



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA  
CAMPUS D'ALCOI

**Projecto** Proyecto de baja tensión para edificio de 28 viviendas

**Situación** c/Andrés Perpiñán esq. Av/ Santa Pola, Elche (Alicante)

## PROYECTO CT 250 kVA 20 kV PARA EDIFICIO DE 28 VIVIENDAS

**Fecha:** Julio 2023

**Tutor:** Juan Carlos Molero Yunta

**Alumno:** David Domínguez Vaquero

## ÍNDICE

1	MEMORIA .....	5
1.1	RESUMEN DE CARÁCTERÍSTICAS.....	5
1.2	OBJETO DEL PROYECTO.....	5
1.3	NORMATIVA TÉCNICA APLICABLE.....	5
1.4	POTENCIA DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN .....	9
1.5	TITULAR .....	9
1.6	EMPLAZAMIENTO.....	10
1.7	CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN .....	10
	Elementos constitutivos del centro de transformación .....	10
	Descripción general del local.....	10
1.8	PROGRAMA DE NECESIDADES Y POTENCIA INSTALADA EN kVA...	14
1.9	PLAZO DE EJECUCIÓN.....	16
1.10	DECLARACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.....	16
1.11	PASILLOS Y ZONAS DE PROTECCIÓN (ITC-RAT-14.6).....	16
1.12	MATERIALES DE SEGURIDAD Y PRIMEROS AUXILIOS .....	17
1.13	INSTALACIÓN ELÉCTRICA .....	19
1.13.1	Características de la red de alimentación.....	19
1.13.2	Medida de la energía eléctrica.....	19
1.13.3	Características generales de la apartamentada de media tensión .....	19
1.13.4	Características descriptivas de la apartamentada MT y transformadores 21	
1.13.5	Características descriptivas de los cuadros de baja tensión .....	30
1.13.6	Características del material vario de Media Tensión y Baja tensión..	31
1.13.7	Unidades de protección, automatismos y control .....	32
1.13.8	Instalaciones secundarias .....	34
1.14	PUESTA A TIERRA .....	36
1.14.1	Tierra de protección.....	36
1.14.2	Tierra de servicio .....	37
1.15	PLANIFICACIÓN .....	37
1.16	RUIDO .....	37
	LIMITACIÓN DE CAMPOS MAGNÉTICOS .....	38
2	CÁLCULOS .....	39
2.1	Intensidad de Media Tensión .....	39
2.2	Intensidad de Baja Tensión.....	40
2.3	Cortocircuitos .....	40
2.3.1.	Observaciones.....	40
2.3.2.	Cálculo de las intensidades de cortocircuito.....	40
2.3.3.	Cortocircuito en el lado de Media Tensión.....	41
2.3.4.	Cortocircuito en el lado de Baja Tensión .....	41
2.4	Dimensionado del embarrado .....	41
2.4.1	Comprobación por densidad de corriente.....	41

2.4.2	Comprobación por sollicitación electrodinámica.....	42
2.4.3	Comprobación por sollicitación térmica.....	42
2.5	Protección contra sobrecargas y cortocircuitos.....	42
2.5.1	Dimensionado de los puentes de MT.....	44
2.6	Dimensionado de la ventilación del Centro de Transformación.....	44
2.7	Dimensionado del pozo apagafuegos.....	45
2.8	Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra.....	45
2.8.1	DATOS DE PARTIDA.....	46
2.8.2	PROCEDIMIENTO PARA EL DISEÑO DE LA INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA.....	46
2.8.3	Investigación de las características del suelo.....	47
2.8.4	Diseño preliminar de la instalación de tierra.....	47
2.8.5	Cálculo de la resistencia del sistema de tierra.....	49
2.8.6	Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente a la eliminación del defecto.....	50
2.8.7	Cumplimiento del requisito correspondiente a la tensión de contacto interior en el propio CT.....	52
2.8.8	Cumplimiento del requisito correspondiente a la tensión de paso máxima de la instalación.....	53
2.8.9	Cumplimiento del requisito correspondiente a la tensión de paso en el acceso.....	54
	Cumplimiento del requisito correspondiente a la tensión que aparece en la instalación.....	55
2.8.10	Cálculo de puesta a tierra por motivo de servicio.....	56
2.8.11	Distancia entre las tomas de tierra.....	56
2.8.12	Corrección y ajuste del diseño inicial.....	57
3	PLIEGO DE CONDICIONES.....	59
3.1	Objeto.....	60
3.2	Campo de aplicación.....	60
3.3	Disposiciones generales.....	60
3.4	Organización del trabajo.....	62
3.5	Disposición final.....	66
3.6	Objeto.....	67
3.7	Obra civil.....	67
3.8	Instalación eléctrica.....	70
3.9	Normas de ejecución de las instalaciones.....	74
3.10	Pruebas reglamentarias.....	75
3.11	Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad.....	75
3.12	Certificados y documentación.....	77
3.13	Libro de órdenes.....	77
3.14	Recepción de la obra.....	77
4	PLANOS.....	79
5	PRESUPUESTO.....	80
6	ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD.....	81



6.1	Objeto.....	81
6.2	Características de la obra .....	81
6.2.1	Suministro de energía eléctrica .....	81
6.2.2	Suministro de agua potable .....	81
6.2.3	Vertido de aguas sucias de los servicios higiénicos .....	81
6.2.4	Interferencias y servicios afectados.....	81
6.3	Memoria .....	82
6.3.1	Obra civil.....	82
6.3.1.1	Movimiento de tierras y cimentaciones .....	82
6.3.1.2	Estructura.....	82
6.3.1.3	Cerramientos.....	83
6.3.1.4	Albañilería .....	84
6.3.2	Montaje.....	84
6.3.2.1	Colocación de soportes y embarrados .....	84
6.3.2.2	Montaje de Celdas Prefabricadas o apartamenta, Transformadores de potencia y Cuadros de B.T. ....	85
6.3.2.3	Operaciones de puesta en tensión.....	85
6.4	Aspectos generales.....	86
6.4.1	Botiquín de obra .....	86
6.5	Normativa aplicable.....	86
6.5.1	Normas oficiales .....	86

## 1 MEMORIA

### 1.1 RESUMEN DE CARÁCTERÍSTICAS

<b>Titular</b>	I-DE Redes Eléctricas Inteligentes SAU
<b>Número de registro</b>	No procede. Obra nueva.
<b>Tipo de centro de transformación</b>	CT en el interior de edificio de otros usos
<b>Potencia (kVA)</b>	250 kVA
<b>Configuración apartamento MT</b>	2LP (2 celdas línea + celda protección)
<b>Configuración elementos BT</b>	1 cuadros CGBT 4 salidas cada uno
<b>Telegestión</b>	Sí
<b>Telemando</b>	Sí
<b>Situación del CT</b>	c/ Andrés Perpiñán, esq. Av Santa Pola, nº11, 3203 Elche (Alicante)
<b>Presupuesto de ejecución material (PEM)</b>	55.289,08 €

### 1.2 OBJETO DEL PROYECTO

Este proyecto tiene por objeto definir las características de un centro de transformación, y destinado al suministro de energía eléctrica, así como justificar y valorar los materiales empleados en el mismo. La energía se suministrará para servir eléctricamente al edificio de viviendas que contiene el centro de transformación, ubicado en la calle Andrés Perpiñán, esq. Av Santa Pola, nº11, en Elche (Alicante). Para abastecer las necesidades eléctricas del edificio de viviendas, será necesario la ejecución de un centro de transformación, con una potencia de 250 kVA.

El denominado centro de transformación se conectará a la línea de media tensión existente propiedad de i-DE, que discurre enterrada en acera delante del centro de transformación. El transformador quedará conectado en anillo integrado en la red existente.

### 1.3 NORMATIVA TÉCNICA APLICABLE

#### LEGISLACION NACIONAL

Ley 54/1997, de 27 noviembre, del Sector Eléctrico.

Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector 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 1048/2013, de 27 de diciembre, por el que se establece la metodología para el cálculo de la retribución de la actividad de distribución de energía eléctrica.

Real Decreto 1047/2013, de 27 de diciembre, por el que se establece la metodología para el cálculo de la retribución de la actividad de transporte de energía eléctrica.

Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.

Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.

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 560/2010, de 7 de mayo, por el que se modifican diversas normas reglamentarias en materia de seguridad industrial para adecuarlas a la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio, y a la Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio.

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 1432/2008, de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas de alta tensión. (BOE de 13/9/08)

Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.

Real Decreto 110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.

Ley 31/95, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.

Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

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

Recomendación 519/99/CE del Consejo, de 12 de julio de 1999, relativa a la exposición del público en general a campos electromagnéticos de 0 a 300 GHz.

Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas.

## **LEGISLACION AUTONÓMICA**

Decreto 88/2005, de 29 de abril, del Consell de la Generalitat, por el que se establecen los procedimientos de autorización de instalaciones de producción, transporte y distribución de energía eléctrica que son competencia de la Generalitat.

Resolución de 22 de octubre de 2010, de la Dirección General de Energía, por la que se establece una declaración responsable normalizada en los procedimientos administrativos en los que sea preceptiva la presentación de proyectos técnicos y/o certificaciones redactadas y suscritas por técnico titulado competente y carezcan de visado por el correspondiente colegio profesional.

Orden 9/2010, de 7 de abril, de la Conselleria de Infraestructuras y Transporte, por la que se modifica la Orden de 12 de febrero de 2001, de la Conselleria de Industria y Comercio, por la que se modifica la de 13 de marzo de 2000, sobre contenido mínimo en proyectos de industrias e instalaciones industriales.

Resolución de 15 de octubre de 2010, del Conseller de Medio Ambiente, Agua, Urbanismo y Vivienda y vicepresidente tercero del Consell, por la que se establecen las zonas de protección de la avifauna contra la colisión y electrocución, y se ordenan medidas para la reducción de la mortalidad de aves en líneas eléctricas de alta tensión.

Ley 2/89, de 3 de marzo, de la Generalitat Valenciana, de Evaluación de Impacto Ambiental.

Decreto 162/90, de 15 de octubre, por el que se aprueba la ejecución de la Ley 2/89, de 3 de marzo, de Evaluación de Impacto Ambiental.

