



PROJECTE D'INSTAL·LACIÓ FOTOVOLTAICA NOVA ESTACIÓ D'AUTOBUSOS LLEIDA

PROMOTOR:

GENERALITAT DE CATALUNYA
DEPARTAMENT DE TERRITORI, HABITAGE I TRANSICIÓ ECOLÒGICA

AUTOR DEL DOCUMENTO

IGNACIO REDÓN SEGURA

Graduado en Ingeniería Eléctrica
Master Universitario en Ingeniería Industrial
Col. Nº 3765

LOCALIDAD:

LLEIDA

FECHA:

Octubre 2025





DOCUMENTO N°1

MEMORIA



ÍNDICE

1. OBJETO	1
2. DATOS GENERALES DE LA INSTALACIÓN	1
3. REGLAMENTACIÓN VIGENTE	1
4. GENERACIÓN FOTOVOLTAICA	2
4.1. GENERADORES FOTOVOLTAICOS:	2
4.2. INVERSORES:	3
4.3. RESUMEN DEL SISTEMA:	3
4.4. DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS	3
4.4.1. Módulos fotovoltaicos	3
4.4.2. Inversores	3
4.4.3. Monitorización	4
4.4.4. Contadores, protecciones,	4
5. PREVISIÓN DE ENERGÍA PRODUCIDA	5
6. INSTALACIÓN ELÉCTRICA	6
6.1. CARACTERÍSTICAS DE LA CORRIENTE ELÉCTRICA	6
6.2. INSTALACIÓN ELÉCTRICA INTERIOR	6
6.3. PROTECCIONES ELÉCTRICAS	6
6.3.1. Protecciones contra corrientes de defecto	6
6.3.2. Protecciones contra sobrecargas y cortocircuitos	6
6.3.3. Protección contra sobretensiones	6
6.4. Puesta a tierra	6
7. ESTRUCTURA MÓDULO FOTOVOLTAICO	7
8. CONCLUSIÓN	8
9. DE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS	8
9.1. Plazo de ejecución	8
9.2. Ensayos y pruebas	8
10. PLAZO DE GARANTÍA	9
11. DOCUMENTOS QUE CONSTITUYEN LA MEMORIA	9
12. CONSIDERACIONES FINALES	9



1. OBJETO

La presente memoria tiene por objeto justificar, valorar y presupuestar la instalación solar fotovoltaica que la propiedad quiere instalar en la Nueva estación de autobuses de Lleidal, en cuanto a cálculos eléctricos se refiere, así como la descripción de todos los materiales a utilizar y los criterios a seguir en la realización de dicha instalación.

Se trata de un proyecto de legalización de una instalación solar fotovoltaica de 100 kW del tipo instalación de autoconsumo sin excedentes.

2. DATOS GENERALES DE LA INSTALACIÓN

GENERALITAT DE CATALUNYA

Propiedad: DEPARTAMENT DE TERRITORI, HABITATGE I TRANSICIÓ ECOLÒGICA

CIF: S0811001G

Domicilio: AV. JOSEP TARRADELLAS, 2-6. L'EIXAMPLE, 08029, BARCELONA

Ubicación de la instalación: C/PRINCEP DE VIANA, S/N, 25004, LLEIDA

Técnico: Ignacio Redón Segura

Colegio: COIIAR. Col. Num. 3765

Domicilio: C/Los Enebros, 74, 1º, 44002, Teruel

3. REGLAMENTACIÓN VIGENTE

El presente proyecto recoge las características de los materiales, los cálculos que justifican su empleo y la forma de ejecución de las obras a realizar, dando con ello cumplimiento a las siguientes disposiciones:

- Ley 7/1994, de 18 de mayo, de Protección Ambiental.
- Reglamento de Calificación Ambiental.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto de 2002).
- 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.
- Código Técnico de la Edificación, DB SI sobre Seguridad en caso de incendio.
- Código Técnico de la Edificación, DB HE sobre Ahorro de energía.
- Código Técnico de la Edificación, DB SU sobre Seguridad de utilización.
- NBE CA-88 de Condiciones Acústicas en los Edificios.
- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.
- Reglamento de Seguridad contra incendios en los establecimientos industriales (Real Decreto 2267/2004 de 3 de diciembre)
- Normas Técnicas para la accesibilidad y la eliminación de barreras arquitectónicas, urbanísticas y en el transporte.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre de 1.997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.
- Real Decreto 486/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.



- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

4. GENERACIÓN FOTOVOLTAICA

En la cubierta de la estación de autobuses se colocarán 152 paneles solares y se instalarán 2 inversores de 50 kW, y en un inversor se albergarán 9 string y en el otro se albergarán 8 de paneles de 710W, haciendo un total de 152 paneles.

El cableado entre los paneles se realizará con conductores del tipo PV-ZZ-F (AS), con una sección mínima de 4 mm², con colores normalizados (Rojo en la parte positiva y el negro para el lado negativo). La sección mínima hasta el inversor será de 6 mm². Las secciones se justifican en el apartado de cálculos.

El inversor trifásico se instalará cerca de la generación para tener las menores pérdidas posibles. Además, se colocarán las protecciones de CC y la protección CA será mediante un interruptor automático de 4x80A.

El conductor desde los inversores hasta el cuadro general será de aislamiento seco termoestable (XLPE) del tipo RZ1-K 0,6/1kV 4x35+TTx16mm².

La instalación proyectada tendrá la modalidad según el R.D. 15/2018 y R.D. 244/2019 como suministro con autoconsumo sin excedentes. Además de suministrar energía para autoconsumo, inyectará energía excedentaria en las redes de transporte y distribución. En estos casos existirán dos tipos de sujetos de los previstos en el artículo 6, el sujeto consumidor y el productor.

La instalación proyectada será conectada a la instalación interior de baja tensión de la estación de autobuses al por lo que deberá cumplir con el R.D. 842/2002 (en materia de baja tensión), las normas UNE de referencia y con carácter adicional se cumplirán las disposiciones en materia de seguridad industrial relativas al R.D. 2267/2004 (en materia de protección contra incendios) así como las normas UNE de referencia.

4.1. GENERADORES FOTOVOLTAICOS:

La instalación estará formada por 152 módulos fotovoltaicos de 710 W divididos en 8 y 9 string de 9 paneles cada uno. Los paneles se colocarán en serie y cada string irá conectado a una entrada de un MPPT. Por lo tanto, la instalación tendrá una potencia generadora instalada de 107920 W.

En las placas donde se prevé que haya sombras se colocará un optimizador (22 placas).



4.2. INVERSORES:

La instalación estará formada por 2 inversores trifásicos modelo SUN2000-50KTL-M3, o similar.

Inversor de string inteligente de conexión a red trifásica, con potencia nominal de entrada de 55 kWp, y potencia nominal de salida de 50 kWp.

Tensión nominal de salida de 400V, frecuencia 50Hz

Rango de tensiones de MPP a potencia nominal entre 200 y 1000 Vdc

Rendimiento a 480V de 98,5%

4.3. RESUMEN DEL SISTEMA:

Instalación compuesta por 152 módulos de 710W que genera una potencia total de 107920W, y van repartidos en 2 inversores de 50 kW, por lo que la potencia del sistema será de 100 kW.

4.4. DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS

En el siguiente apartado de la memoria, se pretende describir los diferentes equipos que componen la instalación, subdivididos en los apartados que a continuación se detallan.

4.4.1. MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

Los módulos fotovoltaicos que se pretenden instalar en presente proyecto deberán de cumplir los siguientes requisitos básicos:

- Han de estar diseñados y construidos de forma que cumplan toda la normativa vigente de homologación.
- El módulo fotovoltaico deberá superar toda la normativa vigente en Europa aplicable a los mismos y estar correctamente homologado.
- Características eléctricas adecuadas: La tensión de máxima potencia, de circuito abierto, corriente de cortocircuito, máxima potencia y pico sean lo más similar posible, procurando que se cumpla una tolerancia de estos parámetros de unos $\pm 3\%$ para grandes instalaciones y un $\pm 5\%$ para pequeñas.
- TONC lo más bajo posible
- Facilidad de interconexión de módulos
- Facilidad de fijación del módulo a estructura soporte
- Teniendo en cuenta los requerimientos anteriores, se ha decidido crear 1 generador fotovoltaico, para el cual emplearemos los siguientes tipos de módulos fotovoltaicos:

4.4.2. INVERSORES

El funcionamiento de los inversores propuestos es el siguiente: trabajan conectados por su lado DC a un generador fotovoltaico, y por su lado AC a un transformador que adapta la tensión de salida del inversor a la red. Este transformador permite además el aislamiento galvánico entre la parte DC y la AC.

Los inversores que se pretenden instalar en presente proyecto deberán de cumplir los siguientes requisitos básicos:

- Han de estar diseñados y construidos de forma que cumplan toda la normativa vigente de homologación.
- El inversor deberá superar toda la normativa vigente en Europa aplicable a los mismos y estar correctamente homologado.
- Permitir la desconexión-conexión automática de la instalación fotovoltaica en caso de pérdida de tensión o frecuencia de la red, evitando el funcionamiento en isla, con lo cual se garantiza la seguridad de los



- operario de la compañía distribuidora
- Deberá actuar como controlador permanente de aislamiento para la desconexión-conexión automática de la instalación fotovoltaica en caso de pérdida de resistencia de aislamiento.
- Teniendo en cuenta los requerimientos anteriores, se ha decidido emplear el inversor con las siguientes características
- Cada cadena (string) estará conectada a una entrada del inversor.

4.4.3. MONITORIZACIÓN

El sistema de monitorización implementado en el sistema solar fotovoltaico, vendrá equipado para la comunicación con el ordenador que procesará la información y la mostrará al usuario. Esta comunicación la realizará por puerto de comunicación estándar (RS-485, RS-232, USB o similar) o bien mediante otro protocolo que se encuentre correctamente normalizado y cumpla con las especificaciones básicas de un puerto de comunicación homologado.

La información que este sistema debería de mostrar al usuario fuera al menos:

- Tensión y corriente de entrada.
- Potencia activa de salida y potencia de entrada
- Radiación y temperatura en el array fotovoltaico (en el caso que contemos con medidores)
- Energía total inyectada en la red.
- Estado del sistema

4.4.4. CONTADORES, PROTECCIONES, ...

La instalación solar se regula según la corriente que le miden los toroidales en la entrada. Estos toroidales se controlan por los inversores y se regulan para entregar a la instalación, como mucho la misma potencia que se esté consumiendo, al ser una instalación con antivertido.

Además, esta propia regulación en caso de no detectar tensión en la entrada también hará que el sistema pare, por lo que en ningún caso podrá retornar hacia la compañía la energía producida por la instalación solar.

La instalación ha de contar con los requerimientos que se exigen y están expuestas en el Real Decreto 1663/2000 de 29 de Septiembre, sobre Conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión, así como con la propuesta de seguridad del pliego técnico que nos ocupa y deberá de contar con los siguientes elementos de protección:

La instalación debe disponer de:

- Separación galvánica entre la red de distribución de la compañía y la instalación fotovoltaica por medio de un transformador de seguridad que cumpla la Norma UNE 60742 que estará incluido en el inversor o cualquier otro medio que cumpla las mismas funciones, con base en el desarrollo tecnológico, se entenderá que las funciones que se persiguen utilizando un transformador de aislamiento de baja frecuencia son:
 - Aislar la instalación generadora para evitar la transferencia de defectos entre la red y la instalación.
 - Proporcionar seguridad personal.
 - Evitar la inyección de corriente continua en la red.
- Interruptor general manual, interruptor magneto térmico omnipolar con intensidad de cortocircuito de acuerdo a las indicaciones de la empresa distribuidora en el punto de conexión. Este interruptor ha de poder ser accesible a la empresa distribuidora en todo momento, con objeto de poder realizar la



desconexión manual. Asimismo, este interruptor deberá poder ser bloqueado por la red para garantizar la desconexión de la instalación fotovoltaica en caso necesario.

- Interruptor automático diferencial. Con las características adecuadas para proteger a las personas en el caso de derivación de algún elemento.
- Interruptor automático de interconexión: interruptor omnipolar para la desconexión-conexión automática de la instalación fotovoltaica en caso de pérdida de tensión o frecuencia nominales de la red, accionado por relés de máxima y mínima tensión y de máxima y mínima frecuencia.
- Puesta a tierra del marco de los módulos y de la estructura mediante cable de cobre desnudo y pica de tierra, siguiendo la normativa vigente en este tipo de instalaciones, en otras palabras, esta puesta a tierra no ha de alterar las condiciones de puesta a tierra de la red de la empresa distribuidora.
- Aislamiento clase II en todos los componentes: módulos, cableado, cajas de conexión, protecciones...
- Estas protecciones, una vez comprobadas, deben quedar precintadas por la compañía distribuidora y, por su parte, el rearme del sistema de conmutación y, por tanto, de la conexión con la red de baja tensión de la instalación fotovoltaica, será automático una vez restablecida la tensión por la compañía distribuidora.

5. PREVISIÓN DE ENERGÍA PRODUCIDA.

La previsión de energía producida, por los inversores montados es de:

	H (Mj/m2)	K	E (Mj/m2)	E (Kwh/m2·dia)	Dias	Energia Kwh
Enero	8,3	1,34	11,12	3,09	31,00	7659,17
Febrero	11,8	1,26	14,87	4,13	28,00	9247,99
Marzo	16,4	1,17	19,19	5,33	31,00	13213,82
Abril	20,3	1,07	21,72	6,03	30,00	14475,64
Mayo	23	1,01	23,23	6,45	31,00	15997,34
Junio	26,2	0,98	25,68	7,13	30,00	17111,40
Julio	27,3	1,01	27,57	7,66	31,00	18988,15
Agosto	23,5	1,09	25,62	7,12	31,00	17639,77
Septiembre	18,8	1,2	22,56	6,27	30,00	15034,78
Octubre	12,9	1,34	17,29	4,80	31,00	11904,00
Noviembre	8,8	1,43	12,58	3,50	30,00	8386,42
Diciembre	6,9	1,41	9,73	2,70	31,00	6699,88
						156358,36



6. INSTALACIÓN ELÉCTRICA.

La energía eléctrica será producida en forma trifásica a tensión de servicio de 400/230 V. frecuencia de 50 Hz. generadas por el inversor trifásico indicado.

6.2. INSTALACIÓN ELÉCTRICA INTERIOR.

Las salidas de los dos inversores se unirán en 1 única para evacuar la energía generada en el cuadro general.

La instalación desde el cuadro general hasta los inversores estará realizada mediante tubo, bajo canal protectora de acero galvanizado o rejiband, si no es accesible. Los cuadros a montar en el exterior tendrán protección IP-65.

Desde los inversores hasta los módulos fotovoltaicos y para protección de la parte de corriente continua se colocarán Cajas de conexiones (string) marca cahors modelos 0471101-002, o similar. Incorpora unos fusibles de 15A.

Los cables a utilizar desde inversor hasta los módulos fotovoltaicos serán del tipo ZZ-F de 2 x 6 mm² de sección, bajo canales protectoras de acero galvanizado.

6.3. PROTECCIONES ELÉCTRICAS.

6.3.1. PROTECCIONES CONTRA CORRIENTES DE DEFECTO.

Según se observa en el esquema unifilar, se ha previsto interruptores diferenciales de cuatro polos integrado en el interruptor automático, de 300 mA. de corriente de defecto y clase A.

6.3.2. PROTECCIONES CONTRA SOBRECARGAS Y CORTOCIRCUITOS.

Se ha previsto interruptores magnetotérmicos de 4x80A de intensidad, para la protección del lado de alterna de los inversores. Posteriormente, hay un interruptor magnetotérmico de 4x160A de intensidad, para la salida común de los dos inversores hasta el cuadro general.

6.3.3. PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES.

Se ha previsto la instalación de equipos protección contra sobretensiones transitorias tanto en la parte de corriente alterna en el cuadro general de mandos y protección como en la parte continua en las cajas de string.

6.4. PUESTA A TIERRA.

Según el Artículo 15 "Condiciones de puesta a tierra de las instalaciones" del Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia, estas deben cumplir:



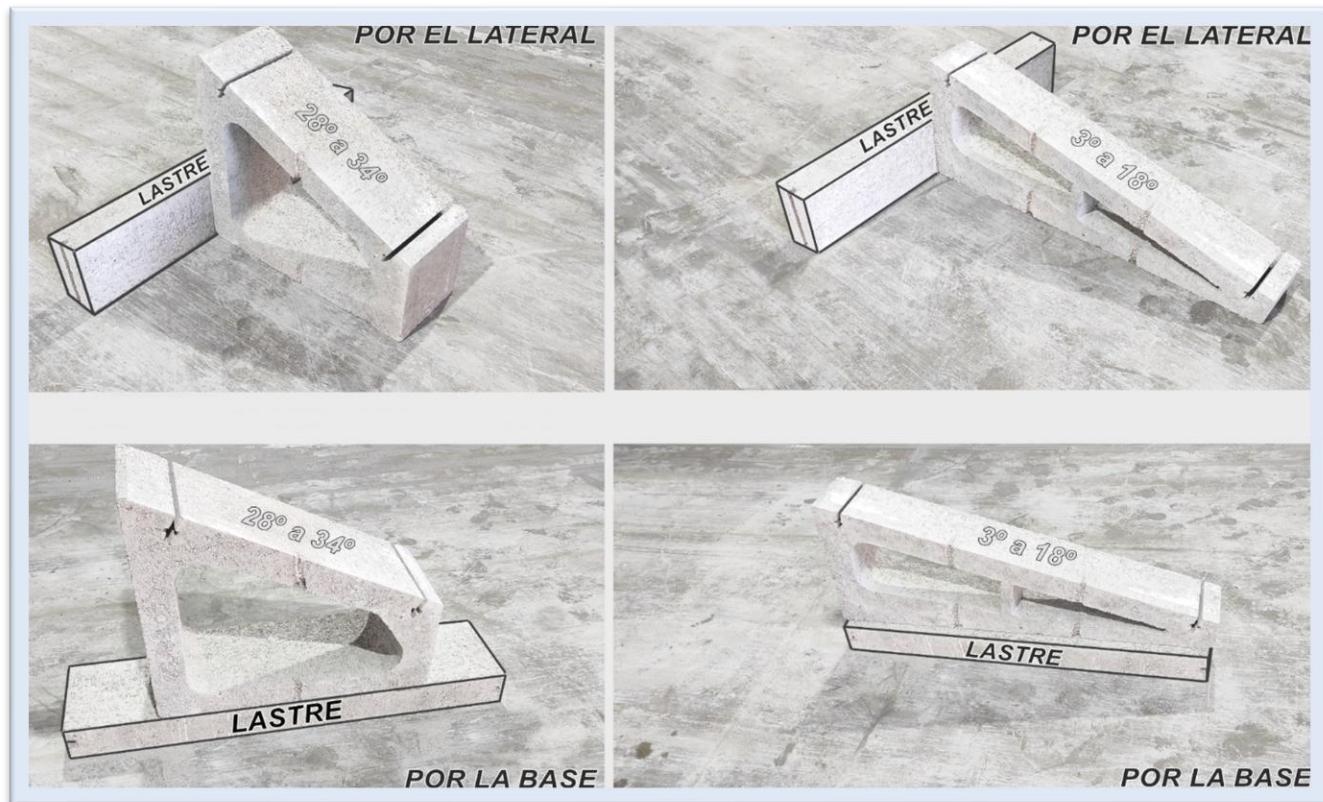
- La puesta a tierra de las instalaciones interconectadas se hará siempre de forma que no se produzcan transferencias de defectos a la red de distribución.
- La instalación deberá disponer de una separación galvánica entre la red de distribución y las instalaciones generadoras, bien sea por medio de un transformador de aislamiento o cualquier otro medio que cumpla las mismas funciones de acuerdo con la reglamentación de seguridad y calidad industrial aplicable.
- Las masas de la instalación de generación estarán conectadas a una tierra independiente de la del neutro de la empresa distribuidora y cumplirán con lo indicado en los reglamentos de seguridad y calidad industrial vigentes que sean de aplicación.

Para ello debemos indicar que el inversor cuenta con separación galvánica.

7. ESTRUCTURA MÓDULO FOTOVOLTAICO

La estructura soporte es la encargada de asegurar un buen anclaje del generador solar, facilitan la instalación y mantenimiento de los paneles, a la vez que proporcionan no sólo la orientación necesaria, sino también el ángulo de inclinación idóneo para un mejor aprovechamiento de la radiación.

Se realizarán estructuras de aluminio para la fijación de los módulos coplanares con la cubierta metálica actual, colocados en horizontal, formando un plano de inclinación de 3º. Estas estructuras metálicas irán sobre unos solarblock calculados para tal fin.





USO DE REFUEZO SISTEMA ANTIPANDEO CON MÓDULO HORIZONTAL
✓✓ MUY RECOMENDABLE PARA:
 *PANEL >2,00 M CON ESPESOR <45mm

USOS DE REFUERZO DE LASTRE SOBRE SOLARBLOC® CUBIERTA

- ✓ Recomedable
- ✓✓ Muy recomendable
- ✓✓ L Obligatorio por el lateral
- ✓✓ B Obligatorio por la base
- ✓✓ L | B Obligatorio por el lateral o base

ÁNGULO DE INCLINACIÓN	PANEL ≤ 1,65 M HORIZONTAL	PANEL ≤ 1,65 M VERTICAL	PANEL ≥ 1,75 M HORIZONTAL	PANEL ≥ 1,75 M VERTICAL
SOLARBLOC® 3º	✓	✓	✓✓	✓✓
SOLARBLOC® 10º	✓	✓✓	✓✓	✓✓ B
SOLARBLOC 12º	✓	✓✓	✓✓	✓✓ B
SOLARBLOC 15º	✓	✓✓	✓✓ L B	✓✓ B
SOLARBLOC 18º	✓	✓✓	✓✓ L B	✓✓ B
SOLARBLOC 28º	✓	Montaje incompatible 🚫	✓✓ L	Montaje incompatible 🚫
SOLARBLOC 30º	✓	Montaje incompatible 🚫	✓✓ L	Montaje incompatible 🚫
SOLARBLOC 34º	✓	Montaje incompatible 🚫	✓✓ L	Montaje incompatible 🚫

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

La sobrecarga de las estructuras, según las especificaciones técnicas de Documento Básica SE-AE. Acciones en la edificación del C.T.E., no superan la carga máxima de 1 kN/m² de carga uniforme.

8. CONCLUSIÓN

Confiamos que el contenido del presente documento sea suficiente para que el personal Técnico a que va dirigido pueda hacerse una idea lo más exacta posible de la actividad que nos ocupa, la cual a juicio del Técnico que suscribe reúne las condiciones reglamentarias para un correcto funcionamiento.

9. DE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

9.1. PLAZO DE EJECUCIÓN.

El plazo de ejecución de las obras a juicio del Ingeniero que suscribe se ha fijado en dos meses (2) que se cree suficiente a la vista de las características y cuantía de las mismas. Este periodo se contará a partir de la fecha de adjudicación definitiva de las mismas.

9.2. ENSAYOS Y PRUEBAS.



El ingeniero Director de las obras, fijará la clase y número de ensayos a realizar para controlar la calidad de los materiales utilizados y la ejecución de las distintas unidades de obra. Los gastos por este concepto correrán a cargo del contratista hasta un máximo del 1% del Presupuesto Base de Licitación.

10. PLAZO DE GARANTÍA

El plazo de garantía será de seis meses (6), contados a partir de la fecha de recepción de las obras, y durante este plazo el contratista cuidará y se responsabilizará de la conservación y policía de la obra ejecutada.

11. DOCUMENTOS QUE CONSTITUYEN LA MEMORIA

DOCUMENTO N° 1: MEMORIA.

