetivos fijados en la planificación, para contribuir al objetivo nacional de integración de renovables de un 42% de la energía final consumida para el 2030 fijado en el PNIEC 2021 - 2030. La primera medida de las siete que compone este eje de actuación es:

- **Instalación de una capacidad adicional de generación eléctrica con renovable de 8,18 MW (fotovoltaica principalmente) u otras fuentes de generación eléctrica en 2030.**

Basado en el pilar de la producción de energía desde fuentes renovables, se redacta el presente Proyecto.

2. OBJETO DEL PROYECTO Y LOCALIZACION

Para poder ejecutar y legalizar las obras necesarias de instalación eléctrica, se realiza el presente Proyecto, en donde se describirán las características constructivas y técnicas de los equipos e instalaciones.

Emplazamiento:

PABLO RUIZ PICASSO, 2 TRIP - 50018 Zaragoza

3. ENCARGO DEL PROYECTO

El presente Proyecto se redacta de oficio para hacer efectivo los compromisos indicados anteriormente.

Al estar el citado Proyecto incluido dentro de "Certificación de Calidad en Redacción de Proyectos", se la ha asignado el código 23-014 - ACT CDM IEF - P1

4. CONDICIONES URBANÍSTICAS

No existen condicionantes urbanísticos.

5. AUTORES DEL PROYECTO

Es autor del presente proyecto Ricardo Navarro Carroquino, Ingeniero Técnico Industrial, Jefe de Sección de Proyectos e Instalaciones de la Oficina Técnica de Arquitectura del Ayuntamiento. Es colaborador técnico D. Manuel Escudero, de la Unidad Gráfica de Proyectos. Todos actúan en calidad de funcionarios municipales.

6. NORMATIVA DE APLICACION

A las instalaciones proyectadas le son de aplicación las reglamentaciones 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.
- Real Decreto 1699/2011, 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- Pliego de Condiciones Técnicas para instalaciones conectadas a la red, PCT-C Octubre 2002.
- Ley 54/1997 de 27 de noviembre del sector eléctrico.
- Real Decreto Ley 7/2006 del 23 Junio por el que se adoptan medidas urgentes del sector eléctrico.
- Ley 24/2013, 26 diciembre, del sector eléctrico.
- Real Decreto 413/2014, 6 de junio por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energías renovables, cogeneración y residuos.
- Real Decreto 2019/1997, de 26 de diciembre, por el que se organiza y regula el mercado de producción de energía eléctrica.
- Real Decreto 1110/2007, 24 de agosto, por el que se aprueba el reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Real Decreto 1048/2013, de 27 de diciembre, por el que se establece la metodología para el cálculo de la retribución de la actividad de distribución de energía eléctrica.
- Decreto 842/2002 de 2 de Agosto por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- Real Decreto 1955/2000 de 1 de diciembre, por el que se reglan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- Orden ETU/1976/2016, de 23 de diciembre, por la que se establecen los peajes de acceso de energía eléctrica para 2017.
- Real Decreto 1053/2014, de 12 de diciembre, por el que se aprueba una nueva Instrucción Técnica Complementaria (ITC) BT 52 «Instalaciones con fines especiales. Infraestructura para la recarga de vehículos eléctricos», del Reglamento electrotécnico para baja tensión, aprobado por Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, y se modifican otras instrucciones técnicas complementarias del mismo.

- Resolución del 31 de Mayo de 2001, por la que se establecen modelo de contrato tipo y modelo de factura para las instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.
- Código Técnico de la Edificación (RD 314/2006)
- Especificaciones técnicas específicas de la compañía eléctrica distribuidora.
- Reglamento de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión.
- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en Centrales eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.
- Instrucciones Técnicas Complementarias MIE-RAT.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y sus Instrucciones Complementarias.
- 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.
- Normas Técnicas particulares de la Compañía Suministradora E.R.Z. – ENDESA.
- Ley 11/2014, de 4 de diciembre, de Prevención y Protección Ambiental de Aragón.
- R.D. 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que aprueba el Reglamento de Seguridad Contra Incendios en Establecimientos Industriales.
- R.D. 513/2017, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios.
- Ley 31/1995 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales y sus posteriores modificaciones.
- R.D. 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas en materia de Seguridad y Salud en las obras de construcción.

7. USO Y CARACTERÍSTICAS GENERALES

Centro Deportivo Municipal que dispone de vasos de piscina exteriores, zona verde, 7 pistas de tenis, 3 pistas polideportivas, 1 pista baloncesto, 1 fronton, 4 pistas de padel, rocodromo, edificio de servicios, edificio vestuarios y bar cafetería.

8. MEMORIA DE LA ALBAÑILERÍA Y OBRA CIVIL NECESARIA

Los trabajos de albañilería y obra civil son básicamente los correspondientes a los apoyos para los módulos fotovoltaicos.

9. MEMORIA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN

En el Anexo adjunto sobre instalación eléctrica, se dan los detalles de esta instalación, en lo referente a los equipos de protección, gestión de energía y cuadros de distribución.

10. INSTALACIONES AUXILIARES Y OTRAS INSTALACIONES AFECTADAS

Caso de tener que realizar la modificación de alguna instalación no contemplada en el presente Proyecto y que sea afectada por la presente obra, se realizara de acuerdo a la Normativa vigente.

11. NORMAS DE EJECUCION DE LAS INSTALACIONES

Todas las normas de construcción e instalación del centro se ajustarán, en todo caso, a los planos, mediciones y calidades que se expresan, así como a las directrices que la Dirección Facultativa estime oportunas.

Además del cumplimiento de lo expuesto, las instalaciones se ajustarán a las normativas que le pudieran afectar, emanadas por organismos oficiales y por las de la Cía Eléctrica.

El acopio de materiales se hará de forma que estos no sufran alteraciones durante su depósito en la obra, debiendo retirar y reemplazar todos los que hubieran sufrido alguna descomposición o defecto durante su estancia, manipulación o colocación en la obra.

12. PRUEBAS REGLAMENTARIAS

En las obras e instalaciones correspondientes al sistema de riego y su aljibe, se realizaran las pruebas de estanqueidad y funcionamiento según criterios del CTE.

En las modificaciones y ampliaciones de la instalación eléctrica, una vez ejecutadas, se procederá, por parte de entidad acreditada por los organismos públicos competentes al efecto, a la medición reglamentaria de los siguientes valores:

* Resistencia de aislamiento de la instalación y rigidez dieléctrica.

* Resistencia del sistema de puesta a tierra.

Además de las que se especifique en el Reglamento E. de B.T.

Una vez terminadas la instalación de los proyectores se efectuara su apuntamiento y realización de las medidas de niveles de iluminación.

13. CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD

- Queda prohibida la apertura del cuadro eléctrico a toda persona ajena al servicio. Se pondrá en sitio visible del modulo indicativo de Instalación eléctrica.
- No se modificará el aparellaje y al cambiarlo se empleará de las mismas características.

14. SEGURIDAD Y SALUD LABORAL

En el Anexo adjunto, se dispone del correspondiente Estudio Básico de Seguridad Laboral, de acuerdo al R.D. 1627/97.

15. GESTION DE RESIDUOS

Se adjunta Anexo de acuerdo al RD 105/2008.

16. PRESUPUESTO

Presupuesto de ejecución material	28.939,20
13% Gastos generales	3.762,10
6% Beneficio Industrial	<u>1.736,35</u>
PRESUPUESTO DE CONTRATA	34.437,65
21% IVA	<u>7.231,91</u>
PRESUPUESTO TOTAL IVA INCLUIDO.....	41.669,56

Zaragoza, febrero de 2024

OFICINA TECNICA DE ARQUITECTURA

El Jefe de SECCION DE PROYECTOS E INSTALACIONES

El Ingeniero Técnico Industrial

Fdo: Ricardo Navarro Carroquino

**CENTRAL FOTOVOLTAICA DE 25 KVA PARA
AUTOCONSUMO EN CDM ACTUR**

- **PLIEGO DE CONDICIONES**

1. NORMAS GENERALES	3
2. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES Y EQUIPOS	3
2.1. CAJAS GENERALES DE PROTECCIÓN	3
2.2. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN	4
2.3. CONDUCTORES PARA LÍNEAS GENERALES DE ALIMENTACIÓN	4
2.4. CONDUCTORES PARA DERIVACIONES INDIVIDUALES	5
2.5. CONDUCTORES PARA INSTALACIONES INTERIORES	6
2.6. CONDUCTORES DE PROTECCIÓN	6
2.7. BASES DE TOMA DE CORRIENTE	8
2.8. CONEXIONES	8
2.9. TUBOS	9
2.10. CANALES PROTECTORAS	16
2.11. INSTALACIÓN Y COLOCACIÓN DE LAS CANALES	18
2.12. CAJAS	18
2.13. LUMINARIAS	18
2.14. INTERRUPTORES, BASES DE ENCHUFE Y CORTACIRCUITOS FUSIBLES	19
3. PUESTA A TIERRA DE LA INSTALACIÓN	20
3.1. INSTALACIÓN	20
3.2. ELEMENTOS A CONECTAR A TIERRA	21
3.3. PUNTOS DE PUESTA A TIERRA	21
3.4. LÍNEAS PRINCIPALES DE TIERRA. DERIVACIONES	21
3.5. CONDUCTORES DE PROTECCIÓN	22
4. SISTEMAS DE INSTALACIÓN	23
4.1. GENERALIDADES	23
4.2. SISTEMAS DE INSTALACIÓN	23
4.3. CONDICIONES PARTICULARES	25
4.4. PASO A TRAVÉS DE ELEMENTOS DE LA CONSTRUCCIÓN	32
5. CONDICIONES PARTICULARES INSTALACION FOTOVOLTAICA	33
5.1. MÓDULO FOTOVOLTAICO	34
5.2. ESTRUCTURA SOPORTE	35
5.3. INVERSORES	36

5.4. DISEÑO DEL SISTEMA DE MONITORIZACIÓN.....	38
5.5. CABLEADO.....	38
5.6. CONEXIÓN A RED.....	39
5.7. MEDIDAS.....	39
5.8. PROTECCIONES.....	39
5.9. PUESTA A TIERRA DE LAS INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS.....	40
5.10. ARMÓNICOS Y COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA.....	41
5.11. TRANSPORTE Y ACOPIO A PIE DE OBRA.....	41
5.12. RECEPCIÓN Y PRUEBAS.....	42
5.13. CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN.....	43
5.14. LIBRO DE ÓRDENES.....	43
5.15. NORMAS COMPLEMENTARIAS.....	44
6. EJECUCIÓN DE LA INSTALACIÓN.....	45
7. PRUEBAS Y ENSAYOS.....	47

El presente Pliego de Condiciones tiene por objeto cumplimentar lo ya prescrito en la Memoria precedente, señalar los criterios que se han tenido en cuenta al redactar el Proyecto y la ejecución de la instalación eléctrica.

1. NORMAS GENERALES

Se tendrán en cuenta los siguientes reglamentos y normas:

- Reglamento Electrotécnico para la Baja Tensión, aprobado por Decreto 842/2002 de 2 de Agosto (BOE N° 224 DE 18 de Septiembre de 2002) y las Instrucciones Complementarias de dicho reglamento.
- Normas particulares de la empresa suministradora de energía eléctrica (Endesa).
- Código Técnico de la Edificación, aprobado por REAL DECRETO 314/2006 de 17 de Marzo y sus Documentos Básicos.
- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo de 9-3-71.

2. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES Y EQUIPOS

Todos los materiales que se utilicen en las obras deberán cumplir las condiciones que se establecen en este capítulo y ser aprobados por el Ingeniero Director.

Todos los materiales responderán con las características de tensión, intensidad, aislamiento etc, del tipo de material que se indica en los presupuestos o en los planos.

Todos los materiales serán de primera calidad, de marcas conocidas en el mercado nacional, de tipos y modelos homologados y que cumplan lo establecido en las Normas UNE y CEI.

2.1. CAJAS GENERALES DE PROTECCIÓN

Las cajas de protección y medida a utilizar corresponderán a uno de los tipos recogidos en las especificaciones técnicas de la empresa suministradora que hayan sido aprobadas por la Administración Pública competente, en función del número y naturaleza del suministro.

Las cajas de protección y medida cumplirán todo lo que sobre el particular se indica en la Norma UNE-EN 60.439 -1, tendrán grado de inflamabilidad según se indica en la UNE-EN 60.439 -3, una vez instaladas tendrán un grado de protección IP43 según UNE 20.324 e IK09 según UNE-EN 50.102 y serán precintables.

La envolvente deberá disponer de la ventilación interna necesaria que garantice la no formación de condensaciones.

El material transparente para la lectura, será resistente a la acción de los rayos ultravioleta.

2.2. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN

El interruptor general automático de corte omnipolar tendrá poder de corte suficiente para la intensidad de cortocircuito que pueda producirse en el punto de su instalación.

Los demás interruptores automáticos y diferenciales deberán resistir las corrientes de cortocircuito que puedan presentarse en el punto de su instalación. La sensibilidad de los interruptores diferenciales responderá a lo señalado en la Instrucción ITC-BT-24.

Los dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos de los circuitos interiores serán de corte omnipolar y tendrán los polos protegidos que corresponda al número de fases del circuito que protegen. Sus características de interrupción estarán de acuerdo con las corrientes admisibles de los conductores del circuito que protegen.

2.3. CONDUCTORES PARA LÍNEAS GENERALES DE ALIMENTACIÓN

Los conductores a utilizar, tres de fase y uno de neutro, serán de cobre o aluminio, unipolares y aislados, siendo su tensión asignada 0,6/1 kV.

Los cables y sistemas de conducción de cables deben instalarse de manera que no se reduzcan las características de la estructura del edificio en la seguridad contra incendios.

Los cables serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida. Los cables con características equivalentes a las de la norma UNE 21.123 parte 4 ó 5 cumplen con esta prescripción.

Los elementos de conducción de cables con características equivalentes a los clasificados como “no propagadores de la llama” de acuerdo con las normas UNE-EN 50085-1 y UNE-EN 50086-1, cumplen con esta prescripción.

Siempre que se utilicen conductores de aluminio, las conexiones del mismo deberán realizarse utilizando las técnicas apropiadas que eviten el deterioro del conductor debido a la aparición de potenciales peligrosos originados por los efectos de los pares galvánicos.

La sección de los cables deberá ser uniforme en todo su recorrido y sin empalmes, exceptuándose las derivaciones realizadas en el interior de cajas para alimentación de centralizaciones de contadores. La sección mínima será de 10 mm² en cobre o 16 mm² en aluminio.

La intensidad máxima admisible a considerar será la fijada en la UNE 20.460 -5-523 con los factores de corrección correspondientes a cada tipo de montaje, de acuerdo con la previsión de potencias establecidas en la ITC-BT-10. Para la sección del conductor neutro se tendrán en cuenta el máximo desequilibrio que puede preverse, las corrientes armónicas y su comportamiento, en función de las protecciones establecidas ante las sobrecargas y cortocircuitos que pudieran presentarse. El conductor neutro tendrá una sección de aproximadamente el 50 por 100 de la correspondiente al conductor de fase.

2.4. CONDUCTORES PARA DERIVACIONES INDIVIDUALES

El número de conductores vendrá fijado por el número de fases necesarias para la utilización de los receptores de la derivación correspondiente y según su potencia, llevando cada línea su correspondiente conductor neutro así como el conductor de protección. En el caso de suministros individuales el punto de conexión del conductor de protección, se dejará a criterio del proyectista de la instalación. Además, cada derivación individual incluirá el hilo de mando para posibilitar la aplicación de diferentes tarifas. No se admitirá el empleo de conductor neutro común ni de conductor de protección común para distintos suministros.

A efecto de la consideración del número de fases que compongan la derivación individual, se tendrá en cuenta la potencia que en monofásico está obligada a suministrar la empresa distribuidora si el usuario así lo desea.

Los cables no presentarán empalmes y su sección será uniforme, exceptuándose en este caso las conexiones realizadas en la ubicación de los contadores y en los dispositivos de protección.

Los conductores a utilizar serán de cobre o aluminio, aislados y normalmente unipolares, siendo su tensión asignada 450/750 V. Se seguirá el código de colores indicado en la ITC-BT-19.

Para el caso de cables multiconductores o para el caso de derivaciones individuales en el interior de tubos enterrados, el aislamiento de los conductores será de tensión asignada 0,6/1 kV.

Los cables y sistemas de conducción de cables deben instalarse de manera que no se reduzcan las características de la estructura del edificio en la seguridad contra incendios.

Los cables serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida. Los cables con características equivalentes a las de la norma UNE 21.123 parte 4 ó 5; o a la norma UNE 211002 (según la tensión asignada del cable), cumplen con esta prescripción.

Los elementos de conducción de cables con características equivalentes a los clasificados como “no propagadores de la llama” de acuerdo con las normas UNE-EN 50085-1 y UNE-EN 50086-1, cumplen con esta prescripción. La sección mínima será de 6 mm² para los cables polares, neutro y protección y de 1,5 mm² para el hilo de mando, que será de color rojo.

2.5. CONDUCTORES PARA INSTALACIONES INTERIORES

Los conductores y cables que se empleen en las instalaciones serán de cobre o aluminio y serán siempre aislados, excepto cuando vayan montados sobre aisladores, tal como se indica en la ITC-BT 20.

Las Intensidades máximas admisibles, se regirán en su totalidad por lo indicado en la Norma UNE 20.460-5-523 y su anexo Nacional .

2.6. CONDUCTORES DE PROTECCIÓN

Se aplicará lo indicado en la Norma UNE 20.460 -5-54 en su apartado 543. Como ejemplo, para los conductores de protección que estén constituidos por el mismo metal que los conductores de fase o polares, tendrán una sección mínima igual a la fijada en la tabla 2, en función de la sección de los conductores de fase o polares de la instalación; en caso de que sean de distinto material, la sección se determinará de forma que presente una conductividad equivalente a la que resulta de aplicar la tabla 2.

Para otras condiciones se aplicará la norma UNE 20.460 -5-54, apartado 543.

En la instalación de los conductores de protección se tendrá en cuenta:

- Si se aplican diferentes sistemas de protección en instalaciones próximas, se empleará para cada uno de los sistemas un conductor de protección distinto. Los sistemas a utilizar estarán de acuerdo con los indicados en la

norma UNE 20.460-3. En los pasos a través de paredes o techos estarán protegidos por un tubo de adecuada resistencia mecánica, según ITC-BT 21 para canalizaciones empotradas.

- No se utilizará un conductor de protección común para instalaciones de tensiones nominales diferentes.

- Si los conductores activos van en el interior de una envolvente común, se recomienda incluir también dentro de ella el conductor de protección, en cuyo caso presentará el mismo aislamiento que los otros conductores. Cuando el conductor de protección se instale fuera de esta canalización seguirá el curso de la misma.
- En una canalización móvil todos los conductores incluyendo el conductor de protección, irán por la misma canalización
- En el caso de canalizaciones que incluyan conductores con aislamiento mineral, la cubierta exterior de estos conductores podrá utilizarse como conductor de protección de los circuitos correspondientes, siempre que su continuidad quede perfectamente asegurada y su conductividad sea como mínimo igual a la que resulte de la aplicación de la Norma UNE 20.460 -5-54, apartado 543.
- Cuando las canalizaciones estén constituidas por conductores aislados colocados bajo tubos de material ferromagnético, o por cables que contienen una armadura metálica, los conductores de protección se colocarán en los mismos tubos o formarán parte de los mismos cables que los conductores activos.
- Los conductores de protección estarán convenientemente protegidos contra el deterioro mecánico y químico, especialmente en los pasos a través de los elementos de la construcción.
- Las conexiones en estos conductores se realizarán por medio de uniones soldadas sin empleo de ácido o por piezas de conexión de apriete por rosca, debiendo ser accesibles para verificación y ensayo. Estas piezas serán de material inoxidable y los tornillos de apriete, si se usan, estarán previstos para evitar su desapriete. Se considera que los dispositivos que cumplan con la norma UNE-EN 60.998 -2-1 cumplen con esta prescripción.
- Se tomarán las precauciones necesarias para evitar el deterioro causado por efectos electroquímicos cuando las conexiones sean entre metales diferentes (por ejemplo cobre-aluminio).

2.7. BASES DE TOMA DE CORRIENTE

Las bases de toma de corriente utilizadas en las instalaciones interiores o receptoras serán del tipo indicado en las figuras C2a, C3a o ESB 25-5a de la norma UNE 20315. El tipo indicado en la figura C3a queda reservado para instalaciones en las que se requiera distinguir la fase del neutro, o disponer de una red de tierras específica.

En instalaciones diferentes de las indicadas en la ITC-BT 25 para viviendas, además se admitirán las bases de toma de corriente indicadas en la serie de normas UNE EN 60309.

Las bases móviles deberán ser del tipo indicado en las figuras ESC 10-1a, C2a o C3a de la Norma UNE 20315. Las clavijas utilizadas en los cordones prolongadores deberán ser del tipo indicado en las figuras ESC 10-1b, C2b, C4, C6 o ESB 25-5b.

Las bases de toma de corriente del tipo indicado en las figuras C1a, las ejecuciones fijas de las figuras ESB 10-5a y ESC 10-1a, así como las clavijas de las figuras ESB 10-5b y C1b, recogidas en la norma UNE 20315, solo podrán comercializarse e instalarse para reposición de las existentes.

2.8. CONEXIONES

En ningún caso se permitirá la unión de conductores mediante conexiones y/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; puede permitirse asimismo, la utilización de bridas de conexión. Siempre deberán realizarse en el interior de cajas de empalme y/o de derivación salvo en los casos indicados en el apartado 3.1. de la ITC-BT-21. Si se trata de conductores de varios alambres cableados, las conexiones se realizarán de forma que la corriente se reparta por todos los alambres componentes y si el sistema adoptado es de tornillo de apriete entre una arandela metálica bajo su cabeza y una superficie metálica, los conductores de sección superior a 6 mm² deberán conectarse por medio de terminales adecuados, de forma que las conexiones no queden sometidas a esfuerzos mecánicos.

2.9. TUBOS

1.1.1. Características Mínimas De Los Tubos, En Función Del Tipo De La Instalación

TUBOS EN CANALIZACIONES FIJAS EN SUPERFICIE

En las canalizaciones superficiales, los tubos deberán ser preferentemente rígidos y en casos especiales podrán usarse tubos curvables. Sus características mínimas serán las indicadas en la tabla.

CARACTERÍSTICA	CÓDIGO	GRADO
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN.	4	Fuerte
RESISTENCIA AL IMPACTO.	3	Media
TEMPERATURA MÍNIMA DE INSTALACIÓN Y SERVICIO.	2	-5 °C
TEMPERATURA MÁXIMA DE INSTALACIÓN Y SERVICIO.	1	+60 °C
RESISTENCIA AL CURVADO.	1-2	Rígido/curvable
PROPIEDADES ELÉCTRICAS.	1-2	Continuidad eléctrica/aislante.
RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN DE OBJETOS SÓLIDOS.	4	Contra objetos $D \geq 1$ mm.
RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN DEL AGUA.	2	Contra gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos esta inclinado 15°
RESISTENCIA A LA CORROSIÓN DE TUBOS METÁLICOS Y COMPUESTOS.	2	Protección interior y exterior media.
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN.	0	No declarada.
RESISTENCIA A LA PROPAGACIÓN DE LA LLAMA.	1	No propagador.
RESISTENCIAS A LAS CARGAS SUSPENDIDAS.	0	No declarada.

Los tubos deberán tener un diámetro tal que permitan un fácil alojamiento y extracción de los cables o conductores aislados. En la tabla figuran los diámetros exteriores mínimos de los tubos en función del número y la sección de los conductores o cables a conducir.

Sección nominal de los conductores unipolares (mm ²)	Diámetro exterior de los tubos (mm)	
	Numero de conductores	
	3	5
1,5	16	16
2,5	16	20
4	20	20
6	20	25
10	25	32
16	32	32
25	32	40
35	40	50
50	50	50
70	50	63
95	63	75
120	63	75
150	75	-
185	75	-
240	-	-

TUBOS EN CANALIZACIONES EMPOTRADAS

En las canalizaciones empotradas, los tubos protectores podrán ser rígidos, curvables o flexibles y sus características mínimas se describen en la tabla 3 para tubos empotrados en obras de fábrica (paredes, techos y falsos techos), huecos de la construcción o canales protectoras de obra y en la tabla 4 para tubos empotrados embebidos en hormigón.

CARACTERÍSTICA	CÓDIGO	GRADO
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN.	2	Ligera
RESISTENCIA AL IMPACTO.	2	Ligera
TEMPERATURA MÍNIMA DE INSTALACIÓN Y SERVICIO.	2	-5 °C
TEMPERATURA MÁXIMA DE INSTALACIÓN Y SERVICIO.	1	+60 °C
RESISTENCIA AL CURVADO.	1-2-3-4	Cualquiera de las especificadas
PROPIEDADES ELÉCTRICAS.	0	No declaradas
RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN DE OBJETOS SÓLIDOS.	4	Contra objetos D $\geq$ 1 mm.
RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN DEL AGUA.	2	Contra gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos esta inclinado 15°
RESISTENCIA A LA CORROSIÓN DE TUBOS METÁLICOS Y COMPUESTOS.	2	Protección interior y exterior media.
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN.	0	No declarada.
RESISTENCIA A LA PROPAGACIÓN DE LA LLAMA.	1	No propagador.
RESISTENCIAS A LAS CARGAS SUSPENDIDAS.	0	No declarada.

Las canalizaciones ordinarias precableadas destinadas a ser empotradas en ranuras realizadas en obra de fábrica (paredes, techos y falsos techos) serán flexibles o curvables y sus características mínimas para instalaciones ordinarias serán las indicadas en la tabla.

CARACTERÍSTICA	CÓDIGO	GRADO
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN.	3	Media
RESISTENCIA AL IMPACTO.	3	Media
TEMPERATURA MÍNIMA DE INSTALACIÓN Y SERVICIO.	2	-5 °C
TEMPERATURA MÁXIMA DE INSTALACIÓN Y SERVICIO.	2	+90 °C ⁽¹⁾
RESISTENCIA AL CURVADO.	1-2-3-4	Cualquiera de las especificadas
PROPIEDADES ELÉCTRICAS.	0	No declaradas
RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN DE OBJETOS SÓLIDOS.	5	Protegido contra el polvo.
RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN DEL AGUA.	3	Protegido contra el agua en forma de lluvia.
RESISTENCIA A LA CORROSIÓN DE TUBOS METÁLICOS Y COMPUESTOS.	2	Protección interior y exterior media.
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN.	0	No declarada.
RESISTENCIA A LA PROPAGACIÓN DE LA LLAMA.	1	No propagador.
RESISTENCIAS A LAS CARGAS SUSPENDIDAS.	0	No declarada.
<i>(1) para canalizaciones precableadas ordinarias empotradas en obra de fábrica (paredes, techo y falsos techos) se acepta una temperatura máxima de instalación y servicio código 1; +60 °C.</i>		

Los tubos deberán tener un diámetro tal que permitan un fácil alojamiento y extracción de los cables o conductores aislados. En la Tabla 5 figuran los diámetros exteriores mínimos de los tubos en función del número y la sección de los conductores o cables a conducir.

Sección nominal de los conductores unipolares (mm ²)	Diámetro exterior de los tubos (mm)	
	Número de conductores	
	3	5
1,5	16	20
2,5	20	20
4	20	25
6	25	25
10	25	32
16	32	40
25	40	50
35	40	50
50	50	63
70	63	63
95	63	75
120	75	-
150	75	-
185	-	-
240	-	-

Para más de 5 conductores por tubo o para conductores o cables de secciones diferentes a instalar en el mismo tubo, su sección interior será como mínimo, igual a 3 veces la sección ocupada por los conductores.

CANALIZACIONES AÉREAS O CON TUBOS AL AIRE

En las canalizaciones al aire, destinadas a la alimentación de máquinas o elementos de movilidad restringida, los tubos serán flexibles y sus características mínimas para instalaciones ordinarias serán las indicadas en la Tabla 6.

Se recomienda no utilizar este tipo de instalación para secciones nominales de conductor superiores a 16 mm².

CARACTERÍSTICA	CÓDIGO	GRADO
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN.	4	Fuerte
RESISTENCIA AL IMPACTO.	3	Media
TEMPERATURA MÍNIMA DE INSTALACIÓN Y SERVICIO.	2	-5 °C
TEMPERATURA MÁXIMA DE INSTALACIÓN Y SERVICIO.	1	+60 °C
RESISTENCIA AL CURVADO.	4	Flexible
PROPIEDADES ELÉCTRICAS.	½	Continuidad/aislado
RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN DE OBJETOS SÓLIDOS.	4	Contra objetos D ≥ 1 mm.
RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN DEL AGUA.	2	Protegido contra gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos esta inclinado 15°
RESISTENCIA A LA CORROSIÓN DE TUBOS METÁLICOS Y COMPUESTOS.	2	Protección interior y exterior media.
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN.	2	Ligera
RESISTENCIA A LA PROPAGACIÓN DE LA LLAMA.	1	No propagador.
RESISTENCIAS A LAS CARGAS SUSPENDIDAS.	2	Ligera

Los tubos deberán tener un diámetro tal que permitan un fácil alojamiento y extracción de los cables o conductores aislados. En la Tabla 7 figuran los diámetros exteriores mínimos de los tubos en función del número y la sección de los conductores o cables a conducir.

Sección nominal de los conductores unipolares (mm ²)	Diámetro exterior de los tubos (mm)	
	Número de conductores	
	3	5
1,5	16	20
2,5	20	20
4	20	25
6	25	25
10	25	32
16	32	40

Para más de 5 conductores por tubo o para conductores o cables de secciones diferentes a instalar en el mismo tubo, su sección interior será como mínimo, igual a 4 veces la sección ocupada por los conductores.

