

**UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ  
DE ELCHE  
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE  
ELCHE  
MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL**



**"ADAPTACIÓN DEL PROYECTO DE AMPLIACIÓN DE  
INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN CT  
(1x1.000 + 1x2.000 kVA) PARA ALMACÉN INDUSTRIAL "**

**TRABAJO FIN DE MÁSTER**

Septiembre-2024

**AUTOR: Jaime Montalbán Sánchez**

**DIRECTOR/ES: Mario Ortiz García**

**UNIVERSIDAD MIGUEL  
HERNÁNDEZ DE ELCHE  
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR**



**TRABAJO FIN DE  
MÁSTER**  
SEPTIEMBRE - 2024

**"ADAPTACIÓN DEL PROYECTO DE AMPLIACIÓN DE  
INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN CT (1x1.000  
+ 1x2.000 kVA) PARA ALMACÉN INDUSTRIAL"**

**AUTOR: Jaime Montalbán Sánchez**

**DIRECTOR/ES: Mario Ortiz García**

1 MEMORIA .....	9
1.1 RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS .....	9
1.1.1 Titular .....	9
1.1.2 Proyectista .....	9
1.1.3 Emplazamiento .....	9
1.1.4 Municipio .....	9
1.1.5 Actividad .....	9
1.1.6 Potencia instalada en kVA .....	9
1.1.7 Tipo de Centro de Transformación .....	10
1.1.8 Tipo de transformador .....	10
1.2 ANTECEDENTES .....	11
1.3 OBJETO DEL PROYECTO .....	12
1.4 EMPLAZAMIENTO DE LAS INSTALACIONES .....	12
1.5 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Y DE LA INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN .....	12
1.5.1 Obra Civil .....	13
1.5.1.1 Local .....	13
1.5.2 Instalación Eléctrica .....	18
1.5.2.1 Características de la Red de Alimentación. ....	18
1.5.2.2 Características de la Aparamenta de Alta Tensión. ....	18
1.5.2.3 Transformador .....	23
1.5.2.4 Características materiales varios de Alta Tensión .....	26
1.5.2.5 Características de la aparamenta de Baja Tensión.....	26
1.5.3 Puesta a tierra.....	28
1.5.4 Instalaciones Secundarias .....	30
1.5.4.1 Alumbrado .....	30
1.5.4.2 Cálculo de la Batería de Condensadores .....	31
1.5.4.3 Protección contra Incendios .....	34
1.5.4.4 Ventilación.....	34
1.5.4.5 Filtro sobretensiones .....	35
1.5.5 Cuadros BT Climatización .....	37
1.5.5.1 CGBT CLIMA .....	37
1.5.5.2 CS SERVICIOS CT CLIMA .....	39
1.5.5.3 CS CLIMA 1 .....	39

1.5.5.4 CS CLIMA 2 .....	40
1.5.6 Comunicaciones cuadros BT Climatización.....	41
1.5.6.1 Analizador UMG JANITZA.....	41
1.5.6.2 Dispositivo EIFE .....	42
1.5.6.3 Pasarela IFE+IFM .....	43
1.5.6.4 Unidad ZBRN32 .....	43
1.5.6.5 Unidad NT935 .....	44
1.5.6.6 Unidad SMARTLINK.....	44
<b>2 CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS .....</b>	<b>45</b>
<b>2.1 TENSIÓN NOMINAL Y CAÍDA DE TENSIÓN MÁXIMA ADMISIBLES.....</b>	<b>45</b>
<b>2.2 INTENSIDAD EN EL LADO DE ALTA TENSIÓN.....</b>	<b>45</b>
<b>2.3 INTENSIDAD EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN.....</b>	<b>45</b>
<b>2.4 CÁLCULO DE INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO.....</b>	<b>46</b>
2.4.1 Cálculo de las corrientes de cortocircuito.....	46
2.4.2 Cortocircuito en el lado de Alta tensión .....	47
2.4.2.1 Intensidad máxima de cortocircuito trifásico en bornas de la celda de entrada.....	47
2.4.2.2 Intensidad máxima de cortocircuito trifásico en bornas de entrada de los transformadores .....	47
2.4.3 Cortocircuito en el lado de Baja Tensión .....	48
2.4.3.1 Intensidad máxima de cortocircuito trifásico en bornas de salida del transformador.....	48
2.4.4 Dimensionado del embarrado .....	49
2.4.5 Dimensionado de los puentes entre las celdas de protección y el transformador .....	50
2.4.5.1 Comprobación por densidad de corriente en régimen permanente.....	50
2.4.5.2 Comprobación por intensidad admisible en régimen de cortocircuito... 50	
2.4.5.3 Selección de los fusibles de AT y BT.....	52
2.4.6 Dimensionado de la ventilación del PFU-7.....	52
2.4.7 Dimensionado del pozo apagafuego .....	54
<b>2.5 CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA .....</b>	<b>54</b>
2.5.1 Investigación de las características del suelo.....	54
2.5.2 Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente a la eliminación del defecto .....	55
2.5.3 Diseño preliminar de la instalación de tierra.....	55

2.5.4	Diseño y cálculo de la resistencia de puesta a tierra .....	57
2.5.5	Cálculo de la intensidad y tensión de defecto.....	58
2.5.6	Cálculo de los valores de tensiones máximas admisibles en la instalación .	59
2.5.7	Cálculo de las tensiones de paso, contacto y diferencia de potencial en el interior de la instalación .....	60
2.5.8	Cálculo de las tensiones de paso, en el acceso de la instalación.....	61
2.5.9	Cálculo de las tensiones de paso y contacto en el exterior de la instalación	61
2.5.10	Cálculo de las máximas tensiones de paso admisibles .....	62
2.5.11	Investigación de tensiones transferibles al exterior .....	64
2.5.12	Corrección y ajuste del diseño inicial.....	64
2.5.13	Revisión del sistema de tierras.....	65
2.6	CÁLCULO DE SECCIONES Y PROTECCIONES A CUADROS Y MÁQUINAS CLIMATIZACIÓN.....	65
2.6.1.	Cálculo de la demanda de corriente por las máquinas/cuadros.....	65
2.6.2.	Tipo de canalización empleada .....	65
2.6.3	Sección del cableado por intensidad máxima admisible.....	66
2.6.4.	Cálculo de las protecciones en cuadros .....	68
3.	PLIEGO DE CONDICIONES.....	69
3.1	OBJETO .....	69
3.2	LEGISLACIÓN APLICABLE .....	69
3.3	NORMAS DE EJECUCIÓN Y SELECCIÓN DE CARACTERÍSTICAS PARA LOS EQUIPOS Y MATERIALES.....	71
3.3.1	Sistemas de instalación.....	71
3.3.2	Condiciones .....	71
3.3.3	Circuitos derivados, protección contra sobreintensidades .....	72
3.3.4	Puesta en servicio de las instalaciones .....	73
3.4	RESPONSABILIDADES Y OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA .....	74
3.4.1	Documentación de Proyecto .....	74
3.4.2	Cumplimiento de la normativa en vigor .....	75
3.4.3	Oficina de la Obra .....	76
3.4.4	Funciones del Contratista.....	76
3.4.5	Representación del Contratista .....	77
3.4.6	Presencia del Contratista en la obra.....	77
3.5	PRESCRIPCIONES GENERALES .....	78
3.5.1	Caminos y accesos .....	78

3.5.2 Replanteos.....	78
3.5.3 Coordinación con otros oficios .....	78
3.5.4 Planos de taller .....	79
3.5.5 Inspección de los trabajos.....	79
3.5.6 Trabajos y materiales defectuosos .....	79
3.5.7 Protección durante el montaje. Limpieza final .....	81
3.5.8 Interpretación del proyecto.....	82
<b>3.6 TRABAJOS Y MATERIALES COMPRENDIDOS.....</b>	<b>83</b>
3.6.1 Trabajos comprendidos.....	83
3.6.2 Trabajos no comprendidos.....	84
3.6.3 Materiales complementarios .....	84
<b>3.7 CONDICIONES GENERALES DE EQUIPOS Y MONTAJES .....</b>	<b>85</b>
3.7.1 Preparación y programación de la obra.....	85
3.7.2 Zanjas .....	86
3.7.2.1 Dimensiones y Condiciones Generales de Ejecución .....	88
3.7.2.4 Características particulares de ejecución de cruzamiento y paralelismos .....	90
3.7.6 Centros de Transformación.....	92
3.7.6.1 Calidad de los materiales .....	92
3.7.6.4 Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad.....	94
3.7.7 Conductores.....	95
3.7.8 Tierra de la instalación .....	95
3.7.8.1 Tierra de protección (herrajes).....	95
3.7.8.2 Tierra de servicio (neutro de trafo).....	96
3.7.8.3 Tierra de utilización (baja tensión) .....	96
3.7.8.4 Derivaciones.....	96
3.7.9.2 Alumbrado de emergencia y señalización .....	97
<b>3.8 PRUEBAS Y ENSAYOS.....</b>	<b>97</b>
3.8.1 Controles y pruebas en fábrica.....	97
3.8.2 Pruebas parciales .....	98
<b>3.9 RECEPCIÓN DE LAS OBRAS.....</b>	<b>99</b>
3.9.1 Documentación final de obras.....	99
3.9.2 Recepción provisional .....	100
3.9.3 Recepción definitiva .....	100
<b>3.10 GARANTÍAS.....</b>	<b>101</b>

4 PRESUPUESTO .....	101
5 ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD .....	103
5.1 Estudio básico de seguridad y salud .....	103
5.1.1 Objeto y alcance del estudio de seguridad y salud laboral. ....	103
5.1.2 Datos generales .....	104
5.1.2.1 Titular .....	104
5.1.2.2 Proyectista.....	104
5.1.2.3 Emplazamiento.....	104
5.1.2.4 Municipio .....	104
5.2 Disposiciones legislativas en materia de seguridad y salud .....	104
5.3 Relación no exhaustiva de los trabajos que implican riesgos especiales para la seguridad y la salud de los trabajadores .....	106
5.4 Principios generales aplicables durante la ejecución de la obra.....	106
5.5 Derechos de los trabajadores.....	107
5.6 Obligaciones.....	108
5.6.1 Empresario.....	108
5.6.2 Contratistas y subcontratistas .....	108
5.6.3 Trabajadores autónomos .....	109
5.6.4 Trabajadores en materia de prevención de riesgos.....	110
5.6.5 Coordinador de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra.....	111
5.7 Identificación de los riesgos laborales y medidas preventivas.....	112
5.7.1 Movimiento de tierras .....	112
5.8 Cimentaciones y estructuras .....	114
5.9 Cubiertas .....	116
5.10 Albañilería y cerramientos .....	118
5.11 Instalaciones .....	118
5.12 Alicatados, enfoscados, enlucidos, falsos techos, pintura, carpintería y cerrajería .....	120
5.13 Primeros auxilios .....	121
5.13.1 Botiquín.....	121

5.13.2 Asistencia sanitaria .....	122
5.13.3 Reconocimiento médico .....	123
5.14 Coordinador de seguridad y salud.....	123
5.15 Plan de seguridad y salud .....	124
5.16 Libro de incidencias.....	124
5.17 Paralización de los trabajos.....	125
6 PLANOS.....	125



## 1 MEMORIA

### 1.1 RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS

#### 1.1.1 Titular

El titular de las instalaciones y peticionario del presente proyecto es:

- Titular: UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE.
- Dom. Social: Avinguda de la Universitat d'Elx, s/n
- Código postal: 03202
- Telf.: 966 65 85 00

#### 1.1.2 Projectista

- Nombre: Jaime Montalbán Sánchez
- Escuela: Politécnica Superior de Elche.
- Dirección: Avinguda de la Universitat d'Elx, s/n
- Teléfono: 966 65 85 00

#### 1.1.3 Emplazamiento

- Dirección: Avinguda de la Universitat d'Elx, s/n, 03202 Elche (Alicante)

#### 1.1.4 Municipio

- Localidad: Elche
- Provincia: Alicante

#### 1.1.5 Actividad

El centro de transformación da servicio al almacén. La ampliación del CT proyectada dará servicio a las climatizadoras nuevas a instalar en el mismo.

#### 1.1.6 Potencia instalada en kVA

Para cubrir la potencia demandada por las climatizadoras, se instalará un nuevo transformador seco de las siguientes características:

DENOMINACIÓN	S (kVA's)
Máquina -Trafo 2	2.000

De esta forma, el CT ampliado quedará de la siguiente manera:

DENOMINACIÓN	S (kVA's)	TIPO DE OPERACIÓN	SENTIDO DEL FLUJO DE ENERGÍA
Máquina -Trafo 1	1.000	Reductor de Tensión	De AT a BT
Máquina -Trafo 2	2.000	Reductor de Tensión	De AT a BT

La potencia total instalada en el centro de transformación será de 3.000 kVA.

### 1.1.7 Tipo de Centro de Transformación

El centro de transformación será de abonado, y estará compuesto por dos prefabricados; un PFU5 (existente) y un PFU7 (nuevo). El prefabricado existente contendrá apartamentada formada por cabinas de media tensión prefabricadas bajo envolvente metálica según norma UNE-EN 62271-200, y dispondrá de aparatos de corte en atmósfera de hexafluoruro. El SF6 es un gas inerte, incoloro, neutro, no inflamable, seis veces más pesado que el aire y no tóxico. Gracias a sus propiedades se usa como aislante y extintor de arco en equipos eléctricos de este tipo de manera que, cuando abrimos el seccionador de las celdas, no se pueda producir un arco eléctrico que deje pasar la corriente.

Los dos prefabricados tendrán las siguientes características:

- Potencia: 1x1.000 kVA + 1x2.000 kVA's
- A.T.: 20.000 V
- B.T.: 420 V
- Conexión: Dyn 11

El PFU-5 existente contiene las celdas de línea y medida del transformador existente, y, además, se le añadirá la celda del nuevo transformador que estará ubicado en el PFU-7 nuevo.

Aprovechando esta actuación, se instalarán todas las celdas nuevas del fabricante Ormazabal.

### 1.1.8 Tipo de transformador

Los transformadores instalados son de refrigeración natural, de tipo seco.

<b>DENOMINACIÓN:</b>	<b>Transformador T-1</b>
Potencia Asignada (S):	1x1.000 kVA
Tipo de operación:	Reductor
Primario (A.T.):	20.000 V
Secundario (B.T.):	420 V
Grupo de Conexión:	Dyn 11
Regulación:	+/- 5%, +/- 2,5%, 0%, +7,5%
<b>DENOMINACIÓN:</b>	<b>Transformador T-2</b>
Potencia Asignada (S):	1x2.000 kVA
Tipo de operación:	Reductor
Primario (A.T.):	20.000 V
Secundario (B.T.):	420 V
Grupo de Conexión:	Dyn 11
Regulación:	+/- 5%, +/- 2,5%, 0%, +7,5%

## 1.2 ANTECEDENTES

Se dispone de un almacén logístico compuesto de distintos habitáculos destinados a procesos productivos, oficinas, vestuarios, comedor, etc.

El esquema general es el siguiente:

- Un edificio prefabricado ubicado junto de la parcela de la nave donde se encuentran las celdas que conforman el Centro de Seccionamiento y las celdas que conforman el Centro de Entrega y Medida de Energía (CEEM) existente:
  - El Centro de Seccionamiento, propiedad de compañía, recibe la alimentación a través de una línea de 20 kV de la compañía suministradora.

- El Centro de Entrega y Medida de Energía (CEEM), es el punto de entrada de la energía eléctrica solicitada a la compañía suministradora.
- Una distribución en 2 líneas radiales de 20 kV que dan servicio a los centros de transformación repartidos por los distintos edificios del centro logístico.

### **1.3 OBJETO DEL PROYECTO**

El objetivo de este proyecto es detallar las especificaciones técnicas, los cálculos justificativos, así como las condiciones legales y de seguridad necesarias para la legalización ante la administración. Esto es necesario para llevar a cabo la expansión de un centro de transformación de abonado de 1.000 kVA, mediante la adición de un nuevo transformador de 2.000 kVA destinado a los servicios de climatización de la nave industrial. También se contempla la modificación de las cabinas de media tensión, reemplazando el conjunto de celdas actual por uno nuevo de la marca Ormazabal.

El prefabricado actual está situado en la fachada noroeste de la nave industrial. Se construirá un nuevo prefabricado (PFU-7) junto a él, que albergará el nuevo transformador y el Cuadro General de Baja Tensión (CGBT) para la instalación de climatización, según se detalla en los planos adjuntos al proyecto.

También, será objeto del presente proyecto detallar las especificaciones de la instalación de Baja Tensión usadas para la nueva climatización de la nave.

### **1.4 EMPLAZAMIENTO DE LAS INSTALACIONES**

La instalación objeto del presente proyecto, se encuentra situada dentro de la nave industrial ubicada en Avinguda de la Universitat d'Elx, s/n (Elche) así como en su parcela donde se encuentra ubicado el Centro de Transformación.

### **1.5 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Y DE LA INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN**

El centro de transformación existente es de tipo prefabricado PFU-5 de Ormazabal el cual se compone de un transformador de 1.000kVA.

El nuevo PFU-7, irá enfrente del PFU-5 y contendrá los siguientes elementos:

- Un transformador nuevo de 2.000kVA
- Un CGBT nuevo para servicios de clima

- Una batería de reactiva nueva
- Filtro sobretensiones

En el Anexo de Planos se detalla la ubicación exacta del CT y su ampliación.

En el prefabricado existente se ubicarán las nuevas celdas de Media Tensión que realizarán las funciones de:

- Celda de Línea (entrada)
- Celda de Línea (salida)
- Celda de Protección de transformador (1.000 kVA)
- Celda de Protección de transformador (2.000 kVA)

### 1.5.1 Obra Civil

#### 1.5.1.1 Local

El nuevo prefabricado PFU-7 se situará enfrente del PFU-5 existente

Dicho PFU-7, compuesto por una estructura monolítica de concreto, alberga en su interior todos los elementos eléctricos, desde los dispositivos de media tensión hasta los tableros de baja tensión, incorporando transformadores, sistemas de control e interconexiones entre los distintos componentes.

Dicho PFU-7, no tendrá bancada en la parte del transformador para poder ganar espacio en las palas del mismo y poder instalar adecuadamente los puentes de BT hasta el cuadro "CGBT CLIMA".

La principal ventaja de estos edificios prefabricados radica en la posibilidad de llevar a cabo la construcción, montaje y equipamiento en su totalidad dentro de la fábrica, asegurando así una calidad homogénea y reduciendo de manera significativa los trabajos de construcción civil y montaje en el lugar de instalación. Asimismo, su diseño meticuloso permite su instalación tanto en áreas de naturaleza industrial como en entornos urbanos.

**Envoltura:** La envoltura está compuesta por hormigón armado vibrado, dividiéndose en dos partes. La primera engloba el fondo y las paredes, incluyendo puertas y rejillas de ventilación natural, mientras que la segunda constituye el techo. Las piezas de hormigón presentan una resistencia característica de 300 kg/cm<sup>2</sup>, reforzadas con armadura metálica para interconexión y conexión al colector de tierras mediante latiguillos de cobre, creando

una superficie equipotencial alrededor del centro. Las puertas y rejillas están eléctricamente aisladas, con una resistencia de 10 kOhm respecto a la tierra de la envoltura. Las cubiertas contienen piezas de hormigón con inserciones en la parte superior para su manipulación. En la parte inferior de las paredes frontal y posterior se encuentran orificios semiperforados para los cables de MT y BT, con aperturas adicionales realizadas in situ según la aplicación. También cuentan con orificios semiperforados practicables para las salidas a tierras exteriores.

**Placa base:** Sobre la placa base, a unos 400 mm de altura, se ubica la placa piso sostenida por apoyos en la placa base y en el interior de las paredes. Permite el paso de cables de MT y BT a través de troneras cubiertas con losetas.

**Accesos:** En la pared frontal se disponen las puertas de acceso peatonal, las puertas del transformador (ambas con apertura de 180°) y las rejillas de ventilación, fabricadas en chapa de acero. Las puertas cuentan con un sistema de cierre ORMAZABAL que ancla en dos puntos, asegurando la seguridad de funcionamiento.

**Ventilación:** Las rejillas de ventilación natural tienen lamas en forma de "V" invertida, formando un laberinto que evita la entrada de agua. Cada rejilla se complementa internamente con una malla mosquitera. La ventilación forzada incluirá dispositivos de enclavamiento asociados a la detección de incendios, activando la parada automática según la normativa ITC-RAT 14, Apartado 4.4.1.

**Acabado:** Las superficies exteriores se finalizan con pintura acrílica rugosa blanca en paredes y marrón en el perímetro de la cubierta, puertas y rejillas. Las piezas metálicas expuestas al exterior están tratadas contra la corrosión.

**Calidad:** Estos edificios prefabricados cuentan con la certificación de calidad UNESA según la RU 1303A y la certificación de calidad ISO 9001.

**Iluminación:** El equipo incluye alumbrado conectado y controlado desde el cuadro de BT, con un interruptor correspondiente.

**Diversos:** Se cumplen las sobrecargas admisibles y condiciones ambientales de funcionamiento según la normativa vigente.

**Cimentación:** La instalación de edificios PFU para Centros de Transformación requiere una excavación cuyas dimensiones variarán según la solución adoptada para la red de

ADAPTACIÓN DEL PROYECTO DE AMPLIACIÓN DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN CT  
(1x1.000 + 1x2.000 KVA) PARA ALMACÉN INDUSTRIAL

tierras. En el fondo se coloca una capa de arena compactada y nivelada de 100 mm de espesor.



<b>EDIFICIO PREFABRICADO PFU-5 (Existente)</b>	
<b>Características</b>	
Nº Transformadores	1
Tipo ventilación	Forzada
Puertas acceso peatón	1
<b>Dimensiones exteriores</b>	
Longitud (mm)	4.880
Fondo (mm)	2.620
Altura (mm)	3.195
Altura vista (mm)	2.595
Peso (Kg)	17.100
<b>Dimensiones interiores</b>	
Longitud (mm)	4.720
Fondo (mm)	2.460
Altura (mm)	2.285
<b>Dimensiones excavación</b>	
Longitud (mm)	5.680
Fondo (mm)	3.420
Profundidad (mm)	700
<b>EDIFICIO PREFABRICADO PFU-7 (Nuevo)</b>	
<b>Características</b>	
Nº Transformadores	1
Tipo ventilación	Forzada
Puertas acceso peatón	1
<b>Dimensiones exteriores</b>	
Longitud (mm)	8.080
Fondo (mm)	2.380

<b>EDIFICIO PREFABRICADO PFU-5 (Existente)</b>	
Altura (mm)	3.240
Altura vista (mm)	2.780
Peso (Kg)	29.090
<b>Dimensiones interiores</b>	
Longitud (mm)	7.900
Fondo (mm)	2.200
Altura (mm)	2.450
<b>Dimensiones excavación</b>	
Longitud (mm)	8.880
Fondo (mm)	3.180
Profundidad (mm)	560

Como peculiaridad, se pidió al fabricante que el prefabricado viniera con dos trampillas de suelo técnico a medida para poder realizar el layout del PFU-7 a nuestra medida y poder realizar la instalación correctamente, de esta manera se pusieron dos trampillas a ambos lados del cuadro “CGBT CLIMA” para ayudarnos a conectar:



## 1.5.2 Instalación Eléctrica

### 1.5.2.1 Características de la Red de Alimentación.

La línea de entrada al centro de transformación será subterránea con una tensión de 20 kV y 50 Hz de frecuencia.

La intensidad de cortocircuito máxima de la red de alimentación será de 12,5 kA, según datos proporcionados por la Compañía suministradora.

### 1.5.2.2 Características de la Aparamenta de Alta Tensión.

Se emplearán celdas de la marca Ormazabal en el centro de transformación, pertenecientes a la serie CGMCOSMOS. Estas celdas, equipadas con aparamenta fija, se encuentran bajo una envolvente metálica y utilizan hexafluoruro de azufre (SF6) como aislante y agente de corte.

Las celdas CGMCOSMOS conforman un sistema de equipos modulares de dimensiones reducidas para MT, con aislamiento y corte en gas. Sus embarrados se conectan mediante elementos de unión patentados por ORMAZABAL llamados ORMALINK, logrando una conexión completamente apantallada y resistente a condiciones externas como polución, salinidad e inundación.

Las características generales de las celdas CGMCOSMOS son las siguientes:

- Intensidad asignada de las celdas: 400A
- Tensión nominal: 24 kV
- Capacidad de cierre (cresta): 40 kA

En las fichas técnicas adjuntas como anexo a este proyecto se encuentran los valores específicos correspondientes a las intensidades nominales, térmicas, dinámicas, entre otros.

#### Tipos de celdas a instalar

##### **a.- Entrada / Salida: CGMCOSMOS-L (2 Unidades)**

**Celda modular, función de línea o acometida**, provista de un interruptor-seccionador de tres posiciones (conectado, seccionado y puesta a tierra).

Se utiliza para la acometida de entrada o salida de los cables de MT, permitiendo comunicar con el embarrado el conjunto general de celdas.

Extensibilidad: Derecha, izquierda y ambos lados.

Celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo con las siguientes características:

La celda CGMCOSMOS-L de línea, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables.

Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida y un sistema de alarma sonora de puesta a tierra, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

CGMCOSMOS-L	
Características eléctricas principales:	
Tensión nominal (kV)	24
Intensidad nominal (A)	400
Intensidad de corta duración (circuito de tierras)	
Valor eficaz 1 s (kA)	16
Valor eficaz 3 s (kA)	16
Características físicas:	
Alto (mm)	1740
Ancho (mm)	365
Fondo (mm)	735
Peso (Kg)	100

### **Otras características constructivas:**

Relé de protección: ekor.RCI-RTU con sistema de Control integrado con detección de cortocircuitos y faltas a tierra, marca ORMAZABAL, diseñado para instalaciones de telecontrol, con las siguientes características principales:

- Detección de cortocircuito entre fases desde 5 A a 1200 A.
- Detección de faltas fase-tierra de 0.5 A a 480 A
- Incorpora detección de faltas fase-fase y fase-tierra por curvas seleccionables, para evitar indicaciones erróneas por corrientes capacitivas.
- Indicación presencia/ausencia trifásica de tensión.
- Amperímetro. Medida de intensidades I1, I2, I3 e I0
- Medida de potencia activa (P) con un error máximo del 2%
- Medida de potencia reactiva (Q) con un error máximo del 2%
- Alimentación auxiliar: De 24 Vcc a 125 Vcc.
- Display para ajuste/consulta local.
- Puertos de comunicación.

Incorpora un Kit de 3 toroidales con relación de transformación 1000/1, integrados en los pasatapas, con los siguientes rangos de medida:

- Medida de fases: 5 A – 1200 A
- Medida de tierra: 0.5 A – 480 A

La regulación de las protecciones se realizará en la fase de puesta en marcha.

### **b.- Celdas de protección: CGMCOSMOS-V Interruptor automático de vacío (2 Unidades)**

Celda modular, función de protección con interruptor automático, provista de un interruptor-automático de corte en vacío en serie con el seccionador de tres posiciones (conectado, seccionado y puesta a tierra).

Se utiliza para las maniobras de conexión, desconexión y protección general de la instalación, permitiendo comunicar con el embarrado del conjunto general de las celdas.

Celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo con las siguientes características:

La celda CGMCOSMOS-V de interruptor automático de vacío está constituida por un módulo metálico con aislamiento en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior

de cobre, y una derivación con un seccionador rotativo de tres posiciones, y en serie con él, un interruptor automático de corte en vacío, enclavado con el seccionador. La puesta a tierra de los cables de acometida se realiza a través del interruptor automático. La conexión de cables es inferior-frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida y puede llevar un sistema de alarma sonora de puesta a tierra, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra.

Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

CGMCOSMOS-V	
Características eléctricas principales:	
Tensión nominal (kV)	24
Intensidad nominal (A)	400
Intensidad de corta duración (circuito de tierras)	
Valor eficaz 1 s (kA)	16
Valor eficaz 3 s (kA)	16
Características físicas:	
Alto (mm)	1740
Ancho (mm)	460
Fondo (mm)	845
Peso (Kg)	215

**Otras características constructivas:**

Relé de protección: ekor.RPA-120 de control y protección, frente a sobrecargas, cortocircuitos trifásicos y defectos a tierra (homopolar), con display digital totalmente integrado en celdas de protección por interruptor automático marca ORMAZABAL, diseñado para instalaciones de telecontrol, con las siguientes características principales:

- Protección frente a sobrecargas de fase (51x2).
- Protección frente a cortocircuitos de fase (50).
- Protección de sobreintensidad direccional de fase (67).
- Protección frente a sobrecargas de neutro (51Nx2/51Nsx2).
- Protección de sobreintensidad direccional de neutro (67N/67Ns).
- Protección frente a cortocircuitos de neutro (50N/50Ns).

- Imagen térmica (49).
- Fase abierta (46).
- Sobretensión de fase (59x2).
- Sobretensión de neutro (59Nx2).
- Subtensión de fase (27x2).
- Bloqueo segundo armónico.
- Detección presencia/ausencia de tensión trifásica.
- Amperímetro. Medida de  $I_A$ ,  $I_B$ ,  $I_C$  e  $I_o$ .
- Voltímetro. Medida de  $V_{AB}$ ,  $V_{BC}$ ,  $V_{CA}$ ,  $V_A$ ,  $V_B$ ,  $V_C$  y  $V_n$ .
- Vatímetro: Monofásicas Activas  $P_A$ ,  $P_B$ ,  $P_C$  y reactivas  $Q_A$ ,  $Q_B$ ,  $Q_C$  y trifásicas:  $P$ ,  $Q$ ,  $S$ , así como el factor de potencia.
- Contador de Energía: E activa importada, E activa exportada, Q1, Q2, Q3, Q4.
- Alimentación auxiliar: De 24 Vdc a 125 Vdc.
- Display para consulta local.
- Registro de los últimos 4000 eventos.:
- Puertos de comunicación.

La regulación de las protecciones se realizará en la fase de puesta en marcha.

Llave de enclavamiento: La celda de protección dispone de un sistema de enclavamiento mediante llave con la puerta de acceso al interior del recinto donde se ubica el transformador. Esta llave solo se puede maniobrar, en la cabina, con el interruptor abierto.

### **Comunicaciones de las celdas:**

Las celdas “V” de protección de los transformadores, llevan incorporado una toma RJ45 en su frontal desde el cual nos conectamos por cable con nuestro ordenador para configurar sus parámetros, a continuación, describimos los pasos a seguir:

-Ponemos a nuestro ordenador una dirección IP “en rango” con la IP de las celdas de manera que podamos comunicarnos.

-Escribimos en el navegador la IP de las celdas y nos abre un interfaz en el que hay que introducir el usuario “Admin” y la contraseña “change” para acceder.

-Cambiamos los parámetros según una serie de cálculos que nos proporciona la ingeniería del cliente, los cuales seguirán unas pautas recomendadas por el fabricante para proteger las celdas y cumplir con la normativa vigente.

Además, las celdas llevarán otra toma en la planta, la cual llevaremos a una toma de red interna del cliente y así poder monitorizar todos los datos proporcionados por las celdas en tiempo real.

Para la instalación de las celdas y del cuadro de corte "VAF1", debemos levantar el techo del PFU-5 con una grúa, después desconectar y sacar por el techo las celdas y VAF1 antiguos y meter celdas y VAF1 nuevos para volver a cerrar el techo.

A continuación, se adjuntan imágenes de la ejecución de este apartado:



### **1.5.2.3 Transformador**

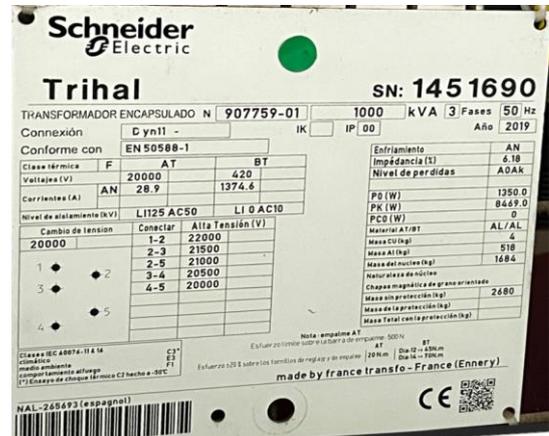
Son dos (2) máquinas trifásicas reductoras de tensión, T-1 Trihal de la marca Schneider de 1.000 kVA (trafo existente) y T-2 Trihal de la marca Schneider 2.000 kVA (trafo nuevo), siendo la tensión entre fases a la entrada de 20 kV y la tensión a la salida en vacío de 420 V entre fases y 242 V entre fases y neutro.

Los transformadores existentes tienen el neutro accesible en baja tensión y refrigeración natural (AN)

Sus características mecánicas y eléctricas se ajustarán a la Norma UNE 21538 y a las normas particulares de la compañía suministradora, siendo las siguientes:

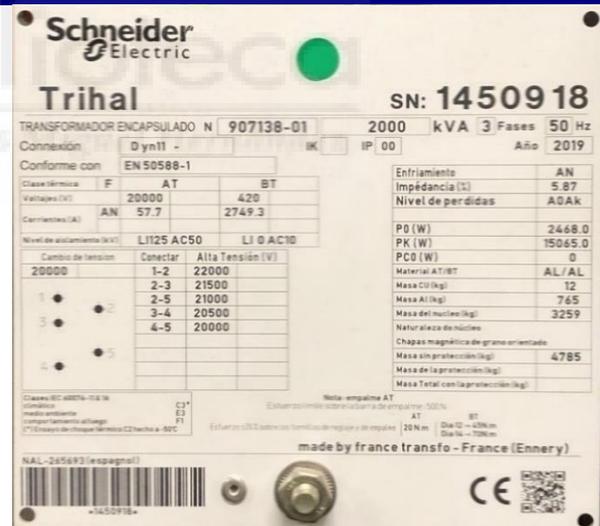
## Máquinas T-1

Potencia nominal:	1.000 kVA
Tensión nominal primaria:	20 kV
Regulación en el primario:	+/-2,5%, +/- 5%, +7,5%
Tensión nominal secundaria en vacío:	420 V
Tensión de cortocircuito:	6 %
Grupo de conexión:	Dyn11



## Máquinas T-2

Potencia nominal:	2.000 kVA
Tensión nominal primaria:	20 kV
Regulación en el primario:	+/-2,5%, +/-5%, +7,5%
Tensión nominal secundaria en vacío:	420 V
Tensión de cortocircuito:	5,87 %
Grupo de conexión:	Dyn11



## CONEXIÓN EN EL LADO DE ALTA TENSIÓN:

Juego de puentes III de cables AT unipolares, aislamiento 12/20 kV del tipo HEPRZ1, de sección 150 mm<sup>2</sup> Al con sus correspondientes elementos de conexión.

RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS	
Naturaleza del conductor	Aluminio (Al)
Designación UNE	HEPRZ1
Cable apantallado	H
Armadura	-

RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS	
Aislamiento	HEPRZ
Conductor unipolar, sección conductor, sección pantalla	3x1x150/16 mm <sup>2</sup>
Tensión nominal entre: conductor y pantalla / conductores	12/20 kV
Resistencia máxima CC del conductor, a 20°C	0,206 Ohm/km
Reactancia estrella, a 50 Hz	0,113 Ohm/km
Int. Máx. admisible en cortocircuito adiabático (1,0 s)	13,6

### CONEXIÓN EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN:

Juego de puentes trifásico entre devanado de trafo e interruptor general de BT: se realizará mediante cableado RZ1-K (AS), de sección 3x(9x1x240) mm<sup>2</sup> soportado en bandeja, para el transformador de 2000 kVA.

El dimensionado de ambos puentes queda justificado en el apartado de cálculos.

Como dato curioso, no suele ser habitual que las palas de un trafo vengan preparadas para conectar 9 cables por fase, por lo que en este caso, se tuvieron que sustituir y pedir unas pletinas de Cu a medida para conectar, a continuación se adjuntan imágenes de la ejecución de este apartado:



Además, se pidió en exclusiva que el prefabricado viniera sin bancada para apoyar el trafo, de forma que éste apoye directamente sobre el prefabricado ya que de esta manera se ganaba espacio para poder conexionar correctamente ya que es un cable con el que no se puede hacer muchas curvas debido a su sección.



#### **1.5.2.4 Características materiales varios de Alta Tensión**

##### **EMBARRADO GENERAL CELDAS**

El embarrado general de las celdas se construye con tres barras aisladas de cobre dispuestas en paralelo.

##### **PIEZAS DE CONEXIÓN CELDAS**

La conexión del embarrado se efectúa sobre los bornes superiores de la envolvente del interruptor-seccionador con la ayuda de repartidores de campo con tornillos imperdibles integrados de cabeza allen de M8. El par de apriete será de 2.8 m.da.N.

#### **1.5.2.5 Características de la aparamenta de Baja Tensión**

El aparato de protección en la salida de Baja Tensión del Centro de Transformación consta de un interruptor automático de 3200A para el transformador de 2.000kVA.

El interruptor estará asociado a un relé con disparo térmico, magnético regulable y diferencial regulable. La regulación final se determinará en la fase de puesta en marcha.

CARACTERISTICAS DEL INTERRUPTOR DEL T-2	VALOR
Marca	SCHNEIDER ELECTRIC
Modelo	MTZ2 - 32 H1
Tensión nominal (V)	420
Intensidad nominal (A)	3200

Numero de polos	3
Poder de corte (kA)	66
<b>CARACTERISTICAS DEL RELE ASOCIADO</b>	<b>VALOR</b>
Disparo Térmico regulable ( $I_n = 3.200 \text{ A}$ )	$I_r = \% \times I_n$
Disparo magnético regulable ( $I_m$ )	$I_m = \% \times I_r$
Disparo diferencial regulable en sensibilidad y tiempo ( $I_s$ )	$\Delta n \text{ (A)} = 0,03-5$ $\Delta t \text{ (seg)} = 0-1$

A continuación, se adjunta imagen del cuadro denominado “VAF1” donde está ubicado dicho interruptor automático, el cual también se ha cambiado debido a que el anterior cuadro era muy antiguo y ocupaba demasiado, de esta manera, se deja más espacio para ubicar las nuevas celdas.



### 1.5.3 Puesta a tierra

Para el centro de transformación hay que definir dos sistemas de tierras, el que afecta a las masas de alta tensión (herrajes) y el que afecta al régimen del neutro de baja tensión (servicio). Además, debe considerarse, por su posible implicación, el sistema de tierras (único/separado) y el sistema de protección contra contactos indirectos implantado en la parte de baja tensión de la nave y centro logístico.

La instalación objeto de este proyecto se ubica al lado de un edificio existente, para el cual el sistema de tierras implantado es el de “tierras separadas”, siendo el sistema de protección contra contactos indirectos por puesta a tierra de las masas y dispositivo de corte por intensidad diferencial - Esquema TT. Por este motivo, se requieren, en principio, 3 sistemas de tierras independientes:

#### Tierra de protección (herrajes)

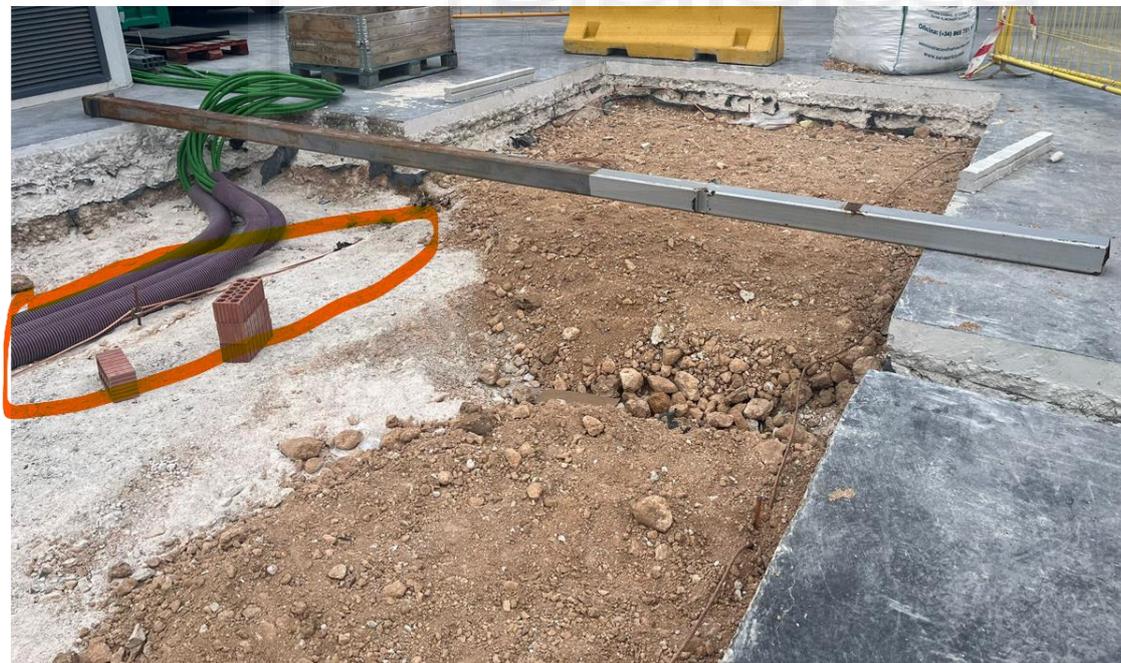
Tiene por finalidad limitar la tensión a tierra de aquellas partes de la instalación eléctrica del CT, normalmente sin tensión, pero que pueden, eventualmente, ser puestas en tensión por un defecto.

Se conectarán a la tierra de protección los elementos metálicos de la instalación que no estén en tensión normalmente, pero que puedan estarlo a causa de averías o circunstancias externas; envolventes de las celdas de media tensión, rejillas de protección, carcasa de los transformadores, etc. No se unirán, por contra, las rejillas, ventanas y puertas metálicas del centro, si son accesibles desde el exterior.

Estará formada por una red de picas que podrán ser registrables.

El diseño y número de elementos que la componen se indica en el apartado de cálculos.

A continuación, se adjuntan imágenes de la ejecución de este apartado, con las picas enterradas y unidas a sus perrillos mediante cable de 1x50 Cu desnudo:



Tierra de servicio (neutro de los transformadores)

Se conectarán a la tierra de servicio los neutros de los transformadores, los limitadores/descargadores de tensión y los elementos de derivación a tierra de los seccionadores de puesta a tierra.

Estará formada por una red de picas que podrán ser registrables. Como norma general, se separará la tierra de herrajes de la tierra del neutro al menos 15 metros entre ellas.

El diseño y número de elementos que la componen se indica en el apartado de cálculos.

A continuación, vemos imágenes de la ejecución de este apartado de las picas enterradas y unidas a los perrillos con cable de 1x50mm libre de halógenos:



#### Medidas adicionales de seguridad para las tensiones de paso y de contacto

Además de los valores de las resistencias de puesta a tierra anteriormente exigidas, las instalaciones de tierra se han de realizar de forma que no se alcancen los valores de las tensiones máximas de paso y contacto peligrosas definidas en la ITC-RAT-13. Estos valores se justificarán por cálculo o efectuando medidas reales.

### **1.5.4 Instalaciones Secundarias**

#### **1.5.4.1 Alumbrado**

Para el alumbrado interior de los centros de transformación, se instalan las luminarias LED necesarias para conseguir al menos un nivel medio de iluminación de 250 lux. Los focos

luminosos estarán dispuestos de tal forma que se mantenga la máxima uniformidad posible en la iluminación.

Los focos luminosos estarán colocados sobre soportes rígidos y dispuestos de tal forma que se mantenga la máxima uniformidad posible en la iluminación. Además, se deberá poder efectuar la sustitución de lámparas sin peligro de contacto con otros elementos en tensión.

#### **1.5.4.2 Cálculo de la Batería de Condensadores**

Para calcular la batería de condensadores, se tiene que tener que tener en cuenta el  $\cos(\phi)$  de todas las máquinas de la instalación, el  $\cos(\phi)$  que queremos alcanzar (en este caso de 0.98 lo cual es un  $\phi$  requerido de  $11.5^\circ$ ) y la potencia activa (W) de todas las máquinas, teniendo en cuenta dichos datos y la siguiente fórmula:

$$Q(kvar) = [P(kW) \times (tg(\phi \text{ inicial}) - tg(\phi \text{ requerido})) \times F.S.]$$

Siendo F.S. el factor de simultaneidad de la instalación de 0.75 ya que se entiende que nos van a estar consumiendo todas las máquinas al mismo tiempo.

$$Q(kvar) = [1.980.620 \times (tg(37^\circ) - tg(11.5^\circ))] \times 0.75 = 822.285 \text{ kvar}$$

De esta manera, la batería escogida es de 875kvar, ya que como se va a explicar a continuación, se debe compensar también la reactiva consumida por las bobinas del propio transformador.

Se instala batería de condensadores modelo "EG 400P/875-11/35", automática para compensar la energía reactiva de las máquinas de climatización.

Dicha batería estará formada por 11 etapas repartidas de la siguiente manera: 1x25+3x50+7x100.

La batería, formada por varios escalones de condensadores que irán entrando mediante relés según se necesite en la instalación.

Se dejará fijo uno de los escalones como compensación fija de las bobinas del transformador (esto se programará desde el propio display de la batería), se deja como norma general un condensador que compense el 5% de la potencia del transformador. En este caso se deja fijo una etapa de 100kvar ya que el trafo es de 2000KVA.

El equipo tomará las medidas de referencia de tensión de su propia acometida y referencia de intensidad desde el toroidal del “MTZ interruptor general” del cuadro “CGBT Clima”, para ello, el propio cuadro y la batería vendrán con bornero preparado como se adjunta en las imágenes:



La batería, se escoge teniendo en cuenta la potencia reactiva que se va a generar, no obstante, si esto cambia en un futuro, podremos anular los escalones de condensadores que se requieran desde el display de la misma.

A continuación, se adjunta ficha técnica del equipo así como el propio equipo:

ADAPTACIÓN DEL PROYECTO DE AMPLIACIÓN DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN CT  
(1x1.000 + 1x2.000 kVA) PARA ALMACÉN INDUSTRIAL

EQUIPOS PARA LA CORRECCION DEL FACTOR DE POTENCIA

REFERENCIA	EG 400P/875-11/35/
POTENCIA NOMINAL A 400 V	875 kvar
POTENCIA A 440 V	1059 kvar

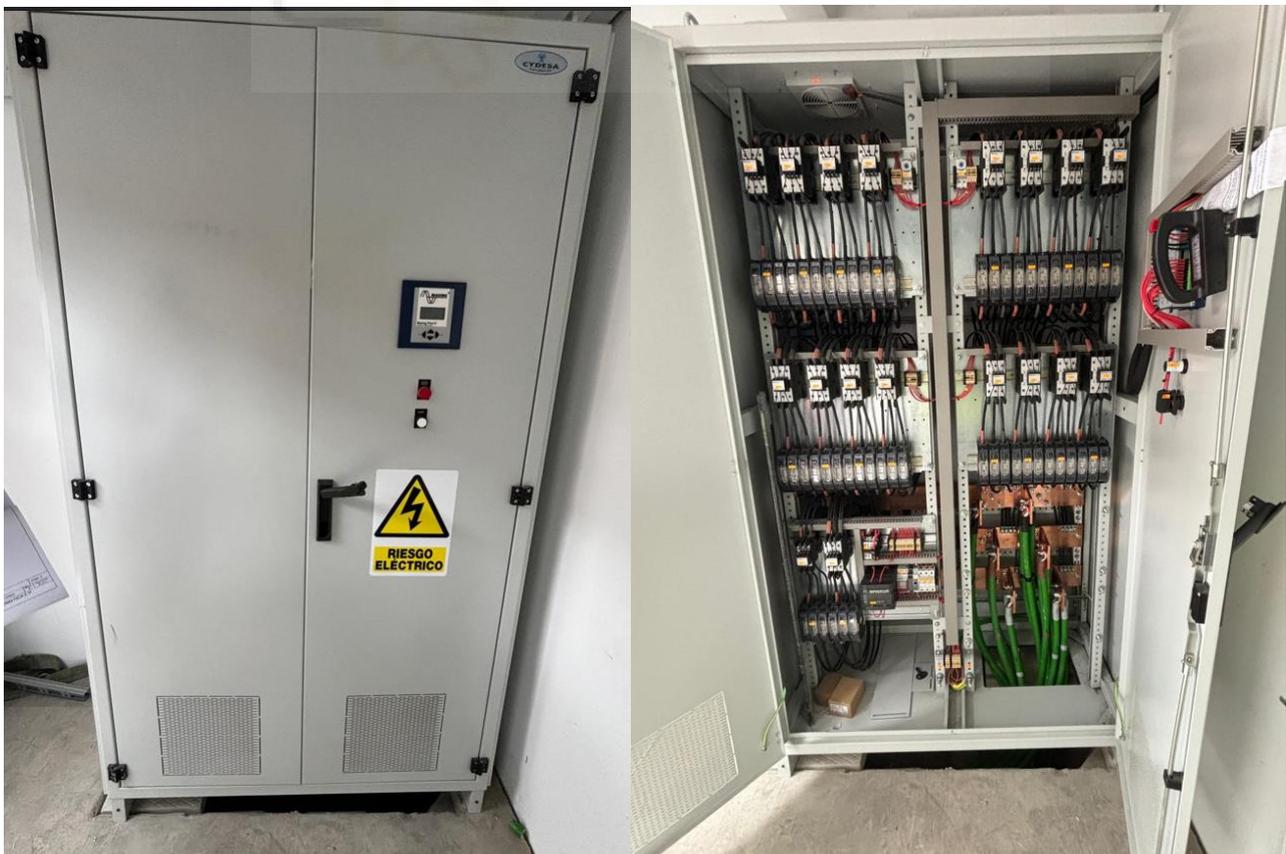
**Descripción**

**1 Equipo** para la corrección automática del factor de potencia fabricado con componentes de países de la Unión Europea:

- CONDENSADORES "ESTA" (Alemania), serie PhMKP, en ejecución tubular, con desconector de sobrepresión que garantiza una protección total contra defectos internos. Pérdidas inferiores a 0,25 W/kvar. Esperanza de vida superior a 150.000 h. Calidad asegurada por el laboratorio Underwriters Laboratories, UL, marcado  Tolerancia de capacidad +/-5%  
**(Condensadores reforzados a 440V PERMANENTEMENTE capaces de soportar sobrecargas de hasta 490V durante 8h cada 24h)**
- BASE DE FUSIBLES por escalón con cartuchos NH de 120 kA de poder de corte.
- REGULADOR ELECTRONICO tipo Masing® PLUS 12 con microprocesador, conexión circular de escalones, medidor digital de coseno phi, indicación de alarma en display, retardo de conexión programable, etc.  
**Con protocolos de comunicación MODBUS RTU (RS485) y ETHERNET (RJ45).**
- CONTACTORES Benedict® (Austria) con resistencias previas limitadoras de la corriente de conexión de hasta 70 veces la corriente nominal, especialmente indicados para maniobra de condensadores. Duración superior a 150.000 maniobras.
- AUTOTRAFO para tensión de maniobra a 230 V.
- montado en ARMARIO de chapa de acero, debidamente tratada y acabado con pintura epoxi color gris claro RAL-7035 texturizado. Protección mecánica IP30.
- Resto de características acordadas entre MERCADONA y CYDESA.

**Características del equipo**

- Nº máximo de escalones del regulador..... 12
- Composición.....(kvar) **1x25+3x50+7x100**
- Dimensiones del equipo.....(H x A x P) (mm) **2200x1200x600**
- Nº de acometidas independientes..... 1 acometida inferior
- Sección de cable .....(Cu- XLPE)(mm<sup>2</sup>) **5x (1x240) por fase**  
(s/modo de instalación tipo F y 40º de temp. ambiente, en capa única en bandeja perforada)



#### **1.5.4.3 Protección contra Incendios**

De acuerdo con la instrucción ITC-RAT-14, se dispondrá como mínimo de un extintor de eficacia equivalente 89 B. Se preverá también en el centro de transformación un extintor de eficacia 21A-113B de acuerdo con el CTE DB-SI4.

#### **1.5.4.4 Ventilación**

La ventilación del centro de transformación se realizará mediante ventilación forzada y las rejillas de entrada y salida de aire dispuestas para tal efecto.

Estas rejillas se construirán de modo que impidan el paso de pequeños animales, la entrada de agua de lluvia y los contactos accidentales con partes en tensión si se introdujeran elementos metálicos por las mismas, instalando mosquiteras metálicas y filtros tipo G3/G4.

La ventilación forzada dispondrá de dispositivos de enclavamiento asociados a la detección de incendios que accionarán la parada automática del dispositivo en caso de producirse un incendio.

La justificación técnica de la correcta ventilación del centro se encuentra en el apartado de cálculos correspondiente de este proyecto.

#### **Alumbrado de emergencia.**

El centro de transformación dispondrá de alumbrado de emergencia, formado por aparatos autónomos LED, de 2 W, 170 lúmenes y capaz de cubrir una superficie de 34 m<sup>2</sup> cada uno, uno de los cuales se situará sobre la puerta de acceso al local.

#### **Medidas de seguridad y señalización.**

Las celdas tipo CGM dispondrán de una serie de enclavamientos funcionales que responden a los definidos por la Norma UNE-EN 60298, y que serán los siguientes:

- Sólo será posible cerrar el interruptor con el seccionador de tierra abierto y con el panel de acceso cerrado.
- El cierre del seccionador de puesta a tierra sólo será posible con el interruptor abierto.
- La apertura del panel de acceso al compartimento de cables sólo será posible con el seccionador de puesta a tierra cerrado.

- Con el panel delantero retirado, será posible abrir el seccionador de puesta a tierra para realizar el ensayo de cables, pero no será posible cerrar el interruptor.

Además, de los enclavamientos funcionales ya definidos, algunas de las distintas funciones se enclavarán entre ellas mediante cerraduras según se indica en anteriores apartados.

También, como elementos accesorios y de seguridad, se dispondrá los siguientes:

- Un par de guantes de goma aislantes.
- Una palanca aislante para accionamiento de aparatos.
- Una banqueta aislante para 36 kV.
- Una placa reglamentaria de primeros auxilios.
- Placas de indicación de peligro de muerte en celdas y puerta de acceso al centro.

#### **1.5.4.5 Filtro sobretensiones**

Un protector de sobretensión intenta regular el voltaje que se aplica a un dispositivo eléctrico bloqueando o enviando a tierra voltajes superiores a un umbral seguro.

En este caso, funciona con varistores, los cuales son resistencias variables que cambian de valor en función de la tensión que les llegue, si les llega mucha tensión, baja mucho su valor, derivando dicha sobretensión a tierra.

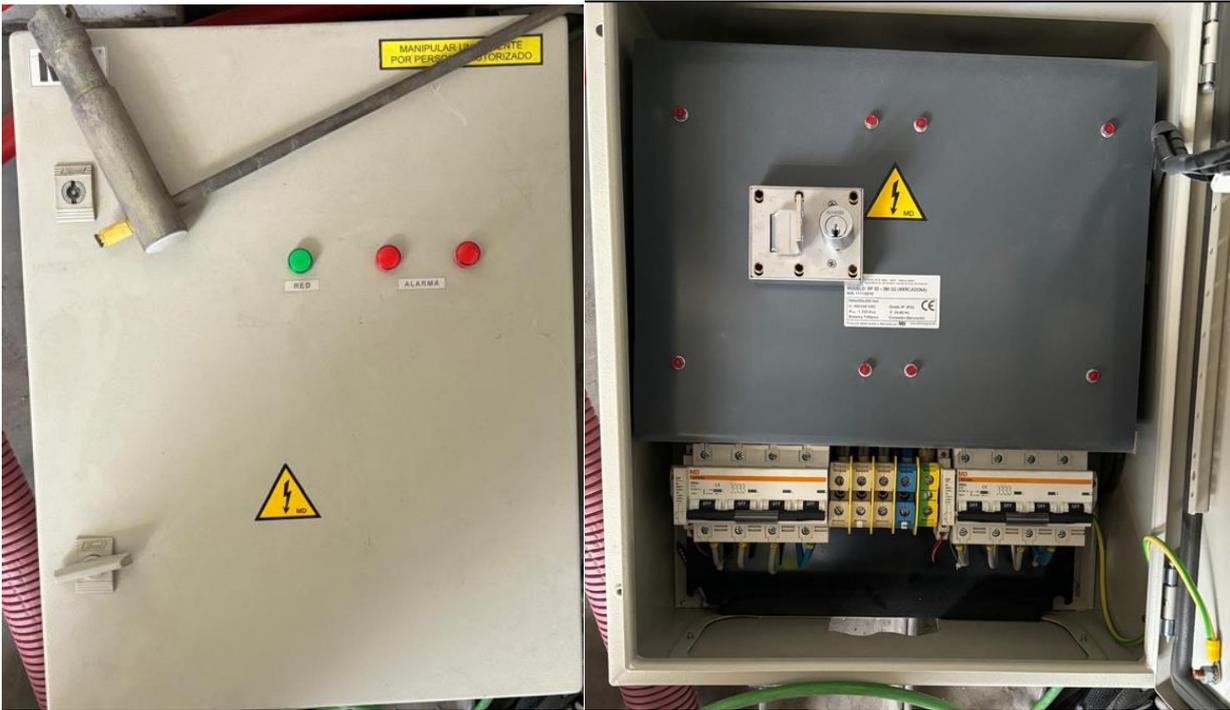
Como dato curioso, este filtro lleva 3 fases + neutro y nuestra instalación no lleva neutro.

Esto no supondrá un problema ya que, al ser la instalación de climatización puramente trifásica, no circularía ninguna corriente por el neutro, de esta manera, dejaremos el neutro del filtro sin conectar.

El propio filtro, lleva unos pilotos incorporados para revelar si está actuando correctamente o no, dichos pilotos son monofásicos y, por tanto, llevan neutro, esto no será un inconveniente ya que el filtro viene preparado con un autotrafo para sacar neutro en esos pilotos de señalización.

ADAPTACIÓN DEL PROYECTO DE AMPLIACIÓN DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN CT  
(1x1.000 + 1x2.000 KVA) PARA ALMACÉN INDUSTRIAL

---



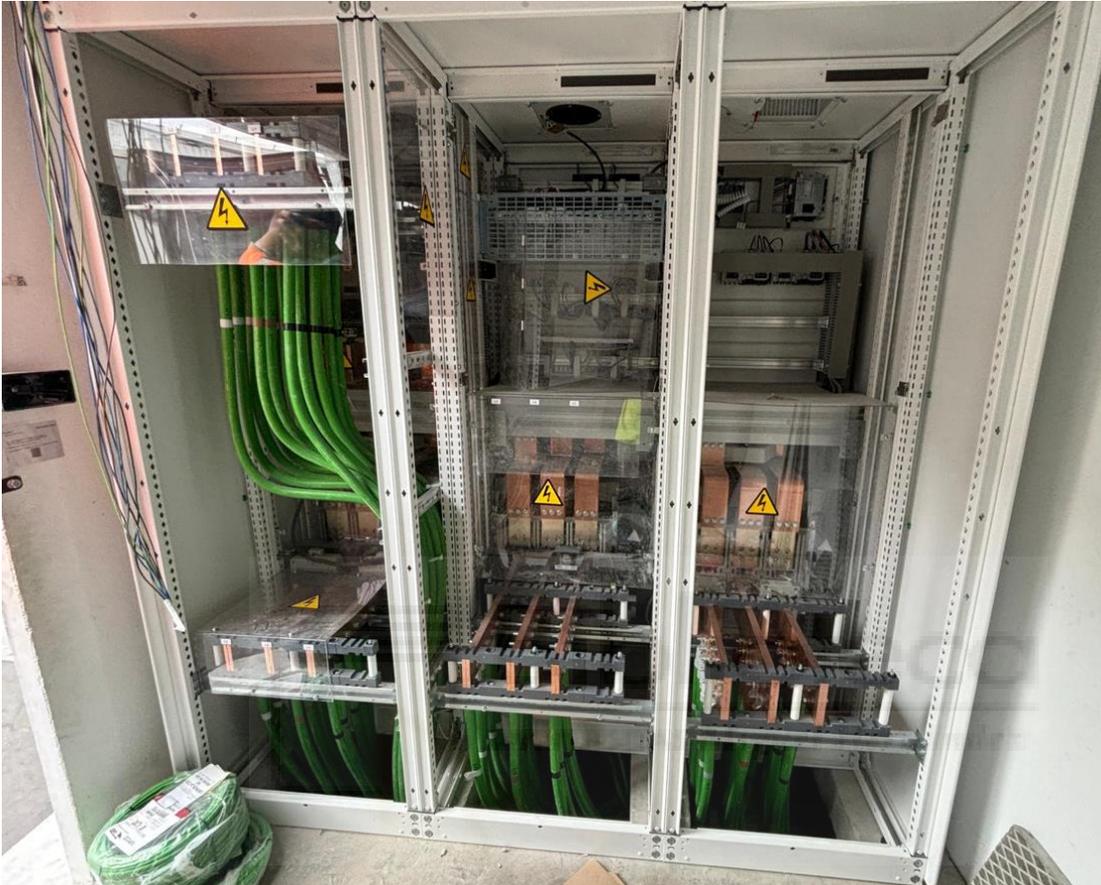
## 1.5.5 Cuadros BT Climatización

Los esquemas unifilares de los diferentes cuadros se encuentran en el anexo 1.

### 1.5.5.1 CGBT CLIMA

Cuadro general, ubicado en el nuevo PFU-7, da servicio a los cuadros secundarios del clima así como a la batería de condensadores nueva.





Como curiosidad, el PFU-7, se pidió con una distribución tanto de puertas de acceso como de arquetas a suelo técnico a medida para poder colocar el CGBT CLIMA “atravesado” y que se pudieran conectar tanto acometida como salidas de la forma más cómoda posible.

Debido a que el cuadro tiene muchas líneas de salida, se han dejado arquetas de obra civil preparadas, así como tubo de sobra para futuras instalaciones y/o reparaciones y mantenimiento.



#### **1.5.5.2 CS SERVICIOS CT CLIMA**

Se trata de un cuadro colgado en pared usado para dar servicio a las instalaciones propias del PFU-7 nuevo tales como alumbrado, extractores y tomas de corriente.

Importante recalcar, que su acometida viene de un cuadro de dentro de la propia nave, y no cuelga del trafo Clima para que, en caso de avería, siempre tenga funcionen los servicios básicos del PFU-7 como el alumbrado.

#### **1.5.5.3 CS CLIMA 1**

Cuadro secundario ubicado dentro de la propia nave, usado para dar servicio a las máquinas de clima ubicadas en la fachada paralela y contigua al PFU-7 nuevo.



#### **1.5.5.4 CS CLIMA 2**

Cuadro secundario ubicado dentro de la propia nave, usado para dar servicio a las máquinas de clima ubicadas en la fachada paralela y opuesta al PFU-7 nuevo.



### **1.5.6 Comunicaciones cuadros BT Climatización**

El cliente nos pide que comuniquemos una serie de elementos para monitorizar e incluso variar ciertos parámetros regulables de forma remota, para ello, debemos incluir en nuestros cuadros ciertos elementos que agrupen dicha información y la pasen a la red interna del cliente.

Los esquemas de arquitectura de red del CGBT CLIMA se encuentra en el anexo 1.

#### **1.5.6.1 Analizador UMG JANITZA**

Como se puede observar en los esquemas unifilares, los cuadros contienen analizadores Janitza UMG, los cuales se encargan de agrupar información sobre consumos en corriente, potencia y tensión ya que, por ley, se requiere tener registro de consumos de climatización.

Dichos analizadores, necesitan tener una tensión de referencia monofásica que se consigue mediante un autotrafo colocado en el cuadro, de esta manera, sacamos neutro para la tensión de referencia ya que el cuadro y toda la instalación de climatización es trifásica sin neutro.

Además, dichos analizadores, necesitan referencia de intensidad, la cual se consigue colocando toroidales en las salidas que se requieran.

Los datos del Janitza se transmiten por modbus TCP/IP a un switch industrial no gestionable dentro del cuadro, el cual se conecta a una roseta de la intranet del cliente.

Al analizador, hay que introducirle mediante un software del fabricante y conexión directa por cable y ordenador, la dirección IP, nombre identificativo y relación de transformación de los toroidales que usa para la referencia de intensidad.



### 1.5.6.2 Dispositivo EIFE

Este dispositivo sólo se encuentra en el CGBT CLIMA, se encarga de recopilar datos de los consumos, disparos y parámetros de los interruptores de cabecera que dan salida a los cuadros secundarios de climatización y a la batería de reactiva (Interruptores MTZ's).

Los datos se transmiten por modbus TCP/IP a un switch industrial no gestionable dentro del cuadro, el cual se conecta a una roseta de la intranet del cliente.



#### **1.5.6.3 Pasarela IFE+IFM**

Se trata de una pasarela que recopila datos transmitidos en protocolo ULP o modbus (del fabricante) y los pasa a TCP/IP para transmitirlos a un switch industrial no gestionable dentro del cuadro.

A dicha IFE, se le acoplan hasta 7 IFM como apoyo para recopilar más datos en ULP o modbus.

Los datos de interruptores automáticos “NSX” sobre disparos, consumos y parámetros, se transmiten por ULP.

A la pasarela IFE, hay que introducirle mediante conexión directa por cable y ordenador, una dirección IP y nombre identificativo. Para ello, se debe poner el ordenador “en rango” con la dirección IP de fábrica de la IFE antes de proceder.

#### **1.5.6.4 Unidad ZBRN32**

Unidad de control de temperatura por radiofrecuencia, su función es recoger datos de 12 sensores de temperatura colocados en el transformador mediante radiofrecuencia. Dichos datos, los pasa por modbus a una IFM, de la IFM pasan a la IFE que lleva acoplada y ésta última se encarga de introducirlos en el switch más cercano del cuadro.

### 1.5.6.5 Unidad NT935

Unidad de control de temperatura en transformadores, se utiliza para medir temperaturas mediante 3 sondas que se cablean hasta cada una de las bobinas del transformador.

Se programa siguiendo instrucciones del fabricante del transformador, configurando una alarma a las 135°C y el disparo de los relés de alta tensión de la celda de protección del transformador a los 145°C.



### 1.5.6.6 Unidad SMARTLINK

Dispositivo usado para recoger datos del contacto "Alarma" de la NT935, el cual se activa cuando alguna de las sondas cableadas en las bobinas del transformador llega a 135°C, son datos que se transmiten a 24V y que recopila el Smartlink para pasarlos por modbus a la IFE.



## 2 CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

### 2.1 TENSIÓN NOMINAL Y CAÍDA DE TENSIÓN MÁXIMA ADMISIBLES

El suministro de corriente se realizará en sistema trifásico de 20 kV de tensión de servicio y a una frecuencia de 50 Hz.

### 2.2 INTENSIDAD EN EL LADO DE ALTA TENSIÓN

En un sistema trifásico, la intensidad viene dada por la expresión:

$$I_p = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_p}$$

Donde:

- S Potencia del transformador T-1 (1.000 kVA)
- S Potencia del transformador T-2 (2.000 kVA)
- $U_p$  Tensión primaria (20 kV)
- $I_{ps}$  Intensidad primaria (A)

Sustituyendo valores, la intensidad total primaria será:

- $I_{p-T1} = 28,86$  A
- $I_{p-T2} = 57,73$  A

Por tanto, la intensidad total de AT para los dos transformadores en la celda de entrada será:

- $I_{p-T} = 86,60$  A

### 2.3 INTENSIDAD EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN

La intensidad secundaria en un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_s = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_s}$$

Donde:

- S Potencia del transformador T-2 (2.000 kVA)
- $U_s$  Tensión en el secundario (420 V)

- $I_s$  Intensidad en el secundario (A)

Sustituyendo valores, la intensidad total en el secundario será:

- $I_{s-T2} = 2.749,28 \text{ A}$

## 2.4 CÁLCULO DE INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO

### 2.4.1 Cálculo de las corrientes de cortocircuito

Para la realización del cálculo de las corrientes de cortocircuito utilizaremos las expresiones:

- A. Intensidad máxima de cortocircuito trifásico en el lado de alta tensión:

$$I_{cc1} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_{1L}}$$

Donde

$S_{cc}$  potencia de cortocircuito en el punto considerado (MVA)

$U_{1L}$  tensión de la red (kV)

$I_{cc1}$  Intensidad máxima de cortocircuito trifásico en el punto considerado (kA).

- B. Intensidad máxima de cortocircuito trifásico en el lado de baja tensión considerando la impedancia de la red.

$$I_{cc2} = \frac{U_{2L}}{\sqrt{3} \cdot 10^3 \cdot Z_B}$$

Siendo:

$$Z_B = Z_A + Z_{CC}$$

donde:

$U_{2L}$  Tensión compuesta en el secundario (V)

$Z_A$  Impedancia de la línea de AT (m $\Omega$ )

$Z_{CC}$  Impedancia del transformador (m $\Omega$ )

$I_{cc2}$  Intensidad máxima de cortocircuito trifásico en el punto considerado (kA).