DOCUMENTO N° 2: PLANOS

DOCUMENTO N° 3: PLIEGO DE CONDICIONES

DOCUMENTO N° 4: ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

DOCUMENTO N° 5: PRESUPUESTO

12. CONSIDERACIONES FINALES.

Considerando que los datos aportados concuerdan con las descripciones previstas en el R.E.B.T. en vigor, se estima que este proyecto servirá para la concesión de las autorizaciones administrativas previstas en la legislación vigente.

Teruel, Octubre de 2025

El Graduado en Ingeniería Eléctrica
Máster Universitario en Ingeniería Industrial



Fdo. Ignacio Redón Segura
Colegiado nº 3765



ANEXO 1

CÁLCULOS

ANEXO DE CÁLCULOS

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003765 IGNACIO REDON SEGURA
VISADO Nº. : VD04492-25A DE FECHA : 30/10/2025
E-VISADO

Fórmulas Generales

Emplearemos las siguientes:

Sistema Trifásico

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

$$e = 1.732 \times I[(L \times \cos\varphi / k \times S \times n) + (X_u \times L \times \sin\varphi / 1000 \times n)] = \text{voltios (V)}$$

Sistema Monofásico y Corriente Continua:

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

$$e = 2 \times I[(L \times \cos\varphi / k \times S \times n) + (X_u \times L \times \sin\varphi / 1000 \times n)] = \text{voltios (V)}$$

En donde:

P_c = Potencia de Cálculo en Watisos.

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 .

$\cos\varphi$ = Coseno de fi. Factor de potencia. En Corriente continua, $\cos\varphi = 1$.

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.

$Cu = 0.017241 \text{ ohmiosxmm}^2/\text{m}$

$Al = 0.028262 \text{ ohmiosxmm}^2/\text{m}$

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-HD 60364-5-52.

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).

Fórmulas Cortocircuito

* $I_{k3} = ct \cdot U / \sqrt{3} (ZQ + ZT + ZL)$

* $I_{k2} = ct \cdot U / 2 (ZQ + ZT + ZL)$

* $I_{k1} = ct \cdot U / \sqrt{3} (2/3 \cdot ZQ + ZT + ZL + (Zn ó ZPE))$

¡ATENCIÓN!: La suma de las impedancias es vectorial, son números complejos y se suman partes reales por un lado (R) e imaginarias por otro (X).

* La impedancia total hasta el punto de cortocircuito será:

$$Z_t = (R_t^2 + X_t^2)^{1/2}$$

$R_t: R_1 + R_2 + \dots + R_n$ (suma de las resistencias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)

$X_t: X_1 + X_2 + \dots + X_n$ (suma de las reactancias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)

Siendo:

I_{k3} : Intensidad permanente de c.c. trifásico (simétrico).

I_{k2} : Intensidad permanente de c.c. bifásico (F-F).

I_{k1} : Intensidad permanente de c.c. Fase-Neutro o Fase PE (conductor de protección).

ct : Coeficiente de tensión.(Condiciones generales de cc según I_{kmax} o I_{kmin}), UNE_EN 60909.

U : Tensión F-F.

ZQ : Impedancia de la red de Alta Tensión que alimenta nuestra instalación. S_{cc} (MVA) Potencia cc AT.

$$ZQ = ct \cdot U^2 / S_{cc}$$

$$XQ = 0.995 \cdot ZQ$$

$$RQ = 0.1 \cdot XQ$$

$$UNE_EN \ 60909$$

ZT : Impedancia de cc del Transformador. S_n (KVA) Potencia nominal Trafo, $ucc\%$ e $urcc\%$ Tensiones cc Trafo.

$$ZT = (ucc\% / 100) (U^2 / S_n)$$

$$RT = (urcc\% / 100) (U^2 / S_n)$$

$$XT = (ZT^2 - RT^2)^{1/2}$$

ZL, ZN, ZPE : Impedancias de los conductores de fase, neutro y protección eléctrica respectivamente.

$$R = \rho \cdot L / S \cdot n$$

$$X = X_u \cdot L / n$$

R : Resistencia de la línea.

X : Reactancia de la línea.

L : Longitud de la línea en m.

ρ : Resistividad conductor, (I_{kmax} se evalúa a 20°C, I_{kmin} a la temperatura final de cc según condiciones generales de cc).

S : Sección de la línea en mm^2 . (Fase, Neutro o PE)

X_u : Reactancia de la línea, en mohm por metro.

n : nº de conductores por fase.

* Curvas válidas.(Interruptores automáticos dotados de Relé electromagnético).

CURVA B

$$IMAG = 5 \ln$$

CURVA C

$$IMAG = 10 \ln$$

CURVA D

$$IMAG = 20 \ln$$

Fórmulas Resistencia Tierra

Placa enterrada

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

Siendo,

R_t : Resistencia de tierra (Ohm)

ρ : Resistividad del terreno (Ohm·m)

P : Perímetro de la placa (m)

Pica vertical

$$R_t = \rho / L$$

Siendo,

R_t : Resistencia de tierra (Ohm)

ρ : Resistividad del terreno (Ohm·m)

L : Longitud de la pica (m)

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA	
Nº.Colegiado.: 0003765	
IGNACIO REDON SEGURA	
VISADO Nº. : VD04492-25A	
DE FECHA : 30/10/2025	
E-VISADO	

Conductor enterrado horizontalmente

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

Siendo,

R_t : Resistencia de tierra (Ohm)

ρ : Resistividad del terreno (Ohm·m)

L : Longitud del conductor (m)

Asociación en paralelo de varios electrodos

$$R_t = 1 / (Lc/2\rho + Lp/\rho + P/0,8\rho)$$

Siendo,

R_t : Resistencia de tierra (Ohm)

ρ : Resistividad del terreno (Ohm·m)

Lc : Longitud total del conductor (m)

Lp : Longitud total de las picas (m)

P : Perímetro de las placas (m)

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003765 IGNACIO REDON SEGURA
VISADO Nº. : VD04492-25A DE FECHA : 30/10/2025
E-VISADO

Instalación Fotovoltaica Aislada de Red

Rendimiento energético de la instalación

$$R = [1 - kb - kc - kv - kr] \cdot [1 - (ka \cdot N/Pd)]$$

Siendo,

R: Rendimiento energético de la instalación.

kb: Coeficiente de pérdidas por rendimiento Baterías.

kc: Coeficiente de pérdidas en Convertidor.

kv: Coeficiente de pérdidas en Equipos y Cableado.

kr: Coeficiente de pérdidas en Regulador.

ka: Coeficiente de Pérdidas por Autodescarga Baterías.

N: Nº Días de Autonomía de la instalación, cubiertos por la batería.

Pd: Profundidad descarga máxima baterías (%/100).

Potencia útil módulos Fotovoltaicos

$$Pu = Pp \cdot ft$$

Siendo,

Pu: Potencia útil módulos fotovoltaicos (W).

Pp: Potencia máxima (pico) módulos fotovoltaicos (W).

ft: Factor temperatura células.

Nº Módulos Fotovoltaicos necesario

$$Np = E / Ep$$

Siendo,

Np: Número módulos fotovoltaicos necesario.

E: Energía diaria necesaria en el mes en estudio (Wh/día) = Et / R.

Et: Consumo eléctrico diario en el mes en estudio (Wh/día).

R: Rendimiento energético de la instalación.

Ep: Energía diaria generada por paneles fotovoltaicos en el mes en estudio (Wh/día) = Pu · HSP.

Pu: Potencia útil módulos fotovoltaicos.

HSP: Recurso fotovoltaico, Horas Sol Pico mes en estudio (h/día).

Instalación Fotovoltaica Conectada a Red

$$Eg = Pp \cdot Np \cdot R \cdot HSP \cdot Nd / 1000$$

Siendo,

Eg: Energía mensual generada (kWh/mes).

Pp: Potencia máxima (pico) módulos fotovoltaicos (W).

Np: Nº módulos fotovoltaicos instalados.

R: Rendimiento global anual de la instalación (%/100).

HSP: Recurso fotovoltaico, Horas Sol Pico mes en estudio (h/día).

Nd: Nº días mes en estudio.

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003765
IGNACIO REDON SEGURA
VISADO Nº. : VD04492-25A
DE FECHA : 30/10/2025
E-VISADO

Instalación E. Renovables 1

Datos Geográficos y Climatológicos

Ciudad: Lleida

Provincia: LLeida

Altitud s.n.m.(m): 155

Longitud (°): 1.2 E

Latitud (°): 41.7

Temperatura mínima histórica (°C): -11

Densidad aire localidad (Kg/m³): 1.20751

Zona Climática: IV

Radiación Solar Global media diaria anual sup. horizontal(MJ/m²): 16.6 <= H < 18

Recurso Fotovoltaico. Número de "horas de sol pico" (HSP) sobre la superficie de paneles (horas/día; G=1000 W/m²), Angulo de inclinación 32 °:

Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Año
2.644	4.968	5.265	5.567	5.779	6.119	6.338	5.955	5.315	4.457	2.59	1.892	4.741

Recurso Eólico:

- Velocidad media referencia (m/s): 5
- Altura referencia (m): 10
- Coeficiente Weibull (K): 2
- Clase rugosidad: 0.5

Datos Generales

Configuración Instalación: Conectada a la red

Altura buje aerogenerador (m): 12

Tensión:

Contínua - U(V): 400

Altera UFF(V): 400

Caída tensión máxima (%):

Corriente continua: 1.5

Corriente alterna: 1.5

Cos φ : 0.8

Rendimiento global anual de la Inst. Fotovoltaica (%): 75

Ganancia Sistema Seguimiento solar Inst. Fotovoltaica (%): 0

Datos Módulos Fotovoltaicos

Dimensiones:

Longitud (mm): 2096

Anchura (mm): 1039

Altura (mm): 35

Potencia máxima (W): 455

Tensión de vacío (V): 49.46

Corriente de c.c. (A): 11.6

Voltaje máxima potencia (V): 41.56

Corriente máxima potencia (A): 10.95

Eficiencia módulo (%): 20.89

Coef. T^a PMax (%/°C): -0.35

Coef. T^a Isc (%/°C): 0.05

Coef. T^a Voc (%/°C): -0.29

NOCT (°C): 47

Datos Aerogeneradores

Velocidad viento nominal (m/s): 12

Potencia nominal (kW): 1.5

Diámetro palas (m): 3.3

Potencia Pico Instalada "P"

P (kWp): 0.455

Nº módulos: 1

Inversor: 409.5 W

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003765
IGNACIO REDON SEGURA
VISADO Nº. : VD04492-25A
DE FECHA : 30/10/2025
E-VISADO

Energía Generada

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA

Nº.Colegiado.: 0003765
IGNACIO REDON SEGURA

VISADO Nº. : VD04492-25A
DE FECHA : 30/10/2025

E-VISADO

Mes	Pot. pico mod. fot. Pp (W)	Nº módulos fotov. Np	Rend. inst. R	HSP (h/día)	Nº días/mes	Energía generada mod. fot. Eg (kWh/mes)	
Enero	455	1	0.75	2.644	31	27.975	
Febrero	455	1	0.75	4.968	28	47.472	
Marzo	455	1	0.75	5.265	31	55.7	
Abril	455	1	0.75	5.567	30	56.989	
Mayo	455	1	0.75	5.779	31	61.14	
Junio	455	1	0.75	6.119	30	62.646	
Julio	455	1	0.75	6.338	31	67.048	
Agosto	455	1	0.75	5.955	31	63	
Septiembre	455	1	0.75	5.315	30	54.412	
Octubre	455	1	0.75	4.457	31	47.154	
Noviembre	455	1	0.75	2.59	30	26.511	
Diciembre	455	1	0.75	1.892	31	20.012	
Total año:						590.06	

Separación entre filas de captadores.

Latitud (º): 41.7

Altura solar h_0 (º): 19.3

Inclinación paneles (º): 32

Longitud panel (m): 2.1

Distancia mínima entre filas de captadores (m): 4.95

Distancia mínima entre la primera fila de captadores y los obstáculos más próximos (m): 2.86

Cálculo Circuito Eléctrico

Las características generales de la red son:

Tensión:

Continua - U(V): 400

Alterna UFF(V): 400

Cos φ : 0,8

Resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos:

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal/ Xu(mΩ/m)	Canal./Design./Polar.	I.Cálculo (A)	In/Ireg (A)	In/Sens. Dif(A/mA)	Sección (mm ²)	I. Admisi. (A)/Fc	D.tubo (mm)
3	4	5	9	Cu/0.08	Tubos Sup.E.O RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1 3 Unp.	-30,08			3x95/50	241/1	140
4	8	2	30	Cu	Sopores ZZ-F (AS) Cca-s1b,d1,a1 Bipol.	17,36	25		2x6	53/1	
5	6	2	31	Cu	Sopores ZZ-F (AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	17,36	25		2x6	53/1	
6	1	2	30	Cu	Sopores ZZ-F (AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	17,36	25		2x6	53/1	
6	2	8	1	Cu	Tubos Sup.E.O RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	138,88			2x70	224/1	125
7	8	9									
8	9	4	13	Cu/0.08	Tubos Sup.E.O RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1 Tetra.	80,18	100/98	R.T.Dif./300AC	3x35/16	116/1	50
8	9	2	30	Cu	Sopores ZZ-F (AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	17,36	25		2x6	53/1	
9	2	10	30	Cu	Sopores ZZ-F (AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	-17,36	25		2x6	53/1	
10	2	11	30	Cu	Sopores ZZ-F (AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	-17,36	25		2x6	53/1	
11	2	12	31	Cu	Sopores ZZ-F (AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	-17,36	25		2x6	53/1	
12	2	13	35	Cu	Sopores ZZ-F (AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	-17,36	25		2x6	53/1	
13	19	16	30	Cu	Sopores ZZ-F (AS) Cca-s1b,d1,a1 Bipol.	17,36	25		2x6	53/1	
14	18	16	33	Cu	Sopores ZZ-F (AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	17,36	25		2x6	53/1	
15	15	16	31	Cu	Sopores ZZ-F (AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	17,36	25		2x6	53/1	
16	16	14	1	Cu	Tubos Sup.E.O RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	121,52			2x50	175/1	110
17	14	20									
18	20	17	2	Cu/0.08	Tubos Sup.E.O RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1 Tetra.	70,16	100/93	R.T.Dif./300AC	3x35/16	116/1	50
19	21	16	29	Cu	Sopores ZZ-F (AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	17,36	25		2x6	53/1	

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA										
Nº Colegiado.: 0003765										XG
IGNACIO REDON SEGURA										23/10/2025
VISADO N° : VD04492-25A										DE FECHA : 30/10/2025
EVISADO										23/10/2025

20	16	22	28	Cu	Sopores ZZ-F (AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	-17,36	25			
22	16	24	31	Cu	Sopores ZZ-F (AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	-17,36	25			
23	16	25	30	Cu	Sopores ZZ-F (AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	-17,36	25			
23	17	4	42	Cu/0.08	Tubos Sup.E.O RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1 3 Unp.	70,16			3x35/16	131/1 90

Nudo	Función	C.d.t.(V)	Tensión Nudo(V)	C.d.t. (%)	Carga Nudo	Ik3Max (kA)	Ik1Max (kA)	Ik1Min (kA)	Ik2Max (kA)	Ik2Min (kA)
1	Panel FV	0,549		0,137	17,36 A					
2	Caja Reg.	3,84		0,96						
4	Caja Reg.	0,096		0,024	-180,42 A(-100 kW)	11,46912	10,73997	8,49546		9,38184
5	Conexión Red	0	400	0	30,082 A(16,673 kW)	12,00045	12,00045	10,00037		10,00037
6	Panel FV	0,439		0,11	17,36 A					
8	Panel FV	0,549		0,137	17,36 A					
8	Caja Reg.	3,919		0,98*						
9	Caja Reg.	-0,825		0,206		10,07664	6,73618	3,91		7,06833
9	Panel FV	0,549		0,137	17,36 A					
10	Panel FV	0,549		0,137	17,36 A					
11	Panel FV	0,549		0,137	17,36 A					
12	Panel FV	0,439		0,11	17,36 A					
13	Panel FV	0	400	0	17,36 A					
14	Caja Reg.	3,719		0,93						
15	Panel FV	0,219		0,055	17,36 A					
16	Caja Reg.	3,62		0,905						
17	Caja Reg.	-2,432		0,608		7,06783	3,10896	1,56719		3,80124
18	Panel FV	0	400	0	17,36 A					
19	Panel FV	0,329		0,082	17,36 A					
20	Caja Reg.	-2,553		0,638		6,90357	2,99206	1,5037		3,67308
21	Panel FV	0,439		0,11	17,36 A					
22	Panel FV	0,549		0,137	17,36 A					
24	Panel FV	0,219		0,055	17,36 A					
25	Panel FV	0,329		0,082	17,36 A					

Resultados Cortocircuito:

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	IkMax (kA)	P de C (kA)	IkMin (kA)	In;Curvas
3	4	5	12,00045		8,49546	
4	8	2	0,0184	50	0,0184	25
5	6	2	0,0184	50	0,0184	25
6	1	2	0,0184	50	0,0184	25
6	2	8	0,1472		0,1472	
7	8	9				
8	9	4	11,46912	15	3,91	100; C
8	9	2	0,0184	50	0,0184	25
9	2	10	0,0184	50	0,0184	25
10	2	11	0,0184	50	0,0184	25
11	2	12	0,0184	50	0,0184	25
12	2	13	0,0184	50	0,0184	25
13	19	16	0,0184	50	0,0184	25
14	18	16	0,0184	50	0,0184	25
15	15	16	0,0184	50	0,0184	25
16	16	14	0,1288		0,1288	
17	14	20				
18	20	17	7,06783	10	1,5037	100; C
19	21	16	0,0184	50	0,0184	25
20	16	22	0,0184	50	0,0184	25
22	16	24	0,0184	50	0,0184	25
23	16	25	0,0184	50	0,0184	25
23	17	4	11,46912		1,56719	

Cálculo de la Puesta a Tierra:

- La resistividad del terreno es 300 ohmiosxm.
- El electrodo en la puesta a tierra, se constituye con los siguientes elementos:

M. conductor de Cu desnudo 35 mm² 30 m.
M. conductor de Acero galvanizado 95 mm²

Picas verticales de Cobre 14 mm
de Acero recubierto Cu 14 mm 1 picas de 2m.
de Acero galvanizado 25 mm

Con lo que se obtendrá una Resistencia de tierra de 17,65 ohmios.



ANEXO 2

FICHAS TÉCNICAS

SUN2000-50KTL-M3 Smart PV Controller



Higher Yields

Up to 30% More Energy
with Optimizer



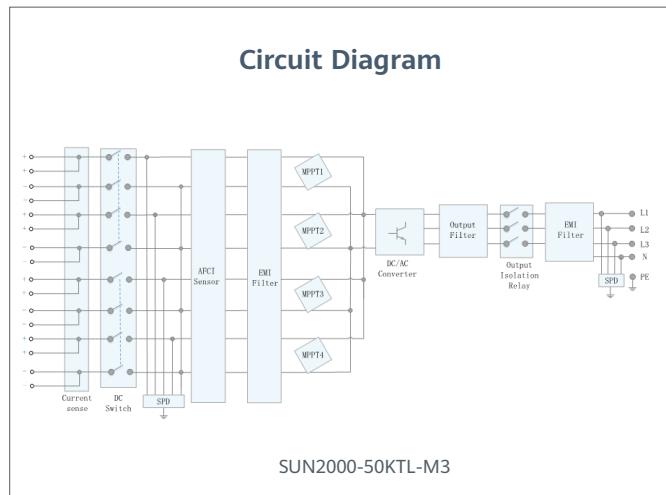
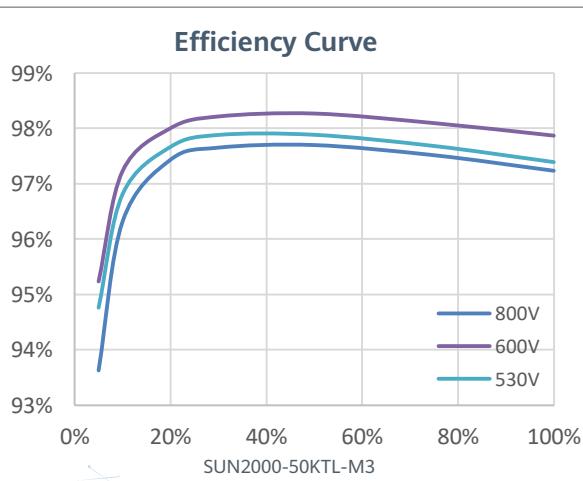
Active Safety

AI Powered
Active Arcing Protection



Flexible Communication

WLAN, Fast Ethernet, 4G
Communication Supported



SUN2000-50KTL-M3
Technical Specification

Technical Specification		SUN2000-50KTL-M3
		Efficiency
Max. Efficiency		98.5%
European Efficiency		98.0%
	Input	
Max. Input Voltage ¹		1,100 V
Max. Current per MPPT		30 A
Max. Current per Input		20 A
Max. Short Circuit Current per MPPT		40 A
Start Voltage		200 V
MPPT Operating Voltage Range ²		200 V ~ 1,000 V
Rated Input Voltage		600 V
Number of Inputs		8
Number of MPP Trackers		4
	Output	
Rated AC Active Power		50,000 W
Max. AC Apparent Power		55,000 VA
Max. AC Active Power (cosφ=1)		55,000 W
Rated Output Voltage		400 Vac / 480 Vac, 3W+(N) + PE
Rated AC Grid Frequency		50 Hz / 60 Hz
Rated Output Current		72.2 A @ 400Vac, 60.1 A @ 480Vac
Max. Output Current		79.8 A @ 400Vac, 66.5 A @ 480Vac
Adjustable Power Factor Range		0.8 LG ... 0.8 LD
Max. Total Harmonic Distortion		<3%
	Protection	
Input-side Disconnection Device		Yes
Anti-islanding Protection		Yes
AC Overcurrent Protection		Yes
DC Reverse-polarity Protection		Yes
PV-array String Fault Monitoring		Yes
DC Surge Arrester		Type II
AC Surge Arrester		Type II
DC Insulation Resistance Detection		Yes
Residual Current Monitoring Unit		Yes
Arc Fault Protection		Yes
Ripple Receiver Control		Yes
Integrated PID Recovery ³		Yes
	Communication	
Display		LED Indicators, Bluetooth + APP
RS485		Yes
Smart Dongle		WLAN/Ethernet via Smart Dongle-WLAN-FE (Optional) 4G / 3G / 2G via Smart Dongle-4G (Optional)
Monitoring BUS (MBUS)		Yes (Isolation Transformer required)
DC MBUS Compatible Optimizer		Optimizer Compatibility
		MERC-1100/1300W-P
	General Data	
Dimensions (W x H x D)		640 x 530 x 270 mm (25.2 x 20.9 x 10.6 inch)
Weight (with mounting plate)		49 kg (108.1 lb)
Operating Temperature Range		-25°C ~ 60°C (-13°F ~ 140°F)
Cooling Method		Smart Air Cooling
Max. Operating Altitude		4,000 m (13,123 ft.)
Relative Humidity		0% RH ~ 100% RH
DC Connector		Amphenol HH4
AC Connector		Waterproof Connector + OT/DT Terminal
Protection Degree		IP 66
Topology		Transformerless
Nighttime Power Consumption		≤ 5.5W
	Standard Compliance (more available upon request)	
Safety		EN 62109-1/-2, IEC 62109-1/-2, EN 50530, IEC 62116, IEC 60068, IEC 61683
Grid Connection Standards		IEC 61727, VDE-AR-N4105, VDE 0126-1-1, BDEW, G59/3, UTE C 15-712-1, CEI 0-16, CEI 0-21, RD 661, RD 1699, P.O. 12.3, RD 413, EN-50438-Turkey, EN-50438-Ireland, C10/11, MEA, Resolution No.7, NRS 097-2-1, DEWA