TUBOS EN CANALIZACIONES ENTERRADAS

En las canalizaciones enterradas, los tubos protectores serán conformes a lo establecido en la norma UNE-EN 50.086 2-4 y sus características mínimas serán, para las instalaciones ordinarias las indicadas en la tabla 8.

CARACTERÍSTICA	CÓDIGO	GRADO
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN.	NA	250N / 450 N / 750 N
RESISTENCIA AL IMPACTO.	NA	Ligero / Normal / Normal
TEMPERATURA MÍNIMA DE INSTALACIÓN Y SERVICIO.	NA	NA
TEMPERATURA MÁXIMA DE INSTALACIÓN Y SERVICIO.	NA	NA
RESISTENCIA AL CURVADO.	1-2-3-4	Cualquiera de las especificadas
PROPIEDADES ELÉCTRICAS.	0	No declaradas
RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN DE OBJETOS SÓLIDOS.	4	Contra objetos D _≥ 1 mm.
RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN DEL AGUA.	3	Protegido contra el agua en forma de lluvia
RESISTENCIA A LA CORROSIÓN DE TUBOS METÁLICOS Y COMPUESTOS.	2	Protección interior y exterior media.
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN.	0	No declarada
RESISTENCIA A LA PROPAGACIÓN DE LA LLAMA.	0	No declarada
RESISTENCIAS A LAS CARGAS SUSPENDIDAS.	0	No declarada
Notas: NA: No aplicable. (*) Para tubos embebidos en hormigón aplica 250 N y grado Ligero; para tubos en suelo ligero aplica 450 N y grado Normal; para tubos en suelos pesados aplica 750 N y grado Normal.		

Los tubos deberán tener un diámetro tal que permitan un fácil alojamiento y extracción de los cables o conductores aislados. En la Tabla 9 figuran los diámetros exteriores mínimos de los tubos en función del número y la sección de los conductores o cables a conducir.

Sección nominal de los conductores unipolares (mm ²)	Diámetro exterior de los tubos (mm)
	Numero de conductores
	≤6
1,5	25
2,5	32
4	40
6	50
10	63
16	63
25	90
35	90
50	110
70	125
95	140
120	160
150	180
185	180
240	225

1.1.2. Prescripciones Generales

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 líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan el local donde se efectúa la instalación.
- Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.
- Los tubos aislantes rígidos curvables en caliente podrán ser ensamblados entre sí en caliente, recubriendo el empalme con una cola especial cuando se precise una unión estanca.
- Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles. Los radios mínimos de curvatura para cada clase de tubo serán los especificados por el fabricante conforme a UNE-EN 50.086 -2-2.

- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocarlos y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes, que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 metros. El número de curvas en ángulo situadas entre dos registros consecutivos no será superior a 3. Los conductores se alojarán normalmente en los tubos después de colocados éstos.
- Los registros podrán estar destinadas únicamente a facilitar la introducción y retirada de los conductores en los tubos o servir al mismo tiempo como cajas de empalme o derivación.
- Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante y no propagador de la llama. Si son metálicas estarán protegidas contra la corrosión. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será al menos igual al diámetro del tubo mayor más un 50 % del mismo, con un mínimo de 40 mm. Su diámetro o lado interior mínimo será de 60 mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas o racores adecuados.
- 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; puede permitirse asimismo, la utilización de bridas de conexión. El retorcimiento o arrollamiento de conductores no se refiere a aquellos casos en los que se utilice cualquier dispositivo conector que asegure una correcta unión entre los conductores aunque se produzca un retorcimiento parcial de los mismos y con la posibilidad de que puedan desmontarse fácilmente. Los bornes de conexión para uso doméstico o análogo serán conformes a lo establecido en la correspondiente parte de la norma UNE-EN 60.998.
- Durante la instalación de los conductores para que su aislamiento no pueda ser dañado por su roce con los bordes libres de los tubos, los extremos de éstos, cuando sean metálicos y penetren en una caja de conexión o aparato, estarán provistos de boquillas con bordes redondeados o dispositivos equivalentes, o bien los bordes estarán convenientemente redondeados.

- En los tubos metálicos sin aislamiento interior, se tendrá en cuenta las posibilidades de que se produzcan condensaciones de agua en su interior, para lo cual se elegirá convenientemente el trazado de su instalación, previendo la evacuación y estableciendo una ventilación apropiada en el interior de los tubos mediante el sistema adecuado, como puede ser, por ejemplo, el uso de una "T" de la que uno de los brazos no se emplea.
- Los tubos metálicos que sean accesibles deben ponerse a tierra. Su continuidad eléctrica deberá quedar convenientemente asegurada. En el caso de utilizar tubos metálicos flexibles, es necesario que la distancia entre dos puestas a tierra consecutivas de los tubos no exceda de 10 metros.
- No podrán utilizarse los tubos metálicos como conductores de protección o de neutro.
- Para la colocación de los conductores se seguirá lo señalado en la ITC-BT-20.
- A fin de evitar los efectos del calor emitido por fuentes externas (distribuciones de agua caliente, aparatos y luminarias, procesos de fabricación, absorción del calor del medio circundante, etc.) las canalizaciones se protegerán utilizando los siguientes métodos eficaces:
 - Pantallas de protección calorífuga
 - Alejamiento suficiente de las fuentes de calor
 - Elección de la canalización adecuada que soporte los efectos nocivos que se puedan producir
 - Modificación del material aislante a emplear

1.1.3. Generalidades

La canal protectora es un material de instalación constituido por un perfil de paredes perforadas o no perforadas, destinado a alojar conductores o cables y cerrado por una tapa desmontable, según se indica en la ITC-BT-01 "Terminología". Las canales serán conformes a lo dispuesto en las normas de la serie UNE-EN 50.085 y se clasificarán según lo establecido en la misma.

Las características de protección deben mantenerse en todo el sistema. Para garantizar éstas, la instalación debe realizarse siguiendo las instrucciones del fabricante.

En las canales protectoras de grado IP4X o superior y clasificadas como "canales con tapa de acceso que solo puede abrirse con herramientas" según la norma UNE-EN 50.085 -1, se podrá:

- a) Utilizar conductor aislado, de tensión asignada 450/750 V.
- b) Colocar mecanismos tales como interruptores, tomas de corrientes, dispositivos de mando y control, etc., en su interior, siempre que se fijen de acuerdo con las instrucciones del fabricante.
- c) Realizar empalmes de conductores en su interior y conexiones a los mecanismos.

En las canales protectoras de grado de protección inferior a IP4X ó clasificadas como "canales con tapa de acceso que puede abrirse sin herramientas", según la norma UNE-EN 50.085 -1, sólo podrá utilizarse conductor aislado bajo cubierta estanca, de tensión asignada mínima 300/500 V.

1.1.4. Características De Las Canales

En las canalizaciones para instalaciones superficiales ordinarias, las características mínimas de las canales serán las indicadas en la tabla 11.

Tabla 11. Características mínimas para canalizaciones superficiales ordinarias

Caracateristica	Grado	
Dimensión del lado mayor de la sección transversal	≤16mm	> 16 mm
Resistencia al impacto	Muy ligera	Media
Temperatura mínima de instalación y servicio	+15°C	-5°C
Temperatura máxima de instalación y servicio	+60°C	+60°C
Propiedades eléctricas	Aislante	Continuidad eléctrica/aislante
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	No inferior a 2
Resistencia a la penetración de agua	No declarada	
Resistencia a la propagación de la llama	No propagadora	

El cumplimiento de estas características se realizará según los ensayos indicados en las normas UNE-EN 50.085.

El número máximo de conductores que pueden ser alojados en el interior de una canal será el compatible con un tendido fácilmente realizable y considerando la incorporación de accesorios en la misma canal.

Salvo otras prescripciones en instrucciones particulares, las canales protectoras para aplicaciones no ordinarias deberán tener unas características mínimas de resistencia al impacto, de temperatura mínima y máxima de instalación y servicio, de resistencia a la penetración de objetos sólidos y de resistencia a la penetración de agua, adecuadas a las condiciones del emplazamiento al que se destina; asimismo las canales serán no propagadoras de la llama. Dichas características serán conformes a las normas de la serie UNE-EN 50.085.

2.11. INSTALACIÓN Y COLOCACIÓN DE LAS CANALES

- La instalación y puesta en obra de las canales protectoras deberá cumplir lo indicado en la norma UNE 20.460 -5-52 y en las Instrucciones ITC-BT-19 e ITC-BT-20.
- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo preferentemente líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan al local donde se efectúa la instalación.
- Las canales con conductividad eléctrica deben conectarse a la red de tierra, su continuidad eléctrica quedará convenientemente asegurada.
- No se podrán utilizar las canales como conductores de protección o de neutro, salvo lo dispuesto en la Instrucción ITCBT- 18 para canalizaciones prefabricadas .
- La tapa de las canales quedará siempre accesible.

2.12. CAJAS

Las cajas de derivación serán adecuadas a los tubos empleados tanto en dimensiones, como en material y tipo de instalación (empotrada o superficie), en instalaciones estancas, las uniones con los tubos serán roscadas con prensaestopas o mecanismos adecuados.

En el interior de las cajas para la conexión de los conductores, se dispondrán fichas o bornes de conexión conformes al número de conductores y sección de los mismos.

Todos los empalmes y derivaciones se realizarán en cajas destinadas a tal efecto. Las dimensiones de las cajas serán tales que permitan el holgado alojamiento de los conductores, fichas y conexiones. En todo caso nunca serán inferiores a la denominación comercial de 100x100.

2.13. LUMINARIAS

Los materiales deberán ser de primera calidad. En las luminarias de tipo fluorescente se exige la corrección del factor de potencia hasta un cuerpo de 0.95 según lo dispone recientemente el Ministerio de Industria y Energía y para que el cargo por este concepto sea nulo.

Todas las luminarias con partes metálicas llevarán el correspondiente borne de puesta a tierra, que tendrá que asegurar un buen contacto de forma permanente.

Los equipos se instalarán en el interior del cuerpo de la luminaria y todos ellos estarán al alcance de una forma directa, es decir, se podrá efectuar el cambio de cualesquiera de ellos sin que los otros lo impidan. Deberán ser por lo tanto de fácil mantenimiento e instalación. La temperatura que se genere deberá quedar dentro de los límites autorizados. La vida media de los tubos fluorescentes será como mínimo de 7500 horas.

El conjunto de equipos y tubos que forman la luminaria deberán constituir una unidad tal que funciones en las condiciones óptimas requeridas anteriormente para cada uno de sus elementos. Tanto el portalámpara como el portacebadores han de asegurar un contacto adecuado, y los primeros deberán poseer diversas posiciones de enclavamiento.

2.14. INTERRUPTORES, BASES DE ENCHUFE Y CORTACIRCUITOS FUSIBLES.

Los interruptores para alumbrado, serán al menos de 10 a 250 V., e irán protegidos con sus correspondientes cortacircuitos fusibles. Los interruptores para fuerza, serán de intensidad adecuada a sus receptores, pero como mínimo de 16 A./300 V., e irán protegidos con cortacircuitos fusibles.

Las bases de enchufe para alumbrado, serán de 10 A. 250 V. con protección a tierra de la marca SIMON o similar. Las bases de enchufe para fuerza serán al menos de 16 A. 380 V., con protección de tierra y del tipo SHUKO o similar.

Todos los mecanismos de interruptores, enchufes y cortacircuitos, serán de material aislante, incombustible y no propagadores de las llamas.

Todos los interruptores serán de corte unipolar debiendo resistir 10.000 maniobras de apertura y cierre con su carga nominal y a la tensión de trabajo, sin presentar desgaste excesivo o avería. En fuerza las secciones e interruptores o enchufes, serán adecuadas a la potencia de los receptores correspondientes, pero como mínimo, tendrán 1,5 mm. en cobre. Todas las bases irán empotradas en cajas previstas al efecto y adecuadas al mecanismo que alojan.

3. PUESTA A TIERRA DE LA INSTALACIÓN

3.1. INSTALACIÓN

En toda nueva edificación se establecerá una toma de tierra de protección, según el siguiente sistema:

Instalando en el fondo de las zanjas de cimentación de los edificios, y antes de empezar ésta, un cable rígido de cobre desnudo de una sección mínima según se indica en la ITC-BT-18, formando un anillo cerrado que interese a todo el perímetro del edificio. A este anillo deberán conectarse electrodos verticalmente hincados en el terreno cuando, se prevea la necesidad de disminuir la resistencia de tierra que pueda presentar el conductor en anillo. Cuando se trate de construcciones que comprendan varios edificios próximos, se procurará unir entre sí los anillos que forman la toma de tierra de cada uno de ellos, con objeto de formar una malla de la mayor extensión posible.

En rehabilitación o reforma de edificios existentes, la toma de tierra se podrá realizar también situando en patios de luces o en jardines particulares del edificio, uno o varios electrodos de características adecuadas.

Al conductor en anillo, o bien a los electrodos, se conectarán, en su caso, la estructura metálica del edificio o, cuando la cimentación del mismo se haga con zapatas de hormigón armado, un cierto número de hierros de los considerados principales y como mínimo uno por zapata.

Estas conexiones se establecerán de manera fiable y segura, mediante soldadura aluminotérmica o autógena.

Las líneas de enlace con tierra se establecerán de acuerdo con la situación y número previsto de puntos de puesta a tierra.

La naturaleza y sección de estos conductores estará de acuerdo con lo indicado para ellos en la Instrucción ITC-BT-18.

3.2. ELEMENTOS A CONECTAR A TIERRA

A la toma de tierra establecida se conectará toda masa metálica importante, existente en la zona de la instalación, y las masas metálicas accesibles de los aparatos receptores, cuando su clase de aislamiento o condiciones de instalación así lo exijan.

A esta misma toma de tierra deberán conectarse las partes metálicas de los depósitos de gasóleo, de las instalaciones de calefacción general, de las instalaciones de agua, de las instalaciones de gas canalizado y de las antenas de radio y televisión.

3.3. PUNTOS DE PUESTA A TIERRA

Los puntos de puesta a tierra se situarán:

- a) En los patios de luces destinados a cocinas y cuartos de aseo, etc., en rehabilitación o reforma de edificios existentes.
- b) En el local o lugar de la centralización de contadores, si la hubiere.
- c) En la base de las estructuras metálicas de los ascensores y montacargas, si los hubiere.
- d) En el punto de ubicación de la caja general de protección.
- e) En cualquier local donde se prevea la instalación de elementos destinados a servicios generales o especiales, y que por su clase de aislamiento o condiciones de instalación, deban ponerse a tierra.

3.4. LÍNEAS PRINCIPALES DE TIERRA. DERIVACIONES

Las líneas principales y sus derivaciones se establecerán en las mismas canalizaciones que las de las líneas generales de alimentación y derivaciones individuales.

Únicamente es admitida la entrada directa de las derivaciones de la línea principal de tierra en cocinas y cuartos de aseo, cuando, por la fecha de construcción del edificio, no se hubiese previsto la instalación de conductores de protección. En este caso, las masas de los aparatos receptores, cuando sus condiciones de instalación lo exijan, podrán ser conectadas a la derivación de la línea principal de tierra directamente, o bien a través de tomas de corriente que dispongan de contacto de puesta a tierra. Al punto o puntos de puesta a tierra indicados se conectarán las líneas principales de tierra.

Estas líneas podrán instalarse por los patios de luces o por canalizaciones interiores, con el fin de establecer a la altura de cada planta del edificio su derivación hasta el borne de conexión de los conductores de protección de cada local o vivienda.

Las líneas principales de tierra estarán constituidas por conductores de cobre de igual sección que la fijada para los conductores de protección en la Instrucción ITC-BT-19, con un mínimo de 16 milímetros cuadrados. Pueden estar formadas por barras planas o redondas, por conductores desnudos o aislados, debiendo disponerse una protección mecánica en la parte en que estos conductores sean accesibles, así como en los pasos de techos, paredes, etc.

La sección de los conductores que constituyen las derivaciones de la línea principal de tierra, será la señalada en la Instrucción ITC-BT-19 para los conductores de protección.

No podrán utilizarse como conductores de tierra las tuberías de agua, gas, calefacción, desagües, conductos de evacuación de humos o basuras, ni las cubiertas metálicas de los cables, tanto de la instalación eléctrica como de teléfonos o de cualquier otro servicio similar, ni las partes conductoras de los sistemas de conducción de los cables, tubos, canales y bandejas.

Las conexiones en los conductores de tierra serán realizadas mediante dispositivos, con tornillos de apriete u otros similares, que garanticen una continua y perfecta conexión entre aquéllos.

3.5. CONDUCTORES DE PROTECCIÓN

Por toda la instalación y junto con los conductores activos, se llevarán un conductor de tierra de iguales características de aislamiento y tensión nominal que aquellos, pero con color de identificación amarillo-verde. Se conectarán a tierra todos los enchufes, aparatos de alumbrado y partes metálicas de la instalación no sometidas a tensión (cuadros de maniobra, masas de receptores etc.).

4. SISTEMAS DE INSTALACIÓN

4.1. GENERALIDADES

Los sistemas de instalación deberán tener en consideración los principios fundamentales de la norma UNE 20.460 -5-52.

4.2. SISTEMAS DE INSTALACIÓN

La selección del tipo de canalización en cada instalación particular se realizara escogiendo, en función de las influencias externas, el que se considere más adecuado de entre los descritos para conductores y cables en la norma UNE 20.460 -5-52.

1.1.5. Prescripciones Generales

Circuitos de potencia

Varios circuitos pueden encontrarse en el mismo tubo o en el mismo compartimento de canal si todos los conductores están aislados para la tensión asignada más elevada.

Separación de circuitos

No deben instalarse circuitos de potencia y circuitos de muy baja tensión de seguridad (MBTS ó MBTP) en las mismas canalizaciones, a menos que cada cable esté aislado para la tensión más alta presente o se aplique una de las disposiciones siguientes:

- Que cada conductor de un cable de varios conductores esté aislado para la tensión más alta presente en el cable;
- Que los conductores estén aislados para su tensión e instalados en un compartimento separado de un conducto o de una canal, si la separación garantiza el nivel de aislamiento requerido para la tensión más elevada.

1.1.6. Disposiciones

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 mínima de 3 cm. En caso de proximidad con conductos de calefacción, de aire caliente, vapor o 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 no se situarán por debajo de otras canalizaciones que puedan dar lugar a condensaciones, tales como las destinadas a conducción de vapor, de agua, de gas, etc., a menos que se tomen las disposiciones necesarias para proteger las canalizaciones eléctricas contra los efectos de estas condensaciones. Las canalizaciones eléctricas y las no eléctricas sólo podrán ir dentro de un mismo canal o

hueco en la construcción, cuando se cumplan simultáneamente las siguientes condiciones:

a) La protección contra contactos indirectos estará asegurada por alguno de los sistemas señalados en la Instrucción ITCBT-24, considerando a las conducciones no eléctricas, cuando sean metálicas, como elementos conductores.

b) 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, debida 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 su evacuación
- La corrosión, por avería en una conducción que contenga un fluido corrosivo
- La explosión, por avería en una conducción que contenga un fluido inflamable
- La intervención por mantenimiento o avería en una de las canalizaciones puede realizarse sin dañar al resto

1.1.7. Accesibilidad

Las canalizaciones deberán estar dispuestas de forma que faciliten su maniobra, inspección y acceso a sus conexiones.

Estas posibilidades no deben ser limitadas por el montaje de equipos en las envolventes o en los compartimentos.

1.1.8. Identificación

Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que mediante la conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc. Por otra parte, el conductor neutro o compensador, cuando exista, estará claramente diferenciado de los demás conductores.

Las canalizaciones pueden considerarse suficientemente diferenciadas unas de otras, bien por la naturaleza o por el tipo de los conductores que la componen, o bien por sus dimensiones o por su trazado. Cuando la identificación pueda resultar difícil, debe establecerse un plano de la instalación que permita, en todo momento, esta identificación mediante etiquetas o señales de aviso indelebles y legibles.

4.3. CONDICIONES PARTICULARES

Los sistemas de instalación de las canalizaciones en función de los tipos de conductores o cables deben estar de acuerdo con la tabla 1, siempre y cuando las influencias externas estén de acuerdo con las prescripciones de las normas de canalizaciones correspondientes. Los sistemas de instalación de las canalizaciones, en función de la situación deben estar de acuerdo con la tabla 2.

Tabla 1. Elección de las canalizaciones

Conductores y cables		Sistemas de instalación							
		Sin fijación	Fijación directa	Tubos	Canales y molduras	Conductos de sección no circular	Bandejas de escalera Bandejas soportes	Sobre aisladores	Con fiador
Conductores desnudos		-	-	-	-	-	-	+	-
Conductores aislados		-	-	+	+	+	-	+	-
Cables con cubierta	Multi-polares	+	+	+	+	+	+	0	+
	Uni-polares	0	+	+	+	+	+	0	+
+ : Admitido - : No admitido 0 : No aplicable o no utilizado en la práctica * : Se admiten conductores aislados si la tapa sólo puede abrirse con un útil o con una acción manual importante y la canal es P 4X o P 3XD									

Tabla 2. Situación de las canalizaciones

Situaciones		Sistemas de instalación							
		Sin fijación	Fijación directa	Tubos	Canales y molduras	Conductos de sección no circular	Bandejas de escalera Bandejas soportes	Sobre aisladores	Con fiador
Huecos de la construcción	accesibles	+	+	+	+	+	+	-	0
	no accesibles	+	0	+	0	+	0	-	-
Canal de obra		+	+	+	+	+	+	-	-
Enterrados		+	0	+	-	+	0	-	-
Empotrados en estructuras		+	+	+	+	+	0	-	-
En montaje superficial		-	+	+	+	+	+	+	-
Aéreo		-	-	(*)	+	-	+	+	+

+ : Admitido
- : No admitido
0 : No aplicable o no utilizado en la práctica
(*) : No se utilizan en la práctica salvo en instalaciones cortas y destinadas a la alimentación de máquinas o elementos de movilidad restringida

1.1.9. Conductores Aislados Bajo Tubos Protectores

Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V y los tubos cumplirán lo establecido en la ITC-BT-21.

1.1.10. Conductores Aislados Fijados Directamente Sobre Las Paredes

Estas instalaciones se establecerán con cables de tensiones asignadas no inferiores a 0,6/1 kV, provistos de aislamiento y cubierta (se incluyen cables armados o con aislamiento mineral). Estas instalaciones se realizarán de acuerdo a la norma UNE 20.460 -5-52.

Para la ejecución de las canalizaciones se tendrán en cuenta las siguientes prescripciones:

- Se fijarán sobre las paredes por medio de bridas, abrazaderas, o collares de forma que no perjudiquen las cubiertas de los mismos.
- Con el fin de que los cables no sean susceptibles de doblarse por efecto de su propio peso, los puntos de fijación de los mismos estarán suficientemente próximos. La distancia entre dos puntos de fijación sucesivos, no excederá de 0,40 metros.
- Cuando los cables deban disponer de protección mecánica por el lugar y condiciones de instalación en que se efectúe la misma, se utilizarán cables armados. En caso de no utilizar estos cables, se establecerá una protección mecánica complementaria sobre los mismos.
- Se evitará curvar los cables con un radio demasiado pequeño y salvo prescripción en contra fijada en la Norma UNE correspondiente al cable utilizado, este radio no será inferior a 10 veces el diámetro exterior del cable.
- Los cruces de los cables con canalizaciones no eléctricas se podrán efectuar por la parte anterior o posterior a éstas, dejando una distancia mínima de 3 cm entre la superficie exterior de la canalización no eléctrica y la cubierta de los cables cuando el cruce se efectúe por la parte anterior de aquélla.
- Los puntos de fijación de los cables estarán suficientemente próximos para evitar que esta distancia pueda quedar disminuida. Cuando el cruce de los cables requiera su empotramiento para respetar la separación mínima de 3 cm, se seguirá lo dispuesto en el apartado 2.2.1 de la presente instrucción. Cuando el cruce se realice bajo molduras, se seguirá lo dispuesto en el apartado 2.2.8 de la presente instrucción.
- Los extremos de los cables serán estancos cuando las características de los locales o emplazamientos así lo exijan, utilizándose a este fin cajas u otros dispositivos adecuados. La

estanqueidad podrá quedar asegurada con la ayuda de prensaestopas.

- Los cables con aislamiento mineral, cuando lleven cubiertas metálicas, no deberán utilizarse en locales que puedan presentar riesgo de corrosión para las cubiertas metálicas de estos cables, salvo que esta cubierta este protegida adecuadamente contra la corrosión.
- Los empalmes y conexiones se harán por medio de cajas o dispositivos equivalentes provistos de tapas desmontables que aseguren a la vez la continuidad de la protección mecánica establecida, el aislamiento y la inaccesibilidad de las conexiones y permitiendo su verificación en caso necesario.

1.1.11. Conductores Aislados Enterrados

Las condiciones para estas canalizaciones, en las que los conductores aislados deberán ir bajo tubo salvo que tengan cubierta y una tensión asignada 0,6/1kV, se establecerán de acuerdo con lo señalado en la Instrucciones ITC-BT-07 e ITC-BT-21.

1.1.12. Conductores Aislados Directamente Empotrados En Estructuras

Para estas canalizaciones son necesarios conductores aislados con cubierta (incluidos cables armados o con aislamiento mineral). La temperatura mínima y máxima de instalación y servicio será de -5°C y 90°C respectivamente (por ejemplo con polietileno reticulado o etileno-propileno).

1.1.13. Conductores Aéreos

Los conductores aéreos no cubiertos en 2.2.2, cumplirán lo establecido en la ITC-BT-06.

1.1.14. Conductores Aislados En El Interior De Huecos De La Construcción

Estas canalizaciones están constituidas por cables colocados en el interior de huecos de la construcción según UNE20.460 -5-52. Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

Los cables o tubos podrán instalarse directamente en los huecos de la construcción con la condición de que sean no propagadores de la llama.

Los huecos en la construcción admisibles para estas canalizaciones podrán estar dispuestos en muros, paredes, vigas, forjados o techos, adoptando la forma de conductos continuos o bien estarán comprendidos entre dos superficies paralelas como en el caso de falsos techos o muros con cámaras de aire.

En el caso de conductos continuos, éstos no podrán destinarse simultáneamente a otro fin (ventilación, etc.).

La sección de los huecos será, como mínimo, igual a cuatro veces la ocupada por los cables o tubos, y su dimensión más pequeña no será inferior a dos veces el diámetro exterior de mayor sección de éstos, con un mínimo de 20 milímetros.

Las paredes que separen un hueco que contenga canalizaciones eléctricas de los locales inmediatos, tendrán suficiente solidez para proteger éstas contra acciones previsibles.

Se evitarán, dentro de lo posible, las asperezas en el interior de los huecos y los cambios de dirección de los mismos en un número elevado o de pequeño radio de curvatura.

La canalización podrá ser reconocida y conservada sin que sea necesaria la destrucción parcial de las paredes, techos, etc., o sus guarnecidos y decoraciones.

Los empalmes y derivaciones de los cables serán accesibles, disponiéndose para ellos las cajas de derivación adecuadas.

Normalmente, como los cables solamente podrán fijarse en puntos bastante alejados entre sí, puede considerarse que el esfuerzo resultante de un recorrido vertical libre no superior a 3 metros quede dentro de los límites admisibles. Se tendrá en cuenta al disponer de puntos de fijación que no debe quedar comprometida ésta, cuando se suelten los bornes de conexión especialmente en recorridos verticales y se trate de bornes que están en su parte superior.

Se evitará que puedan producirse infiltraciones, fugas o condensaciones de agua que puedan penetrar en el interior del hueco, prestando especial atención a la impermeabilidad de sus muros exteriores, así como a la proximidad de tuberías de conducción de líquidos, penetración de agua al efectuar la limpieza de suelos, posibilidad de acumulación de aquélla en partes bajas del hueco, etc.

Cuando no se tomen las medidas para evitar los riesgos anteriores, las canalizaciones cumplirán las prescripciones establecidas para las instalaciones en locales húmedos e incluso mojados que pudieran afectarles.

1.1.15. Conductores Aislados Bajo Canales Protectoras

La canal protectora es un material de instalación constituido por un perfil de paredes perforadas o no, destinado a alojar conductores o cables y cerrado por una tapa desmontable.

Las canales deberán satisfacer lo establecido en la ITC-BT-21.

En las canales protectoras de grado IP4X o superior y clasificadas como “canales con tapa de acceso que solo puede abrirse con herramientas” según la norma UNE-EN 50.085 -1, se podrá:

- a) Utilizar conductor aislado, de tensión asignada 450/750 V.
- b) Colocar mecanismos tales como interruptores, tomas de corrientes, dispositivos de mando y control, etc., en su interior, siempre que se fijen de acuerdo con las instrucciones del fabricante.
- c) Realizar empalmes de conductores en su interior y conexiones a los mecanismos.

En las canales protectoras de grado de protección inferior a IP 4X o clasificadas como “canales con tapa de acceso que puede abrirse sin herramientas”, según la Norma UNE EN 50085-1, solo podrá utilizarse conductor aislado bajo cubierta estanca, de tensión asignada mínima 300/500V.

1.1.16. Conductores Aislados Bajo Molduras

Estas canalizaciones están constituidas por cables alojados en ranuras bajo molduras. Podrán utilizarse únicamente en locales o emplazamientos clasificados como secos, temporalmente húmedos o polvorientos.

Los cables serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V

Las molduras podrán ser reemplazadas por guarniciones de puertas, astrágalos o rodapiés ranurados, siempre que cumplan las condiciones impuestas para las primeras.

Las molduras cumplirán las siguientes condiciones:

- Las ranuras tendrán unas dimensiones tales que permitan instalar sin dificultad por ellas a los conductores o cables.