Decreto 32/2006, de 10 de marzo, del Consell de la Generalitat, por el que se modifica el Decreto 162/1990, de 15 de octubre, del Consell de la Generalitat, por el que se aprobó el Reglamento para la ejecución de la Ley

Orden de 3 de enero de 2005, de la Consellería de Territorio y Vivienda por la que se establece el contenido mínimo de los estudios de impacto ambiental que se hayan de tramitar ante esta Consellería.

Decreto 208/2010, de 10 de diciembre, del Consell, por el que se establece el contenido mínimo de la documentación necesaria para la elaboración de los informes a los estudios de impacto ambiental a los que se refiere el artículo 11 de la Ley 4/1998, de 11 de junio, de la Generalitat, del Patrimonio Cultural valenciano.

Decreto 60/2012, de 5 de abril, del Consell, por el que regula el régimen especial de evaluación y de aprobación, autorización o conformidad de planes, programas y proyectos que puedan afectar a la Red Natura 2000.

Ley 4/1998, de 11 de junio, del Patrimonio Cultural Valenciano.

Ley 10/2010, de 12 de diciembre, de Residuos de la Comunidad Valenciana.

Ley 5/2014, de 25 de julio, de la Generalitat, de Ordenación del Territorio, Urbanismo y Paisaje, de la Comunitat Valenciana.

Ley 3/1993, de 9 de diciembre, de la Generalitat Valenciana, Forestal de la Comunidad Valenciana.

Decreto 98/1995, de 16 de mayo, del Gobierno Valenciano, por el que se aprueba el Reglamento de la Ley 3/93, de 9 de diciembre, de la Generalitat Valenciana, Forestal de la Comunidad Valenciana.

Decreto 7/2004, de 23 de enero, del Consell de la Generalitat, por el que se aprueba el pliego general de normas de seguridad en prevención de incendios forestales a observar en la ejecución de obras y trabajos que se realicen en terreno forestal o en sus inmediaciones.

Ley 3/2014, de 11 de julio, de Vías Pecuarias de la Comunitat Valenciana.

Instrucción de 13 de enero de 2012, de la Dirección General del Medio Natural, sobre vías pecuarias.

## **NORMAS UNE**

UNE 20324:1993. Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).

UNE-EN 62271-200:2012. Aparata de alta tensión. Parte 200: Aparata bajo envolvente metálica de corriente alterna para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV.

UNE-EN 62271-102:2005. Aparata de alta tensión. Parte 102: Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.

UNE-EN 62271-105:2013. Aparata de alta tensión. Parte 105: Combinados interruptor-fusibles de corriente alterna para tensiones nominales superiores a 1kV e inferiores o iguales a 52 kV.

IEC 62271-103:2011. Aparata de alta tensión. Parte 103: Interruptores para tensiones asignadas superiores a 1kV e inferiores o iguales a 52 kV.

UNE-EN 62271-1:2009. Aparata de alta tensión. Parte 1: Especificaciones comunes.

UNE-EN ISO 90-3:2002. Envases metálicos ligeros. Definiciones y determinación de las dimensiones y capacidades. Parte 3: Envases de aerosol. (ISO 90-3:2000).

UNE-EN 60420:1997. Combinados interruptor-fusibles de corriente alterna para alta tensión.

UNE-EN 60265-1:1999 CORR:2005. Interruptores de alta tensión. Parte 1: Interruptores de alta tensión para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores a 52 kV.

UNE 21301:1991. Tensiones nominales de las redes eléctricas de distribución pública en baja tensión.

UNE 21428-1-1:2011. Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite, 50 Hz, de 50 kVA a 2 500 kVA con tensión más elevada para el material hasta 36 kV. Parte 1: Requisitos generales. Sección 1: Requisitos para transformadores multitensión en alta tensión.

## **NORMATIVA DISTRIBUIDORA Y OTRAS**

Recomendaciones UNESA que sean de aplicación.

MT 2.11.03, edición 8 -mayo 2019. Proyecto tipo para centro de transformación en edificio de otros usos.

MT 2.31.01, edición 10-mayo 2019. Proyecto tipo de líneas subterránea de AT hasta 30 kV.

MT 2.03.20, edición 11-mayo 2019. Especificaciones particulares para instalaciones de alta tensión (hasta 30 kV) y baja tensión.

MT 3.51.20, edición 3-mayo 2019. Especificaciones particulares para sistemas de telegestión y automatización de red, instalación en nuevos centros de transformación.

MT 2.11.33, edición 3, mayo 2019. Especificaciones particulares para el diseño de puestas a tierra para centros de transformación de tensión nominal  $\leq 30$  kV.

NI 56.80.02, edición 12-mayo 2019. Accesorios para cables subterráneos de tensiones asignadas de 12/20 (24) kV hasta 18/30 (36) kV. Cables con aislamiento seco.

NI 56.43.01, edición 7-mayo 2019. Especificación Particular – Cables unipolares con aislamiento seco de etileno propileno de alto módulo y cubierta de poliolefina (HEPRZ1) para redes de AT hasta 30 kV.

NI 56.88.01, edición 9-mayo 2019. Accesorios para cables aislados con conductores de aluminio para redes subterráneas de 0,6/1 kV.

NI 50.42.11, edición 5-mayo 2019. Especificaciones particulares, celdas de alta tensión bajo envoltente metálica hasta 36 kVA, prefabricadas, con dieléctrico de SF<sub>6</sub>, para CT.

NI 75.06.31, edición 5-mayo 2019. Especificaciones particulares, fusibles limitadores de corriente asociados para AT hasta 36 kVA.

### **1.4 POTENCIA DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN**

El centro de transformación contará con un transformador de 250 kVA.

### **1.5 TITULAR**

El titular de las instalaciones será **I-DE Redes Eléctricas Inteligentes S.A.U**, con CIF A-95075578 y con domicilio fiscal en Av San Adrián nº48, 48008 de Bilbao.

## 1.6 EMPLAZAMIENTO

El centro de transformación se ubicará en la planta baja del edificio destinado a viviendas ubicado en la calle Andrés Perpiñán, 03203 de Elche (Alicante).

## 1.7 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

### Elementos constitutivos del centro de transformación

Los elementos constitutivos del CTOU serán:

- Local destinado a alojar el Centro de Transformación
- Celdas de AT (CTOU)
- Transformador (CTOU)
- Cuadro de BT (CTOU)
- Armario de telegestión y comunicaciones
- Armario de automatización de las celdas de MT
- Fusibles limitadores
- Interconexión celda – transformador
- Interconexión transformador - cuadro de BT
- Sistema de detección de intrusión (Sensor volumétrico o similar)
- Instalación de puesta a tierra (PaT)
- Señalización y material de seguridad
- Esquemas eléctricos
- Planos generales

El Centro de Transformación deberá incorporar los elementos necesarios (equipos de telegestión, comunicaciones, alimentación, protección, cableados, etc.) que permitan implantar los sistemas de telegestión y telemedida, según se establece en el RD 1110/2007 de 24 de agosto y en la Orden ITC 3860/2007 de 28 de diciembre, adecuados a las características de la red de i-DE.

El armario de automatización de las celdas de MT se tendrá que alimentar en BT por medio del transformador instalar. Para ello, se tendrá que instalar una caja de protección de servicios auxiliares tipo CSACT-2.

### Descripción general del local

El Centro de Transformación tipo compañía, objeto de este proyecto tiene la misión de suministrar energía, sin necesidad de medición de la misma. La energía será suministrada por la compañía i-DE Redes Eléctricas Inteligentes a la tensión trifásica de 20 kV y frecuencia de 50 Hz, realizándose la acometida por medio de línea subterránea de media tensión.

El centro estará ubicado en un local habilitado para su uso específico, en la planta baja del edificio de viviendas.

Este proyecto se ajusta al proyecto tipo MT 2.11.03, "Proyecto tipo para centros de transformación en edificios de otros usos", de mayo de 2019, y el resto de normativa específica de la compañía suministradora de energía eléctrica, i-DE Redes Eléctricas Inteligentes SAU.

Debido a las características especiales del edificio, se tendrán en cuenta las dimensiones mínimas y se adaptarán a la situación del local.

El centro de transformación estará compuesto por 2 celdas de línea y 1 celda de protección con aislamiento integral de hexafluoruro de azufre, SF<sub>6</sub>, aptas para dar servicio al telemando en el futuro según las necesidades de la compañía suministradora.

Características principales del local destinado al centro de transformación según MT 2.11.03:

### **Características generales**

- 1) No contendrá otras canalizaciones ajenas al Centro de Transformación, tales como agua, vapor, aire, gas, etc.
- 2) Será construido con materiales no combustibles de clase A2-s1, d0 según la norma UNE-EN 13501-1.
- 3) Las paredes, techos, suelos y puertas de acceso al Centro de Transformación, así como los elementos estructurales en él contenidos (vigas, columnas, etc.), tendrán una resistencia al fuego de acuerdo con lo indicado en la tabla 2.2 del CTE DB-SI, para el nivel de riesgo que corresponda, según la clasificación de la tabla 2.1 del citado CTE DB-SI.
- 4) Los elementos delimitadores del Centro de Transformación (muros exteriores, cubiertas y solera), presentarán una transmitancia térmica máxima (W/m<sup>2</sup>K) conforme a la tabla 2.3 (Transmitancia térmica máxima y permeabilidad al aire de los elementos de la envolvente térmica) de la sección HE 1 (Limitación de demanda energética) del DB HE Ahorro de Energía del CTE.
- 5) El Centro de Transformación constituirá un sector de incendio diferenciado del resto del edificio, cumpliendo lo indicado en el DB SI Seguridad en caso de incendio del CTE.

6) Los elementos constructivos del Centro de Transformación cumplirán lo indicado en el DB HR Protección frente al Ruido del CTE, debiendo ser el aislamiento acústico a ruido aéreo del recinto donde se aloja el Centro de Transformación superior a 55 dBA y el nivel global de presión de ruido de impactos inferior a 60 dB.

7) En la fase de proyecto de construcción del edificio se recomienda no disponer ventanas, ni elemento alguno a menos de 1,5 m en la proyección vertical de las rejillas de ventilación del Centro de Transformación sobre la fachada.

8) No se precisará de extintores móviles, al ser éste un elemento integrado en el vehículo del personal de mantenimiento.

### **Ubicación y accesos**

El paramento de la puerta estará situado, en línea de fachada de una vía pública, accediendo al Centro de Transformación directamente desde la cota cero.