1. The maximum input voltage is the upper limit of the DC voltage. Any higher input DC voltage would probably damage inverter.
 2. Any DC input voltage beyond the operating voltage range may result in inverter improper operating.
 3. SUN2000-50KTL-M3 raises potential between PV- and ground to above zero through integrated PID recovery function to recover module degradation from PID. Supported module types include: P-type (mono, poly), N-type (nPERT, HIT).
 4. 50KTL Platform only supports C&I Optimizer(MERC-1100/1300W-P). The current version does not support this function and it can be upgraded to optimizer version via new inverter software version(Dec 30th, 2022). Refer to [HTTP://solar.Huawei.com/](http://solar.Huawei.com/)

Harvest the Sunshine

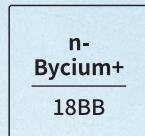
715W



JA SOLAR

JAM66D46 LB n-type Double Glass Bifacial Modules

Premium Cells

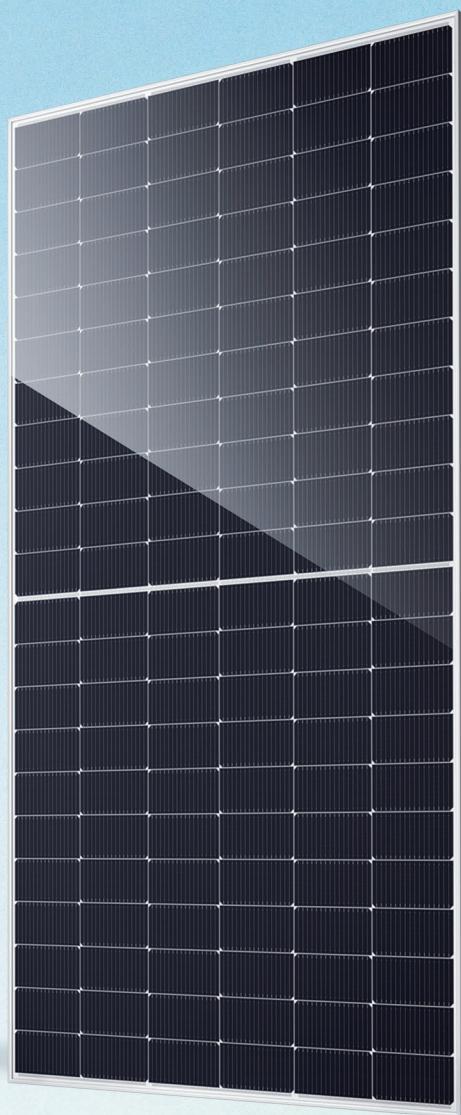
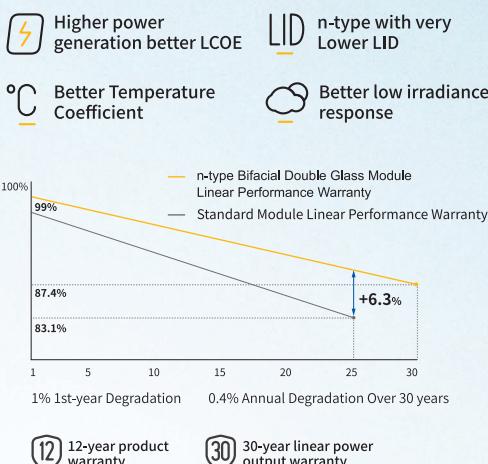


26%
Up To

MBB Half-Cell
Technology

Cell Conversion
Efficiency

Premium Modules

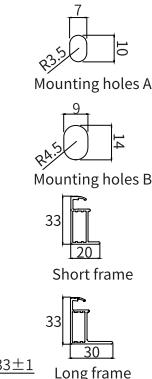
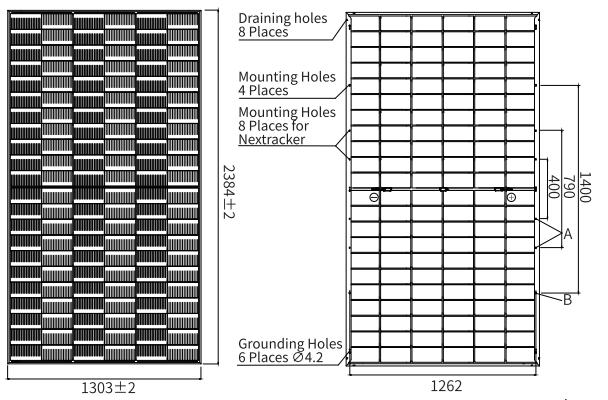


Comprehensive Certificates

- IEC 61215, IEC 61730, UL 61215, UL 61730
- ISO 9001: 2015 Quality management systems
- ISO 14001: 2015 Environmental management systems
- ISO 45001: 2018 Occupational health and safety management systems
- IEC 62941: 2019 Terrestrial photovoltaic (PV) modules - Quality system for PV module manufacturing



DEEP BLUE 4.0 Pro



MECHANICAL PARAMETERS

Cell	Mono
Weight	38.2kg
Dimensions	2384±2mm × 1303±2mm × 33±1mm
Cable Cross Section Size	4mm ² (IEC), 12 AWG(UL)
No. of cells	132(6×22)
Junction Box	IP68, 3diodes
Connector	QC 4.10-351/ MC4-EVO2A
Cable Length (Including Connector)	Portrait: 300mm(+) /400mm(-) Landscape: 1500mm(+) /1500mm(-)
Front Glass/Back Glass	2.0mm/2.0mm
Packaging Configuration	33pcs/Pallet, 594pcs/40HQ Container

Remark: customized frame color and cable length available upon request

ELECTRICAL PARAMETERS AT STC

TYPE	JAM66D46 -690/LB	JAM66D46 -695/LB	JAM66D46 -700/LB	JAM66D46 -705/LB	JAM66D46 -710/LB	JAM66D46 -715/LB
Rated Maximum Power(Pmax) [W]	690	695	700	705	710	715
Open Circuit Voltage (Voc) [V]	47.80	48.00	48.20	48.40	48.60	48.80
Maximum Power Voltage(Vmp) [V]	40.02	40.22	40.42	40.61	40.80	41.00
Short Circuit Current(Isc) [A]	18.35	18.39	18.43	18.47	18.51	18.55
Maximum Power Current(Imp) [A]	17.24	17.28	17.32	17.36	17.40	17.44
Module Efficiency [%]	22.2	22.4	22.5	22.7	22.9	23.0
Power Tolerance	0~+3%					
Temperature Coefficient of Isc(α_Isc)	+0.045%/°C					
Temperature Coefficient of Voc (β_Voc)	-0.250%/°C					
Temperature Coefficient of Pmax(γ_Pmp)	-0.290%/°C					
STC	Irradiance 1000W/m ² , cell temperature 25°C, AM1.5G					

Remark: Electrical data in this catalog do not refer to a single module and they are not part of the offer.
They only serve for comparison among different module types.

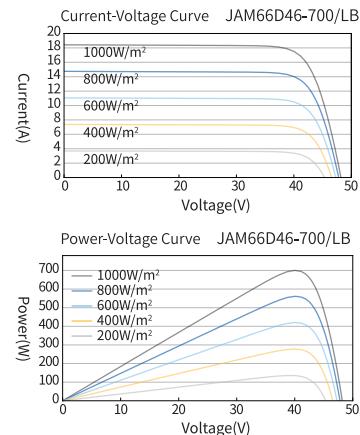
ELECTRICAL CHARACTERISTICS WITH 10% SOLAR IRRADIATION RATIO

TYPE	JAM66D46 -690/LB	JAM66D46 -695/LB	JAM66D46 -700/LB	JAM66D46 -705/LB	JAM66D46 -710/LB	JAM66D46 -715/LB
Rated Max Power(Pmax) [W]	745	751	756	761	767	772
Open Circuit Voltage(Voc) [V]	47.80	48.00	48.20	48.40	48.60	48.80
Max Power Voltage(Vmp) [V]	40.02	40.22	40.42	40.61	40.80	41.00
Short Circuit Current(Isc) [A]	19.82	19.86	19.90	19.95	19.99	20.03
Max Power Current(Imp) [A]	18.62	18.66	18.71	18.75	18.79	18.84
Irradiation Ratio (rear/front)	10%					

* For Nextracker installations, maximum static load please take compatibility approve letter between JA Solar and Nextracker for reference.

** Bifaciality=Pmax, rear/Rated Pmax, front

CHARACTERISTICS



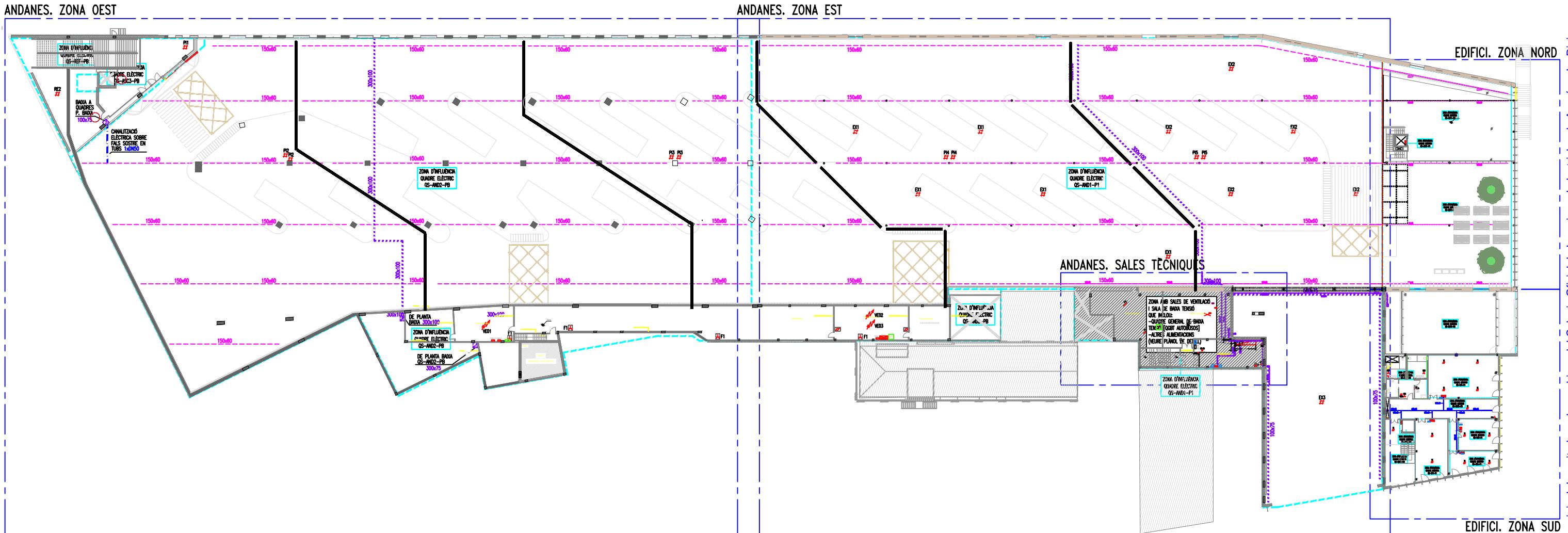
OPERATING CONDITIONS

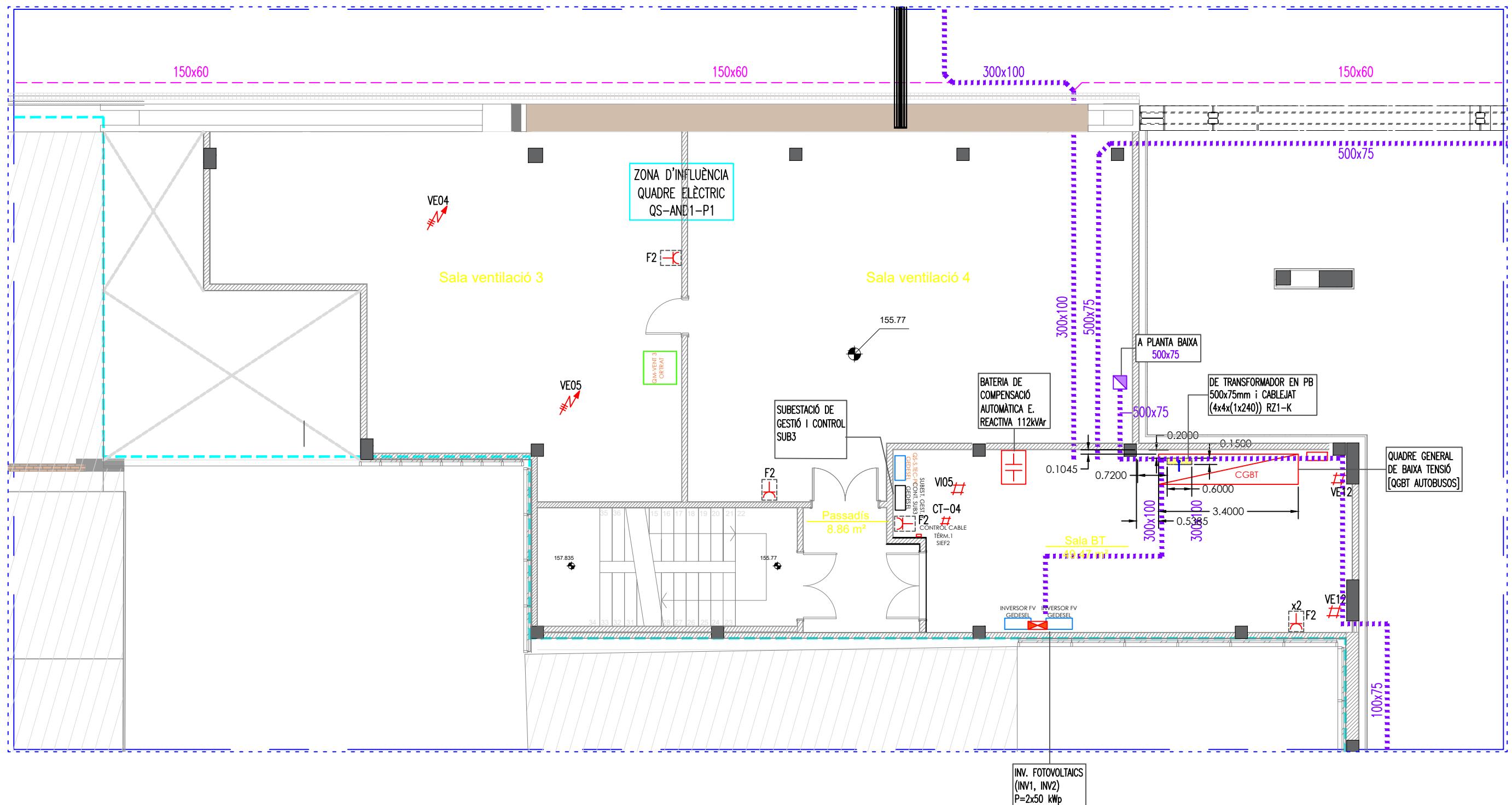
Maximum System Voltage	1500V DC
Operating Temperature	-40°C~+85°C
Maximum Series Fuse Rating	35A
Maximum Static Load, Front*	5400Pa(112 lb/ft ²)
Maximum Static Load, Back*	2400Pa(50 lb/ft ²)
NOCT	45±2°C
Bifaciality**	80%±10%
Safety Class	Class II
Fire Performance	UL Type 29/Class C

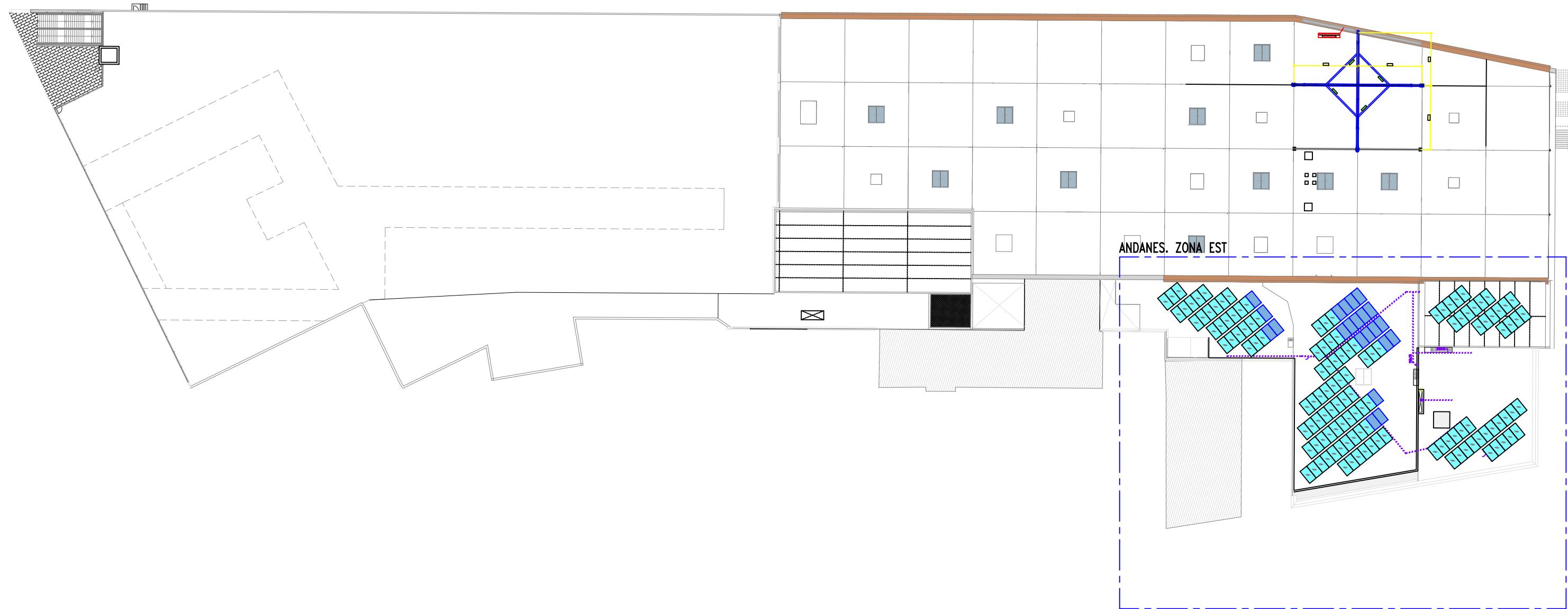


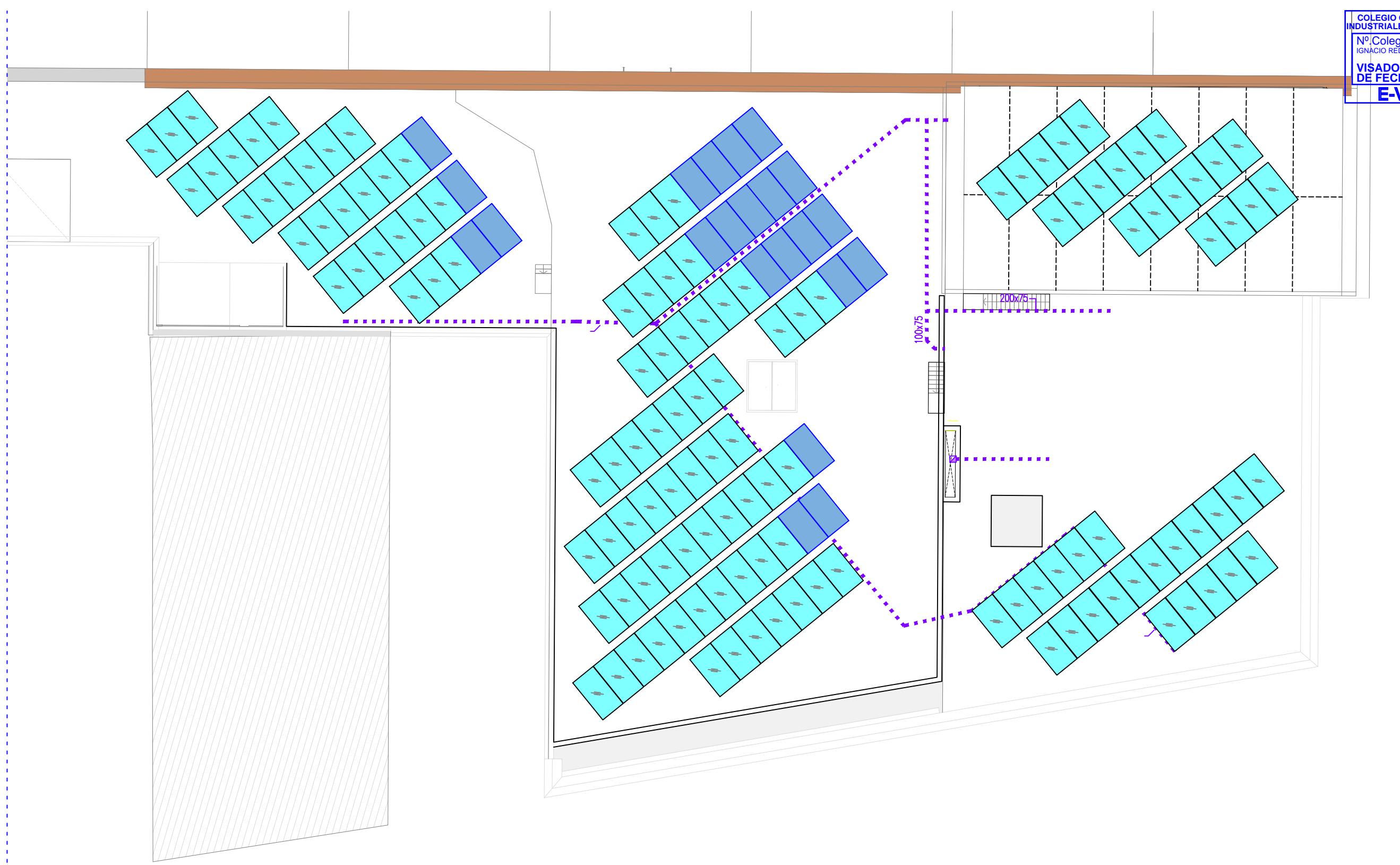
DOCUMENTO N°2

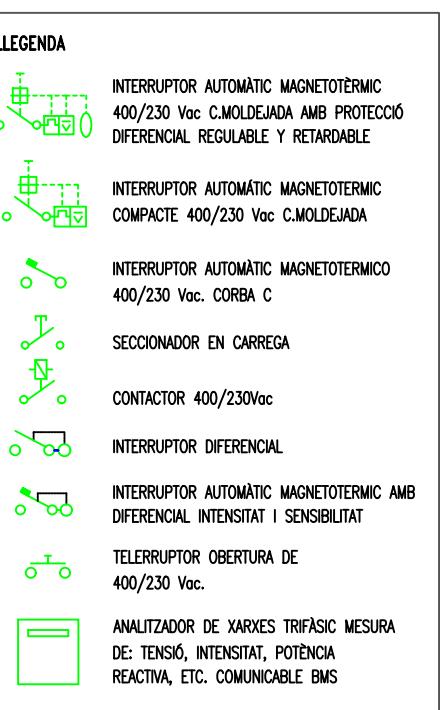
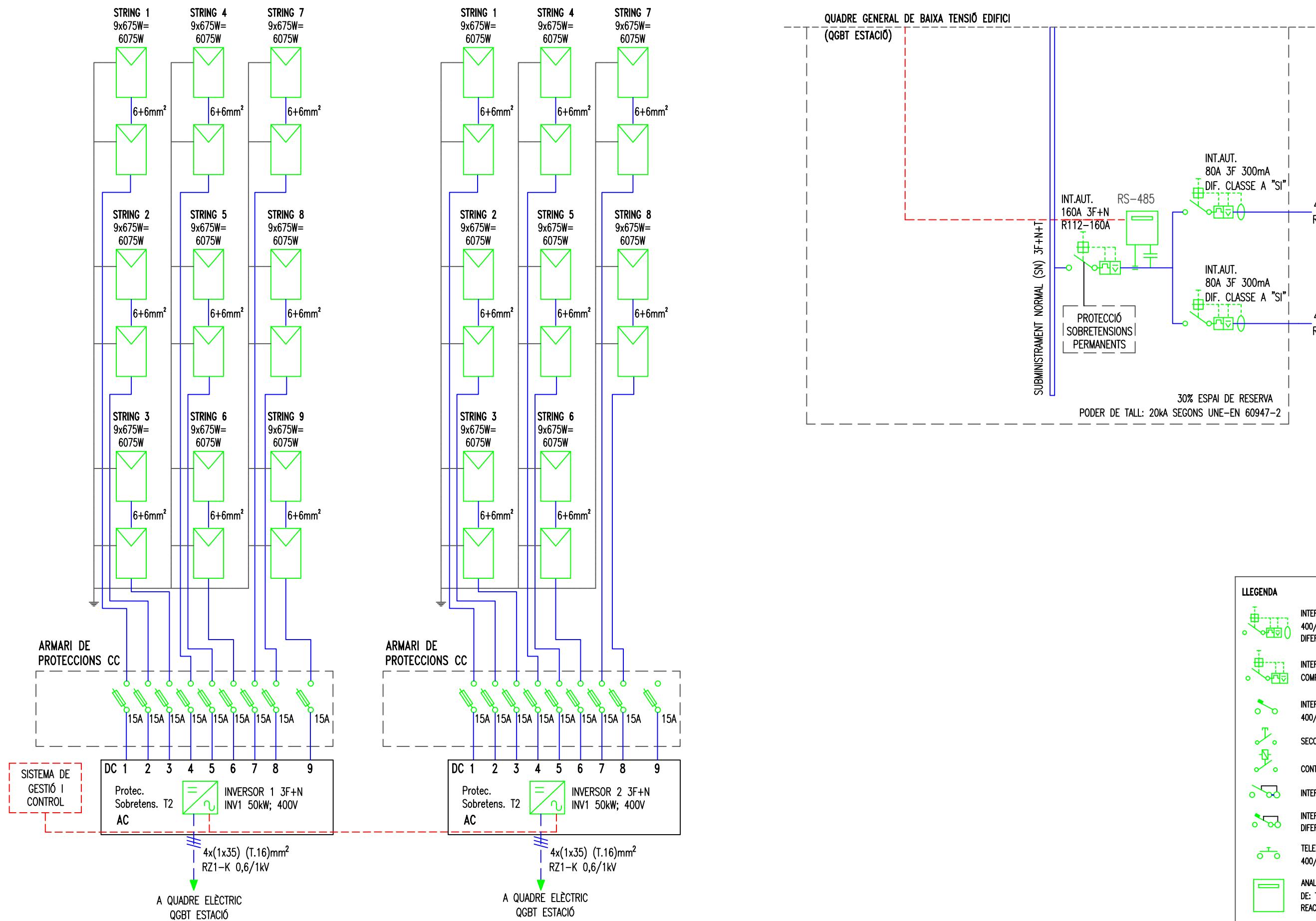
PLANOS