## 2.4.2 Cortocircuito en el lado de Alta tensión

### 2.4.2.1 Intensidad máxima de cortocircuito trifásico en bornas de la celda de entrada

Para los cálculos objeto del presente proyecto, se tomará como referencia el valor de corriente máxima de cortocircuito trifásico estimado de:

$$I_{cco} = 11,79 \text{ kA}$$

### 2.4.2.2 Intensidad máxima de cortocircuito trifásico en bornas de entrada de los transformadores

#### Datos de partida:

- $U_{1L}$ : Tensión compuesta de la red (20 kV).
- $I_{cco}$ : 11,79 kA. (Dato calculado en proyecto de LSMT)
- T: Tiempo de disparo de las protecciones de las celdas de protección del transformador:  $\leq 0,2$  seg.
- S: Sección cable utilizado: 3 x 1 x 150 mm<sup>2</sup> Al
- Tipo: HEPRZ1 12/20 kV
- $T_{maxsev}$ : Temperatura máxima en servicio permanente: 105°C
- $R_c$ : Resistencia del cable: 0,206 Ohm/Km.
- $X_c$ : Reactancia inductiva del cable: 0,113 Ohm/Km.
- $L_T$ : Longitud cable: Celda de protección – T: 12 metros
- $I^2 \cdot t$ : Solicitación térmica máxima admisible del cable en C.C.:  $1,81 \times 10^8$  para 0,2 seg, según tabla B.3 norma UNE 211435.

#### Fórmulas utilizadas:

$$I_{CCA} = \frac{U_{1L}}{\sqrt{3} \cdot Z_A}$$

$$Z_A = \sqrt{(R_O + R_{cA})^2 + (X_O + X_{cA})^2}$$

$$R_O = 0,15 \cdot X_O$$

Donde:

- $Z_O$ : Impedancia de la red de AT hasta la celda de entrada ( $\Omega$ ).
- $Z_{cA}$ : Impedancia del cable de AT desde la cabina de protección hasta bornas de del transformador ( $\Omega$ ).
- $Z_A$ : Impedancia equivalente en bornas de entrada del transformador ( $\Omega$ ).
- $U_{1L}$ : Tensión de línea (kV)
- $I_{CCA}$ : Intensidad de cortocircuito trifásico en las bornas de entrada del transformador (kA).

Cálculos:

1) PARAMETROS DE CÁLCULO			2) RESULTADOS		
DATO	UNIDADES	REF.	CELDA ENTRADA	TRAFO T-1 (1000 KVA)	TRAFO T-2 (2000 KVA)
LONGITUD CABLE	(Km)		-	0,010	0,005
I <sub>CC0</sub>	(kA)		11,79		
Z <sub>0</sub>	(Ohm)		0,979		
R <sub>0</sub>	(Ohm)	0,15Xo	0,145		
X <sub>0</sub>	(Ohm)		0,969		
Z <sub>CA</sub>	(Ohm)		-	0,002	0,001
R <sub>CA</sub>	(Ohm/Km):	0,206	-	0,002	0,001
X <sub>CA</sub>	(Ohm/Km):	0,113	-	0,001	0,001
Z <sub>A1</sub>	(Ohm)			0,981	0,980
I <sub>CC32-t</sub>	(A2x seg.):	1,81E+08	-	2,77E+07	2,78E+07
I <sub>CCA</sub>	(KA)		-	<b>11,77</b>	<b>11,78</b>
S <sub>CCA</sub>	MVA			407,82	408,12

La intensidad máxima de cortocircuito trifásico en bornas de entrada del transformador será:

$$I_{CCA T1} = 11,77 \text{ kA}$$

$$I_{CCA T2} = 11,78 \text{ kA}$$

### 2.4.3 Cortocircuito en el lado de Baja Tensión

#### 2.4.3.1 Intensidad máxima de cortocircuito trifásico en bornas de salida del transformador

Datos de partida:

- U<sub>2L</sub>: Tensión compuesta en el secundario en vacío (420 V).
- W<sub>fe</sub>: Perdidas en el hierro
  - Trafo 2.000 kVA: 2.468 W
- W<sub>cu</sub>: Perdidas en el cobre
  - Trafo 2.000 kVA: 15.065 W
- V<sub>cc</sub>: Tensión de cortocircuito (5,78%)

Fórmulas utilizadas:

$$I_{CCB} = \frac{U_{2L}}{\sqrt{3} \cdot Z_B}$$

$$Z_B = \sqrt{(R_{CC} + R_{A2})^2 + (X_{CC} + X_{A2})^2}$$

$$Z_{CC} = \frac{U_{CC} \cdot U_{2L}^2}{100 \cdot S_n}$$

$$R_{CC} = \frac{W}{3 \cdot I_{2n}^2}$$

$$Z_{A2} = \frac{U_{2L}^2}{S_{CCA}}$$

$$R_{A2} = 0,15 \cdot X_{A2}$$

Donde:

- $Z_B$ : Impedancia aguas arriba de las bornas de salida del transformador ( $m\Omega$ ).
- $S_{CC}$ : Impedancia de cortocircuito del transformador ( $m\Omega$ ).
- $Z_{A2}$ : Impedancia equivalente en bornas de entrada del transformador ( $\Omega$ ).
- $V_{2L}$ : Tensión compuesta en el secundario (V).
- $I_{CCB}$ : Intensidad de cortocircuito trifásico en las bornas de salida del trafo (kA).
- $S_{CCA}$ : Potencia de cortocircuito en el punto considerado (kVA)
- $S_n$ : Potencia nominal del transformador (kVA)

Cálculos:

1) PARAMETROS DE CÁLCULO			
DATO	UNIDADES	REF.	TRAFO T-2 (2000 KVA)
S	kVA		2.000,000
I <sub>2L</sub>	A		2.749,287
W	W		17.533,000
VCC	%		5,780
ZA2	( $m\Omega$ )		0,432
RA2	( $m\Omega$ )	0,15Xo	0,064
XA2	( $m\Omega$ )		0,427
ZCC	( $m\Omega$ )		5,098
RCC	( $m\Omega$ )		0,773
XCC	( $m\Omega$ )		5,04E+00
ZB	( $m\Omega$ )		<b>5,53</b>
ICCB	(kA)		<b>43,85</b>

La intensidad máxima de cortocircuito trifásico en bornas de salida del transformador T-2 objeto de proyecto será:

$$I_{CCBT} = 43,85 \text{ kA}$$

#### 2.4.4 Dimensionado del embarrado

Al tratarse de una instalación con celdas prefabricadas, no será necesario realizar el cálculo del embarrado.

## 2.4.5 Dimensionado de los puentes entre las celdas de protección y el transformador

La elección de la sección de la línea que conectará la celda de protección con el transformador se calculará en función de la intensidad máxima admisible del conductor en régimen permanente y de la intensidad máxima admisible en régimen de cortocircuito, con el fin de no superar la temperatura máxima admisible por el aislamiento.

### 2.4.5.1 Comprobación por densidad de corriente en régimen permanente

La intensidad máxima admisible en régimen permanente se calculará partiendo de la potencia que debe transportar el cable, calculando la intensidad correspondiente y eligiendo el cable adecuado de acuerdo con los valores de intensidades máximas recogidas en el Reglamento de Líneas de Alta Tensión o en los datos suministrados por el fabricante.

Para estos puentes hay que prever un cable de la sección necesaria para soportar la intensidad prevista en el lado de alta tensión de los transformadores.

Se opta, según la tabla 13 de la ITC-LAT 06, por usar conductor unipolar del tipo HEPRZ1 12/20 kV de Aluminio, de sección 150 mm<sup>2</sup> por fase.

Sección (mm <sup>2</sup> )	EPR		XLPE		HEPR	
	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al
25	115	90	120	90	125	95
35	135	105	145	110	150	115
50	160	125	170	130	180	135
70	200	155	205	160	220	170
95	235	185	245	190	260	200
120	270	210	280	215	295	230
150	305	235	315	245	330	255
185	345	270	355	280	375	290
240	400	310	415	320	440	345
300	450	355	460	365	500	390
400	510	405	520	415	565	450

El valor de 255 A admisibles por el conductor en régimen permanente es superior a la intensidad prevista en el lado de alta tensión de los transformadores, calculado en el apartado 2.2 del presente proyecto.

### 2.4.5.2 Comprobación por intensidad admisible en régimen de cortocircuito

En régimen de cortocircuito, la intensidad máxima admisible viene condicionada por la sollicitación térmica a que se ven sometidos los conductores y los aislamientos de los cables a utilizar. Está en función del tiempo de despeje del cortocircuito; es decir, para un tiempo de actuación de los elementos de protección, la capacidad en amperios del cable debe ser superior a la intensidad máxima de cortocircuito prevista.

La intensidad máxima admisible en régimen de cortocircuito en los conductores, en función del tiempo de cortocircuito, está definido en las tablas incluidas en norma “*UNE 211435/2011 - Guía para la elección de cables eléctricos de tensión asignada superior o igual a 0,6/1kV para circuitos de distribución eléctrica*”, a la cual se recurrirá más adelante.

#### Determinación del tiempo de duración del cortocircuito

El tiempo máximo de duración de un cortocircuito es la suma del tiempo de actuación del interruptor y el tiempo de temporización del relé de la celda de protección.

Para esta instalación se prevé los siguientes tiempos:

- Temporización del relé de la celda de protección para evitar disparos intempestivos (Disparo “50”): 100 mseg
- Tiempo de actuación del interruptor: 100 mseg.

Por lo que para la determinación de la sección del cable se considerará un tiempo de 0,2 segundos.

#### Determinación de la Intensidad de cortocircuito máxima

La intensidad de cortocircuito máxima prevista en las celdas de entrada es un dato calculado en el apartado 2.4.2 del presente proyecto.

#### Comprobación de conductores.

Tal como se ha comentado en apartados anteriores, el cable previsto a instalar es un conductor unipolar del tipo HEPRZ1 12/20 kV de Aluminio, de sección 150 mm<sup>2</sup> por fase.

Para conductores de cobre con aislamiento de HEPRZ1, la intensidad máxima de cortocircuito se determina a través de la tabla siguiente, extraída de ya citada norma UNE 211.435/2011”:

**Tabla B.3 – Intensidad máxima de cortocircuito en aislamientos de HEPR, en A**

Aislamiento de HEPR								
Sección mm <sup>2</sup>	Conductor de cobre				Conductor de aluminio			
	Tiempo de cortocircuito, s				Tiempo de cortocircuito, s			
	0,2	0,5	1	2	0,2	0,5	1	2
25	7 650	4 850	3 500	2 500	5 050	3 250	2 300	1 650
35	10 700	6 800	4 850	3 450	7 100	4 500	3 250	2 300
50	15 200	9 700	6 900	4 900	10 100	6 450	4 600	3 300
70	21 300	13 500	9 600	6 850	14 100	8 950	6 400	4 550
95	28 850	18 300	13 000	9 250	19 100	12 150	8 650	6 150
120	36 400	23 100	16 400	11 700	24 100	15 300	10 900	7 750
150	45 450	28 850	20 500	14 550	30 100	19 100	13 600	9 700
185	56 050	35 550	25 250	17 950	37 100	23 550	16 750	11 900
240	72 650	46 100	32 700	23 200	48 050	30 500	21 650	15 400
300	90 800	57 550	40 800	28 950	60 050	38 100	27 050	19 200
400	121 000	76 650	54 350	38 550	80 000	50 750	36 000	25 550

Temperatura inicial 105 °C; Temperatura final 250 °C

De acuerdo con la anterior tabla, la intensidad máxima admisible por el conductor en régimen de cortocircuito para un tiempo de 0,2 segundos es 30.100 A que es superior al máximo previsto en la instalación calculado en el apartado 2.4.2.1 del presente proyecto.

Se debe tener en cuenta que la misión de los relés en el lado de AT es la de la protección contra los cortocircuitos y sobrecargas. También hay que considerar que la protección selectiva se debe realizar en BT, por lo que las protecciones de AT no deben actuar antes que los de baja.

De todas formas, esta protección debe permitir el paso de la punta de corriente producida en la conexión del transformador, soportar la intensidad en servicio continuo y sobrecargas eventuales y cortar las intensidades de defecto en los bornes del secundario del transformador.

### **2.4.5.3 Selección de los fusibles de AT y BT**

No procede este apartado al no disponer celdas de protección con fusibles.

### **2.4.6 Dimensionado de la ventilación del PFU-7**

La Instrucción Complementaria ITC-RAT 14, en su apartado 4.4.1., requiere que los locales destinados a los Centros de Transformación, a fin de evitar calentamientos excesivos, deberán disponer de entradas de aire adecuadas por su parte inferior y salidas en su parte superior.

En el Centro de Transformación existente objeto del presente proyecto, dispone de dos prefabricados, como se define en el apartado 1.2 de esta memoria. El prefabricado existente ya dispone de una ventilación forzada diseñada en su correspondiente proyecto, quedando fuera del alcance de este proyecto.

Por otra parte, el nuevo PFU-7 cuenta con un sistema de ventilación forzada, el cual dispondrá de dispositivos de enclavamiento asociados a la detección de incendios que accionarán la parada automática del dispositivo en caso de producirse un incendio, según la Instrucción ITC-RAT 14, Apartado 4.4.1.

Para dimensionar la ventilación necesaria para el centro de transformación se deberán tener en cuenta los siguientes focos generadores de calor:

- Transformador seco de 2.000 kVA.

Pérdidas debidas a las cargas (a 120°C)	15.065 W
Pérdidas en vacío	2.468 W

Por lo que la potencia total a disipar será:

$$P = 15.065 + 2.468 = 17.533 \text{ W} = 17,53 \text{ kW}$$

Para realizar la disipación del calor total que se genera en el interior del CT se utilizará un extractor.

El caudal necesario vendrá determinado por la siguiente fórmula:

$$P = \rho \cdot Q \cdot C_p \cdot \Delta T$$

Siendo:

P: Potencia disipada (kW)

$\rho$ : Densidad del aire (1,2 kg/m<sup>3</sup>).

Q: Caudal másico del aire (en m<sup>3</sup>/s).

C<sub>p</sub>: Calor específico del aire (1 kJ/(kg\*K)).

$\Delta T$ : Aumento de temperatura del aire en °C.

Temperatura máxima del aire exterior 25 °C

Temperatura máxima de aire interior 40 °C.

Despejando el valor del caudal se tiene que:

$$Q \left( \frac{m^3}{s} \right) = \frac{17,53}{1,2 \cdot 1 \cdot (40 - 25)} = 0,97 \frac{m^3}{s}$$

Que se corresponde a un caudal mínimo de ventilación de aproximadamente 3.506,60 m<sup>3</sup>/h.

Con ello se ha de seleccionar un ventilador de con un caudal superior al requerido

#### Sistema de ventilación adoptado.

El extractor deberá contar con un caudal superior al requerido. Durante la fase de ejecución el director de obra verificará la conformidad de la ventilación.

Se instalará dispositivo de parada automática para su actuación en caso de incendio.

#### Aportación de aire desde el exterior.

La aportación de aire al local se realizará a través de rejillas de lamas con tela mosquitera, de dimensiones y ubicación según planos, por lo que dicha aportación se realiza debido a la depresión producida por la succión del extractor a instalar.

### **2.4.7 Dimensionado del pozo apagafuego**

Al instalarse un transformador seco, no es necesario la construcción de un pozo apagafuegos de recogida de pérdidas de aceite.

## **2.5 CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA**

### **2.5.1 Investigación de las características del suelo**

El Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión, concretamente en el Apartado 4 de la ITC-RAT-13 indica que para instalaciones de tercera categoría (de tensión igual o inferior a 20 kV) y de intensidad de defecto a tierra inferior o igual a 1.000 A no será imprescindible realizar la investigación previa de la resistividad del suelo.

Por ello, a la hora de comprobar que las hipótesis de partida son adecuadas, bastará con un examen visual del terreno y se podrá estimar su resistividad.

Visto el terreno, se podría clasificar como un terreno mixto formado por suelo arena arcillosa. Consultadas tablas de contrastada eficacia, se ha estimado un valor de resistividad del terreno en torno a 150 ohm·m.

## 2.5.2 Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente a la eliminación del defecto

En las instalaciones de AT de tercera categoría, los parámetros que determinan los cálculos de faltas a tierra son las siguientes:

De la red:

- Tipo de neutro: El neutro de la red puede estar aislado, rígidamente unido a tierra o unido a esta mediante resistencias o impedancias. Esto producirá una limitación de la corriente de la falta, en función de las longitudes de líneas o de los valores de impedancias en cada caso.
- Tipo de protecciones: Cuando se produce un defecto, éste se eliminará mediante la apertura de un elemento de corte que actúa por indicación de un relé de intensidad, el cual puede actuar en un tiempo fijo (relé a tiempo independiente -> tiempo fijo), o según una curva de tipo inverso (relé a tiempo dependiente). Adicionalmente, pueden existir reenganches posteriores al primer disparo, que sólo influirán en los cálculos si se producen en un tiempo inferior a los 0,5 segundos.

No obstante, y dada la casuística existente dentro de las redes de cada compañía suministradora, en ocasiones se debe resolver este cálculo considerando la intensidad máxima empírica y un tiempo máximo de ruptura, valores que, como los otros, deben ser indicados por la compañía eléctrica.

Para el caso concreto del presente proyecto se disponen de los siguientes datos de partida:

- Potencia de cortocircuito máxima de la red:  $S_{cc} = 433 \text{ MVA}$
- Corriente máxima de defecto a tierra en la instalación:  $I_d = 500 \text{ A}$
- Resistencia pat N red:  $R_n \text{ (Ohm): } 23,09 \text{ Ohm}$

## 2.5.3 Diseño preliminar de la instalación de tierra

La instalación de puesta a tierra consta de las siguientes partes:

### **Puesta a tierra de protección (herrajes):**

Se conecta a este sistema las partes metálicas de la instalación que no estén en tensión normalmente, pero puedan estarlo a consecuencia de averías o causas fortuitas tales como los chasis y los bastidores metálicos, envolventes metálicas de las cabinas de AT, carcasa del transformador, armaduras de los cables de AT, la armadura de la solera del piso, o cualquier otro elemento o envolvente metálicas que pueda ser accesible simultáneamente

con otra masa conectada a esta red de herrajes. No se conectarán a la red de protección, las puertas, ventanas o rejas que den al exterior, pero se garantizará que su montaje se realice sobre elementos totalmente aislantes.

Para la tierra de protección se ha optado por un sistema de las características que se indican a continuación:

- Configuración UNESA: 80-25/5/82
- Geometría del sistema: Picas en rectángulo 8x2,5m
- Profundidad del electrodo: 0,5 m
- Número de picas: 8
- Longitud de las picas: 2 metros

Parámetros característicos del electrodo:

- $Kr = 0,072 \frac{\Omega}{\Omega m}$
- $Kp = 0,0151 \frac{V}{(\Omega m)(A)}$

#### Descripción:

Estará constituida por 8 picas formando un rectángulo de 8,5 x 2,5 metros, unidas por un conductor horizontal de cobre desnudo directamente enterrado de 50 mm<sup>2</sup> de sección.

Los valores de Kr y Kp que se van a utilizar son los correspondientes a una configuración de 80-25/5/82, ya que no existe configuraciones con una geometría superior en el código de puesta a tierra de UNESA. Al ser la geometría diseñada superior a las del código UNESA, solo podrían mejorar los valores de Kr y Kp para el valor final del sistema de puesta a tierra.

Las picas tendrán un diámetro de 14,6 mm y una longitud de 2 m. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0,5 m.

Las dimensiones y la disposición de las picas pueden verse en el plano correspondiente adjunto a este proyecto.

#### **Puesta a tierra de servicio (neutro transformador):**

Se conectarán a este sistema el neutro del transformador, así como la tierra de los secundarios del transformador de tensión e intensidad de la celda de medida si la hubiera.

La configuración escogida se describe a continuación:

- Configuración UNESA: 5/82
- Geometría del sistema: Picas alineadas en hilera
- Profundidad del electrodo: 0,5 m
- Número de picas: 8
- Longitud de las picas: 2 metros
- Distancia entre picas: 3 metros

Parámetros característicos del electrodo:

- $Kr = 0,0572 \frac{\Omega}{\Omega m}$
- $Kp = 0,00345 \frac{V}{(\Omega m)(A)}$

#### Descripción:

Está constituida por 8 picas en hilera unidas por un conductor horizontal de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup> de sección.

Las picas tendrán un diámetro de 14,6 mm y una longitud de 2 m. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0,5 m, y la separación entre cada pica y la siguiente será de 3 m. Con esta configuración, la longitud de flagelo conductor desde la primera pica a la última será de 21 m.

La conexión desde el Centro hasta la primera pica se realiza con cable de cobre aislado tipo RZ1-K 0.6/1 kV de 50 mm<sup>2</sup>, protegido contra daños mecánicos.

Las dimensiones y la disposición de las picas pueden verse en el plano correspondiente adjunto a este proyecto.

#### **2.5.4 Diseño y cálculo de la resistencia de puesta a tierra**

##### **Puesta a tierra de protección:**

Para el cálculo de la resistencia de puesta tierra de protección utilizaremos el método UNESA.

- Configuración UNESA: 80-40/5/82

Coeficiente de Resistencia:  $Kr = 0,065 \Omega/(\Omega*m)$

El valor de la resistencia de puesta a tierra será:

$$R_{\text{prot}} = Kr * \sigma = 0,065 * 150 = 10,8 \Omega$$



### Puesta a tierra de servicio transformador:

Para el cálculo de la resistencia de puesta tierra de servicio utilizaremos el método UNESA.

- Configuración UNESA: 5/82

Coefficiente de Resistencia:  $K_r = 0,0572 \Omega/(\Omega \cdot m)$

El valor de la resistencia de puesta a tierra será:

$$R_{serv} = K_r \cdot \sigma = 0,0572 \cdot 150 = 8,58 \Omega$$



### 2.5.5 Cálculo de la intensidad y tensión de defecto

Para el cálculo de la intensidad y tensión de defecto correspondientes ( $I_d$ ,  $U_d$ ), utilizaremos las siguientes fórmulas:

- Intensidad de defecto:

$$I_d = \frac{U_n}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_{tprot} + R_n)^2 + X_n^2}}$$

Obteniendo el siguiente valor:

$$I_d = \frac{20.000}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(10,8 + 23,09)^2 + 0^2}} = 340,72 \text{ A}$$

- Tensión de defecto,  $U_d$ :  $U_d = I_d \cdot R_{tprot}$

Obteniendo el siguiente valor:

$$U_d = 340,72 \cdot 10,8 = \mathbf{3.679,78 \text{ V}}$$

El aislamiento de las instalaciones de baja tensión del C.T. deberá ser mayor o igual que la tensión máxima de defecto calculada ( $U_d$ ). De esta manera, se evitará que las sobretensiones que aparezcan al producirse un defecto en la parte de Alta Tensión deterioren los elementos de Baja Tensión del centro, y por ende no afecten a la red de Baja Tensión.

### 2.5.6 Cálculo de los valores de tensiones máximas admisibles en la instalación

Las tensiones máximas admisibles de contacto y paso aplicadas, en voltios, que se puede aceptar según el reglamento ITC-RAT-13, serán:

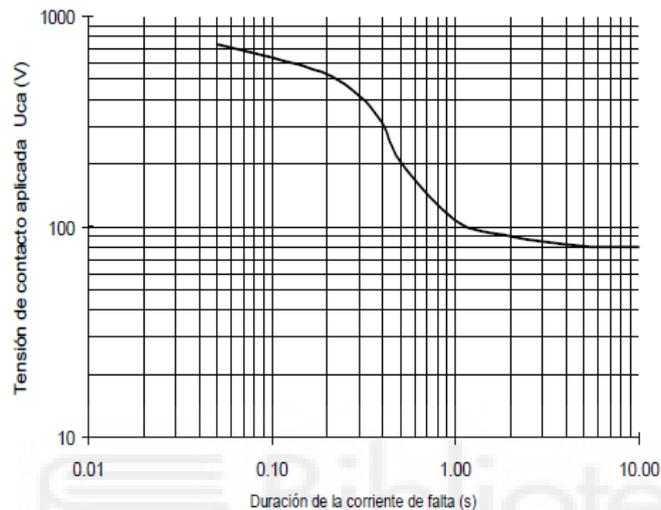
- $U_{ca}$ : Tensión de contacto aplicada a la que puede estar sometido el cuerpo humano entre la mano y los pies, en función de la duración de la corriente de falta, según la Fig. 1 y correspondiente tabla 1 de valores de la ITC-RAT 13.

Para el caso concreto del presente proyecto, se considerará como tiempo necesario para despejar la corriente de falta 0,2 segundos, que incluye el tiempo de regulación del relé de la celda protección CT (0,15 segundos), más el tiempo de actuación mecánica protecciones. Con este dato, apoyado en la citada fig. 1 (y tabla 1) se extrae el siguiente valor de tensión máxima de contacto aplicada:

$$U_{ca} = 528 \text{ V}$$

**Tabla 1. Valores admisibles de la tensión de contacto aplicada  $U_{ca}$  en función de la duración de la corriente de falta  $t_f$**

Duración de la corriente de falta, $t_f$ (s)	Tensión de contacto aplicada admisible, $U_{ca}$ (V)
0.05	735
0.10	633
0.20	528



$U_{pa}$  = Tensión máxima de paso aplicada; Según la MIE-Rat 13, los valores admisibles de la tensión de paso aplicada entre los dos pies de una persona, considerando únicamente la propia impedancia del cuerpo humano sin resistencias adicionales como las de contacto con el terreno o las del calzado se define como diez veces el valor admisible de la tensión de contacto aplicada:

$$U_{pa} = 10 \cdot U_{ca}$$

Aplicando los valores, obtenemos los siguientes resultados:

$$U_{pa} = 10 \cdot 528 = 5.280 \text{ V}$$

### 2.5.7 Cálculo de las tensiones de paso, contacto y diferencia de potencial en el interior de la instalación

El centro de está constituido por una construcción prefabricada monobloque de hormigón, con cubierta amovible, que conforma toda la estructura del local, tanto exterior como enterrada. Por construcción, toda la envolvente (base, paredes y techos), excepto puerta y rejillas, está fabricada en hormigón armado. La propia armadura, realizada de mallazo electrosoldado garantiza una perfecta equipotencialidad de todo el prefabricado.

Este mallazo se conectará al sistema de tierras de protección (Herrajes), por lo que se habrá establecido un sistema de equipotencialidad que evitará las diferencias de tensión peligrosa entre manos (Tensión de contacto) o entre pies (Tensión de paso). En el caso de existir en el paramento interior del local una armadura metálica, ésta estará unida a la estructura metálica del piso y por lo tanto unida a la misma red de protección.

Así mismo, como se ha indicado anteriormente, todas las masas del interior del CT estarán conectadas a la misma tierra de protección (y las que no, estarán montadas sobre elementos aislantes) por lo que se garantizará también que no aparezcan diferencias de potencial peligroso entre elementos accesibles simultáneamente con las manos.

En resumen, con esta disposición se consigue que la persona que deba acceder a una parte que pueda quedar en tensión, de forma eventual, está sobre una superficie equipotencial, con lo que desaparece el riesgo inherente a la tensión de contacto y de paso interior.

Así pues, no será necesario el cálculo de las tensiones de paso y contacto en el interior de la instalación, puesto que su valor será prácticamente nulo.

### **2.5.8 Cálculo de las tensiones de paso, en el acceso de la instalación**

No obstante, al quedar el interior del local, desde el punto de vista eléctrico, como un área equipotencial, el riesgo puede aparecer en el momento de acceso desde el exterior al interior del local en forma de tensión de paso.

Según el método de cálculo empleado, la existencia de una malla equipotencial conectada al electrodo de tierra implica que la tensión de paso de acceso puede ser equivalente al valor de la tensión de defecto calculada. Dicho valor se obtiene mediante la expresión:

$$U'_{p2acceso} = I_d \cdot R_{tprot} = 239,37 \cdot 9,75 = 2.333,82 V$$

### **2.5.9 Cálculo de las tensiones de paso y contacto en el exterior de la instalación**

Tensiones de contacto; En el exterior del centro de transformación no se conectará ninguna masa o elemento metálico a la tierra de protección (herrajes) y por lo tanto desaparecerá la previsión de que una tensión de contacto peligrosa aparezca por un defecto en el sistema de alta tensión. Únicamente los elementos accesibles desde fuera y desde dentro del CT podrían estar fuera de esta regla. Como consecuencia y con el fin de evitar la aparición de

tensiones de contacto elevadas en el exterior de la instalación, las puertas y rejillas de ventilación metálicas accesibles desde el exterior del centro no tendrán contacto eléctrico alguno con masas conductoras que, a causa de defectos o averías, sean susceptibles de quedar sometidas a tensión -o sea, no estarán conectadas a ningún sistema de tierras-, para lo cual el montaje físico de dichos elementos se realizará sobre elementos aislantes.

Con estas medidas de seguridad, no será necesario calcular las tensiones de contacto en el exterior, ya que éstas serán prácticamente nulas.

Tensión de paso; Por otra parte, la tensión de paso en el exterior vendrá determinada por las características del electrodo y la resistividad del terreno. La expresión siguiente determina su valor como consecuencia de la configuración de los electrodos escogida y del tipo de terreno en el que la implantamos:

$$U_p = K_p \cdot I_d \cdot \rho_s = 0,0134 \cdot 351,61 \cdot 150 = \mathbf{70673 \text{ V}}$$

### 2.5.10 Cálculo de las máximas tensiones de paso admisibles

Determinado que no será necesario el cálculo de las tensiones de contacto en el exterior de la instalación, queda pendiente de calcular las tensiones de paso en el exterior (área de influencia de la red de tierras) y en el punto de acceso al CT (también ha quedado definido que no era necesario el cálculo de las tensiones de paso y contacto en el interior del CT).

Para calcular los valores máximos admisibles de la tensión de paso en el exterior y en el acceso a los centros de transformación, emplearemos las siguientes expresiones:

- Tensión de paso máxima admisible en el exterior

$$U_p = U_{pa} \cdot \left[ \left( 1 + \frac{2 \cdot R_{a1} + 2 \cdot R_{a2}}{Z_B} \right) \right] = 10 \cdot U_{ca} \cdot \left[ \left( 1 + \frac{2 \cdot R_{a1} + 6 \cdot \rho_s}{1000} \right) \right]$$

- Tensión de paso máxima admisible en el acceso

$$U_{p,acc} = U_{pa} \cdot \left[ \left( 1 + \frac{2 \cdot R_{a1} + 3 \cdot \rho'_s + 3 \cdot \rho''_s}{Z_B} \right) \right] = 10 \cdot U_{ca} \cdot \left[ \left( 1 + \frac{2 \cdot R_{a1} + 3 \cdot \rho'_s + 3 \cdot \rho''_s}{1000} \right) \right]$$

Siendo:

- $U_p$  = Tensiones de paso en Voltios.
- $U_c$  = Tensiones de contacto en Voltios.

- $U_{ca}$ : Tensión de contacto aplicada a la que puede estar sometido el cuerpo humano entre la mano y los pies, en función de la duración de la corriente de falta, cuyo valor que ha sido calculado anteriormente, es  $U_{ca} = 528 \text{ V}$ .
- $R_{a1}$ : Resistencia equivalente del calzado de un pie cuya suela sea aislante. Se puede emplear como valor  $2.000 \text{ } (\Omega)$ .
- $R_{a2}$ : Resistencia a tierra del punto de contacto con el terreno de un pie.  $R_{a2} = 3\rho_s$ , donde  $\rho_s$  es la resistividad del suelo cerca de la superficie.
- $Z_B$ : Impedancia del cuerpo humano. Se considerará un valor de  $1.000 \text{ } (\Omega)$ .
- $\rho_s$ : Resistividad superficial. Resistividad correspondiente al tipo de terreno que conforma la superficie de contacto ( $\Omega$ ).
  - $\rho_s =$  Resistividad del suelo en el área de la red de tierras; margas y arcillas compactas  $150 \text{ } \Omega\text{m}$ .
  - $\rho'_s =$  Resistividad del suelo en el exterior alrededor del CT; suelo de hormigón  $2.000 \text{ } \Omega\text{m}$ .
  - $\rho''_s =$  Resistividad del suelo en el interior del CT; suelo de hormigón  $2.000 \text{ } \Omega\text{m}$ .

Por otra parte, para calcular la resistividad superficial aparente del terreno en los casos en que el terreno se recubra de una capa adicional de elevada resistividad (grava, hormigón, etc.) se multiplicará el valor de la resistividad de la capa de terreno adicional, por un coeficiente reductor. El coeficiente reductor se obtendrá de la expresión siguiente:

$$C_s = 1 - 0,106 \cdot \left( \frac{1 - (\rho/\rho^*)}{2h_s + 0,106} \right)$$

- $C_s$ : coeficiente reductor de la resistividad de la capa superficial.
- $h_s$ : espesor de la capa superficial, en metros;  $0,15 \text{ m}$
- $\rho$ : resistividad del terreno;  $150 \text{ } \Omega\text{m}$ .
- $\rho^*$ : resistividad de la capa superficial; suelo de hormigón  $2.000 \text{ } \Omega\text{m}$

Aplicando valores, el coeficiente reductor será:

$$C_s = 0,76$$

Por lo que la resistividad final del interior y exterior del CT a considerar serán las siguientes:

- $\rho'_s =$  Resistividad del suelo en el exterior alrededor del CT- suelo de hormigón:

$$2.000 \text{ } \Omega\text{m} * 0,76 = 1.516,99 \text{ } \Omega\text{m}$$

- $\rho''_s$  = Resistividad del suelo en el interior del CT- suelo de hormigón:

$$2.000 \Omega\text{m} \cdot 0,76 = 1.516,99 \Omega\text{m}$$

Sustituyendo, obtenemos que:

- Tensión de paso máxima admisible en el exterior

$$U_p = 10 \cdot 528 \cdot \left[ \left( 1 + \frac{2 \cdot 2000 + 6 \cdot 150}{1000} \right) \right] = 31.152,00 \text{ V}$$

- Tensión de paso máxima admisible en el acceso

$$U_{p,acc} = 5280 \cdot \left[ \left( 1 + \frac{2 \cdot 2000 + 3 \cdot 1.516,99 + 3 \cdot 1.516,99}{1000} \right) \right] = 74.458,24 \text{ V}$$

Por lo que, se puede comprobar que:

$$U'_p = 706,73 < U_p = 31.152,00(V)$$

$$U'_{p(acc)} = 3.428,23 \text{ V} < U_{p,acc} = 74.458,24 (V)$$

### 2.5.11 Investigación de tensiones transferibles al exterior

Al no existir medios de transferencia de tensiones al exterior no se considera necesario un estudio previo para su reducción o eliminación. No obstante, con el objeto de garantizar que el sistema de puesta a tierra de servicio no alcance tensiones elevadas cuando se produce un defecto, existirá una distancia de separación mínima de 15 metros entre los electrodos de los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio.