En principio, no se colocará más de un conductor por ranura, admitiéndose, no obstante, colocar varios conductores siempre que pertenezcan al mismo circuito y la ranura presente dimensiones adecuadas para ello.

- La anchura de las ranuras destinadas a recibir cables rígidos de sección igual o inferior a 6 mm² serán, como mínimo, de 6 mm.

Para la instalación de las molduras se tendrá en cuenta:

- Las molduras no presentarán discontinuidad alguna en toda la longitud donde contribuyen a la protección mecánica de los conductores. En los cambios de dirección, los ángulos de las ranuras serán obtusos.
- Las canalizaciones podrán colocarse al nivel del techo o inmediatamente encima de los rodapiés. En ausencia de éstos, la parte inferior de la moldura estará, como mínimo, a 10 cm por encima del suelo.
- En el caso de utilizarse rodapiés ranurados, el conductor aislado más bajo estará, como mínimo, a 1,5 cm por encima del suelo.
- Cuando no puedan evitarse cruces de estas canalizaciones con las destinadas a otro uso (agua, gas, etc.), se utilizará una moldura especialmente concebida para estos cruces o preferentemente un tubo rígido empotrado que sobresaldrá por una y otra parte del cruce. La separación entre dos canalizaciones que se crucen será, como mínimo de 1 cm en el caso de utilizar molduras especiales para el cruce y 3 cm, en el caso de utilizar tubos rígidos empotrados.
- Las conexiones y derivaciones de los conductores se hará mediante dispositivos de conexión con tornillo o sistemas equivalentes.
- Las molduras no estarán totalmente empotradas en la pared ni recubiertas por papeles, tapicerías o cualquier otro material, debiendo quedar su cubierta siempre al aire.
- Antes de colocar las molduras de madera sobre una pared, debe asegurarse que la pared está suficientemente seca; en caso contrario, las molduras se separarán de la pared por medio de un producto hidrófugo.

1.1.17. Conductores Aislados En Bandeja O Soporte De Bandejas

Sólo se utilizarán conductores aislados con cubierta (incluidos cables armados o con aislamiento mineral), unipolares o multipolares según norma UNE 20.460 -5-52.

1.1.18. Canalizaciones Eléctricas Prefabricadas

Deberán tener un grado de protección adecuado a las características del local por el que discurren.

Las canalizaciones prefabricadas para iluminación deberán ser conformes con las especificaciones de las normas de la serie UNE EN 60570.

Las características de las canalizaciones de uso general deberán ser conformes con las especificaciones de la Norma UNE EN 60439-2

4.4. PASO A TRAVÉS DE ELEMENTOS DE LA CONSTRUCCIÓN

El paso de las canalizaciones a través de 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 empalmes o derivaciones de cables.
- Las canalizaciones estarán suficientemente protegidas contra los deterioros mecánicos, las acciones 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 dos locales de humedades marcadamente diferentes, se dispondrán de modo que se impida la entrada y acumulación de agua en el local menos húmedo, curvándolos convenientemente en su extremo hacia el local más húmedo. Cuando los pasos desemboquen al exterior se instalará en el extremo del tubo una pipa de porcelana o vidrio, o de otro material aislante adecuado, dispuesta de modo que el paso exterior interior de los conductores se efectúe en sentido ascendente.
- En el caso que las canalizaciones sean de naturaleza distinta a uno y otro lado del paso, éste se efectuará por la canalización utilizada en el local cuyas prescripciones de instalación sean más severas.

- Para la protección mecánica de los cables en la longitud del paso, se dispondrán éstos en el interior de tubos normales cuando aquella longitud no exceda de 20 cm y si excede, se dispondrán tubos conforme a la tabla 3 de la Instrucción ITC-BT-21. Los extremos de los tubos metálicos sin aislamiento interior estarán provistos de boquillas aislantes de bordes redondeados o de dispositivo equivalente, o bien los bordes de los tubos estarán convenientemente redondeados, siendo suficiente para los tubos metálicos con aislamiento interior que éste último sobresalga ligeramente del mismo. También podrán emplearse para proteger los conductores los tubos de vidrio o porcelana o de otro material aislante adecuado de suficiente resistencia mecánica. No necesitan protección suplementaria los cables provistos de una armadura metálica ni los cables con aislamiento mineral, siempre y cuando su cubierta no sea atacada por materiales de los elementos a atravesar.
- Si el elemento constructivo que debe atravesarse separa dos locales con las mismas características de humedad, pueden practicarse aberturas en el mismo que permitan el paso de los conductores respetando en cada caso las separaciones indicadas para el tipo de canalización de que se trate.
- Los pasos con conductores aislados bajo molduras no excederán de 20 cm; en los demás casos el paso se efectuará por medio de tubos.
- En los pasos de techos por medio de tubo, éste estará obturado mediante cierre estanco y su extremidad superior saldrá por encima del suelo una altura al menos igual a la de los rodapiés, si existen, o a 10 centímetros en otro caso. Cuando el paso se efectúe por otro sistema, se obturará igualmente mediante material incombustible, de clase y resistencia al fuego, como mínimo, igual a la de los materiales de los elementos que atraviesa.

5. CONDICIONES PARTICULARES INSTALACION FOTOVOLTAICA

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

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

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

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

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

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

5.1. MÓDULO FOTOVOLTAICO

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

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

Los módulos deberán llevar diodos de derivación para evitar las posibles averías de la célula y sus circuitos por sombreados parciales y tener un grado de protección IP65.

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

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

La estructura del módulo fotovoltaico se conectará a tierra.

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

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

5.2. ESTRUCTURA SOPORTE

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

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

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

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

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

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

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

En el caso de instalaciones integradas en cubierta que hagan las veces de la cubierta del edificio, el diseño de la estructura la estanqueidad entre módulos se ajustará a las exigencias de la Normas Básicas de la Edificación y a las técnicas usuales en la construcción de cubiertas.

Se dispondrán las estructuras soporte necesarias para montar los módulos, tanto sobre superficie plana (terrazza) como integrados sobre tejado, cumpliendo los requisitos del PCT IDAE, sobre sombras.

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

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

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

5.3. INVERSORES

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

Las características básicas de los inversores serán las siguientes:

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

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

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

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

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

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

Las características eléctricas de los inversores serán las siguientes:

- El inversor seguirá entregando potencia a la red de forma continuada en condiciones de irradiancia solar un 10% superior a la CEM (Condiciones Estándar de Medida). Además soportará picos de magnitud un 30 % superior a las CEM durante períodos de hasta 10 segundos.
- Los valores de eficiencia al 25% y 100% de la potencia de salida nominal deberán ser superiores al 85% y 88% respectivamente (valores medidos incluyendo el transformador de salida si lo hubiere) para inversores de potencia inferior a 5 kW, y del 90,5 al 92% para inversores mayores de 5 kW.
- El autoconsumo del inversor en modo nocturno ha de ser inferior al 0,5% de su potencia nominal.
- El factor de potencia de la potencia generada deberá ser superior a 0,95 entre el 25% y el 100 % de la potencia nominal.
- A partir de potencias superiores al 10% de su potencia, el inversor deberá inyectar a la red.
- Los inversores tendrán un grado de protección mínima IP 20 para inversores en el interior de edificios y lugares inaccesibles, IP30 para inversores en el interior de edificios y lugares accesibles, y de IP65 para inversores instalados a la intemperie. En cualquier caso, se cumplirá la legislación vigente.
- Los inversores estarán garantizados para operación en las siguientes condiciones ambientales: entre 0° C y 40 ° C de temperatura y entre 0% y 85 % de humedad.

5.4. DISEÑO DEL SISTEMA DE MONITORIZACIÓN

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

- Voltaje y corriente CC a la entrada del inversor.
- Voltaje de fase/s en la red, potencia total de salida del inversor.
- Radiación solar en el plano de los módulos.
- Temperatura ambiente en la sombra.
- Potencia activa de salida del inversor.
- Potencia reactiva de salida del inversor para instalaciones mayores de 5 kWp.
- Temperatura de los módulos en integración arquitectónica y siempre que sea posible, en potencia mayores de 5 kW.
- Energía autoconsumida.

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

5.5. CABLEADO.

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

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

5.6. CONEXIÓN A RED.

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

5.7. MEDIDAS

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

5.8. PROTECCIONES

El sistema de protecciones cumplirá las exigencias previstas en la reglamentación vigente, según el artículo 14 [Real Decreto 1699/2011](#), de 18 de Noviembre, incluyendo lo siguiente:

- Interruptor general manual, que será un interruptor magnetotérmico con intensidad de cortocircuito superior a la indicada por la empresa distribuidora en el punto de conexión. Este interruptor será accesible a la empresa distribuidora en todo momento, con objeto de realizar la desconexión manual. Eventualmente, las funciones del elemento de corte general pueden ser cubiertas por otro dispositivo de la instalación generadora, que proporcione el aislamiento indicado entre el generador y la red.
- Interruptor automático diferencial, con el fin de proteger a las personas en el caso de derivación de algún elemento de la parte de continua de la instalación.
- Interruptor automático de la interconexión, para la desconexión-conexión automática de la instalación fotovoltaica en caso de pérdida de tensión o frecuencia de la red, junto a un relé de enclavamiento. Eventualmente la función desarrollada por este interruptor puede ser desempeñada por el interruptor o interruptores de los equipos generadores. Eventualmente, las funciones del interruptor automático de la conexión y el interruptor de corte general pueden ser cubiertas por el mismo dispositivo.

- Protecciones de la conexión máxima y mínima frecuencia (50,5 Hz y 48 Hz con una temporización máxima de 0.5 y de 3 segundos respectivamente) y máxima y mínima tensión entre fases (1,15 Un y 0,85 Un) como se recoge en la tabla 1. La tensión para la medida de estas magnitudes se deberá tomar en el lado red del interruptor automático general para las instalaciones en alta tensión o de los interruptores principales de los generadores en redes en baja tensión. En caso de actuación de la protección de máxima frecuencia, la reconexión sólo se realizará cuando la frecuencia alcance un valor menor o igual a 50 Hz.

Tabla 1

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

5.9. PUESTA A TIERRA DE LAS INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS.

De acuerdo al artículo 15 del RD 1699/2011, de 18 de Noviembre, la puesta a tierra de las instalaciones fotovoltaicas interconectadas se hará siempre de forma que no se alteren las condiciones de puesta a tierra de la red de la empresa distribuidora, asegurando que no se produzcan transferencias de defectos a la red de distribución.

La instalación deberá disponer de una separación galvánica entre la red de distribución de baja tensión y las instalaciones fotovoltaicas, bien sea por medio de un transformador de aislamiento o cualquier otro medio que cumpla las mismas funciones, con base en el desarrollo tecnológico.

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

5.10. ARMÓNICOS Y COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA

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

5.11. TRANSPORTE Y ACOPIO A PIE DE OBRA

Los materiales no serán arrastrados ni golpeados.

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

Se tendrá especial cuidado con los módulos fotovoltaicos y los inversores, ya que un golpe puede romperlos. Los módulos serán suministrados sobre palets en cajas de embalaje con material de protección de poliuretano, para su traslado con carretilla hidráulica.

Los paneles se almacenarán depositándolos sobre suelo plano y a cubierto. En caso de almacenaje exterior, los palets se cubrirán para protegerlos del agua de lluvia.

En el caso de que los módulos, una vez desembalados y previamente a su montaje sobre los perfiles de apoyo, deban ser dejados de forma interina a la intemperie, se colocarán con un ángulo mínimo de inclinación de 20° y máximo de 80°, con la cubierta de cristal orientada hacia arriba. Se evitará la posición horizontal y vertical.

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

5.12. RECEPCIÓN Y PRUEBAS

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

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

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

- Funcionamiento y puesta en marcha de todos los sistemas.

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

Concluidas las pruebas y la puesta en marcha se pasará a la fase de la Recepción Provisional de la Instalación. No obstante, el Acta de Recepción Provisional no se firmará hasta haber comprobado que todos los sistemas y elementos que forman parte del suministro han funcionado correctamente durante un mínimo de 240 horas seguidas, sin interrupciones o paradas causadas por fallos o errores del sistema suministrado, y además se hayan cumplido los siguientes requisitos:

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

5.13. CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN

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

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

5.14. LIBRO DE ÓRDENES

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

5.15. NORMAS COMPLEMENTARIAS

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

- Ley 54/1997 de 27 de noviembre del sector eléctrico.
- RD 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores.
- RD 900/2015, de 9 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo.
- Decreto 842/2002 de 2 de Agosto por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- Real Decreto 1699/2011 de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- Real Decreto 1955/2000 de 1 de diciembre, por el que se reglan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.

- Orden ETU/1976/2016, de 23 de diciembre, por la que se establecen los peajes de acceso de energía eléctrica para 2017
- Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- Código Técnico de la Edificación (RD 314/2006)
- Especificaciones técnicas específicas de la compañía eléctrica distribuidora.
- Reglamento de Seguridad en el Trabajo y posteriores disposiciones a esta Memoria

6. EJECUCIÓN DE LA INSTALACIÓN

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

Se exige una buena ejecución de las instalaciones que si en opinión de la Dirección de Obra no es buena, el instalador electricista queda obligado a rehacer todos los trabajos, sin derecho a indemnizaciones suplementarias.

La instalación deberá estar de acuerdo con los Reglamentos.

Los planos del proyecto indican la situación real o aproximada de los distintos elementos (aparatos, circuitos) de la instalación. No obstante, la situación se fijará en el replanteo.

Los elementos de la instalación deberán quedar distanciados convenientemente de las otras instalaciones de forma que no puedan ocurrir deterioros mutuos.

No deberán realizarse conexiones o entronques fuera de las cajas de derivación o subcuadros u otros lugares adecuados.

Se deberá cuidar la eficaz conexión al conductor de tierra, de todas las masas de los elementos eléctricos y se establecerá, en cada una de ellas, una perfecta continuidad en sus partes. Se tendrá especial atención a que la conexión a tierra quede asegurada de forma permanente.

Las alturas y distancias de fijación de los mecanismos de maniobra y toma de corriente quedan establecidas de la manera siguiente:

En todos los sectores donde puedan estar los niños o adultos en condición de especiales, los interruptores y commutadores así como las bases de enchufe a 180 cm del suelo acabado.

Para el resto de los sectores, los interruptores, commutadores a 110 cm del suelo acabado y a 15 cm de las puertas de entrada.

Las bases de enchufe a 40 cm sobre el suelo acabado, evitando la colocación en lugares ocultos (detrás de las puertas, lugares amueblados..). Si se instalan sobre poyatas irán a 150 cm en general.

Todo esto procederá de no especificarse lo contrario por la Dirección Facultativa.

Los diámetros de los tubos y radios de sus curvas, así como la situación de las cajas, serán tales que permitirán introducir y retirar fácilmente los

conductores sin perjudicar su aislamiento, no permitiendo la colocación de los tubos con los conductores ya introducidos, el hilo o cable guía para pasar los conductores, se introducirá cuando los tubos y cajas estén ya colocados. Los tubos no presentarán rebabas que puedan perjudicar los conductores.

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

Los empalmes y conexiones de conductores se realizarán cuidadosamente y con buena unión mecánica, para evitar que la elevación de la temperatura en los mismos no sean superiores a la que se pueda originar en los conductores cuando estén en servicio.

Se procurará repartir la carga entre las distintas fases y circuitos, de forma que no se originen desequilibrios en la red.

Se evitará en los posibles, todo cruce de conducciones con cañerías de agua, gas, vapor, teléfono etc.

Si fuese necesario efectuar alguno de estos cruces, se dispondrá un aislamiento supletorio. Todos los c.c. estarán perfectamente localizados y accesibles, y nunca en el interior de cajas de derivación o bajo elementos decorativos.

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

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

Los conductores y enchufes, no deberán producir arcos eléctricos en conexión o desconexión. Los cortacircuitos fusibles serán tales que, permitan sustituir los cartuchos sin riesgo alguno y estos deberán proyectar material al fundirse.

7. PRUEBAS Y ENSAYOS

El director técnico de la instalación, podrá establecer cuantas pruebas y ensayos crea convenientes con los materiales utilizados, al objeto de comprobar su calidad, debiendo ser sustituidos los que a su juicio no reúnan las condiciones del proyecto, por mala calidad de los materiales o de ejecución de la instalación.

A la finalización de la instalación, se procederá a las siguientes comprobaciones:

Resistencia De Aislamiento Y Rigidez Dieléctrica

La instalación presentará una resistencia de aislamiento por lo menos igual a $1.000 \times U$ ohmios., siendo U la tensión máxima de servicio, expresada en voltios, con un mínimo de 250.000 ohmios, esto se refiere a una instalación de la que el conjunto de canalizaciones y para cualquier número de conductores, no exceda de 1.000 m.

En el caso de superar esta longitud, si es posible se irá seccionando por desconexión a retirar de fusibles, en módulos de 100 m. o fracción. Cuando no sea posible el fraccionamiento de la instalación, se admite que el valor de la resistencia de aislamiento de toda la instalación sea, con relación al mínimo que le corresponda, inversamente proporcional a la longitud total de las canalizaciones.

El aislamiento se medirá con relación a tierra y entre conductores, mediante la aplicación de una tensión continua suministrada por un generador, que proporcione un vacío, una tensión comprendida entre 500 y 1.000 V. y como mínimo 250 V., con una carga externa de 100.000 ohmios.

Durante la medida, los conductores, incluyendo el neutro, estarán aislados de tierra, así como la red de suministro de energía. Si las masas de los receptores están unidas al neutro, se suprimirán estas conexiones durante la medida, restableciéndose una vez terminada esta.

La medida de aislamiento con relación a tierra, se efectuará uniendo a esta el polo positivo del generador y dejando, en principio, todos los aparatos de utilización conectados, asegurándose que no existe falta de continuidad eléctrica en la parte de la instalación que se verifica, los aparatos de interrupción, se pondrán en posición de cerrado y los cortacircuitos instalados como un servicio normal.

Todos los conductores se conectarán entre sí, incluyendo el neutro, en el origen de la instalación y a este punto se conectará el polo negativo del generador.

Cuando la resistencia de aislamiento obtenida, resultara inferior al valor mínimo que le corresponda, se admitirá que la instalación es, no obstante, correcta, si se cumplen las siguientes condiciones:

- Cada aparato de utilización, presentará una resistencia de aislamiento por lo menos igual al valor señalado por la Norma UNE que le concierne o en su defecto 0,5 ohmios.
- Desconectados los aparatos de utilización, la instalación presenta la resistencia que le corresponde. La medida de aislamiento entre conductores se efectuará después de haber desconectado todos los aparatos de utilización, quedando los interruptores y cortacircuitos en la misma posición que la señalada anteriormente para la medida de aislamiento con relación a tierra.

Las medidas de aislamiento se efectuarán sucesivamente entre los conductores tomados dos a dos, comprendiendo el conductor neutro.

Por lo que respecta a la rigidez dieléctrica de una instalación, ha de ser tal que desconectados los aparatos de utilización, resista durante 1 minuto una prueba de tensión de $2 U + 1.000 \text{ V}$. a frecuencia industrial, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios, y con un mínimo del 500 V. Este ensayo se realizará para cada uno de los conductores, incluyendo el neutro, con relación a tierra y entre conductores. Durante este ensayo los aparatos de interrupción se pondrán en la posición de cerrado y los cortacircuitos instalados como en servicio normal.

Este ensayo no se realizará en instalaciones correspondientes a locales que presenten riesgo de incendio o explosión.

Zaragoza, febrero de 2024

OFICINA TECNICA DE ARQUITECTURA

El Jefe de SECCION DE PROYECTOS E INSTALACIONES

El Ingeniero Técnico Industrial

Fdo: Ricardo Navarro Carroquino

**CENTRAL FOTOVOLTAICA DE 25 KVA PARA
AUTOCONSUMO EN CDM ACTUR**

- **ANEXO - ESTUDIO BÁSICO DE
SEGURIDAD Y SALUD**

**(Se adjunta en documento aparte redactado y suscrito
por INGENIERÍA Y GESTIÓN ARAGÓN, S.L.)**

**CENTRAL FOTOVOLTAICA DE 25 KVA PARA
AUTOCONSUMO EN CDM ACTUR**

- **ANEXO – INSTALACIÓN ELÉCTRICA**

HOJA RESUMEN DEL PROYECTO

PROYECTO

CENTRAL FOTOVOLTAICA DE 25 KVA PARA AUTOCONSUMO EN CDM ACTUR

Datos campo fotovoltaico:

Potencia Nominal de la Instalación	25kVA
Número de Inversores	1 de 25 kVA
Conexión a la red	AT 400V Trifásica
Potencia del generador fotovoltaico	29 700 Wp
Número total de módulos	54

Datos del propietario de la instalación:

Nombre	Ayuntamiento de Zaragoza
Dirección	Vía Hispanidad,21 Zaragoza
CIF	P5030300G
Teléfono	976 701000

Datos de la ubicación de la instalación:

Ubicación	PABLO RUIZ PICASSO, 2 TRIP - 50018 Zaragoza
Coordenadas	UTMX = 676.201 m UTMY = 4.615.678 m

INDICE ANEXO INSTALACIÓN ELÉCTRICA

1. ANTECEDENTES, OBJETO DEL PROYECTO Y LOCALIZACIÓN
2. TITULAR
3. AUTOR DEL PROYECTO
4. CARACTERÍSTICAS GENERALES
5. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN
6. POTENCIA ELÉCTRICA INSTALADA
7. POTENCIA A CONTRATAR
8. SUMINISTRO DE ENERGÍA. ACOMETIDA
9. CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN Y MEDIDA
10. DERIVACIÓN INDIVIDUAL. POTENCIA MÁXIMA ADMISIBLE
11. INTERRUPTOR DE CONTROL DE POTENCIA
12. CUADRO GENERAL DE BAJA TENSIÓN
13. INSTALACION DE LINEAS DE ALIMENTACION A RECEPTORES
14. DISPOSITIVOS GENERALES E INDIVIDUALES DE MANDO Y PROTECCIÓN
15. INSTALACIONES DE CONDUCTORES ELÉCTRICOS
 - 16.1. Conductores
 - 16.2. Identificación de conductores
 - 16.3. Subdivisión de las instalaciones
 - 16.4. Equilibrado de cargas
 - 16.5. Resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica
 - 16.6. Conexiones
 - 16.7. Sistemas de instalación
16. PROTECCIÓN CONTRA SOBREINTENSIDADES
17. PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES
 - 18.1. Categoría de las sobretensiones
 - 18.2. Medida para el control de las sobretensiones
 - 18.3. Selección de los materiales en la instalación
18. PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS
 - 19.1. Protección contra contactos directos
 - 19.2. Protección contra contactos indirectos
19. PUESTAS A TIERRA
 - 19.1. Uniones a tierra
 - 19.2. Conductores de equipotencialidad
 - 19.3. Resistencia de las tomas de tierra
 - 19.4. Tomas de tierra independientes
 - 19.5. Revisión de las tomas de tierra
20. RECEPTORES DE ALUMBRADO
21. CENTRAL SOLAR FOTOVOLTAICA
 - 20.1. Normativa

- 20.2. Clasificación de las instalaciones
- 20.3. Compañía suministradora y tensión de servicio
- 20.4. Descripción general
- 20.5. Funcionamiento de la Central
- 20.6. Descripción de los equipos
- 20.7 Obra civil: trabajos previos
- 20.8 Protección contra el robo
- 20.9 Iluminación
- 20.10 Análisis energético

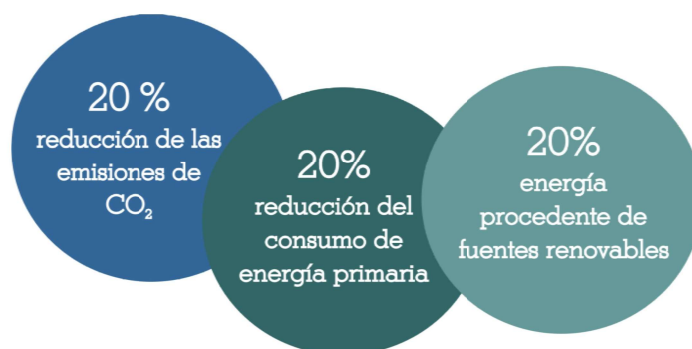
ANEXO- CALCULOS ELECTRICOS

MEMORIA

1. ANTECEDENTES, OBJETO DEL PROYECTO Y LOCALIZACION

El 22 de octubre de 2012 se presentó el documento inicial de la Estrategia para la gestión sostenible de la energía en Zaragoza. Horizonte 2010-2020 ante la Comisión 21 de Cambio Climático y, posteriormente, se llevó a cabo la exposición al público en la web del Ayuntamiento de Zaragoza, abriendo un proceso de información pública que ha originado cuarenta aportaciones al mismo que, en una u otra medida, están recogidas en este documento. Además, se han actualizado determinadas actuaciones y normas legislativas que han tenido lugar con posterioridad a la fecha de presentación del documento inicial.

El año de referencia de la estrategia es 2010 pero se ha establecido el horizonte 2014-2020 para llevar a cabo las actuaciones de la estrategia directamente encaminadas a conseguir unos objetivos mínimos para el año 2020:



Para conseguir estos objetivos, la Estrategia para la Gestión Sostenible de la Energía 2010-2020 plantea basar las actuaciones en tres pilares fundamentales, de aplicación escalonada en orden a su mayor o menor necesidad de inversión económica y estructural:



Basado en el pilar de la producción de energía desde fuentes renovables, se redacta el presente Proyecto.

Para poder legalizar las obras necesarias de instalación eléctrica, se realiza el presente Proyecto, en donde se describirán las características constructivas y técnicas de los equipos e instalaciones.

Emplazamiento:

PABLO RUIZ PICASSO, 2 TRIP - 50018 Zaragoza

2. TITULAR

- El titular es el Excmo. Ayuntamiento de Zaragoza con CIF: P-5030300-G.

3. AUTOR DEL PROYECTO

- Es autor del presente proyecto Ricardo Navarro Carroquino, Ingeniero Técnico Industrial, Jefe de Sección de Proyectos e Instalaciones de la Oficina Técnica de Arquitectura del Ayuntamiento de Zaragoza, actúa en calidad de funcionario municipal.

4. CARACTERÍSTICAS GENERALES

- Potencia instalada.....108 990 W⁽¹⁾
- Potencia máxima admisible..... 133 730 W⁽¹⁾
- Derivación individual RZ1-K 0,6/1 kV Cu 4x1x150 mm²⁽¹⁾
- IGA de la instalación 4x250 A⁽¹⁾

- Resto de aparellaje en esquema unifilar

(1) De acuerdo al Certificado de Inspección Periódica de 1 de octubre de 2019 con N° Instalación E14357 / 174462 y N° Expediente

5. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

Centro Deportivo Municipal que dispone de vasos de piscina exteriores, zona verde, 7 pistas de tenis, 3 pistas polideportivas, 1 pista baloncesto, 1 fronton, 4 pistas de padel, rocodromo, edificio de servicios, edificio vestuarios y bar cafetería.

6. POTENCIA ELECTRICA INSTALADA

- Potencia instalada.....108 990 W⁽¹⁾

- Resto de aparellaje en esquema unifilar

(1) De acuerdo al Certificado de Inspección Periódica de 1 de octubre de 2019 con N° Instalación E14357 / 174462 y N° Expediente

7. POTENCIA A CONTRATAR

La potencia a contratar será la que determine la Unidad de Energía e Instalaciones del Servicio de Conservación.

8. SUMINISTRO DE ENERGIA. ACOMETIDA

Existente

9. CAJA GENERAL DE PROTECCION Y MEDIDA

Existente

10. DERIVACION INDIVIDUAL. POTENCIA MAXIMA ADMISIBLE

- Potencia instalada.....108 990 W⁽¹⁾
- Derivación individual RZ1-K 0,6/1 kV Cu 4x1x150 mm²⁽¹⁾
- IGA de la instalación 4x250 A⁽¹⁾

- Resto de aparellaje en esquema unifilar

(1) De acuerdo al Certificado de Inspección Periódica de 1 de octubre de 2019 con N° Instalación E14357 / 174462 y N° Expediente

11. INTERRUPTOR DE CONTROL DE POTENCIA

Se contratará con maxímetro.

12. CUADRO GENERAL DE BAJA TENSIÓN

Existente

13. INSTALACION DE LINEAS DE ALIMENTACION A RECEPTORES

Existentes

14. DISPOSITIVOS GENERALES E INDIVIDUALES DE MANDO Y PROTECCION

a) Dispositivos instalados

- Los dispositivos de mando y protección se indican en los esquemas unifilares, siendo interruptores automáticos y diferenciales, estando situados en el Cuadro General de distribución.

b) Características

- La envolvente del cuadro se ajustarán a las normas UNE 20.451 y UNE-EN 60.439 -3, con un grado de protección mínimo IP 30 según UNE 20.324 e IK07 según UNE-EN 50.102. Además, en las zonas húmedas, el grado de protección mínimo será el correspondiente a la caída vertical de gotas de agua, IPX1. La cubierta y partes accesibles de los órganos de accionamiento no serán metálicos.

- El instalador fijará de forma permanente sobre el cuadro de distribución una placa, impresa, en la que conste su nombre o marca comercial, fecha en que se realizó la instalación, así como la intensidad asignada del interruptor general automático.

- Los dispositivos generales e individuales de mando y protección serán, como mínimo:

- * Un interruptor general automático de corte omipolar, que permita su accionamiento manual y que esté dotado de elementos de protección contra sobrecarga y cortocircuitos (según ITC-BT-22). Tendrá poder de corte suficiente para la intensidad de cortocircuito que pueda producirse en el punto de su instalación, de 70 kA en este caso.