DOCUMENTO N.º3

PLIEGO DE CONDICIONES

ÍNDICE

1. CONDICIONES GENERALES	2
2. CANALIZACIONES ELÉCTRICAS	2
2.1. CONDUCTORES AISLADOS BAJO TUBOS PROTECTORES	2
2.2. CONDUCTORES AISLADOS FIJADOS DIRECTAMENTE SOBRE LAS PAREDES	7
2.3. CONDUCTORES AISLADOS ENTERRADOS	8
2.4. CONDUCTORES AISLADOS DIRECTAMENTE EMPOTRADOS EN ESTRUCTURAS	8
2.5. CONDUCTORES AISLADOS EN EL INTERIOR DE LA CONSTRUCCION	8
2.6. CONDUCTORES AISLADOS BAJO CANALES PROTECTORAS	9
2.7. CONDUCTORES AISLADOS BAJO MOLDURAS	10
2.8. CONDUCTORES AISLADOS EN BANDEJA O SOPORTE DE BANDEJAS	10
2.9. NORMAS DE INSTALACIÓN EN PRESENCIA DE OTRAS CANALIZACIONES NO ELECTRICAS	11
2.10. ACCESIBILIDAD A LAS INSTALACIONES	11
3. CONDUCTORES	11
3.1. MATERIALES	11
3.2. DIMENSIONADO	12
3.3. IDENTIFICACIÓN DE LAS INSTALACIONES	12
3.4. RESISTENCIA DE AISLAMIENTO Y RIGIDEZ DIELÉCTRICA	13
4. CAJAS DE EMPALME	13
5. MECANISMOS Y TOMAS DE CORRIENTE	14
6. APARAMENTA DE MANDO Y PROTECCIÓN	14
6.1. CUADROS ELECTRICOS	14
6.2. INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS	15
6.3. GUARDAMOTORES	16
6.4. FUSIBLES	16
6.5. INTERRUPTORES DIFERENCIALES	16
6.6. SECCIONADORES	18
6.7. EMBARRADOS	18
6.8. PRENSAESTOPAS Y ETIQUETAS	18
7. RECEPTORES DE ALUMBRADO	18
8. RECEPTORES A MOTOR	19
9. PUESTAS A TIERRA	22
9.1. UNIONES A TIERRA	22
10. INSPECCIONES Y PRUEBAS EN FÁBRICA	24
11. CONTROL	24
12. SEGURIDAD	25
13. LIMPIEZA	25
14. MANTENIMIENTO	25
15. CRITERIOS DE MEDICIÓN	25

Se detallan únicamente las condiciones particulares de la instalación del baja tensión, dado que las facultativas y económicas se regirán por lo expuesto en el proyecto general de ejecución.

Condiciones Técnicas para la ejecución y montaje de instalaciones eléctricas en baja tensión

1. CONDICIONES GENERALES

Todos los materiales a emplear en la presente instalación serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y demás disposiciones vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción.

Todos los materiales podrán ser sometidos a los análisis o pruebas, por cuenta de la contrata, que se crean necesarios para acreditar su calidad. Cualquier otro que haya sido especificado y sea necesario emplear deberá ser aprobado por la Dirección Técnica, bien entendiendo que será rechazado el que no reúna las condiciones exigidas por la buena práctica de la instalación.

Los materiales no consignados en proyecto que dieran lugar a precios contradictorios reunirán las condiciones de bondad necesarias, a juicio de la Dirección Facultativa, no teniendo el contratista derecho a reclamación alguna por estas condiciones exigidas.

Todos los trabajos incluidos en el presente proyecto se ejecutarán esmeradamente, con arreglo a las buenas prácticas de las instalaciones eléctricas, de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, y cumpliendo estrictamente las instrucciones recibidas por la Dirección Facultativa, no pudiendo, por tanto, servir de pretexto al contratista la baja en subasta, para variar esa esmerada ejecución ni la primerísima calidad de las instalaciones proyectadas en cuanto a sus materiales y mano de obra, ni pretender proyectos adicionales.

2. CANALIZACIONES ELÉCTRICAS

Los cables se colocarán dentro de tubos o canales, fijados directamente sobre las paredes, enterrados, directamente empotrados en estructuras, en el interior de huecos de la construcción, bajo molduras, en bandeja o soporte de bandeja, según se indica en Memoria, Planos y Mediciones.

Antes de iniciar el tendido de la red de distribución, deberán estar ejecutados los elementos estructurales que hayan de soportarla o en los que vaya a ser empotrada: forjados, tabiquería, etc. Salvo cuando al estar previstas se hayan dejado preparadas las necesarias canalizaciones al ejecutar la obra previa, deberá replantearse sobre ésta en forma visible la situación de las cajas de mecanismos, de registro y protección, así como el recorrido de las líneas, señalando de forma conveniente la naturaleza de cada elemento.

2.1. CONDUCTORES AISLADOS BAJO TUBOS PROTECTORES

Los tubos protectores pueden ser:

- Tubo y accesorios metálicos.
- Tubo y accesorios no metálicos.
- Tubo y accesorios compuestos (constituidos por materiales metálicos y no metálicos).

Los tubos se clasifican según lo dispuesto en las normas siguientes:

- UNE-EN 50.086 -2-1: Sistemas de tubos rígidos.
- UNE-EN 50.086 -2-2: Sistemas de tubos curvables.
- UNE-EN 50.086 -2-3: Sistemas de tubos flexibles.
- UNE-EN 50.086 -2-4: Sistemas de tubos enterrados.

Las características de protección de la unión entre el tubo y sus accesorios no deben ser inferiores a los declarados para el sistema de tubos.

La superficie interior de los tubos no deberá presentar en ningún punto aristas, asperezas o fisuras susceptibles de dañar los conductores o cables aislados o de causar heridas a instaladores o usuarios.

Las dimensiones de los tubos no enterrados y con unión roscada utilizados en las instalaciones eléctricas son las que se prescriben en la UNE-EN 60.423. Para los tubos enterrados, las dimensiones se corresponden con las indicadas en la norma UNE-EN 50.086 -2-4. Para el resto de los tubos, las dimensiones serán las establecidas en la norma correspondiente de las citadas anteriormente. La denominación se realizará en función del diámetro exterior.

El diámetro interior mínimo deberá ser declarado por el fabricante.

En lo relativo a la resistencia a los efectos del fuego considerados en la norma particular para cada tipo de tubo, se seguirá lo establecido por la aplicación de la Directiva de Productos de la Construcción (89/106/CEE).

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 a continuación:

<u>Características</u>	<u>Código</u>	<u>Grado</u>
- 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 ≥ 1 mm
- Resistencia a la penetración del agua	2	Contra gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15 °
- Resistencia a la corrosión de tubos metálicos compuestos	2	Protección interior y exterior y media
- Resistencia a la tracción	0	No declarada
- Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
- Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

Tubos en canalizaciones empotradas

En las canalizaciones empotradas, los tubos protectores podrán ser rígidos, curvables e flexibles con unas características mínimas indicadas a continuación:

1º/ Tubos empotrados en obras de fábrica (paredes, techos y falsos techos), huecos de la construcción o canales protectoras de obra.

<u>Características</u>	<u>Código</u>	<u>Grado</u>
- 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 ≥ 1 mm
- Resistencia a la penetración del agua	2	Contra gotas de agua cayendo verticalmente
		cuando el sistema de tubos está inclinado 15 °
- Resistencia a la corrosión de tubos metálicos	2	Protección interior y exterior media y compuestos
- Resistencia a la tracción	0	No declarada
- Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
- Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

2º/ Tubos empotrados embebidos en hormigón o canalizaciones precableadas.

<u>Características</u>	<u>Código</u>	<u>Grado</u>
- 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 (+ 60 °C canal. precabl. ordinarias)
- 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
- Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

Tubos en 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 a continuación:

<u>Características</u>	<u>Código</u>	<u>Grado</u>
- 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	1/2	Continuidad/aislado
- 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
		está inclinado 15°
- Resistencia a la corrosión de tubos metálicos compuestos	2	Protección interior mediana y exterior elevada
- Resistencia a la tracción	2	Ligera
- Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
- Resistencia a las cargas suspendidas	2	Ligera

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

Tubos en canalizaciones enterradas

Las características mínimas de los tubos enterrados serán las siguientes:

<u>Características</u>	<u>Código</u>	<u>Grado</u>
- Resistencia a la compresión	NA	250 N / 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 $D \geq 1$ mm

- Resistencia a la penetración del agua	3	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
- Resistencia 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.

Se considera suelo ligero aquel suelo uniforme que no sea del tipo pedregoso y con cargas superiores ligeras, como por ejemplo, aceras, parques y jardines. Suelo pesado es aquel del tipo pedregoso y duro y con cargas superiores pesadas, como por ejemplo, calzadas y vías férreas.

Instalación

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.
- 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
- 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 racores adecuados.

- En los tubos metálicos sin aislamiento interior, se tendrá en cuenta la posibilidad de que 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.

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 0,50 metros. Se dispondrán fijaciones de una y otra parte en los cambios de dirección, en los empalmes y en la proximidad inmediata 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.

Cuando los tubos se coloquen empotrados, se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

- 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.
- Para la instalación correspondiente a la propia planta, únicamente podrán instalarse, entre forjado y revestimiento, tubos que deberán quedar recubiertos por una capa de hormigón o mortero de 1 centímetro de espesor, como mínimo, además del revestimiento.
- En los cambios de dirección, los tubos estarán convenientemente curvados o bien provistos de codos o "T" apropiados, pero en este último caso sólo se admitirán los provistos de tapas de registro.
- 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.

2.2. 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).

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 al 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 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 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.

2.3. 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.

2.4. 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 (polietileno reticulado o etileno-propileno).

2.5. CONDUCTORES AISLADOS EN EL INTERIOR DE LA CONSTRUCCION

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.

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 separan 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 guarneidos y decoraciones.

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

Se evitará que puedan producirse infiltraciones, fugas o condensaciones de agua que
penetren 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.

2.6. 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. 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". En su interior se podrán colocar mecanismos tales como interruptores, tomas de corriente, dispositivos de mando y control, etc, siempre que se fijen de acuerdo con las instrucciones del fabricante. También se podrán realizar empalmes de conductores en su interior y conexiones a los mecanismos.

Las canalizaciones para instalaciones superficiales ordinarias tendrán unas características mínimas indicadas a continuación:

El cumplimiento de estas características se realizará según los ensayos indicados en las normas UNE-EN 501085.

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.

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.

La tapa de los canales quedará siempre accesible.

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

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.

2.8. 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.

El material usado para la fabricación será acero laminado de primera calidad, galvanizado por inmersión. La anchura de las canaletas será de 100 mm como mínimo, con incrementos de 100 en 100 mm. La longitud de los tramos rectos será de dos metros. El fabricante indicará en su catálogo la carga máxima admisible, en N/m, en función de la anchura y de la distancia entre soportes. Todos los accesorios, como codos, cambios de plano, reducciones, tes, uniones, soportes, etc, tendrán la misma calidad que la bandeja.

Las bandejas y sus accesorios se sujetarán a techos y paramentos mediante herrajes de suspensión, a distancias tales que no se produzcan flechas superiores a 10 mm y estarán perfectamente alineadas con los cerramientos de los locales.

No se permitirá la unión entre bandejas o la fijación de las mismas a los soportes por medio de soldadura, debiéndose utilizar piezas de unión y tornillería cadmiada. Para las uniones o derivaciones de líneas se utilizarán cajas metálicas que se fijarán a las bandejas.

2.9. NORMAS DE INSTALACIÓN EN PRESENCIA DE OTRAS CANALIZACIONES

VISADO

NO ELECTRICAS

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.

2.10. ACCESIBILIDAD A LAS INSTALACIONES

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.

3. CONDUCTORES

Los conductores utilizados se regirán por las especificaciones del proyecto, según se indica en Memoria, Planos y Mediciones.

3.1. MATERIALES

Los conductores serán de los siguientes tipos:

- De 450/750 V de tensión nominal.
 - Conductor: de cobre.
 - Formación: unipolares.
 - Aislamiento: policloruro de vinilo (PVC).
 - Tensión de prueba: 2.500 V.
 - Instalación: bajo tubo.
 - Normativa de aplicación: UNE 21.031.

- De 0,6/1 kV de tensión nominal.
 - Conductor: de cobre (o de aluminio, cuando lo requieran las especificaciones del proyecto).
 - Formación: uni-bi-tri-tetrapolares.
 - Aislamiento: policloruro de vinilo (PVC) o polietileno reticulado (XLPE).
 - Tensión de prueba: 4.000 V.
 - Instalación: al aire o en bandeja.
 - Normativa de aplicación: UNE 21.123.

Los conductores de cobre electrolítico se fabricarán de calidad y resistencia mecánica adecuadas. Su coeficiente de resistividad a 20 °C será del 98 % al 100 %. Irán provistos de baño de recubrimiento de estaño, que deberá resistir la siguiente prueba: A una muestra limpia y seca de hilo estañado se le da la forma de círculo de diámetro equivalente a 20 o 30 veces el diámetro del hilo, a continuación de lo cual se sumerge durante un minuto en una solución de ácido hidroclorídrico de 1,088 de peso específico a una temperatura de 20 °C. Esta operación se efectuará dos veces, después de lo cual no deberán apreciarse puntos negros en el hilo. La capacidad mínima del aislamiento de los conductores será de 500 V.

Los conductores de sección igual o superior a 6 mm² deberán estar constituidos por cable obtenido por trenzado de hilo de cobre del diámetro correspondiente a la sección del conductor de que se trate.

3.2. DIMENSIONADO

Para la selección de los conductores activos del cable adecuado a cada carga se usará el más desfavorable entre los siguientes criterios:

- Intensidad máxima admisible. Como intensidad se tomará la propia de cada carga. Partiendo de las intensidades nominales así establecidas, se elegirá la sección del cable que admita esa intensidad de acuerdo a las prescripciones del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión ITC-BT-19 o las recomendaciones del fabricante, adoptando los oportunos coeficientes correctores según las condiciones de la instalación. En cuanto a coeficientes de mayoración de la carga, se deberán tener presentes las Instrucciones ITC-BT-44 para receptores de alumbrado e ITC-BT-47 para receptores de motor.
- Caída de tensión en servicio. La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier punto de utilización, sea menor del 3 % de la tensión nominal en el origen de la instalación, para alumbrado, y del 5 % para los demás usos, considerando alimentados todos los receptores susceptibles de funcionar simultáneamente. Para la derivación individual la caída de tensión máxima admisible será del 1,5 %. El valor de la caída de tensión podrá compensarse entre la de la instalación interior y la de la derivación individual, de forma que la caída de tensión total sea inferior a la suma de los valores límites especificados para ambas.
- Caída de tensión transitoria. La caída de tensión en todo el sistema durante el arranque de motores no debe provocar condiciones que impidan el arranque de los mismos, desconexión de los contactores, parpadeo de alumbrado, etc.

La sección del conductor neutro será la especificada en la Instrucción ITC-BT-07, apartado 1, en función de la sección de los conductores de fase o polares de la instalación.

Los conductores de protección serán del mismo tipo que los conductores activos especificados en el apartado anterior, y tendrán una sección mínima igual a la fijada por la tabla 2 de la ITC-BT-18, en función de la sección de los conductores de fase o polares de la instalación. Se podrán instalar por las mismas canalizaciones que éstos o bien en forma independiente, siguiéndose a este respecto lo que señalen las normas particulares de la empresa distribuidora de la energía.

3.3. IDENTIFICACIÓN DE LAS INSTALACIONES

Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que por conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc.

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.

3.4. 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	≥ 0,25
≤ 500 V	500	≥ 0,50
> 500 V	1000	≥ 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 expresada 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 presenten los interruptores diferenciales instalados como protección contra los contactos indirectos.

4. CAJAS DE EMPALME

Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material plástico resistente incombustible o metálicas, en cuyo caso estarán aisladas interiormente y protegidas contra la oxidación. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será igual, por lo menos, a una vez y media el diámetro del tubo mayor, con un mínimo de 40 mm; el lado o diámetro de la caja será de al menos 80 mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas 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.

Los conductos se fijarán firmemente a todas las cajas de salida, de empalme y de paso, mediante contratuerca y casquillos. Se tendrá cuidado de que quede al descubierto el número total de hilos de rosca al objeto de que el casquillo pueda ser perfectamente apretado contra el extremo del conducto, después de lo cual se apretará la contratuerca para poner firmemente el casquillo en contacto eléctrico con la caja.

Los conductos y cajas se sujetarán por medio de pernos de fiador en ladrillo hueco, por medio de pernos de expansión en hormigón y ladrillo macizo y clavos Split sobre metal. Los pernos de fiador de tipo tornillo se usarán en instalaciones permanentes, los de tipo de tuerca cuando se precise desmontar la instalación, y los pernos de expansión serán de apertura efectiva. Serán de construcción sólida y capaces de resistir una tracción mínima de 20 kg. No se hará uso de clavos por medio de sujeción de cajas o conductos.

5. MECANISMOS Y TOMAS DE CORRIENTE

Los interruptores y conmutadores cortarán la corriente máxima del circuito en que estén colocados sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo o cerrando los circuitos sin posibilidad de tomar una posición intermedia. Serán del tipo cerrado y de material aislante. Las dimensiones de las piezas de contacto serán tales que la temperatura no pueda exceder de 65 °C en ninguna de sus piezas. Su construcción será tal que permita realizar un número total de 10.000 maniobras de apertura y cierre, con su carga nominal a la tensión de trabajo. Llevarán marcada su intensidad y tensiones nominales, y estarán probadas a una tensión de 500 a 1.000 voltios.

Las tomas de corriente serán de material aislante, llevarán marcadas su intensidad y tensión nominales de trabajo y dispondrán, como norma general, todas ellas de puesta a tierra.

Todos ellos irán instalados en el interior de cajas empotradas en los paramentos, de forma que al exterior sólo podrá aparecer el mando totalmente aislado y la tapa embellecedora.

En el caso en que existan dos mecanismos juntos, ambos se alojarán en la misma caja, la cual deberá estar dimensionada suficientemente para evitar falsos contactos.

6. APARAMENTA DE MANDO Y PROTECCIÓN

6.1. CUADROS ELECTRICOS

Todos los cuadros eléctricos serán nuevos y se entregarán en obra sin ningún defecto. Estarán diseñados siguiendo los requisitos de estas especificaciones y se construirán de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y con las recomendaciones de la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI).

Cada circuito en salida de cuadro estará protegido contra las sobrecargas y cortocircuitos. La protección contra corrientes de defecto hacia tierra se hará por circuito o grupo de circuitos según se indica en el proyecto, mediante el empleo de interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada, según ITC-BT-24.

Los cuadros serán adecuados para trabajo en servicio continuo. Las variaciones máximas admitidas de tensión y frecuencia serán del + 5 % sobre el valor nominal.

Los cuadros serán diseñados para servicio interior, completamente estancos al polvo y la humedad, ensamblados y cableados totalmente en fábrica, y estarán constituidos por una estructura metálica de perfiles laminados en frío, adecuada para el montaje sobre el suelo, y paneles de cerramiento de chapa de acero de fuerte espesor, o de cualquier otro material que sea mecánicamente resistente y no inflamable.

Alternativamente, la cabina de los cuadros podrá estar constituida por módulos de material plástico, con la parte frontal transparente.

Las puertas estarán provistas con una junta de estanquidad de neopreno o material similar, para evitar la entrada de polvo.

Todos los cables se instalarán dentro de canaletas provista de tapa desmontable. Los cables de fuerza irán en canaletas distintas en todo su recorrido de las canaletas para los cables de mando y control.

Los aparatos se montarán dejando entre ellos y las partes adyacentes de otros elementos una distancia mínima igual a la recomendada por el fabricante de los aparatos, en cualquier caso nunca inferior a la cuarta parte de la dimensión del aparato en la dirección considerada.

La profundidad de los cuadros será de 500 mm y su altura y anchura la necesaria para la colocación de los componentes e igual a un múltiplo entero del módulo del fabricante. Los cuadros se fabricarán diseñados para poder ser ampliados por ambos extremos.

Los aparatos indicadores (lámparas, amperímetros, voltímetros, etc), dispositivos de mando (pulsadores, interruptores, conmutadores, etc), paneles sinópticos, etc, se montarán sobre la parte frontal de los cuadros.

Todos los componentes interiores, aparatos y cables, serán accesibles desde el exterior por el frente.

El cableado interior de los cuadros se llevará hasta una regleta de bornas situada junto a las entradas de los cables desde el exterior.

Las partes metálicas de la envoltura de los cuadros se protegerán contra la corrosión por medio de una imprimación a base de dos manos de pintura anticorrosiva y una pintura de acabado de color que se especifique en las Mediciones o, en su defecto, por la Dirección Técnica durante el transcurso de la instalación.