### 2.5.12 Corrección y ajuste del diseño inicial

No se considera necesario la corrección del sistema proyectado. No obstante, si tras su montaje, el valor medido de las tomas de tierra resultara elevado y tras comprobar y medir la resistividad del terreno, si se precisa, se complementará el sistema de electrodos prolongando el sistema tierras, hasta obtener los resultados de los cálculos realizados.

### 2.5.13 Revisión del sistema de tierras

Por último, una vez finalizada la obra y antes de la puesta en marcha de la instalación, se deberán medir las tensiones de paso y contacto de acuerdo con el punto 8.1 de la ITC-RAT-13.

El director de obra deberá verificar que las tensiones de paso y contacto aplicadas están dentro de los límites admitidos, y si los resultados pudieran dar lugar a tensiones de paso o contacto excesivas, se corregirían estas mediante la disposición de una alfombra aislante en el suelo del Centro, o cualquier otro medio que asegure la no peligrosidad de estas tensiones.

## 2.6 CÁLCULO DE SECCIONES Y PROTECCIONES A CUADROS Y MÁQUINAS CLIMATIZACIÓN

Para dimensionar las secciones de la instalación, se han tenido en cuenta los siguientes pasos:

### 2.6.1. Cálculo de la demanda de corriente por las máquinas/cuadros

Tendremos en cuenta la siguiente fórmula de cálculo para instalaciones trifásicas:

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

Siendo:

I, la intensidad que circulará por nuestro cable

P, potencia demandada por la máquina de clima / cuadro eléctrico

V, la tensión trifásica demandada que será 400V

Cos(phi), factor de potencia de las máquinas que será de 0,8

### 2.6.2. Tipo de canalización empleada

Según la Tabla 1 de la Guía-BT-19, encontramos que nuestro cable es tipo B y XLPE debido a que irá instalado en bandeja ciega y rejiband y será libre de halógenos recubierto con poliestireno:

Tabla 1. Intensidades admisibles (A) al aire 40 °C. Nº de conductores con carga y naturaleza del aislamiento

			3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR						
A		Conductores aislados en tubos empotrados en paredes aislantes											
A2		Cables multiconductores en tubos empotrados en paredes aislantes	3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR						
B		Conductores aislados en tubos en montaje superficial o empotrados en obra				3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR			
B2		Cables multiconductores en tubos en montaje superficial o empotrados en obra		3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR					
C		Cables multiconductores directamente sobre la pared				3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR			
E		Cables multiconductores al aire libre. Distancia a la pared no inferior a 0.3D					3x PVC	2x PVC	3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR		2x XLPE o EPR	
F		Cables unipolares en contacto mutuo. Distancia a la pared no inferior a D					3x PVC					3x XLPE o EPR	
G		Cables unipolares separados mínimo D							3x PVC			3x XLPE o EPR	
		mm <sup>2</sup>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Cobre		1,5	11	11,5	13	13,5	15	16	-	18	21	24	-
		2,5	15	16	17,5	18,5	21	22	-	25	29	33	-
		4	20	21	23	24	27	30	-	34	38	45	-
		6	25	27	30	32	36	37	-	44	49	57	-
		10	34	37	40	44	50	52	-	60	68	76	-
		16	45	49	54	59	66	70	-	80	91	105	-
		25	59	64	70	77	84	88	96	106	116	123	166
		35	77	86	96	104	110	119	131	144	154	166	206
		50	94	103	117	125	133	145	159	175	188	204	250
		70			149	160	171	188	202	224	244	264	321
		95			180	194	207	230	245	271	296	321	391
		120			208	225	240	267	284	314	348	388	455
		150			236	260	278	310	338	363	404	455	525
	185			268	297	317	354	386	415	464	525	601	
	240			315	350	374	419	455	490	552	621	711	
	300			360	404	423	484	524	565	640	721	821	

- 1) A partir de 25 mm<sup>2</sup> de sección.
- 2) Incluyendo canales para instalaciones -canaletas- y conductos de sección no circular.
- 3) O en bandeja no perforada.
- 4) O en bandeja perforada.
- 5) D es el diámetro del cable.

### 2.6.3 Sección del cableado por intensidad máxima admisible

Usamos la Tabla A de la misma guía mencionada anteriormente para dimensionar la sección mínima de nuestro cableado, entramos a la tabla con los datos de tipo de canalización y recubrimiento del cable:

ADAPTACIÓN DEL PROYECTO DE AMPLIACIÓN DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN CT  
(1x1.000 + 1x2.000 kVA) PARA ALMACÉN INDUSTRIAL

*Tabla A - Intensidades admisibles para cables con conductores de cobre, no enterrados  
Temperatura ambiente 40°C en el aire*

Método de instalación*	Número de conductores cargados y tipo de aislamiento											
A1		3x PVC	2x PVC		3x XLPE	2x XLPE						
A2	3x PVC	2x PVC		3x XLPE	2x XLPE							
B1				3x PVC	2x PVC		3x XLPE		2x XLPE			
B2			3x PVC	2x PVC		3x XLPE	2x XLPE					
C					3x PVC		2x PVC	3x XLPE		2x XLPE		
E						3x PVC		2x PVC	3x XLPE		2x XLPE	
F							3x PVC		2x PVC	3x XLPE		2x XLPE
Sección mm <sup>2</sup> COBRE	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1,5	11	11,5	13	13,5	15	16	16,5	19	20	21	24	--
2,5	15	16	17,5	18,5	21	22	23	26	26,5	29	33	--
4	20	21	23	24	27	30	31	34	36	38	45	--
6	25	27	30	32	36	37	40	44	46	49	57	--
10	34	37	40	44	50	52	54	60	65	68	76	--
16	45	49	54	59	66	70	73	81	87	91	105	--
25	59	64	70	77	84	88	95	103	110	116	123	140
35	--	77	86	96	104	110	119	127	137	144	154	174
50	--	94	103	117	125	133	145	155	167	175	188	210
70	--	--	--	149	160	171	185	199	214	224	244	269
95	--	--	--	180	194	207	224	241	259	271	296	327
120	--	--	--	208	225	240	260	280	301	314	348	380
150	--	--	--	236	260	278	299	322	343	363	404	438
185	--	--	--	268	297	317	341	368	391	415	464	500
240	--	--	--	315	350	374	401	435	468	490	552	590
300	--	--	--	361	401	430	461	500	538	563	638	678
400	--	--	--	431	480	515	552	699	645	674	770	812
500	--	--	--	493	551	592	633	687	741	774	889	931
630	--	--	--	565	632	681	728	790	853	890	1028	1071

*Se indican como 3x los circuitos trifásicos y como 2x los monofásicos.  
A efecto de las intensidades admisibles los cables con aislamiento termoplástico a base de poliolefina (Z1) son equivalentes a los cables con aislamiento de policloruro de vinilo (V).*

Como resultado de los cálculos, nos queda la siguiente tabla:

ORIGEN ALIMENTACIÓN	DESTINO	Elemento	Pot.unit. (W)	Longitud estimada (m)	Sección x fase (mm <sup>2</sup> )	Sección conduct or TT (mm <sup>2</sup> )
CT SECOS 1x2.000 kVA	CGBT	CGBT 3200A	2.000.000	25	3x(9x1x240)	120
CGBT A CS1	CS1 - CL MUELLE RECEPCIÓN Y ALMACENES M-SP-RD	CS	496.650	35	3x(5x1x240)	120
CGBT A CS2	CS2 - CL MUELLE RECEPCIÓN M + SPP	CS	892.160	140	3x(5x1x240)	120
CGBT A REACTIVA	EG 400P/875-11/35/MDONA		875.000 kVAr	5	3x(5x1x240)	120
CS 1	RT01-IPJ0760-CS-Almacén M (1)	IPJ0760-CS	91.370	135	3x(1x1x120)	70
CS 1	RT02-IPJ0720-CS-Muelles recepción M (1)	IPJ0720-CS	83.800	117	3x(1x1x95)	50
CS 1	RT03-IPJ0760-CS-Almacén M (2)	IPJ0760-CS	118.840	100	3x(1x1x185)	95
CS 1	RT04-IPJ0760-CT-Almacén M (3)	IPJ0760-CT	118.840	60	3x(1x1x185)	95

CS 1	RT05-IPJ0720-CS-Muelles recepción M (2)	IPJ0720-CS	83.800	40	3x(1x1x95)	50
CS 1	RT06-IPJ1050-CT-Almacén SP-SPP (1)	IPJ1050-CT	160.000	65	3x(2x1x150)	120
CS 1	RT07-IPJ0720-CS-Muelles Recep. SPP+SP	IPJ0720-CS	83.800	85	3x(1x1x95)	50
CS 1	RT08-IPJ1050-CS-Almacén SP-SPP (2)	IPJ1050-CS	126.870	98	3x(1x1x185)	95
CS 1	RT09-IP0960-CS-Muelles Rec. RD + RD (1)	IPJ0960-CS	110.570	150	3x(1x1x150)	95
CS 1	RT10-IP0960-CS-Muelles Rec. RD + RD (2)	IPJ0960-CS	110.570	197	3x(1x1x150)	95
CS 2	RT11-IPJ0760-CS-Almacén M (4)	IPJ0760-CS	91.370	150	3x(1x1x120)	70
CS 2	RT12-IPJ1050-CS-Muelles expedición M	IPJ1050-CS	126.870	120	3x(1x1x185)	95
CS 2	RT13-IPJ0760-CS-Almacén M (5)	IPJ0760-CS	91.370	112	3x(1x1x120)	70
CS 2	RT14-IPJ0760-CS-Almacén M (6)	IPJ0760-CS	91.370	70	3x(1x1x120)	70
CS 2	RT15-IPJ1050-CS-Muelles expedición SP-SPP	IPJ1050-CS	126.870	45	3x(1x1x185)	95
CS 2	RT16-IPJ1050-CS-Almacén SP-SPP (3)	IPJ1050-CS	126.870	100	3x(1x1x185)	95
CS 2	RT17-IPJ1050-CS-Muelles expedición RD	IPJ1050-CS	126.870	159	3x(1x1x185)	95
CS 2	RT18-IP0960-CS-Roll-Docking (3)	IPJ0960-CS	110.570	175	3x(1x1x150)	95

#### 2.6.4. Cálculo de las protecciones en cuadros

Según el cálculo de la corriente demandada y la sección del cable instalada, se disponen las siguientes protecciones:

- Interruptor de corte en carga INS como interruptor general de todos los cuadros.
- Interruptores magnetotérmicos NSX para dar salida a cada máquina de climatización.
- Interruptores magnetotérmicos, de caja moldeada y extraíbles ubicados en CGBT CLIMA para cada una de las salidas a cuadros secundarios y batería reactiva.

Dichos interruptores se dimensionan de manera que nunca dejen pasar más corriente de la admisible por el cable instalado.

Además, irán regulados con su micrologic7.2E según las siguientes indicaciones:

- Protección diferencial: 300mA a 0.5s para CS y 500mA y 0.7s para CGBT CLIMA para cumplir con la selectividad.
- Ir irá regulado en función de lo expuesto anteriormente y especificado en los esquemas unifilares y a 4s

### **3. PLIEGO DE CONDICIONES**

#### **3.1 OBJETO**

El presente documento tiene por objeto regular la ejecución de las obras fijando los niveles técnicos y de calidad exigibles, precisando las intervenciones que corresponden al promotor o dueño de la obra, el Contratista de la misma, sus técnicos y encargados y a la Dirección Facultativa, así como las relaciones entre todos ellos y sus correspondientes obligaciones en orden al cumplimiento del contrato de obra. Para ello el pliego se estructura en diferentes apartados tal y como se muestra en el índice, en los que quedan definidos de forma unívoca los siguientes conceptos:

- Responsabilidades del Contratista.
- Trabajos incluidos en el proyecto a realizar por el Contratista.
- Trabajos que, afectando al montaje del equipo eléctrico, será realizado por otros.
- Materiales que, por su normalización en este tipo de instalaciones, no se relacionen en el PRESUPUESTO, pero quedan incluidos en el suministro del Contratista.
- Calidad y montaje de los diferentes equipos y elementos auxiliares.
- Ensayos que realizar durante la obra y en las recepciones parciales o total, referentes a comprobaciones de calidad, montajes o estados de funcionamiento.
- Garantías exigidas tanto al equipo como a su funcionamiento.

#### **3.2 LEGISLACIÓN APLICABLE**

Para la redacción del presente Proyecto, y para la ejecución material de las instalaciones que se describen, se tendrán en cuenta las siguientes Normas e Instrucciones:

- Resolución de 17 de abril de 2021, de la Dirección General de Industria y de la Pequeña y Mediana Empresa, por la que se actualiza el listado de normas de la instrucción técnica complementaria ITC-LAT-02 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión, aprobado por el Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero.
- Real Decreto 299/2016, de 22 de julio, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a campos electromagnéticos.

- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.
- Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria.
- Normas UNE incluidas en la ITC-RAT 02 aprobado por el Real Decreto 337/2014.

Será responsabilidad y obligación del Contratista, antes de realizar ninguna parte del montaje o pedido de material, la denuncia ante la propiedad y Dirección Facultativa de

cualquier situación o prescripción no compatible con la vigente legislación. Esta circunstancia será comunicada por escrito con acuse de recibo.

### **3.3 NORMAS DE EJECUCIÓN Y SELECCIÓN DE CARACTERÍSTICAS PARA LOS EQUIPOS Y MATERIALES**

#### **3.3.1 Sistemas de instalación**

Las instalaciones se realizarán mediante alguno de los siguientes sistemas:

- Conductores aislados bajo tubo, empotrado o en un montaje superficial.
- Conductores aislados bajo molduras o rodapiés.
- Conductores aislados en el interior de huecos de la construcción.
- Conductores aislados instalados directamente bajo enlucido. Este sistema sólo está autorizado en viviendas de grado de electrificación mínima y con sujeción a lo dispuesto en el apartado 1.3 de esta Instrucción.

#### **3.3.2 Condiciones**

En la ejecución de las instalaciones deberá tenerse en cuenta:

- El cuadro de distribución se situará en lugar fácilmente accesible y de uso general, y su emplazamiento no podrá, en consecuencia, corresponder a cuartos de baño, retretes, dormitorios, etc. Este cuadro estará realizado con materias no inflamables.
- Las canalizaciones admitirán, como dos conductores activos de igual sección, uno de ellos identificado como conductor neutro y, eventualmente, un conductor de protección cuando sea necesario.
- La conexión de los interruptores unipolares se realizará sobre el conductor de fase o en caso de circuitos con dos fases, sobre el conductor no identificado como conductor neutro.
- No se utilizará un mismo conductor neutro para varios circuitos.
- Todo conductor debe poder seccionarse en cualquier punto de la instalación en que derive, utilizando un dispositivo apropiado, tal como un borne de conexión, de forma que permita la separación completa de cada circuito derivado del resto de la instalación.
- Las tomas de corriente en una misma habitación deben estar conectadas a la misma fase. Cuando resulte impracticable cumplimentar esta disposición, las tomas de corriente que se conecten a la misma fase deben estar agrupadas y se establecerá

una separación entre tomas de corriente conectadas a fases distintas, de por lo menos 1,5 metros.

- Las cubiertas, tapas o envolturas, manivelas y pulsadores de maniobra de los aparatos instalados en cocinas, cuartos de baño, secaderos y, en general, en los locales húmedos o mojados, así como en aquellos en que las paredes y suelos sean conductores, serán de material aislante.
- Los aparatos para instalación saliente deben fijarse a las paredes sobre una base aislante. No obstante, los aparatos que, por construcción, dispongan de una base o dispositivo equivalente, pueden fijarse directamente a las paredes aisladas interiormente.
- La instalación de aparatos empotrados se realizará utilizando cajas especiales para su empotramiento. Cuando estas cajas sean metálicas estarán aisladas interiormente.
- La instalación de aparatos en marcos metálicos podrá realizarse siempre que los aparatos utilizados estén concebidos de forma que no permitan la posible puesta bajo tensión del marco metálico.
- La utilización de aparatos empotrados en bastidores o tabiques de madera u otro material aislante, no exige la instalación de cajas especiales para su empotramiento, pero el hueco reservado al mismo deberá permitir alojar los conductores con toda holgura.

### **3.3.3 Circuitos derivados, protección contra sobreintensidades**

Para establecer esta protección se seguirá lo dispuesto en el apartado 7 de la Instrucción ITC-LAT-06, donde se establece que las líneas deberán estar debidamente protegidas contra los efectos peligrosos, térmicos y dinámicos que puedan originar las sobreintensidades susceptibles de producirse en la instalación, cuando éstas puedan dar lugar a averías y daños en las citadas instalaciones. Las salidas de línea deberán estar protegidas contra cortocircuitos y, cuando proceda, contra sobrecargas. Para ello se colocarán cortocircuitos fusibles o interruptores automáticos, con emplazamiento en el inicio de las líneas.

Las características de funcionamiento de dichos elementos corresponderán a las exigencias del conjunto de la instalación de la que el cable forme parte integrante, considerando las limitaciones propias de éste. En cuanto a la ubicación y agrupación de los elementos de protección de los transformadores, así como los sistemas de protección de

las líneas, se aplicará lo establecido en la ITC-RAT 09 del Reglamento de instalaciones de Alta Tensión.

Los dispositivos de protección utilizados no deberán producir, durante su actuación, proyecciones peligrosas de materiales ni explosiones que puedan ocasionar daños a personas o cosas. Entre los diferentes dispositivos de protección contra las sobreintensidades pertenecientes a la misma instalación, o en relación con otros exteriores a ésta, se establecerá una adecuada coordinación de actuación para que la parte desconectada en caso de cortocircuito o sobrecarga sea la menor posible. El proyectista analizará la existencia de fenómenos de ferorresonancias por combinación de las intensidades capacitivas con las magnetizantes de transformadores durante el seccionamiento unipolar de líneas sin carga, en cuyo caso se utilizará de seccionamiento tripolar en lugar de seccionamiento unipolar.

### **3.3.4 Puesta en servicio de las instalaciones**

El propietario de una instalación o persona que lo represente, al solicitar un suministro de energía a una Empresa suministradora, deberá acompañar su solicitud con la copia del Boletín de Instalación señalado en el Capítulo anterior o con la autorización de la puesta en servicio de la instalación, según corresponda. A este efecto, se tendrá en cuenta lo señalado en los apartados que siguen:

- 1) Nuevas instalaciones cuyo proyecto precisó de la aprobación previa de la Delegación Provincial del Ministerio de Industria

Para instalaciones de este tipo, el solicitante del suministro deberá presentar la autorización de la puesta en servicio de la instalación, expedida por la Delegación Provincial correspondiente del Ministerio de Industria.

- 2) Nuevas instalaciones que no han necesitado aprobación previa del proyecto.

En estas instalaciones, para que la Empresa suministradora pueda proceder a su enganche, será suficiente que el solicitante presente el correspondiente Boletín de instalación con un sello de la Delegación Provincial del Ministerio de Industria que justifique su previa presentación a la misma.

- 3) Ampliaciones de instalaciones en servicio

La conexión de estas ampliaciones a las redes distribuidoras se condicionará al cumplimiento de lo indicado en los apartados anteriores, según el carácter de la instalación.

4) Cumplimiento de las normas particulares de las Empresas suministradoras de la energía

Las Empresas suministradoras de la energía podrán exigir, para la conexión de las instalaciones a sus redes de distribución, que aquéllas hayan sido realizadas de acuerdo con las Normas Particulares a las que hace referencia el Artículo 18 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

### **3.4 RESPONSABILIDADES Y OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA**

#### **3.4.1 Documentación de Proyecto**

Antes de dar comienzo a las obras, el Contratista consignará por escrito que la documentación aportada le resulta suficiente para la comprensión de la totalidad de la obra contratada o en caso contrario solicitará las aclaraciones pertinentes. Manifestará expresamente que encuentra el proyecto correcto o no. En su defecto se entiende que el proyecto es conocido y ha sido debidamente estudiado y que lo encuentra completo, correcto y acorde con las normativas oficiales vigentes en toda su extensión.

El Contratista se responsabilizará de conocer en todos sus extremos y totalidad el proyecto, en base a lo cual lo asumirá como completo, correcto y acorde con las normativas y los fines previstos, asumiendo igualmente la responsabilidad de los dimensionamientos, potencias, cálculos e idoneidad de los sistemas.

El Contratista se hace responsable del proyecto, debiendo para ello y con anterioridad a la firma del contrato, visitar la zona de día y conocer a fondo la situación y circunstancias de la misma y los lugares inmediatos y adyacentes.

La oferta del Contratista solo es válida a efectos de contrato, exclusivamente en la aplicación de precios unitarios y totales a la transcripción de los materiales indicados en los documentos de proyecto, lo que invalida otras cláusulas, notas, aclaraciones, etc., que incluya el Contratista en su oferta o impresos normalizados, ateniéndose en este sentido a lo que indique el texto general del proyecto.

El Contratista aún lo expresado en puntos anteriores, si durante la ejecución de los trabajos encontrase falta, error y omisión en el proyecto, tendrá la obligación de comunicarlo de inmediato a la Dirección de Obra, sin que por ello pueda hacer ninguna reclamación económica o aducir retrasos de ningún tipo.

El Contratista es responsable de las averías, accidentes, daños o pérdidas que sufra la propiedad por falta o defectos de planificación, mal montaje, falta de calidad, sustracciones o desapariciones de material y equipos, errores de ejecución en los trabajos de instalación o en la realización de las pruebas de funcionamiento.

El Contratista es responsable de realizar la limpieza durante la ejecución de la obra de su material, así como de una limpieza general de la obra al final de la misma, demoliendo las instalaciones auxiliares innecesarias, retirando los escombros, piedras y materiales que sobran.

El Contratista es responsable de realizar un correcto uso del proyecto, respetando la propiedad intelectual del autor, no realizará copias sin autorización, y en todo caso presentará las permitidas al Director de Obra para su visado. Asimismo, se compromete a no divulgar el contenido del proyecto con terceros y sin otro fin que no sea la ejecución del montaje.

Igualmente asumirá las mediciones, extensión y definiciones de la relación de materiales y presupuesto, aceptando estos como correctos y suficientes para la estricta ejecución de la instalación, según proyecto y sujeto en todo caso a la interpretación que pueda realizar la Dirección Facultativa.

El Contratista es responsable del fiel cumplimiento de estas especificaciones y de su aceptación que expresará mediante firma al final de las mismas en una copia, que será entregada al Director de Obra junto con un documento global de la oferta de adjudicación, antes del inicio de los trabajos.

### **3.4.2 Cumplimiento de la normativa en vigor**

El Contratista a la vista del proyecto, presentará el plan de seguridad e higiene de la obra para su aprobación por la Dirección Facultativa.

El Contratista es responsable de efectuar la instalación cumpliendo fielmente la legislación vigente, especialmente el apartado de Seguridad e Higiene, así como la normativa relacionada en estas especificaciones.

Es responsable de la confección en modo, tiempo y forma de la documentación necesaria para la legalización del proyecto y la dirección de obra, en base al proyecto de instalaciones, así como de la mejor gestión ante los organismos oficiales y compañías suministradoras, para obtener las correspondientes aprobaciones a la documentación presentada.

Es responsable de efectuar las pruebas mínimas exigidas por la legislación, las especificadas en el apartado correspondiente de este documento y aquellas otras que el Director de Obra considere necesarias, asumiendo los costes de su realización.

Es responsabilidad del Contratista asegurar al titular de la instalación las garantías especificadas y realizar las comprobaciones, reparaciones o sustituciones necesarias en el plazo mínimo posible.

### **3.4.3 Oficina de la Obra**

El Contratista facilitará en la obra una oficina en la que existirá una mesa o tablero adecuado, en el que puedan extenderse y consultarse los planos. En dicha oficina tendrá siempre a disposición de la Dirección Facultativa:

El Proyecto de la instalación completo, incluidos los complementos que en su caso redacte la Dirección Facultativa.

- La Licencia de Obras.
- El Libro de Órdenes y asistencias.
- El Plan de Seguridad e Higiene.
- El Libro de Incidencias.
- La documentación de los seguros suscritos tanto para el personal como para daños a terceros.

### **3.4.4 Funciones del Contratista**

A parte de las labores propias de ejecución de los trabajos designados en los documentos del proyecto, corresponderá al Contratista:

- Organizar los trabajos de las instalaciones con los planos de obra que se precisen y con los medios auxiliares de la obra.
- Cumplir y hacer cumplir el Plan de Seguridad e Higiene de la obra en aplicación del estudio correspondiente, y disponer, en todo caso, la ejecución de las medidas preventivas, velando por su cumplimiento y por la observancia de la normativa vigente en materia de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- Suscribir con el Técnico Director de Obra el acta de replanteo de la obra.
- Ostentar la jefatura de todo el personal que intervenga en la obra y coordinar las intervenciones de los subcontratistas.

- Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales y elementos que se utilicen, comprobando los preparados en obra y rechazando, por iniciativa propia o por prescripción del Director de Obra, los suministros o prefabricados que no cuenten con las garantías o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación.
- Custodiar el Libro de Órdenes y seguimiento de la obra, y dar el enterado a las anotaciones que se practiquen en el mismo.
- Facilitar al Director de Obra, con antelación suficiente, los materiales precisos para el cumplimiento de su cometido.
- Preparar las certificaciones parciales de obra y la propuesta de liquidación final.
- Suscribir con el Promotor las actas de recepción provisional y definitiva.
- Concertar los seguros de accidente de trabajo y de daños a terceros durante la obra.

#### **3.4.5 Representación del Contratista**

El Contratista viene obligado a comunicar a la propiedad la persona designada como delegado suyo en la obra, que tendrá el carácter de jefe de la misma, con dedicación plena y facultades para representarle y adoptar en todo momento cuantas decisiones competan a la contrata. Serán sus funciones las del Contratista según se especifica en el apartado referente a Contratista. Cuando la importancia de las obras lo requiera y así se consigne en el pliego de condiciones, el delegado del Contratista será un facultativo de grado superior o grado medio, según los casos. El incumplimiento de esta obligación o, en general, la falta de cualificación suficiente por parte del personal según la naturaleza de los trabajos facultará al Director de Obra para ordenar la paralización de las obras, sin derecho a reclamación alguna, hasta que se subsane la deficiencia.

#### **3.4.6 Presencia del Contratista en la obra**

El Jefe de Obra, por sí, o por medio de sus técnicos o encargados, estará presente durante la jornada legal de trabajo y acompañará al Director de Obra, en las visitas que haga a las obras, poniéndose a su disposición para la práctica de los reconocimientos que se consideren necesarios y suministrándoles los datos precisos para la comprobación de mediciones y liquidaciones.

### **3.5 PRESCRIPCIONES GENERALES**

#### **3.5.1 Caminos y accesos**

El Contratista dispondrá por su cuenta los accesos a la obra y el cerramiento o vallado de ésta. El Director de Obra podrá exigir su modificación o mejora.

#### **3.5.2 Replanteos**

El Contratista iniciará las obras con el replanteo de las mismas en el terreno, señalando las referencias principales que mantendrá como base de ulteriores replanteos parciales. Dichos trabajos se considerarán a cargo del Contratista e incluido en su oferta. El Contratista someterá el replanteo a la aprobación del Director de Obra y una vez éste haya dado su conformidad preparará un acta acompañada de un plano que deberá ser aprobada por el Director de Obra, siendo responsabilidad del Contratista la omisión de este trámite.

#### **3.5.3 Coordinación con otros oficios**

El Contratista en el caso de tratarse de una contrata general de una obra en la que se incluyan distintos tipos de instalaciones y oficios, coordinará perfectamente la labor de las empresas subcontratistas por él contratadas, siendo de su total responsabilidad el que no existan entorpecimientos, retrasos, demoliciones, ejecuciones defectuosas, motivadas por una falta de coordinación entre los subcontratistas.

En el caso de tratarse de una contrata específica para una determinada instalación, el Contratista coordinará perfectamente su trabajo con los Contratistas de otras especialidades, tales como mecánicas, climatización, etc., que pueden afectar su instalación y el montaje final de su equipo.

El Contratista suministrará a la Dirección de Obra, toda la información de construcción concerniente a su trabajo, tal como situación exacta de las bancadas de hormigón, anclajes, situación de huecos en forjados, dimensiones, materiales, soportes, patinillos, etc., dentro del plazo de tiempo exigido para no entorpecer el programa de acabado general por zonas o de los edificios completos.

Todas aquellas bancadas de bombas, motores, compresores, etc., que soportan equipos cuyas vibraciones puedan transmitirse a la estructura del edificio, deberán tratarse cuidadosamente para ser anuladas.

El Contratista suministrará los plannings y documentación gráfica necesaria o que se le requiera, referida a su actividad para la coordinación y planificación general de la obra.

#### **3.5.4 Planos de taller**

El Contratista preparará todos los planos de taller y de montaje necesarios, mostrando en detalle las características de construcción de todos los elementos, su forma de colocación, anclajes, soportaciones, dimensionados, interferencia con otros elementos, ubicación exacta, detalles especiales, diagramas de conexionado eléctrico, etc.

Cualquier plano generado o utilizado en obra deberá incluir un sello estándar de la Propiedad con la correspondiente aceptación para ejecución firmada por el técnico designado. En los planos de detalle, se indicará en la denominación del plano, el plano origen del proyecto de instalaciones del que se genere; estos planos sufrirán el mismo proceso de aceptación descrito anteriormente.

En todo momento los planos de proyecto quedan confiados personalmente al Contratista, correspondiendo su propiedad intelectual a la Propiedad, no estando permitida la reproducción de los mismos, más que para fines de montaje y en otros casos siempre bajo autorización escrita, no autorizándose en ningún caso la exclusión del indicativo de la Propiedad en los mismos.

No se deberá efectuar ningún montaje si no existe el correspondiente plano aprobado y visado por la Dirección Facultativa.

La aprobación de los planos por la Dirección de Obra es general y no eximirá de modo alguno, al Contratista de la responsabilidad de errores y de la necesidad de comprobación de los planos, por su parte.

#### **3.5.5 Inspección de los trabajos**

La Dirección Facultativa, podrá realizar cuantas revisiones e inspecciones considere necesarias para constatar la calidad de los trabajos, tanto en el edificio como en los talleres, fábricas, laboratorios, etc., donde el Contratista se encuentre realizando los trabajos relacionados con esta instalación, de cara a asegurar la buena marcha de la obra.

#### **3.5.6 Trabajos y materiales defectuosos**

El Contratista debe emplear los materiales que cumplan las condiciones exigidas en las condiciones generales y particulares de índole técnica del pliego de condiciones y realizará

todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado también en dicho documento.

Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva de las instalaciones del edificio, es responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que en éstos puedan existir por su mala ejecución o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que le exonere de responsabilidad el control que compete al Director de Obra, ni tampoco el hecho de que esos trabajos hayan sido valorados en las certificaciones parciales de obra, que siempre se entenderán extendidas y abonadas a buena cuenta.

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el Director de Obra, advierta vicios o defectos en los trabajos ejecutados, o que los materiales empleados o los aparatos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos, o finalizados éstos, y antes de verificarse la recepción definitiva de la obra, podrá disponer que las partes defectuosas sean demolidas y reconstruidas o desmontadas y vueltas a instalar de acuerdo con lo contratado, y todo ello a expensas de la contrata.

Si el Director de Obra tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará efectuar en cualquier tiempo, y antes de la recepción definitiva, los ensayos, destructivos o no, que crea necesarios para reconocer los trabajos que suponga defectuosos. Los gastos que ocasionen serán de cuenta del Contratista.

Obligatoriamente y antes de proceder a su empleo o acopio, el Contratista deberá presentar al Director Facultativo una lista completa de los materiales y aparatos que vaya a utilizar en la que se especifiquen todas las indicaciones sobre marcas, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos. A petición de la Dirección Facultativa, el Contratista presentará las muestras de los materiales siempre con la antelación prevista en el calendario de la obra.

El Contratista, a su costa, transportará y colocará, agrupándolos ordenadamente y en el lugar adecuado, los materiales procedentes de las excavaciones, derribos, etc., que no sean utilizables en la obra. Se retirarán de esta o se llevarán al vertedero cuando así estuviese establecido en el pliego de condiciones particulares vigente en la obra. Si no se hubiese preceptuado nada sobre el particular, se retirarán de ella cuando así lo ordene el

Director Facultativo, pero acordando previamente con el Contratista su justa tasación, teniendo en cuenta el valor de dichos materiales y los gastos de su transporte.

El Contratista exigirá a los proveedores y presentará a la Dirección Facultativa la documentación de los equipos solicitados que incluirán dimensiones y pesos, características generales y técnicas, esquemas eléctricos y de conexionado, instrucciones de montaje, funcionamiento, regulación y mantenimiento, homologaciones exigidas u obtenidas. Así mismo adjuntará los certificados de calidad, homologaciones, ensayos, etc., del material a instalar en obra.

Los equipos que se monten deberán disponer de placas de características, unidas de forma solidaria y perdurable, en las que se reflejen las características principales de los mismos.

Los elementos de instalaciones o aparatos que no fuesen de la calidad prescrita en este proyecto, o no tuvieran la preparación en él exigidas o, en fin, cuando la falta de prescripciones formales de aquél se reconociera o demostrara que no eran adecuados para su objeto, el Director Facultativo dará orden al Contratista de sustituirlos por otros que satisfagan las condiciones o llenen el objeto a que se destinen. Si a los quince días de recibir el Contratista orden de que retiren los materiales que no estén en condiciones, no ha sido cumplida, podrá hacerlo la propiedad cargando los gastos a la Contrata. Si los materiales, elementos de instalaciones o aparatos fueran defectuosos, pero aceptables a juicio de la Dirección Facultativa, se recibirán, pero con la rebaja del precio que aquél determine, a no ser que el Contratista prefiera sustituirlos por otros en condiciones.