- * Protección diferencial general, asociada al interruptor general, destinado a la protección contra contactos indirectos de todos los circuitos (según ITC-BT-24). Se cumplirá la siguiente condición:

$$R_a \times I_a \leq U$$

donde:

" R_a " es la suma de las resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de masas.

" I_a " es la corriente que asegura el funcionamiento del dispositivo de protección (corriente diferencial-residual asignada).

" U " es la tensión de contacto límite convencional (50 V en locales secos y 24 V en locales húmedos).

- Si por el tipo o carácter de la instalación se instalase un interruptor diferencial por cada circuito o grupo de circuitos, se podría prescindir del interruptor diferencial general, siempre que queden protegidos todos los circuitos. En el caso de que se instale más de un interruptor diferencial en serie, existirá una selectividad entre ellos.

- Todas las masas de los equipos eléctricos protegidos por un mismo dispositivo de protección, deben ser interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra.

- Dispositivos de corte omipolar, destinados a la protección contra sobrecargas y cortocircuitos de cada uno de los circuitos interiores (según ITC-BT-22).

- Dispositivo de protección contra sobretensiones, según ITC-BT-23.

15. INSTALACION DE CONDUCTORES ELECTRICOS

15.1. CONDUCTORES

Los conductores y cables que se empleen en las instalaciones interiores serán de cobre y serán siempre aislados. La tensión asignada no será inferior a 450/750 V.

Para las líneas enterradas se emplearan conductores de tipo 0,6/1kV. y podrán ser de Cu ó de Al según los casos.

La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación interior y cualquier punto de utilización sea menor del 3 % para alumbrado y del 5 % para los demás usos.

El valor de la caída de tensión podrá compensarse entre la de la instalación interior (3-5 %) y la de las líneas generales de alimentación (1,5 %), de forma que la caída de tensión total sea inferior a la suma de los valores límites especificados para ambas (4,5-6,5 %). Para instalaciones que se alimenten directamente en alta tensión, mediante un transformador propio, se considerará que la instalación interior de baja tensión tiene su origen a la salida del transformador, siendo también en este caso las caídas de tensión máximas admisibles del 4,5 % para alumbrado y del 6,5 % para los demás usos.

En instalaciones interiores, para tener en cuenta las corrientes armónicas debidas a cargas no lineales y posibles desequilibrios, salvo justificación por cálculo, la sección del conductor neutro será como mínimo igual a la de las fases. No se utilizará un mismo conductor neutro para varios circuitos.

Las intensidades máximas admisibles, se regirán en su totalidad por lo indicado en la Norma UNE 20.460-5-523 y su anexo Nacional.

Los conductores de protección tendrán una sección mínima igual a la fijada en la tabla siguiente:

<u>Sección conductores fase (mm²)</u>	<u>Sección conductores protección (mm²)</u>
$S_f \leq 16$	Sf
$16 < S_f \leq 35$	16
$S_f > 35$	Sf/2

En nuestro caso el conductor de protección será de mínimo 16 mm² al tratarse de una instalación de alumbrado publico.

15.2. IDENTIFICACION DE CONDUCTORES

Los conductores de la instalación deben ser fácilmente identificables, especialmente por lo que respecta al conductor neutro y al conductor de protección. Esta identificación se realizará por los colores que presenten sus aislamientos. Cuando exista conductor neutro en la instalación o se prevea para un conductor de fase su pase posterior a conductor neutro, se identificarán éstos por el color azul claro. Al conductor de protección se le identificará por el color verde-amarillo. Todos los conductores de fase, o en su caso, aquellos para los que no se prevea su pase posterior a neutro, se identificarán por los colores marrón, negro o gris.

15.3. SUBDIVISION DE LAS INSTALACIONES

Las instalaciones se subdividirán de forma que las perturbaciones originadas por averías que puedan producirse en un punto de ellas, afecten solamente a ciertas partes de la instalación, por ejemplo a un sector del edificio, a una planta, a un solo local, etc., para lo cual los dispositivos de protección de cada circuito estarán adecuadamente coordinados y serán selectivos con los dispositivos generales de protección que les precedan.

Toda instalación se dividirá en varios circuitos, según las necesidades, a fin de:

- * evitar las interrupciones innecesarias de todo el circuito y limitar las consecuencias de un fallo.
- * facilitar las verificaciones, ensayos y mantenimientos.
- * evitar los riesgos que podrían resultar del fallo de un solo circuito que pudiera dividirse, como por ejemplo si solo hay un circuito de alumbrado.

15.4. EQUILIBRADO DE CARGAS

Para que se mantenga el mayor equilibrio posible en la carga de los conductores que forman parte de una instalación, se procurará que aquella quede repartida entre sus fases o conductores polares.

15.5. RESISTENCIA DE AISLAMIENTO Y RIGIDEZ DIELECTRICA

Las instalaciones deberán presentar una resistencia de aislamiento al menos igual a los valores indicados en la tabla siguiente:

Tensión nominal instalación	Tensión ensayo corriente continua (V)	Resistencia de aislamiento (MΩ)
MBTS o MBTP	250	$\geq 0,25$
≤ 500 V	500	$\geq 0,50$
> 500 V	1000	$\geq 1,00$

La rigidez dieléctrica será tal que, desconectados los aparatos de utilización (receptores), resista durante 1 minuto una prueba de tensión de $2U + 1000$ V a frecuencia industrial, siendo U la tensión máxima de servicio en voltios y con un mínimo de 1.500 V.

Las corrientes de fuga no serán superiores, para el conjunto de la instalación o para cada uno de los circuitos en que ésta pueda dividirse a efectos de su protección, a la sensibilidad que tengan los interruptores diferenciales de protección contra contactos indirectos.

15.6. CONEXIONES

En ningún caso se permitirá la unión de conductores mediante conexiones y/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; puede permitirse asimismo, la utilización de bridas de conexión. Siempre deberán realizarse en el interior de cajas de empalme y/o de derivación.

Si se trata de conductores de varios alambres cableados, las conexiones se realizarán de forma que la corriente se reparta por todos los alambres componentes.

Las cajas de conexión, interruptores, tomas de corriente y en general, toda la aparamenta utilizada, deberá presentar el grado de protección correspondiente a la caída vertical de gotas de agua, IPX1. Sus cubiertas y las partes accesibles de los órganos de accionamiento no serán metálicos.

15.7. SISTEMAS DE INSTALACIÓN

15.7.1. Prescripciones Generales

Varios circuitos pueden encontrarse en el mismo tubo o en el mismo compartimento de canal si todos los conductores están aislados para la tensión asignada más elevada.

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 mínima de 3 cm. En caso de proximidad con conductos de calefacción, de aire caliente, vapor o 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 no se situarán por debajo de otras canalizaciones que puedan dar lugar a condensaciones, tales como las destinadas a conducción de vapor, de agua, de gas, etc., a menos que se tomen las disposiciones necesarias para proteger las canalizaciones eléctricas contra los efectos de estas condensaciones.

Las canalizaciones deberán estar dispuestas de forma que faciliten su maniobra, inspección y acceso a sus conexiones. Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que mediante la conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc.

En toda la longitud de los pasos de canalizaciones a través de elementos de la construcción, tales como muros, tabiques y techos, no se dispondrán empalmes o derivaciones de cables, estando protegidas contra los deterioros mecánicos, las acciones químicas y los efectos de la humedad.

Las cubiertas, tapas o envolventes, mandos y pulsadores de maniobra de aparatos tales como mecanismos, interruptores, bases, reguladores, etc, instalados en los locales húmedos o mojados, serán de material aislante.

Las canalizaciones serán estancas, utilizándose, para terminales, empalmes y conexiones de las mismas, sistemas o dispositivos que presenten el grado de protección correspondiente a la caída vertical de gotas de agua, IPX1.

15.7.2. Conductores aislados bajo tubos protectores

Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

El diámetro exterior mínimo de los tubos, en función del número y la sección de los conductores a conducir, se obtendrá de las tablas indicadas en la ITC-BT-21, así como las características mínimas según el tipo de instalación.

- 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 líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan el local donde se efectúa la instalación.
- * Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.
- * Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles. Los radios mínimos de curvatura para cada clase de tubo serán los especificados por el fabricante conforme a UNE-EN
- * Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocarlos y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes, que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 metros. El número de curvas en ángulo situadas entre dos registros consecutivos no será superior a 3. Los conductores se alojarán normalmente en los tubos después de colocados éstos.
- * Los registros podrán estar destinados únicamente a facilitar la introducción y retirada de los conductores en los tubos o servir al mismo tiempo como cajas de empalme o derivación.
- * Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante y no propagador de la llama. Si son metálicas estarán protegidas contra la corrosión. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será al menos igual al diámetro del tubo mayor más un 50 % del mismo, con un mínimo de 40 mm. Su diámetro o lado interior mínimo será de 60 mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas o rácores adecuados.
- * Los tubos metálicos que sean accesibles deben ponerse a tierra. Su continuidad eléctrica deberá quedar convenientemente asegurada. En el caso de utilizar tubos metálicos flexibles, es necesario que la distancia entre dos puestas a tierra consecutivas de los tubos no exceda de 10 metros.
- * No podrán utilizarse los tubos metálicos como conductores de protección o de neutro.

- Cuando los tubos se instalen en montaje superficial, se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

- * Los tubos se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas protegidas contra la corrosión y sólidamente sujetas. La distancia entre éstas será, como máximo, de 0,5 metros. Se dispondrán fijaciones de una y otra parte en los cambios de dirección y en la proximidad de las entradas en cajas o aparatos.
- * Los tubos se colocarán adaptándose a la superficie sobre la que se instalan, curvándose o usando los accesorios necesarios.
- * En alineaciones rectas, las desviaciones del eje del tubo respecto a la línea que une los puntos extremos no serán superiores al 2 por 100.
- * Es conveniente disponer los tubos, siempre que sea posible, a una altura mínima de 2,50 metros sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños mecánicos.
- * El grado de resistencia a la corrosión será como mínimo 3.

- Cuando los tubos se coloquen empotrados, se tendrán en cuenta, lo siguiente:

- * En la instalación de los tubos en el interior de los elementos de la construcción, las rozas no pondrán en peligro la seguridad de las paredes o techos en que se practiquen. Las dimensiones de las rozas serán suficientes para que los tubos queden recubiertos por una capa de 1 centímetro de espesor, como mínimo. En los ángulos, el espesor de esta capa puede reducirse a 0,5 centímetros.
- * No se instalarán entre forjado y revestimiento tubos destinados a la instalación eléctrica de las plantas inferiores.
- * Las tapas de los registros y de las cajas de conexión quedarán accesibles y desmontables una vez finalizada la obra. Los registros y cajas quedarán enrasados con la superficie exterior del revestimiento de la pared o techo cuando no se instalen en el interior de un alojamiento cerrado y practicable.
- * En el caso de utilizarse tubos empotrados en paredes, es conveniente disponer los recorridos horizontales a 50 centímetros como máximo, de suelo o techos y los verticales a una distancia de los ángulos de esquinas no superior a 20 centímetros.

15.7.3. Conductores aislados con cubierta bajo canales protectoras aislantes

La canal protectora es un material de instalación constituido por un perfil de paredes perforadas o no, destinado a alojar conductores o cables y cerrado por una tapa desmontable. Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

Las canales protectoras tendrán un grado de protección IP4X y estarán clasificadas como "canales con tapa de acceso que sólo pueden abrirse con herramientas". El grado de resistencia a la corrosión será 3. Las conexiones, empalmes y derivaciones se realizarán en el interior de cajas.

Las canales protectoras para aplicaciones no ordinarias deberán tener unas características mínimas de resistencia al impacto, de temperatura mínima y máxima de instalación y servicio, de resistencia a la penetración de objetos sólidos y de resistencia a la penetración de agua, adecuadas a las condiciones del emplazamiento al que se destina; asimismo las canales serán no propagadoras de la llama y aislantes. Dichas características serán conformes a las normas de la serie UNE-EN 50.085.

El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo preferentemente líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes del local donde esta la instalación.

Las canales con conductividad eléctrica deben conectarse a la red de tierra, su continuidad eléctrica quedará convenientemente asegurada.

La tapa de las canales quedará siempre accesible.

15.7.4. Conductores aislados en bandeja o soporte de bandejas

Estas instalaciones se establecerán con cables de tensiones asignadas no inferiores a 0,6/1 kV, armados con alambres galvanizados y provistos de aislamiento y cubierta.

15.7.5. Conductores aislados enterrados directamente o bajo tubo

Los conductores se podrán colocar directamente enterrados o bajo tubo, serán siempre de tensiones asignadas no inferiores a 0,6/1 kV.

La profundidad, hasta la parte inferior del cable, no será menor de 0,6 m. en acera y 0,8 m. en calzada. Cuando existan impedimentos para ello, se podrán reducir disponiendo protecciones mecánicas suficientes y se aumentaran cuando sea necesario.

Paras conseguir colocar el cable correctamente, sin recibir daño se tendrá en cuenta:

- El lecho de la zanja, estará liso y libre de aristas y cantos; en él se dispondrá una capa de arena lavada de unos 10 cm. de espesor sobre la que se colocara el cable. Por encima del cable también se cubrirá con otros 10 cm. de arena, la anchura total de la zanja. Entre laterales del conductor y paredes de la zanja se dejaran 5 cm.

- Encima de la arena se colocara una protección mecánica de losetas de hormigón, ladrillo o placas protectoras de plástico homologadas. Posteriormente se rellenara la zanja para después señalizar con cinta el tipo instalación eléctrica.

- Cuando los conductores se coloquen bajo tubo se seguirá las mismas indicaciones, en este caso los tubos protectores podrán ir embebidos en hormigón en masa, guardando siempre las distancias mínimas fijadas.

- Se colocaran siempre canalizaciones de reserva, en previsión de ampliaciones.

En los cruzamientos se tendrá en cuenta lo siguiente:

- En los cruces con calles y carreteras, los cables se situaran en el interior de tubos protectores, cubiertos de hormigón, a una profundidad mínima de 0,8 m. los cruces serán perpendiculares a al eje de las vías.

- En los cruces con líneas eléctricas, se procurara que los de baja tensión, discurran por encima de los de alta tensión. La distancia mínima entre un cable de baja tensión y otros eléctricos será de 25 cm. si son de alta tensión y de 10 cm. si son de baja.

Cuando no se puedan conseguir estas distancias, en los cables directamente enterrados, los últimos cables instalados se colocaran bajo tubo.

- En los cruces con canalizaciones de telecomunicaciones, la distancia será de 20 cm. y si no se puede mantener esta distancia se deberá entubar.

- Para los cruces con canalizaciones de alcantarillado, agua y gas, los cables eléctricos se situaran por encima de ellas, siendo la distancia mínima de 20 cm. entubando en caso de no mantenerse las distancias.

En las proximidades y paralelismos se tendrá en cuenta:

- Cuando los cables de baja tensión se instalen paralelos a otros de baja o de alta tensión, se mantendrá una distancia de 10 cm. con los de baja y 25 cm. con los de alta. Si no es posible mantener las distancias se entubaran y reforzaran los tramos.

- Cuando sean paralelos a los de telecomunicaciones la distancia será de 20 cm. y si no es posible irán entubados. De igual forma sucederá con las canalizaciones de agua; se procurara mantener una distancia mínima de 20 cm. en proyección horizontal y que la canalización de agua quede por debajo de la eléctrica.

- Con las canalizaciones de gas se mantendrá una distancia de 20 cm. si son de baja presión y 40 cm. si son de alta, si no es posible se entubaran.

16. PROTECCIÓN CONTRA SOBREINTENSIDADES

- Todo circuito estará protegido contra los efectos de las sobreintensidades que puedan presentarse en el mismo, para lo cual la interrupción de este circuito se realizará en un tiempo conveniente o estará dimensionado para las sobreintensidades previsibles.

Las sobreintensidades pueden estar motivadas por:

- * Sobrecargas debidas a los aparatos de utilización o defectos de aislamiento de gran impedancia.

- * Cortocircuitos.

- * Descargas eléctricas atmosféricas.

a) Protección contra sobrecargas. El límite de intensidad de corriente admisible en un conductor ha de quedar en todo caso garantizada por el dispositivo de protección utilizado. El dispositivo de protección podrá estar constituido por un interruptor automático de corte omipolar con curva térmica de corte, o por cortocircuitos fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas.

b) Protección contra cortocircuitos. En el origen de todo circuito se establecerá un dispositivo de protección contra cortocircuitos cuya capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su conexión. Se admite, no obstante, que cuando se trate de circuitos derivados de uno principal, cada uno de estos circuitos derivados disponga de protección contra sobrecargas, mientras que un solo dispositivo general pueda asegurar la protección contra cortocircuitos para todos los circuitos derivados. Se admiten como dispositivos de protección contra cortocircuitos los fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas y los interruptores automáticos con sistema de corte omipolar.

La norma UNE 20.460 -4-43 recoge todos los aspectos requeridos para los dispositivos de protección. La norma UNE 20.460 -4-473 define la aplicación de las medidas de protección expuestas en la norma UNE 20.460 -4-43 según sea por causa de sobrecargas o cortocircuito, señalando en cada caso su emplazamiento u omisión.

17. PROTECCION CONTRA SOBRETENSIONES

17.1. CATEGORÍAS DE LAS SOBRETENSIONES

Las categorías indican los valores de tensión soportada a la onda de choque de sobretensión que deben de tener los equipos, determinando, a su vez, el valor límite máximo de tensión residual que deben permitir los diferentes dispositivos de protección de cada zona para evitar el posible daño de dichos equipos.

Se distinguen 4 categorías diferentes, indicando en cada caso el nivel de tensión soportada a impulsos, en kV, según la tensión nominal de la instalación.

<u>Tensión nominal instalación</u>		<u>Tensión soportada a impulsos 1,2/50 (kV)</u>			
<u>Sistemas III</u>	<u>Sistemas II</u>	<u>Categoría IV</u>	<u>Categoría III</u>	<u>Categoría II</u>	<u>Categoría I</u>
230/400	230	6	4	2,5	1,5
400/690	1000	8	6	4	2,5

Categoría I

Se aplica a los equipos muy sensibles a las sobretensiones y que están destinados a ser conectados a la instalación eléctrica fija (ordenadores, equipos electrónicos muy sensibles, etc). En este caso, las medidas de protección se toman fuera de los equipos a proteger, ya sea en la instalación fija o entre la instalación fija y los equipos, con objeto de limitar las sobretensiones a un nivel específico.

Categoría II

Se aplica a los equipos destinados a conectarse a una instalación eléctrica fija (electrodomésticos, herramientas portátiles y otros equipos similares).

Categoría III

Se aplica a los equipos y materiales que forman parte de la instalación eléctrica fija y a otros equipos para los cuales se requiere un alto nivel de fiabilidad (armarios de distribución, embarrados, aparamenta: interruptores, seccionadores, tomas de corriente, etc, canalizaciones y sus accesorios: cables, caja de derivación, etc, motores con conexión eléctrica fija: ascensores, máquinas industriales, etc.

Categoría IV

Se aplica a los equipos y materiales que se conectan en el origen o muy próximos al origen de la instalación, aguas arriba del cuadro de distribución (contadores de energía, aparatos de telemedida, equipos principales de protección contra sobreintensidades, etc).

17.2. MEDIDAS PARA EL CONTROL DE LAS SOBRETENSIONES

Se pueden presentar dos situaciones diferentes:

- Situación natural: cuando no es preciso la protección contra las sobretensiones transitorias, pues se prevé un bajo riesgo de sobretensiones en la instalación (debido a que está alimentada por una red subterránea en su totalidad). En este caso se considera suficiente la resistencia a sobretensiones de los equipos fijada en la tabla de categorías y no requiere ninguna protección suplementaria contra las sobretensiones transitorias.

- Situación controlada: cuando es preciso la protección contra las sobretensiones transitorias en el origen de la instalación, pues la instalación se alimenta por, o incluye, una línea aérea con conductores desnudos o aislados.

También se considera situación controlada aquella situación natural en que es conveniente incluir dispositivos de protección para una mayor seguridad (continuidad de servicio, valor económico de los equipos, pérdidas irreparables, etc.).

Los dispositivos de protección contra sobretensiones de origen atmosférico deben seleccionarse de forma que su nivel de protección sea inferior a la tensión soportada a impulso de la categoría de los equipos y materiales que se prevé que se vayan a instalar.

Los descargadores se conectarán entre cada uno de los conductores, incluyendo el neutro o compensador y la tierra de la instalación.

17.3. SELECCIÓN DE LOS MATERIALES EN LA INSTALACIÓN

Los equipos y materiales deben escogerse de manera que su tensión soportada a impulsos no sea inferior a la tensión soportada prescrita en la tabla anterior, según su categoría.

Los equipos y materiales que tengan una tensión soportada a impulsos inferior a la indicada en la tabla, se pueden utilizar, no obstante:

- * en situación natural, cuando el riesgo sea aceptable.
- * en situación controlada, si la protección contra las sobretensiones es adecuada.

18. PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS

18.1. PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS

Protección por aislamiento de las partes activas.

Las partes activas deberán estar recubiertas de un aislamiento que no pueda ser eliminado más que destruyéndolo.

Protección por medio de barreras o envolventes.

Las partes activas deben estar situadas en el interior de las envolventes o detrás de barreras que posean, como mínimo, el grado de protección IP XXB, según UNE20.324. Si se necesitan aberturas mayores para la reparación de piezas o para el buen funcionamiento de los equipos, se adoptarán precauciones apropiadas para impedir que las personas o animales domésticos toquen las partes activas y se garantizará que las personas sean conscientes del hecho de que las partes activas no deben ser tocadas voluntariamente.

Las superficies superiores de las barreras o envolventes horizontales que son fácilmente accesibles, deben tener como mínimo un grado de protección IP4X o IP XXD.

Las barreras o envolventes deben fijarse de manera segura y ser de una robustez y durabilidad suficientes para mantener los grados de protección exigidos, con una separación suficiente de las partes activas en las condiciones normales de servicio, teniendo en cuenta las influencias externas.

Cuando sea necesario suprimir las barreras, abrir las envolventes o quitar partes de éstas, esto no debe ser posible más que:

- * bien con la ayuda de una llave o de una herramienta;
- * o bien, después de quitar la tensión de las partes activas protegidas por estas barreras o estas envolventes, no pudiendo ser restablecida la tensión hasta después de volver a colocar las barreras o las envolventes;
- * o bien, si hay interpuesta una segunda barrera que posee como mínimo el grado de protección IP2X o IP XXB, que no pueda ser quitada más que con la ayuda de una llave o de una herramienta y que impida todo contacto con las partes activas.

Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial-residual.

Esta medida de protección está destinada solamente a complementar otras medidas de protección contra los contactos directos.

El empleo de dispositivos de corriente diferencial-residual, cuyo valor de corriente diferencial asignada de funcionamiento sea inferior o igual a 30 mA, se reconoce como medida de protección complementaria en caso de fallo de otra medida de protección contra los contactos directos o en caso de imprudencia de los usuarios.

18.2. PROTECCION CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS

La protección contra contactos indirectos se conseguirá mediante "corte automático de la alimentación". Esta medida consiste en impedir, después de la aparición de un fallo, que una tensión de contacto de valor suficiente se mantenga durante un tiempo tal que pueda dar como resultado un riesgo. La tensión límite convencional es igual a 50 V, valor eficaz en corriente alterna, en condiciones normales y a 24 V en locales húmedos.

Todas las masas de los equipos eléctricos protegidos por un mismo dispositivo de protección, deben ser interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra. El punto neutro de cada generador o transformador debe ponerse a tierra.

Se cumplirá la siguiente condición:

$$R_a \times I_a < U$$

donde:

* R_a es la suma de las resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de masas.

* I_a es la corriente que asegura el funcionamiento automático del dispositivo de protección. Cuando el dispositivo de protección es un dispositivo de corriente diferencial-residual es la corriente diferencial-residual asignada.

* U es la tensión de contacto límite convencional (50 ó 24V).

19. PUESTAS A TIERRA

Las puestas a tierra se establecen principalmente con objeto de limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados.

La puesta o conexión a tierra es la unión eléctrica directa, sin fusibles ni protección alguna, de una parte del circuito eléctrico o de una parte conductora no perteneciente al mismo, mediante una toma de tierra con un electrodo o grupo de electrodos enterrados en el suelo.

Mediante la instalación de puesta a tierra se deberá conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no aparezcan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o las de descarga de origen atmosférico.

La elección e instalación de los materiales que aseguren la puesta a tierra deben ser tales que:

- * El valor de la resistencia de puesta a tierra esté conforme con las normas de protección y de funcionamiento de la instalación y se mantenga de esta manera a lo largo del tiempo.
- * Las corrientes de defecto a tierra y las corrientes de fuga puedan circular sin peligro, particularmente desde el punto de vista de sollicitaciones térmicas, mecánicas y eléctricas.
- * La solidez o la protección mecánica quede asegurada con independencia de las condiciones estimadas de influencias externas.
- * Contemplan los posibles riesgos debidos a electrólisis que pudieran afectar a otras partes metálicas.

19.1. Uniones a tierra

Tomas de tierra.

- Para la toma de tierra se pueden utilizar electrodos formados por:

- * barras, tubos;
- * pletinas, conductores desnudos;
- * placas;
- * anillos o mallas metálicas constituidos por elementos anteriores o sus combinaciones;
- * armaduras de hormigón enterradas; con excepción de las armaduras pretensadas;
- * otras estructuras enterradas que se demuestre que son apropiadas.

- Los conductores de cobre utilizados como electrodos serán de construcción y resistencia eléctrica según la clase 2 de la norma UNE 21.022.

- El tipo y la profundidad de enterramiento de las tomas de tierra deben ser tales que la posible pérdida de humedad del suelo, la presencia del hielo u otros efectos climáticos, no aumenten la resistencia de la toma de tierra por encima del valor previsto. La profundidad nunca será inferior a 0,50 m.

Conductores de tierra.

La sección de los conductores de tierra, cuando estén enterrados, deberán estar de acuerdo con los valores indicados en la tabla siguiente. La sección no será inferior a la mínima exigida para los conductores de protección.

Tipo	Protegido mecánicamente	No protegido mecánicamente
Protegido contra la corrosión	Igual a conductores protección apdo. 7.7.1	16 mm ² Cu 16 mm ² Acero Galvanizado
No protegido contra la corrosión	25 mm ² Cu 50 mm ² Hierro	25 mm ² Cu 50 mm ² Hierro

La protección contra la corrosión puede obtenerse mediante una envolvente.

Durante la ejecución de las uniones entre conductores de tierra y electrodos de tierra debe extremarse el cuidado para que resulten eléctricamente correctas. Debe cuidarse, en especial, que las conexiones, no dañen ni los conductores ni los electrodos de tierra.

Bornes de puesta a tierra.

- En toda instalación de puesta a tierra debe preverse un borne principal de tierra, al cual deben unirse los conductores siguientes:

- * Los conductores de tierra.
- * Los conductores de protección.
- * Los conductores de unión equipotencial principal.
- * Los conductores de puesta a tierra funcional, si son necesarios.

- Debe preverse sobre los conductores de tierra y en lugar accesible, un dispositivo que permita medir la resistencia de la toma de tierra correspondiente. Este dispositivo puede estar combinado con el borne principal de tierra, debe ser desmontable necesariamente por medio de un útil, tiene que ser mecánicamente seguro y debe asegurar la continuidad eléctrica.

Conductores de protección.

- Los conductores de protección sirven para unir eléctricamente las masas de la instalación con el borne de tierra, para asegurar la protección contra contactos indirectos.

- Los conductores de protección tendrán una sección mínima igual a la fijada en la tabla siguiente:

<u>Sección conductores fase (mm²)</u>	<u>Sección conductores protección (mm²)</u>
$S_f \leq 16$	S_f
$16 < S_f \leq 35$	16
$S_f > 35$	$S_f/2$

- En todos los casos, los conductores de protección que no forman parte de la canalización de alimentación serán de cobre con una sección, al menos de:

- * 2,5 mm², si los conductores de protección disponen de una protección mecánica.
- * 4 mm², si los conductores de protección no disponen de una protección mecánica.
- * 16 mm², en alumbrado público.

- Como conductores de protección pueden utilizarse:

- * conductores en los cables multiconductores, o
- * conductores aislados o desnudos que posean una envolvente común con los conductores activos, o
- * conductores separados desnudos o aislados.

- Ningún aparato deberá ser intercalado en el conductor de protección. Las masas de los equipos a unir con los conductores de protección no deben ser conectadas en serie en un circuito de protección.

19.2. Conductores de equipotencialidad

El conductor principal de equipotencialidad debe tener una sección no inferior a la mitad de la del conductor de protección de sección mayor de la instalación, con un mínimo de 6 mm². Sin embargo, su sección puede ser reducida a 2,5 mm² si es de cobre.

La unión de equipotencialidad suplementaria puede estar asegurada, bien por elementos conductores no desmontables, tales como estructuras metálicas no desmontables, bien por conductores suplementarios, o por combinación de los dos.

19.3. Resistencia de las tomas de tierra

- El valor de resistencia de tierra será tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a:

- * 24 V en local o emplazamiento conductor
- * 50 V en los demás casos.

- Si las condiciones de la instalación son tales que pueden dar lugar a tensiones de contacto superiores a los valores señalados anteriormente, se asegurará la rápida eliminación de la falta mediante dispositivos de corte adecuados a la corriente de servicio.

- La resistencia de un electrodo depende de sus dimensiones, de su forma y de la resistividad del terreno en el que se establece. Esta resistividad varía frecuentemente de un punto a otro del terreno, y varía también con la profundidad.

19.4. Tomas de tierra independientes

Se considerará independiente una toma de tierra respecto a otra, cuando una de las tomas de tierra, no alcance, respecto a un punto de potencial cero, una tensión superior a 50 V cuando por la otra circula la máxima corriente de defecto a tierra prevista.