La construcción y diseño de los cuadros deberán proporcionar seguridad al personal y garantizar un perfecto funcionamiento bajo todas las condiciones de servicio, y en particular:

- Los compartimentos que hayan de ser accesibles para accionamiento o mantenimiento estando el cuadro en servicio no tendrán piezas en tensión al descubierto.
- El cuadro y todos sus componentes serán capaces de soportar las corrientes de cortocircuito (kA) según especificaciones reseñadas en planos y mediciones.

6.2. INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS

En el origen de la instalación y lo más cerca posible del punto de alimentación a la misma, se colocará el cuadro general de mando y protección, en el que se dispondrá un interruptor general de corte omnipolar, así como dispositivos de protección contra sobreintensidades de cada uno de los circuitos que parten de dicho cuadro.

La protección contra sobreintensidades para todos los conductores (fases y neutro) de cada circuito se hará con interruptores magnetotérmicos o automáticos de corte omnipolar, con curva térmica de corte para la protección a sobrecargas y sistema de corte electromagnético para la protección a cortocircuitos.

En general, los dispositivos destinados a la protección de los circuitos se instalarán en el origen de éstos, así como en los puntos en que la intensidad admisible disminuya por cambios debidos a sección, condiciones de instalación, sistema de ejecución o tipo de conductores utilizados. No obstante, no se exige instalar dispositivos de protección en el origen de un circuito en que se presente una disminución de la intensidad admisible en el mismo, cuando su protección quede asegurada por otro dispositivo instalado anteriormente.

Los interruptores serán de ruptura al aire y de disparo libre y tendrán un indicador de posición. El accionamiento será directo por polos con mecanismos de cierre por energía acumulada. El accionamiento será manual o manual y eléctrico, según se indique en el esquema o sea necesario por necesidades de automatismo. Llevarán marcadas la intensidad y tensiones nominales de funcionamiento, así como el signo indicador de su desconexión.

El interruptor de entrada al cuadro, de corte omnipolar, será selectivo con los interruptores situados aguas abajo, tras él.

Los dispositivos de protección de los interruptores serán relés de acción directa.

6.3. GUARDAMOTORES

Los contactores guardamotores serán adecuados para el arranque directo de motores, con corriente de arranque máxima del 600 % de la nominal y corriente de desconexión igual a la nominal.

La longevidad del aparato, sin tener que cambiar piezas de contacto y sin mantenimiento, en condiciones de servicio normales (conecta estando el motor parado y desconecta durante la marcha normal) será de al menos 500.000 maniobras.

La protección contra sobrecargas se hará por medio de relés térmicos para las tres fases, con rearme manual accionable desde el interior del cuadro.

En caso de arranque duro, de larga duración, se instalarán relés térmicos de característica retardada. En ningún caso se permitirá cortocircuitar el relé durante el arranque.

La verificación del relé térmico, previo ajuste a la intensidad nominal del motor, se hará haciendo girar el motor a plena carga en monofásico; la desconexión deberá tener lugar al cabo de algunos minutos.

Cada contactor llevará dos contactos normalmente cerrados y dos normalmente abiertos para enclavamientos con otros aparatos.

6.4. FUSIBLES

Los fusibles serán de alta capacidad de ruptura, limitadores de corriente y de acción lenta cuando vayan instalados en circuitos de protección de motores.

Los fusibles de protección de circuitos de control o de consumidores óhmicos serán de alta capacidad ruptura y de acción rápida.

Se dispondrán sobre material aislante e incombustible, y estarán construidos de tal forma que no se pueda proyectar metal al fundirse. Llevarán marcadas la intensidad y tensión nominales de trabajo.

No serán admisibles elementos en los que la reposición del fusible pueda suponer un peligro de accidente. Estará montado sobre una empuñadura que pueda ser retirada fácilmente de la base.

6.5. INTERRUPTORES DIFERENCIALES

1º/ La protección contra contactos directos se asegurará adoptando las siguientes medidas:

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 desprenden toma de tierra voluntariamente.

Las superficies superiores de las barreras o envolventes horizontales que son fácilmente accesibles, deben responder como mínimo al 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.

2º/ 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:

$$Ra \times Ia \leq U$$

donde:

- Ra es la suma de las resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de masas.
- Ia 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).

6.6. SECCIONADORES

Los seccionadores en carga serán de conexión y desconexión brusca, ambas independientes de la acción del operador.

Los seccionadores serán adecuados para servicio continuo y capaces de abrir y cerrar la corriente nominal a tensión nominal con un factor de potencia igual o inferior a 0,7.

6.7. EMBARRADOS

El embarrado principal constará de tres barras para las fases y una, con la mitad de la sección de las fases, para el neutro. La barra de neutro deberá ser seccionable a la entrada del cuadro.

Las barras serán de cobre electrolítico de alta conductividad y adecuadas para soportar la intensidad de plena carga y las corrientes de cortocircuito que se especifiquen en memoria y planos.

Se dispondrá también de una barra independiente de tierra, de sección adecuada para proporcionar la puesta a tierra de las partes metálicas no conductoras de los aparatos, la carcasa del cuadro y, si los hubiera, los conductores de protección de los cables en salida.

6.8. PRENSAESTOPAS Y ETIQUETAS

Los cuadros irán completamente cableados hasta las regletas de entrada y salida.

Se proveerán prensaestopas para todas las entradas y salidas de los cables del cuadro; los prensaestopas serán de doble cierre para cables armados y de cierre sencillo para cables sin armar.

Todos los aparatos y bornes irán debidamente identificados en el interior del cuadro mediante números que correspondan a la designación del esquema. Las etiquetas serán marcadas de forma indeleble y fácilmente legible.

En la parte frontal del cuadro se dispondrán etiquetas de identificación de los circuitos, constituidas por placas de chapa de aluminio firmemente fijadas a los paneles frontales, impresas al horno, con fondo negro mate y letreros y zonas de estampación en aluminio pulido. El fabricante podrá adoptar cualquier solución para el material de las etiquetas, su soporte y la impresión, con tal de que sea duradera y fácilmente legible.

En cualquier caso, las etiquetas estarán marcadas con letras negras de 10 mm de altura sobre fondo blanco.

7. RECEPTORES DE ALUMBRADO

Las luminarias serán conformes a los requisitos establecidos en las normas de la serie UNE-EN 60598.

La masa de las luminarias suspendidas excepcionalmente de cables flexibles no deben exceder de 5 kg. Los conductores, que deben ser capaces de soportar este peso, no deben presentar empalmes intermedios y el esfuerzo deberá realizarse sobre un elemento distinto del borne de conexión.

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.

El uso de lámparas de gases con descargas a alta tensión (neón, etc), se permitirá cuando su ubicación esté fuera del volumen de accesibilidad o cuando se instalen barreras o envolventes separadoras.

En instalaciones de iluminación con lámparas de descarga realizadas en locales en los que funcionen máquinas con movimiento alternativo o rotatorio rápido, se deberán tomar las medidas necesarias para evitar la posibilidad de accidentes causados por ilusión óptica originada por el efecto estroboscópico.

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. Será aceptable un coeficiente diferente para el cálculo de la sección de los conductores, siempre y cuando el factor de potencia de cada receptor sea mayor o igual a 0,9 y si se conoce la carga que supone cada uno de los elementos asociados a las lámparas y las corrientes de arranque, que tanto éstas como aquéllas puedan producir. En este caso, el coeficiente será el que resulte.

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

En instalaciones con lámparas de muy baja tensión (p.e. 12 V) debe preverse la utilización de transformadores adecuados, para asegurar una adecuada protección térmica, contra cortocircuitos y sobrecargas y contra los choques eléctricos.

Para los rótulos luminosos y para instalaciones que los alimentan con tensiones asignadas de salida en vacío comprendidas entre 1 y 10 kV se aplicará lo dispuesto en la norma UNE-EN 50.107.

8. RECEPTORES A MOTOR

Los motores deben instalarse de manera que la aproximación a sus partes en movimiento no pueda ser causa de accidente. Los motores no deben estar en contacto con materias fácilmente combustibles y se situarán de manera que no puedan provocar la ignición de estas.

Los conductores de conexión que alimentan a un solo motor deben estar dimensionados para una intensidad del 125 % de la intensidad a plena carga del motor. Los conductores de conexión que alimentan a varios motores, deben estar dimensionados para una intensidad no inferior a la suma del 125 % de la intensidad a plena carga del motor de mayor potencia, más la intensidad a plena carga de todos los demás.

Los motores deben estar protegidos contra cortocircuitos y contra sobrecargas en todas sus fases, debiendo esta última protección ser de tal naturaleza que cubra, en los motores trifásicos, el riesgo de la falta de tensión en una de sus fases. En el caso de motores con arrancador estrella-triángulo, se asegurará la protección, tanto para la conexión en estrella como en triángulo.

Los motores deben estar protegidos contra la falta de tensión por un dispositivo de corte automático de la alimentación, cuando el arranque espontáneo del motor, como consecuencia del

restablecimiento de la tensión, pueda provocar accidentes, o perjudicar el motor, de acuerdo a lo establecido en la norma UNE 20.460 -4-45.

Los motores deben tener limitada la intensidad absorbida en el arranque, cuando se pudieran producir efectos que perjudicarían a la instalación u ocasionarían perturbaciones inaceptables al funcionamiento de otros receptores o instalaciones.

En general, los motores de potencia superior a 0,75 kilovatios deben estar provistos de reóstatos de arranque o dispositivos equivalentes que no permitan que la relación de corriente entre el período de arranque y el de marcha normal que corresponda a su plena carga, según las características del motor que debe indicar su placa, sea superior

a la señalada en el cuadro siguiente:

De 0,75 kW a 1,5 kW: 4,5

De 1,50 kW a 5 kW: 3,0

De 5 kW a 15 kW: 2

Más de 15 kW: 1,5

Todos los motores de potencia superior a 5 kW tendrán seis bornes de conexión, con tensión de la red correspondiente a la conexión en triángulo del bobinado (motor de 230/400 V para redes de 230 V entre fases y de 400/693 V para redes de 400 V entre fases), de tal manera que será siempre posible efectuar un arranque en estrella-triángulo del motor.

Los motores deberán cumplir, tanto en dimensiones y formas constructivas, como en la asignación de potencia a los diversos tamaños de carcasa, con las recomendaciones europeas IEC y las normas UNE, DIN y VDE. Las normas UNE específicas para motores son la 20.107, 20.108, 20.111, 20.112, 20.113, 20.121, 20.122 y 20.324.

Para la instalación en el suelo se usará normalmente la forma constructiva B-3, con dos platos de soporte, un extremo de eje libre y carcasa con patas. Para montaje vertical, los motores llevarán cojinetes previstos para soportar el peso del rotor y de la polea.

La clase de protección se determina en las normas UNE 20.324 y DIN 40.050. Todos los motores deberán tener la clase de protección IP 44 (protección contra contactos accidentales con herramienta y contra la penetración de cuerpos sólidos con diámetro mayor de 1 mm, protección contra salpicaduras de agua proveniente de cualquier dirección), excepto para instalación a la intemperie o en ambiente húmedo o polvoriento y dentro de unidades de tratamiento de aire, donde se ursarán motores con clase de protección IP 54 (protección total contra contactos involuntarios de cualquier clase, protección contra depósitos de polvo, protección contra salpicaduras de agua proveniente de cualquier dirección).

Los motores con protecciones IP 44 e IP 54 son completamente cerrados y con refrigeración de superficie.

Todos los motores deberán tener, por lo menos, la clase de aislamiento B, que admite un incremento máximo de temperatura de 80 °C sobre la temperatura ambiente de referencia de 40 °C, con un límite máximo de temperatura del devanado de 130 °C.

El diámetro y longitud del eje, las dimensiones de las chavetas y la altura del eje sobre la base estarán de acuerdo a las recomendaciones IEC.

La calidad de los materiales con los que están fabricados los motores serán las que se detallan a continuación:

- carcasa: de hierro fundido de alta calidad, con patas solidarias y con aletas de refrigeración.
- estator: paquete de chapa magnética y bobinado de cobre electrolítico, montados en estrecho contacto con la carcasa para disminuir la resistencia térmica al paso del calor hacia el exterior de la misma. La impregnación del bobinado para el aislamiento eléctrico se obtendrá evitando la formación de burbujas y deberá resistir las solicitudes térmicas y dinámicas a las que viene sometido.
- rotor: formado por un paquete ranurado de chapa magnética, donde se alojará el devanado secundario en forma de jaula de aleación de aluminio, simple o doble.
- eje: de acero duro.
- ventilador: interior (para las clases IP 44 e IP 54), de aluminio fundido, solidario con el rotor, o de plástico inyectado.
- rodamientos: de esfera, de tipo adecuado a las revoluciones del rotor y capaces de soportar ligeros empujes axiales en los motores de eje horizontal (se seguirán las instrucciones del fabricante en cuanto a marca, tipo y cantidad de grasa necesaria para la lubricación y su duración).
- cajas de bornes y tapa: de hierro fundido con entrada de cables a través de orificios roscados con prensa-estopas.

Para la correcta selección de un motor, que se hará para servicio continuo, deberán considerarse todos y cada uno de los siguientes factores:

- potencia máxima absorbida por la máquina accionada, incluidas las pérdidas por transmisión.
- velocidad de rotación de la máquina accionada.
- características de la acometida eléctrica (número de fases, tensión y frecuencia).
- clase de protección (IP 44 o IP 54).
- clase de aislamiento (B o F).
- forma constructiva.
- temperatura máxima del fluido refrigerante (aire ambiente) y cota sobre el nivel del mar del lugar de emplazamiento.
- momento de inercia de la máquina accionada y de la transmisión referido a la velocidad de rotación del motor.
- curva del par resistente en función de la velocidad.

Los motores podrán admitir desviaciones de la tensión nominal de alimentación comprendidas entre el 5 % en más o menos. Si son de preverse desviaciones hacia la baja superiores al mencionado valor, la potencia del motor deberá "deratarse" de forma proporcional, teniendo en cuenta que, además, disminuirá también el par de arranque proporcional al cuadrado de la tensión.

Antes de conectar un motor a la red de alimentación, deberá comprobarse que la resistencia de aislamiento del bobinado estatórico sea superiores a 1,5 megahomios. En caso de que sea inferior, el motor será rechazado por la DO y deberá ser secado en un taller especializado, siguiendo las instrucciones del fabricante, o sustituido por otro.

El número de polos del motor se elegirá de acuerdo a la velocidad de rotación de la máquina accionada.

En caso de acoplamiento de equipos (como ventiladores) por medio de poleas y correas trapezoidales, el número de polos del motor se escogerá de manera que la relación entre velocidades de rotación del motor y del ventilador sea inferior a 2,5.

Todos los motores llevarán una placa de características, situada en lugar visible y escrito de forma indeleble, en la que aparecerán, por lo menos, los siguientes datos:

- potencia del motor.
- velocidad de rotación.

- intensidad de corriente a la(s) tensión(es) de funcionamiento.
- intensidad de arranque.
- tensión(es) de funcionamiento.
- nombre del fabricante y modelo.

VISADO N.º : VD04492-25A
DE FECHA : 30/10/2025
E-VISADO

9. 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 solicitudes 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 electrolisis que pudieran afectar a otras partes metálicas.

9.1. 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 los 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 a los conductores ni a 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 una instalación con el borne de tierra, con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos.

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

Sección conductores fase (mm ²)	Sección conductores protección (mm ²)
Sf ≤ 16	Sf
16 < S f ≤ 35	16
Sf > 35	Sf/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.

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.

10. INSPECCIONES Y PRUEBAS EN FÁBRICA

La aparamenta se someterá en fábrica a una serie de ensayos para comprobar que están libres de defectos mecánicos y eléctricos.

En particular se harán por lo menos las siguientes comprobaciones:

- Se medirá la resistencia de aislamiento con relación a tierra y entre conductores, que tendrá un valor de al menos 0,50 Mohm.
- Una prueba de rigidez dieléctrica, que se efectuará aplicando una tensión igual a dos veces la tensión nominal más 1.000 voltios, con un mínimo de 1.500 voltios, durante 1 minuto a la frecuencia nominal. Este ensayo se realizará estando los aparatos de interrupción cerrados y los cortocircuitos instalados como en servicio normal.
- Se inspeccionarán visulamente todos los aparatos y se comprobará el funcionamiento mecánico de todas las partes móviles.
- Se pondrá el cuadro de baja tensión y se comprobará que todos los relés actúan correctamente.
- Se calibrarán y ajustarán todas las protecciones de acuerdo con los valores suministrados por el fabricante.

Estas pruebas podrán realizarse, a petición de la DO, en presencia del técnico encargado por la misma.

Cuando se exijan los certificados de ensayo, la EIM enviará los protocolos de ensayo, debidamente certificados por el fabricante, a la DO.

11. CONTROL

Se realizarán cuantos análisis, verificaciones, comprobaciones, ensayos, pruebas y experiencias con los materiales, elementos o partes de la instalación que se ordenen por el Técnico Director de la misma, siendo ejecutados en laboratorio que designe la dirección, con cargo a la contrata.

Antes de su empleo en la obra, montaje o instalación, todos los materiales a emplear, cuyas características técnicas, así como las de su puesta en obra, han quedado ya especificadas en apartados anteriores, serán reconocidos por el Técnico Director o persona en la que éste delegue, sin cuya aprobación no podrá procederse a su empleo. Los que por mala calidad, falta de protección o aislamiento u otros defectos no se estimen admisibles por aquél, deberán ser retirados inmediatamente. Este reconocimiento previo de los materiales no constituirá su recepción definitiva, y el Técnico Director podrá retirar en cualquier momento aquellos que presenten algún defecto no apreciado anteriormente, aún a costa, si fuera preciso, de deshacer la instalación o montaje ejecutados con ellos. Por tanto, la responsabilidad del contratista en el cumplimiento de las especificaciones de los materiales no cesará mientras no sean recibidos definitivamente los trabajos en los que se hayan empleado.

12. SEGURIDAD

En general, basándonos en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y las especificaciones de las normas NTE, se cumplirán, entre otras, las siguientes condiciones de seguridad:

- Siempre que se vaya a intervenir en una instalación eléctrica, tanto en la ejecución de la misma como en su mantenimiento, los trabajos se realizarán sin tensión, asegurándonos la inexistencia de ésta mediante los correspondientes aparatos de medición y comprobación.
- En el lugar de trabajo se encontrará siempre un mínimo de dos operarios.
- Se utilizarán guantes y herramientas aislantes.
- Cuando se usen aparatos o herramientas eléctricos, además de conectarlos a tierra cuando así lo precisen, estarán dotados de un grado de aislamiento II, o estarán alimentados con una tensión inferior a 50 V mediante transformadores de seguridad.
- Serán bloqueados en posición de apertura, si es posible, cada uno de los aparatos de protección, seccionamiento y maniobra, colocando en su mando un letrero con la prohibición de maniobrarlo.
- No se restablecerá el servicio al finalizar los trabajos antes de haber comprobado que no existe peligro alguno.
- En general, mientras los operarios trabajen en circuitos o equipos a tensión o en su proximidad, usarán ropa sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal o artículos inflamables; llevarán las herramientas o equipos en bolsas y utilizarán calzado aislante, al menos, sin herrajes ni clavos en las suelas.
- Se cumplirán asimismo todas las disposiciones generales de seguridad de obligado cumplimiento relativas a seguridad, higiene y salud en el trabajo, y las ordenanzas municipales que sean de aplicación.

13. LIMPIEZA

Antes de la Recepción provisional, los cuadros se limpiarán de polvo, pintura, cascarillas y de cualquier material que pueda haberse acumulado durante el curso de la obra en su interior o al exterior.

14. MANTENIMIENTO

Cuando sea necesario intervenir nuevamente en la instalación, bien sea por causa de averías o para efectuar modificaciones en la misma, deberán tenerse en cuenta todas las especificaciones reseñadas en los apartados de ejecución, control y seguridad, en la misma forma que si se tratara de una instalación nueva. Se aprovechará la ocasión para comprobar el estado general de la instalación, sustituyendo o reparando aquellos elementos que lo precisen, utilizando materiales de características similares a los reemplazados.

15. CRITERIOS DE MEDICIÓN

Las unidades de obra serán medidas con arreglo a los especificados en la normativa vigente, o bien, en el caso de que ésta no sea suficiente explícita, en la forma reseñada en el Pliego Particular de Condiciones que les sea de aplicación, o incluso tal como figuren dichas unidades en el Estado de Mediciones del Proyecto. A las unidades medidas se les aplicarán los precios que figuren en el Presupuesto, en los cuales se consideran incluidos todos los gastos de transporte, indemnizaciones y el importe de los derechos fiscales con los que se hallen gravados por las distintas Administraciones, además de los gastos generales de la contrata. Si hubiera necesidad de realizar alguna unidad de obra no comprendida en el Proyecto, se formalizará el correspondiente precio contradictorio.

Los cables, bandejas y tubos se medirán por unidad de longitud (metro), según tipo y dimensiones.

En la medición se entenderán incluidos todos los accesorios necesarios para el montaje (cables, bornes, prensaestopas, cajas de derivación, etc), así como la mano de obra para el montaje en el interior de la obra, montaje y pruebas de recepción.

Los cuadros y receptores eléctricos se medirán por unidades montadas y conexionadas.

La conexión de los cables a los elementos receptores (cuadros, motores, resistencias, aparatos de control, etc) será efectuada por el suministrador del mismo elemento receptor.

El transporte de los materiales en el interior de la obra estará a cargo de la EIM.

Teruel, Octubre de 2025

El Graduado en Ingeniería Eléctrica
Máster Universitario en Ingeniería Industrial



INGENIERA Y CONSULTORIA
Fdo. Ignacio Redón Segura
Colegiado nº 3765



DOCUMENTO N.º4

ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

ÍNDICE

1. ANTECEDENTES Y DATOS GENERALES	1
1.1. OBJETO Y AUTOR DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD	1
1.2. PROYECTO AL QUE SE REFIERE	1
1.3. DESCRIPCIÓN DEL EMPLAZAMIENTO Y LA OBRA	1
1.3.1. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA.....	1
1.4. INSTALACIONES PROVISIONALES Y ASISTENCIA SANITARIA.....	2
1.5. MAQUINARIA DE OBRA	3
1.6. MEDIOS AUXILIARES	3
2. RIESGOS LABORALES EVITABLES COMPLETAMENTE.....	3
3. RIESGOS LABORALES EN LA OBRA	3
3.1. TODA LA OBRA	3
3.2. LÍNEA SUBTERRÁNEA.....	4
3.2.1. APERTURA DE ZANJA.....	4
3.2.2. COLOCACIÓN DE CONDUCCIONES EN ZANJA.....	6
3.2.3. RELLENO Y COMPACTACIÓN DE LA ZANJA	10
3.3. INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	12
3.3.1. INSTALACIÓN EN INTERIOR	12
3.3.2. INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA.....	14
4. RIESGOS LABORALES EN LA MAQUINARIA A EMPLEAR	15
4.1. MAQUINARIA EN GENERAL	15
4.2. MAQUINARIA PARA EL MOVIMIENTO DE TIERRAS EN GENERAL.....	17
4.3. RETROEXCAVADORA.....	18
4.4. CAMIÓN BASCULANTE.....	20
4.5. CAMIÓN GRÚA	20
4.6. CAMIÓN HORMIGONERA.....	21
4.7. RADIALES	22
4.8. HERRAMIENTAS MANUALES	22
5. RIESGOS LABORALES ESPECIALES	23
6. NORMAS DE SEGURIDAD APLICABLES A LA OBRA	24

1. ANTECEDENTES Y DATOS GENERALES

1.1. OBJETO Y AUTOR DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

El presente Estudio Básico de Seguridad y Salud está redactado para dar cumplimiento al Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, en el marco de la Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

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

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

1.2. PROYECTO AL QUE SE REFIERE

El presente Estudio Básico de Seguridad y Salud se refiere al Proyecto cuyos datos generales son:

- *Proyecto:* Instalación fotovoltaica nova estació d'autobusos Lleida.
- *Ingeniero autor del proyecto:* Ignacio Redón Segura
- *Titularidad del encargo:* Generalitat de Catalunya, Departament de Territori, Habitatge i Transició ecològica
- *Emplazamiento:* Carrer Princep de Viana, s/n – 25004 Lleida
- *Presupuesto de Ejecución Material:* 183.921,20 €
- *Plazo de ejecución previsto:* 2 meses
- *Número máximo de operarios:* 4
- *Total aproximado de jornadas:* 150

1.3. DESCRIPCIÓN DEL EMPLAZAMIENTO Y LA OBRA

A continuación se indican las principales características y condicionantes del emplazamiento donde se realizará la obra (Estado de accesos a la obra, topografía del terreno, edificaciones colindantes, suministro de energía eléctrica, agua y saneamiento, servidumbres y condicionantes, otros.):

- *El acceso hasta la obra se realiza por calle en buen estado.*
- *La zona de la obra dispone de todos los servicios urbanos tales como luz, agua, saneamiento etc.*

Seguidamente se procederá a la descripción general de la obra a que se refiere el presente Estudio Básico de Seguridad y Salud, y se describen brevemente las fases de que consta.