### **3.5.7 Protección durante el montaje. Limpieza final**

Los aparatos, materiales y equipos que se instalen, se protegerán durante el período de construcción y hasta su puesta en marcha definitiva de forma que no se vea comprometida su integridad y conservación por causa de otros trabajos o actividades que se realicen en la obra.

El Contratista gestionará la consecución de un local de almacenamiento en obra para protección de materiales y aparatos, debiendo en todo momento mantener un correcto orden de apilamiento y almacenamiento en el mismo. En caso de no hallarse lugar adecuado, deberá proveerse de una caseta prefabricada o disponer de almacén próximo, siendo a su cargo los gastos de transporte necesarios.

Los equipos que por su tamaño sea indispensable almacenar a la intemperie, estarán perfectamente embalados de forma que no se puedan ver afectados por agentes externos. La protección se conservará hasta su ubicación en su lugar de instalación.

Los extremos abiertos de los tubos se limpiarán por completo antes de su instalación, así como el interior de todas las cajas de registro, tramos de canalizaciones, bandejas, accesorios, etc.

Todos los patinillos, huecos, registros, etc. serán enlucidos y posteriormente se procederá a su limpieza de forma que queden exentos de cascotes, restos de albañilería, desperdicios, etc.

A la terminación de los trabajos, el Contratista procederá a una limpieza general del material sobrante, recortes, desperdicios, etc., así como todos los elementos provisionales montados o de cualquier otro concepto relacionado directamente con su trabajo. No podrá alegar justificación para la no realización de estos trabajos (excepto causas de fuerza mayor). En ningún caso será causa de afectación de otros oficios o constructora.

El Contratista proveerá la calefacción, refrigeración y el control de humedad y contaminación en el caso de equipos con requisitos especiales durante el período de almacenaje.

El Contratista absorberá a su cargo los daños y perjuicios que los equipos y materiales pudieran sufrir, así como las averías o desperfectos que se ocasionen antes de la recepción definitiva, bien por agentes atmosféricos u otros intrínsecos . a la obra.

### **3.5.8 Interpretación del proyecto**

El Contratista es responsable de ejecutar correctamente el montaje de la instalación, siguiendo siempre las directrices y normas del director de Obra, no pudiendo sin su autorización variar trazados, cambiar materiales o introducir modificaciones al proyecto, especialmente a este pliego de condiciones.

La maquinaria, materiales o cualquier otro elemento en el que sea definible una calidad, será el indicado en el proyecto. Si el Contratista propusiese uno de calidad similar, sólo la Dirección de Obra, definirá si es o no similar, por lo que todo elemento que no sea el específicamente indicado en el presupuesto, deberá haber sido aprobado por escrito, por aquélla, siendo eliminado sin perjuicio a la Propiedad si no cumpliera este requisito.

Sólo se admitirán modificaciones por los siguientes conceptos:

- Mejoras en calidad, cantidad o montaje de los diferentes elementos, siempre que no afecte el presupuesto o en todo caso disminuya de la posición correspondiente, no debiendo nunca repercutir el cambio en otros materiales.
- Variaciones en la arquitectura del edificio, siendo la variación de instalaciones, definida por la Dirección de Obra o por el Contratista con la aprobación de ésta.
- Causas de fuerza mayor.

La interpretación del proyecto, en sus 4 documentos: memoria, planos, presupuesto y especificaciones, es competencia exclusiva del Ingeniero Autor o en su defecto del Ingeniero Director de Obra.

### **3.6 TRABAJOS Y MATERIALES COMPRENDIDOS**

#### **3.6.1 Trabajos comprendidos**

Es cometido del Contratista el suministro de todo el material, mano de obra, equipo, accesorios y ejecución de todas las operaciones necesarias para el perfecto acabado y puesta a punto de la instalación eléctrica, descrita en la memoria, representada en los planos, relacionada en el presupuesto y montada según las especificaciones que en el presente documento se exponen.

Los 4 documentos: memoria, presupuesto, planos y especificaciones, son partes del proyecto. En caso de una posible discrepancia entre los anteriores, prevalecerá el criterio que el Ingeniero Director de Obra determine.

Los precios ofertados por el Contratista, deberán incluir los materiales, mano de obra, transportes, seguros, tasas, licencias, visados, grúas, material accesorio de montaje, maquinaria auxiliar, elementos de soportación, pequeño material, etc., de forma que la instalación quede perfectamente ejecutada y en óptimas condiciones para ser entregada al uso.

Si así se lo requiriera la Propiedad o la Dirección Facultativa, el Contratista aportará los precios unitarios desglosados en material, mano de obra, gastos generales, seguros sociales, beneficio industrial, etc...

Todos los trabajos y materiales referidos, se entiende, quedan incluidos dentro del precio total de contratación, siendo las exclusiones únicamente las indicadas en este documento en el apartado 3.5.6. Cualquier exclusión incluida por el Contratista en su oferta, no

comprendida en el apartado citado, no tendrá validez a no ser que en el contrato exista una cláusula especial y particular para la exclusión de referencia.

El Contratista suministrará al Director de Obra una relación de las exclusiones aceptadas en su contrato de instalación antes del inicio de la Obra, no siendo válidas dichas exclusiones si no se ha cumplido este punto.

### **3.6.2 Trabajos no comprendidos**

No se consideran incluidos entre los trabajos a realizar por el Contratista de la instalación eléctrica, los siguientes:

- Todos aquellos trabajos estrictamente de albañilería y obra civil que afecten al montaje de la instalación de climatización tales como: excavaciones, zanjas, atarjeas, rozas, huecos en paramentos y forjados, etc...
- Bancadas de hormigón o de otro tipo relacionadas directamente con la estructura del edificio.
- Líneas eléctricas de fuerza para alimentación de los equipos.
- Tuberías de fontanería, redes generales de recogida de aguas, imbornales, sumideros, etc...

El Contratista de electricidad, asesorará en todo momento a la contrata de obra civil sobre la previsión necesaria acerca de zanjas, huecos, patinillos o cualquier otra ayuda de albañilería necesaria que afecte a la instalación eléctrica. La no indicación por parte del Contratista de la necesidad de ejecutar estas unidades de albañilería responsabilizará al mismo sobre los atrasos y sobrecostos en la obra que pudieran devenirse.

### **3.6.3 Materiales complementarios**

Además de los materiales relacionados en el presupuesto, se consideran incluidos en la instalación y por tanto deberán ser aportados por el Contratista sin cargo alguno, los materiales que a continuación se citan, o aquellos de naturaleza similar a los mismos que fueran necesarios para el correcto montaje de la instalación.

- Etiquetado y marcado de conductores.
- Racores para tubos y cajas.
- Pequeño material y accesorios.
- Material y equipo de soldadura.
- Material y equipo para empalme de conductores.

- Pintura de cuadros y canalizaciones.
- Enclavamientos de seguridad.
- Cualquier otro material, equipo o trabajo necesarios para el montaje de la instalación y no incluido en el apartado de “trabajos no comprendidos”.

### **3.7 CONDICIONES GENERALES DE EQUIPOS Y MONTAJES**

#### **3.7.1 Preparación y programación de la obra**

Para la buena marcha de la ejecución de un proyecto de línea eléctrica de alta tensión, conviene hacer un análisis de los distintos pasos que hay que seguir y de la forma de realizarlos.

Inicialmente y antes de comenzar su ejecución, se harán las siguientes comprobaciones y reconocimientos:

- Comprobar que se dispone de todos los permisos, tanto oficiales como particulares, para la ejecución del mismo (Licencia Municipal de apertura y cierre de zanjas, Condicionados de Organismos, etc.).
- Hacer un reconocimiento, sobre el terreno, del trazado de la canalización, fijándose en la existencia de bocas de riego, servicios telefónicos, de agua, alumbrado público, etc. que normalmente se puedan apreciar por registros en vía pública.
- Una vez realizado dicho reconocimiento se establecerá contacto con los Servicios Técnicos de las Compañías Distribuidoras afectadas (Agua, Gas, Teléfonos, Energía Eléctrica, etc.), para que señalen sobre el plano de planta del proyecto, las instalaciones más próximas que puedan resultar afectadas.
- Es también interesante, de una manera aproximada, fijar las acometidas a las viviendas existentes de agua y de gas, con el fin de evitar, en lo posible, el deterioro de las mismas al hacer las zanjas.
- El Contratista, antes de empezar los trabajos de apertura de zanjas hará un estudio de la canalización, de acuerdo con las normas municipales, así como de los pasos que sean necesarios para los accesos a los portales, comercios, garajes, etc., así como las chapas de hierro que hayan de colocarse sobre la zanja para el paso de vehículos, etc.

Todos los elementos de protección y señalización los deberá tener dispuestos el contratista de la obra antes de dar comienzo a la misma.

### 3.7.2 Zanjas

#### Ejecución.

Su ejecución comprende:

- a) Apertura de las zanjas.
- b) Suministro y colocación de protección de arena.
- c) Suministro y colocación de protección.
- d) Colocación de la cinta de Atención al cable.
- e) Tapado y apisonado de las zanjas.
- f) Carga y transporte de las tierras sobrantes.
- g) Utilización de los dispositivos de balizamiento apropiados.

a) Apertura de las zanjas.

Las canalizaciones, salvo casos de fuerza mayor, se ejecutarán en terrenos de dominio público, bajo las aceras, evitando ángulos pronunciados.

El trazado será lo más rectilíneo posible, paralelo en toda su longitud a bordillos o fachadas de los edificios principales.

Antes de proceder al comienzo de los trabajos, se marcarán, en el pavimento de las aceras, las zonas donde se abrirán las zanjas marcando tanto su anchura como su longitud y las zonas donde se dejarán puentes para la contención del terreno.

Si ha habido posibilidad de conocer las acometidas de otros servicios a las fincas construidas se indicarán sus situaciones, con el fin de tomar las precauciones debidas.

Antes de proceder a la apertura de las zanjas se abrirán calas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto.

Al marcar el trazado de las zanjas se tendrá en cuenta el radio mínimo que hay que dejar en la curva con arreglo a la sección del conductor o conductores que se vayan a canalizar, de forma que el radio de curvatura de tendido sea como mínimo 20 veces el diámetro exterior del cable.

Las zanjas se ejecutarán verticales hasta la profundidad escogida, colocándose entibaciones en los casos en que la naturaleza del terreno lo haga preciso.

Se dejará un paso de 50 cm entre las tierras extraídas y la zanja, todo a lo largo de la misma, con el fin de facilitar la circulación del personal de la obra y evitar la caída de tierras en la zanja.

Se deben tomar todas las precauciones precisas para no tapar con tierra registros de gas, teléfonos, bocas de riego, alcantarillas, etc.

Durante la ejecución de los trabajos en la vía pública se dejarán pasos suficientes para vehículos, así como los accesos a los edificios, comercios y garajes. Si es necesario interrumpir la circulación se precisará una autorización especial.

En los pasos de carruajes, entradas de garajes, etc., tanto existentes como futuros, los cruces serán ejecutados con tubos, de acuerdo con las recomendaciones del apartado correspondiente y previa autorización del Supervisor de Obra.

b) Suministro y colocación de protecciones de arenas.

La arena que se utilice para la protección de los cables será limpia, suelta, áspera, crujiente al tacto; exenta de sustancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas, para lo cual, si fuese necesario, se tamizará o lavará convenientemente.

Se utilizará indistintamente de cantera o de río, siempre que reúna las condiciones señaladas anteriormente y las dimensiones de los granos serán de dos o tres milímetros como máximo.

Cuando se emplee la procedente de la zanja, además de necesitar la aprobación del Supervisor de la Obra, será necesario su cribado.

En el lecho de la zanja irá una capa de 10 cm. de espesor de arena, sobre la que se situará el cable. Por encima del cable irá otra capa de 15 cm. de arena. Ambas capas de arena ocuparán la anchura total de la zanja.

c) Suministro y colocación de protección.

Encima de la segunda capa de arena se colocará una capa protectora PVC amarillo, siendo su anchura de un pie (25 cm.) cuando se trate de proteger un solo cable o terna de cables en mazos. La anchura se incrementará en medio pie (12,5 cm.) por cada cable o terna de cables en mazos que se añada en la misma capa horizontal.

d) Colocación de la cinta de Atención al cable.

En las canalizaciones de cables de alta tensión se colocará una cinta de cloruro de polivinilo, que denominaremos Atención a la existencia del cable, tipo UNESA. Se colocará a lo largo de la canalización una tira por cada cable de alta tensión tripolar o terna de unipolares en mazos y en la vertical del mismo a una distancia mínima a la parte superior del cable de 30 cm. La distancia mínima de la cinta a la parte inferior del pavimento será de 10 cm.

e) Tapado y apisonado de las zanjas.

Una vez colocadas las protecciones del cable, señaladas anteriormente, se rellenará toda la zanja con tierra de la excavación (previa eliminación de piedras gruesas, cortantes o escombros que puedan llevar), apisonada, debiendo realizarse los 20 primeros cm. de forma manual, y para el resto es conveniente apisonar mecánicamente.

El tapado de las zanjas deberá hacerse por capas sucesivas de diez centímetros de espesor, las cuales serán apisonadas y regadas, si fuese necesario, con el fin de que quede suficientemente consolidado el terreno. La cinta de Atención a la existencia del cable, se colocará entre dos de estas capas, tal como se ha indicado en d). El contratista será responsable de los hundimientos que se produzcan por la deficiencia de esta operación y por lo tanto serán de su cuenta posteriores reparaciones que tengan que ejecutarse.

f) Carga y transporte a vertedero de las tierras sobrantes.

Las tierras sobrantes de la zanja, debido al volumen introducido en cables, arenas, rasillas, así como el esponje normal del terreno serán retiradas por el contratista y llevadas a vertedero.

El lugar de trabajo quedará libre de dichas tierras y completamente limpio.

g) Utilización de los dispositivos de balizamiento apropiados.

Durante la ejecución de las obras, éstas estarán debidamente señalizadas de acuerdo con los condicionamientos de los Organismos afectados y Ordenanzas Municipales.

### **3.7.2.1 Dimensiones y Condiciones Generales de Ejecución**

#### **Zanja normal para alta tensión**

Las líneas se ejecutarán en canalización subterránea bajo tubo de tipo corrugado de PE/PVC  $\varnothing 160$  ó  $\varnothing 200$  milímetros, según proyecto.

La profundidad, hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie, no será menor de 0,6 metros en acera o tierra, ni de 0,8 metros en calzada. Se hormigonará como mínimo

el dado donde se vayan a asentar los tubos, para evitar que la canalización ceda en un futuro.

Antes del tendido del cableado se eliminará de su interior la suciedad o tierra garantizándose el paso de los cables mediante mandrilado acorde a la sección interior del tubo o sistema equivalente. Durante el tendido, se deberán embocar correctamente para evitar la entrada de tierra o de hormigón.

El trazado de la línea se ha diseñado lo más rectilíneo posible, evitando los cambios de dirección y respetando los radios de curvatura indicado por el fabricante de los cables. En los puntos donde se produzcan, como al inicio y al final de la canalización, para facilitar la manipulación de los cables, se dispondrán arquetas con tapas registrables.

Las arquetas que a instalar serán de dos tipos: arquetas simples y arquetas dobles. Las arquetas simples las emplearemos para los pasos rectos cada cuarenta metros y las arquetas dobles las emplearemos para los cambios de dirección y las entradas y salidas de los centros de transformación y al centro de entrega de energía.

Las entradas de las canalizaciones entubadas a las arquetas deberán quedar debidamente selladas en sus extremos.

Cuando en una misma zanja se coloquen cables de baja tensión y alta tensión, cada uno de ellos deberá situarse a la profundidad que le corresponda y llevará su correspondiente protección de arena.

Se procurará que los cables de alta tensión vayan colocados en el lado de la zanja más alejada de las viviendas y los de baja tensión en el lado de la zanja más próximo a las mismas.

De este modo se logrará prácticamente una independencia casi total entre ambas canalizaciones.

La distancia que se recomienda guardar en la proyección vertical entre ejes de ambas bandas debe ser de 25 cm.

Los cruces en este caso, cuando los haya, se realizarán de acuerdo con lo indicado en los planos del proyecto.

### 3.7.2.4 Características particulares de ejecución de cruzamiento y paralelismos

A continuación, se resume según el Apartado 5 de la ITC-LAT-06 del Reglamento de Líneas de Alta Tensión, las distancias mínimas a considerar con el resto de instalaciones (siempre que no sean instalaciones aéreas) son las siguientes:

#### Cruzamientos

- Cruzamientos con otros cables de Alta Tensión: 0,25 m
- Cruzamientos con cables de Baja Tensión: 0,10 m
- Cruzamientos con cables de Datos: 0,20 m
- Cruzamientos con canalizaciones de agua: 0,20 m (siempre que sea posible, se instalará la instalación de AT por encima la canalización de agua)
- Cruzamiento con depósitos de carburantes (gas-oil): 1,20 m (siempre instalando los cables entubados, rebasándolo como mínimo 2 m por cada extremo)
- Cruzamientos con canalizaciones de gas: Se cumplirá la siguiente tabla:

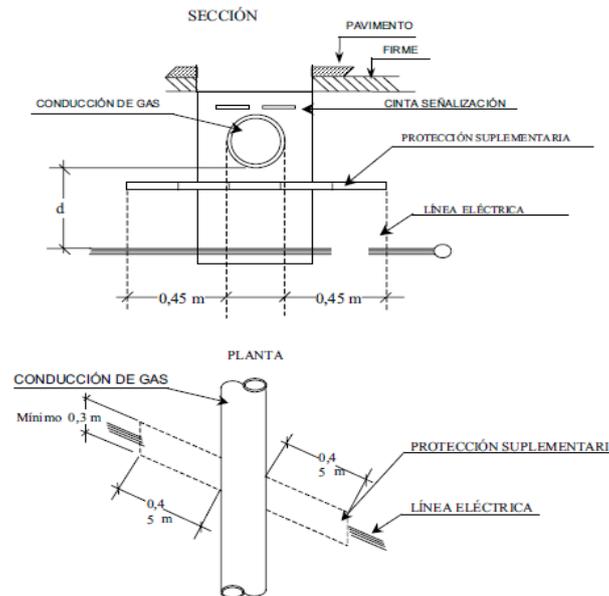
**Tabla 3. Distancias en cruzamientos con canalizaciones de gas**

	Presión de la instalación de gas	Distancia mínima (d) sin protección suplementaria	Distancia mínima (d) con protección suplementaria
Canalizaciones y acometidas	En alta presión >4 bar	0,40 m	0,25 m
	En media y baja presión ≤4 bar	0,40 m	0,25 m
Acometida interior*	En alta presión >4 bar	0,40 m	0,25 m
	En media y baja presión ≤4 bar	0,20 m	0,10 m

\* Acometida interior: Es el conjunto de conducciones y accesorios comprendidos entre la llave general de acometida de la compañía suministradora (sin incluir ésta) y la válvula de seccionamiento existente en la estación de regulación y medida. Es la parte de acometida propiedad del cliente.

ADAPTACIÓN DEL PROYECTO DE AMPLIACIÓN DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN CT  
(1x1.000 + 1x2.000 kVA) PARA ALMACÉN INDUSTRIAL

La protección suplementaria garantizará una mínima cobertura longitudinal de 0,45 metros a ambos lados del cruce y 0,30 metros de anchura centrada con la instalación que se pretende proteger, de acuerdo con la figura adjunta.



En el caso de línea subterránea de alta tensión con canalización entubada, se considerará como protección suplementaria el propio tubo, no siendo de aplicación las coberturas mínimas indicadas anteriormente. Los tubos estarán constituidos por materiales con adecuada resistencia mecánica, una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

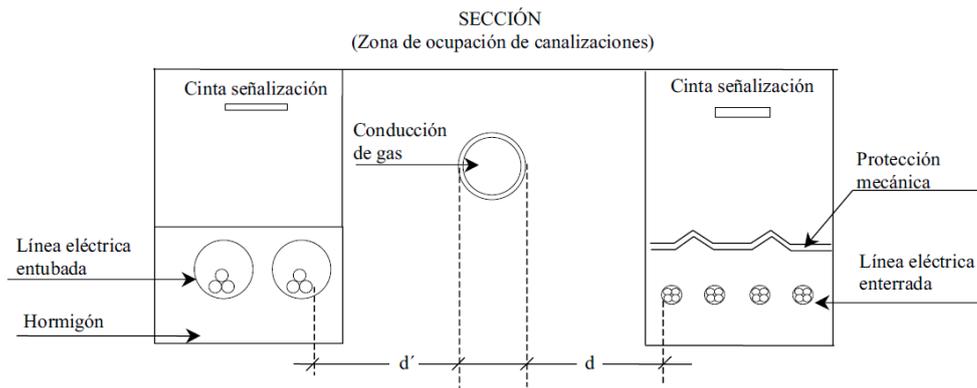
### Paralelismos

- Paralelismo con otros cables de Alta Tensión: 0,25 m
- Paralelismo con cables de Baja Tensión de un propietario diferente: 0,10 m
- Paralelismo con cables de Datos: 0,20 m
- Paralelismo con canalizaciones de agua: 0,20 m (siempre que sea posible, se instalará la BT por encima la canalización de agua)
- Paralelismo en zanja enterrada conducciones de combustible líquido según MI-IP03: 0,30 m
- Paralelismo con canalizaciones de gas: Se cumplirá la siguiente tabla:

**Tabla 4. Distancias en paralelismos con canalizaciones de gas**

	Presión de la instalación de gas	Distancia mínima (d) sin protección suplementaria	Distancia mínima (d) con protección suplementaria
Canalizaciones y acometidas	En alta presión >4 bar	0,40 m	0,25 m
	En media y baja presión ≤4 bar	0,25 m	0,15 m
Acometida interior*	En alta presión >4 bar	0,40 m	0,25 m
	En media y baja presión ≤4 bar	0,20 m	0,10 m

\* Acometida interior: Es el conjunto de conducciones y accesorios comprendidos entre la llave general de acometida de la compañía suministradora (sin incluir ésta), y la válvula de seccionamiento existente en la estación de regulación y medida. Es la parte de acometida propiedad del cliente.



La distancia mínima entre los empalmes de los cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de gas será de 1 metro.

### 3.7.6 Centros de Transformación

#### 3.7.6.1 Calidad de los materiales

##### Obra civil

Las envolventes empleadas en la ejecución de este proyecto cumplirán las condiciones generales prescritas en el ITC-RAT-14, Instrucción Primera del Reglamento de Seguridad en Centrales Eléctricas, en lo referente a su inaccesibilidad, pasos y accesos, conducciones y almacenamiento de fluidos combustibles y de agua, alcantarillado, canalizaciones, cuadros y pupitres de control, celdas, ventilación, paso de líneas y canalizaciones eléctricas a través de paredes, muros y tabiques. Señalización, sistemas contra incendios, alumbrados, primeros auxilios, pasillos de servicio y zonas de protección y documentación.

##### Aparamenta de Alta Tensión

Las celdas empleadas serán prefabricadas, con envolvente metálica, y que utilicen gas para cumplir dos misiones:

- Aislamiento: El aislamiento integral en gas confiere a la aparamenta sus características de resistencia al medio ambiente, bien sea a la contaminación del aire, a la humedad, o incluso a la eventual sumersión del centro por efecto de riadas.
- Por ello, esta característica es esencial especialmente en las zonas con alta contaminación, en las zonas con clima agresivo (costas marítimas y zonas húmedas) y en las zonas más expuestas a riadas o entradas de agua en el centro.
- Corte: El corte en gas resulta más seguro que el aire, debido a lo explicado para el aislamiento.

Igualmente, las celdas empleadas habrán de permitir la extensibilidad "in situ" del centro, de forma que sea posible añadir más líneas o cualquier otro tipo de función, sin necesidad de cambiar la aparamenta previamente existente en el centro.

Las celdas podrán incorporar protecciones del tipo autoalimentado, es decir, que no necesitan imperativamente alimentación externa. Igualmente, estas protecciones serán electrónicas, dotadas de curvas CEI normalizadas (bien sean normalmente inversas, muy inversas o extremadamente inversas), y entrada para disparo por termostato sin necesidad de alimentación auxiliar.

### **Transformadores de potencia**

El transformador o transformadores instalados en este Centro de Transformación serán trifásicos, con neutro accesible en el secundario y demás características según lo indicado en la Memoria en los apartados correspondientes a potencia, tensiones primarias y secundarias, regulación en el primario, grupo de conexión, tensión de cortocircuito y protecciones propias del transformador.

Estos transformadores se instalarán, en caso de incluir un líquido refrigerante, sobre una plataforma ubicada encima de un foso de recogida, de forma que en caso de que se derrame e incendie, el fuego quede confinado en la celda del transformador, sin difundirse por los pasos de cable ni otras aberturas al resto del Centro de Transformación, si estos son de maniobra interior (tipo caseta).

Los transformadores, para mejor ventilación, estarán situados en la zona de flujo natural de aire, de forma que la entrada de aire esté situada en la parte inferior de las paredes adyacentes al mismo y las salidas de aire en la zona superior de esas paredes.

### **Equipos de medida**

Este centro incorpora los dispositivos necesarios para la medida de energía al ser de abonado, por lo que se instalarán en el centro los equipos con características correspondientes al tipo de medida prescrito por la compañía suministradora.

Los equipos empleados corresponderán exactamente con las características indicadas en la Memoria tanto para los equipos montados en la celda de medida (transformadores de tensión e intensidad) como para los montados en la caja de contadores (contadores, regleta de verificación...).

### **Puesta en servicio del centro de transformación**

El personal encargado de realizar las maniobras estará debidamente autorizado y adiestrado.

Las maniobras se realizarán en el siguiente orden: primero se conectará el interruptor/seccionador de entrada, si lo hubiere. A continuación, se conectará la aparamenta de conexión siguiente hasta llegar al transformador, con lo cual tendremos a éste trabajando para hacer las comprobaciones oportunas.

Una vez realizadas las maniobras de MT, procederemos a conectar la red de BT.

#### Separación de servicio

Estas maniobras se ejecutarán en sentido inverso a las realizadas en la puesta en servicio y no se darán por finalizadas mientras no esté conectado el seccionador de puesta a tierra.

#### Mantenimiento

Para dicho mantenimiento se tomarán las medidas oportunas para garantizar la seguridad del personal.

Este mantenimiento consistirá en la limpieza, engrasado y verificado de los componentes fijos y móviles de todos aquellos elementos que fuese necesario.

Las celdas tipo CGM.3 de Ormazabal, empleadas en la instalación, no necesitan mantenimiento interior, al estar aislada su aparamenta interior en gas, evitando de esta forma el deterioro de los circuitos principales de la instalación.

#### **3.7.6.4 Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad**

El centro deberá estar siempre perfectamente cerrado, de forma que impida el acceso de las personas ajenas al servicio.

En el interior del centro no se podrá almacenar ningún elemento que no pertenezca a la propia instalación.

Para la realización de las maniobras oportunas en el centro se utilizará banquillo, palanca de accionamiento, guantes, etc., y deberán estar siempre en perfecto estado de uso, lo que se comprobará periódicamente.

Antes de la puesta en servicio en carga del centro, se realizará una puesta en servicio en vacío para la comprobación del correcto funcionamiento de las máquinas.

Se realizarán unas comprobaciones de las resistencias de aislamiento y de tierra de los diferentes componentes de la instalación eléctrica.

Toda la instalación eléctrica debe estar correctamente señalizada y debe disponer de las advertencias e instrucciones necesarias de modo que se impidan los errores de interrupción, maniobras incorrectas, y contactos accidentales con los elementos en tensión o cualquier otro tipo de accidente.

Se colocarán las instrucciones sobre los primeros auxilios que deben presentarse en caso de accidente en un lugar perfectamente visible.

### 3.7.7 Conductores

Juego de puentes III de cables AT estará formado por cables unipolares de aislamiento seco de 3x1x150 mm<sup>2</sup> HEPRZ1 de Aluminio semirrígido clase 2, para tensiones de aislamiento 12/20 kV, con aislamiento tipo polietileno reticulado (XLPE), pantalla de corona de hilos de cobre de 16 mm<sup>2</sup> y cubierta exterior de poliolefina termoplástica.

RESUMEN DE CARACTERISTICAS	
Naturaleza del conductor	Aluminio (Al)
Designación UNE	HEPRZ1
Cable apantallado	H
Armadura	-
Aislamiento	HEPR
Conductor unipolar, sección conductor, sección pantalla	3x1x150/16 mm <sup>2</sup>
Tensión nominal entre: conductor y pantalla / conductores	18/30 kV
Resistencia máxima CC del conductor, a 20°C	0,206 Ohm/km
Reactancia estrella, a 50 Hz	0,122Ohm/km
Int. Máx. admisible en cortocircuito adiabático (1.0 s)	13,6 kA

### 3.7.8 Tierra de la instalación

#### 3.7.8.1 Tierra de protección (herrajes)

Tiene por finalidad limitar la tensión a tierra de aquellas partes de la instalación eléctrica del CT, normalmente sin tensión, pero que pueden, eventualmente, ser puestas en tensión por un defecto.

Se conectarán a la tierra de protección los elementos metálicos de la instalación que no estén en tensión normalmente, pero que puedan estarlo a causa de averías o circunstancias externas; envolventes de las celdas de media tensión, rejillas de protección, carcasa de los

transformadores, etc. No se unirán, por contra, las rejillas, ventanas y puertas metálicas del centro, si son accesibles desde el exterior.

Estará formada por una red de picas que podrán ser registrables.

El diseño y número de elementos que la componen se indica en el apartado de cálculos.

#### **3.7.8.2 Tierra de servicio (neutro de trafo)**

Se conectarán a la tierra de servicio el neutro del transformador, los limitadores/descargadores de tensión y los elementos de derivación a tierra de los seccionadores de puesta a tierra

Estará formada por una red de picas que podrán ser registrables. Como norma general, se separará la tierra de herrajes de la tierra del neutro al menos 15 metros entre ellas.

El diseño y número de elementos que la componen se indica en el apartado de cálculos.

#### **3.7.8.3 Tierra de utilización (baja tensión)**

Se conectarán a la tierra de utilización mediante conductores de protección las masas de los equipos de baja tensión y mediante conductores equipotenciales los elementos metálicos estructurales.

La toma de tierra de protección estará formada por una malla enterrada y picas a la que se conectarán el mallazo de la solera y las armaduras de las cimentaciones. El diseño y número de elementos que la componen se indica en el apartado de cálculos.

#### **3.7.8.4 Derivaciones**

Las derivaciones de la instalación de puesta a tierra partirán de la línea principal a través de registros a base de cajas especiales de conexión de dimensiones adecuadas a las del conductor de más sección de los que alojen.

Las conexiones de los conductores de tierra a las carcasas y partes metálicas (cajas, paneles, armarios, motores, etc.) se efectuarán utilizando terminales soldados de cobre o bronce, que se fijarán a una brida previamente soldada a la carcasa o caja, de forma que se asegure un buen contacto a tierra.

La continuidad de tierra en las partes metálicas se asegurará con tantas conexiones a la red general como sean necesarias, reservándose la Dirección Facultativa el derecho a admitir puentes entre dichas partes.

En las tomas de corriente, así como en las armaduras de los aparatos de alumbrado, la conexión a tierra deberá hacerse en una borna auxiliar.

No se permitirá la continuidad de un circuito de tierra a través de las partes metálicas de una máquina u otro elemento; para ello, siempre existirá un conductor de cobre del cual partirán las derivaciones que sean necesarias mediante bornas de conexión.

### **3.7.9.2 Alumbrado de emergencia y señalización**

Los aparatos de alumbrado de emergencia y/o señalización que se hayan de instalar cumplirán estrictamente lo estipulado en la ITC-BT-28 del REBT. La fabricación será acorde con la norma UNE-EN-60598-2-22.

Las conexiones de los conductores en el interior de las cajas de registro se efectuarán con bornas provistas de elementos metálicos robustos que garanticen una perfecta unión entre los conductores a conectar.

Los conductores empleados serán de cobre electrolítico con aislamiento de plástico, de doble capa, para una tensión de 750 V, y las canalizaciones de tubo de PVC o acero, de las dimensiones indicadas en planos.

Los aparatos a instalar serán del tipo y modelo reflejados en el presupuesto, y se colocarán en la ubicación reflejada en planos.

## **3.8 PRUEBAS Y ENSAYOS**

### **3.8.1 Controles y pruebas en fábrica**

La Dirección Facultativa, podrá realizar cuantas visitas de inspección considere necesario a las fábricas donde se ejecuten trabajos relacionados con la instalación.

Podrá reclamar del Contratista la realización de pruebas y ensayos en fábrica antes de la aceptación del material en obra.

Cuando el fabricante acredite una certificación de calidad en sus procesos productivos, para el equipo o material en cuestión, estas pruebas podrán sustituirse por los correspondientes certificados de calidad.

### **3.8.2 Pruebas parciales**

Todas las instalaciones deberán ser probadas ante la Dirección Facultativa, antes de ser cubiertas por elementos de la construcción u otros materiales y equipos que imposibiliten o dificulten a posteriori su inspección.

Para la realización de las pruebas parciales, el Contratista aportará todos los medios técnicos y humanos necesarios, quedando constancia de las mismas y de los resultados obtenidos, en las correspondientes actas que se levantarán al efecto.

#### **Pruebas finales**

El Contratista, con un mes de antelación a la realización de las pruebas finales, presentará al Director Facultativo, los procedimientos, puntos de control y formularios para la realización de las mismas. La Dirección Facultativa, aprobará, modificará o complementará el protocolo de pruebas presentado por el Contratista.

Las pruebas serán realizadas como mínimo un mes antes de la fecha prevista para la recepción de las obras.

Todas las pruebas serán realizadas por el Contratista en presencia de las personas que determine la Dirección Facultativa, pudiendo asistir a las mismas un representante de la Propiedad.

La interpretación de resultados y validación de las pruebas será competencia exclusiva de la Dirección Facultativa.

El abastecimiento de energía y combustible que se haga necesario para la realización de las pruebas será totalmente por cuenta del Contratista, salvo que en su contrato se contemple expresamente en otra forma.

Todas las mediciones se realizarán con aparatos suministrados por el Contratista; estos equipos dispondrán de la precisión necesaria para el tipo de pruebas a realizar y deberán estar debidamente calibrados por un laboratorio acreditado. Se hará uso de estos equipos para contrastar los aparatos de medida fijos de la instalación (en ningún caso se utilizarán estos aparatos fijos para la realización de las pruebas).