19.5. Revisión de las tomas de tierra

Por la importancia que ofrece, desde el punto de vista de la seguridad cualquier instalación de toma de tierra, deberá ser comprobada por el Director de la Obra o Instalador Autorizado en el momento de dar de alta la instalación.

Personal técnicamente competente efectuará la comprobación de la instalación de puesta a tierra, al menos anualmente, en la época en la que el terreno esté mas seco. Para ello, se medirá la resistencia de tierra, y se repararán con carácter urgente los defectos que se encuentren.

En los lugares en que el terreno no sea favorable a la buena conservación de los electrodos, éstos y los conductores de enlace entre ellos hasta el punto de puesta a tierra, se pondrán al descubierto para su examen, al menos una vez cada cinco años.

20. RECEPTORES DE ALUMBRADO

Las luminarias serán conformes a los requisitos establecidos en las normas de la serie UNE-EN 60598. Estarán protegidas contra la caída vertical de agua, IPX1 y no serán de clase 0. Los aparatos de alumbrado portátiles serán de clase II.

Las partes metálicas accesibles de las luminarias que no sean de Clase II o Clase III, deberán tener un elemento de conexión para su puesta a tierra, que irá conectado de manera fiable y permanente al conductor de protección del circuito.

Los circuitos de alimentación estarán previstos para transportar la carga debida a los propios receptores, a sus elementos asociados y a sus corrientes armónicas y de arranque. Para receptores con lámparas de descarga, la carga mínima prevista en voltiamperios será de 1,8 veces la potencia en vatios de las lámparas. En el caso de distribuciones monofásicas, el conductor neutro tendrá la misma sección que los de fase.

En el caso de receptores con lámparas de descarga será obligatoria la compensación del factor de potencia hasta un valor mínimo de 0,9.

21. CENTRAL SOLAR FOTOVOLTAICA

El proyecto define principalmente la instalación solar fotovoltaica para autoconsumo conectada a la red interior del complejo.

El inversor se situará en el interior de una hornacina que alberga a su vez el cuadro de baja tensión de vestuarios, estando los módulos fotovoltaicos instalados sobre la cubierta de los mismos vestuarios, según planos.

Los principales equipos que integran cada instalación fotovoltaica son los siguientes:

- Generador: compuesto por módulos fotovoltaicos, elementos de soporte y fijación de los módulos, elementos de interconexión entre módulos,...
- Adaptador de energía: compuesto de inversores, cuadros de corriente continua, cableados,...
- Conexión a red: compuesto por cuadros de medida e interruptores, sistemas de protección y cableado de interconexión.
- Monitorización: compuesto por sensores, sistemas de adquisición de datos,...
- Obra civil: preparación del terreno, soleras, canalizaciones, cerramientos, ...

Una instalación fotovoltaica de conexión a red interior responde al esquema de la “Figura 1”. El generador fotovoltaico está formado por una serie de módulos del mismo modelo conectados eléctricamente entre sí, que se encargan de transformar la energía del Sol en energía eléctrica, generando una corriente continua proporcional a la irradiancia solar que incide sobre ellos.

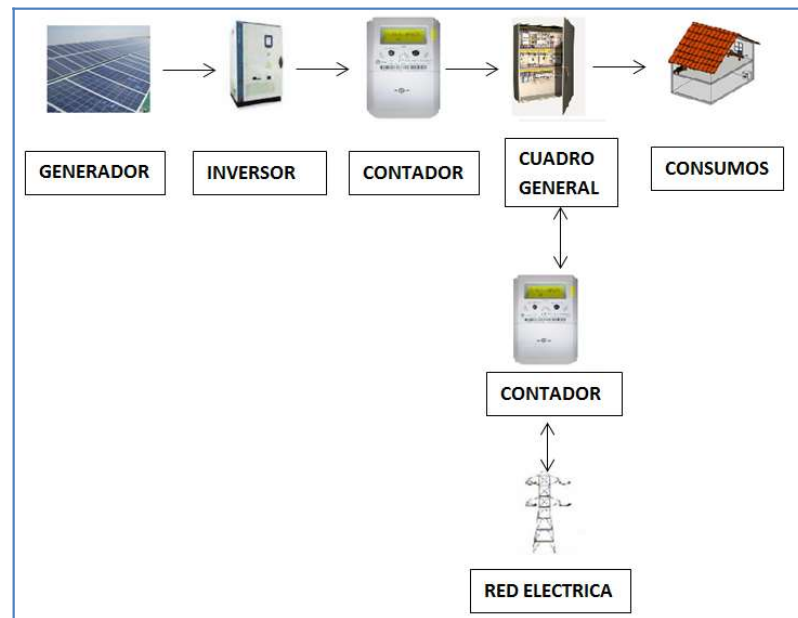


Figura 1. Esquema básico de una instalación de autoconsumo fotovoltaico conectada a red interior.

Sin embargo, no es posible inyectar directamente la energía del generador fotovoltaico en la red eléctrica precisando ser transformada en corriente alterna para acoplarse a la misma. Esta corriente se conduce al inversor que utilizando tecnología de potencia la convierte en corriente alterna a la misma frecuencia y tensión que la red eléctrica y de este modo queda disponible para cualquier usuario. La energía generada, medida por su correspondiente contador, se inyectara a la red interior tal y como marca el Real Decreto 1699/2011 y el Real Decreto 900/2015.

Cada una de las filas de módulos se llevará al cuadro de protecciones de corriente continua (DC). Este cuadro contendrá los elementos de protección de la parte de continua de la instalación.

Antes de entrar en el inversor y en este cuadro de protecciones DC, se colocarán unos fusibles para proteger cada una de las ramas fotovoltaicas. La salida del inversor se conectará con la caja de protecciones de corriente alterna, de ahí al contador de energía de salida, para

que sea medida la energía generada, para finalmente conectarse al cuadro general de BT del transformador.

Las protecciones del sistema irán conforme al Real Decreto 900/2015 y a las normas particulares de la empresa distribuidora en cuestión.

El cableado y los elementos de protección serán conformes al Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (e Instrucciones Complementarias) y a las Normas Particulares de la Compañía Distribuidora.

El punto de conexión y entrega de energía a la red interior, será a la tensión de 400 V en el cuadro de BT del CT.

La idea es que toda la energía generada se autoconsuma por la red interior, con sistema inyección cero. Por ello se dispondrá de un sistema antivertido, de manera que no haya inyección alguna de energía en la red de distribución de la compañía eléctrica.

20.1 Normativa

Este proyecto ha sido elaborado de acuerdo a la normativa nacional y autonómica vigente que regula esta actividad y otras que puedan afectar al mismo. La normativa es la siguiente:

- Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.
- Real Decreto 1699/2011, 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- Pliego de Condiciones Técnicas para instalaciones conectadas a la red, PCT-C Octubre 2002.
- Ley 54/1997 de 27 de noviembre del sector eléctrico.
- Real Decreto Ley 7/2006 del 23 Junio por el que se adoptan medidas urgentes del sector eléctrico.
- Ley 24/2013, 26 diciembre, del sector eléctrico.
- Real Decreto 413/2014, 6 de junio por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energías renovables, cogeneración y residuos.
- Real Decreto 2019/1997, de 26 de diciembre, por el que se organiza y regula el mercado de producción de energía eléctrica.
- Real Decreto 1110/2007, 24 de agosto, por el que se aprueba el reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Real Decreto 1048/2013, de 27 de diciembre, por el que se establece la metodología para el cálculo de la retribución de la actividad de distribución de energía eléctrica.

- Decreto 842/2002 de 2 de Agosto por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- Real Decreto 1955/2000 de 1 de diciembre, por el que se reglan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- Orden ETU/1976/2016, de 23 de diciembre, por la que se establecen los peajes de acceso de energía eléctrica para 2017.
- Real Decreto 1053/2014, de 12 de diciembre, por el que se aprueba una nueva Instrucción Técnica Complementaria (ITC) BT 52 «Instalaciones con fines especiales. Infraestructura para la recarga de vehículos eléctricos», del Reglamento electrotécnico para baja tensión, aprobado por Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, y se modifican otras instrucciones técnicas complementarias del mismo.
- Resolución del 31 de Mayo de 2001, por la que se establecen modelo de contrato tipo y modelo de factura para las instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.
- Código Técnico de la Edificación (RD 314/2006)
- Especificaciones técnicas específicas de la compañía eléctrica distribuidora.
- Reglamento de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión.
- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en Centrales eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.
- Instrucciones Técnicas Complementarias MIE-RAT.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y sus Instrucciones Complementarias.
- 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.
- Normas Técnicas particulares de la Compañía Suministradora E.R.Z. – ENDESA.
- Ley 11/2014, de 4 de diciembre, de Prevención y Protección Ambiental de Aragón.
- R.D. 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que aprueba el Reglamento de Seguridad Contra Incendios en Establecimientos Industriales.
- R.D. 513/2017, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios.
- Ley 31/1995 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales y sus posteriores modificaciones.
- R.D. 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas en materia de Seguridad y Salud en las obras de construcción.

20.2 Clasificación de las instalaciones

Según el Real Decreto 244/2019 de 5 de abril, las instalaciones solares fotovoltaicas objeto de este proyecto se clasifican, como instalaciones de autoconsumo con excedentes de menos de 100 kW.

20.3 Compañía Suministradora y Tensión de Servicio.

La Compañía Suministradora de Energía será EDISTRIBUCIÓN Redes Digitales, S.L.U y la tensión de suministro de 3x230/400 V.

20.4 Descripción general

La instalación solar fotovoltaica tiene una potencia nominal total de 25 kVA y una potencia pico de 29,7 kWp. Consta de un total de 54 paneles fotovoltaicos de 550 Wp, un inversor de 25 kVA nominales y sistemas de protección y cuadros eléctricos.

El generador fotovoltaico se situará en cuarto de baja tensión existente en planta baja. Los módulos de CC están agrupados en 4 ramas, conectados en serie, y colocados sobre una estructura autoportante con una inclinación de 10° sobre el suelo, y con un azimut de 0°.

El área necesaria para ubicar este campo de módulos será de 300 m² aproximadamente (dependiendo de la distribución que se escoja y la separación de montaje entre módulos). El generador fotovoltaico se encargara de transformar la radiación solar en energía eléctrica. Se utilizará cableado de corriente continua de 6 mm² para conectar los módulos fotovoltaicos y estos con la caja de conexiones.

El sistema de montaje de los paneles fotovoltaicos, se trata de un soporte auto-lastrado, fabricado en hormigón a 10° de la marca SOLARBLOCK, montaje horizontal con una inclinación de 10°, incluso grapas INOX, tuercas, tornillos de acero INOX para sujeccion de modulos fotovoltaicos, accesorios y medios auxiliares. Totalmente replanteado e instalado sobre junta de caucho EPDM antideslizamiento, incluso medios auxiliares.

El inversor convierte la tensión y corriente continua que proporciona el generador fotovoltaico en tensión y corriente alterna. El inversor tiene un rango de tensiones de entrada (DC) bastante amplio, sin embargo, para alcanzar el punto óptimo de funcionamiento del mismo se han utilizado el numero de ramas y módulos descritas anteriormente. Se trata de un inversor de SMA, con la caja de conexiones de DC y parte del cuadro de protecciones de AC incorporados.

La medida de energía se llevará a cabo en baja tensión. Se empleará para ello un completo sistema de monitorización de energía:

- ANALIZADOR TRIFASICO CON 485 CCM4
- DATALOGGER CONECTADOR NB, IOT, WIFI, ETHERNET CON CCMaster

Los componentes básicos de la instalación en baja tensión serán:

INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA DE 25 kVA		
Nº de módulos A550M GSMono PERC 144 Half Cell		54
Configuración eléctrica	Nº módulos en serie Nº ramas en paralelo	9/18 4 ramas
Potencia pico		29,70 kWp
Estructura 10º 1AH	Inclinación Acimut	10º 0º
SMA SUNNY TRIPOWER X 25 kW de SMA		1

20.5. Funcionamiento de la Central

Durante el día, la planta fotovoltaica generará energía eléctrica, en una cantidad casi proporcional a la radiación solar existente en el plano del campo fotovoltaico. La energía generada en el campo fotovoltaico en corriente continua es transformada en el inversor en corriente alterna en baja tensión, e inyectada en la instalación eléctrica en BT existente para su autoconsumo.

Durante la noche el inversor deja de inyectar energía a la red y se mantiene en estado de 'stand-by' con el objeto de minimizar el autoconsumo de la planta. En cuanto sale el sol y la planta puede generar suficiente energía, la unidad de control y regulación comienza con la supervisión de la tensión y la frecuencia de red, iniciando la generación de nuevo si los valores son correctos. Esta operación del inversor es totalmente automática.

El conjunto de protecciones de interconexión de que dispone el inversor, está orientado a evitar el funcionamiento en isla de la planta fotovoltaica. En caso de fallo de la red, la planta dejaría de funcionar. Esta medida es de protección tanto para los equipos de consumo como para las personas que puedan operar en la línea.

20.6 Descripción de los Equipos

A continuación describimos los principales equipos que componen la planta fotovoltaica.

Módulos Fotovoltaicos

Para la realización de este proyecto se propone la utilización de módulos ATERSA A550M GSMono PERC 144 Half Cell 550 Wp, fabricados con células de silicio monocristalino de elevado rendimiento. Interesa insistir en que la tecnología de fabricación de estos módulos ha superado unas pruebas de homologación muy estrictas que permiten garantizar, por un lado, una gran resistencia a la intemperie y, por otro, un elevado aislamiento entre sus partes eléctricamente activas y accesibles externamente.

A continuación se resumen las características técnicas del módulo ATERSA A550M GSMono PERC 144 Half Cell:

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL MÓDULO ATERSA A550M GSMono PERC 144 Half Cell	
Anchura	1134 mm
Altura	2279 mm
Peso	28,9 kg
Número de células	144 (6x24) monocristalinas

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS DEL MÓDULO ATERSA A550M GSMono PERC 144 Half Cell	
Potencia	550 Wp
Corriente de cortocircuito I_{sc}	14,04A
I_{mpp}	13,48A
Tensión de circuito abierto V_{oc}	49,60V
V_{mpp}	40,83V

De acuerdo con la solución propuesta, utilizaremos un sistema constituido por 54 módulos ATERSA A550M GSMono PERC 144 Half Cell de ATERSA, que irán conectados en 4 cadenas en paralelo de 9/18 paneles en serie:

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO	
Potencia generador FV	29 700 Wp
Corriente de cortocircuito I_{SC}	28,1 A
Corriente en punto de máxima potencia	27 A
Tensión en punto de máxima potencia	484 V/ 968 V
Número de módulos en serie	9/18
Número de ramas en paralelo	4
Número de inversores	1 x SMA SMA SUNNY TRIPOWER X 25kW

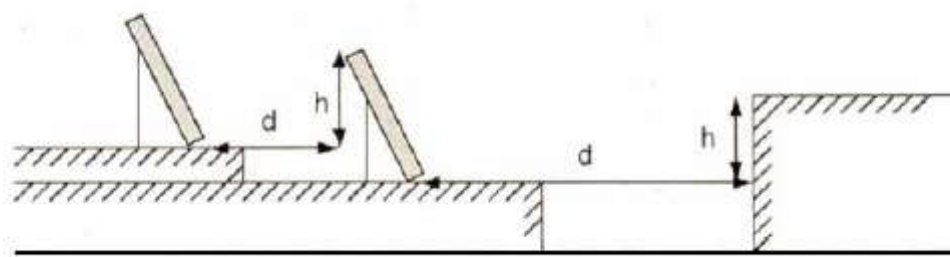
Distancia mínima entre filas de módulos

La distancia d , medida sobre la horizontal, entre las filas de módulos obstáculo, de altura h , que pueda producir sombras sobre la instalación, deberá garantizar un mínimo de 4 horas de sol en torno al mediodía del solsticio de invierno. Esta distancia d será superior al valor obtenido por la expresión:

$$d = h / \tan(61 - \text{latitud})$$

Siendo h la altura máxima del obstáculo y la latitud, la correspondiente al lugar donde nos encontramos, que en el caso de Zaragoza es de 41,6.

La separación entre la parte posterior de una fila y el comienzo de la siguiente no será inferior a la obtenida por la expresión anterior, aplicando h a la diferencia de alturas entre la parte alta de una fila y la parte baja de la siguiente, efectuando todas las medidas de acuerdo con el plano que contiene a las bases de los módulos.



Se han estudiado las distancias entre módulos, la orientación y su disposición, con el objetivo de alcanzar un compromiso entre la máxima producción solar con el mínimo de sombras en la instalación y optimizar la superficie útil de la campa. Los resultados obtenidos han sido:

DISTANCIAS Y ANGULOS GENERADOR FOTOVOLTAICO	
Disposición	Horizontal
Distancia entre módulos (d)	0,70 m
Distancia entre filas	
Inclinación	10°
Orientación (azimut)	0°

Estructura

Dentro del campo de la energía fotovoltaica, uno de los aspectos más importantes a la hora de realizar el montaje de una instalación, es la estructura de sujeción de los paneles solares, que cada día tiene un peso específico mayor en el conjunto de la obra.

A la hora de planificar una instalación fotovoltaica de conexión a red, el tener una buena estructura puede condicionar mucho la óptima realización del proyecto. Como una óptima estructura, se entiende aquella que es económica, pero también sencilla y rápida de montar. Cuando se tiene que montar una gran cantidad de estructuras, el tiempo de montaje de la estructura y el tiempo de instalación de los paneles en la misma, empieza a ser determinante en el coste de la instalación.

Por todo esto, se plantea una estructura donde se cumplan todos los objetivos descritos.

El sistema de montaje de los paneles fotovoltaicos, se trata de un soporte auto-lustrado, fabricado en hormigón a 10° de la marca SOLARBLOCK, montaje horizontal con una inclinación de 10°, incluso grapas INOX, tuercas, tornillos de acero INOX para sujeción de módulos fotovoltaicos, accesorios y medios auxiliares. Totalmente replanteado e instalado sobre junta de caucho EPDM antideslizamiento, incluso medios auxiliares.

Inversores

El inversor es el elemento de la instalación encargado de transformar la corriente continua entregada por el generador solar en corriente alterna entregándola a la red y asegurando la separación galvánica entre el lado de corriente continua y la red de alterna. La potencia nominal del inversor es adecuada a la potencia pico del generador fotovoltaico.

Para esta instalación se dispondrá de:

- SMA SUNNY TRIPOWER X 25 kW, de 25 kVA, con un diseño que incorpora en la misma envolvente la caja de conexiones y protecciones DC y parte de las de AC, configurables.

Ambos disponen de dos seguidores del punto de máxima potencia (MPPT) independientes, que proporcionan una óptima captación de energía desde subconjuntos orientados en distintas direcciones.

El modelo dispone de un algoritmo de MPPT preciso y de alta velocidad que permite un seguimiento de la potencia en tiempo real y una mejor captación de energía.

Tiene un diseño modular, que permite en compartimientos separados y configurables incorporar las cajas de conexiones y protecciones de DC y parte de las protecciones AC, lo que aumenta la facilidad de la instalación y del mantenimiento.

Dispone además de un sistema de ventilación forzada.

El equipo inversor fotovoltaico de conexión a red SUNNY TRIPOWER, cumple lo siguiente:

- Cumple con los requisitos de Seguridad para personas y cosas exigidos por las Directivas Comunitarias siguientes:

1. Directiva de Baja Tensión 2006/95/CE
2. Directiva de Compatibilidad Electromagnética 2004/108/CE.

Este cumplimiento permite que el equipo lleve la marca CE.

- Cumple con la normativa establecida en el Real Decreto 1663/2000 del 29 de Septiembre de 2000 (incluidos RD 444/1994 Y 154/1995) sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión y Real Decreto 661/2007 del 25 de Mayo de 2007.
- El inversor se desconecta automáticamente de la red cuando se encuentra fuera de unos márgenes establecidos de tensión y frecuencia.
- El inversor incluye protección contra funcionamiento en isla.
- La desconexión y reconexión del inversor en el punto de inyección, se llevan a cabo por medio de relés internos controlados por software. Dicho software y sus ajustes no son accesibles al usuario. El contactor, gobernado normalmente por el inversor, podrá ser activado manualmente. El estado del contactor (marcha/paro) se indica en el display frontal del equipo.
- El inversor ha superado las pruebas correspondientes para los límites establecidos de tensión y frecuencia. Para la calibración/verificación de esta función se han empleado aparatos calibrados en un laboratorio externo acreditado para tal función.
- El inversor dispone de una separación galvánica (transformador) entre la red de distribución y la instalación fotovoltaica completa.

- El inversor incorpora internamente un vigilante de aislamiento de la parte de corriente continua que actúa en caso de detectar una deriva a tierra. Esta situación se señala en el frente del equipo con un IEO rojo y provoca la desconexión del inversor. Si la situación se corrige, el inversor rearma automáticamente.

El inversor lleva además integradas las siguientes protecciones eléctricas:

- Polarizaciones inversas.
- Cortocircuitos y sobrecargas en la salida.
- Seccionador en carga DC.
- Fusibles DC.
- Seccionador- magnetotérmico AC.
- Descargadores de sobretensiones DC.
- Descargadores de sobretensiones AC.

Sistema Anti-vertido

No se dispondrá.

Cuadro de protecciones CC

El cuadro de protecciones CC es la entrada de corriente continua del campo fotovoltaico al inversor.

Dispone de fusibles, que protegen cada una de las ramas frente a cortocircuitos, y descargadores de tensión que lo protegen frente sobretensiones.

Así pues esta caja de conexión incluye:

1. 4 entradas a través de bases portafusibles en positivo y terminales en negativo, fusibles de 15A/1000VDC.
2. Protección contra sobre tensiones tipo II.

Cuadro de Protecciones en Baja Tensión CA

El cuadro de baja tensión se sitúa en la parte de AC de la instalación es decir a la salida de los inversores, y lo situaremos en el CSBT de vestuarios existente. En él se alojan las protecciones correspondientes a la parte de alterna.

2CSF204001R3630 F204AC-63/0,3 Diferencial 4x63A 0,3A clase AC 1uds

2CDS214001R0404 SH204-C40 PIA 4x40 A 6/15 kA curva C 1 uds

CIRPROTEC 77738405 PSC4-12,5/400 TT 1 uds

CCM4 1uds

CcMaster PRO 1 ud

Data Logger

El equipo CcMaster es un concentrador inteligente de múltiples dispositivos concebido para dar hasta seis posibles soluciones de conectividad: NBloT/2G, Wifi, Bluetooth, Ethernet, dos puertos RS-485 y un puerto RS-232. Además, el equipo también cuenta con dos salidas digitales y una salida de tensión regulable de 0 a 10 V.

- Diseño compacto, rail DIN de un módulo.
- Sistema de alimentación dual a través de los dispositivos CcM PRINCIPALES (Analizadores de red), y/o a través de una fuente de alimentación externa (9-12V@2A), con selector automático de sistema de alimentación.
- Batería LiPo de soporte para notificaciones y eventos de falta de alimentación.
- Conexión nativa con los dispositivos CcM PRINCIPALES (Analizadores de red) a través de conector IDC.
- Reloj en tiempo real, con batería de backup.
- Registro de históricos y almacenamiento de lecturas de los equipos conectados, así como eventos relativos a la instalación.
- Protocolo de comunicación de alto nivel MQTT para conexión a plataformas de eficiencia energética, IoT y SmartCity
- Sistema de actualización remota.
- LEDs de señalización.
- Procesador Cortex M0+ de la familia STM32, con sistema operativo en tiempo real FreeRTOS.

Comunicaciones:

- Ethernet Base 10/100M, para conexión de red cableada y expansiones Ethernet externas
- 2G/NBLoT con Micro-SIM y antena MMCX externa
- Bluetooth Low Energy (opcional)
- Wifi (802.11 b/g/n) con antena integrada
- SigFox (opcional y no compatible con la conexión 2G/NBLoT)

Buses de campo:

- RS-485 Modbus: CcM PRINCIPALES (Analizadores de red)
- RS-485 Modbus Ext: Puerto RS-485 aislado para conexión a equipos externos (inversores fotovoltaicos y otros equipos homologados)
- RS-232: Puerto RS-232 no aislado para conexión a contadores eléctricos

Entradas y salidas:

- 2 salidas de relés biestables libres de potencial (230V@2A) para control de elementos externos
- 1 salida de tensión continua regulable, de 0 a 10 V, para control de sistemas externos

Cableado

Todos los conductores de interior serán de cobre, aislados flexibles con cubierta, de tensión asignada 0,6/1kV con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) y cubierta de policloruro de vinilo (PVC), libres de halógenos, con denominación RZ1-K 0,6/1 kV. Todos ellos estarán contruidos según norma UNE 21123-2. Su sección será la suficiente como para asegurar que las pérdidas de tensión en cables y cajas de conexión sean inferiores a las indicadas tanto por el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión como por la compañía eléctrica.

Los conductores de exterior, es decir, los utilizados para el conexionado entre placas fotovoltaicas, en serie, y entre placas fotovoltaicas y caja de conexión, en paralelo, (sistemas de corriente continua) serán de cobre, de Alta Seguridad (AS): no propagador de la llama ni del incendio, libre de halógenos y de reducida opacidad de los humos emitidos.

Todos los cables serán adecuados para uso en intemperie, al aire o enterrado, de acuerdo con la norma UNE 21123.

El conjunto de los conductores de la instalación se diseñará para minimizar el conjunto de pérdidas a los siguientes niveles:

- Parte CC - Generador Fotovoltaico: 1% de perdidas en condiciones nominales.
- Parte CA (BT) - Acometida en alterna: 1% a potencia nominal.

Las líneas interiores a la hornacina discurrirán en superficie sobre bandeja o bajo tubo. Se cumplirá con lo indicado en la ITC-BT-20.

Las características de las bandejas serán las indicadas en la ITC-BT-21.

En el tramo que discurre por el exterior, el cableado ira canalizado por bandeja.

1. La acometida desde el generador fotovoltaico hasta los fusibles en la caja de conexión, se realizará con el mismo tipo de cable, canalizado mediante bandeja. Las canalizaciones se realizaran según exigencias del REBT.
2. La conexión entre los paneles fotovoltaicos se realizará con cable Exzhellen Solar Fotovoltaico ZZ-F (AS) de General Cable de 2x6 mm² cuyas características son:

- Tensión: 0,6/1 kV c.a. - 1,8 kV c.c.
- Conductor: Cobre estañado, flexible clase 5
- Aislamiento: Elastómero termoestable libre de halógenos
- Cubierta Exterior: Elastómero termoestable libre de halógenos
- Alta Seguridad (AS): no propagador de la llama ni del incendio, libre de halógenos y de reducida opacidad de los humos emitidos.
- Resistencia a la intemperie.

3. En la parte de CA trifásica, los cables que transcurren desde el inversor SMA SUNNY TRIPOWER X 25 hasta el cuadro de protecciones CA baja tensión, serán RZ1-K (AS) Cu 0,6/1 kV 4x1x16 mm² de sección

Cuadro de Baja Tensión conexión a Red

La conexión con la Red Interior se realizara en el interior del CGBT, a repartidor existente.

Puesta a Tierra

Para las condiciones de puesta a tierra nos dirigiremos al RD 1663/2000, donde se fijan las condiciones técnicas para la conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de BT, y a las normas particulares de ENDESA donde se fijan las condiciones técnicas para la conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de distribución.

En el Artículo 12 del RD 1663/2000 se indica:

(REQUISITO 1): “La puesta a tierra de las instalaciones fotovoltaicas interconectadas se hará siempre de forma que no se alteren las condiciones de puesta a tierra de la red de la empresa distribuidora, asegurando que no se produzcan transferencias de defectos a la red de distribución.

(REQUISITO 2): Las masas de la instalación fotovoltaica estarán conectadas a una tierra independiente de la del neutro de la empresa distribuidora.

... así como (independiente) de las masas del resto del suministro”. (REQUISITO 3)

Con la puesta a tierra de la empresa distribuidora, el Real Decreto se refiere a la instalación de puesta a tierra con la que esta compañía pone a tierra el neutro del transformador de MT-BT así como las masas de los elementos de la caseta donde se aloja el transformador.

La instalación fotovoltaica está lo suficientemente lejos del transformador, como para que este requisito se cumpla sin problemas, y en el caso que estuviera próxima, debe asegurarse que la instalación de puesta a tierra de la instalación fotovoltaica es una tierra lejana respecto a la del neutro del transformador de la compañía distribuidora, es decir que son independientes.

Si debido a esta proximidad hay dudas respecto a esta independencia, se puede consultar los apartados 10 y 11 de la ITC-BT-18 en donde se indican las condiciones que debe cumplir dos tomas de tierra para que se consideren independientes.

El Requisito 2 de que las masas de la instalación fotovoltaica (marco de los módulos, estructura de los mismos, caja envolvente del inversor, cajas metálicas de conexiones, etc.) estarán conectadas a una tierra independiente de la del neutro de la empresa distribuidora es redundante con respecto al Requisito 1 anterior, porque no puede haber independencia de puestas a tierra (Requisito 1) si estuvieran conectadas entre ellas por conductores de protección (Requisito 2).

El Requisito 3 exige que las masas de la instalación fotovoltaica estén conectadas a tierra de forma independiente de la conexión de las masas del resto del suministro. Esto implica que los conductores de protección que conectan las masas de la instalación fotovoltaica (marco de los módulos, estructura de los mismos, caja envolvente del inversor, etc.) a la puesta de tierra deben ir directamente a ésta, directamente a la borna o barra principal de tierra, sin conectar en su camino con las masas o conductores de protección de las otras masas que hubiera en el lugar por ejemplo, las masas del abonado como consumidor (lavadora, cocina, estructura de la casa, etc.).