El acceso al interior del local del Centro de Transformación será con llave, adecuada a los criterios de explotación de la red en donde se integra, pudiendo tomar como referencia el documento informativo NI 50.20.03 u otras referencias o especificaciones normativas (normas UNE o equivalentes) justificadas por el proyectista.

Las vías para el acceso de los materiales deberán permitir el transporte en camión, de los transformadores y demás elementos pesados del Centro de Transformación, hasta el local.

Este proyecto tipo no es aplicable para centros en entreplantas o bajo rampas de garaje, con el fin de garantizar el fácil acceso a los servicios de emergencia, una buena evacuación en caso de emergencia y un adecuado acceso desde la vía pública que facilite las tareas de mantenimiento y la no inundabilidad del centro.

No se podrán instalar estos centros en zonas inundables, y además se comprobará que el tramo del vial de acceso al local destinado a Centro de Transformación, no se halla en un fondo o badén, que eventualmente pudiera resultar inundado por fallo de su sistema de drenaje.

El emplazamiento elegido del Centro de Transformación deberá permitir el tendido de cables, a partir de las vías públicas o galería de servicio, de todas las canalizaciones subterráneas previstas, y se deberán prever, en su caso, las comunicaciones necesarias (GPRS, ADSL, etc.) para la telegestión.

### **Muros y forjados exteriores**

Se construirán de forma que sus características mecánicas estén de acuerdo con el CTE.

De acuerdo al CTE DB-HE Ahorro de Energía, la envolvente térmica del edificio estará compuesta por todos los cerramientos que limitan espacios habitables con el ambiente exterior (aire o terreno u otro edificio) y por todas las particiones interiores que limitan los espacios habitables con los no habitables que a su vez estén en contacto con el ambiente exterior.

La transmitancia térmica máxima del edificio con respecto a las particiones colindantes con el local destinado al Centro de Transformación deberá cumplir con la sección HE 1 (Limitación de demanda energética) del DB HE Ahorro de Energía. Se recomienda un valor de transmitancia térmica máxima, especificado en la Zona E de la tabla 2.3 (Transmitancia térmica máxima y permeabilidad al aire de los elementos de la envolvente térmica) del DB HE Ahorro de Energía del CTE.

### **Suelo**

El suelo del Centro de Transformación estará elevado al menos 0,2 m sobre el nivel exterior, con el fin de evitar la entrada de agua desde el exterior. El interior del CT será preferiblemente plano y sin escalones y con una ligera pendiente hacia las puertas de hombre y equipos. Las puertas de entrada al centro, tanto la de entrada hombre como las de entrada de equipos, serán accesibles desde la cota cero del nivel exterior.

Se habilitará un foso de recogida de dieléctrico por cada transformador, con revestimiento resistente y estanco y con una capacidad mínima de 600 litros, de obra civil. En la parte superior del pozo de recogida se preverán cortafuegos. El forjado del pavimento deberá aguantar una sobrecarga móvil de 3.000 kg/ m<sup>2</sup>.

Se habilitarán dos perfiles paralelos fijados sobre el suelo para apoyo y rodadura del transformador o conjunto compacto, con una distancia entre ejes de los perfiles de 670 mm.

### **Acabado**

Paramentos interiores: raseo con mortero de cemento y arena, lavado de dosificación 1:4, con aditivo hidrófugo en masa, talochado y pintado, estando prohibido el acabado con yeso, cartón - yeso o materiales de características similares.

### **Dimensiones**

Tanto los CTOU como los CTCOU, cumplirán en cuanto a anchuras de pasillos, altura libre y zona de protección contra contactos accidentales lo especificado en el apartado 6 del ITC-RAT 14.

### **Ventilación**

La ventilación será natural. Las rejillas de ventilación de entrada de aire se situarán en la puerta del transformador y la de salida encima de dicha puerta, y en todos los casos cumplirán con lo establecido en el DB-SI del Código Técnico de la Edificación. La determinación de la superficie mínima de ventilación se justificará en el apartado de cálculos.

### **Carpintería**

La carpintería será metálica y protegida mediante galvanizado en caliente, pudiendo tomar como referencia el documento informativo NI 00.06.10 u otras referencias o especificaciones normativas (normas UNE o equivalentes) justificadas por el proyectista, en los elementos siguientes: puertas, rejillas de ventilación, defensas del transformador, tramex, bancadas, bastidores, perfiles y soportes de cables, etc. Las puertas, rejillas de ventilación y los tramex podrán ser de poliéster reforzado.

Los paramentos metálicos accesibles desde el exterior presentarán además un recubrimiento de pintura resistente a la intemperie en consonancia con el acabado del edificio. En ese caso la pintura deberá ser adecuada para elementos galvanizados.

Las puertas y rejillas de ventilación a utilizar pueden tomar como referencia informativa el documento informativo NI 50.20.03 (planos nº 941.591 y nº 586.885) u otras referencias o especificaciones normativas (normas UNE o equivalentes) justificadas por el proyectista.

Tendrán un grado de protección IP 23D e IK 10 según las Normas UNE-EN 60529 y UNE EN 50 102 respectivamente. La puerta de acceso al transformador o conjunto compacto se podrá abrir únicamente desde dentro de la instalación.

Para los CTOU, la puerta de entrada hombre debe de tener un hueco útil mínimo de 900x 2100 para ≤ 20 kV o 1100x2100 mm para 30 kV, para poder meter y sacar las celdas.

## 1.8 PROGRAMA DE NECESIDADES Y POTENCIA INSTALADA EN KVA

Para efectuar el cálculo de la previsión total de potencia del edificio se ha tenido en cuenta la ITC-BT-10 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

Las LSBT a construir alimentan a cada una de las CGP son grado de simultaneidad 1.

El grado de electrificación en ambos casos será elevado, de 9,2kW.

El centro de transformación constará de un transformador de 250 kVA. Las CGP estarán alimentadas cada una por una línea proveniente del transformador

El edificio actualmente en construcción dispondrá 2 CGP para alimentar el edificio.

La previsión para cada CGP instalada es la siguiente:

CGP 1				
PLANTA	MANO	POTENCIA W	UNIDAD	TOTAL W
Viviendas P1	E1-1 E1-2 E1-3 E2-1 E2-2			
Viviendas P2	E1-1 E1-2 E1-3			
Viviendas P3	E1-1 E1-2 E1-3			
Viviendas P4	E1-1 E1-2 E1-3			
VIVIENDAS	14	9200	Por vivienda	128.800
GARAJE (PS+PB)	1942m2	20	W/m2	38.840

<b>SUMA CGP</b>				<b>167.640</b>
<b>CGP 2</b>				
<b>PLANTA</b>	<b>MANO</b>	<b>POTENCIA</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>TOTAL W</b>
Viviendas P1	E2-3 E2-4			
Viviendas P2	E2-1 E2-2 E2-3 E2-4			
Viviendas P3	E2-1 E2-2 E2-3 E2-4			
Viviendas P4	E2-1 E2-2 E2-3 E2-4			
VIVIENDAS	14	9200	Por vivienda	128.800
S.G	1	27.712	Ud.	27.712
V.E eléctrico	51	368	W/plaza	18.768
<b>SUMA CGP</b>				<b>175.280</b>
<b>TOTAL EDIFICIO</b>				<b>342.920W</b>

Resumen cálculo de potencia simultánea según ITC-BT 10:

DESTINO	CGP 1		CGP 2	
	Viv	Sim	Viv	Sim
VIVIENDAS	14	11,3	14	11,3
	103.960W		103.960W	
GARAJE	38.840W			
V.E			18.768W	
S.G			27.712W	
<b>TOTAL W</b>	<b>142.800W</b>		<b>150.440W</b>	
<b>TOTAL EDIFICIO con simultaneidad:</b>			<b>293.240W</b>	

### POTENCIA NECESARIA EN CENTROS DE TRANSFORMACIÓN.

Para el cálculo de la repercusión de la potencia de las viviendas en centro de transformación se tendrá en cuenta MT 2.03.20 apartado 3.2

$$PCT (kVA) = \frac{\sum PBT(kW) \times 0,4}{0,9}$$

Potencia total instalada (kW)	Potencia necesaria en CT (kVA)	Transformadores (kVA)
<b>342,92</b>	<b>152</b>	<b>250</b>

Las necesidades totales del centro de transformación son de 152 kVAs, por lo que se instalará un transformador de 250kVA para cubrir las necesidades eléctricas.

### 1.9 PLAZO DE EJECUCIÓN

Para la correcta ejecución del centro de transformación se estima un plazo de 2 meses.

### 1.10 DECLARACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

La instalación de proyecto no precisa declaración de impacto ambiental según DECRETO 32/2006, de 10 de marzo, del Consell de la Generalitat, por el que se modifica el Decreto 162/1990, de 15 de octubre, del Consell de la Generalitat, por el que se aprobó el Reglamento para la ejecución de la Ley 2/1989, de 3 de marzo, de la Generalitat, de Impacto Ambiental.

### 1.11 PASILLOS Y ZONAS DE PROTECCIÓN (ITC-RAT-14.6)

La anchura de los pasillos de servicio tiene que ser suficiente para permitir la fácil maniobra e inspección de las instalaciones, así como el libre movimiento por los mismos de las personas y el transporte en las operaciones de montaje o revisión de los mismos.

Esta anchura no será inferior a la que a continuación se indica según los casos:

Pasillos de maniobra con elementos en alta tensión a un solo lado 1,0m.

Pasillos de maniobra con elementos en alta tensión a ambos lados 1,2m.

Pasillos de inspección con elementos en alta tensión a un solo lado 0,8m.

Pasillos de inspección con elementos en alta tensión a ambos lados 1,0m.

En cualquier caso, la anchura de los pasillos de maniobra no será inferior a 1,0m y la de los pasillos de inspección a 0,8m.

Los anteriores valores deberán ser totalmente libres, es decir, medidos entre las partes salientes que pudieran existir, tales como mandos amovibles de aparatos, barandillas, etc. El ancho libre del pasillo será al menos de 0,5m cuando las partes móviles o las partes abiertas de los equipos interfieran en la ruta hacia la salida.