El resultado de las pruebas efectuadas se reflejará en un documento titulado "RESULTADOS DE PRUEBAS FINALES EN LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN", en el que para cada prueba realizada deberá indicarse como mínimo lo siguiente:

- croquis del sistema ensayado, con indicación en el mismo de los puntos medidos.
- mediciones realizadas y comparación con las nominales.
- incidencias o circunstancias que puedan afectar a la medición o a su desviación.
- persona, hora y fecha de su realización.
- Independientemente de las pruebas que puedan exigir los organismos oficiales competentes, se realizarán como mínimo las siguientes:
- medida de niveles lumínicos, alumbrado general.
- funcionamiento del alumbrado de emergencia (activación con tensión de red superior al 70%, autonomía, niveles lumínicos).
- tiempo de disparo interruptores diferenciales.
- continuidad del conductor de protección.
- resistencias de toma de tierra de la instalación.
- funcionamiento de los circuitos de maniobra.
- tarado de relés térmicos.
- regulación de los relés de tiempo.
- comprobación de todos los circuitos, correspondencia con rotulación en cuadros.
- máxima caída de tensión.

### **3.9 RECEPCIÓN DE LAS OBRAS**

#### **3.9.1 Documentación final de obras**

Con anterioridad a la finalización de las obras y antes de la realización de las pruebas finales, el Contratista deberá presentar a la Dirección Facultativa para su supervisión la siguiente documentación.

- Manual de instrucciones (original y copia) conteniendo:
- Esquema de la instalación con identificación de cuadros y equipos.
- Características, marcas y dimensiones de todos los elementos instalados.
- Instrucciones de instalación y desmontaje de equipos.
- Instrucciones para localización de averías.
- Proyecto actualizado "as built" de la instalación (original y copia).
- Esquemas unifilares, plastificados o enmarcados para su ubicación en cuadros.
- Documentación acreditativa de inscripción de las instalaciones en los organismos oficiales correspondientes (Boletín de la instalación).

### **3.9.2 Recepción provisional**

Una vez realizados las pruebas finales y corregidas aquellas deficiencias que hubieran podido detectarse en las pruebas finales, se procederá a fijar la fecha de recepción provisional de las obras. En dicho acto el Contratista hará entrega oficial de toda la documentación mencionada en el apartado anterior, el acta de resultados de Pruebas Finales y el libro oficial de mantenimiento de la instalación.

Si a juicio del Director Facultativo, la instalación se encuentra en condiciones de ser recibida, se procederá por parte de éste a emitir la correspondiente acta de recepción provisional, que deberá contar con las firmas de aprobación del Contratista y la Propiedad. Será potestad del Director Facultativo, recibir las obras aun cuando se hayan encontrado defectos menores que por su escasa relevancia, no afectan al funcionamiento y seguridad de la instalación; en este caso se adjuntará el Acta de Recepción Provisional una relación de estos defectos menores quedando comprometido el Contratista a su subsanación dentro del plazo de tiempo que se fije.

Desde el momento de la firma del Acta de Recepción Provisional comenzaron a contar los periodos de garantía establecidos en el contrato (caso de no existir mención expresa en el mismo a estos periodos, se considerarán de un año). Durante el tiempo que la instalación se encuentre en garantía, es obligación del Contratista, la reparación, reposición o modificación de cualquier defecto que se detecte (salvo los originales por un mal uso o mantenimiento de la instalación), todo ello sin coste tanto de material como de mano de obra y programado de acuerdo con la propiedad para afectar mínimamente al uso o explotación del edificio.

### **3.9.3 Recepción definitiva**

Transcurrido el periodo de garantía y subsanados todas aquellas faltas durante el mismo, el Contratista notificará a la Propiedad como mínimo con 15 días de antelación al vencimiento del mismo.

Si la Propiedad no objetara ningún punto pendiente de ver subsanado, la Dirección Facultativa emitirá la correspondiente Acta de Recepción Definitiva, quedando claro que no se considerará recibida definitivamente la instalación y por tanto continuará en periodo de garantía, mientras no se haya formalizado el documento citado.

### 3.10 GARANTÍAS

El Contratista garantizará que todos los materiales empleados en la ejecución de las instalaciones son nuevos, libres de defectos y disponen de todas las homologaciones y certificaciones que los sean de aplicación. Esta garantía se hará extensiva a los montajes y trabajos realizados, adquiriendo el compromiso de la sustitución, reparación o acondicionamiento de cualquier material o instalación que resulte defectuoso durante el plazo de garantía establecido en el contrato, que en ningún caso será inferior a un año.

Cualquier lesión o pérdida que se produzca en el inmueble o afecte a las personas o a los intereses económicos de la Propiedad, achacable o derivada de un defecto de la instalación durante el plazo de garantía, será asumida por el Contratista quién deberá resarcir en el modo y forma que se determine, los perjuicios ocasionados.

## 4 PRESUPUESTO

Para certificar la obra, se establecen una serie de acuerdos:

- Se certificará por medición cada 15 días
- Preciario cerrado con acuerdos entre las dos partes (ver desglose más abajo)

MANO DE OBRA, DIETA Y KM	
Denominación	€/Ud
HORA NORMAL	30
HORA EXTRA	37
HORA FESTIVA/NOCTURNA	42
HORA INGENIERÍA	48,5

RELACIÓN DE MATERIALES	
Denominación	€/Ud
ALQUILER Y SEGURO 1 DIA PLATAFORMA ELEVADORA 12 MTS	42
ALQUILER Y SEGURO 1 DÍA PLATAFORMA ELEVADORA 16 MTS	76,8
RESTO DE MATERIALES EN ACUERDOS	--

ACUERDOS RELACIÓN DE MATERIALES	
Denominación	% sobre coste
MATERIAL MEDIA TENSIÓN (Celdas, Transformadores, prefabricados...)	10%
CUADROS ELÉCTRICOS (incluye montaje y pruebas en taller)	36%
RESTO DE MATERIALES	20%

## RESUMEN PRESUPUESTO

El resumen general de lo certificado a final de obra es el siguiente:

INSTALACIÓN	TOTAL (EN €)
1 - CELDAS MEDIA TENSIÓN (incluye grúa para instalación)	42.000,00 €
2 – TRANSFORMADOR (incluye autocargante para instalación)	40.000,00 €
3 - INSTALACIÓN TIERRAS	5.000,00 €
4 – PREFABRICADO PFU-7 (incluye grúa para instalación)	28.000,00 €
5 – CUADROS ELÉCTRICOS	106.200,00€
5.1 – CGBT CLIMA	71.000,00€
5.2 – CS1 CLIMA	19.200,00€
5.1 – CS2 CLIMA	16.000,00€
5.1 – CS SERVICIOS CT CLIMA	800,00€
6 – BATERÍA CONDENSADORES	16.500,00€
7 – FILTRO SOBRETENSIONES	2.700,00€
8 – MANO DE OBRA (operarios y de ingeniería)	205.000,00€
9 – ALQUILER MEDIOS AUXILIARES	19.000,00€
<b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL</b>	<b>465.200,00 €</b>

El presupuesto total de ejecución por contrata de las referidas instalaciones asciende a la cantidad de CUATROCIENTOS SESENTA Y CINCO MIL DOSCIENTOS EUROS (465.200,00 €).

## 5 ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

El Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre, establece en el artículo 4 del *CAPÍTULO II. Disposiciones específicas de seguridad y salud durante las fases de proyecto y ejecución de las obras* que:

- 1) El promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un estudio de seguridad y salud en los proyectos de obras en que se den alguno de los supuestos siguientes:
  - a) Que el presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto sea igual o superior a 450.759,08 €.
  - b) Que la duración estimada sea superior a 30 días laborables, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
  - c) Que el volumen de mano de obra estimada, entendiéndose por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, sea superior a 500.
  - d) Las obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas.
- 2) En los proyectos de obras no incluidos en ninguno de los supuestos previstos en el apartado anterior, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un estudio básico de seguridad y salud.”

El presente proyecto no se incluye en los supuestos del punto “1)”. Debido a ello se adjunta el “Estudio Básico de Seguridad y Salud”.

### 5.1 Estudio básico de seguridad y salud

#### 5.1.1 Objeto y alcance del estudio de seguridad y salud laboral.

En cumplimiento del epígrafe 2 del artículo 6 del Real Decreto 1627/1997, el Estudio Básico de Seguridad y Salud (en adelante EBSS), deberá precisar las normas de seguridad y salud aplicables a la obra. A tal efecto, deberá contemplar la identificación de los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias para ello; relación de los riesgos laborales que no puedan eliminarse conforme a lo señalado anteriormente, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos y valorando su eficacia, en especial cuando se propongan medidas alternativas.

## 5.1.2 Datos generales

### 5.1.2.1 Titular

- Titular: UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE.
- Dom. Social: Avinguda de la Universitat d'Elx, s/n
- Código postal: 03202
- Telf.: 966 65 85 00

### 5.1.2.2 Projectista

- Nombre: Jaime Montalbán Sánchez
- Nº Colegiado: N/A
- Escuela: Escuela Politécnica Superior de Elche
- Teléfono: 96 665 8655

### 5.1.2.3 Emplazamiento

- Dirección: Avinguda de la Universitat d'Elx, s/n, 03202 Elche (Alicante)

### 5.1.2.4 Municipio

- Localidad: Elche
- Provincia: Alicante



## 5.2 Disposiciones legislativas en materia de seguridad y salud

- Real Decreto Legislativo 2/2015, de 23 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores.
- Orden TIN/1071/2010, de 27 de abril, sobre las Comunicaciones de Apertura o de reanudación de actividades en los centros de trabajo.
- Real Decreto 327/2009, de 13 de marzo, por el que se modifica el Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción.
- Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.
- Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.
- Ley 20/2007, de 11 de julio, del Estatuto del trabajador autónomo.
- Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la Subcontratación en la Construcción.

- Real Decreto 396/2006, de 31 de marzo, sobre trabajos con riesgo de exposición al Amianto.
- Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, riesgos relacionados con la Exposición al Ruido.
- Real Decreto 2177/2004 de 12 de noviembre, sobre Utilización de Equipos de Trabajo en trabajos temporales en altura.
- Real Decreto 681/2003, de 12 de junio, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre protección frente al Riesgo Eléctrico.
- Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, sobre riesgos relacionados con los agentes Químicos.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 664/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo.
- Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorso lumbares, para los trabajadores.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales.

- Real Decreto 542/2020, de 26 de mayo, por el que se modifican y derogan diferentes disposiciones en materia de calidad y seguridad industrial.

### **5.3 Relación no exhaustiva de los trabajos que implican riesgos especiales para la seguridad y la salud de los trabajadores**

La relación de trabajos que implican riesgos especiales para la seguridad y salud de los trabajadores viene recogida en el Anexo II del Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, que se muestra a continuación:

- Trabajos con riesgos especialmente graves de hundimiento o caída de altura, por las particulares características de la actividad desarrollada, los procedimientos aplicados, o el entorno del puesto de trabajo.
- Trabajos en los que la exposición a agentes químicos o biológicos suponga un riesgo de especial gravedad, o para los que la vigilancia específica de la salud de los trabajadores sea legalmente exigible.
- Trabajos con exposición a radiaciones ionizantes para los que la normativa específica obliga a la delimitación de zonas controladas o vigiladas.
- Trabajos en la proximidad de líneas eléctricas de alta tensión.
- Trabajos que expongan a riesgo de ahogamiento por inmersión.
- Obras de excavación de túneles, pozos y otros trabajos que supongan movimientos de tierra
- subterráneos.
- Trabajos realizados en inmersión con equipo subacuático.
- Trabajos realizados en cajones de aire comprimido.
- Trabajos que impliquen el uso de explosivos.
- Trabajos que requieran montar o desmontar elementos prefabricados pesados.

### **5.4 Principios generales aplicables durante la ejecución de la obra**

De conformidad con la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales, durante el transcurso de la ejecución de la obra, se aplicarán las siguientes tareas o actividades:

- El mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza.

- La elección del emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo, teniendo en cuenta sus condiciones de acceso, y la determinación de las vías o zonas de circulación.
- La manipulación de los distintos materiales y la utilización de los medios auxiliares.
- El mantenimiento, el control previo a la puesta en servicio y el control periódico de las instalaciones y dispositivos necesarios para la ejecución de la obra, con objeto de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.
- La delimitación y el acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de los
  - distintos materiales, en particular si se trata de materias o sustancias peligrosas.
  - La recogida de los materiales peligrosos utilizados.
  - El almacenamiento y la eliminación o evacuación de residuos y escombros.
- La adaptación, en función de la evolución de la obra, del período de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
- La cooperación entre los contratistas, subcontratistas y trabajadores autónomos.
- Las interacciones e incompatibilidades con cualquier otro tipo de trabajo o actividad que se realice en la obra o cerca del lugar de la obra.

## **5.5 Derechos de los trabajadores**

De conformidad con el artículo 18 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, los contratistas y subcontratistas deberán garantizar que los trabajadores reciban una información adecuada, previa a la iniciación de los trabajos, de todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y su salud en la obra. Dicha información deberá ser continua y comprensible para los trabajadores afectados, por ello se actualizará en función del proceso de ejecución de la obra.

Los derechos de información, consulta y participación, formación en materia preventiva, paralización de la actividad en caso de riesgo grave e inminente y vigilancia de su estado de salud, en los términos previstos en la presente Ley, forman parte del derecho de los trabajadores a una protección eficaz en materia de seguridad y salud en el trabajo.

El coste de las medidas relativas a la seguridad y la salud en el trabajo no deberá recaer en modo alguno sobre los trabajadores.

## **5.6 Obligaciones**

### **5.6.1 Empresario**

El empresario deberá adoptar las medidas necesarias para que la utilización de los lugares de trabajo no origine riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores.

El empresario y los trabajadores autónomos que intervengan en una obra están obligados a cooperar entre sí en la aplicación de la normativa de prevención de riesgos laborales, intercambiando información y estableciendo los mecanismos de coordinación que sean necesarios, conforme a lo dispuesto en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y en el Real Decreto 171/2004 que lo desarrolla.

También tomará en consideración las capacidades profesionales de los trabajadores en materia de seguridad y salud en el momento de encomendarles las diferentes tareas necesarias para llevar a cabo la actuación pertinente.

El empresario adoptará las medidas necesarias a fin de garantizar que sólo los trabajadores que hayan recibido información suficiente y adecuada puedan acceder a las zonas de riesgo grave y específico.

Será responsabilidad del empresario garantizar que los primeros auxilios puedan prestarse en todo momento por personal con la suficiente formación para ello. Asimismo, deberán adoptarse medidas para garantizar la evacuación, a fin de recibir cuidados médicos, de los trabajadores accidentados o afectados por una indisposición repentina.

En definitiva, velarán por que los lugares de trabajo cumplan las disposiciones mínimas establecidas en la normativa vigente en materia de prevención de riesgos laborales en cuanto a: condiciones constructivas, orden, limpieza y mantenimiento, señalización, instalaciones de servicio o protección, condiciones ambientales, iluminación, servicios higiénicos, locales de descanso y material y locales de primeros auxilios.

### **5.6.2 Contratistas y subcontratistas**

Los contratistas y subcontratistas estarán obligados a:

- Aplicar los principios de la acción preventiva que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, en particular al desarrollar las tareas o actividades indicadas en el apartado 5 del presente EBSS.

- Cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el plan de seguridad y salud al que se refiere el artículo 7 del Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción
- Cumplir la normativa en materia de prevención de riesgos laborales, teniendo en cuenta, en su caso, las obligaciones sobre coordinación de actividades empresariales previstas en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, así como cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el anexo IV del Real Decreto 1627/1997, durante la ejecución de la obra.
- Informar y proporcionar las instrucciones adecuadas a los trabajadores autónomos sobre todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y salud en la obra.
- Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra o, en su caso, de la dirección facultativa.

Asimismo, los contratistas y los subcontratistas serán responsables de la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en el plan de seguridad y salud en lo relativo a las obligaciones que les correspondan a ellos directamente o, en su caso, a los trabajadores autónomos por ellos contratados.

Además, los contratistas y los subcontratistas responderán solidariamente de las consecuencias que se deriven del incumplimiento de las medidas previstas en el plan, en los términos del apartado 2 del artículo 42 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

Las responsabilidades de los coordinadores, de la dirección facultativa y del promotor no eximirán de sus responsabilidades a los contratistas y a los subcontratistas.

### **5.6.3 Trabajadores autónomos**

Los trabajadores autónomos estarán obligados a:

- Aplicar los principios de la acción preventiva que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, en particular al desarrollar las tareas o actividades indicadas en el 5 del presente EBSS.
- Cumplir las disposiciones mínimas de seguridad y salud establecidas en el anexo IV del Real Decreto 1627/1997, durante la ejecución de la obra.

- Cumplir las obligaciones en materia de prevención de riesgos que establece para los trabajadores el artículo 29, apartados 1 y 2, de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Ajustar su actuación en la obra conforme a los deberes de coordinación de actividades empresariales establecidos en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, participando en particular en cualquier medida de actuación coordinada que se hubiera establecido.
- Utilizar equipos de trabajo que se ajusten a lo dispuesto en el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Elegir y utilizar equipos de protección individual en los términos previstos en el Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra o, en su caso, de la dirección facultativa.
- Cumplir lo establecido en el plan de seguridad y salud.

#### **5.6.4 Trabajadores en materia de prevención de riesgos.**

Corresponde a cada trabajador velar, según sus posibilidades y mediante el cumplimiento de las medidas de prevención que en cada caso sean adoptadas, por su propia seguridad y salud en el trabajo y por la de aquellas otras personas a las que pueda afectar su actividad profesional, a causa de sus actos y omisiones en el trabajo, de conformidad con su formación y las instrucciones del empresario.

Los trabajadores, con arreglo a su formación y siguiendo las instrucciones del empresario, deberán en particular:

- Usar adecuadamente, de acuerdo con su naturaleza y los riesgos previsibles, las máquinas, aparatos, herramientas, sustancias peligrosas, equipos de transporte y, en general, cualesquiera otros medios con los que desarrollen su actividad.
- Utilizar correctamente los medios y equipos de protección facilitados por el empresario, de acuerdo con las instrucciones recibidas de éste.

- No poner fuera de funcionamiento y utilizar correctamente los dispositivos de seguridad existentes o que se instalen en los medios relacionados con su actividad o en los lugares de trabajo en los que ésta tenga lugar.
- Informar de inmediato a su superior jerárquico directo, y a los trabajadores designados para realizar actividades de protección y de prevención o, en su caso, al servicio de prevención, acerca de cualquier situación que, a su juicio, entrañe, por motivos razonables, un riesgo para la seguridad y la salud de los trabajadores.
- Contribuir al cumplimiento de las obligaciones establecidas por la autoridad competente con el fin de proteger la seguridad y la salud de los trabajadores en el trabajo.
- Cooperar con el empresario para que éste pueda garantizar unas condiciones de trabajo que sean seguras y no entrañen riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores.
- El incumplimiento por los trabajadores de las obligaciones en materia de prevención de riesgos a que se refieren los apartados anteriores tendrá la consideración de incumplimiento laboral a los efectos previstos en el artículo 58.1 del Estatuto de los Trabajadores o de falta, en su caso, conforme a lo establecido en la correspondiente normativa sobre régimen disciplinario de los funcionarios públicos o del personal estatutario al servicio de las Administraciones públicas. Lo dispuesto en este apartado será igualmente aplicable a los socios de las cooperativas cuya actividad consista en la prestación de su trabajo, con las precisiones que se establezcan en sus Reglamentos de Régimen Interno.

### **5.6.5 Coordinador de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra**

El coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra deberá desarrollar las siguientes funciones:

- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y de seguridad al tomar las decisiones técnicas y de organización con el fin de planificar los distintos trabajos o fases de trabajo que vayan a desarrollarse simultánea o sucesivamente, así como al estimar la duración requerida para la ejecución de estos distintos trabajos o fases de trabajo.
- Coordinar las actividades de la obra para garantizar que los contratistas y, en su caso, los subcontratistas y los trabajadores autónomos apliquen de manera coherente y responsable los principios de la acción preventiva que se recogen en el

artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra y, en particular, en las tareas o actividades a que se refiere el apartado 5 del presente EBSS.

- Aprobar el plan de seguridad y salud elaborado por el contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo. Conforme a lo dispuesto en el último párrafo del apartado 2 del artículo 7, la dirección facultativa asumirá esta función cuando no fuera necesaria la designación de coordinador.
- Organizar la coordinación de actividades empresariales prevista en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- Adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a la obra. La dirección facultativa asumirá esta función cuando no fuera necesaria la designación de coordinador.

### 5.7 Identificación de los riesgos laborales y medidas preventivas

En el siguiente apartado se procede a la identificación de los diferentes riesgos laborales más frecuentes, en función de la actuación a realizar, las medidas técnicas para evitar dichos riesgos, así como los diferentes equipos de protección individual (EPI) a utilizar por parte de los trabajadores en la obra, que se ajustarán a lo establecido en el Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

#### 5.7.1 Movimiento de tierras

Riesgos más frecuentes	Medidas Preventivas	Protecciones
- Caídas de personas al mismo nivel. - Caídas de personas al interior de la excavación. - Caída de objetos sobre personas. - Caídas de materiales transportados.	- Talud natural del terreno. - Tableros o planchas en huecos horizontales. - Limpieza de bolos y viseras. - Apuntalamientos, apeos. - Achique de aguas.	- Casco de seguridad. - Botas o calzado de seguridad. - Cinturón de seguridad. - Guantes de lona y piel.

Riesgos más frecuentes	Medidas Preventivas	Protecciones
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Choques o golpes contra objetos.</li> <li>- Atrapamientos por partes móviles de maquinaria.</li> <li>- Atropellos, colisiones, vuelcos de maquinaria.</li> <li>- Lesiones y/o cortes en manos y pies.</li> <li>- Sobreesfuerzos.</li> <li>- Ruido, contaminación acústica.</li> <li>- Vibraciones.</li> <li>- Ambiente pulvígeno.</li> <li>- Cuerpos extraños en los ojos.</li> <li>- Contactos eléctricos directos o indirectos.</li> <li>- Ambientes pobres en oxígeno.</li> <li>- Inhalación de sustancias tóxicas.</li> <li>- Ruinas, desplomes en edificios colindantes.</li> <li>- Condiciones meteorológicas adversas.</li> <li>- Trabajos zonas húmedas o mojadas.</li> <li>- Problemas circulación interna de maquinaria.</li> <li>- Desplomes, desprendimientos del terreno.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Barandillas en borde excavación.</li> <li>- Entibaciones.</li> <li>- Separación tránsito de vehículos y operarios.</li> <li>- No permanecer en radio acción máquinas.</li> <li>- Avisadores ópticos y acústicos en maquinaria.</li> <li>- Protección partes móviles maquinaria.</li> <li>- Cabinas o pórticos de seguridad.</li> <li>- No acopiar materiales junto borde excavación.</li> <li>- Conservación adecuada vías de circulación.</li> <li>- Vigilancia edificios colindantes.</li> <li>- No permanecer bajo frente excavación.</li> <li>- Distancia de seguridad líneas eléctricas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Guantes impermeables.</li> <li>- Gafas de seguridad.</li> <li>- Protectores auditivos.</li> <li>- Botas de seguridad impermeables.</li> <li>- Traje impermeable.</li> <li>- Ropa de trabajo.</li> <li>- Cinturón antivibraciones.</li> </ul>

Riesgos más frecuentes	Medidas Preventivas	Protecciones
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Contagios por lugares insalubres.</li> <li>- Explosiones e incendios.</li> <li>- Derivados acceso al lugar de trabajo.</li> </ul>		

**Tabla 1.** Movimiento de tierras.

## 5.8 Cimentaciones y estructuras

Riesgos más frecuentes	Medidas Preventivas	Protecciones
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Caídas de operarios al mismo nivel.</li> <li>- Caídas de operarios a distinto nivel.</li> <li>- Caída de objetos sobre operarios.</li> <li>- Caídas de operarios al vacío.</li> <li>- Caídas de materiales transportados.</li> <li>- Aplastamientos por partes móviles de maquinaria.</li> <li>- Atropellos, colisiones, vuelcos de maquinaria.</li> <li>- Lesiones y/o cortes en manos y pies.</li> <li>- Sobreesfuerzos.</li> <li>- Ruido, contaminación acústica.</li> <li>- Vibraciones.</li> <li>- Ambiente pulvígeno.</li> <li>- Cuerpos extraños en los ojos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Marquesinas rígidas.</li> <li>- Barandillas.</li> <li>- Pasos o pasarelas.</li> <li>- Redes verticales.</li> <li>- Redes horizontales.</li> <li>- Andamios de seguridad.</li> <li>- Mallazos.</li> <li>- Tableros o planchas en huecos horizontales.</li> <li>- Escaleras auxiliares adecuadas.</li> <li>- Escaleras de acceso peldañeada y protegida.</li> <li>- Carcasas o resguardos de protección de partes.</li> <li>- Mantenimiento adecuado de la maquinaria.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Casco de seguridad.</li> <li>- Cinturón de seguridad.</li> <li>- Guantes de lona y piel.</li> <li>- Guantes de lona y piel.</li> <li>- Guantes impermeables.</li> <li>- Gafas de seguridad.</li> <li>- Protectores auditivos.</li> <li>- Botas o calzado de seguridad.</li> <li>- Cinturón antivibratorio.</li> <li>- Ropa de trabajo.</li> <li>- Traje de agua (impermeable).</li> </ul>

Riesgos más frecuentes	Medidas Preventivas	Protecciones
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dermatitis por contacto de hormigón.</li> <li>- Contactos eléctricos directos e indirectos.</li> <li>- Inhalación de vapores.</li> <li>- Hundimientos, caídas de encofrados entibaciones.</li> <li>- Condiciones meteorológicas adversas.</li> <li>- Trabajos zonas húmedas o mojadas.</li> <li>- Desplomes, hundimientos del terreno.</li> <li>- Derivados de medios auxiliares usados.</li> <li>- Contagios por lugares insalubres.</li> <li>- Explosiones e incendios.</li> <li>- Radiaciones y derivados de la soldadura.</li> <li>- Quemaduras en soldadura y oxicorte.</li> <li>- Derivados del acceso al lugar de trabajo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cabinas o pórticos de seguridad.</li> <li>- Iluminación natural o artificial</li> <li>- adecuada.</li> <li>- Limpieza en las zonas de</li> <li>- trabajo y tránsito.</li> <li>- Distancias de seguridad a las</li> <li>- líneas eléctricas.</li> </ul>	

**Tabla 2.** Cimentaciones y estructuras.

## 5.9 Cubiertas

Riesgos más frecuentes	Medidas Preventivas	Protecciones
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Caídas de operarios al mismo nivel.</li> <li>- Caídas de operarios a distinto nivel.</li> <li>- Caída de objetos sobre operarios.</li> <li>- Caídas de operarios al vacío.</li> <li>- Caídas de materiales transportados.</li> <li>- Choque o golpes contra objetos.</li> <li>- Atrapamientos y aplastamientos.</li> <li>- Lesiones y/o cortes en manos y pies.</li> <li>- Sobreesfuerzos.</li> <li>- Ruido, contaminación acústica.</li> <li>- Vibraciones.</li> <li>- Ambiente pulvígeno.</li> <li>- Cuerpos extraños en los ojos.</li> <li>- Dermatitis por contacto de cemento y cal.</li> <li>- Contactos eléctricos directos e indirectos.</li> <li>- Condiciones meteorológicas adversas.</li> <li>- Trabajos zonas húmedas o mojadas.</li> <li>- Derivados de medios auxiliares usados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Marquesinas rígidas.</li> <li>- Barandillas.</li> <li>- Pasos o pasarelas.</li> <li>- Redes verticales.</li> <li>- Redes horizontales.</li> <li>- Andamios de seguridad.</li> <li>- Mallazos.</li> <li>- Tableros o planchas en huecos horizontales.</li> <li>- Escaleras auxiliares adecuadas.</li> <li>- Escaleras de acceso peldañeada y protegida.</li> <li>- Carcasas o resguardos de protección.</li> <li>- Plataformas de descarga de material.</li> <li>- Evacuación de escombros.</li> <li>- Limpieza de zonas de trabajo y tránsito.</li> <li>- Habilitar caminos de circulación.</li> <li>- Andamios adecuados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Casco de seguridad.</li> <li>- Botas o calzado de seguridad.</li> <li>- Guantes de lona y piel.</li> <li>- Guantes de lona y piel.</li> <li>- Guantes impermeables.</li> <li>- Gafas de seguridad.</li> <li>- Protectores auditivos.</li> <li>- Cinturón de seguridad.</li> <li>- Cinturón antivibratorio.</li> <li>- Ropa de trabajo.</li> <li>- Traje de agua (impermeable).</li> </ul>

Riesgos más frecuentes	Medidas Preventivas	Protecciones
<ul style="list-style-type: none"><li>- Quemaduras en impermeabilizaciones.</li><li>- Derivados del acceso al lugar de trabajo.</li><li>- Almacenamiento inadecuado de productos.</li></ul>		

**Tabla 3.** Cubiertas.

## 5.10 Albañilería y cerramientos

Riesgos más frecuentes	Medidas Preventivas	Protecciones
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Caída de trabajadores.</li> <li>- Golpes y choques contra objetos o vehículos.</li> <li>- Atrapamiento en aparatos de elevación y transporte.</li> <li>- Cortes y lesiones en extremidades</li> <li>- Sobreesfuerzos.</li> <li>- Exposición a contaminación acústica.</li> <li>- Vibraciones.</li> <li>- Proyección de partículas en los ojos.</li> <li>- Dermatitis por contacto con materiales.</li> <li>- Contactos eléctricos directos o indirectos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Marquesinas rígidas.</li> <li>- Pasos o pasarelas adecuados.</li> <li>- Barandillas.</li> <li>- Redes verticales y horizontales.</li> <li>- Balizamiento y señalización adecuada.</li> <li>- Planchas en huecos horizontales.</li> <li>- Escaleras auxiliares.</li> <li>- Carcasas de protección para partes móviles de maquinaria.</li> <li>- Evacuación de escombros.</li> <li>- Iluminación natural o artificial adecuada.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cascos.</li> <li>- Prendas de protección.</li> <li>- Calzado de seguridad.</li> <li>- Protectores auditivos.</li> <li>- Gafas de seguridad.</li> <li>- Mascarillas.</li> <li>- Guantes.</li> <li>- Rodilleras.</li> <li>- Chaleco.</li> <li>- Dispositivos anticaídas.</li> </ul>

**Tabla 4.** Albañilería y cerramientos

## 5.11 Instalaciones

Riesgos más frecuentes	Medidas Preventivas	Protecciones
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Caídas de operarios al mismo nivel.</li> <li>- Caídas de operarios a distinto nivel.</li> <li>- Caída de objetos sobre operarios.</li> <li>- Caídas de operarios al vacío.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Marquesinas rígidas.</li> <li>- Barandillas.</li> <li>- Pasos o pasarelas.</li> <li>- Redes verticales.</li> <li>- Iluminación natural o artificial adecuada.</li> <li>- Andamios de seguridad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Casco de seguridad.</li> <li>- Botas o calzado de seguridad.</li> <li>- Botas aislantes (electricidad).</li> <li>- Guantes de lona y piel.</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>- Atrapamientos, aplastamientos.</li> <li>- Choque o golpes contra objetos.</li> <li>- Lesiones y/o cortes en pies.</li> <li>- Lesiones y/o cortes en manos.</li> <li>- Sobreesfuerzos.</li> <li>- Ruido, contaminación acústica.</li> <li>- Afecciones en la piel.</li> <li>- Cuerpos extraños en los ojos.</li> <li>- Contactos eléctricos directos.</li> <li>- Contactos eléctricos indirectos.</li> <li>- Ambientes pobres en oxígeno.</li> <li>- Inhalación de vapores y gases.</li> <li>- Derivados de medios auxiliares usados.</li> <li>- Derivados acceso al lugar de trabajo.</li> <li>- Trabajos en zonas húmedas o mojadas.</li> <li>- Explosiones e incendios.</li> <li>- Radiaciones y derivados de soldadura.</li> <li>- Quemaduras.</li> <li>- Derivados del almacenamiento inadecuado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mallazos.</li> <li>- Tableros o planchas en huecos horizontales.</li> <li>- Escaleras auxiliares adecuadas.</li> <li>- Escaleras de acceso peldañeada y protegida.</li> <li>- Carcasas o resguardos de protección.</li> <li>- Plataformas de descarga de material.</li> <li>- Evacuación de escombros.</li> <li>- Limpieza de zonas de trabajo y tránsito.</li> <li>- Andamios adecuados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Guantes aislantes (electricidad).</li> <li>- Gafas de seguridad.</li> <li>- Protectores auditivos.</li> <li>- Cinturón de seguridad.</li> <li>- Banqueta de maniobra (eléctrica).</li> <li>- Ropa de trabajo.</li> <li>- Pantalla de soldador.</li> <li>- Mascarillas filtro químico.</li> </ul>
---	---	---

**Tabla 5.** Instalaciones.

## 5.12 Alicatados, enfoscados, enlucidos, falsos techos, pintura, carpintería y cerrajería

Riesgos más frecuentes	Medidas Preventivas	Protecciones
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Riesgos</li> <li>- Caída de trabajadores.</li> <li>- Golpes y choques contra objetos o vehículos.</li> <li>- Atrapamiento en aparatos de elevación y transporte.</li> <li>- Cortes y lesiones en extremidades.</li> <li>- Sobreesfuerzos.</li> <li>- Exposición a contaminación acústica.</li> <li>- Vibraciones.</li> <li>- Proyección de partículas en los ojos.</li> <li>- Dermatitis por contacto con materiales.</li> <li>- Contactos eléctricos directos o indirectos.</li> <li>- Inhalación de vapores y gases.</li> <li>- Trabajos en zonas húmedas o mojadas.</li> <li>- Incendios o explosiones.</li> <li>- Quemaduras.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Barandillas.</li> <li>- Acondicionamiento de pasos.</li> <li>- Evacuación de escombros.</li> <li>- Redes verticales y horizontales.</li> <li>- Andamios.</li> <li>- Planchas en huecos horizontales.</li> <li>- Escaleras auxiliares.</li> <li>- Carcasas de protección para partes móviles de maquinaria.</li> <li>- Marquesinas rígidas.</li> <li>- Iluminación natural o artificial adecuada.</li> <li>- Balizamiento y señalización adecuada.</li> <li>- Limpieza de zona.</li> <li>- Dotación de botiquines.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cascos.</li> <li>- Prendas de protección.</li> <li>- Calzado de seguridad.</li> <li>- Protectores auditivos.</li> <li>- Gafas de seguridad.</li> <li>- Mascarillas.</li> <li>- Guantes.</li> <li>- Rodilleras.</li> <li>- Chaleco.</li> <li>- Dispositivos anticaídas.</li> </ul>

**Tabla 6.** Alicatados, enfoscados, enlucidos, falsos techos, pintura, carpintería y cerrajería.

### 5.13 Primeros auxilios

En todos los lugares en los que las condiciones de trabajo lo requieran se deberá disponer de material de primeros auxilios, debidamente señalizado y de fácil acceso. El material de primeros auxilios se revisará periódicamente y se repondrá tan pronto caduque o sea utilizado.