No se indica en el RD 1663/2000 pero se indica en la normativa, que las masas de la instalación fotovoltaica, así como de las otras masas del lugar, estarán conectadas de forma independiente de los conductores correspondientes a la puesta a tierra del pararrayo o pararrayos del lugar si los hubiera (los conductores provenientes de la instalación captadora de rayos y de derivación se conectarán directamente con la puesta a tierra del edificio o lugar de emplazamiento).

En conclusión, las masas de la instalación fotovoltaica estarán conectadas a una única tierra independiente de la del neutro de la empresa distribuidora, de acuerdo con el Reglamento electrotécnico para baja tensión.

La sección del conductor de protección será como mínimo la del conductor de fase correspondiente, según ITC-BT-18.

Protecciones

La instalación cumple con todas las consideraciones técnicas expuestas en el Real Decreto 1663/2000, así como con la propuesta de seguridad del pliego técnico que nos ocupa. Como medida de protección de la instalación se distinguen los siguientes elementos:

Parte de CC

1. Protección frente sobrecargas y cortocircuitos: en la caja de conexión situaremos fusibles de 15A en cada una de las ramas del generador fotovoltaico, para la protección de los paneles frente a sobrecargas y cortocircuitos.

2. Protección frente a sobretensiones:

El equipo inversor lleva incorporado descargadores de tensión para la protección de dicho equipo frente a sobretensiones producidas por descargas atmosféricas de cierta importancia sobre el generador fotovoltaico. Además para la protección de dicho generador, estas protecciones se reforzarán mediante descargadores situados en la caja de conexión.

3. Protección frente a contactos directos e indirectos: para evitar descargas eléctricas sobre personas que puedan llegar a ser peligrosas, el generador fotovoltaico se conectará en modo flotante, proporcionando niveles de protección adecuados frente a contactos directos e indirectos, 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 de masa.

En este último caso se genera una situación de riesgo que se soluciona mediante:

- a. Aislamiento de clase II en los módulos fotovoltaicos, cables y caja de conexión.
- b. Supervisor permanente de aislamiento (incorporado en el inversor), que detecta las derivaciones a tierra. El inversor detendrá su funcionamiento y se activará una alarma visual en el equipo.

Como medida de protección complementaria de las personas frente a contactos indirectos, se instalará una toma de tierra para conectar las masas metálicas de todos los equipos y de la estructura soporte. De esta forma se evita que aparezcan tensiones entre estas y tierra, que puedan ser eventualmente peligrosas para las personas.

Parte de AC

1. Protección frente a sobretensiones:

El equipo inversor lleva también incorporados descargadores de tensión para la protección de dicho equipo frente a sobretensiones producidas por descargas atmosféricas o irregularidades en la red.

2. Protección sobrecargas y cortocircuitos:

Externamente al inversor utilizaremos un interruptor automático magnetotérmico tetrapolar

3. Protección frente a contactos directos e indirectos:

Externamente en el lado CA, el interruptor automático dispone de protección diferencial.

4. Protección de la calidad del suministro:

En la ITC-BT-40 se recogen algunas especificaciones relacionadas con la calidad de la energía inyectada a red en instalaciones generadoras, que se especifican con más detalle en el RD 1663/2000 y en el RD 1578/2008. Así la instalación contará con un 'Interruptor automático de la interconexión (contactor)', para la desconexión-conexión automática de la instalación fotovoltaica en caso de pérdida de tensión o frecuencia de la red, junto a un relé de enclavamiento. Los valores de actuación para máxima y mínima frecuencia, máxima y mínima tensión serán, según el R.D. 1663/2000, de:

En frecuencia: 48 - 51 Hz

En tensión: $0,85 \cdot U_m$ - $1,1 \cdot U_m$

El rearme del sistema de conmutación y, por tanto, de la conexión con la red de la instalación fotovoltaica será automático, una vez restablecida la tensión de red por la empresa distribuidora.

Podrán integrarse en el equipo inversor las funciones de protección de máxima y mínima tensión y de máxima y mínima frecuencia y en tal caso las maniobras automáticas de desconexión-conexión serán realizadas por éste. Las funciones serán realizadas mediante un contactor cuyo rearme será automático, una vez se restablezcan las condiciones normales de suministro de la red.

El contactor, gobernado normalmente por el inversor podrá ser activado manualmente. El estado del contactor (on/off), deberá señalizarse con claridad en el frontal del equipo, en un lugar destacado. Al no disponer el inversor de seleccionador de interruptor on/off, esta labor la realizará el magnetotérmico accesible de la instalación, que se instalará junto al inversor.

En caso de que se utilicen protecciones para las interconexiones de máxima y mínima frecuencia y de máxima y mínima tensión incluidas en el inversor, el fabricante del mismo deberá certificar:

- Los valores de tara de tensión.
- Los valores de tara de frecuencia.
- El tipo y características de equipo utilizado internamente para la detección de fallos (modelo, marca, calibración, etc.).
- Que el inversor ha superado las pruebas correspondientes en cuanto a los límites de establecidos de tensión y frecuencia.

Mientras que, de acuerdo con la disposición final segunda del presente Real Decreto, no se hayan dictado las instrucciones técnicas por las que se establece el procedimiento para realizar las mencionadas pruebas, se aceptarán a todos los efectos los procedimientos establecidos y los certificados realizados por los propios fabricantes de los equipos.

En caso de que las funciones de protección sean realizadas por un programa de «software» de control de operaciones, los precintos físicos serán sustituidos por certificaciones del fabricante del inversor, en las que se mencione explícitamente que dicho programa no es accesible para el usuario de la instalación.

5. Protección funcionamiento en isla:

el inversor seleccionado lleva una protección anti-isla llevando a cabo la desconexión automática.

Sistema de Monitorización

El equipo CcMaster es un concentrador inteligente de múltiples dispositivos concebido para dar hasta seis posibles soluciones de conectividad:

NBLoT/2G, Wifi, Bluetooth, Ethernet, dos puertos RS-485 y un puerto RS-232.

Además, el equipo también cuenta con dos salidas digitales y una salida de tensión regulable de 0 a 10 V.

20.7 Obra civil: trabajos previos y movimiento de tierras

Entrada a cuarto de baja tensión a través de pasatubos.

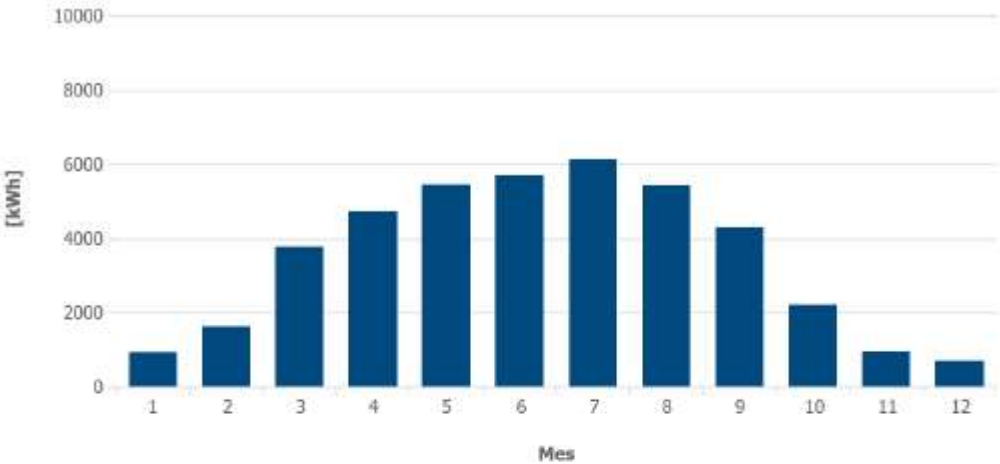
20.8 Protección contra el robo

No se prevé la instalación de protección contra el robo al estar suficientemente integrada en el Centro

20.9 Iluminación

No se prevé la instalación de mas iluminación de la existente.

20.10 Análisis energético



Mes	Rendimiento energético [kWh]	Autoconsumo [kWh]	Inyección a la red [kWh]	Toma de red [kWh]
1	927 (2,2 %)	855	72	4271
2	1614 (3,9 %)	1383	232	5206
3	3749 (9,0 %)	1471	2278	2950
4	4700 (11,3 %)	1125	3575	1093
5	5427 (13,0 %)	1564	3863	854
6	5679 (13,6 %)	5252	428	5891
7	6115 (14,7 %)	6026	88	6934
8	5417 (13,0 %)	5363	54	7680
9	4277 (10,2 %)	1990	2287	2650
10	2186 (5,2 %)	805	1382	2205
11	949 (2,3 %)	723	226	3352
12	694 (1,7 %)	607	87	3080

Simulaciones de producción

INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA	
POTENCIA NOMINAL	25 kW
POTENCIA INSTALADA	29,7 kWp
Nº DE PANELES	54
PRODUCCIÓN ANUAL ESPECÍFICA	1 405,21 kWh / kWp
PRODUCCIÓN ANUAL TOTAL	41.735 kWh

Balance Medioambiental

Según el Plan de Fomento de Energía Renovables:

Cada kWh producido con carbón (hulla + antracita nacional) causa unas emisiones de 977 g de CO₂, y si es con gas natural en ciclos combinados, 394 g de CO₂ por kWh generado.

Con la producción eléctrica de la instalaciones solares fotovoltaicas indicadas en el capítulo anterior se evita cada año que se emitan a la atmósfera:

- 11,65 toneladas de CO₂

**CENTRAL FOTOVOLTAICA DE 25 KVA PARA
AUTOCONSUMO EN CDM ACTUR**

ANEXO- CÁLCULOS ELÉCTRICOS EN DC

INDICE ANEXO CÁLCULOS ELÉCTRICOS EN DC

1. CÁLCULO DE CABLEADO POR CRITERIO DE CAÍDA DE TENSIÓN
2. COMPROBACIÓN DEL CABLEADO POR EL CRITERIO TÉRMICO
3. CÁLCULO DE LAS CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO

ANEXO- CALCULOS ELECTRICOS EN DC

1. CÁLCULO DE CABLEADO POR CRITERIO DE CAÍDA DE TENSIÓN

Las partes metálicas accesibles que no sean de Clase II o Clase III, deberán tener un elemento de conexión para su puesta a tierra, que irá conectado de manera fiable y permanente al conductor de protección del circuito.

La tensión influye directamente en la intensidad que circula por un cable, para una potencia conocida. Así, al aumentar la tensión para una potencia dada, la intensidad que recorre el conductor será menor, pudiendo reducir por tanto la sección del conductor sin aumentar las pérdidas que tendrían lugar en el mismo.

La longitud influye directamente en la sección de cable requerida para unas pérdidas de carga definidas. Puesto que la resistencia que opone un conductor al paso de corriente es directamente proporcional a la longitud del mismo, a mayor longitud necesaria de cable, mayores serán las secciones necesarias para evitar que las pérdidas en el mismo se disparen.

La caída de tensión, ΔV , que se produce en una línea con corriente continua despreciando la inducción de la línea y siendo conocida la potencia, viene dada por la siguiente expresión:

$$\Delta V = \frac{2}{K} \cdot \frac{P \cdot L}{V \cdot S}$$

donde:

P=Potencia transportada

L=Longitud total del cable

S=Sección mínima del cable

V=Voltaje del sistema

ΔV =Caída de tensión, expresada en %

La normativa limita la caída de tensión máxima admisible en la parte de continua al 1.5 % de la tensión del sistema. Aplicando entonces la fórmula anterior se obtiene que la sección mínima para dicha caída de tensión en todo el cableado de CC.

Sin embargo, ese porcentaje representa las pérdidas globales en todos los tramos de continua. Por tanto esta caída de tensión se tiene que dividir en dos tramos que son los que nos vamos a encontrar en la instalación que nos ocupa:

- Desde paneles hasta Seccionador en Caja de conexión.
- Desde Seccionador hasta Inversor.

Las caídas de tensión pueden ser variables, pero la suma de los 2 tramos no puede ser superior del 1,5%.

De esta forma se obtienen las distintas dimensiones de los cableados en función de las distancias que tengamos en cada caso.

Puesto que a través de esta expresión obtenemos la sección mínima del cable para evitar que las pérdidas superen los límites permitidos, siempre nos inclinaremos por sobredimensionar la sección del cable hasta la medida normalizada inmediatamente superior y adaptándonos a las recomendadas por los fabricantes de los equipos instalados.

Por otro lado, la intensidad máxima que circulará por nuestro conductor será:

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

en el lado de continua, y

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

en la parte alterna

En la siguiente tabla se detallan los diferentes tramos mas desfavorables para los que se ha dimensionado el cableado para las distintas distancias existentes entre los equipos, así como las secciones de cables elegidas en función de las características anteriores.

La potencia de cada rama será la potencia pico del panel, multiplicada por el numero de paneles en serie de cada rama.

*INTENSIDAD NOMINAL MAYORADA UN 25%

REBT (ITC-BT-40) indica que los conductores que van desde los módulos al inversor deben soportar un 125 % de intensidad por lo que el valor del empleado en la fórmula está multiplicado por 1.25.

RESULTADOS DEL CÁLCULO SEGÚN RBT (R.D. 842/2002)

TIPO DE CABLE PROPUESTO



Tecsun (PV) (AS) (Cable para fotovoltaica)

Naturaleza del conductor: Cobre (Cu)
Aislamiento del cable: XLPE
Tensión nominal del cable: 1000 V
Temp. máxima conductor: 120°C
Composición del cable: Conductores aislados o cables unipolares

TIPO DE INSTALACIÓN

ITC-BT 20 Instalaciones interiores o receptoras en general / Bajo tubo, canal o conducto de sección no circular / En montaje superficial (B1)

CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN

Intensidad de corriente: 27.00 A	Tipo de corriente: Continua
Potencia activa: 18.14 kW	Tensión: 672 V
Potencia aparente: --	Intensidad cortocircuito: --
Cos ϕ : 1	Tiempo disparo protecciones: --
Rendimiento (motores): --	% caída de tensión: 1.5 %
Coef. tipo instalación: 1.25 (generación en BT)	Caída de tensión: 10.1 V
Coef. tipo de receptor: 1 (otros)	Longitud de la línea: 55 m
Otro coeficiente: 1.00	Reactancia: 0.00 Ω /km
Temperatura Ambiente: 40 °C (1.00)	Tipo instalación bandejas: --
Expuesto al sol: NO (1.00)	nº de bandejas: --
nº circuitos adicionales: 0 (1.00)	nº circuitos adicionales: -- (--)
	Separación circuitos: --
	nº de capas: --

RESULTADO CÁLCULO

Sección por intensidad: 4 mm²
Número de conductores por fase: 1
Intensidad máxima admisible del circuito: 36.00 A
Factor de corrección por agrupación final: 1.00

Sección por cortocircuito: --
Número de conductores por fase: --

Sección por caída de tensión: 6 mm²
Número de conductores por fase: 1

SOLUCIÓN

Sección recomendada: 6 mm²
Número de conductores por fase: 1

1 x SMA STP 2500TL-30 (Parte de la planta 1)

Potencia pico:	29,70 kWp
Cantidad total de módulos:	54
Número de inversores fotovoltaicos:	1
Potencia de CC (cos $\varphi = 1$) máx:	25,55 kW
Potencia activa máx. de CA (cos $\varphi = 1$):	25,00 kW
Tensión de red:	230V (230V / 400V)
Ratio de potencia nominal:	86 %
Factor de dimensionamiento:	118,8 %
Factor de desfase cos φ :	1
Horas de carga completa:	1669,4 h



Datos de diseño fotovoltaicos

Entrada A: Edificio 1: Superficie 1 / Edificio 1: Superficie 2 (Polystring)

9 x Atersa A-550M GS (2022), Acimut: 0 °, Inclinación: 10 °, Tipo de montaje: Techo

Entrada A: Edificio 1: Superficie 1 / Edificio 1: Superficie 2 (Polystring)

9 x Atersa A-550M GS (2022), Acimut: 0 °, Inclinación: 10 °, Tipo de montaje: Techo

Entrada B: Edificio 1: Superficie 1

36 x Atersa A-550M GS (2022), Acimut: 0 °, Inclinación: 10 °, Tipo de montaje: Techo

	Entrada A:	Entrada B:
Número de strings:	1 / 1	2
Módulos fotovoltaicos:	9 / 9	18
Potencia pico (de entrada):	9,90 kWp	19,80 kWp
Tensión de CC mín. INVERSOR (Tensión de red 230 V):	150 V	150 V
Tensión fotovoltaica normal:	✓ 336 V	✓ 672 V
Tensión mín.:	312 V	625 V
Tensión de CC (Módulo fotovoltaico): máx.	1000 V	1000 V
Tensión fotovoltaica máx.	✓ 484 V	✓ 968 V
Corriente de entrada máx. por entrada de regulación del MPP:	33 A	33 A
Corriente máx. del generador:	✓ 27,0 A	✓ 27,0 A
Corriente de cortocircuito máx. por entrada de regulación del MPP:	43 A	43 A
Corriente máx. de cortocircuito FV	✓ 28,1 A	✓ 28,1 A

2. COMPROBACIÓN DEL CABLEADO POR EL CRITERIO TÉRMICO

El presente proyecto tiene en cuenta el criterio térmico especificado en la ITC-BT-07 a efectos de la intensidad máxima admisible y la temperatura máxima que soportará el cable en función del régimen de funcionamiento al que se vea sometido y de su aislamiento. En la siguiente tabla se adjuntan las temperaturas máximas que pueden soportar los cables en función del tipo de aislamiento del que van recubiertos.

Tabla: Cables aislados con aislamiento seco; temperatura máxima, en °C, asignada al conductor

Tipo de Aislamiento seco	Temperatura máxima °C	
	Servicio permanente	Cortocircuito t ≤ 5s
Policloruro de vinilo (PVC) S ≤ 300 mm ² S > 300 mm ²	70	160
	70	140
Polietileno reticulado (XLPE)	90	250
Etileno Propileno (EPR)	90	250

Las intensidades máximas en función de los diferentes tipos de cables y sus materiales aislantes se exponen a continuación. Las intensidades contenidas en esta tabla han sido calculadas teniendo en cuenta unas características determinadas del ambiente y la instalación. Estas condiciones son las que se detallan a continuación:

Cables aislados con XLPE/EPR, dos Conductores Cargados, Cobre o Aluminio

Temperatura ambiente 40°C. en el aire

Temperatura del conductor: 90°C.

Tabla 12. Intensidad máxima admisible, en amperios, en servicio permanente para cables con conductores de cobre en instalación al aire en galerías ventiladas (temperatura ambiente 40°C)

Sección nominal mm ²	Tres cables unipolares (1)			1 cable trifásico		
				 		
	TIPO DE AISLAMIENTO					
	XLPE	EPR	PVC	XLPE	EPR	PVC
6	46	45	38	44	43	36
10	64	62	53	61	60	50
16	86	83	71	82	80	65
25	120	115	96	110	105	87
35	145	140	115	135	130	105
50	180	175	145	165	160	130
70	230	225	185	210	220	165
95	285	280	235	260	250	205
120	335	325	275	300	290	240
150	385	375	315	350	335	275
185	450	440	365	400	385	315
240	535	515	435	475	460	370
300	615	595	500	545	520	425
400	720	700	585	645	610	495
500	825	800	665	-	-	-
630	950	915	765	-	-	-

- Temperatura del aire: 40°C
 - Un cable trifásico al aire o un conjunto (terna) de cables unipolares en contacto mutuo.
 - Disposición que permita una eficaz renovación del aire.
- (1) Incluye el conductor neutro, si existiese.

Los cables empleados serán los siguientes

- Módulos fotovoltaicos a Caja de Conexión:

Cable ZZ-F(AS) 0,6/1KV – 6mm²

- Caja de Conexión a Inversor:

Cable ZZ-F(AS) 0,6/1KV – 6mm²

- Inversores a Cuadro de Baja Tensión:

Cable RZ1-K(AS) 0,6/1KV – 16 mm²

Todo el cableado interior tendrá aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) y protección mecánica de PVC.

Es importante señalar que se han comprobado las secciones de cableado de forma que se cumpla la condición de criterio térmico además del criterio de cálculo por caídas de tensión, expuesto anteriormente. Todos los tramos cumplen las condición del reglamento electrotécnico de baja tensión, ya que la intensidad que circulará por los mismos, mayorada en un 25%, (según ITC-BT-40 del REBT) no supera las máximas admisibles, una vez aplicados los coeficientes de reducción indicados en el reglamento.

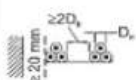
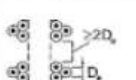
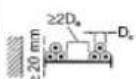
Además, se tendrán en cuenta los factores de reducción que se exponen en el RBT y que se citan a continuación, para temperaturas distintas de 40°.

Tabla 13. Coeficiente de corrección F para temperatura ambiente distinta de 40°C

Temperatura de servicio Θ_s en °C	Temperatura ambiente, Θ_a , en °C										
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
90	1.27	1.22	1.18	1.14	1.10	1.05	1	0.95	0.90	0.84	0.77
70	1.41	1.35	1.29	1.22	1.15	1.08	1	0.91	0.81	0.71	0.58

De igual modo, la norma plantea un coeficiente de desviación en función del número de cables que vayan por la misma bandeja y de la distancia entre dichos cables. Para nuestro caso, las bandejas albergarán, en el caso más desfavorable el cableado correspondiente a 24 circuitos en contacto. Para esta situación, el coeficiente de corrección previsto por la norma es <0,66.

Tabla 14. Factor de corrección para agrupaciones de cables unipolares instalados al aire

Tipo de instalación		N° de bandejas	N° de circuitos trifásicos (2)			A utilizar para (1):
			1	2	3	
Bandejas perforadas (3)		1	0,95	0,90	0,85	Tres cables en capa horizontal
		2	0,95	0,85	0,80	
		3		0,85	0,80	
Bandejas verticales perforadas (4)		1	0,95	0,85	-	Tres cables en capa vertical
		2	0,90	0,85	-	
Bandejas escalera, soporte, etc. (3)		1	1,00	0,95	0,95	Tres cables en capa horizontal
		2	0,95	0,90	0,90	
		3	0,95	0,90	0,85	
Bandejas perforadas (3)		1	1,00	1,00	0,95	Tres cables dispuestos en trébol
		2	0,95	0,95	0,90	
		3	0,95	0,90	0,85	
Bandejas verticales perforadas (4)		1	1,00	0,90	0,90	
		2	1,00	0,90	0,85	
Bandejas escalera, soporte, etc. (3)		1	1,00	1,00	1,00	
		2	0,95	0,95	0,95	
		3	0,95	0,95	0,90	

NOTAS:

- (1) Incluye además el conductor neutro, si existiese.
- (2) Para circuitos con varios cables en paralelo por fase, a los efectos de la aplicación de esta tabla, cada grupo de tres conductores se considera como un circuito.
- (3) Los valores están indicados para una distancia vertical entre bandejas de 300 mm. Para distancias más pequeñas, se reducirán los factores.
- (4) Los valores están indicados para una distancia horizontal entre bandejas de 225 mm., estando las bandejas montadas dorso con dorso. Para distancias más pequeñas se reducirán los factores.

Puesto que nuestra instalación es en baja tensión, las protecciones y las propias características de los cables para este tipo de instalaciones limitan las posibles situaciones de cortocircuito a tiempos inferiores a 5 segundos no siendo por tanto necesaria la comprobación de los cables según la norma bajo el criterio de la intensidad de cortocircuito que podría circular por los mismos.

Por otro lado, la intensidad de cortocircuito en un sistema de estas características siempre será de un rango muy inferior a la que podría producirse en un sistema convencional.

Datos estimados de compañía:

Potencia cortocircuito Red Endesa: $S_{cc} = 500 \text{ MVA}$

Tensión cortocircuito transformador: $U_{cc} = 3,96 \%$

Potencia trafo: 630 kVA

$U_1 = 15 \text{ kV}$

$U_2 = 400 \text{ V}$

Impedancia de la Red de Media Tensión

$$Z_{rred} = \frac{(U_1)^2}{S_{cc}} = \frac{(15)^2}{500} = 0,45 \Omega$$

Para obtener la descomposición de la impedancia Z_{red} en resistencia R_{red} y reactancia X_{red} , se considera una hipótesis conservadora de factor de potencia de la impedancia de la red eléctrica $\varphi_{cc} = 85^\circ$:

$$R_{red} = Z_{red} \cdot \cos\varphi_{cc} \cong 0,1 \cdot Z_{red} = 0,045 \text{ ohmios}$$

$$X_{red} = Z_{red} \cdot \sin\varphi_{cc} \cong 0,995 \cdot Z_{red} = 0,447 \text{ ohmios}$$

Impedancia del Transformador

$$Z_{trafo} = \frac{U_{cc} \cdot U_2^2}{S_{trafo}} = 0,0396 \frac{(400)^2}{630000} = 0,01 \Omega$$

Para obtener la resistencia R_T se considera la siguiente aproximación:

$$R_{trafo} \cong 0,2 \cdot Z_{trafo} = 0,002 \text{ ohmios}$$

El valor de la reactancia se obtendrá de la expresión que define la impedancia:

$$X_{trafo} = (Z_{trafo}^2 - R_{trafo}^2)^{0,5} = 0,009 \text{ ohmios}$$

Impedancia de la Línea Trafo-CGCT

Trafo - CGCT: (longitud: 60 m, sección: 240 mm²)

La reactancia de cables unipolares en un plano, sin separación entre ellos, se toma como:

$$Xl' = 0,09 \text{ m}\Omega/\text{m}$$

$$X_{L_{1C}} = 0,09 \times L = 0,00009 \times 60 = 0,0054 \Omega$$

La resistencia de la línea Rl se calcula según la siguiente expresión:

$$R_{L_{1C}} = \frac{\rho \cdot L}{S} = \frac{18,51 \times L}{S} = \frac{18,51 \times 60}{240} = 4,62 \text{ m}\Omega = 0,0046 \Omega$$

Siendo:

ρ = resistividad del material conductor ($\Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m}$) = $18,51 \text{ m}\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ (Conductores de cobre)

L = longitud de la línea eléctrica (m).

S = sección por fase (mm²).

RESULTADOS:

Impedancia total en CGCT

$$Z_{CC} = \sqrt{(0,045 + 0,002 + 0,0046)^2 + (0,447 + 0,009 + 0,0054)^2} = 0,4642 \Omega$$

Intensidad máxima de cortocircuito en CGCT

$$I_{CC_{III \max}} = \frac{1,05 \times 400}{\sqrt{3} \times Z_{CC}} = 0,5 \text{ kA}$$

PODER DE CORTE APARAMENTA EN CUADRO GENERAL DE BT EN CT:

Interruptores de entrada y salida: $I_{ccs} = I_{ccIII \max} = 0,5 \text{ kA} \rightarrow$ Poder de Corte: 6 kA

**CENTRAL FOTOVOLTAICA DE 25 KVA PARA
AUTOCONSUMO EN CDM ACTUR**

ANEXO- CÁLCULOS ELÉCTRICOS EN AC

Fórmulas

Emplearemos las siguientes:

Sistema Trifásico:

$$I = P_c / 1,732 \times U \times \cos\phi \times R = \text{amp (A)}$$

$$e = (L \times P_c / k \times U \times n \times S \times R) + (L \times P_c \times X_u \times \sin\phi / 1000 \times U \times n \times R \times$$

$$\cos\phi) = \text{voltios (V)}$$

Sistema Monofásico:

$$I = P_c / U \times \cos\phi \times R = \text{amp (A)}$$

$$e = (2 \times L \times P_c / k \times U \times n \times S \times R) + (2 \times L \times P_c \times X_u \times \sin\phi / 1000 \times U \times n \times R \times$$

$$\cos\phi) = \text{voltios (V)}$$

En donde:

P_c = Potencia de Cálculo en Vatios.

L = Longitud de Cálculo en metros.

e = Caída de tensión en Voltios.

K = Conductividad.

I = Intensidad en Amperios.

U = Tensión de Servicio en Voltios (Trifásica ó Monofásica).

S = Sección del conductor en mm^2 .

$\cos\phi$ = Coseno de ϕ . Factor de potencia.

R = Rendimiento. (Para líneas motor).

n = N° de conductores por fase.

X_u = Reactancia por unidad de longitud en $\text{m}\Omega/\text{m}$.

Fórmula Conductividad Eléctrica

$$K = 1/\rho$$

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

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

Siendo,

K = Conductividad del conductor a la temperatura T .

ρ = Resistividad del conductor a la temperatura T .

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

$$Cu = 0.018$$

$$Al = 0.029$$

α = Coeficiente de temperatura:

$$Cu = 0.00392$$

$$Al = 0.00403$$

T = Temperatura del conductor (°C).

T_0 = Temperatura ambiente (°C):

Cables enterrados = 25°C

Cables al aire = 40°C

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

XLPE, EPR = 90°C

PVC = 70°C

I = Intensidad prevista por el conductor (A).

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

Fórmulas Sobrecargas

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1,45 I_z$$

Donde:

I_b : intensidad utilizada en el circuito.

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

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

I_2 : intensidad que asegura efectivamente el funcionamiento del dispositivo de protección. En la práctica I_2 se toma igual:

- a la intensidad de funcionamiento en el tiempo convencional, para los interruptores automáticos ($1,45 I_n$ como máximo).

- a la intensidad de fusión en el tiempo convencional, para los fusibles ($1,6 I_n$).