## 1.12 MATERIALES DE SEGURIDAD Y PRIMEROS AUXILIOS

El Centro de Transformación dispondrá de los siguientes elementos de seguridad:

1.- Banqueta aislante para la correcta ejecución de las maniobras, pudiendo tomar como referencia para la misma el documento informativo la NI 29.44.08 "Banquetas aislantes para maniobra" u otras referencias o especificaciones normativas (normas UNE o equivalentes) justificadas por el proyectista.



2.- Señalización de seguridad: se dotarán señal de riesgo eléctrico, señal de acceso a Centro de Transformación, cartel de primeros auxilios, cartel de las cinco reglas de oro, cartel de uso obligatorio de los EPI, cartel de teléfonos de emergencia, cartel de posibles riesgos, etc., y se rellenarán los carteles de teléfonos de emergencia y posibles riesgos asociados a la instalación. Se podrá tomar como referencia para estas señalizaciones el Anexo D del documento informativo MO.07.P2.11, u otras referencias o especificaciones normativas (normas UNE o equivalentes) justificadas por el proyectista.



3.- Carteles de identificación y rotulado de centros de transformación y sus elementos de maniobra y protección. Puede tomarse como referencia para los mismos lo especificado en el documento informativo MT 2.10.55 "Criterios de identificación y rotulado de los centros de transformación y sus elementos de maniobra y protección", u otras referencias o especificaciones normativas (normas UNE o equivalentes) justificadas por el proyectista.



## 1.13 INSTALACIÓN ELÉCTRICA

### 1.13.1 Características de la red de alimentación

La red de la cual se alimenta el Centro de Transformación es del tipo subterráneo, con una tensión de 20 kV, nivel de aislamiento según la MIE-RAT 12, y una frecuencia de 50 Hz.

La potencia de cortocircuito en el punto de acometida, según los datos suministrados por la compañía eléctrica, es de 350 MVA, lo que equivale a una corriente de cortocircuito de 10,1 kA eficaces.

### 1.13.2 Medida de la energía eléctrica

Al tratarse de un Centro de Distribución público, no se efectúa medida de energía en MT.

### 1.13.3 Características generales de la aparamenta de media tensión

La aparamenta de media tensión está compuesta por celdas de Media Tensión modulares bajo envoltorio metálica de aislamiento integral en gas SF<sub>6</sub> de acuerdo a la normativa UNE-EN 62271-200 para instalación interior, clase -5 °C según IEC 62271-1, hasta una altitud de 2000 m sobre el nivel del mar sin mantenimiento con las siguientes características generales estándar:



Las celdas deberán disponer de automatización.

Las celdas se dispondrán en sistema compacto de configuración 2LP, dos celdas de línea ENTRADA/SALIDA y una celda de protección de transformador mediante fusibles. El centro de transformación **incorporará el telemando**, dando servicio al sistema STAR (Sistemas de Telegestión y Automatización de la Red).

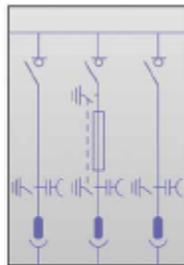


Función  
de línea



Función  
de protección  
con fusibles

Según lo dispuesto en la NI 50.42.11, de mayo de 2019, la disposición de las celdas se ajustará a los tipos de celdas normalizadas como en la primera foto, y se realizará según la figura que se presenta abajo: dos funciones de línea y una función de protección con fusible.



Funciones de protección  
con fusibles y doble línea

**- Construcción:**

Cuba de acero inoxidable de sistema de presión sellado, según IEC 62271-1, conteniendo los elementos del circuito principal sin necesidad de reposición de gas durante 30 años.

### -Seguridad:

Enclavamientos propios que no permiten acceder al compartimento de cables hasta haber conectado la puesta de tierra, ni maniobrar el equipo con la tapa del compartimento de cables retirada. Del mismo modo, el interruptor y el seccionador de puesta a tierra no pueden estar conectados simultáneamente.

Enclavamientos por candado independientes para los ejes de maniobra del interruptor y de seccionador de puesta a tierra, no pudiéndose retirar la tapa del compartimento de mecanismo de maniobras con los candados colocados.

Posibilidad de instalación de enclavamientos por cerradura independientes en los ejes de interruptor y de seccionador de puesta a tierra.

Inundabilidad: equipo preparado para mantener servicio en el bucle de Media Tensión en caso de una eventual inundación de la instalación soportando ensayo de 3 m de columna de agua durante 24 h.

### - Características generales de las celdas

Tabla 2

Nivel de aislamiento

Tensión asignada ( $U_z$ ) (valor eficaz) kV	Tensión asignada a frecuencia industrial durante 1 minuto $U_d$ (valor eficaz)		Tensión asignada soportada a impulsos tipo rayo $U_p$ (valor de cresta)	
	A tierra y entre polos kV	A la distancia de seccionamiento kV	A tierra y entre polos kV	A la distancia de seccionamiento kV
24	50	60	125	145
36	70	80	170	195

#### 1.13.4 Características descriptivas de la apartamento MT y transformadores

##### CELDAS DE LÍNEA

La celda de línea dispone de una envolvente metálica formada por un módulo con las siguientes características:

Celda que 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 alarma sonora de prevención de puesta a tierra.

- Características eléctricas:

Tensión asignada: 24 kV

Intensidad asignada: 400 A

Intensidad de corta duración (1 s), eficaz: 16 kA

Intensidad de corta duración (1 s), cresta: 40 kA

Nivel de aislamiento

- Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases: 50 kV

- Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta): 125 kV

Capacidad de cierre (cresta): 40 kA

Capacidad de corte

- Corriente principalmente activa: 400 A

Clasificación IAC: AFL

- Características físicas:

Ancho: 1190 mm

Fondo: 735 mm

Alto: 1740 mm

Peso: 290 kg

## CELDAS DE PROTECCIÓN

La celda de protección dispone de una envolvente metálica formada por un módulo con las siguientes características:

Celda de protección con fusibles, 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, y en serie con él, un conjunto de fusibles fríos, combinados o asociados a ese interruptor. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida y puede llevar una alarma sonora de prevención 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.

- Características eléctricas:

Tensión asignada: 24 kV

Intensidad asignada en el embarrado: 400 A

Intensidad asignada en la derivación: 200 A

Intensidad fusibles: 3x25 A

Intensidad de corta duración (1 s), eficaz: 16 kA

Intensidad de corta duración (1 s), cresta: 40 kA

Nivel de aislamiento

Frecuencia industrial (1 min)

a tierra y entre fases: 50 kV

Impulso tipo rayo

a tierra y entre fases (cresta): 125 kV

Capacidad de cierre (cresta): 40 kA

Capacidad de corte

Corriente principalmente activa: 400 A

Clasificación IAC: AFL

- Características físicas:

Ancho: 1190 mm

Fondo: 735 mm

Alto: 1740 mm

Peso: 290 kg

La conexi3n de los cables se realizar3 mediante conectores de tipo roscados de 400 A para las funciones de l3nea y de tipo liso de 250 A para las funciones de protecci3n, asegurando as3 la estanqueidad del conjunto y, por tanto, la total insensibilidad al entorno en ambientes extraordinariamente polucionados, e incluso soportando una eventual sumersi3n.

2 juegos de 3 conectores apantallados en "T" roscados M16 400A cada uno (celdas de l3nea)

1 juego de 3 conectores apantallados enchufables rectos 250A cada uno (celda de protecci3n).

## Función de línea

Celda modular de línea, equipada con un interruptor-seccionador de tres posiciones: cerrado, abierto o puesto a tierra.

Extensibilidad: derecha, izquierda y ambos lados.

Características eléctricas		IEC		ANSI/IEEE	
Tensión asignada	$U_n$ [kV]	12*	24	15.5	27
Frecuencia asignada	$f_r$ [Hz]	50/60		50/60	
<b>Corriente asignada</b>					
Interconexión general de embarrado y celdas	$I_c$ [A]	400/630		600	
Línea	$I_l$ [A]	400/630		600	
<b>Tensión asignada de corta duración soportada a frecuencia industrial (1 m n)</b>					
Entre fases y tierra	$U_d$ [kV]	28	50	35	60
A través de la distancia de seccionamiento	$U_d$ [kV]	32	60	38.5	66
<b>Tensión soportada asignada a impulso tipo rayo</b>					
Entre fases y tierra	$U_p$ [kV]	75	125	95	125
A través de la distancia de seccionamiento	$U_p$ [kV]	85	145	104.5	137.5
Clasificación arco interno	IAC	AFL 16 kA 1 s/20** kA 1 s/25 kA 1 s AFL[R***] 20** kA 1 s		AFL 20** kA 1 s/25 kA 1 s	
Tensión CC soportada	[kV]	48 kV sin dispositivo de comprobación de cable 50 kV con dispositivo de comprobación de cable		53	78
<b>Interruptor-seccionador</b>		<b>IEC 62271-103 + IEC 62271-102</b>		<b>IEEE C37.74</b>	
<b>Corriente admisible asignada de corta duración (circuito principal)</b>					
Valor $t_c = (x)$ s	$I_c$ [kA]	16/20** (1/3 s)/25 (1 s)		20** (1/3 s)/25 (1 s)	
Valor de pico	$I_p$ [kA]	50 Hz: 40/52**/62,5 60 Hz: 41,6/52***/65	50 Hz: 40/52**/62,5 60 Hz: 41,6/52***/65	50 Hz: 52**/62,5 60 Hz: 54,6**/65	50 Hz: 52**/62,5 60 Hz: 54,6**/65
Poder de corte de corriente principalmente activa	$I_b$ [A]	400/630		600	
Poder de corte - carga de cable / poder de corte carga de línea	$I_{ca}$ [A]	50/1,5		15	
Poder de corte bucle cerrado	$I_{ca}$ [A]	400/630		600	
Poder de corte de falta a tierra	$I_{ca}$ [A]	300		n/a	
Poder de corte de cables y líneas en vacío en condiciones de falta a tierra	$I_{cb}$ [A]	100		n/a	
Corriente de conmutación de magnetización del transformador	[A]	21		21	
Poder de cierre del interruptor principal (valor de pico)	$I_{ca}$ [kA]	50 Hz: 40/52**/62,5 60 Hz: 41,6/52***/65	50 Hz: 40/52**/62,5 60 Hz: 41,6/52***/65	50 Hz: 52**/62,5 60 Hz: 54,6**/65	50 Hz: 52**/62,5 60 Hz: 54,6**/65
<b>Categoría del interruptor</b>					
Endurancia mecánica		1000-M1/5000-M2		1000/5000	
Ciclos de maniobras (cierres en cortocircuito)- clase		5-E3		3	
<b>Seccionador de puesta a tierra</b>		<b>IEC 62271-102</b>		<b>IEEE C37.74</b>	
<b>Corriente admisible asignada de corta duración (circuito de tierra)</b>					
Valor $t_c = (x)$ s	$I_c$ [kA]	16/20** (1/3 s)/25 (1 s)		20** (1/3 s)/25 (1 s)	
Valor de pico	$I_p$ [kA]	50 Hz: 40/52**/62,5 60 Hz: 41,6/52***/65	50 Hz: 40/52**/62,5 60 Hz: 41,6/52***/65	50 Hz: 52**/62,5 60 Hz: 54,6**/65	50 Hz: 52**/62,5 60 Hz: 54,6**/65
Poder de cierre del seccionador de puesta a tierra (valor de pico)	$I_{ca}$ [kA]	50 Hz: 40/52**/62,5 60 Hz: 41,6/52***/65	50 Hz: 40/52**/62,5 60 Hz: 41,6/52***/65	50 Hz: 52**/62,5 60 Hz: 54,6**/65	50 Hz: 52**/62,5 60 Hz: 54,6**/65
<b>Categoría del seccionador de puesta a tierra:</b>					
Endurancia mecánica (manual)		1000-M0		1000	
Ciclos de maniobras (cierres en cortocircuito)- clase		5-E2		3	