Será conveniente disponer, en un lugar visible, de información en la que se haga constar el centro sanitario más próximo a la obra, así como el recorrido más recomendable para acceder al mismo y cuantos teléfonos sean necesarios en caso de urgencia.

#### 5.13.1 Botiquín

Todo lugar de trabajo deberá disponer, como mínimo, de un botiquín portátil que contenga desinfectantes y antisépticos autorizados, gasas estériles, algodón hidrófilo, venda, esparadrapo, apósitos adhesivos, tijeras, pinzas y guantes desechables.

El contenido de los botiquines se ajustará a lo referenciado en el Anexo I de la Resolución de 27 de agosto de 2008, de la Secretaría de Estado de la Seguridad Social, por la que se dictan instrucciones para la aplicación de la Orden TAS/2947/2007, de 8 de octubre, por la que se establece el suministro a las empresas de botiquines con material de primeros auxilios en caso de accidente de trabajo, como parte de la acción protectora del sistema de la Seguridad Social, el cual se recoge a continuación:

<b>Contenido de botiquines de primeros auxilios</b>				
<b>Artículos</b>	<b>Número de trabajadores</b>			
	<b>1 a 5</b>	<b>6 a 10</b>	<b>10 a 25</b>	<b>Más de 25</b>
	<b>Cantidad</b>			
- Botella de agua oxigenada	1 (250 cc)	1 (250 cc)	1 (250 cc)	1 (500 cc)
- Botella de alcohol	1 (250 cc)	1 (250 cc)	1 (250 cc)	1 (500 cc)
- Paquete de algodón arrollado	1 (25 grs)	1 (50 grs)	1 (100 grs)	1 (100 grs)
- Sobres de gasas estériles de - 5 unid. 20 x 20 cm.	3	4	6	10
- Vendas de 5 m x 5 cm	2	2	3	3

<b>Contenido de botiquines de primeros auxilios</b>				
<b>Artículos</b>	<b>Número de trabajadores</b>			
	<b>1 a 5</b>	<b>6 a 10</b>	<b>10 a 25</b>	<b>Más de 25</b>
	<b>Cantidad</b>			
- Vendas de 5 m x 7 cm	2	2	2	2
- Vendas de 5 m x 10 cm	1	1	2	2
- Caja de tiritas	1 (10 unid.)	1 (20 unid.)	1 (20 unid.)	2 (20 unid.)
- Caja de bandas protectoras de 1 m x 6 cm	1	1	1	1
- Esparadrapo Hipo Alérgico de 5 m x 2,5 cm	1	1	1	1
- Esparadrapo Hipo Alérgico de 5 m x 1,25 cm			1	1
- Tijera 11 cm cirugía	1	1	1	1
- Pinza 11 cm disección	1	1	1	1
- Povidona Yodada	1 (50 ml)	1 (50 ml)	1 (125 ml)	1 (125 ml)
- Suero fisiológico 5 ml	6	18	18	18
- Venda Crepe 4 m x 5 cm	1	1		1
- Venda Crepe 4 m x 7 cm			1	1
- Pares de guantes látex	2	2	3	5
- Botiquín portátil	1	1	1	1

**Tabla 7.** Contenido de botiquines conforme al número de trabajadores.

### 5.13.2 Asistencia sanitaria

Será conveniente disponer, en un lugar visible, de información en la que se haga constar el centro sanitario más próximo a la obra, así como el recorrido más recomendable para acceder al mismo y cuantos teléfonos sean necesarios en caso de urgencia para garantizar el traslado efectivo de los accidentados.

### 5.13.3 Reconocimiento médico

En materia de vigilancia de la salud, la actividad sanitaria deberá abarcar, en las condiciones fijadas por el artículo 22 de la Ley 31/1995, de Prevención de Riesgos Laborales:

- Una evaluación de la salud de los trabajadores inicial después de la incorporación al trabajo o después de la asignación de tareas específicas con nuevos riesgos para la salud.
- Una evaluación de la salud de los trabajadores que reanuden el trabajo tras una ausencia prolongada por motivos de salud, con la finalidad de descubrir sus eventuales orígenes profesionales y recomendar una acción apropiada para proteger a los trabajadores.
- Una vigilancia de la salud a intervalos periódicos.

### 5.14 Coordinador de seguridad y salud

En cumplimiento del artículo 3 del Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción, se designará un coordinador de seguridad y salud en las siguientes condiciones:

- Cuando en la elaboración del proyecto de obra intervengan varios proyectistas, el promotor designará un coordinador en materia de seguridad y de salud durante la elaboración del mencionado proyecto.
- Cuando en la ejecución de la obra intervenga más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos, el promotor, antes del inicio de los trabajos o tan pronto como se constate dicha circunstancia, designará un coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.
- La designación de los coordinadores en materia de seguridad y salud durante la elaboración del proyecto de obra y durante la ejecución de la obra podrá recaer en la misma persona.
- La designación de los coordinadores no eximirá al promotor de sus responsabilidades.

### **5.15 Plan de seguridad y salud**

En aplicación del estudio de seguridad y salud o, en su caso, del estudio básico, cada contratista elaborará un plan de seguridad y salud en el trabajo en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el estudio o estudio básico, en función de su propio sistema de ejecución de la obra. En dicho plan se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención que el contratista proponga con la correspondiente justificación técnica, que no podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos en el estudio o estudio básico.

El plan de seguridad y salud deberá ser aprobado, antes del inicio de la obra, por el coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra. Asimismo, estará en la obra a disposición permanente de la dirección facultativa.

### **5.16 Libro de incidencias**

En cada centro de trabajo existirá con fines de control y seguimiento del plan de seguridad y salud un libro de incidencias que constará de hojas por duplicado, habilitado al efecto.

Será facilitado por El Colegio profesional al que pertenezca el técnico que haya aprobado el plan de seguridad y salud o por la Oficina de Supervisión de Proyectos u órgano equivalente cuando se trate de obras de las Administraciones públicas.

El libro de incidencias, que deberá mantenerse siempre en la obra, estará en poder del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o, cuando no fuera necesaria la designación de coordinador, en poder de la dirección facultativa.

A dicho libro tendrán acceso la dirección facultativa de la obra, los contratistas y subcontratistas y los trabajadores autónomos, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en la obra, los representantes de los trabajadores y los técnicos de los órganos especializados en materia de seguridad y salud en el trabajo de las Administraciones públicas competentes, quienes podrán hacer anotaciones en el mismo.

Efectuada una anotación en el libro de incidencias, el coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o la dirección facultativa (en su caso), deberán notificarla al contratista afectado y a los representantes de los trabajadores de éste. En el caso de que la anotación se refiera a cualquier incumplimiento de las advertencias u observaciones previamente anotadas en dicho libro por las personas facultadas para ello,

así como en el caso de paralización de los trabajos, deberá remitirse una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social en el plazo de veinticuatro horas. En todo caso, deberá especificarse si la anotación efectuada supone una reiteración de una advertencia u observación anterior o si, por el contrario, se trata de una nueva observación.

### 5.17 Paralización de los trabajos

Cuando el Coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de las obras observase el incumplimiento de las medidas de seguridad y salud, advertirá al contratista y dejará constancia de tal incumplimiento en el libro de incidencias, quedando facultado para, en circunstancias de riesgo grave e inminente para la seguridad y salud de los trabajadores, disponer la paralización de tajos o, en su caso, de la totalidad de la obra.

La persona que hubiera ordenado la paralización deberá dar cuenta a los efectos oportunos a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social correspondiente, a los contratistas y, en su caso, a los subcontratistas afectados por la paralización, así como a los representantes de los trabajadores de éstos.

## 6 PLANOS

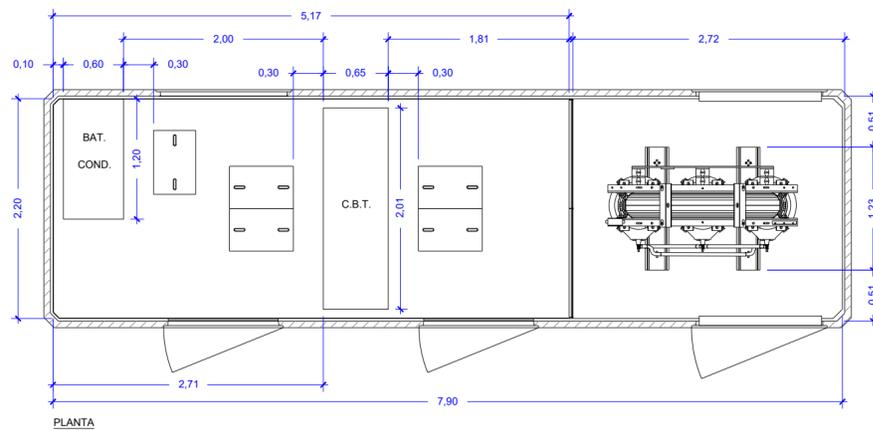
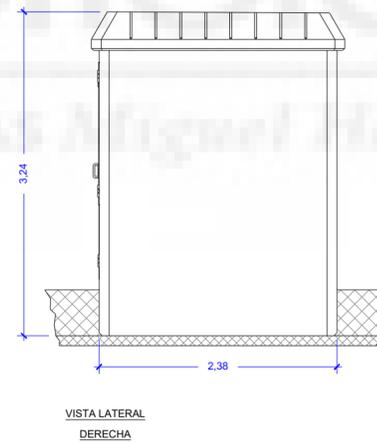
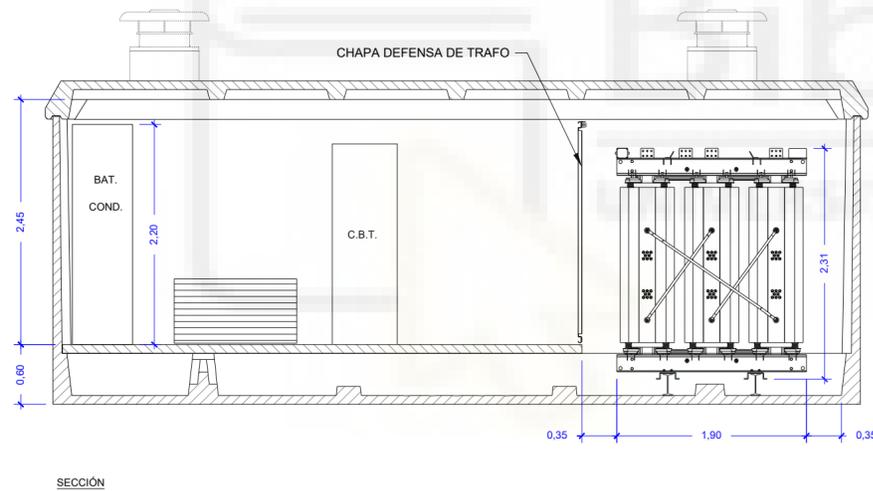
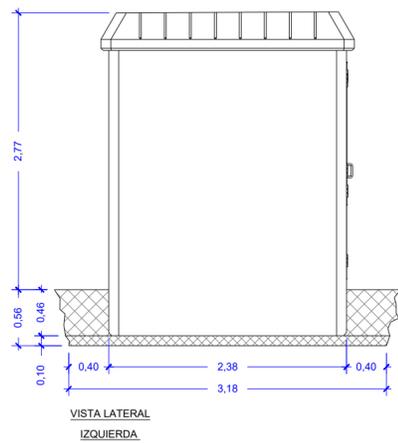
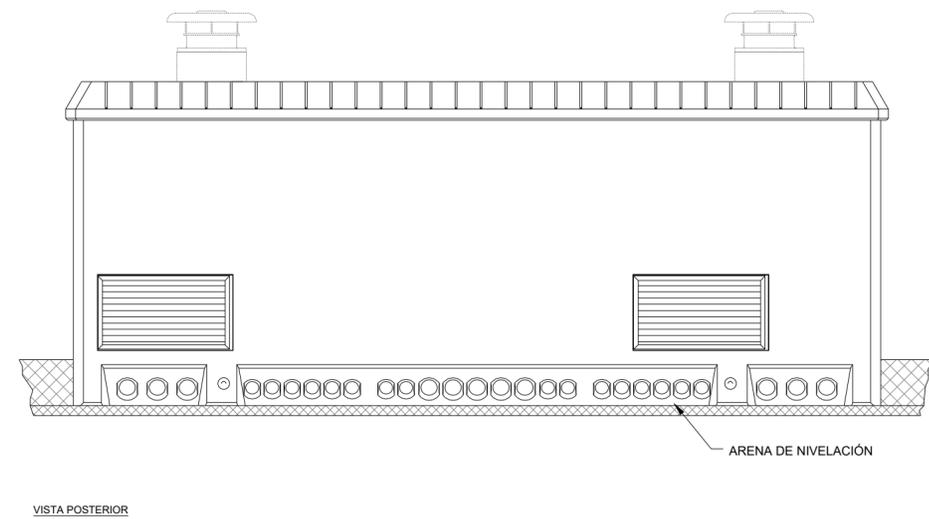
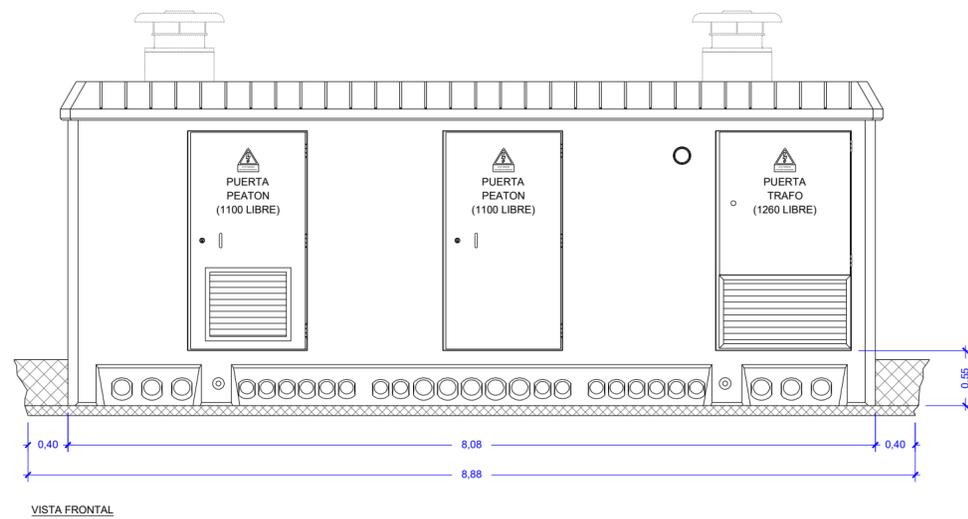
A continuación, se resumen los planos presentados con este proyecto (ver Anexo 1):

N.º	DENOMINACIÓN	DESCRIPCIÓN
1	CT-1	Distribución centro de transformación
2	CT-2	Detalle Tierras PFU-7
3	CT-3	Canalizaciones centro de transformación
4	CT-4	Esquema unifilar CT
5	CT-5	Esquema Unifilar CGBT CLIMA
6	CT-6	Esquema Unifilar CS1 CLIMA
7	CT-7	Esquema unifilar CS2 CLIMA
8	CT-8	Esquema unifilar CS Servicios CT CLIMA
9	CT-9	Arquitectura de red CGBT CLIMA

## ANEXO 1: PLANOS

A continuación, se resumen los planos presentados con este proyecto :

N.º	DENOMINACIÓN	DESCRIPCIÓN
1	CT-1	Distribución centro de transformación
2	CT-2	Detalle Tierras PFU-7
3	CT-3	Canalizaciones centro de transformación
4	CT-4	Esquema unifilar CT
5	CT-5	Esquema Unifilar CGBT CLIMA
6	CT-6	Esquema Unifilar CS1 CLIMA
7	CT-7	Esquema unifilar CS2 CLIMA
8	CT-8	Esquema unifilar CS Servicios CT CLIMA
9	CT-9	Arquitectura de red CGBT CLIMA



DIMENSIONES DE LA EXCAVACIÓN  
8,88 m. LARGO x 3,18 m. ANCHO x 0,56 m. PROFUND.

denominación plano:

DISTRIBUCIÓN CT

centro:	Nave Industrial	disciplina:	MEP - ELE
fichero:	CT-1	cota nivel:	-
nº de plano:	1	escala:	1/50
		fecha:	Sept-2024
		versión de plano:	1

proyecto:

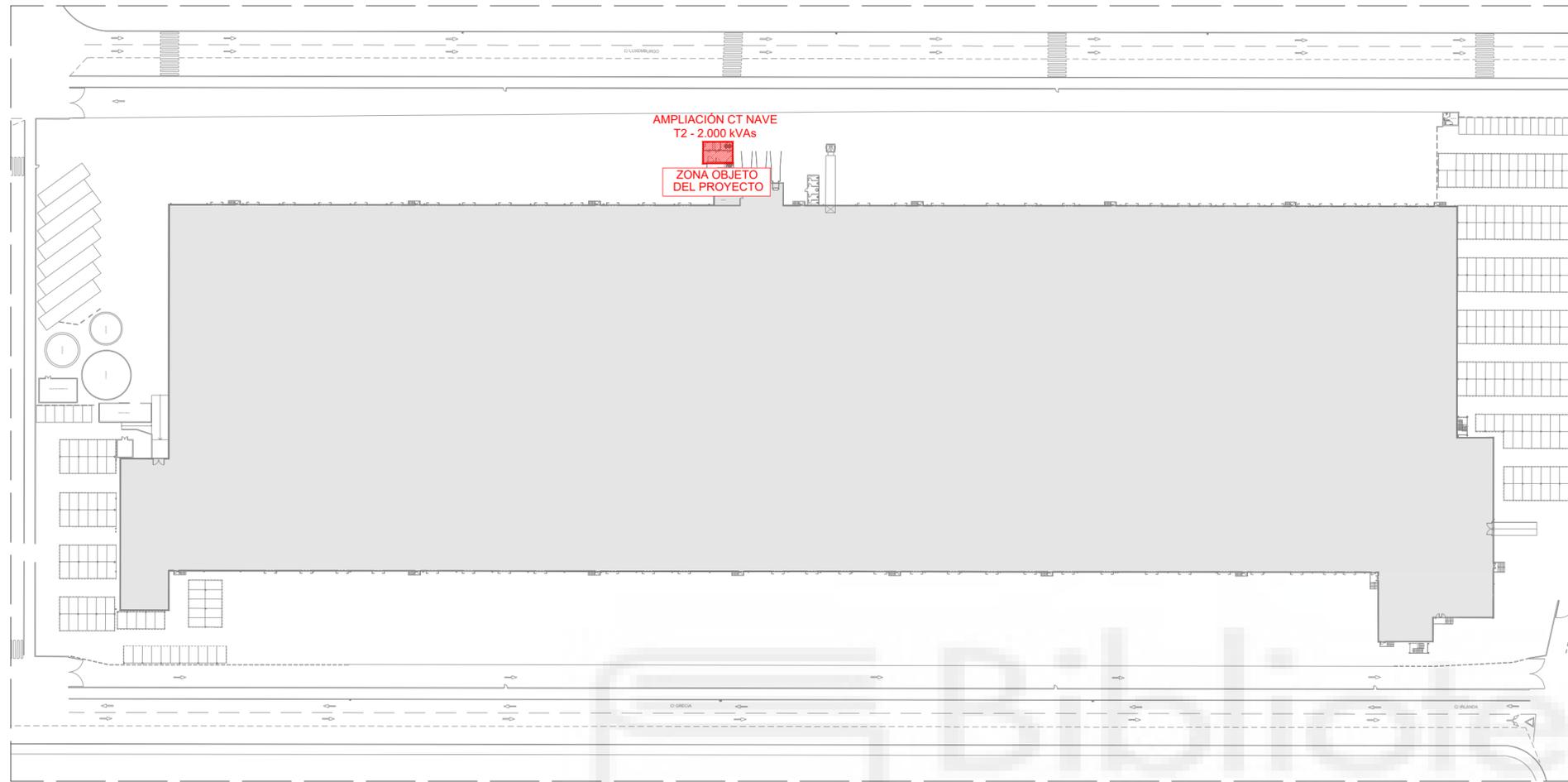
ADAPTACIÓN DEL PROYECTO DE AMPLIACIÓN DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN CT (1x1.000 + 1x2.000 kVA) PARA ALMACÉN INDUSTRIAL

dirección:

Avinguda de la Universitat d'Elx, s/n  
03202, Eliche (Alicante)

autor del proyecto:

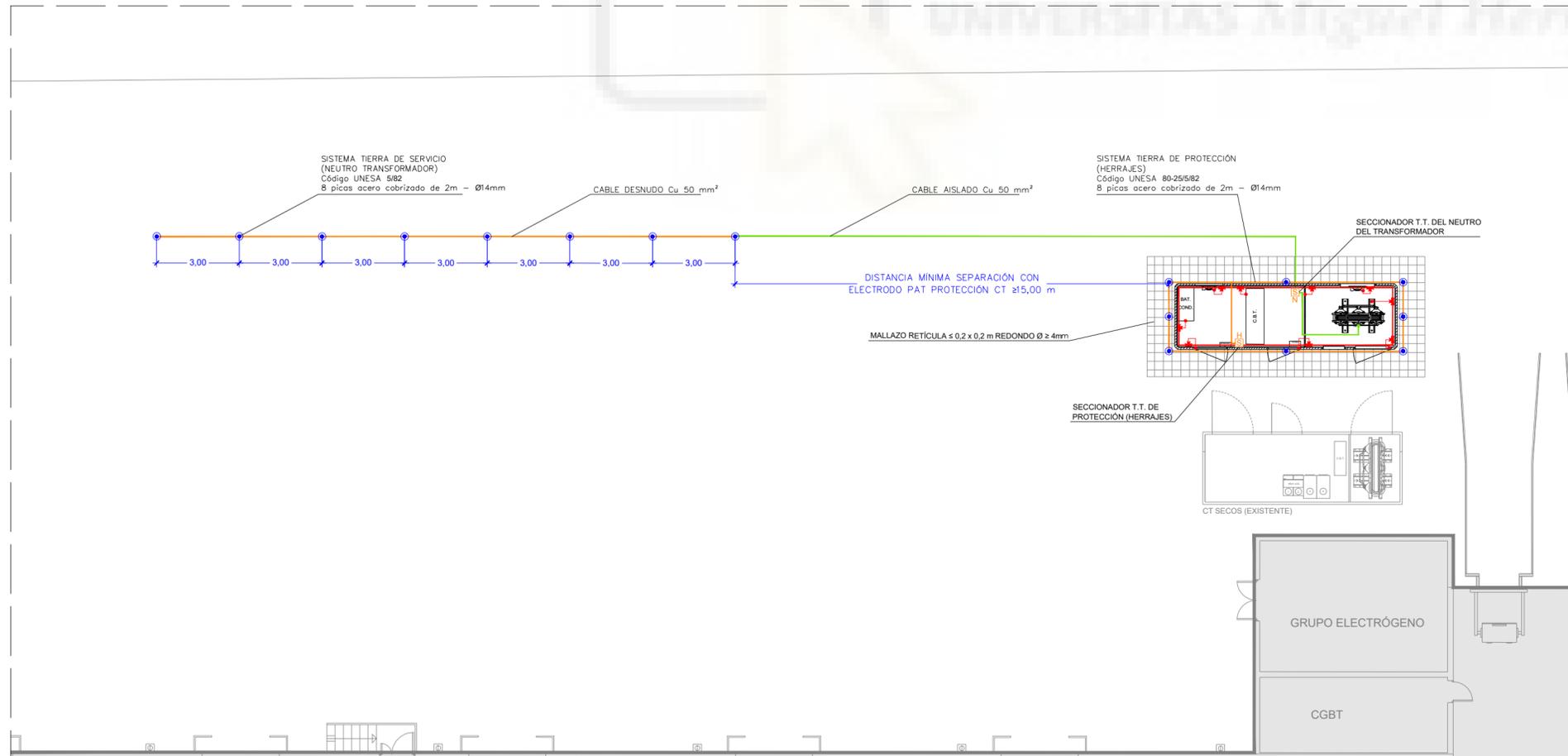
Jaime Montalbán Sánchez



UBICACIÓN EN PARCELA

ESCALA: S/E

LEYENDA	
	SECCIONADOR DE PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN (HERRAJES)
	SECCIONADOR DE PUESTA A TIERRA DE SERVICIO (NEUTRO)
	CONEXIÓN DE RED DE TIERRAS CON ELEMENTOS METÁLICOS MEDIANTE TERMINAL
	SOLDADURA ALUMINOTÉRMICA
	CABLE COBRE DESNUDO DE 50 mm <sup>2</sup> PARA RED DE TIERRA
	CABLE DESNUDO DE 50 mm <sup>2</sup> PARA RED EQUIPOTENCIAL
	CABLE AISLADO DE COBRE 50mm <sup>2</sup>
	PICA DE ACERO COBREADO 2mts Ø=14,6 mm



PLANTA

ESCALA: 1/150

denominación plano:

DETALLE TIERRAS CT

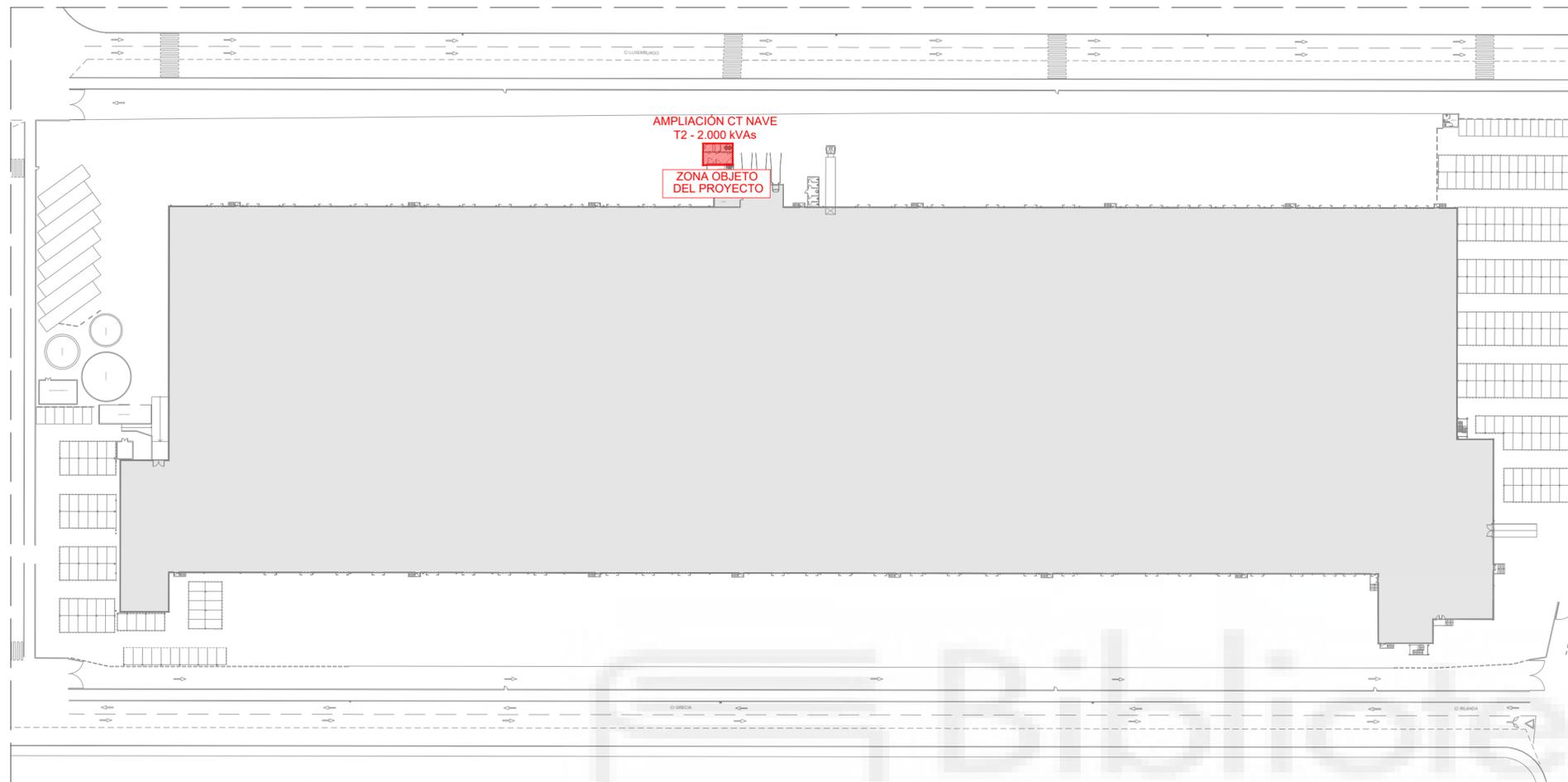
centro:	Nave Industrial	disciplina:	MEP - ELE
fichero:	CT-2	cota nivel:	-
nº de plano:	2	escala:	Varias
		fecha:	Sept- 2024
proyecto:	ADAPTACIÓN DEL PROYECTO DE AMPLIACIÓN DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN CT (1x1.000 + 1x2.000 kVA) PARA ALMACÉN INDUSTRIAL		
		versión de plano:	1

dirección:

Avinguda de la Universitat d'Elx, s/n  
03202 Elche (Alicante)

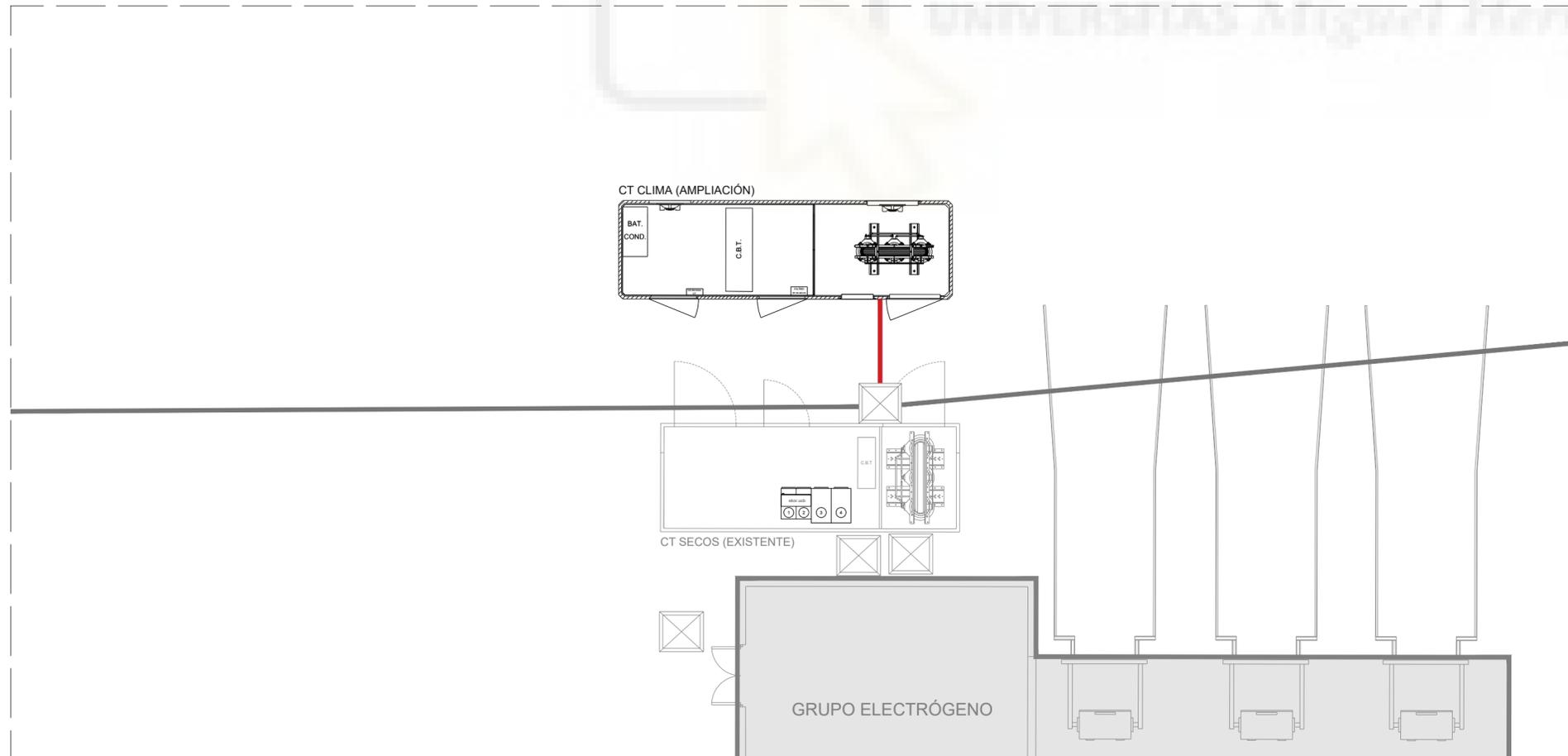
autor del proyecto:

Jaime Montalbán Sánchez



UBICACIÓN EN PARCELA

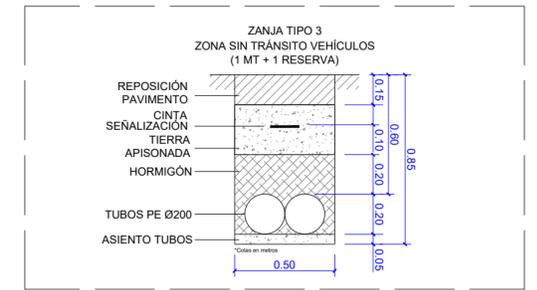
ESCALA: S/E



PLANTA

ESCALA: 1/100

LEYENDA	
	ARQUETA SIMPLE MEDIA TENSIÓN EXISTENTE
	ZANJA EXISTENTE
	ZANJA NUEVA A EJECUTAR (TIPO 3)
	CELDA 1 LÍNEA 400A (CGMCOSMOS-L) ORIGEN: CEEM
	CELDA 2 LÍNEA 400A (CGMCOSMOS-L) DESTINO: CT-PANRECON
	CELDA 3 PROTECCIÓN 400A (CGMCOSMOS-V) DESTINO: TRAF0 T-1 1.000 kVA (LONGITUD 5m)
	CELDA 4 PROTECCIÓN 400A (CGMCOSMOS-V) DESTINO: TRAF0 T-2 2.000 kVA (LONGITUD 10m)