1.3.1. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA

En la cubierta de la estación de autobuses se colocarán 152 paneles solares y se instalarán 2 inversores de 50 kW, y en un inversor se albergarán 9 string y en el otro se albergarán 8 de paneles de 710W, haciendo un total de 152 paneles.

El cableado entre los paneles se realizará con conductores del tipo PV-ZZ-F (AS), con una sección mínima de 4 mm², con colores normalizados (Rojo en la parte positiva y el negro para el lado negativo). La sección mínima hasta el inversor será de 6 mm². Las secciones se justifican en el apartado de cálculos.

El inversor trifásico se instalará cerca de la generación para tener las menores pérdidas. Además, se colocarán las protecciones de CC y la protección CA será mediante un interruptor automático de 4x80A.

El conductor desde los inversores hasta el cuadro general será de aislamiento seco termoestable (XLPE) del tipo RZ1-K 0,6/1kV 4x35+TTx16mm2.

La instalación proyectada tendrá la modalidad según el R.D. 15/2018 y R.D. 244/2019 como suministro con autoconsumo sin excedentes. Además de suministrar energía para autoconsumo, inyectará energía excedentaria en las redes de transporte y distribución. En estos casos existirán dos tipos de sujetos de los previstos en el artículo 6, el sujeto consumidor y el productor.

La instalación proyectada será conectada a la instalación interior de baja tensión de la estación de autobuses al por lo que deberá cumplir con el R.D. 842/2002 (en materia de baja tensión), las normas UNE de referencia y con carácter adicional se cumplirán las disposiciones en materia de seguridad industrial relativas al R.D. 2267/2004 (en materia de protección contra incendios) así como las normas UNE de referencia.

1.4. INSTALACIONES PROVISIONALES Y ASISTENCIA SANITARIA

De acuerdo con el apartado 15 del Anexo 4 del R.D.1627/97, la obra dispondrá de los servicios higiénicos que se indican a continuación:

- Vestuarios con asientos y taquillas individuales, provistas de llave.: 10 m2
- Lavabos con agua fría, agua caliente, y espejo: 1 ud
- Duchas con agua fría y caliente: --- ud
- Retretes: 1 ud

OBSERVACIONES:

La utilización de los servicios higiénicos será no simultánea en caso de haber operarios de distintos sexos.

De acuerdo con el apartado A 3 del Anexo VI del R.D. 486/97, la obra dispondrá del material de primeros auxilios que se indica en la tabla siguiente, en la que se incluye además la identificación y las distancias a los centros de asistencia sanitaria más cercanos:

PRIMEROS AUXILIOS Y ASISTENCIA SANITARIA		
NIVEL DE ASISTENCIA	NOMBRE Y UBICACIÓN	DISTANCIA APROX. (Km)
Primeros auxilios	Botiquín portátil	En la obra
Asistencia Primaria (Urgencias)	Cap Eixample	1,6 km
Asistencia Especializada (Hospital)	Hospital Universitari Arnau de Vilanova	2,7 km

1.5. MAQUINARIA DE OBRA

La maquinaria que se prevé emplear en la ejecución de la obra se indica en la relación (no exhaustiva) adjunta:

Herramienta manual

1.6. MEDIOS AUXILIARES

A continuación se relacionan los medios auxiliares que van a ser empleados en la obra y sus características más importantes:

- Escaleras de mano

- Zapatas antideslizantes. Deben sobrepasar en 1 m la altura a salvar.
- Separación de la pared en la base = $\frac{1}{4}$ de la altura total. (Se prohíben para salvar alturas superiores a 5 m.)
- Mantener las escaleras en buen estado
- Estarán firmemente amarradas en su extremo superior al objeto o estructura al que dan acceso.
- El ascenso y descenso a través de las escaleras de mano que requieran movimientos a esfuerzos peligrosos para la estabilidad del trabajador, cuando salven alturas superiores a 3,50 m. se realizará dotado de cinturón de seguridad amarrado a un cable de seguridad paralelo por el que circulará libremente un mecanismo paralelo.
- El acceso de operarios a través de las escaleras de mano, se realizará de uno en uno. Se prohíbe la utilización al unísono de la escalera a 2 o más operarios.

2. RIESGOS LABORALES EVITABLES COMPLETAMENTE

La tabla siguiente contiene la relación de los riesgos laborables que pudiendo presentarse en la obra, van a ser totalmente evitados mediante la adopción de las medidas técnicas que también se incluyen:

RIESGOS EVITABLES		MEDIDAS TÉCNICAS ADOPTADAS
	Derivados de la rotura de instalaciones existentes	Neutralización de las instalaciones existentes
	Presencia de líneas eléctricas de alta tensión aéreas o subterráneas	Corte del fluido, puesta a tierra y cortocircuito de los cables

3. RIESGOS LABORALES EN LA OBRA

Este apartado contiene la identificación de los riesgos laborales, y las medidas preventivas y protecciones técnicas que deberán adoptarse para el control y la reducción de este tipo de riesgos. El primer apartado se refiere a aspectos generales que afectan a toda la obra, y las restantes a los aspectos específicos de cada una de las fases en las que ésta puede dividirse.

3.1. TODA LA OBRA

- Riesgos más frecuentes.
 - Caídas de operarios al mismo nivel
 - Caídas de operarios a distinto nivel

- Caídas de objetos sobre operarios
- Caídas de objetos sobre terceros
- Choques o golpes contra objetos
- Fuertes vientos
- Trabajos en condiciones de humedad
- Contactos eléctricos directos e indirectos
- Cuerpos extraños en los ojos
- Sobreesfuerzos

b) Medidas preventivas y protecciones colectivas.

- Orden y limpieza de las vías de circulación de la obra
- Orden y limpieza de los lugares de trabajo
- Recubrimiento, o distancia de seguridad (1m) a líneas eléctricas de B.T.
- Iluminación adecuada y suficiente (alumbrado de obra)
- No permanecer en el radio de acción de las máquinas
- Puesta a tierra en cuadros, masas y máquinas sin doble aislamiento
- Señalización de la obra (señales y carteles)
- Cintas de señalización y balizamiento a 10 m de distancia
- Vallado de los accesos a la obra, resistente y de altura 2m
- Extintor de polvo seco, de eficacia 21A - 113B
- Escaleras auxiliares
- Información específica
- Cursos y charlas de formación

c) Equipos de protección individual. (EPI-S)

- Cascos de seguridad
- Calzado protector
- Ropa de trabajo
- Ropa impermeable o de protección
- Gafas de seguridad
- Cinturones de protección del tronco
- Chaleco reflectante

3.2. LÍNEA SUBTERRÁNEA

3.2.1. APERTURA DE ZANJA

a) Riesgos detectados

- Caídas de personal al mismo nivel.
- Caídas de personas al interior de la zanja.
- Desprendimientos de tierras.
- Atropellamiento de personas.
- Vuelco, choque y falsas maniobras de la maquinaria de excavación.
- Interferencias con conducciones subterráneas.
- Distorsión de los flujos de tránsito habituales.
- Inundaciones.

b) Medidas preventivas

Los operarios tendrán los Equipos de Protección Individual correspondientes para la realización de las tareas.

Los trabajos estarán supervisados por una persona competente en la materia.

El personal que debe trabajar en esta obra en el interior de las zanjas conocerá los riesgos a los que podrá estar sometido.



Cuando los vehículos circulen en dirección al corte, la zona acotada ampliará esa misma distancia 1.00m más veces la profundidad del corte y no menos de 4.00m cuando se adopte una señalización de reducción de velocidad.

El acceso y salida de la zanja se efectuará mediante una escalera sólida, anclada en la parte superior de la zanja y estará apoyada sobre una superficie sólida de reparto de cargas. La escalera sobresaldrá 1.00m por encima del borde de la zanja.

Se dispondrá una escalera por cada 30m de zanja abierta o fracción de valor, que deberá de estar libre de obstrucción y correctamente arriostada transversalmente.

Antes del inicio de los trabajos, se inspeccionará la obra con el fin de detectar posibles grietas o movimientos del terreno.

Quedarán prohibidos los acopios a una distancia inferior a los 2.00m, del borde de una zanja.

Se entibará en zanjas de más de 60 cm de profundidad.

Se tenderá sobre la superficie de los taludes una malla de alambre galvanizado firmemente sujetada al terreno mediante redondos de hierro de 1m de longitud hincados en el terreno.

Se revisará el estado de cortes o taludes a intervalos regulares en aquellos casos en los que recibir empujes exógenos por proximidad de caminos, transitados por vehículos.

Se revisará el estado de cortes o taludes a intervalos regulares en aquellos casos donde se establezcan tajos con uso de martillos neumáticos, compactaciones por vibrador o paso de maquinaria para el movimiento de tierras.

Cuando haya habido que entibar, antes del inicio de los trabajos, se inspeccionará diariamente las entibaciones, tensando codales flojos, en especial después de la lluvia o heladas, así como al volver de días de descanso.

Se extremará la vigilancia de taludes durante las operaciones de entibado y desentibado en prevención de derrumbamientos del terreno.

Los elementos de la entibación no podrán utilizarse como medios para trepar, subir o bajar por las excavaciones.

Los elementos de la entibación no se utilizarán para apoyar instalaciones, conducciones o cualquier otro elemento.

Al finalizar la jornada o en interrupciones largas, se protegerán las bocas de las zanjas de profundidad mayor de 1.30m con un tablero resistente, red o elemento equivalente.

Cuando se prevea el paso de peatones o vehículos junto al borde de la excavación, se dispondrán vallas móviles que se iluminen cada 10 metros.

Las bocas de las zanjas estarán convenientemente protegidas, mediante barandillas de protección de 0.90m de altura y un rodapié que impida la caída de materiales.

Los anchos de las zanjas cumplirán los mínimos establecidos para garantizar la seguridad.

Se señalará acústicamente la maquinaria en movimiento.

Se dispondrá de iluminación adecuada de seguridad.

Se colocarán las pasarelas de tránsito con barandillas.

En zanjas de profundidad mayor de 1.30m, siempre que estén los operarios trabajando en su interior, se mantendrá uno de vigilancia en el exterior, que además de ayudar en el trabajo dará la voz de alarma en caso de emergencia.

Se mantendrá la obra en buen estado de orden y limpieza.

c) Equipos de protección individual

- Casco de seguridad.

- Ropa de trabajo.
- Guantes de cuero.
- Calzado de seguridad.
- Chaleco reflectante.
- Gafas de seguridad antiproyecciones.
- Ropa impermeable para tiempo lluvioso.
- Mascarillas antipolvo con filtro mecánico recambiable.

3.2.2. COLOCACIÓN DE CONDUCCIONES EN ZANJA

Descarga y acopio

a) Riesgos detectados

- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento.
- Choques y golpes contra objetos inmóviles.
- Choques y golpes contra objetos móviles.
- Atrapamiento o aplastamiento por o entre objetos.
- Atrapamiento o aplastamiento por vuelco de máquinas o vehículos.
- Atropellos o golpes con vehículos.
- Caída de objetos en manipulación.
- Pisadas sobre objetos.
- Otros

b) Medidas preventivas

Los operarios tendrán los Equipos de Protección Individual correspondientes para la realización de las tareas.

Los trabajos estarán supervisados por una persona competente en la materia.

Los tubos se descargará de los camiones y se acopiarán en los lugares señalados para ello.

Los tubos se acopiarán en posición horizontal, sobre durmientes dispuestos por capas de tal forma que no se dañen los elementos de enganche para su izado.

Cuando el material se acopie en posición vertical, éste se deberá evitar que el apilado alcance altura excesiva.

Se colocarán los tubos mediante grúas móviles, con ayuda de eslingas enlazadas y provistas de ganchos con pestillos de seguridad.

Antes del izado del tubo se comprobará que éste no se encuentra enganchado a ningún otro elemento.

El izado de los tubos se ejecutará suspendiendo la carga de dos puntos tales, que la carga permanezca estable.

Los tubos no se soltarán de los ganchos de suspensión de la carga hasta que no estén debidamente apoyados y estabilizados.

Se paralizarán los trabajos cuando se produzca viento fuerte.

Se prohibirá trabajar o permanecer en lugares de tránsito de piezas suspendidas, en prevención del riesgo de desplome.

Se instalarán señales de peligro, paso de cargas suspendidas sobre pies derechos bajo los lugares destinados a su paso.

La obra se mantendrá en las debidas condiciones de orden y limpieza.

Se suspenderán los trabajos en condiciones climatológicas adversas.

c) Equipos de protección individual

- Casco de seguridad.
- Guantes de cuero.
- Calzado de seguridad.
- Ropa de trabajo.
- Ropa impermeable para tiempo lluvioso.
- Chaleco reflectante.

Colocación de tubos

a) Riesgos detectados

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento.
- Caída de tierras por desplome o derrumbamiento.
- Caída de objetos en manipulación.
- Pisadas sobre objetos.
- Choques y golpes contra objetos inmóviles.
- Choques y golpes contra objetos móviles.
- Atrapamiento o aplastamiento por o entre objetos.
- Atrapamiento o aplastamiento por vuelco de máquinas o vehículos.
- Sobreesfuerzos, posturas forzadas o movimientos repetitivos.
- Atropellos o golpes con vehículos.

b) Medidas preventivas

Los operarios tendrán los Equipos de Protección Individual correspondientes para la realización de las tareas.

Los trabajos estarán supervisados por una persona competente en la materia.

El personal que debe trabajar en esta obra en el interior de las zanjas conocerá los riesgos a los que podrá estar sometido.

El acceso y salida de una zanja se efectuará mediante una escalera sólida, anclada en la parte superior de la zanja y estará apoyada sobre una superficie sólida de reparto de cargas. La escalera sobresaldrá 1.00m por encima del borde de la zanja.

Se dispondrá una escalera por cada 30m de zanja abierta o fracción de valor, que deberá de estar libre de obstrucción y correctamente arriostrada transversalmente.

Antes del inicio de los trabajos, se inspeccionará la obra con el fin de detectar posibles grietas o movimientos del terreno.

Cuando haya habido que entibar, antes del inicio de los trabajos, se inspeccionará diariamente las entibaciones, tensando codales flojos, en especial después de la lluvia o heladas, así como al volver de días de descanso.

Los elementos de la entibación no podrán utilizarse como medios para trepar, subir o bajar por las excavaciones.

Los elementos de la entibación no se utilizarán para apoyar instalaciones, conducciones o cualquier otro elemento.

Al finalizar la jornada o en interrupciones largas, se protegerán las bocas de las zanjas de profundidad mayor de 1.30m con un tablero resistente, red o elemento equivalente.

Las bocas de las zanjas estarán convenientemente protegidas, mediante barandillas de protección de 0.90m de altura y un rodapié que impida la caída de materiales.

Los anchos de las zanjas cumplirán los mínimos establecidos para garantizar la seguridad.

Se colocará las pasarelas de transito con barandillas.

En zanjas de profundidad mayor de 1.30m, siempre que estén los operarios trabajando en el interior, se mantendrá uno de vigilancia en el exterior, que además de ayudar en el trabajo dará la voz de alarma en caso de emergencia.

Los vehículos utilizados estarán dotados de la póliza de seguro con responsabilidad civil ilimitada.

Se establecerán a lo largo de la obra los letreros divulgativos y señalización de los riesgos propios de este tipo de trabajos.

Los conductores de cualquier vehículo provisto de cabina cerrada quedarán obligados a utilizar el casco de seguridad para abandonar la cabina en el interior de la obra.

Se prohibirá la circulación bajo cargas suspendidas.

Con temperaturas ambientales extremas se suspenderán los trabajos.

Cuando las condiciones de trabajo exijan otros medios de protección, se dotará a los trabajadores de los mismos.

Se realizarán los trabajos de tal manera que no se esté en la misma postura durante mucho tiempo.

Antes del movimiento del tubo se comprobará que éste no se encuentra enganchado a ningún otro elemento.

Se prohibirá trabajar o permanecer en lugares de tránsito de piezas suspendidas, en prevención del riesgo de desplome.

Se instalarán señales de peligro, paso de cargas suspendidas sobre pies derechos bajo los lugares destinados a su paso.

Se colocará iluminación artificial adecuada en caso de carecer de luz natural.

Se suspenderán los trabajos en condiciones climatológicas adversas.

Se paralizarán los trabajos cuando se produzca viento fuerte.

Se mantendrá siempre la limpieza y orden en la obra.

c) Equipos de protección individual

- Casco de seguridad.
- Guantes de cuero.
- Calzado de seguridad.
- Ropa de trabajo.
- Trajes para tiempo lluvioso.
- Gafas de seguridad antiproyecciones.
- Chaleco reflectante.
- Faja elástica de sujeción de cintura.

Alineación y unión de tubos

a) Riesgos detectados

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de tierras por desplome o derrumbamiento.
- Pisadas sobre objetos.
- Choques y golpes contra objetos inmóviles.
- Choques y golpes contra objetos móviles.
- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Atrapamiento o aplastamiento por o entre objetos.
- Sobreesfuerzos, posturas forzadas o movimientos repetitivos.

- Exposición a temperaturas ambientales extremas.
- Otros

b) **Medidas preventivas**

Los operarios tendrán los Equipos de Protección Individual correspondientes para la realización de las tareas.

Los trabajos estarán supervisados por una persona competente en la materia.

Se entibiará la zanja cuando presente riesgo de desplome, o cuando la profundidad lo requiera.

Se tendrá especial cuidado en el empleo de compactadores mecánicos para evitar atrapamientos o golpes.

Se vallará toda la zanja excavada impidiendo la caída de personas y personal ajeno a la obra.

Para cruzar la zanja excavada se dispondrá de pasarelas adecuadas, con barandillas de seguridad.

Se dispondrá de palas de emergencia en prevención de posibles desprendimientos.

En zonas con riesgo de afectar a otros servicios, se efectuará la excavación de la zanja con cuidado.

Se colocarán escaleras en condiciones de seguridad para acceder al fondo de las zanjas.

Con temperaturas ambientales extremas se suspenderán los trabajos.

No se acopiarán materiales de ninguna clase en el borde de la excavación.

Cuando las condiciones de trabajo exijan otros medios de protección, se dotará a los trabajadores de los mismos.

Cuando sea necesario realizar excavaciones se seguirán las debidas condiciones de seguridad durante las operaciones de excavación.

Se realizarán los trabajos de tal manera que no se esté en la misma postura durante mucho tiempo.

Se colocará iluminación artificial adecuada en caso de carecer de luz natural.

Se suspenderán los trabajos en condiciones climatológicas adversas.

Se mantendrá siempre la limpieza y orden en la obra.

c) **Equipos de protección individual**

- Casco de seguridad.
- Calzado de seguridad.
- Ropa de trabajo.
- Guantes de cuero.
- Mascarilla con filtro mecánico recambiable.
- Cinturón porta-herramientas.
- Gafas de seguridad antiproyecciones.
- Chaleco reflectante.

Ejecución de juntas

a) **Riesgos detectados**

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de tierras por desplome o derrumbamiento.
- Caída de objetos en manipulación.
- Pisadas sobre objetos.
- Choques y golpes contra objetos inmóviles.
- Golpes y cortes por objetos o herramientas.

- Proyección de fragmentos o partículas.
- Sobreesfuerzos, posturas forzadas o movimientos repetitivos.
- Exposición a temperaturas ambientales extremas.
- Contactos eléctricos.
- Iluminación inadecuada.

b) Medidas preventivas

Los operarios tendrán los Equipos de Protección Individual correspondientes para la realización de las tareas.

Los trabajos estarán supervisados por una persona competente en la materia.

Se entibiará la zanja cuando presente riesgo de desplome, o cuando la profundidad lo requiera.

Se tendrá especial cuidado en el empleo de compactadores mecánicos para evitar atrapamientos o golpes.

Se vallará toda la zanja excavada impidiendo la caída de personas y personal ajeno a la obra.

Para cruzar la zanja excavada se dispondrá de pasarelas adecuadas, con barandillas de seguridad.

Se dispondrá de palas de emergencia en prevención de posibles desprendimientos.

En zonas con riesgo de afectar a otros servicios, se efectuará la excavación de la zanja con cuidado.

Se colocarán escaleras en condiciones de seguridad para acceder al fondo de las zanjas.

Con temperaturas ambientales extremas se suspenderán los trabajos.

No se acopiarán materiales de ninguna clase en el borde de la excavación.

Cuando las condiciones de trabajo exijan otros medios de protección, se dotará a los trabajadores de los mismos.

Cuando sea necesario realizar excavaciones se seguirán las debidas condiciones de seguridad durante las operaciones de excavación.

Se realizarán los trabajos de tal manera que no se esté en la misma postura durante mucho tiempo.

Se colocará iluminación artificial adecuada en caso de carecer de luz natural.

Se suspenderán los trabajos en condiciones climatológicas adversas.

Se mantendrá siempre la limpieza y orden en la obra.

c) Equipos de protección individual

- Casco de seguridad.
- Guantes de cuero.
- Calzado de seguridad.
- Ropa de trabajo.
- Trajes para tiempo lluvioso.
- Gafas de seguridad antiproyecciones.
- Chaleco reflectante.
- Cinturón porta-herramientas.

3.2.3. RELLENO Y COMPACTACIÓN DE LA ZANJA

a) Riesgos detectados

- Siniestros de vehículos por exceso de carga o mal mantenimiento.
- Caídas de material desde las cajas de los vehículos.
- Caídas de personas desde las cajas o carrocerías de los vehículos.
- Interferencias entre vehículos por falta de dirección o señalización en las maniobras.

- Atropello de personas.
- Vuelco de vehículos durante descargas en sentido de retroceso.
- Accidentes por conducción en ambientes pulverulentos de poca visibilidad.
- Accidentes por conducción sobre terrenos encharcados, sobre barrizales.
- Vibraciones sobre las personas.
- Ruido ambiental.

b) **Medidas preventivas**

Los operarios tendrán los Equipos de Protección Individual correspondientes para la realización de las tareas.

Todo el personal que maneje los camiones, dumper, (apisonadoras, o compactadoras), será especialista en el manejo de estos vehículos, estando en posesión de la documentación de capacitación acreditativa.

Todos los vehículos serán revisados periódicamente (según usted prescriba) en especial en los órganos de accionamiento neumático, quedando reflejados las revisiones en el libro de mantenimiento.

Se prohíbe sobrecargar los vehículos por encima de la carga máxima admisible, que llevarán siempre escrita de forma legible.

Todos los vehículos de transporte de material empleados especificarán claramente la "Tara" y la "Carga máxima".

La circulación de vehículos se realizará a un máximo de aproximación al borde de la excavación no superior a los 3.00m para vehículos ligeros.

Se prohibirá el transporte de personal fuera de la cabina de conducción y/o en número superior a los asientos existentes en el interior.

Cada equipo de carga para rellenos será dirigido por un jefe de equipo que coordinará las maniobras.