\* También disponible con  $U_n = 7,2$  kV bajo demanda  
\*\* ensayos realizados a 21 kA/52,5 kA y 25 kA/65 kA  
\*\*\* Con escape de gas hacia arriba por un conducto

## Aplicaciones

Entrada o salida de los cables de media tensión que permiten la comunicación con el embarrado principal del centro de transformación.

## Configuración

### Celda

- Arco interno IAC AFLR
  - 20 kA 1 s
- Arco interno IAC AF/AFL
  - 16 kA 1 s  20 kA 1 s
  - 25 kA 1 s
- Arco interno: cuba
  - 16 kA 0,5 s  20 kA 0,5 s
  - 16 kA 1 s  20 kA 1 s  25 kA 1 s
- Celda de 1740 mm de altura
- 1450 mm (con dispositivo de comprobación de cable)
- Celda de 1300 mm de altura

### Cuba de gas

- Cuba de acero inoxidable

### Indicador de presión del gas:

- Manómetro sin contactos
- Manómetro con contactos y compensación de temperatura

### Conexión frontal:

- Pasatapas de cable

### Conexión lateral:

- Extensibilidad a ambos lados
- Extensibilidad a la izquierda / derecha ciega
- Extensibilidad a la derecha / izquierda ciega

### Tipo de conexión lateral:

- Tulipa
  - Derecha  Izquierda  Ambas
- Pasatapas
  - Derecha  Izquierda  Ambas

### Mecanismos de maniobra

- Palancas de accionamiento
- Mecanismo manual tipo B
- Mecanismo motorizado tipo BM
- Alarma sonora **ekor.sas**
- Indicador capacitivo de presencia de tensión **ekor.vpis**
- Indicador capacitivo de presencia / ausencia de tensión **ekor.ivds**

- Unidad de control integrado y monitorización **ekor.rci**
- Unidad de detección de tensión **ekor.rtk**

### Enclavamientos adicionales:

- Enclavamientos eléctricos
- Enclavamientos con cerradura
- Candados

### Compartimento de cables

- Pasatapas IEC de tipo atornillable
- Pasatapas ANSI de tipo atornillable
- Dispositivo de comprobación de cable
- Tapa para un conector por fase
- Tapa extendida de compartimento de cables para conexión de doble cable
- Tapa extendida de compartimento de cables para conexión de cable más autoválvula
- Detección de descargas parciales (DP) para el diagnóstico de la red

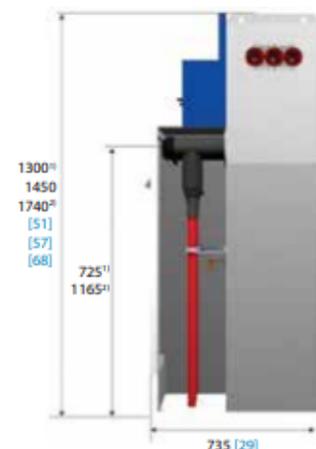
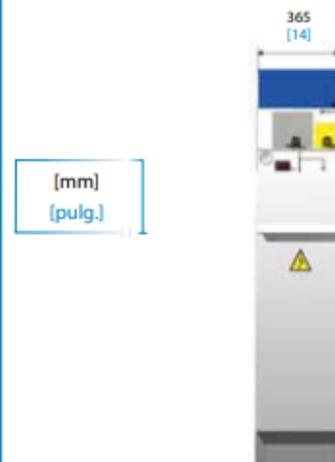
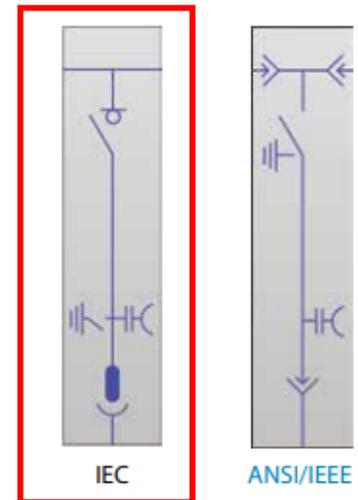
### Conducto de expansión de gases

- Conducto posterior

### Cajón de Control

- Otros indicadores de tensión
- Otros relés de protección
- Otros componentes de medida y automatización

## Dimensiones



## Función de protección con fusibles

Celda modular con protección con fusibles, equipada con un interruptor-seccionador de tres posiciones: cerrado, abierto o puesto a tierra y protección con fusibles limitadores.

Extensibilidad: derecha, izquierda y ambos lados.

Características eléctricas		IEC		ANSI/IEEE	
Tensión asignada	$U_n$ [kV]	12*	24	15.5	27
Frecuencia asignada	$f_r$ [Hz]	50/60		50/60	
Corriente asignada					
Interconexión general de embarrado y celdas	$I_r$ [A]	400/630		600	
Bajante de transformador	$I_r$ [A]	200		200	
Tensión asignada de corta duración soportada a frecuencia industrial (1 m/n)					
Entre fases y tierra	$U_{ca}$ [kV]	28	50	35	60
A través de la distancia de seccionamiento	$U_{ca}$ [kV]	32	60	38.5	66
Tensión soportada asignada a impulso tipo rayo					
Entre fases y tierra	$U_{rp}$ [kV]	75	125	95	125
A través de la distancia de seccionamiento	$U_{rp}$ [kV]	85	145	104.5	137.5
Clasificación arco interno	IAC	AFL 16 kA 1 s/20** kA 1 s/25 kA 1 s AFL[R***] 20** kA 1 s		AFL 20** KA 1 s/25 kA 1 s	
Tensión CC soportada	[kV]	n/a		53	78
<b>Interruptor-seccionador</b>		<b>IEC 62271-103 + IEC 62271-102</b>		<b>IEEE C37.74</b>	
Corriente admisible asignada de corta duración (circuito principal)					
Valor $t_n = (x)$ s	$I_k$ [kA]	16/20** (1/3 s)/25 (1 s)		20** (1/3 s)/25 (1 s)	
Valor de pico	$I_p$ [kA]	50 Hz: 40/52**/62,5 60 Hz: 41,6/52**/65	50 Hz: 40/52**/62,5 60 Hz: 41,6/52**/65	50 Hz: 52**/62,5 60 Hz: 52**/65	50 Hz: 52**/62,5 60 Hz: 52**/65
Poder de corte de corriente principalmente activa	$I_c$ [A]	200		200	
Poder de cierre del interruptor principal (valor de pico)	$I_{ma}$ [kA]	50 Hz: 40/52**/62,5 60 Hz: 41,6/52**/65	50 Hz: 40/52**/62,5 60 Hz: 41,6/52**/65	50 Hz: 52**/62,5 60 Hz: 52**/65	50 Hz: 52**/62,5 60 Hz: 52**/65
Categoría del interruptor					
Endurancia mecánica		1000-M1/2000/5000-M2		1000/5000	
Ciclos de maniobras (cierres en cortocircuito)- clase		5-E3		3	
Interruptor-relé combinado (ekor.rpt) corriente de intersección					
$I_{max}$ de corte según TD <sub>iso</sub> IEC 62271-105	[A]	1700	1300	n/a	n/a
Corriente de transferencia combinado interruptor-fusible					
$I_{max}$ de corte según TD <sub>transfer</sub> IEC 62271-105	[A]	2300	1600	n/a	n/a
<b>Seccionador de puesta a tierra</b>		<b>IEC 62271-102</b>		<b>IEEE C37.74</b>	
Corriente admisible asignada de corta duración (circuito de tierra)					
Valor $t_n = (x)$ s	$I_k$ [kA]	1 (1/3 s)/3 (1 s)		1 (1/3 s)/3 (1 s)	
Valor de pico	$I_p$ [kA]	50 Hz: 2,5/7,5 60 Hz: 2,6/7,8	50 Hz: 2,5/7,5 60 Hz: 2,6/7,8	50 Hz: 2,5/7,5 60 Hz: 2,6/7,8	50 Hz: 2,5/7,5 60 Hz: 2,6/7,8
Poder de cierre del seccionador de puesta a tierra (valor de pico)	$I_{ma}$ [kA]	50 Hz: 2,5/7,5 60 Hz: 2,6/7,8	50 Hz: 2,5/7,5 60 Hz: 2,6/7,8	50 Hz: 2,5/7,5 60 Hz: 2,6/7,8	50 Hz: 2,5/7,5 60 Hz: 2,6/7,8
Categoría del seccionador de puesta a tierra:					
Endurancia mecánica (manual)		1000-M0		1000	
Ciclos de maniobras (cierres en cortocircuito)- clase		5-E2		3	

\* También disponible con  $U_n = 7,2$  kV bajo demanda

\*\* Ensayos realizados a 21 kA/52,5 kA y 25 kA/65 kA

\*\*\* Con escape de gas hacia arriba por un conducto

## Aplicaciones

Protección general y del transformador, así como maniobras de conexión o desconexión.