ZANJA TIPO 3

ESCALA: 1/25

denominación plano:

DETALLE CANALIZACIONES CT

centro:	Nave Industrial	disciplina:	MEP - ELE
fichero:	CT-3	cota nivel:	-
nº de plano:	3	escala:	Varias
		fecha:	Sept- 2024
		versión de plano:	1

proyecto:

ADAPTACIÓN DEL PROYECTO DE AMPLIACIÓN DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN CT (1x1.000 + 1x2.000 kVA) PARA ALMACÉN INDUSTRIAL

dirección:

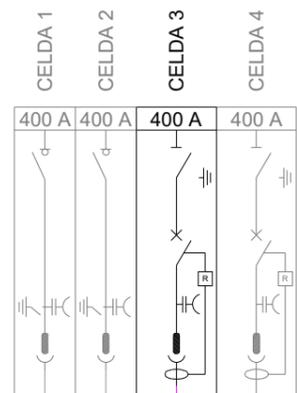
Avinguda de la Universitat d'Elx, s/n  
03202 Elche (Alicante)

autor del proyecto:

Jaime Montalbán Sánchez

LEYENDA	
-----	LÍNEA MEDIA TENSION LSMT EN PROYECTO CABLE DHZ1 12/20 kV 3x1x150 mm <sup>2</sup> AL
-----	CONEXIÓN CELDA MT CON TRANSFORMADOR CABLE HEPRZ1 12/20 kV 3x1x150 mm <sup>2</sup> AL
	TRAFO T-2 2.000 kVA EN PROYECTO

CT NAVE



ORIGEN: CEEM  
CABLE DHZ1 12/20 kV 3x1x150 mm<sup>2</sup> AL

DESTINO: CT NAVE 2 EN PUNTA  
CABLE DHZ1 12/20 kV 3x1x150 mm<sup>2</sup> AL

CABLE DHZ1 12/20 kV 3x1x150 mm<sup>2</sup> AL  
LONGITUD DE TRAMO: 5 m

CABLE HEPRZ1 12/20 kV 3x1x150 mm<sup>2</sup> AL  
LONGITUD DE TRAMO: 10 m

TRAFO T-2  
2.000 kVA  
Dyn11  
20/0,42 kV  
Ucc = 5,78%

TRAFO T-1  
1.000 kVA  
Dyn11  
20/0,42 kV  
Ucc = 6,18%

RZ1-K (AS) 0,6/1kV  
3x(9x1x240) mm<sup>2</sup> Cu

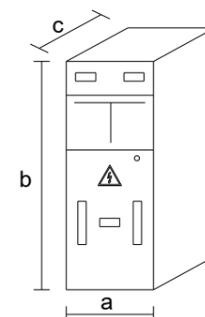
RV-K 3x(6x1x240) + N 3x240 mm<sup>2</sup> Cu (\*1)

CGBT-CLIMA NAVE

CGBT NAVE

MTZ2 32 H1  
3P 3.200A  
66 kA  
MICRO 5.0X

MTZ1 16 H1  
4P 1.600A  
42 kA  
MICRO 7.0X



CARACTERÍSTICAS DE CELDAS CT- SECOS EN PROYECTO

Tipo celda	a(m)	b(m)	c(m)	Designación celdas	Función
Celda 1	0.365	1.740	0.735	CGMCOSMOS-L	Línea
Celda 2	0.365	1.740	0.735	CGMCOSMOS-L	Línea
Celda 3	0.480	1.740	0.850	CGMCOSMOS-V	Protección
Celda 4	0.480	1.740	0.850	CGMCOSMOS-V	Protección

denominación plano:

ESQUEMA UNIFILAR

centro:	Nave Industrial	disciplina:	MEP - ELE
fichero:	CT-4	cota nivel:	-
nº de plano:	4	escala:	S/E
		fecha:	Sept-2024
		versión de plano:	1

proyecto:

ADAPTACIÓN DEL PROYECTO DE AMPLIACIÓN DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN CT (1x1.000 + 1x2.000 kVA) PARA ALMACÉN INDUSTRIAL

dirección:

Avinguda de la Universitat d'Elx, s/n

03202 Elche (Alicante)

autor del proyecto:

Jaime Montalbán Sánchez

COMENTARIOS

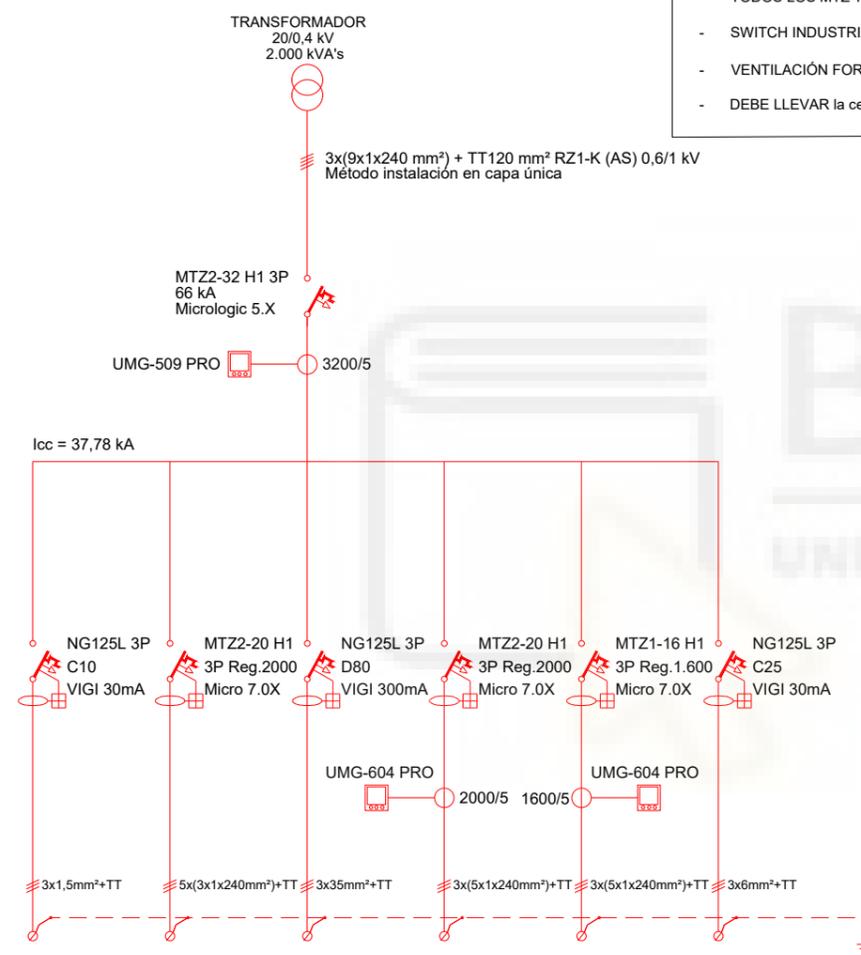
(*1)	La sección de los puentes de Baja Tensión está dimensionada para método de instalación (UNE-HD 60364-5-52) en bandeja perforada (F 31) con disposición de cables en varias capas.
------	---

- PRISMA SET P CON IP31
- TODOS LOS MTZ TIENEN QUE COMUNICAR Y SON EXTRAÍBLES
- SWITCH INDUSTRIAL NO GESTIONABLE
- VENTILACIÓN FORZADA
- DEBE LLEVAR la centrales de la sonda de temperatura NT935 y ZBRN32

PREPARADO CON BORNAS LLEGADA LÍNEA DE SAI DESDE CUADRO NO CRÍTICOS MÁS PRÓXIMO PARA MANIOBRA, ALIMENTACIÓN ANALIZADOR Y COMUNICACIONES.

Viene de SAI (no del embarrado)

PARA MANIOBRA, ALIMENTACIÓN ANALIZADOR Y COMUNICACIONES.



CGBT CLIMA SECOS (SAN ISIDRO)

LÍNEA	tipo sumin.	O	O	O	CS	CS	O
	nº circuito	1	2	3	1	2	4
	normal / grupo	R	R	R	R	R	R
DESTINO	Autotrafo para tensión referencia UMG-509 y UMG-604	Reactiva	Filtro sobretensiones MD SP 3D-380-G2	CS1 - CL MUELLES RECEPCIÓN Y ALM. M	CS2 - CL ALM. M-SP-RD Y MUELLES EXPEDICIÓN	Cuadros servicios CT Clima	
POTENCIA (W)	100	875.000	30.000	1.089.060	892.760	5.500	
INTENSIDAD (A)	0,4	1894,4	54,1	1871,3	1534,0	11,9	
SECCIÓN FASE(mm²)	1,5	1200,0	35,0	1200,0	1200,0	6,0	
LONGITUD (m)	1	5	1	35	140	25	
c.d.t. (%)	0,32	0,36	0,32	1,60	4,54	0,60	
CABLE	RZ1 0,6/1KV	RZ1 0,6/1KV	RZ1 0,6/1KV	RZ1 0,6/1KV	RZ1 0,6/1KV	RZ1 0,6/1KV	
TIPO CANALIZACIÓN	B-20	F-Bandeja	F-Bandeja	F-Bandeja	F-Bandeja	F-Bandeja	

LEYENDA

	INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO		INTERRUPTOR SECCIONADOR
	TOROIDAL CERRADO CON RELE DIFERENCIAL DE 220 A 240 V CA		ANALIZADOR DE REDES
	INTERRUPTOR DIFERENCIAL		CONTACTOR CON CONTACTOS AUXILIARES
	INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO CON BLOQUE VIGI		INTERRUPTOR HORARIO
	FUSIBLE		ARRANCADOR PROGRESIVO
			GRUPO ELECTROGENO
			ENCLAVAMIENTO
			TRAFO

Notas:

- Todas las protecciones de los esquemas unifilares tendrán el poder de corte mínimo marcado en el embarrado de cada cuadro.
- Se preveerá un 20% de espacio de reserva para futuras ampliaciones.

denominación plano:

ESQUEMA UNIFILAR CGBT CLIMA

centro:	Nave Industrial	disciplina:	MEP - ELE
fichero:	CT-5	cota nivel:	-
nº de plano:	5	escala:	S/E
		fecha:	Sept-2024
		versión de plano:	1

proyecto:

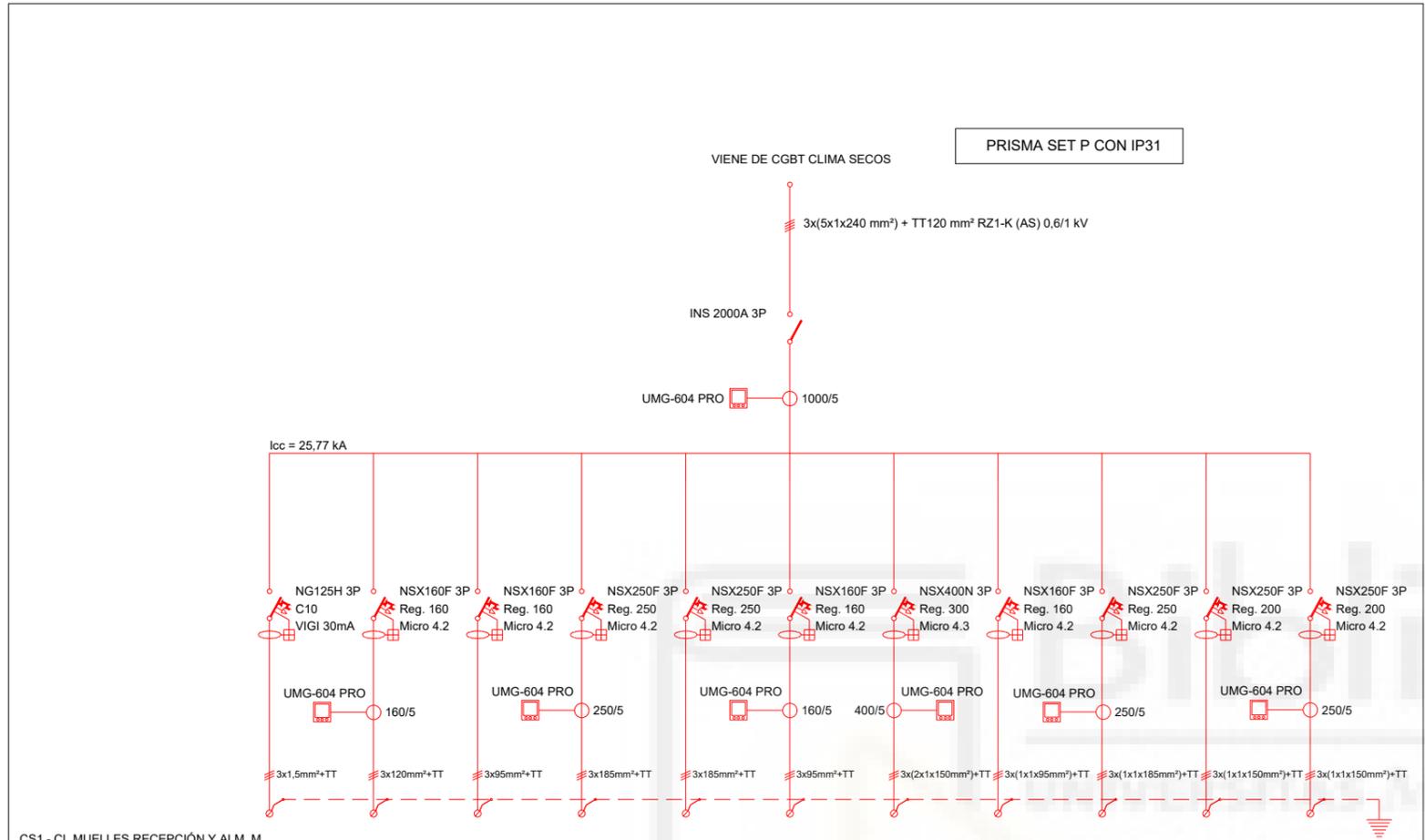
ADAPTACIÓN DEL PROYECTO DE AMPLIACIÓN DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN CT (1x1.000 + 1x2.000 kVA) PARA ALMACÉN INDUSTRIAL

dirección:

Avinguda de la Universitat d'Elx, s/n  
03202 Elche (Alicante)

autor del proyecto:

Jaime Montalbán Sánchez



CS1 - CL MUELLES RECEPCIÓN Y ALM. M

LÍNEA	tipo sumin.	O	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F
	nº circuito	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	normal / grupo	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
DESTINO	Autotrabi tensión referencia UMG-604	RT01-IPJ0760-CS- Almacén M (1)	RT02-IPJ0720-CS- Muelles recepción M (1)	RT03-IPJ0760-CT- Almacén M (2)	RT04-IPJ0760-CT- Almacén M (3)	RT05-IPJ0720-CS- Muelles recepción M (2)	RT06-IPJ1050-CT- Almacén SP-SPP (1)	RT07-IPJ0720-CS- Muelles SP-SPP	RT08-IPJ1050-CS- Almacén SP-SPP (2)	RT09-IP0900-CS- Muelles Recp. RD + Roll-Docking (1)	RT10-IP0900-CS- Muelles Recp. RD + Roll-Docking (2)	
POTENCIA (W)	250	91.370	83.800	118.840	118.840	83.800	160.000	83.800	126.870	110.570	110.570	
INTENSIDAD (A)	0,45	157,00	143,99	204,20	204,20	143,99	274,93	143,99	218,00	199,49	199,49	
SECCIÓN FASE (mm²)	1,5	120,0	95,0	185,0	185,0	95,0	300,0	95,0	185,0	150,0	150,0	
LONGITUD (m)	1,0	135,0	117,0	100,0	60,0	40,0	65,0	85,0	98,0	150,0	197,0	
c.d.t. (%)	1,6	2,9	2,9	2,5	2,2	2,0	2,2	2,5	2,6	3,2	3,7	
CABLE	RZ1 0,6/1KV	RZ1 0,6/1KV	RZ1 0,6/1KV	RZ1 0,6/1KV	RZ1 0,6/1KV	RZ1 0,6/1KV	RZ1 0,6/1KV	RZ1 0,6/1KV	RZ1 0,6/1KV	RZ1 0,6/1KV	RZ1 0,6/1KV	
TIPO CANALIZACIÓN	B-20	F-Bandeja	F-Bandeja	F-Bandeja	F-Bandeja	F-Bandeja	F-Bandeja	F-Bandeja	F-Bandeja	F-Bandeja	F-Bandeja	

LEYENDA

	INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO		INTERRUPTOR SECCIONADOR
	TOROIDAL CERRADO CON RELE DIFERENCIAL DE 220 A 240 V CA		ANALIZADOR DE REDES
	INTERRUPTOR DIFERENCIAL		CONTACTOR CON CONTACTOS AUXILIARES
	INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO CON BLOQUE VIGI		INTERRUPTOR HORARIO
	FUSIBLE		ARRANCADOR PROGRESIVO
			GRUPO ELECTROGENO
			ENCLAVAMIENTO
			TRAFO

Notas:  
 - Todas las protecciones de los esquemas unifilares tendrán el poder de corte mínimo marcado en el embarrado de cada cuadro.  
 - Se preverá un 20% de espacio de reserva para futuras ampliaciones.

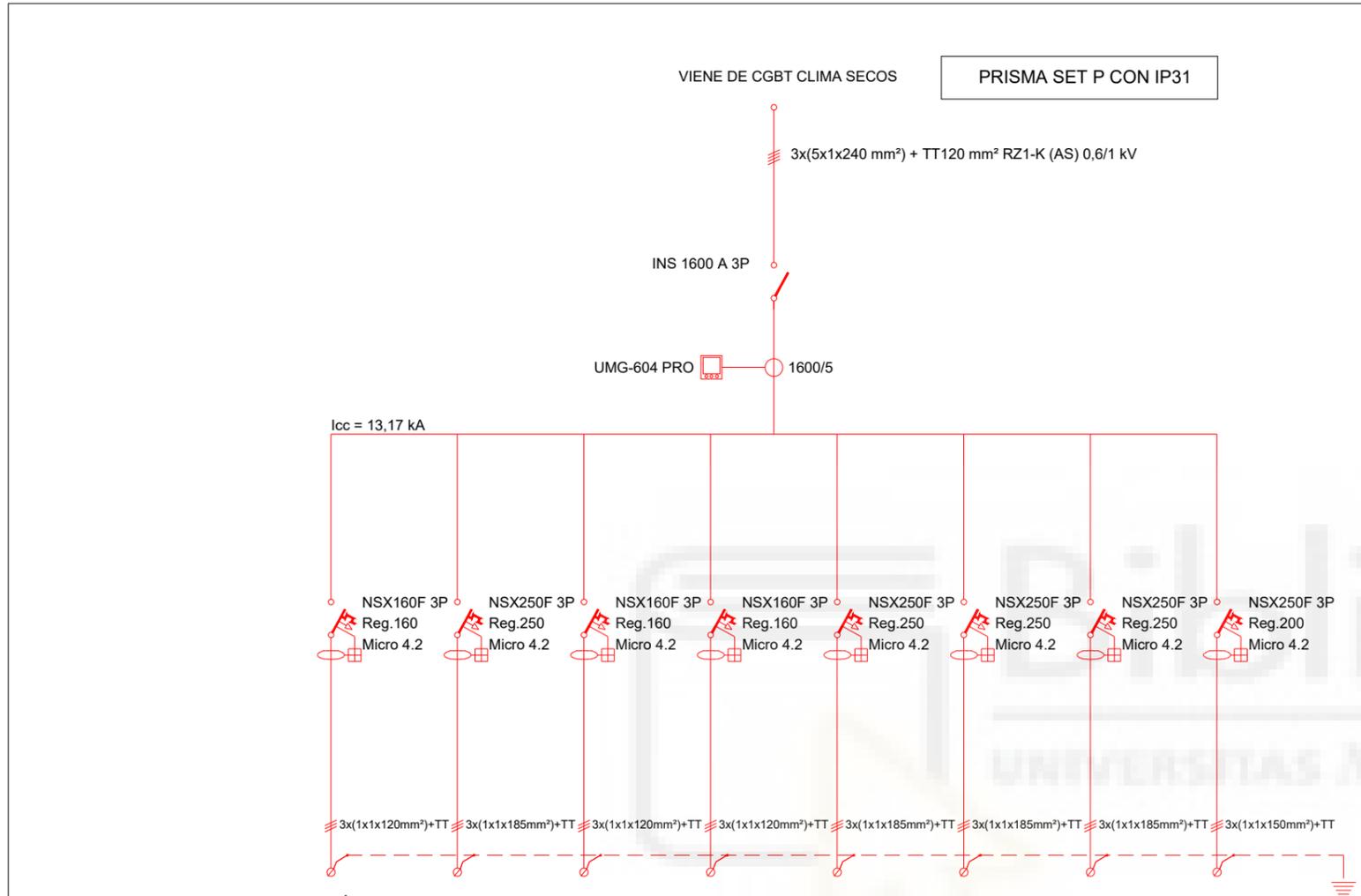
denominación plano: **ESQUEMA UNIFILAR CS1 CLIMA**

centro:	Nave Industrial	disciplina:	MEP - ELE
fichero:	CT-6	cota nivel:	-
nº de plano:	6	escala:	S/E
		fecha:	Sept-2024
		versión de plano:	1

proyecto:  
**ADAPTACIÓN DEL PROYECTO DE AMPLIACIÓN DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN CT (1x1.000 + 1x2.000 kVA) PARA ALMACÉN INDUSTRIAL**

dirección:  
 Avinguda de la Universitat d'Elx, s/n  
 03202 Elche (Alicante)

autor del proyecto:  
 Jaime Montalbán Sánchez



CS2 - CL ALM. M-SP-RD Y MUELLES EXPEDICIÓN

LÍNEA	tipo sumin.	F	F	F	F	F	F	F	F
	nº circuito	1	2	3	4	5	6	7	8
normal / grupo		R	R	R	R	R	R	R	R
DESTINO		RT11-IPJ0760-CS- Almacén M (4)	RT12-IPJ1050-CS- Muelles expedición M	RT13-IPJ0760-CS- Almacén M (5)	RT14-IPJ0760-CS- Almacén M (5)	RT15-IPJ1050-CS- Muelles expedición SP- SPP	RT16-IPJ1050-CS- Almacén SP-SPP (3)	RT17-IPJ1050-CS- Muelles expedición RD	RT18-IP0960-CS-Roll- Docking (3)
POTENCIA (W)		91.370	126.870	91.370	91.370	126.870	126.870	126.870	110.570
INTENSIDAD (A)		157,00	218,00	157,00	157,00	218,00	218,00	218,00	189,99
SECCIÓN FASE(mm²)		120,0	185,0	120,0	120,0	185,0	185,0	185,0	150,0
LONGITUD (m)		150,0	120,0	112,0	70,0	45,0	100,0	159,0	175,0
c.d.t. (%)		6,0	5,7	5,6	5,2	5,0	5,5	6,1	6,3
CABLE		RZ1 0,6/1KV	RZ1 0,6/1KV	RZ1 0,6/1KV	RZ1 0,6/1KV	RZ1 0,6/1KV	RZ1 0,6/1KV	RZ1 0,6/1KV	RZ1 0,6/1KV
TIPO CANALIZACIÓN		F-Bandeja	F-Bandeja	F-Bandeja	F-Bandeja	F-Bandeja	F-Bandeja	F-Bandeja	F-Bandeja

LEYENDA

- INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO
- INTERRUPTOR DIFERENCIAL
- INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO CON BLOQUE VIGI
- FUSIBLE
- INTERRUPTOR SECCIONADOR
- ANALIZADOR DE REDES
- CONTACTOR CON CONTACTOS AUXILIARES
- INTERRUPTOR HORARIO
- ARRANCADOR PROGRESIVO
- GRUPO ELECTROGENO
- ENCLAVAMIENTO
- TRAFEO

Notas:

- Todas las protecciones de los esquemas unifilares tendrán el poder de corte mínimo marcado en el embarrado de cada cuadro.
- Se preverá un 20% de espacio de reserva para futuras ampliaciones.

denominación plano:

ESQUEMA UNIFILAR CS2 CLIMA

centro:	Nave Industrial	disciplina:	MEP - ELE
fichero:	CT-7	cota nivel:	-
nº de plano:	7	escala:	S/E
		fecha:	Sept-2024
		versión de plano:	1

proyecto:

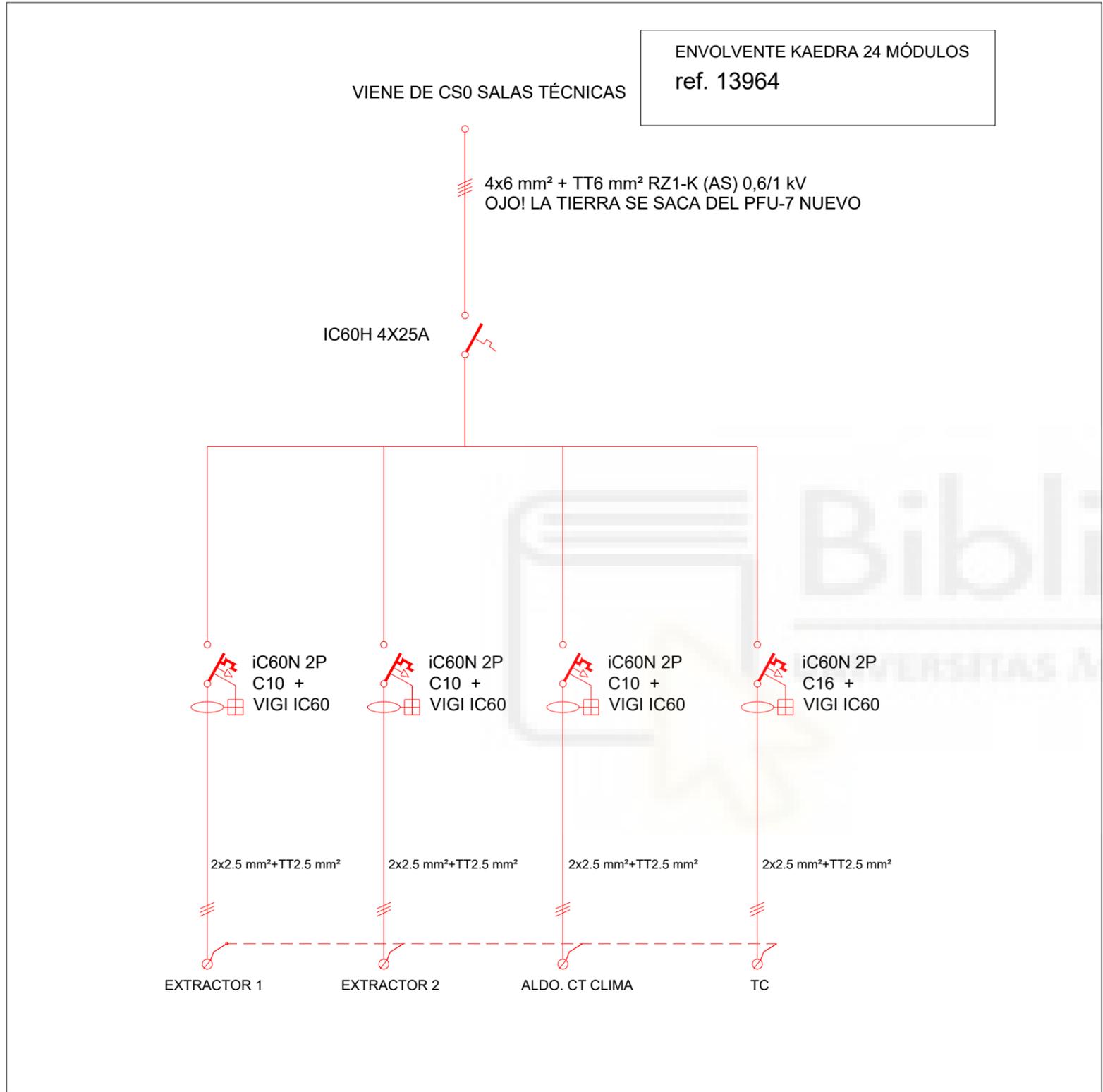
ADAPTACIÓN DEL PROYECTO DE AMPLIACIÓN DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN CT (1x1.000 + 1x2.000 KVA) PARA ALMACÉN INDUSTRIAL

dirección:

Avinguda de la Universitat d'Elx, s/n  
03202 Elche (Alicante)

autor del proyecto:

Jaime Montalbán Sánchez



LEYENDA

	INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO		INTERRUPTOR SECCIONADOR
	TOROIDAL CERRADO CON RELE DIFERENCIAL DE 220 A 240 V CA		ANALIZADOR DE REDES
	INTERRUPTOR DIFERENCIAL		CONTACTOR CON CONTACTOS AUXILIARES
	INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO CON BLOQUE VIGI		INTERRUPTOR HORARIO
	FUSIBLE		ARRANCADOR PROGRESIVO
			GRUPO ELECTROGENO
			ENCLAVAMIENTO
			TRAFO

**Notas:**

- Todas las protecciones de los esquemas unifilares tendrán el poder de corte mínimo marcado en el embarrado de cada cuadro.
- Se preveerá un 20% de espacio de reserva para futuras ampliaciones.

denominación plano: **ESQUEMA UNIFILAR CS SERVICIOS CT CLIMA**

centro: Nave Industrial		disciplina: MEP - ELE	
fichero: CT-8		cota nivel: -	
nº de plano: 8	escala: S/E	fecha: Sept-2024	
		versión de plano: 1	

proyecto:

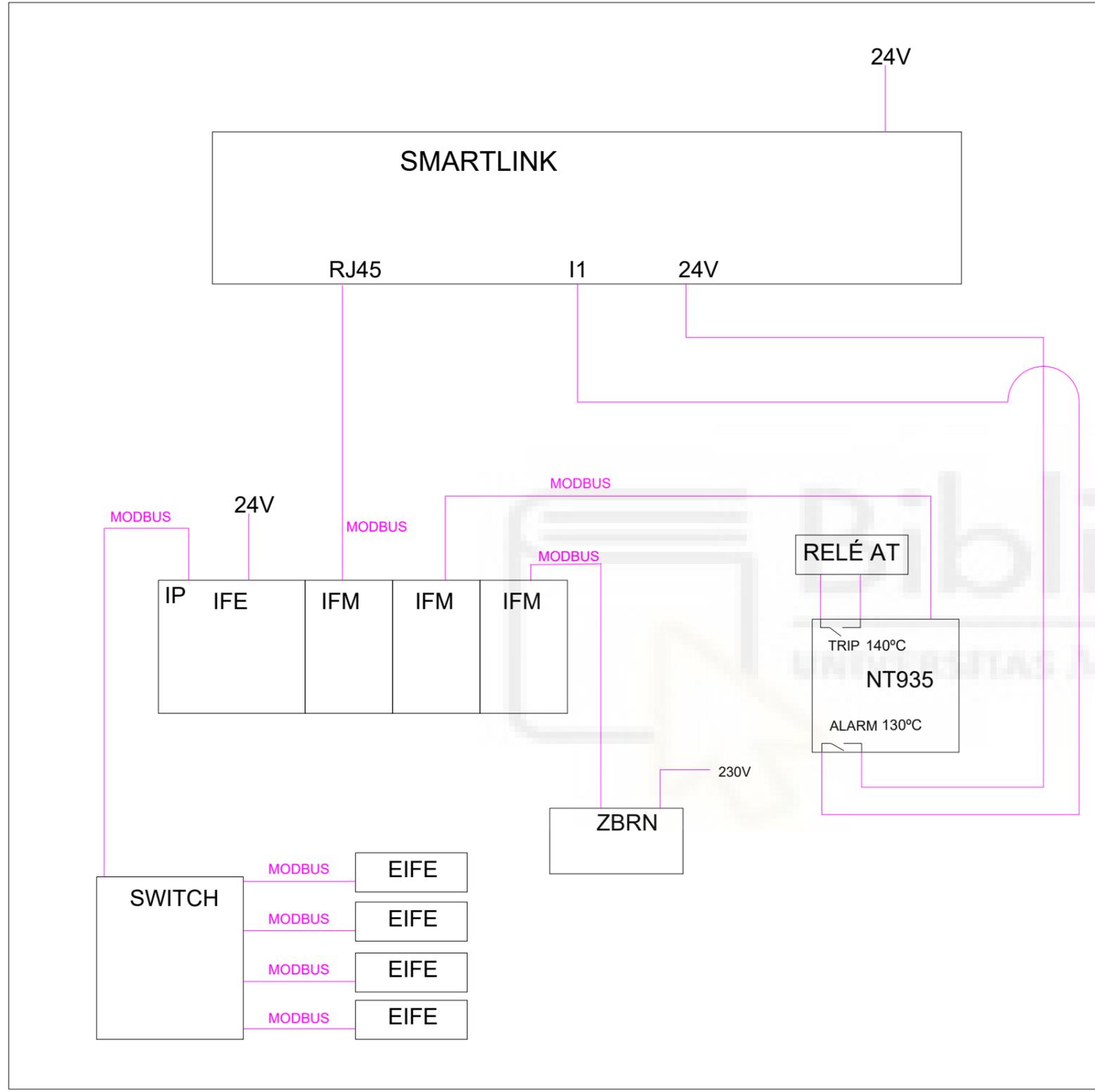
**ADAPTACIÓN DEL PROYECTO DE AMPLIACIÓN DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN CT (1x1.000 + 1x2.000 kVA) PARA ALMACÉN INDUSTRIAL**

dirección:

Avinguda de la Universitat d'Elx, s/n  
03202 Elche (Alicante)

autor del proyecto:

Jaime Montalbán Sánchez



denominación plano:

ARQUITECTURA DE RED CGBT CLIMA

centro:	Nave Industrial	disciplina:	MEP - ELE
fichero:	CT-9	cota nivel:	-
nº de plano:	9	escala:	S/E
		fecha:	Sept-2024
		versión de plano:	1

proyecto:

ADAPTACIÓN DEL PROYECTO DE AMPLIACIÓN DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN CT (1x1.000 + 1x2.000 kVA) PARA ALMACÉN INDUSTRIAL

dirección:

Avinguda de la Universitat d'Elx, s/n  
03202 Elche (Alicante)

autor del proyecto:

Jaime Montalbán Sánchez