RESULTADOS DEL CÁLCULO SEGÚN RBT (R.D. 842/2002)

TIPO DE CABLE PROPUESTO



Afumex 1000 V IrisTech (AS) (Cable de 1000 V AS)

Naturaleza del conductor: Cobre (Cu)
Aislamiento del cable: XLPE
Tensión nominal del cable: 1000 V
Temp. máxima conductor: 90°C
Composición del cable: Cable/s multiconductor/es

TIPO DE INSTALACIÓN

ITC-BT 20 Instalaciones interiores o receptoras en general / Bajo tubo, canal o conducto de sección no circular / En montaje superficial (B2)

CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN

Intensidad de corriente: 36.08 A	Tipo de corriente: Alterna Trifásica
Potencia activa: 25.00 kW	Tensión: 400 V
Potencia aparente: 25.00 kVA	Intensidad cortocircuito: --
Cos ϕ : 1	Tiempo disparo protecciones: --
Rendimiento (motores): --	% caída de tensión: 1.5 %
Coef. tipo instalación: 1.25 (generación en BT)	Caída de tensión: 6.0 V
Coef. tipo de receptor: 1 (otros)	Longitud de la línea: 5 m
Otro coeficiente: 1.00	Reactancia: 0.00 Ω /km
Temperatura Ambiente: 40 °C (1.00)	Tipo instalación bandejas: --
Expuesto al sol: NO (1.00)	n° de bandejas: --
n° circuitos adicionales: 0 (1.00)	n° circuitos adicionales: -- (--)
	Separación circuitos: --
	n° de capas: --

RESULTADO CÁLCULO

Sección por intensidad: 10 mm²
Número de conductores por fase: 1
Intensidad máxima admisible del circuito: 52.00 A
Factor de corrección por agrupación final: 1.00

Sección por cortocircuito: --
Número de conductores por fase: --

Sección por caída de tensión: 2 mm²
Número de conductores por fase: 1

SOLUCIÓN

Sección recomendada: 10 mm²
Número de conductores por fase: 1

CENTRAL FOTOVOLTAICA DE 25 KVA PARA AUTOCONSUMO EN CDM ACTUR

- **MEDICIONES Y PRESUPUESTO**

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CENTRAL FOTOVOLTAICA DE 25 KVA PARA AUTOCONSUMO EN CDM ACTUR

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
01	CAMPO FOTOVOLTAICO							
01.01	u MODULO FOTOVOLTAICO ATERSA A-550M GS PERC 144 HALF-CELL 550Wp Panel fotovoltaico policristalino marca ATERSA modelo A-550M GS PERC 144 HALF-CELL o equivalente a criterio de la Dirección Facultativa, de 550Wp, Vmpp=40,83V Imp=13.48A, dimensiones 2279x1134x35 mm. Incluido instalación y conexionado sobre cubierta plana según esquema unifilar y plano de distribución de proyecto. Incluido pequeño material y maquinaria de elevación.							
	Inversor 1	54				54,00		
						54,00	187,83	10.142,82
01.02	u SOPORTE AUTO-LASTRADO FABRICADO EN HORMIGÓN SOLARBLOCK 10° Suministro e instalación de soporte auto-lastrado, fabricado en hormigón a 10° de la marca SOLARBLOCK, montaje horizontal con una inclinación de 10°, incluso grapas INOX, tuercas, tornillos de acero INOX para sujeción de módulos fotovoltaicos, accesorios y medios auxiliares. Totalmente replanteado e instalado sobre junta de caucho EPDM antideslizamiento, incluso medios auxiliares.							
		62				62,00		
						62,00	40,65	2.520,30
01.03	u OPTIMIZADOR TS4-A Optimizador TS4-A de Tigo, o equivalente a criterio de la Dirección Facultativa, para paneles hasta 700W con una tensión en circuito abierto de 90V y 15 A de corriente máxima, rango de voltaje entre 16 y 80V, IP68 y rango de temperatura operativo entre -40°C y 70°C, instalado.							
		45				45,00		
						45,00	64,33	2.894,95
01.04	m CABLE EXZHELLENT SOLAR H1Z2Z2-K (AS) 1X6 MM2 Circuito realizado con conductores de cobre estañado flexible de 6 mm2, aislamiento H1Z2Z2-K (AS) rojo para el positivo y negro para el negativo, temperatura servicio de -40 a +90°C en 30 años, tensión nominal 1,5/1,5 1kV (1,8 máximo) kV DC, libre de halógenos, no propagador de la llama, con baja emisión de humo y gases tóxicos y nula emisión de gases corrosivos, resistente a rayos ultravioleta, Clase CPR de reacción al fuego Eca. Totalmente instalado.							
	Cadena 1	45				45,00		
		55				55,00		
	Cadena 2	65				65,00		
		35				35,00		
		65				65,00		
	Cadena 3	55				55,00		
		45				45,00		
	Cadena 4	50				50,00		
		40				40,00		
						455,00	5,49	2.497,95
01.05	u CONECTORES RÁPIDOS MC4 MACHO-HEMBRA (PAREJA) Conjunto de conectores rápidos MC4 macho-hembra (pareja), especiales para instalaciones de energía solar fotovoltaica, para cable ZZ-F (AS) de 4 mm2. Totalmente instalado.							
	Cadena 1	4				4,00		
	Cadena 2	6				6,00		
	Cadena 3	4				4,00		
	Cadena 4	4				4,00		
						18,00	41,78	752,04

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CENTRAL FOTOVOLTAICA DE 25 KVA PARA AUTOCONSUMO EN CDM ACTUR

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
01.06	m CANALIZACIÓN TUBO ACERO ENCHUFABLE D=50 mm Canalización de tubo rígido de acero enchufable, en color natural, de diámetro D50 mm. Instalado en superficie sobre paramentos mediante soportes de tipo abrazadera separados cada 50 cm como máximo. Totalmente montado; i/p.p. de piezas especiales, anclajes, cajas de acero, rácores y accesorios. Conforme a REBT: ITC-BT-21 y NTE-IEB. Sistema de tubos conforme a los requisitos generales de las UNE-EN 61386-1:2008, UNE-EN 61386-1:2008/A1:2020, UNE-EN 61386-1:2008 ERRATUM:2010 y requisitos particulares conforme a UNE-EN 61386-21:2005 y UNE-EN 61386-21:2005/A11:2011. Materiales con marcado CE y Declaración de Prestaciones (CPR) según Reglamento Europeo (UE) 305/2011.							
		100,00				100,00		
						100,00	15,41	1.541,00
01.07	m CANALIZACIÓN TUBO ACERO ENCHUFABLE D=25 mm Canalización de tubo rígido de acero enchufable, en color natural, de diámetro D25 mm. Instalado en superficie sobre paramentos mediante soportes de tipo abrazadera separados cada 50 cm como máximo. Totalmente montado; i/p.p. de piezas especiales, anclajes, cajas de acero, rácores y accesorios. Conforme a REBT: ITC-BT-21 y NTE-IEB. Sistema de tubos conforme a los requisitos generales de las UNE-EN 61386-1:2008, UNE-EN 61386-1:2008/A1:2020, UNE-EN 61386-1:2008 ERRATUM:2010 y requisitos particulares conforme a UNE-EN 61386-21:2005 y UNE-EN 61386-21:2005/A11:2011. Materiales con marcado CE y Declaración de Prestaciones (CPR) según Reglamento Europeo (UE) 305/2011.							
		50,00				50,00		
						50,00	8,93	446,50
01.08	u REPARACIÓN CANALIZACIONES EXISTENTES Reparación de canalizaciones existentes según fotografías de plano IE-4, formado por sustitución de cajas de derivación, nuevos rácores a cajas y elementos de sujeción de acero galvanizado.							
		1				1,00		
						1,00	184,68	184,68
01.09	m2 IMPERMEABILIZACIÓN LÁMINA CAUCHO EPDM 3 mm Suministro y colocación de membrana impermeabilizante fabricada en base a un elastómero homogéneo de EPDM, de 3 mm de espesor. Las uniones se realizarán exclusivamente, mediante proceso de junta rápida o mediante junta de adhesivo de reticulación, para protección pesada, i/p.p. de productores auxiliares y <u>desplazamiento a mano de grava necesaria de cubierta</u> . Según UNE-EN 13956:2013, CTE DB-SI y CTE DB-HS. Láminas flexibles de plástico y elastómero con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.							
	Soportes de hormigón	62	0,10	0,38		2,36		
						2,36	366,12	864,04
TOTAL 01.....								21.844,18

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CENTRAL FOTOVOLTAICA DE 25 KVA PARA AUTOCONSUMO EN CDM ACTUR

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
02	INVERSOR Y CONEXIONES							
02.01	Obra civil							
02.01.01	u TALADRO MURO HORMIGÓN D=250 mm e=50 cm Taladro sobre forjado de hormigón, con un espesor máximo de 50 cm, para un diámetro de taladro de 250-260 mm, realizado mediante máquina de perforación con barrena hueca con corona de widia, con refrigeración de corona con agua; válido para soportes en vertical o inclinados; incluyendo replanteo de taladro, implantación del equipo, preparación de la zona de trabajo y ejecución del taladro; incluida parte proporcional de transporte de maquinaria, desmontaje y limpieza del tajo y retirada de escombros a pie de carga. Medida la unidad ejecutada.							
	Taladro peto de cubierta	1				1,00		
	Entrada edificio	1				1,00		
	Entrada a vestíbulo	1				1,00		
	Entrada a local de contadores	1				1,00		
						4,00	58,02	232,08
02.01.02	m2 RETIRADA DE CAPA TERRENO VEGETAL A MANO Retirada y apilado de capa de tierra vegetal superficial a pie de tajo, por medios manuales, sin carga ni transporte al vertedero, incluida parte proporcional de medios auxiliares. Según NTE-ADE.							
	Toma de tierra en zona cesped	25,00	0,40			10,00		
						10,00	7,65	76,50
02.01.03	m3 EXCAVACIÓN ZANJA A MANO TERRENO COMPACTO C/RELLENO Y APISONADO Excavación en zanjas, en terrenos de consistencia compacta por medios manuales, con extracción de tierras a los bordes, y con posterior relleno y apisonado de las tierras procedentes de la excavación. Incluida parte proporcional de medios auxiliares. Según CTE DB-HS y NTE-ADZ.							
	Toma de tierra en zona cesped	25,00	0,40	0,60		6,00		
						6,00	58,78	352,68
	TOTAL 02.01.....							661,26
02.02	Obra eléctrica							

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CENTRAL FOTOVOLTAICA DE 25 KVA PARA AUTOCONSUMO EN CDM ACTUR

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
02.02.01	u CUADRO DE PROTECCIONES CC Envolvente Prisma y aparellaje ABB, o equivalente a criterio de la Dirección Facultativa, según planos, con las siguientes referencias: Envolvente: Caja distrib. con puerta superficie 28 elementos Aparellaje: 2CSM202041R1801 Base portafusible E91/32PV 1500e 32A 1p 8,00 uds 2CTB804153R2400 Prot.sobret. OVRPVT240-1000PQS 4,00 uds Aparellaje colocado en la envolvente y disposición reseñada en Planos, incluso montaje por cuadrista especializado, material auxiliar, pequeño material, fijación elementos, embarrados de cobre enfundados o protegidos con metacrilato, repartidor, peines, rotulación, conexión con líneas de entrada, salida, bornas y líneas de comunicación de apartamento con el servidor de energía. Colocado y en funcionamiento.							
	Inversor 1	1				1,00		
						1,00	778,46	778,46
02.02.02	u INVERSOR SMA SUNNY TRIPOWER X 25 kW Inversor trifásico SMA SUNNY TRIPOWER X 25 kW de SMA, o equivalente a criterio de la Dirección Facultativa, con las siguientes características: Entrada (CC) Potencia máx. del generador fotovoltaico 45000 Wp STC Tensión de entrada máx. 1000 V Rango de tensión del MPP 320 V a 800 V Tensión asignada de entrada 600 V Tensión de entrada mín. / Tensión de entrada de inicio 150 V / 188 V Corriente de entrada máx. por seguidor del MPP / Corriente de cortocircuito máx. por seguidor del MPP 33 A / 43 A Cantidad de seguidores del MPP independientes / Strings por seguidor del MPP 2 / 3 Salida (CA) Potencia asignada a tensión nominal 25000 W Potencia máx. aparente de CA 25000 VA Tensión nominal de CA 400 V Rango de tensión de CA 180 V a 280 V Frecuencia de red de CA/Rango 50 Hz / 44 Hz a 55 Hz 60 Hz / 54 Hz a 65 Hz Frecuencia de red asignada 50 Hz Corriente máx. de salida 36,2 A Factor de potencia a potencia asignada / Factor de desfase ajustable 1 / 0 inductivo a 0 capacitivo Armónicos (THD) < 3 % Fases de inyección / Conexión de CA 3 / 3-PE Rendimiento Rendimiento máx. / Rendimiento europeo 98,3 % / 98,1 % Dispositivos de protección Punto de desconexión en el lado de entrada Monitorización de toma a tierra / Monitorización de red / Protección contra polarización inversa de CC Resistencia al cortocircuito de CA Dispositivo de monitorización de corriente residual sensible a cualquier corriente							

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CENTRAL FOTOVOLTAICA DE 25 KVA PARA AUTOCONSUMO EN CDM ACTUR

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	Clase de protección (según IEC 62109-1) / Categoría de sobretensión (según IEC 62109-1) I/CA: III; CC: II							
	Datos generales Dimensiones (ancho / alto / fondo) 661 mm / 682 mm / 264 mm Peso 61 kg							
	Rango de temperaturas de funcionamiento De -25 °C a +60 °C							
	Emisión sonora, típica 51 db(A) Autoconsumo (nocturno) 1 W Topología / Principio de refrigeración Sin transformador / OptiCool Tipo de protección (según IEC 60529) IP65 Valor máximo permitido para la humedad relativa (sin condensación) 100 %							
	Equipamiento / Función / Accesorios Conexión de CC/CA Sunclix / Borne de conexión por resorte							
	PANTALLA Interfaz: Webconnect Interfaz de datos SMA Modbus / SunSpec Modbus Gestión de sombras SMA ShadeFix/Integrated Plant Control/On Demand 24/7 Compatible con redes aisladas/con SMA Fuel Save Controller Garantía: 5 años Certificados y autorizaciones (selección) ANRE 30, AS 4777, BDEW 2008, C10/11:2012, CE, CEI 0-16, CEI 0-21, DEWA 2.0, EN 50438:2013*, G59/3, IEC 60068-2-x, IEC 61727, IEC 62109-1/2, IEC 62116, MEA 2013, NBR 16149, NEN EN 50438, NRS 097-2-1, PEA 2013, PPC, RD 1699/413, RD 661/2007, Res. nº7:2013, RfG compliant, SI4777, TOR D4, TR 3.2.2, UTE C15-712-1, VDE 0126-1-1, VDE-AR-N 4105, VFR 2014							
	Modelo comercial STP 25000TL							
	Totalmente conectado y funcionando. Conforme a REBT: ITC-BT-40 y NTE-IEB. Materiales con marcado CE y Declaración de Prestaciones (CPR) según Reglamento Europeo (UE) 305/2011.							
	Inversor 1	1				1,00		
						1,00	2.949,14	2.949,14
02.02.03	u CUADRO DE PROTECCIONES CA Envolvente Prisma y aparellaje ABB, o equivalente a criterio de la Dirección Facultativa, según planos, con las siguientes referencias: Envolvente: Caja estanca MISTRAL65 650º de ABB Puerta transparente 36 módulos 320x600x155 mm Aparellaje: 2CSF204001R3630 F204AC-63/0,3 Diferencial 4x63A 0,3A clase AC 1uds 2CDS214001R0404 SH204-C40 PIA 4x40 A 6/15 kA curva C 1 uds CIRPROTEC 77738405 PSC4-12,5/400 TT 1 uds CCM4 1uds CcMaster PRO 1 ud Aparellaje colocado en la envolvente y disposición reseñada en Planos, incluso montaje por cuadrista especializado, material auxiliar, pequeño material, fijación elementos, repartidor, peines, rotulación, conexión con líneas de entrada, salida, bornas y líneas de comunicación de aparamenta con el servidor de energía. Colocado y en funcionamiento.							
		1				1,00		
						1,00	1.775,63	1.775,63

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CENTRAL FOTOVOLTAICA DE 25 KVA PARA AUTOCONSUMO EN CDM ACTUR

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
02.02.04	m CIRCUITO ELÉCTRICO 5x16 mm2 Circuito eléctrico, en sistema trifásico, formado por conductor multi-polar de cobre aislado para una tensión nominal de 0,6/1kV de tipo RZ1-K (AS) B2ca-s1b,d1,a1 de 5x16 mm2 de sección, no propagador de la llama ni del incendio, con baja opacidad de humos y bajo índice de acidez de los gases de la combustión; instalado bajo tubo PVC rígido blind. GP-7 enchuf. D=50 mm libre halógenos. Totalmente realizado, i/p.p. de conexiones. Conforme a REBT, ITC-BT-14, NTE-IEB, UNE-HD 60364-1:2009 y UNE-HD 60364-1:2009/A11:2018. Cableado conforme UNE-EN 60332-1-2-3 y UNE 21123-4:2017. Materiales con marcado CE y Declaración de Prestaciones (CPR) según Reglamento Europeo (UE) 305/2011.							
	Inversor 1 a cuadro AC	5				5,00		
						5,00	37,20	186,00
02.02.05	u TOMA DE TIERRA INDEPENDIENTE CON PICA Toma de tierra independiente con pica de acero cobrizado de D=14,6 mm y 2 m de longitud, cable de cobre de 35 mm2 hasta una longitud de 20 metros, uniones mediante soldadura aluminotérmica, incluyendo registro de comprobación y puente de prueba. Según REBT, ITC-BT-18 e ITC-BT-26, NTE-IEP, UNE-HD 60364-1:2009 y UNE-HD 60364-1:2009/A11:2018. Materiales con marcado CE y DdP (Declaración de Prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.							
		1				1,00		
						1,00	215,59	215,59
02.02.06	u LINEA DE ENLACE CON TIERRA Línea de enlace con tierra realizada con 125 metros de conductor unipolar aislado HV07-K de 6 mm2, para una tensión nominal de 450/750 V, conectando a tierra todas las canalizaciones metálicas existentes y todos los elementos conductores que resulten accesibles; según REBT, ITC-BT-18, ICT-BT-26 e ICT-BT-27, NTE-IEP, UNE-HD 60364-1:2009 y UNE-HD 60364-1:2009/A11:2018. Materiales con marcado CE y DdP (Declaración de Prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.							
	Desde paneles hasta toma de tierra	1				1,00		
						1,00	228,94	228,94
TOTAL 02.02.....								6.133,76
TOTAL 02.....								6.795,02

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CENTRAL FOTOVOLTAICA DE 25 KVA PARA AUTOCONSUMO EN CDM ACTUR

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
03	SEGURIDAD Y SALUD							
03.01	u SEGURIDAD Y SALUD							
	Partida alzada en medidas de seguridad y salud en la obra.							
		1				1,00		
						1,00	300,00	300,00
	TOTAL 03.....							300,00
	TOTAL.....							28.939,20

RESUMEN DE PRESUPUESTO

CENTRAL FOTOVOLTAICA DE 25 KVA PARA AUTOCONSUMO EN CDM ACTUR

CAPÍTULO	RESUMEN	IMPORTE	%
01	CAMPO FOTOVOLTAICO	21.844,18	75,48
02	INVERSOR Y CONEXIONES	6.795,02	23,48
03	SEGURIDAD Y SALUD	300,00	1,04
	PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	28.939,20	
	13,00 % Gastos generales	3.762,10	
	6,00 % Beneficio industrial	1.736,35	
	Suma	5.498,45	
	PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN SIN IVA	34.437,65	
	21% IVA	7.231,91	
	PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN	41.669,56	

Asciende el presupuesto a la expresada cantidad de CUARENTA Y UN MIL SEISCIENTOS SESENTA Y NUEVE EUROS con CINCUENTA Y SEIS CÉNTIMOS

ZARAGOZA, 23 de febrero de 2024.

El Ingeniero Técnico Industrial

Ricardo Navarro Carroquino

CENTRAL FOTOVOLTAICA DE 25 KVA PARA AUTOCONSUMO EN CDM ACTUR

- **PRECIOS DESCOMPUESTOS**

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CENTRAL FOTOVOLTAICA DE 25 KVA PARA AUTOCONSUMO EN CDM ACTUR

CÓDIGO	CANTIDAD	UD.	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
01.01	u		MODULO FOTOVOLTAICO ATERSA A-550M GS PERC 144 HALF-CELL 550Wp Panel fotovoltaico policristalino marca ATERSA modelo A-550M GS PERC 144 HALF-CELL o equivalente a criterio de la Dirección Facultativa, de 550Wp, Vmpp=40,83V Imp=13.48A, dimensiones 2279x1134x35 mm. Incluido instalación y conexionado sobre cubierta plana según esquema unifilar y plano de distribución de proyecto. Incluido pequeño material y maquinaria de elevación.			
O01OA090	0,100	h	Cuadrilla A	47,27	4,73	
X15LFC200	1,000	u	Panel solar monocristalino ATERSA A-550M GS PERC 144 HALF-CELL 550Wp	177,00	177,00	
M02GMH010	0,100	h	Camión-grúa articulada telescópica 25 t	61,00	6,10	
COSTE UNITARIO TOTAL						187,83
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO OCHENTA Y SIETE EUROS con OCHENTA Y TRES CÉNTIMOS						
01.02	u		SOPORTE AUTO-LASTRADO FABRICADO EN HORMIGÓN SOLARBLOCK 10º Suministro e instalación de soporte auto-lastrado, fabricado en hormigón a 10º de la marca SOLARBLOCK, montaje horizontal con una inclinación de 10º, incluso grapas INOX, tuercas, tornillos de acero INOX para sujeción de módulos fotovoltaicos, accesorios y medios auxiliares. Totalmente replanteado e instalado sobre junta de caucho EPDM antideslizamiento, incluso medios auxiliares.			
O01OA090	0,200	h	Cuadrilla A	47,27	9,45	
X15LFA0XX	1,000	u	Soporte auto-lastrado fabricado en hormigón solarblock 10º	19,00	19,00	
M02GMH010	0,200	h	Camión-grúa articulada telescópica 25 t	61,00	12,20	
COSTE UNITARIO TOTAL						40,65
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUARENTA EUROS con SESENTA Y CINCO CÉNTIMOS						
01.03	u		OPTIMIZADOR TS4-A Optimizador TS4-A de Tigo, o equivalente a criterio de la Dirección Facultativa, para paneles hasta 700W con una tensión en circuito abierto de 90V y 15 A de corriente máxima, rango de voltaje entre 16 y 80V, IP68 y rango de temperatura operativo entre -40°C y 70°C, instalado.			
O01OB200	0,150	h	Oficial 1ª electricista	22,22	3,33	
Optimizador	1,000	u	Optimizador TS4-A	61,00	61,00	
COSTE UNITARIO TOTAL						64,33
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SESENTA Y CUATRO EUROS con TREINTA Y TRES CÉNTIMOS						
01.04	m		CABLE EXZHELLENT SOLAR H1Z2Z2-K (AS) 1X6 MM2 Circuito realizado con conductores de cobre estañado flexible de 6 mm2, aislamiento H1Z2Z2-K (AS) rojo para el positivo y negro para el negativo, temperatura servicio de -40 a +90°C en 30 años, tensión nominal 1,5/1,5 1kV (1,8 máximo) kV DC, libre de halógenos, no propagador de la llama, con baja emisión de humo y gases tóxicos y nula emisión de gases corrosivos, resistente a rayos ultravioleta, Clase CPR de reacción al fuego Eca. Totalmente instalado.			
O01OB200	0,075	h	Oficial 1ª electricista	22,22	1,67	
O01OB210	0,075	h	Oficial 2ª electricista	19,09	1,43	
X15XX474	1,000	m	C.aisl.l.halóg. H1Z2Z2-K Cu 1x6mm2	1,07	1,07	
P01DW090	1,000	u	Pequeño material	1,32	1,32	
COSTE UNITARIO TOTAL						5,49
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCO EUROS con CUARENTA Y NUEVE CÉNTIMOS						
01.05	u		CONECTORES RÁPIDOS MC4 MACHO-HEMBRA (PAREJA) Conjunto de conectores rápidos MC4 macho-hembra (pareja), especiales para instalaciones de energía solar fotovoltaica, para cable ZZ-F (AS) de 4 mm2. Totalmente instalado.			
O01OB200	0,350	h	Oficial 1ª electricista	22,22	7,78	
ECM4M	2,000	u	Conectores de CC MC4 cable de 10mm2 MACHO	8,50	17,00	

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CENTRAL FOTOVOLTAICA DE 25 KVA PARA AUTOCONSUMO EN CDM ACTUR

CÓDIGO	CANTIDAD UD.	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
ECM4H	2,000 u	Conectores de CC MC4 cable de 10mm2 HEMBRA	8,50	17,00	
COSTE UNITARIO TOTAL					41,78
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUARENTA Y UN EUROS con SETENTA Y OCHO CÉNTIMOS					
01.06	m	CANALIZACIÓN TUBO ACERO ENCHUFABLE D=50 mm Canalización de tubo rígido de acero enchufable, en color natural, de diámetro D50 mm. Instalado en superficie sobre paramentos mediante soportes de tipo abrazadera separados cada 50 cm como máximo. Totalmente montado; i/p.p. de piezas especiales, anclajes, cajas de acero, rácores y accesorios. Conforme a REBT: ITC-BT-21 y NTE-IEB. Sistema de tubos conforme a los requisitos generales de las UNE-EN 61386-1:2008, UNE-EN 61386-1:2008/A1:2020, UNE-EN 61386-1:2008 ERRATUM:2010 y requisitos particulares conforme a UNE-EN 61386-21:2005 y UNE-EN 61386-21:2005/A11:2011. Materiales con marcado CE y Declaración de Prestaciones (CPR) según Reglamento Europeo (UE) 305/2011.			
O01OB200	0,100 h	Oficial 1ª electricista	22,22	2,22	
O01OB220	0,100 h	Ayudante electricista	20,53	2,05	
P15UM060	1,000 m	Tubo acero enchufable pg. D50	10,00	10,00	
%PM0800	0,143 %	Pequeño Material	8,00	1,14	
COSTE UNITARIO TOTAL					15,41
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de QUINCE EUROS con CUARENTA Y UN CÉNTIMOS					
01.07	m	CANALIZACIÓN TUBO ACERO ENCHUFABLE D=25 mm Canalización de tubo rígido de acero enchufable, en color natural, de diámetro D25 mm. Instalado en superficie sobre paramentos mediante soportes de tipo abrazadera separados cada 50 cm como máximo. Totalmente montado; i/p.p. de piezas especiales, anclajes, cajas de acero, rácores y accesorios. Conforme a REBT: ITC-BT-21 y NTE-IEB. Sistema de tubos conforme a los requisitos generales de las UNE-EN 61386-1:2008, UNE-EN 61386-1:2008/A1:2020, UNE-EN 61386-1:2008 ERRATUM:2010 y requisitos particulares conforme a UNE-EN 61386-21:2005 y UNE-EN 61386-21:2005/A11:2011. Materiales con marcado CE y Declaración de Prestaciones (CPR) según Reglamento Europeo (UE) 305/2011.			
O01OB200	0,100 h	Oficial 1ª electricista	22,22	2,22	
O01OB220	0,100 h	Ayudante electricista	20,53	2,05	
P15UM030	1,000 m	Tubo acero enchufable pg. D25	4,00	4,00	
%PM0800	0,083 %	Pequeño Material	8,00	0,66	
COSTE UNITARIO TOTAL					8,93
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHO EUROS con NOVENTA Y TRES CÉNTIMOS					
01.08	u	REPARACIÓN CANALIZACIONES EXISTENTES Reparación de canalizaciones existentes según fotografías de plano IE-4, formado por sustitución de cajas de derivación, nuevos rácores a cajas y elementos de sujeción de acero galvanizado.			
O01OB200	4,000 h	Oficial 1ª electricista	22,22	88,88	
O01OB220	4,000 h	Ayudante electricista	20,53	82,12	
%PM0800	1,710 %	Pequeño Material	8,00	13,68	
COSTE UNITARIO TOTAL					184,68
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO OCHENTA Y CUATRO EUROS con SESENTA Y OCHO CÉNTIMOS					