## Configuración

### Celda

- Arco interno IAC AFLR
  - 20 kA 1 s
- Arco interno IAC AF/AFL
  - 16 kA 1 s  20 kA 1 s
  - 25 kA 1 s
- Arco interno: cuba
  - 16 kA 0,5 s  20 kA 0,5 s
  - 16 kA 0.5 s  20 kA 0.5 s
  - 16 kA 1 s  20 kA 1 s  25 kA 1 s
- Celda de 1740 mm de altura
- Celda de 1300 mm de altura

### Cuba de gas

- Cuba de acero inoxidable

### Indicador de presión del gas:

- Manómetro sin contactos
- Manómetro con contactos y compensación de temperatura

### Conexión frontal:

- Pasatapas de cable

### Conexión lateral:

- Extensibilidad a ambos lados
- Extensibilidad a la izquierda / derecha ciega
- Extensibilidad a la derecha / izquierda ciega

### Tipo de conexión lateral:

- Tulipa
  - Derecha  Izquierda  Ambas
- Pasatapas
  - Derecha  Izquierda  Ambas

### Disparo del fusible:

- Mediante fusibles combinados
- Mediante fusibles asociados

### Portafusibles:

- 24 kV
- 12 kV

### Mecanismos de maniobra

- Palancas de accionamiento
- Mecanismo manual tipo BR
- Mecanismo manual tipo AR
- Mecanismo motorizado tipo ARM
- Bobina de disparo

- Alarma sonora *ekor.sas*
- Indicador capacitivo de presencia de tensión *ekor.vpis*
- Indicador capacitivo de presencia / ausencia de tensión *ekor.ivds*
- Otros indicadores capacitivos de tensión
- Unidad de protección del transformador *ekor.rpt*
- Unidad de detección de tensión *ekor.rtk*

### Enclavamientos adicionales:

- Enclavamientos eléctricos
- Enclavamientos con cerradura
- Candados

### Compartimento de cables

- Pasatapas IEC de tipo enchufable
- Pasatapas IEC de tipo atornillable
- Pasatapas ANSI de tipo atornillable
- Tapa para un conector por fase
- Tapa extendida de compartimento de cables para conexión de doble cable
- Tapa extendida de compartimento de cables para conexión de cable más autoválvula
- Detección de descargas parciales (DP) para el diagnóstico de la red

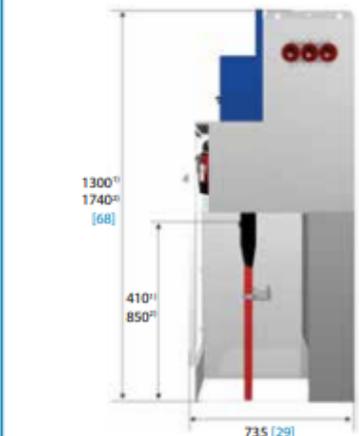
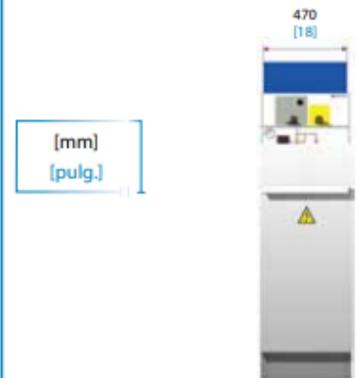
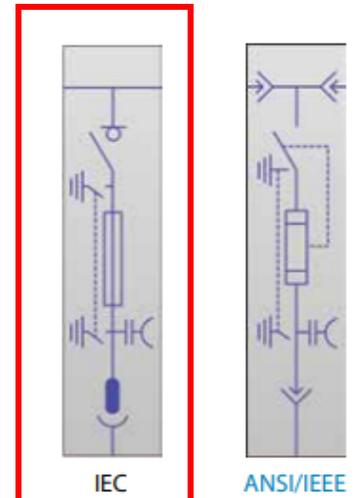
### Conducto de expansión de gases

- Conducto posterior

### Cajón de Control

- Otros indicadores de tensión
- Otros relés de protección
- Otros componentes de medida y automatización

## Dimensiones



140<sup>1)</sup>/150<sup>2)</sup> kg

331 Lbm

## TRANSFORMADORES

Transformador trifásico reductor de tensión, construido según la normativa vigente, con neutro accesible en el secundario, de potencia 250 kVA y refrigeración natural aceite, de tensión primaria 20 kV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2).

- Otras características constructivas:

Potencia nominal: 250 kVA

Tensión nominal primario: 20 kV

Tensión nominal secundario: 420 V

Regulación en el primario: + 2,5%, + 5%, + 7,5%, + 10 %

Tensión de cortocircuito (Ecc): 4%

Grupo de conexión: Dyn11

Protección incorporada al transformador: Sin protección propia

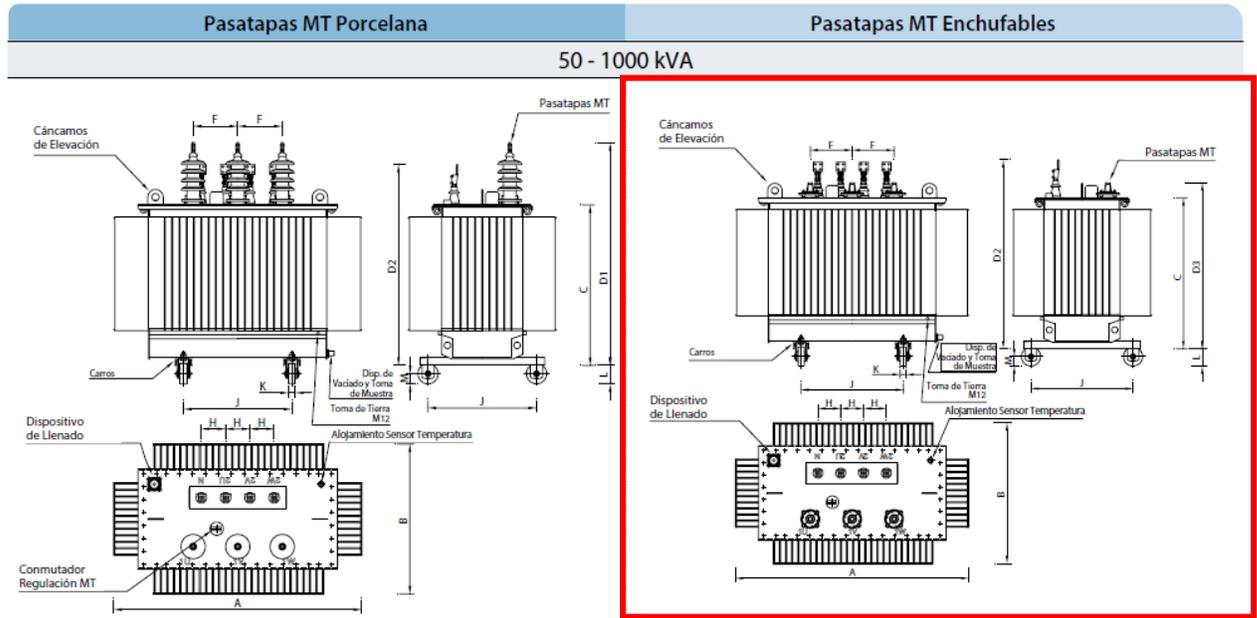
Dispondrán de 3 pasatapas para conexión a bornas enchufables en media tensión.

El transformador será del tipo aceite mineral con denominación ECO, con un volumen de dieléctrico aproximado de 240 litros.

El lado de conexión de BT del transformador quedará en el lado más alejado de las paredes del local.

Transformadores diseñados de acuerdo a los requisitos de la directiva Ecodiseño de la Comisión Europea (Nº 548/2014) válidos para los mercados de la Unión Europea y el resto del mundo donde se acepten.

**Características 24 kV: A<sub>0</sub> C<sub>K</sub>**



**Características 24 kV: A<sub>0</sub> C<sub>K</sub>**

Características eléctricas		24 kV A <sub>0</sub> C <sub>K</sub>								
Potencia asignada [kVA]		50	100	160	250	400	630	800	1000	
Tensión asignada (Ur)	Primaria [kV]	<24								
	Secundaria en vacío [V]	420								
Grupo de Conexión		yn11								
Pérdidas en Vacío - P <sub>0</sub> [W]	Lista A <sub>0</sub>	90	145	210	300	430	600	650	770	
Pérdidas en Carga - P <sub>x</sub> [W]	Lista C <sub>K</sub>	1100	1750	2350	3250	4600	6500	8400	10 500	
Impedancia de Cortocircuito (%) a 75°C		4								
Nivel de Potencia Acústica LwA [dB]		6								
Caída de tensión a plena carga (%)	Lista A <sub>0</sub>	39	41	44	47	50	52	53	55	
	cosφ=1	2,26	1,81	1,54	1,37	1,22	1,11	1,22	1,22	
Rendimiento (%)	cosφ=0,8	3,77	3,57	3,43	3,33	3,25	3,17	4,47	4,47	
	CARGA 100%	cosφ=1	97,68	98,14	98,43	98,60	98,76	98,89	98,88	98,89
		cosφ=0,8	97,11	97,69	98,04	98,26	98,45	98,61	98,61	98,61
	CARGA 75%	cosφ=1	98,15	98,52	98,74	98,88	99,00	99,11	99,11	99,12
		cosφ=0,8	97,69	98,15	98,43	98,60	98,76	98,89	98,89	98,90

**1.13.5 Características descriptivas de los cuadros de baja tensión**

El centro de transformación irá dotado de un cuadro de 4 salidas. Los cuadros cumplirán lo dispuesto en la NI 50.44.03 – especificaciones particulares, cuadro de distribución en baja tensión con embarrado aislado y seccionamiento para centros de transformación de interior.

Con objeto de minimizar la emisión de campos electromagnéticos creados por las partes del circuito principal con circulación de alta corriente (Baja Tensión), el cuadro de BT se deberá instalar lo más cerca posible del transformador siendo la interconexión entre transformador y cuadro lo más corta posible, y se instalará lo más alejado posible de las paredes y techo que separan el local destinado al Centro de Transformación de recintos habitables. Los cuadros deberán estar fijados al suelo.