Se regarán periódicamente los tajos, las cargas y cajas de camión, para evitar las polvaredas.

Se señalizarán los accesos y recorrido de los vehículos en el interior de la obra para evitar las interferencias.

Se instalará en el borde de los terraplenes de vertido, sólidos topes de limitación de recorrido para el vertido en retroceso, a las distancias señaladas en los planos.

Todas las maniobras de vertido en retroceso serán dirigidas por el (Capataz, Jefe de Equipo, Encargado...).

Se prohibirá la permanencia de personas en un radio no inferior a los 5m entorno a las compactadoras y apisonadoras en funcionamiento.

Todos los vehículos empleados en esta obra, para las operaciones de relleno y compactación serán dotados de bocina automática de marcha hacia atrás.

Se señalizarán los accesos a la vía pública, mediante las señales normalizadas de "Peligro indefinido", "Peligro salida de camiones" y "STOP".

Los vehículos de compactación y apisonado irán provistos de cabina de seguridad de protección en caso de vuelco.

Los vehículos utilizados estarán dotados de la póliza de seguro con responsabilidad civil ilimitada.

Se establecerán a lo largo de la obra los letreros divulgativos y señalización de los riesgos propios de este tipo de trabajos.

Los conductores de cualquier vehículo provisto de cabina cerrada quedarán obligados a utilizar el casco de seguridad para abandonar la cabina en el interior de la obra.

c) **Equipos de protección individual**

- Casco de seguridad.
- Ropa de trabajo.
- Guantes de cuero.
- Calzado de seguridad.
- Chaleco reflectante.
- Gafas de seguridad antiproyecciones.
- Ropa impermeable para tiempo lluvioso.
- Mascarillas antipolvo con filtro mecánico recambiable.

3.3. INSTALACIÓN ELÉCTRICA

3.3.1. INSTALACIÓN EN INTERIOR.

a) Riesgos.

- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de materiales o elementos en manipulación.
- Choques y golpes contra objetos inmóviles.
- Sobreesfuerzos o posturas inadecuadas.
- Contacto con sustancias nocivas o tóxicas.
- Contactos eléctricos.
- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Pisadas sobre objetos
- Proyección de fragmentos o partículas.

b) Medidas preventivas.

En la fase de obra de apertura y cierre de rozas se esmerara el orden y la limpieza de la obra, para evitar los riesgos de pisadas o tropezones.

La iluminación en los tajos no será inferior a los 100 lux, medidos a 2 m del suelo.

La iluminación mediante portátiles se efectuará utilizando "portalámparas estancos con mango aislante", y rejilla de protección de la bombilla, alimentados a 24 voltios.

Se prohíbe el conexionado de cables a los cuadros de suministro eléctrico de obra, sin la utilización de las clavijas macho- hembra.

Las escaleras de mano a utilizar, serán del tipo "tijera", dotadas con zapatas antideslizantes y cadena limitadora de apertura, para evitar los riesgos por trabajos realizados sobre superficies inseguras y estrechas.

Se prohíbe la formación de andamios utilizando escaleras de mano a modo de borriquetas, para evitar los riesgos por trabajos sobre superficies inseguras y estrechas.

Se prohíbe en general en esta obra, la utilización de escaleras de mano o de andamios sobre borriquetas, en lugares con riesgo de caída desde altura durante los trabajos de electricidad, si antes no se han instalado las protecciones de seguridad adecuadas.

Las herramientas a utilizar por los electricistas e instaladores, estarán protegidas con material aislante normalizado contra los contactos con la energía eléctrica.

Las pruebas de funcionamiento de la instalación eléctrica serán anunciadas a todo el personal de la obra antes de ser iniciadas, para evitar accidentes.

Antes de hacer entrar en carga a la instalación eléctrica se hará una revisión en profundidad de las conexiones de mecanismos, protecciones y empalmes de los cuadros generales eléctricos directos o indirectos, de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

Antes de hacer entrar en servicio las celdas de transformación se procederá a comprobar la existencia real en la sala, de la banqueta de maniobras, pértigas de maniobra, extintores de polvo químico

seco y botiquín, y que los operarios se encuentran vestidos con las prendas de protección adecuadas. Una vez comprobados estos puntos, se procederá a dar la orden de entrada en servicio.

Los conductores eléctricos estarán protegidos, canalizándose en todo su recorrido y utilizando registros o cajas de empalmes para realizar las conexiones, evitando de esta forma la accesibilidad a puntos bajo tensión.

Las instalaciones estarán provistas de puesta a tierra y deberán cumplir lo indicado en el Reglamento de Baja Tensión.

En ningún caso podrán modificarse las condiciones o protecciones de un cuadro eléctrico.

La maquinaria eléctrica portátil, constará de doble aislamiento como protección eléctrica.

Los cuadros eléctricos deben permanecer libres de obstáculos almacenados en su entorno, para facilitar un rápido acceso en caso de necesidad.

Los cuadros eléctricos de obra que deban colocarse en el exterior, serán de tipo para la intemperie con una protección mínima IP447 y se recomienda además que se protejan del agua de lluvia mediante viseras.

Todos los cuadros eléctricos, deberán ir señalizados con la señal de riesgo eléctrico y deberán permanecer cerrados bajo llave en todo momento.

La instalación de alumbrado general, par las instalaciones provisionales de obra, y demás casetas, estará protegida por interruptores automáticos magnetotérmicos.

Toda la maquinaria eléctrica estará protegida por un disyuntor diferencial y las partes metálicas de todo equipo eléctrico dispondrán de toma de tierra.

Las tomas de tierra de los cuadros, deberán encontrarse perfectamente distribuidas (incluso los armarios de los cuadros en caso de ser metálicos) y revisadas periódicamente.

Los interruptores diferenciales deben poseer sensibilidades mínimas de 30 mA para alumbrado y 300 mA para fuerza, comprobándose su funcionamiento periódicamente.

Las bases de conexión que se encuentran en el exterior de armario, deben ser de tipo estanco.

Los cuadros eléctricos deben encontrarse fijados a paramento o bastidor móvil.

Deben realizarse revisiones periódicas del cuadro por personal especializado y realizándose acta de las mismas.

Las conexiones al cuadro, deben realizarse con clavijas normalizadas y compatibles con la base del enchufe.

Los empalmes provisionales entre mangueras, se ejecutarán mediante conexiones normalizadas estancos antihumedad.

El trazado de las mangueras de suministro eléctrico a plantas, será colgado, a una altura sobre el pavimento en torno a los dos metros.

No se realizarán revisiones y reparaciones bajo corriente. Antes de iniciar una reparación se desconectará la máquina de la red eléctrica, instalando en el lugar de conexión un letrero visible, en el que se lea: "NO conectar; hombres trabajando en la red".

La ampliación o modificación de líneas, cuadros y asimilables sólo la efectuarán los electricistas.

Los conductores tendrán la funda protectora aislante sin defectos apreciables.

Debe quedar terminantemente prohibido realizar conexiones a cables pelados y empalmes.

El tendido de cables eléctricos sobre lugares de paso, debe realizarse a una altura de seguridad convenientemente señalizada (recomendable mayor de 2,5 metros en lugares peatonales y de 5 metros en paso de vehículos)

Cuando deban tenderse cables por el suelo, se protegerán frente al paso de vehículos (cubrir con plástico o poner planchas).

Siempre que se pueda, tender los cables eléctricos por los paramentos verticales.

c) Equipos de protección individual.

- Casco de polietileno, para utilizar durante los desplazamientos por la obra y en lugares con riesgo de caída de objetos o de golpes.
- Botas aislantes de electricidad (conexiones).
- Botas de seguridad.
- Guantes aislantes.
- Ropa de trabajo.
- Alfombra aislante.
- Comprobadores de tensión.
- Herramientas aislantes.

3.3.2. INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA

a) Riesgos.

- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de personas a distinto nivel.
- Cortes por manejo de herramientas manuales.
- Cortes por manejo de las guías y conductores.
- Pinchazos en las manos por manejo de guías y conductores.
- Golpes por herramientas manuales.
- Sobreesfuerzos o posturas inadecuadas.
- Quemaduras.
- Electrocución.

b) Medidas preventivas.

Se esmerará el orden y la limpieza de la obra, para evitar los riesgos de pisadas o tropezones.

Los tajos estarán bien iluminados, entre los 200-300 lux.

La iluminación mediante portátiles se efectuará utilizando 'portalámparas estancos con mango aislante', y rejilla de protección de la bombilla, alimentados a tensión de seguridad.

Se prohibirá el conexiónado de cables a los cuadros de suministro eléctrico de obra, sin la utilización de las clavijas macho-hembra.

Acotaremos las zonas de trabajo para evitar accidentes.

Verificaremos el estado de los cables de las máquinas portátiles para evitar contactos eléctricos.

Las escaleras de mano a utilizar, serán del tipo 'tijera', dotadas con zapatas antideslizantes y cadena limitadora de apertura, para evitar los riesgos por trabajos realizados sobre superficies inseguras y estrechas.

Se prohibirá la formación de andamios utilizando escaleras de mano a modo de borriquetas, para evitar los riesgos por trabajos sobre superficies inseguras y estrechas.

Se prohibirá en general en esta obra, la utilización de escaleras de mano o de andamios sobre borriquetas, en lugares con riesgo de caída desde altura durante los trabajos de electricidad, si antes no se han instalado las protecciones de seguridad adecuadas.

Las herramientas a utilizar por los electricistas instaladores, estarán protegidas con material aislante normalizado contra los contactos con la energía eléctrica.

Las pruebas de funcionamiento de la instalación eléctrica serán anunciadas a todo el personal de la obra antes de ser iniciadas, para evitar accidentes.

Antes de hacer entrar en carga a la instalación eléctrica se hará una revisión en profundidad de las conexiones de mecanismos, protecciones y empalmes de los cuadros generales eléctricos directos o indirectos, de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

c) Equipos de protección individual.

- Casco de seguridad.
- Calzado de seguridad.
- Ropa de trabajo.
- Guantes de goma aislantes.
- Comprobadores de tensión.
- Herramientas aislantes.
- Chaleco reflectante.

4. RIESGOS LABORALES EN LA MAQUINARIA A EMPLEAR

4.1. MAQUINARIA EN GENERAL

a) Riesgos detectados

- Vuelcos.
- Hundimientos.
- Choques.
- Formación de atmósferas agresivas o molestas.
- Ruido.
- Explosión e incendios.
- Atropellos.
- Caídas a cualquier nivel.
- Atrapamientos.
- Cortes.
- Golpes y proyecciones.
- Contactos con la energía eléctrica.
- Los inherentes al propio lugar de utilización.
- Los inherentes al propio trabajo a ejecutar.
- Otros.

b) Medidas preventivas

Los motores con transmisión a través de ejes y poleas, estarán dotados de carcasa protectoras antiatrapamientos (cortadoras, sierras, compresores, etc.).

Los motores eléctricos estarán cubiertos de carcasa protectoras eliminadoras del contacto directo con la energía eléctrica. Se prohíbe su funcionamiento sin carcasa o con deterioros importantes de estas.

Se prohíbe la manipulación de cualquier elemento componente de una máquina accionada mediante energía eléctrica, estando conectada a la red de suministro.

Los engranajes de cualquier tipo, de accionamiento mecánico, eléctrico o manual, estarán cubiertos por carcasa protectoras antiatrapamientos.

Las máquinas con funcionamientos irregulares o averiadas serán retiradas inmediatamente para su reparación.

Las máquinas averiadas que no se puedan retirar se señalizarán con carteles de aviso con la leyenda: "MÁQUINA AVERIADA, NO CONECTAR".

Se prohíbe la manipulación y operaciones de ajuste y arreglo de máquinas al personal no especializado específicamente en la máquina objeto de reparación.

Como precaución adicional para evitar la puesta en servicio de máquinas averiadas o de funcionamiento irregular, se bloquearán los arrancadores, o en su caso, se extraerán los fusibles eléctricos.

La misma persona que instale el letrero de aviso de "MÁQUINA AVERIADA", será la encargada de retirarlo, en prevención de conexiones o puestas en servicio fuera de control.

Solo el personal autorizado será el encargado de la utilización de una determinada máquina o máquina-herramienta.

Las máquinas que no sean de sustentación manual se apoyarán siempre sobre elementos nivelados y firmes.

La elevación o descenso a máquina de objetos, se efectuará lentamente, izándolos en directriz vertical. Se prohíben los tirones inclinados.

Los ganchos de cuelgue de los aparatos de izar quedarán libres de cargas durante las fases de descenso.

Las cargas en transporte suspendido estarán siempre a la vista, con el fin de evitar los accidentes por falta de visibilidad de la trayectoria de la carga.

Los ángulos sin visión de la trayectoria de carga, se suplirán mediante operarios que utilizando señales preacordadas suplan la visión del citado trabajador.

Se prohíbe la permanencia o el trabajo de operarios en zonas bajo la trayectoria de cargas suspendidas.

Los aparatos de izar a emplear en esta obra, estarán equipados con limitador de recorrido del carro y de los ganchos, carga punta giro por interferencia.

Los motores eléctricos de grúas y de los montacargas estarán provistos de limitadores de altura y del peso a desplazar, que automáticamente corten el suministro eléctrico al motor cuando se llegue al punto en el que se debe detener el giro o desplazamiento de la carga.

Los cables de izado y sustentación a emplear en los aparatos de elevación y transportes de cargas en esta obra, estarán calculados expresamente en función de los solicitados para los que se los instala.

La sustitución de cables deteriorados se efectuará mediante mano de obra especializada, siguiendo las instrucciones del fabricante.

Los lazos de los cables estarán siempre protegidos interiormente mediante forrillos guardacabos metálicos, para evitar deformaciones y cizalladuras.

Los cables empleados directa o auxiliarmente para el transporte de cargas suspendidas se inspeccionarán como mínimo una vez a la semana por el Servicio de Prevención, que previa comunicación al Jefe de Obra, ordenará la sustitución de aquellos que tengan más del 10 % de hilos rotos.

Los ganchos de sujeción o sustentación, serán de acero o de hierro forjado, provistos de "pestillo de seguridad".

Se prohíbe en esta obra, la utilización de enganches artesanales construidos a base de redondos doblados.

Todos los aparatos de izado de cargas llevarán impresa la carga máxima que pueden soportar.

Todos los aparatos de izar estarán sólidamente fundamentados, apoyados según las normas del fabricante.

Se prohíbe en esta obra, el izado o transporte de personas en el interior de jaulones, bateas, cubilotes y asimilables.

Todas las máquinas con alimentación a base de energía eléctrica, estarán dotadas de topes de seguridad de final de carrera.

Los carriles para desplazamiento de grúas estarán limitados, a una distancia de 1 m de su extremo mediante topes de seguridad de final de carrera.

Se mantendrá en buen estado la grasa de los cables de las grúas (montacargas, etc.).

Semanalmente, el Servicio de Prevención, revisará el buen estado del lastre y contrapeso de la grúa torre, dando cuenta de ello a la Jefatura de Obra, y esta, a la Dirección Facultativa.

Semanalmente, por el Servicio de Prevención, se revisarán el buen estado de los cables contravientos existentes en la obra, dando cuenta de ello al Jefe de Obra, y este, a la Dirección Facultativa.

Los trabajos de izado, transporte y descenso de cargas suspendidas, quedarán interrumpidos bajo régimen de vientos superiores a los señalados para ello, por el fabricante de la máquina.

c) Equipos de protección individual

- Casco de polietileno.
- Ropa de trabajo.
- Botas de seguridad.
- Guantes de seguridad.
- Gafas de seguridad antiproyecciones.
- Otros.

4.2. MAQUINARIA PARA EL MOVIMIENTO DE TIERRAS EN GENERAL

a) Riesgos detectados

- Vuelco.
- Atropello.
- Atrapamiento.
- Los derivados de operaciones de mantenimiento (quemaduras, atrapamientos, etc.).
- Vibraciones.
- Ruido.
- Polvo ambiental.
- Caídas al subir o bajar de la maquina.
- Otros.

b) Medidas preventivas

Las máquinas para los movimientos de tierras estarán dotadas de faros de marcha hacia adelante y de retroceso, retrovisores en ambos lados, pórtico de seguridad antivuelco y antiimpactos y un extintor.

Las máquinas para el movimiento de tierras serán inspeccionadas diariamente controlando el buen funcionamiento del motor, sistemas hidráulicos, frenos, dirección, luces, bocina retroceso, transmisores, cadenas y neumáticos.

Se prohíbe trabajar o permanecer dentro del radio de acción de la maquinaria de movimiento de tierras, para evitar los riesgos por atropello.

Se prohíbe en esta obra, el transporte de personas sobre las máquinas para el movimiento de tierras, para evitar los riesgos de caídas o de atropellos.

Se prohíben las labores de mantenimiento o reparación de maquinaria con el motor en marcha, en prevención de riesgos innecesarios.

Se instalarán topes de seguridad de fin de recorrido, ante la coronación de los cortes de taludes o terraplenes, a los que debe aproximarse la maquinaria empleada en el movimiento de tierras, para evitar los riesgos por caída de la maquina.

Se señalizarán los caminos de circulación interna mediante cuerda de banderolas y señales normalizadas de tráfico.

Se prohíbe en esta obra la realización de replanteos o de mediciones en las zonas donde están operando las maquinas para el movimiento de tierras. Antes de proceder a las tareas enunciadas, será preciso parar la maquinaria, o alejarla a otros tajos.

Se prohíbe el acopio de tierras a menos de 2 m. del borde de la excavación.

c) Equipos de protección individual

- Casco de polietileno (de uso obligatorio para abandonar la cabina).
- Gafas de seguridad.
- Guantes de cuero.
- Ropa de trabajo.
- Trajes para tiempo lluvioso.
- Botas de seguridad.
- Protectores auditivos.
- Botas de goma o de P.V.C.
- Cinturón elástico antivibratorio.

4.3. RETROEXCAVADORA

a) Riesgos detectados.

- Atropello.
- Vuelco de la máquina.
- Choque contra otros vehículos.
- Quemaduras.
- Atrapamientos.
- Caída de personas desde la máquina.
- Golpes.
- Ruido propio y de conjunto.
- Vibraciones.

b) Medidas preventivas.

Los caminos de circulación interna de la obra, se cuidarán para evitar blandones y embarramientos excesivos que mermen la seguridad de la circulación de la maquinaria.

No se admitirán en esta obra máquinas que no vengan con la protección de cabina antivuelco o pótico de seguridad.

Se prohíbe que los conductores abandonen la máquina con el motor en marcha.

Se prohíbe que los conductores abandonen la pala con la cuchara izada y sin apoyar en el suelo.

La cuchara durante los transportes de tierras, permanecerá lo más baja posible para poder desplazarse con la máxima estabilidad.

Los ascensos o descensos en carga de la máquina se efectuarán siempre utilizando marchas cortas.

La circulación sobre terrenos desiguales se efectuará a velocidad lenta.

Se prohíbe transportar personas en el interior de la cuchara.

Se prohíbe izar personas para acceder a trabajos puntuales utilizando la cuchara.

Las máquinas a utilizar en esta obra, estarán dotadas de un extintor, timbrado y con las revisiones al día.

Las máquinas a utilizar en esta obra, estarán dotadas de luces y bocina de retroceso.

Se prohíbe arrancar el motor sin antes cerciorarse de que no hay nadie en el área de operación de la pala.

Los conductores se cercioraran de que no existe peligro para los trabajadores que se encuentren en el interior de pozos o zanjas próximos al lugar de excavación.

Se acotará a una distancia igual a la del alcance máximo del brazo excavador, el entorno de la máquina. Se prohíbe en la zona la realización de trabajos o la permanencia de personas.

Se prohíbe en esta obra utilizar la retroexcavadora como una grúa, para la introducción de piezas, tuberías, etc., en el interior de las zanjas.

Se prohíbe realizar trabajos en el interior de las trincheras o zanjas, en la zona de alcance del brazo de la retro.

A los maquinistas de estas máquinas se les comunicara por escrito la siguiente normativa preventiva, antes del inicio de los trabajos.

Al circular junto a una línea eléctrica aérea hay que tener en cuenta las sinuosidades del camino, los baches y demás irregularidades al calcular las distancias. Para líneas menores de 66 kV, la distancia de la máquina será como mínimo de 3 m y de 5 m para la línea mayores de 66 kV.

Medidas de actuación preventiva para los maquinistas

Para subir o bajar de la máquina, utilice los peldaños y asideros dispuestos para tal función, evitara lesiones por caída.

No suba utilizando las llantas, cubiertas, cadenas y guardabarros, evitará accidentes por caída.

Suba y baje de la maquinaria de forma frontal asiéndose con ambas manos; es más seguro.

No salte nunca directamente al suelo, si no es por peligro inminente para usted.

No trate de realizar "ajustes" con la máquina en movimiento o con el motor en funcionamiento, puede sufrir lesiones.

No permita que personas no autorizadas accedan a la máquina, pueden provocar accidentes o lesionarse.

No trabaje con la máquina en situación de avería o semiavería. Repárela primero, luego reincide el trabajo.

Para evitar lesiones, apoye en el suelo la cuchara, pare el motor, ponga el freno de mano y bloquee la máquina; a continuación realice las operaciones de servicio que necesite.

No libere los frenos de la máquina en posición de parada, si antes no ha instalado los tacos de inmovilización en las ruedas.

Vigile la presión de los neumáticos, trabaje con el inflado a la presión recomendada por el fabricante de la máquina.

c) Equipos de protección individual.

- Gafas antiproyecciones.
- Casco de polietileno (de uso obligatorio para abandonar la cabina).
- Ropa de trabajo.
- Guantes de cuero.
- Guantes de goma o de P.V.C.
- Cinturón elástico antivibratorio.
- Calzado antideslizante.
- Botas impermeables (terreno embarrado).

4.4. CAMIÓN BASCULANTE

a) Riesgos más frecuentes

- Atropello de personas (entrada, salida, etc.).
- Choques contra otros vehículos.
- Vuelco del camión.
- Caída (al subir o bajar de la caja).
- Atrapamiento (apertura o cierre de la caja).

b) Normas y medidas preventivas

Los camiones dedicados al transporte de tierras en obra estarán en perfectas condiciones de mantenimiento y conservación.

La caja será bajada inmediatamente después de efectuada la descarga y antes de emprender la marcha.

Las entradas y salidas a la obra se realizarán con precaución auxiliado por las señales de un miembro de la obra.

Si por cualquier circunstancia tuviera que parar en la rampa el vehículo quedará frenado y calzado con topes.

Se prohíbe expresamente cargar los camiones por encima de la carga máxima marcada por el fabricante, para prevenir los riesgos de sobrecarga. El conductor permanecerá fuera de la cabina durante la carga.

c) Equipos de protección individual (EPI'S).

- Casco de polietileno (al abandonar la cabina del camión y transitar por la obra).
- Ropa de trabajo.
- Calzado de seguridad.
- Chaleco reflectante

4.5. CAMIÓN GRÚA

a) Riesgos detectados.

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Atrapamientos.
- Golpes por el manejo de herramientas y objetos pesados.
- Cortes.
- Sobreesfuerzos.
- Contacto con la energía eléctrica.
- Vuelco del camión-grúa.
- Atropellos durante los desplazamientos.
- Derrame o desplome de la carga durante el transporte.
- Golpes por la carga a las personas o a las cosas durante su transporte aéreo.

b) Medidas preventivas.

Antes de iniciar las maniobras de carga y descarga, se fijarán los gatos estabilizadores.

Siempre que se considere necesario, las maniobras en la grúa serán dirigidas por un especialista.

Los ganchos de la grúa tendrán cerradura de seguridad.

Se prohibirá sobrepasar la carga máxima admisible.

El gruista tendrá en todo momento la carga suspendida a la vista. Si eso no es posible las órdenes serán dirigidas por un especialista.

Las rampas de circulación no superarán en ningún caso una inclinación superior al 20 por 100.