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CENTRAL FOTOVOLTAICA DE 25 KVA PARA AUTOCONSUMO EN CDM ACTUR

CÓDIGO	CANTIDAD UD.	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
01.09	m2	IMPERMEABILIZACIÓN LÁMINA CAUCHO EPDM 3 mm Suministro y colocación de membrana impermeabilizante fabricada en base a un elastómero homogéneo de EPDM, de 3 mm de espesor. Las uniones se realizarán exclusivamente, mediante proceso de junta rápida o mediante junta de adhesivo de reticulación, para protección pesada, i/p.p. de productores auxiliares <u>y desplazamiento a mano de grava necesaria de cubierta</u> . Según UNE-EN 13956:2013, CTE DB-SI y CTE DB-HS. Láminas flexibles de plástico y elastómero con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.			
O01OA030	8,000 h	Oficial primera	19,99	159,92	
O01OA050	8,000 h	Ayudante	18,54	148,32	
P06SL015	1,050 m2	Lámina EPDM 3 mm	50,00	52,50	
P06WA190	1,200 u	Material auxiliar EPDM	4,48	5,38	
COSTE UNITARIO TOTAL					366,12
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRESCIENTOS SESENTA Y SEIS EUROS con DOCE CÉNTIMOS					
02.01.01	u	TALADRO MURO HORMIGÓN D=250 mm e=50 cm Taladro sobre forjado de hormigón, con un espesor máximo de 50 cm, para un diámetro de taladro de 250-260 mm, realizado mediante máquina de perforación con barrena hueca con corona de widia, con refrigeración de corona con agua; válido para soportes en vertical o inclinados; incluyendo replanteo de taladro, implantación del equipo, preparación de la zona de trabajo y ejecución del taladro; incluida parte proporcional de transporte de maquinaria, desmontaje y limpieza del tajo y retirada de escombros a pie de carga. Medida la unidad ejecutada.			
O01OA070	0,100 h	Peón ordinario	20,01	2,00	
P33BTH090	1,000 u	Taladro hormigón muro D=250 mm-e=50 cm	56,00	56,00	
P01DW050	0,022 m3	Agua obra	1,08	0,02	
COSTE UNITARIO TOTAL					58,02
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCUENTA Y OCHO EUROS con DOS CÉNTIMOS					
02.01.02	m2	RETIRADA DE CAPA TERRENO VEGETAL A MANO Retirada y apilado de capa de tierra vegetal superficial a pie de tajo, por medios manuales, sin carga ni transporte al vertedero, incluida parte proporcional de medios auxiliares. Según NTE-ADE.			
O01OA070	0,370 h	Peón ordinario	20,01	7,40	
M11MM030	0,100 h	Motosierra gasolina L=40 cm 1,32 cv	2,52	0,25	
COSTE UNITARIO TOTAL					7,65
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SIETE EUROS con SESENTA Y CINCO CÉNTIMOS					
02.01.03	m3	EXCAVACIÓN ZANJA A MANO TERRENO COMPACTO C/RELLENO Y APISONADO Excavación en zanjas, en terrenos de consistencia compacta por medios manuales, con extracción de tierras a los bordes, y con posterior relleno y apisonado de las tierras procedentes de la excavación. Incluida parte proporcional de medios auxiliares. Según CTE DB-HS y NTE-ADZ.			
O01OA070	2,800 h	Peón ordinario	20,01	56,03	
M08RI010	0,750 h	Pisón compactador 70 kg	3,66	2,75	
COSTE UNITARIO TOTAL					58,78
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCUENTA Y OCHO EUROS con SETENTA Y OCHO CÉNTIMOS					

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CENTRAL FOTOVOLTAICA DE 25 KVA PARA AUTOCONSUMO EN CDM ACTUR

CÓDIGO	CANTIDAD UD.	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
02.02.01	u	CUADRO DE PROTECCIONES CC Envolvente Prisma y aparellaje ABB, o equivalente a criterio de la Dirección Facultativa, según planos, con las siguientes referencias: Envolvente: Caja distrib. con puerta superficie 28 elementos Aparellaje: 2CSM202041R1801 Base portafusible E91/32PV 1500e 32A 1p 8,00 uds 2CTB804153R2400 Prot.sobret. OVRPVT240-1000PQS 4,00 uds Aparellaje colocado en la envolvente y disposición reseñada en Planos, incluso montaje por cuadrista especializado, material auxiliar, pequeño material, fijación elementos, embarrados de cobre enfundados o protegidos con metacrilato, repartidor, peines, rotulación, conexión con líneas de entrada, salida, bornas y líneas de comunicación de aparamenta con el servidor de energía. Colocado y en funcionamiento.			
O01OB200	2,000 h	Oficial 1ª electricista	22,22	44,44	
O01OB210	2,000 h	Oficial 2ª electricista	19,09	38,18	
P15FHS050	1,000 u	Caja distrib. con puerta superficie 28 elementos	47,84	47,84	
OVRPVT	4,000 u	Prot.sobret. OVRPVT240-1000PQS	115,00	460,00	
E9132PV	8,000 u	Base portafusible E91/32PV 1500e 32A	7,00	56,00	
P01DW090	100,000 u	Pequeño material	1,32	132,00	
COSTE UNITARIO TOTAL					778,46
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SETECIENTOS SETENTA Y OCHO EUROS con CUARENTA Y SEIS CÉNTIMOS					
02.02.02	u	INVERSOR SMA SUNNY TRIPOWER X 25 kW Inversor trifásico SMA SUNNY TRIPOWER X 25 kW de SMA, o equivalente a criterio de la Dirección Facultativa, con las siguientes características: Entrada (CC) Potencia máx. del generador fotovoltaico 45000 Wp STC Tensión de entrada máx. 1000 V Rango de tensión del MPP 320 V a 800 V Tensión asignada de entrada 600 V Tensión de entrada mín. / Tensión de entrada de inicio 150 V / 188 V Corriente de entrada máx. por seguidor del MPP / Corriente de cortocircuito máx. por seguidor del MPP 33 A / 43 A Cantidad de seguidores del MPP independientes / Strings por seguidor del MPP 2 / 3 Salida (CA) Potencia asignada a tensión nominal 25000 W Potencia máx. aparente de CA 25000 VA Tensión nominal de CA 400 V Rango de tensión de CA 180 V a 280 V Frecuencia de red de CA/Rango 50 Hz / 44 Hz a 55 Hz 60 Hz / 54 Hz a 65 Hz Frecuencia de red asignada 50 Hz Corriente máx. de salida 36,2 A Factor de potencia a potencia asignada / Factor de desfase ajustable 1 / 0 inductivo a 0 capacitivo Armónicos (THD) < 3 % Fases de inyección / Conexión de CA 3 / 3-PE Rendimiento Rendimiento máx. / Rendimiento europeo 98,3 % / 98,1 %			

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CENTRAL FOTOVOLTAICA DE 25 KVA PARA AUTOCONSUMO EN CDM ACTUR

CÓDIGO	CANTIDAD UD.	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
Dispositivos de protección Punto de desconexión en el lado de entrada Monitorización de toma a tierra / Monitorización de red / Protección contra polarización inversa de CC Resistencia al cortocircuito de CA Dispositivo de monitorización de corriente residual sensible a cualquier corriente Clase de protección (según IEC 62109-1) / Categoría de sobretensión (según IEC 62109-1) I/CA: III; CC: II Datos generales Dimensiones (ancho / alto / fondo) 661 mm / 682 mm / 264 mm Peso 61 kg Rango de temperaturas de funcionamiento De -25 °C a +60 °C Emisión sonora, típica 51 db(A) Autoconsumo (nocturno) 1 W Topología / Principio de refrigeración Sin transformador / OptiCool Tipo de protección (según IEC 60529) IP65 Valor máximo permitido para la humedad relativa (sin condensación) 100 % Equipamiento / Función / Accesorios Conexión de CC/CA Sunclix / Borne de conexión por resorte PANTALLA Interfaz: Webconnect Interfaz de datos SMA Modbus / SunSpec Modbus Gestión de sombras SMA ShadeFix/Integrated Plant Control/Q on Demand 24/7 Compatible con redes aisladas/con SMA Fuel Save Controller Garantía: 5 años Certificados y autorizaciones (selección) ANRE 30, AS 4777, BDEW 2008, C10/11:2012, CE, CEI 0-16, CEI 0-21, DEWA 2.0, EN 50438:2013*, G59/3, IEC 60068-2-x, IEC 61727, IEC 62109-1/2, IEC 62116, MEA 2013, NBR 16149, NEN EN 50438, NRS 097-2-1, PEA 2013, PPC, RD 1699/413, RD 661/2007, Res. nº7:2013, RfG compliant, SI4777, TOR D4, TR 3.2.2, UTE C15-712-1, VDE 0126-1-1, VDE-AR-N 4105, VFR 2014 Modelo comercial STP 25000TL Totalmente conectado y funcionando. Conforme a REBT: ITC-BT-40 y NTE-IEB. Materiales con marcado CE y Declaración de Prestaciones (CPR) según Reglamento Europeo (UE) 305/2011.					
O01OB200	1,000 h	Oficial 1ª electricista	22,22	22,22	
O01OB210	1,000 h	Oficial 2ª electricista	19,09	19,09	
P15LFI21X	1,000 u	Inversor conexión red SMA SUNNY TRIPOWER X 25 kW	2.850,00	2.850,00	
%PM0200	28,913 %	Pequeño Material	2,00	57,83	
			COSTE UNITARIO TOTAL	2.949,14	
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS MIL NOVECIENTOS CUARENTA Y NUEVE EUROS con CATORCE CÉNTIMOS					

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CENTRAL FOTOVOLTAICA DE 25 KVA PARA AUTOCONSUMO EN CDM ACTUR

CÓDIGO	CANTIDAD UD.	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
02.02.03	u	CUADRO DE PROTECCIONES CA Envolvente Prisma y aparellaje ABB, o equivalente a criterio de la Dirección Facultativa, según planos, con las siguientes referencias: Envolvente: Caja estanca MISTRAL65 650° de ABB Puerta transparente 36 módulos 320x600x155 mm Aparellaje: 2CSF204001R3630 F204AC-63/0,3 Diferencial 4x63A 0,3A clase AC 1uds 2CDS214001R0404 SH204-C40 PIA 4x40 A 6/15 kA curva C 1 uds CIRPROTEC 77738405 PSC4-12,5/400 TT 1 uds CCM4 1uds CcMaster PRO 1 ud Aparellaje colocado en la envolvente y disposición reseñada en Planos, incluso montaje por cuadrista especializado, material auxiliar, pequeño material, fijación elementos, repartidor, peines, rotulación, conexión con líneas de entrada, salida, bornas y líneas de comunicación de aparamenta con el servidor de energía. Colocado y en funcionamiento.			
O01OB200	2,000 h	Oficial 1ª electricista	22,22	44,44	
O01OB210	2,000 h	Oficial 2ª electricista	19,09	38,18	
1SL1206A00	1,000 u	Caja estanca MISTRAL65 650° de ABB Puerta transparente 36 módulos 320x600x155 mm	140,00	140,00	
P15FJ120	1,000 u	Diferencial 63 A/4P/300 mA tipo AC	396,19	396,19	
P15FK270	1,000 u	PIA 4x40 A 6/15 kA curva C	182,82	182,82	
77738405	1,000 u	CIRPROTEC 77738405 PSC4-12,5/400 TT	370,00	370,00	
P01DCCM4	1,000 u	CCM4	249,00	249,00	
P01DCCM4X	1,000 u	CcMaster PRO	289,00	289,00	
P01DW090	50,000 u	Pequeño material	1,32	66,00	
COSTE UNITARIO TOTAL				1.775,63	
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de MIL SETECIENTOS SETENTA Y CINCO EUROS con SESENTA Y TRES CÉNTIMOS					
02.02.04	m	CIRCUITO ELÉCTRICO 5x16 mm2 Circuito eléctrico, en sistema trifásico, formado por conductor multi-polar de cobre aislado para una tensión nominal de 0,6/1kV de tipo RZ1-K (AS) B2ca-s1b,d1,a1 de 5x16 mm2 de sección, no propagador de la llama ni del incendio, con baja opacidad de humos y bajo índice de acidez de los gases de la combustión; instalado bajo tubo PVC rígido blind. GP-7 enchuf. D=50 mm libre halógenos. Totalmente realizado, i/p.p. de conexiones. Conforme a REBT, ITC-BT-14, NTE-IEB, UNE-HD 60364-1:2009 y UNE-HD 60364-1:2009/A11:2018. Cableado conforme UNE-EN 60332-1-2-3 y UNE 21123-4:2017. Materiales con marcado CE y Declaración de Prestaciones (CPR) según Reglamento Europeo (UE) 305/2011.			
O01OB200	0,160 h	Oficial 1ª electricista	22,22	3,56	
O01OB210	0,160 h	Oficial 2ª electricista	19,09	3,05	
P15NCQ060	1,050 m	Cable Cu 0,6/1kV RZ1-K (AS) B2ca-s1b,d1,a1 - 5x16 mm2	15,53	16,31	
P15UEH060	1,050 m	Tubo PVC rígido blind. GP-7 enchuf. D=50 mm libre halógenos	12,90	13,55	
%PM0200	0,365 %	Pequeño Material	2,00	0,73	
COSTE UNITARIO TOTAL				37,20	
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA Y SIETE EUROS con VEINTE CÉNTIMOS					

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CENTRAL FOTOVOLTAICA DE 25 KVA PARA AUTOCONSUMO EN CDM ACTUR

CÓDIGO	CANTIDAD UD.	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
02.02.05	u	TOMA DE TIERRA INDEPENDIENTE CON PICA Toma de tierra independiente con pica de acero cobrizado de D=14,6 mm y 2 m de longitud, cable de cobre de 35 mm2 hasta una longitud de 20 metros, uniones mediante soldadura aluminotérmica, incluyendo registro de comprobación y puente de prueba. Según REBT, ITC-BT-18 e ITC-BT-26, NTE-IEP, UNE-HD 60364-1:2009 y UNE-HD 60364-1:2009/A11:2018. Materiales con marcado CE y DdP (Declaración de Prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.			
O01OB200	1,000 h	Oficial 1ª electricista	22,22	22,22	
O01OB220	1,000 h	Ayudante electricista	20,53	20,53	
P15EA010	3,000 u	Pica T.T. acero-Cu 2000x14,6 mm (300 micras)	25,90	77,70	
P15EB010	3,000 m	Conductor cobre desnudo 35 mm2	5,65	16,95	
P15ED020	3,000 u	Cartucho carga aluminotérmica C-115	7,14	21,42	
P15EC010	1,000 u	Registro de comprobación+tapa	31,86	31,86	
P15EC020	1,000 u	Puente de prueba	23,04	23,04	
P15AH430	1,000 u	Pequeño material para instalación	1,87	1,87	
COSTE UNITARIO TOTAL					215,59
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTOS QUINCE EUROS con CINCUENTA Y NUEVE CÉNTIMOS					
02.02.06	u	LINEA DE ENLACE CON TIERRA Línea de enlace con tierra realizada con 125 metros de conductor unipolar aislado HV07-K de 6 mm2, para una tensión nominal de 450/750 V, conectando a tierra todas las canalizaciones metálicas existentes y todos los elementos conductores que resulten accesibles; según REBT, ITC-BT-18, ICT-BT-26 e ICT-BT-27, NTE-IEP, UNE-HD 60364-1:2009 y UNE-HD 60364-1:2009/A11:2018. Materiales con marcado CE y DdP (Declaración de Prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.			
O01OB200	0,750 h	Oficial 1ª electricista	22,22	16,67	
O01OB220	0,750 h	Ayudante electricista	20,53	15,40	
P15NF040	125,000 m	Cable flexible cobre 450/750V H07V-K Eca - 1x6 mm2	1,56	195,00	
P15AH430	1,000 u	Pequeño material para instalación	1,87	1,87	
COSTE UNITARIO TOTAL					228,94
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTOS VEINTIOCHO EUROS con NOVENTA Y CUATRO CÉNTIMOS					
03.01	u	SEGURIDAD Y SALUD Partida alzada en medidas de seguridad y salud en la obra.			
			Sin descomposición		
COSTE UNITARIO TOTAL					300,00
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRESCIENTOS EUROS					
O01OA090	h	Cuadrilla A			
O01OA030	0,974 h	Oficial primera	19,99	19,47	
O01OA050	0,974 h	Ayudante	18,54	18,06	
O01OA070	0,487 h	Peón ordinario	20,01	9,74	
COSTE UNITARIO TOTAL					47,27
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUARENTA Y SIETE EUROS con VEINTISIETE CÉNTIMOS					

CENTRAL FOTOVOLTAICA DE 25 KVA PARA AUTOCONSUMO EN CDM ACTUR

▪ PLANOS

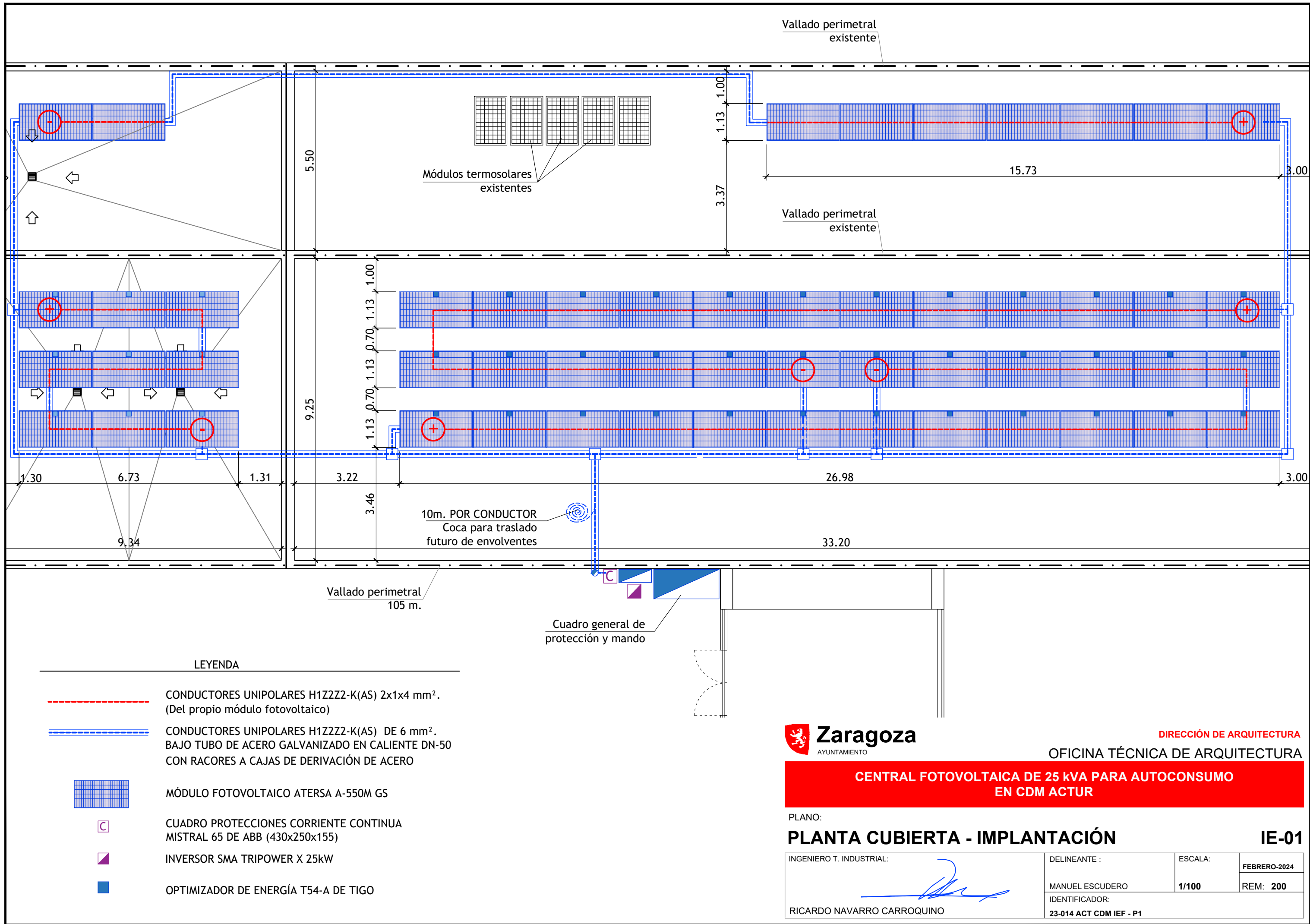
O-01 EMPLAZAMIENTO

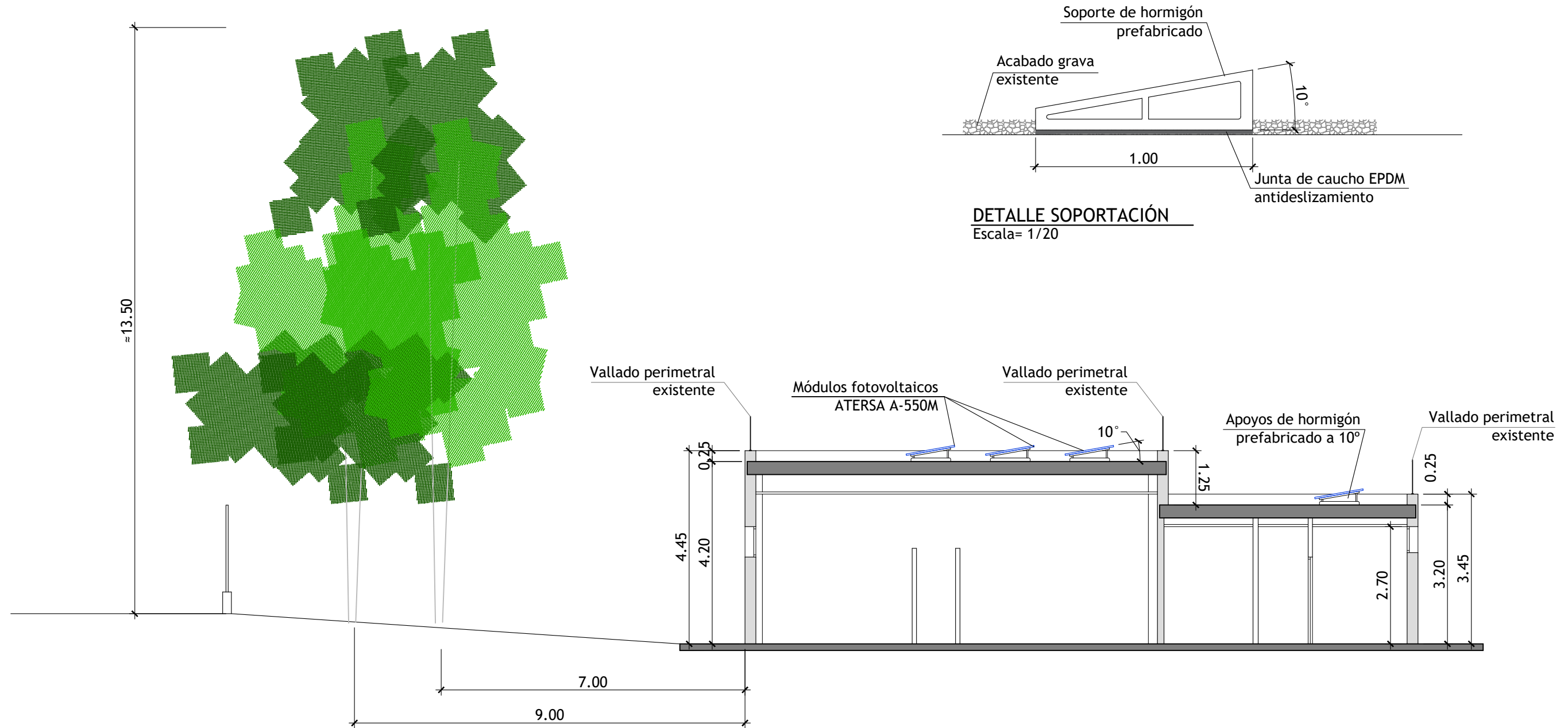
IE-1 PLANTA CUBIERTA: IMPLANTACION

IE-2 SECCION Y DETALLES: IMPLANTACION

IE-3 ESQUEMA UNIFILAR

IE-4 REPARACIONES



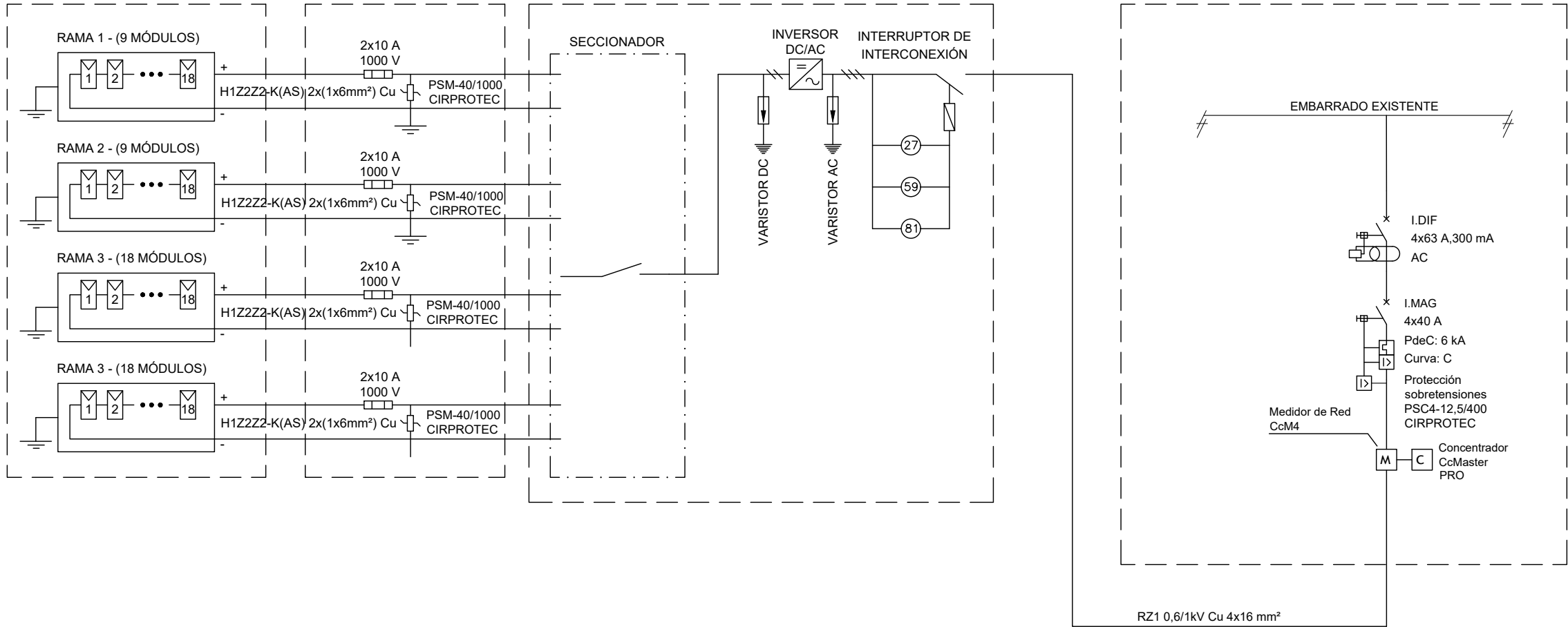


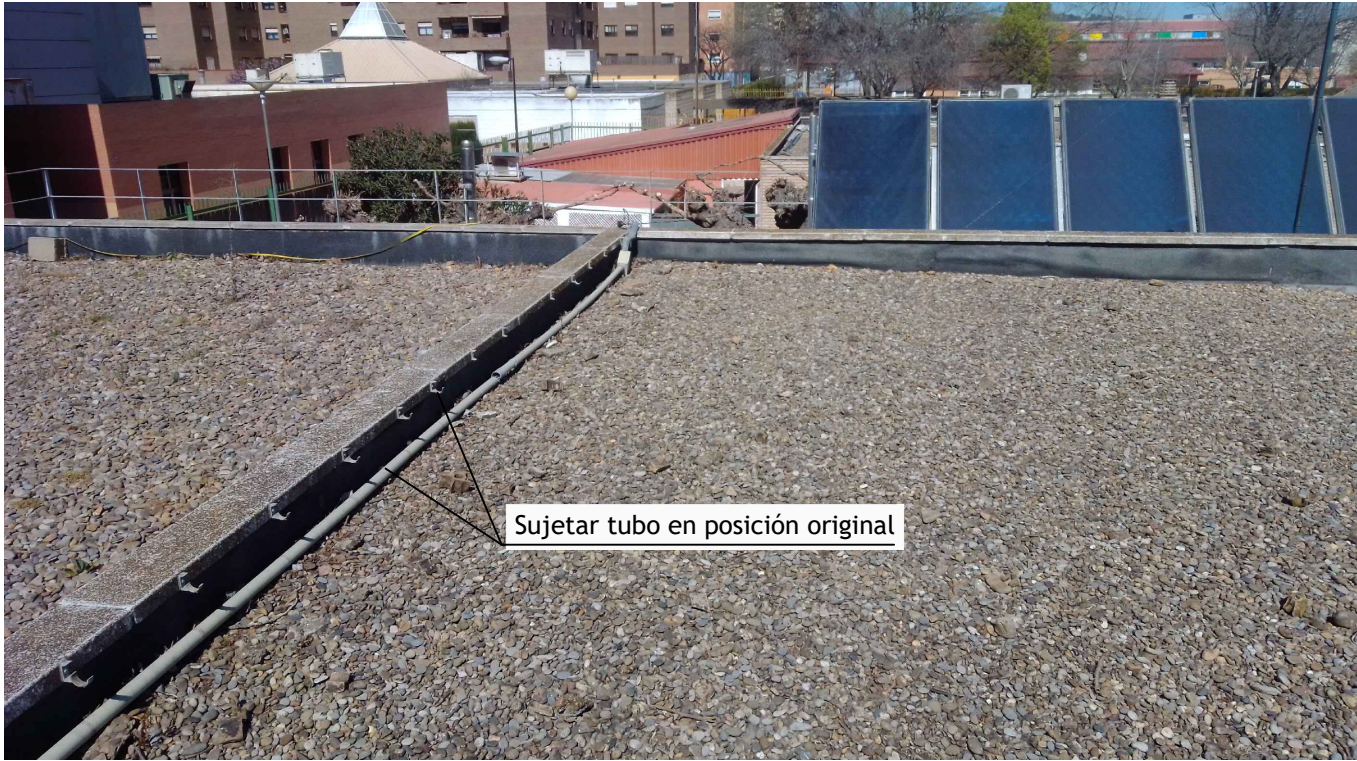
CAMPO FOTOVOLTAICO EN CDM ACTUR

CUADRO DE PROTECCIONES DC

INTERRUPTOR SECCIONADOR SOBRETENSIONES INVERSOR FOTOVOLTAICO 25 kW

CUADRO GENERAL DE BAJA TENSION EXISTENTE





PLANO:

REPARACIONES

IE-04

INGENIERO T. INDUSTRIAL:  RICARDO NAVARRO CARROQUINO	DELINEANTE :	ESCALA:	FEBRERO-2024
	MANUEL ESCUDERO	S/E	REM: 200
	IDENTIFICADOR: 23-014 ACT CDM IEF - P1		