### **1.13.6 Características del material vario de Media Tensión y Baja tensión**

#### Interconexión celda – transformador (CTOU)

La conexión eléctrica entre la celda y el transformador se realizará con **cable unipolar seco de aluminio de 50 mm<sup>2</sup> de sección y del tipo HEPRZ1 (AS)**, empleándose la tensión asignada del cable 12/20 kV para tensiones asignadas de hasta 24 kV.

Las especificaciones técnicas de los cables están recogidas en el documento NI 56.43.01 “Especificaciones Particulares - Cables unipolares con aislamiento seco de etileno propileno de alto módulo y cubierta de poliolefina (HEPRZ1) para redes de AT hasta 30 kV”.

Estos cables dispondrán en sus extremos de terminales enchufables rectos o acodados de conexión sencilla, siendo de 24 kV/250 A para CTOU de hasta 24 kV, y de 36 kV/400 A para CTOU de 36 kV.

Las especificaciones técnicas de los terminales enchufables están recogidas en el documento NI 56.80.02 “Especificaciones Particulares - Accesorios para cables subterráneos de tensiones asignadas de 12/20 (24) kV hasta 18/30 (36) kV. Cables con aislamiento seco”.

#### Interconexión transformador - cuadro de BT (CTOU)

La conexión eléctrica entre el transformador y el cuadro de BT se realizará con cable unipolar de 240 mm<sup>2</sup> de sección, con conductor de aluminio tipo XZ1-Al y 0,6/1 kV, especificado en el documento NI 56.37.01 “Especificación particular - Cables unipolares XZ1-Al con conductores de aluminio para redes subterráneas de Baja Tensión 0,6/1 kV”.

**El número de cables será siempre de 3 por fase y 2 para el neutro.**

Estos cables dispondrán en sus extremos de terminaciones monometálicas (de uso bimetálico) tipo CTPT-150/240 o tipo TMC-240, especificadas en el documento NI 56.88.01 “Especificaciones Particulares - Accesorios para cables aislados con conductores de aluminio para redes subterráneas de 0,6/1 kV”.

No se deberá anclar la interconexión a paredes o techo, para evitar la posible transmisión de vibraciones.

### Fusibles limitadores

Los fusibles limitadores instalados en las celdas deben de ser de los denominados "fusibles fríos", estando sus características técnicas recogidas en el documento NI 75.06.31 "Especificaciones Particulares - Fusibles limitadores de corriente asociados para AT hasta 36 kV".

Tabla 3

Cartuchos fusibles apropiados para cada transformador: serie 24 kV

Tensión de red kV	Potencia del transformador kVA			
	250	400	630	1000
11	25	40	63	100
13,2	25	40	63	100
15	25	40	63	100
20	25	40	63	100

Tabla 1

Cartuchos fusibles normalizados: características esenciales y códigos

Designación i-DE	Tensión asignada kV	Intensidad asignada A	D mm	Código
FLA-P 24/25	24	25	442	75 07 345
FLA-P 24/40		40		75 07 347
FLA-P 24/63		63		75 07 349
FLA-P 24/100		100		75 07 351
FLA-P 36/16	36	16	537	75 06 343
FLA-P 36/25		25		75 06 345
FLA-P 36/31,5		31,5		75 06 346
FLA-P 36/40		40		75 06 347

Se utilizarán fusibles de 25A con designación FLA-P 24/25 NI 75.07.345.

### 1.13.7 Unidades de protección, automatismos y control

El Centro de Transformación irá dotado, en su caso, de los elementos que permitan realizar las funciones de automatización de red, telegestión y comunicaciones. Estos equipos se instalarán tal como se especifica en el MT 3.51.20 “Especificaciones Particulares para Sistemas de Telegestión y Automatización de Red. Instalación en Centros de Transformación”.

Dado que los armarios de telegestión/comunicaciones a utilizar dependen de la ubicación de la instalación y comunicaciones existentes, esta solución se facilitará por i-DE para cada proyecto.

La solución adoptada en este caso para las comunicaciones de los equipos de Telegestión, será basada en operadores 3G. La instalación de los equipos de telegestión y telemando, el cableado para su conexión con el Cuadro de Baja Tensión, así como la antena 3G, cumplirá lo estipulado en la norma MT 3.51.00 “Proyecto STAR. Instalación en Centros de Transformación”.

### Comunicación mediante 3G:

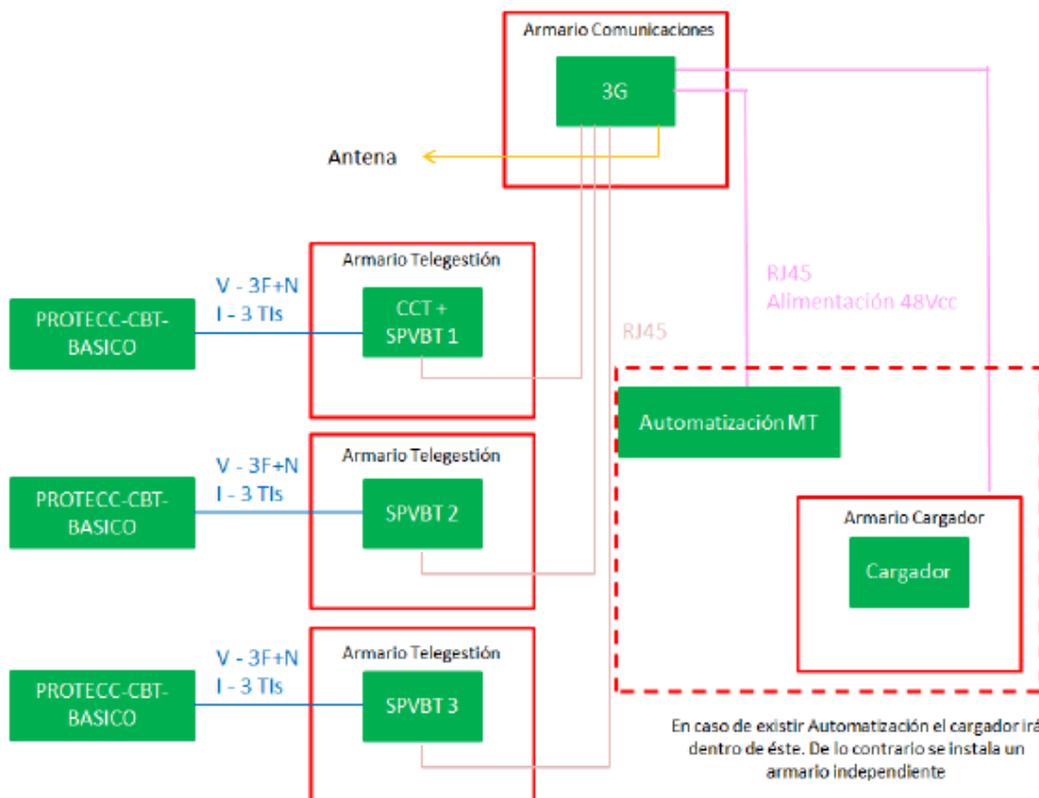


Figura 19. Ejemplo de conexionado de armarios válido hasta tres CBT's y comunicación 3G

Los armarios de telegestión incluyen el concentrador que comunica con los contadores y recoge la información de éstos y el equipo de comunicaciones 3G. Los armarios homologados son los siguientes:

ENVOLVENTE	Fabricante 1	Fabricante 2	ELECTRÓNICO A	Fabricante 1	Fabricante 2	Fabricante 3
ACOM-I-Vac	PRONUTE C	ZIV	ROUTER 3G 2 SIM 1+0(AC/DC)	TEL DAT	ZIV	
ATG-I-IBT	PRONUTE C	ZIV	CD/NODO/SPV BT	ZIV*	ORMAZABA L	CIRCUTO R
ATG-I-IBT( solo necesario en caso de >1 secundario en el CT)	PRONUTE C	ZIV	NODO/SPVBT extra ZIV	ZIV		
ATG-E-IBT-GPRS	PRONUTE C	ZIV	ROUTER 3G 2 SIM 1+0(AC/DC)	TEL DAT	ZIV	
			CD/NODO/SPV BT	ZIV*	ORMAZABA L	CIRCUTO R

Se instalará un armario de telegestión de interior, con un concentrador en su interior, utilizando tecnología 3G. En estos casos de comunicación, se debe instalar una antena que será siempre la siguiente normalizada por la compañía suministradora de energía:

Códigos I-DE	Nombre antena	Modelo comercial fabricante	Fabricante
3316074	Antena 2G/3G exterior OMNI compacta, con conector SMA y aislamiento de 10Kv	WM0822UF-07	LAMBDA

La antena se instalará dentro del armario de comunicaciones en lugar específico determinado al efecto para el caso de centros de exterior y en el interior del CT para centros de interior.

Las tarjetas SIM asociadas a este servicio, y su posterior alta en el entorno privado de i-DE se gestionarán directamente entre los fabricantes de i-DE.

### 1.13.8 Instalaciones secundarias

- Alumbrado

El interruptor se situará al lado de la puerta de entrada, de forma que su accionamiento no represente peligro por su proximidad a la MT.

El interruptor accionará los puntos de luz necesarios para la suficiente y uniforme iluminación de todo el recinto del centro.

- Protección contra incendios

Según la MIE-RAT 14 en aquellas instalaciones con transformadores o aparatos cuyo dieléctrico sea inflamable o combustible de punto de inflamación inferior a 300°C con un volumen unitario superior a 600 litros o que en conjunto sobrepasen los 2400 litros deberá disponerse un sistema fijo de extinción automático adecuado para este tipo de instalaciones, tal como el halón o CO<sub>2</sub>.

Como en este caso ni el volumen unitario del transformador (ver apartado 1.1.6) ni el volumen total de dieléctrico, superan los valores establecidos por la norma, se incluirá un extintor de eficacia 89B. Este extintor deberá colocarse siempre que sea posible en el exterior de la instalación para facilitar su accesibilidad y, en cualquier caso, a una distancia no superior a 15 metros de la misma.

Si existe un personal itinerante de mantenimiento con la misión de vigilancia y control de varias instalaciones que no dispongan de personal fijo, este personal itinerante deberá llevar, como mínimo, en sus vehículos dos extintores de eficacia 89 B, no siendo preciso en este caso la existencia de extintores en los recintos que estén bajo su vigilancia y control.

- Armario de primeros auxilios

El Centro de Transformación cuenta con un armario de primeros auxilios.