Se prohibirá arrastrar cargas con el camión.

Se prohibirá la permanencia de personas a distancias inferiores a los 5 metros del camión.

Se prohibirá la permanencia de operarios bajo las cargas en suspensión.

El conductor tendrá el certificado de capacitación correspondiente.

Se extremarán las precauciones durante las maniobras de suspensión de objetos estructurales para su colocación en obra, ya que habrá operarios trabajando en el lugar, y un pequeño movimiento inesperado puede provocar graves accidentes.

No se trabajará en ningún caso con vientos superiores a los 50 Km./h.

c) Equipos de protección individual.

- Casco de polietileno.
- Ropa de trabajo.
- Ropa de abrigo.
- Botas de seguridad.
- Botas de goma o P.V.C. de seguridad.

4.6. CAMIÓN HORMIGONERA

Cuando el hormigón se suministre a la obra mediante camión hormigonera, éste cumplirá todas las normas de seguridad y medidas preventivas indicadas para el camión basculante más las suyas propias.

a) Riesgos detectados.

Además de los propios del vehículo en sí, y que ya se han descrito en el apartado del camión basculante:

- Dermatosis en la piel por contacto con el hormigón.
- Atrapamientos y golpes en el manejo de las canales.
- Atrapamientos con los elementos móviles de la cuba.

b) Medidas preventivas.

Se mantendrán las mismas normas básicas de seguridad que para los camiones basculantes, teniendo en cuenta además que:

El manejo de los mandos de la cuba únicamente lo realizará el conductor del camión

Los tramos de canaletas se sujetarán y manejarán por los asideros para evitar atrapamientos al colocarlos o desmontarlos

El camión no podrá ponerse en marcha hasta no haber fijado correctamente las canales.

No deberá arrimarse a lo bordes de hormigonado a una distancia inferior a los 2.00 metros, para lo que se dispondrán los correspondientes topes de seguridad.

Las canales deberán estar dotadas de asideros y sus soportes, tanto en posición de vertido como en posición de parada, garantizarán la imposibilidad de su caída, descuelgues o molimientos incontrolados.

c) Equipos de protección individual.

- Casco de polietileno (al abandonar la cabina del camión y transitar por la obra).
- Ropa de trabajo.
- Chaleco reflectante.
- Calzado de seguridad.
- Guantes de goma o PVC para el contacto con el agua, el cemento o el hormigón.

4.7. RADIALES

a) Riesgos más frecuentes.

- Proyecciones de fragmentos.
- Incendios por proyección de fragmentos incandescentes.
- Cortes.
- Quemaduras.
- Golpes.
- Caída de objetos.
- Atrapamientos.
- Contacto con la energía eléctrica.
- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel

b) Normas y medidas preventivas.

Siempre se utilizará la máquina con la carcasa que cubre parte del disco colocada.

La alimentación eléctrica se realizará mediante cables antihumedad para evitar riesgos eléctricos.

La máquina estará protegida eléctricamente mediante doble aislamiento.

Se comprobará el estado del disco, sustituyéndose los que estén fisurados o con algún tipo de melladuras en los bordes.

Las máquinas en situación de avería o semiavería se dejarán para su reparación.

Para evitar daños en los ojos siempre se tendrán colocadas las gafas de seguridad antiproyección de partículas cuando se esté utilizando la máquina.

Se prohíbe el uso de máquinas herramientas al personal no autorizado para evitar accidentes por impericia.

Se mantendrá limpia de aceites, grasas y otras sustancias deslizantes.

Se paralizará el trabajo con la radial en caso de lluvia.

Se prohíbe dejar la máquina de corte en marcha abandonada por el suelo para evitar accidentes.

En periodos prolongados sin uso se deberá dejar la máquina desenchufada.

Se pueden producir incendios por la combustión de los distintos materiales que puedan existir en la zona de trabajo de la máquina, debido a las partículas incandescentes que se desprenden con el uso cuando se están cortando o desbastando piezas de acero. Observar que la zona de trabajo se encuentre limpia de materiales que puedan ser combustibles.

c) Equipos de protección individual (EPI'S).

- Casco de seguridad.
- Guantes de cuero.
- Ropa de trabajo, que no deberá ser muy suelta o con vuelos por el peligro de enganche con piezas o disco.
- Gafas contra proyección de partículas.
- Chaleco reflectante

4.8. HERRAMIENTAS MANUALES

a) Riesgos más frecuentes

- Golpes en las manos y los pies.
- Cortes en las manos.

- Proyección de partículas.

- Caídas al mismo nivel.

- Caídas a distinto nivel

.Normas y medidas preventivas

Las herramientas manuales se utilizaran en aquellas tareas para las que han sido concebidas.

Antes de su uso se revisaran, desechándose las que no se encuentren en buen estado de conservación.

Se mantendrán limpias de aceites, grasas y otras sustancias deslizantes.

Para evitar caídas, cortes o riesgos análogos, se colocaran en portaherramientas o estantes adecuados.

Durante su uso se evitara su depósito arbitrario por los suelos.

Los trabajadores recibirán instrucciones concretas sobre el uso correcto de las herramientas que hayan de utilizar.

b) Equipos de protección individual (EPI'S).

- Cascos.

- Botas de seguridad.

- Guantes de cuero o P.V.C.

- Ropa de trabajo.

- Gafas contra proyección de partículas.

- Cinturones de seguridad.

- Chaleco reflectante

5. RIESGOS LABORALES ESPECIALES

Seguidamente se relacionan aquellos trabajos que siendo necesarios para el desarrollo de la obra definida en el Proyecto de referencia, implican riesgos especiales para la seguridad y la salud de los trabajadores, y están por ello incluidos en el Anexo II del R.D. 1627/97. También se indican las medidas específicas que deben adoptarse para controlar y reducir los riesgos derivados de este tipo de trabajos.

TRABAJOS CON RIESGOS ESPECIALES

1.- Especialmente graves de caídas de altura, sepultamientos y hundimientos.

2.- Exposición a agentes químicos o biológicos

3.- Exposición a radiaciones ionizantes

4.- En proximidad de líneas eléctricas de alta tensión

5.- Con exposición a riesgo de ahogamiento por inmersión

6.-Obras de excavación de túneles, pozos y otros trabajos que supongan movimientos de tierra subterráneos.

7.-Trabajos realizados en inmersión con equipo subacuático.

8.-Trabajos realizados en cajones de aire comprimido.

9.-Que impliquen el uso de explosivos

10.-Que requieren el montaje y desmontaje de elementos prefabricados pesados.

MEDIDAS PREVENTIVAS.

- A estudiar cuando se den este tipo de trabajos especiales. *

6. NORMAS DE SEGURIDAD APLICABLES A LA OBRA

GENERAL

[]	Ley de Prevención de Riesgos Laborales.	Ley 31/1995	08-11-95	J. Estado	10-11-95
	Modificación	Ley 39/1997	05-11-99	J. Estado	06-11-99
	Modificación	R.D. 5/2000	04-08-00	M. Trabajo	08-08-00
	Modificación	Ley 54/2003	12-12-03	J. Estado	13-12-03
	Desarrollo Art. 24 de la Ley 31/1995	RD 171/2004	30-01-04	M. Trabajo	31-01-04
	Modificación	Ley 31/2006	18-10-06	J. Estado	19-10-06
	Modificación	Ley 3/2007	22-03-07	J. Estado	23-03-07
	Modificación	Ley 25/2009	22-12-09	J. Estado	23-12-09
	Modificación	Ley 32/2010	05-08-10	J. Estado	06-08-10
	Modificación	Ley 14/2013	27-09-13	J. Estado	28-09-13
	Modificación	Ley 35/2014	26-12-14	J. Estado	27-12-14
[]	Reglamento de los Servicios de Prevención.	RD 39/1997	17-01-97	M. Trabajo	31-01-97
	Modificación	RD 780/1998	30-04-98	M. Trabajo	01-05-98
	Añadido	RD 688/2005	10-06-05	M. Trabajo	11-06-05
	Modificación	RD 604/2006	19-05-06	M. Trabajo	29-05-06
	Modificación	RD 298/2009	06-03-09	M. Presid.	07-03-09
	Modificación	RD 38/2010	15-01-10	M. Trabajo	16-01-10
	Modificación	RD 337/2010	19-03-10	M. Trabajo	23-03-10
	Modificación	RD 843/2011	17-06-11	M. Presid.	04-07-11
[]	Disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción. (transposición Directiva 92/57/CEE)	RD 598/2015	03-07-15	M. Presid.	04-05-15
	Modificación	RD 1627/1997	24-10-97	M. Presid.	25-10-97
	Modificación	RD 2177/2004	12-11-04	M. Presid.	13-11-06
	Modificación	RD 604/2006	19-05-06	M. Trabajo	29-05-06
	Modificación	RD 1109/2007	24-08-07	M. Trabajo	25-08-07
[]	Sanciones por infracciones muy graves en materia de prevención de riesgos laborales	RD 337/2010	19-03-10	M. Trabajo	23-03-10
		RD 597/2007	04-05-07	M. Trabajo	05-05-07
[]	Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud.	RD 485/1997	14-04-97	M. Trabajo	23-04-97
	Modificación	Ley 35/2014	03-07-15	M. Presid.	04-05-15
[]	Modelo de libro de incidencias.	Orden	20-09-86	M. Trabajo	13-10-86
	Corrección de errores.	--	--	M. Trabajo	31-10-86
[]	Modelo de notificación de accidentes de trabajo.	Orden	16-12-87	M. Trabajo	29-12-87
[]	Reglamento Seguridad e Higiene en el Trabajo de la Construcción.	Orden	20-05-52	M. Trabajo	15-06-52
	Modificación	Orden	10-12-53	M. Trabajo	22-12-53
	Modificación.	Orden	23-09-66	M. Trabajo	01-10-66
[]	Aprueba el cuadro de enfermedades profesionales en el sistema de la Seguridad Social y se establecen criterios para su notificación y registro.	RD 1299/2006	10-11-06	M. Sanidad	19-12-06
	Modificación	RD 1150/2015	18-12-15	M. Presid.	19-12-15
[]	Ordenanza general de seguridad e higiene en el trabajo.	Orden	09-03-71	M. Trabajo	16-03-71
	Corrección de errores.	--	--		06-04-71
[]	(parcialmente derogada)				
	Ordenanza trabajo industrias construcción, vidrio y cerámica.	Orden	28-08-70	M. Trabajo	05-09-70
	Corrección de errores.	--	--	M. Trabajo	17-10-70
	Interpretación de varios artículos.	Orden	21-11-70	M. Trabajo	28-11-70
	Interpretación de varios artículos.	Resolución	24-11-70	DG Trabajo	05-12-70
	Interpretación de varios artículos.	Resolución	23-03-71	M. Trabajo	25-03-71
	Modificación	Orden	22-03-72	M. Trabajo	31-03-72
	Modificación	Orden	28-07-72	M. Trabajo	10-08-72
	Modificación (no derogada), Orden 28-08-70.	Orden	27-07-73	M. Trabajo	31-07-73
[]	Señalización y otras medidas en obras fijas en vías fuera de poblaciones.	Orden	31-08-87	M.O.P.U.	18-09-87
[]	Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo	RD 486/1997	14-04-97	M. Trabajo	23-04-97
	Modificación	RD 2177/2004	12-11-04	M. Presid.	13-11-04

[]	Protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido. Corrección de errores Corrección de errores	RD 286/2006 -- --	10-03-06 -- --	M. Presidencia-Dptos implicados	VISADO N.º : VD04492-25A DE FECHOS-06/10/2025 E-VISADO
[]	Disposiciones mín. seg. y salud sobre manipulación manual de cargas (Directiva 90/269/CEE)	RD 487/97	14-04-97	M. Trabajo	23-04-97
[]	Disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto.	RD 396/2006	31-03-06	M. Presidencia	11-04-06
[]	Estatuto de los trabajadores	RDL 2/2015	24-10-15	M. Empleo y S.S.	13-11-15
[]	Referencias a las Normas UNE que son transposición de normas armonizadas, así como el período de coexistencia y la entrada en vigor del marcado CE relativo a varias familias de productos de construcción Ampliación de los Anexos I, II Y III	Orden Resolución	29-11-2001 17-04-2007	M. Ciencia M. Indust.	07-12-01 05-05-07
[]	Estatuto del trabajo autónomo Corrección de errores	Ley 20/2007 --	11-07-07 --	J. Estado	12-07-07 25-09-07
[]	Regulación de la jornada laboral Deroga a RD 2001/1983 excepto Art. 45, 46 y 47 Modificación Modificación Modificación Modificación Modifica el Art. 45.4	RD 2001/1983 RD 1561/1995 RD 285/2002 RD 294/2004 RD 902/2007 Resolución	28-07-83 21-09-95 22-03-02 20-02-04 06-07-07 09-10-07	M. Trabajo M. Trabajo M. Trabajo M. Presid. M. Presid. M. Trabajo	29-07-83 26-10-95 05-04-02 27-02-04 18-07-07 20-10-07
[]	Sobre la exposición de los trabajadores a agentes biológicos Modificado	RD 664/1997 Orden	12-05-97 25-03-98	M. Presidencia M. Trabajo	24-05-97 30-03-98
[]	Sobre la exposición de los trabajadores a agentes cancerígenos Modificado Modificado	RD 665/1997 RD 1124/2000 RD 349/2003	12-05-97 16-06-00 21-03-03	M. Presidencia y Dptos. Implicados	24-05-97 17-06-00 05-04-03
[]	Sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajos contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo Corrección de errores Corrección de errores	RD 374/2001 -- --	06-04-01 -- --	M. Presidencia y Dptos. Implicados	01-05-01 30-05-01 22-06-01
[]	Reglamento sobre Notificación de Sustancias Nuevas y Clasificación, Envasado y Etiquetado de Sustancias Peligrosas Modificación Modificación Modificado Derogado Disposición Adicional Primero Modificación Modificación	RD 363/1995 RD 700/1998 RD 507/2001 RD 99/2003 RD 255/2003 RD 1802/2008 RD 717/2010	10-03-95 24-04-98 11-05-01 24-01-03 28-02-03 3-11-08 28-05-10	M. Presidencia y Dptos. Implicados	05-06-95 05-05-98 12-05-01 04-02-03 04-03-03 04-11-08 29-05-10
[]	Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión Anulación el inciso 4.2.c.2 de la ITC-BT-03 Nueva ITC que modifica instrucciones técnicas	RD 842/2002 Sentencia RD 1053/2014	02-08-02 17-02-04 12-12-14	M. Ciencia T. Supremo	18-09-02 05-04-04 13-12-14
[]	Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo Modificado	RD 1215/1997 RD 2177/2004	18-07-97 12-11-04	M. Presidencia y Dptos. Implicados	07-08-97 13-11-04
[]	Ley reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción Desarrollo de la Ley 32/2006 Corrección de errores Modificación del RD 1109/2007 Modificación	Ley 32/2006 RD 1109/2007 -- RD 327/2009 RD 337/2010	18-10-06 24-08-07 -- 13-03-09 19-03-10	J. Estado M. Trabajo M. Trabajo M. Trabajo M. Trabajo	19-10-06 25-08-07 12-09-07 14-03-09 23-03-10
[]	Registro de Empresas Acreditadas en el sector de la construcción en el Ámbito de la Comunidad Autónoma de Aragón	D 93/2008	27-05-08	Gobierno de Aragón	03-06-08

	Disposiciones mínimas de seguridad y salud en el trabajo de los trabajadores en el ámbito de las empresas de trabajo temporal	RD 216/1999	05-02-99	M. Trabajo	
	Reglamento de las empresas de trabajo temporal	RD 417/2015	29-05-15	M. Empleo y SS	29-10-15
	Reglamento General de Circulación para la aplicación y desarrollo del texto articulado de la Ley sobre tráfico, circulación de vehículos a motor y seguridad vial Modificación	RD 1428/2003 RD 965/2006	21-11-03 01-09-06	M. Presid. M. Presid.	23-12-03 05-09-03
	Sobre el riesgo de caída de personas a distinto nivel	N.T.P. 202			
[]	Regula la producción y gestión de residuos de construcción y demolición	RD 105/2008	01-02-08	M. Presidencia	13-02-08
[]	Reglamento de la producción, posesión y gestión de los residuos de la construcción y la demolición, y del régimen jurídico del servicio público de eliminación y valorización de escombros que no procedan de obras menores de construcción y reparación domiciliaria en la Comunidad Autónoma de Aragón.	D 262/2006	27-12-06	Gobierno de Aragón	03-01-07

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPI)

	Condiciones comerc. Y libre circulación de EPI (Directiva 89/686/CEE). Corrección de errores Modificación	RD 1407/1992 -- Orden	20-11-92 -- 16-05-94	M. Relación Cortes -- M. Industria	28-12-92 24-02-93 11-06-94
[]	Modificación: Marcado "CE" de conformidad y año de colocación. Corrección de errores Dictado de conformidad Modificación RD 159/95.	RD 159/1995 -- Resolución Orden	03-02-95 -- 25-04-96 20-02-97	M. Presid. M. Presid. M. Industria M.R. Cortes	08-03-95 22-03-95 28-05-96 06-03-97
[]	Disp. Mínimas de seg. y salud de equipos de protección individual. (Transposición Directiva 89/656/CEE). Corrección de erratas	RD 773/1997 --	30-05-97 --	M. Presid. y Dptos Implicados	12-06-97 18-07-97
[]	EPI contra caída de altura. Disp. De descenso.	UNE EN341		AENOR	
[]	Protectores auditivos. Recomendaciones relativas a la selección, uso, precauciones de empleo y mantenimiento	UNE-EN 458		AENOR	
[]	Cascos de protección para la industria	UNE-EN 397		AENOR	
[]	EPI para sujeción en posición de trabajo y prevención de caídas de altura	UNE-EN 358		AENOR	
[]	EPI para prevención de caídas de altura. Arneses de asiento	UNE-EN 813		AENOR	
[]	Protección individual de los ojos. Requisitos	UNE-EN 166		AENOR	
[]	Guantes de protección contra riesgos mecánicos	UNE-EN 388		AENOR	
[]	Requisitos generales para guantes	UNE-EN 420		AENOR	
[]	Guantes y manoplas de material aislante para trabajos eléctricos	UNE-EN 60903		AENOR	
[]	Protectores auditivos. Requisitos de seguridad y ensayos. Parte 2: Tapones	UNE-EN 352:2		AENOR	
[]	Calzado de seguridad, calzado de protección y calzado de trabajo para uso profesional. Parte 1: Requisitos y métodos de ensayo.	UNE-EN 344-1		AENOR	
[]	Calzado de seguridad, calzado de protección y calzado de trabajo para uso profesional. Parte 2: Requisitos adicionales y métodos de ensayo	UNE-EN 344-2		AENOR	
[]	Especificaciones para el calzado de trabajo de uso profesional	UNE-EN 345-1		AENOR	
[]	Parte 2: Especificaciones adicionales	UNE-EN 345-2		AENOR	
[]	Especificaciones para el calzado de protección de uso profesional	UNE-EN 346-1		AENOR	
[]	Calzado de protección para uso profesional. Parte 2: Especificaciones adicionales.	UNE-EN 346-2		AENOR	

<input type="checkbox"/>	Especificaciones del calzado de trabajo de uso profesional	UNE-EN 347-1		AENOR	
<input type="checkbox"/>	Parte 2: Especificaciones adicionales	UNE-EN 347-2		AENOR	
	Dispositivos de protección respiratoria. Medias máscaras filtrantes de protección contra partículas. Requisitos, ensayos, marcado.	UNE-EN 149		AENOR	
<input type="checkbox"/>	Conjuntos de protección contra el frío	UNE-ENV 342		AENOR	
<input type="checkbox"/>	Ropas de protección. Protección contra las intemperies	UNE-ENV 343		AENOR	
<input type="checkbox"/>	Requisitos generales para la ropa de protección	UNE-EN 340		AENOR	
	Ropas de señalización de alta visibilidad	UNE-EN 471		AENOR	

INSTALACIONES Y EQUIPOS DE OBRA

<input type="checkbox"/>	Regulación de las emisiones sonoras en el entorno debidas a determinadas máquinas de uso al aire libre Modificación	RD 212/2002 RD 524/2006	22-02-02 28-04-06	M. Pres.	01-03-02 04-05-06
<input type="checkbox"/>	Normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas. Modificación	RD 1644/2008 RD 494/2012	10-10-08 09-03-12	M. Pres. M. Pres.	11-10-08 17-03-12
<input type="checkbox"/>	Protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas Modificación	RD 1311/2005 RD 330/2009	04-11-05 13/03/2009	M. Trabajo M. Presidencia	05-11-05 26/03/2009
<input type="checkbox"/>	Disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgos eléctricos	RD 614/2001	08-06-01	M. Presid.	21-06-01
<input type="checkbox"/>	ITC-MIE-AEM2. Reglamento de aparatos de elevación y manutención referente a grúa torre para obras u otras aplicaciones Corrección de errores	RD 836/2003 --	27-06-03 --	M. Ciencia --	17-07-03 23-01-04
<input type="checkbox"/>	ITC-MIE-AEM4. Grúas móviles autopropulsadas	RD 837/2003	27-06-03	M. C. Tec	17-07-03

Teruel, Octubre de 2025

El Graduado en Ingeniería Eléctrica
Máster Universitario en Ingeniería Industrial

INGENIERIA Y CONSULTORIA
Fdo. Ignacio Redón Segura
Colegiado nº 3765



DOCUMENTO N°5

PRESUPUESTO

Ud	Resumen	CanPres	Pres	ImpPres
-----------	----------------	----------------	-------------	----------------

FOTOVOLTAICA		1,00	183.921,20	
u	Inversor de String Inteligent de connexió a xarxa trifàsica, potència nominal d'entrada 55 kWp, potència nominal de sortida 50 k	2,00	7.437,20	14.874,41
m	Safata metàl·lica de xapa llisa amb coberta d'acer galvanitzat en calent, d'alçària 60 mm i amplària 400 mm, col·locada sobre su	184,00	145,55	26.781,86
m	Cable elèctric unipolar, resistent a la intempèrie, per a instalacions fotovoltaiques, garantit per 30 anys, tipus ZZ-F, tensi	1.976,00	6,38	12.608,80
u	Estructura de suport per a 3 panells fotovoltaics de mides 2,4 m x 1,3 m x 50 mm, en muntatge horitzontal, inclinació 30º. Per	51,00	878,86	44.821,82
u	Limitador de sobretensions tipus 3	1,00	629,80	629,80
pa	Partida alçada d'abonament íntegre per a la realització de la documentació i gestió administrativa p	1,00	1.952,46	1.952,46
u	Enginyeria de Configuració del sistema de supervisió i control generació d'electricitat mitjançant p	1,00	4.369,78	4.369,78
u	"Panell solar fotovoltaic de silici monocristal.lí, de 675 Wp STC. Característiques a STC: Tensió màxima de sortida (Vmpp): 38	152,00	342,35	52.037,46
u	Conjunt de sistema de comunicacions, mesura i control del sistema fotovoltaic, que inclou Smartlogger i Smart Power de Huawei o	1,00	983,51	983,51
u	Quadres de protecció DC de suport a inversor IP-55 per 24 pannells, inclou portafusibles, fusibles i caixes de protecció. Unitat	7,00	3.068,15	21.477,05
u	Sistema de posada a terra dels suports i instal·lació fotovoltaica de Baixa Tensió	1,00	3.384,25	3.384,25
Total 01.04.04.02		1,00		183.921,20

TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL	183.921,20
---------------------------------	-------------------

GASTOS GENERALES (6%)	11.035,27
------------------------------	------------------

BENEFICIO INDUSTRIAL (13%)	23.909,76
-----------------------------------	------------------

SUMA	218.866,23
-------------	-------------------

IVA (21%)	45.961,91
------------------	------------------

TOTAL	264.828,14
--------------	-------------------