- Medidas de seguridad

Para la protección del personal y equipos, se debe garantizar que:

1- No será posible acceder a las zonas normalmente en tensión, si éstas no han sido puestas a tierra. Por ello, el sistema de enclavamientos interno de las celdas debe afectar al mando del aparato principal, del seccionador de puesta a tierra y a las tapas de acceso a los cables.

2- Las celdas de entrada y salida serán con aislamiento integral y corte en gas, y las conexiones entre sus embarrados deberán ser apantalladas, consiguiendo con ello la insensibilidad a los agentes externos, y evitando de esta forma la pérdida del suministro en los Centros de Transformación interconectados con éste, incluso en el eventual caso de inundación del Centro de Transformación.

3- Las bornas de conexión de cables y fusibles serán fácilmente accesibles a los operarios de forma que, en las operaciones de mantenimiento, la posición de trabajo normal no carezca de visibilidad sobre estas zonas.

4- Los mandos de la aparamenta estarán situados frente al operario en el momento de realizar la operación, y el diseño de la aparamenta protegerá al operario de la salida de gases en caso de un eventual arco interno.

## **1.14 PUESTA A TIERRA**

Los cálculos y requisitos para la instalación de puesta a tierra se encuentran definidos en el MT 2.11.33 “Especificaciones Particulares para el diseño de puestas a tierra para Centros de Transformación, de tensión nominal  $\leq 30$  kV” .

### **1.14.1 Tierra de protección**

En lo referente a las líneas de puesta a tierra, electrodo, las conexiones a realizar y la acera perimetral se deberán cumplir los siguientes aspectos:

A la línea de tierra de protección del centro de transformación, se conectarán:

- La cuba del transformador, carcasa metálica del cuadro de Baja Tensión y la envolvente metálica de la aparamenta de MT conectada al cable de tierra por dos puntos.
- Pantalla del cable HEPRZ1, de llegada y salida de las líneas de MT.
- Las puertas y rejillas, en el caso de que sean metálicas.
- Cualquier armario metálico instalado en el centro de transformación, así como los armarios de telegestión y comunicaciones.

No se conectarán a la línea de tierra de protección:

- Las puertas y rejillas del centro.

Para conectar estos elementos con la caja de seccionamiento del sistema de puesta a tierra de protección se emplearán los siguientes cables dependiendo del nivel de tensión de la instalación:

- Hasta 20 kV: Cable desnudo de aleación de aluminio D 56, o cable desnudo de cobre de 50 mm<sup>2</sup> de sección (para casos en las que las líneas de puesta a tierra puedan quedar por debajo de la cota 0).

Todos los conductores que van enterrados (el propio electrodo y la parte de la línea de tierra que conecta el electrodo, hasta la caja de seccionamiento) serán de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup>.

El electrodo de puesta a tierra de protección estará enterrado a 0,5 m del suelo, y formado por 5 u 8 picas en hilera, para tensiones de hasta 20 kV o 30 kV, respectivamente, de acero cobrizado de 14 mm de diámetro y 2 m de longitud, separadas entre sí a 3 m de distancia y conectadas con cable de cobre desnudo de 50mm<sup>2</sup>. La conexión desde la caja de seccionamiento hasta la primera pica se realizará con cable de cobre aislado de 50 mm<sup>2</sup>.

Cualquier conducción que llegue desde el exterior del centro de transformación (comunicaciones, etc.) deberá poseer un nivel de aislamiento a tensión asignada de corta duración a frecuencia industrial, como mínimo, de 10 kV (valor eficaz durante 1 minuto).

#### **1.14.2 Tierra de servicio**

Con objeto de evitar tensiones peligrosas en BT, debido a faltas en la red de MT, el neutro del sistema de BT se conecta a una toma de tierra independiente del sistema de MT, de tal forma que no exista influencia en la red general de tierra, para lo cual se emplea un cable de cobre aislado.

El electrodo de puesta a tierra del neutro de BT se conectará a la caja de seccionamiento del neutro, mediante cable aislado de aluminio de 50 mm<sup>2</sup> de sección.

#### **1.15 PLANIFICACIÓN**

Las diferentes etapas del proyecto son:

Preparación de la envolvente del local de otros usos.

Puestas a tierra de protección y servicio.

Introducción de transformadores de potencia.

Introducción de LSMT

Conexiones en MT.

Conexiones en BT

Puesta en marcha

#### **1.16 RUIDO**

Los conductores y equipos de los CTOU cumplen con lo dispuesto en el apartado 4.8 de la ITC-RAT 14 del Real Decreto 337/2014, de 09 de mayo, habiéndose realizado las correspondientes comprobaciones que constan en los documentos de Inerco Acústica, S.L. identificados como IA/AC-17/0207-005 para los CTOU.

### **LIMITACIÓN DE CAMPOS MAGNÉTICOS**

Los conductores y equipos de los CTOU cumplen con lo dispuesto en el apartado 4.7 de la ITC-RAT 14 del Real Decreto 337/2014, de 09 de Mayo, habiéndose realizado las correspondientes comprobaciones que constan en el “Informe Nº LMM\_Sim\_2 Estudio de campos magnéticos en centros de transformación según MT 2.11.03 Proyecto tipo de Centro de Transformación en Edificio de Otros Usos”.

Los campos electromagnéticos se justificarán mediante estudio pormenorizado en el apartado 4 de proyecto.

En el caso específico en el que los centros de transformación se encuentren ubicados en edificios habitables o anexos a los mismos, se observarán las siguientes condiciones de diseño:

- a) Las entradas y salidas al centro de transformación de la red de alta tensión se efectuarán por el suelo y adoptarán una disposición en triángulo y formando ternas.
- b) La red de baja tensión se diseñará igualmente con el criterio anterior.
- c) Se procurará que las interconexiones sean lo más cortas posibles y se diseñarán evitando paredes y techos colindantes con viviendas.
- d) No se ubicarán cuadros de baja tensión sobre paredes medianeras con locales habitables y se procurará que el lado de conexión de baja tensión del transformador quede lo más alejado posible de estos locales.

Julio de 2023

Graduado en Ingeniería Eléctrica



David Domínguez Vaquero

## 2 CÁLCULOS

### 2.1 Intensidad de Media Tensión

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

$$I_p = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_p} \quad (2.1.a)$$

donde:

P potencia del transformador [kVA]

Up      tensión primaria [kV]  
Ip      intensidad primaria [A]

En el caso que nos ocupa, la tensión primaria de alimentación es de 20 kV.

Para el único transformador de este Centro de Transformador, la potencia es de 250 kVA.

$$\cdot \quad I_p = 7,217 \text{ A}$$

## 2.2 Intensidad de Baja Tensión

Para el único transformador de este Centro de Transformador, la potencia es de 250 kVA, y la tensión secundaria es de 420 V en vacío.

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

$$I_s = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_s} \quad (2.2.a)$$

donde:

P      potencia del transformador [kVA]  
U<sub>s</sub>    tensión en el secundario [kV]  
I<sub>s</sub>    intensidad en el secundario [A]

La intensidad en las salidas de 420 V en vacío puede alcanzar el valor

$$\cdot \quad I_s = 343,661 \text{ A.}$$

## 2.3 Cortocircuitos

### 2.3.1. Observaciones

Para el cálculo de las intensidades que origina un cortocircuito. se tendrá en cuenta la potencia de cortocircuito de la red de MT, valor especificado por la compañía eléctrica.

### 2.3.2. Cálculo de las intensidades de cortocircuito

Para el cálculo de la corriente de cortocircuito en la instalación, se utiliza la expresión:

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_p} \quad (2.3.2.a)$$

donde:

S<sub>cc</sub>    potencia de cortocircuito de la red [MVA]  
U<sub>p</sub>    tensión de servicio [kV]  
I<sub>ccp</sub>    corriente de cortocircuito [kA]

Para los cortocircuitos secundarios, se va a considerar que la potencia de cortocircuito disponible es la teórica de los transformadores de MT-BT, siendo por ello más conservadores que en las consideraciones reales.

La corriente de cortocircuito del secundario de un transformador trifásico, viene dada por la expresión:

$$I_{ccs} = \frac{100 \cdot P}{\sqrt{3} \cdot E_{cc} \cdot U_s} \quad (2.3.2.b)$$

donde:

P	potencia de transformador [kVA]
$E_{cc}$	tensión de cortocircuito del transformador [%]
$U_s$	tensión en el secundario [V]
$I_{ccs}$	corriente de cortocircuito [kA]

### 2.3.3. Cortocircuito en el lado de Media Tensión

Utilizando la expresión 2.3.2.a, en el que la potencia de cortocircuito es de 350 MVA y la tensión de servicio 20 kV, la intensidad de cortocircuito es :

- $I_{ccp} = 10,104 \text{ kA}$

### 2.3.4. Cortocircuito en el lado de Baja Tensión

Para el único transformador de este Centro de Transformación, la potencia es de 250 kVA, la tensión porcentual del cortocircuito del 4%, y la tensión secundaria es de 420 V en vacío

La intensidad de cortocircuito en el lado de BT con 420 V en vacío será, según la fórmula 2.3.2.b:

- $I_{ccs} = 8,592 \text{ kA}$

## 2.4 Dimensionado del embarrado

Las celdas fabricadas por las empresas homologadas han sido sometidas a ensayos para certificar los valores indicados en las placas de características, por lo que no es necesario realizar cálculos teóricos ni hipótesis de comportamiento de celdas.

### 2.4.1 Comprobación por densidad de corriente

La comprobación por densidad de corriente tiene por objeto verificar que el conductor indicado es capaz de conducir la corriente nominal máxima sin superar la densidad máxima posible para el material conductor. Esto, además de mediante cálculos teóricos, puede comprobarse realizando un ensayo de intensidad nominal, que con objeto de disponer de suficiente margen de seguridad, se considerará que es la intensidad del bucle, que en este caso es de 400 A.

#### **2.4.2 Comprobaci3n por sollicitaci3n electrodin3mica**

La intensidad din3mica de cortocircuito se valora en aproximadamente 2,5 veces la intensidad eficaz de cortocircuito calculada en el apartado 2.3.2.a de este capítulo, por lo que:

$$I_{cc(din)} = 25,3 \text{ kA}$$

#### **2.4.3 Comprobaci3n por sollicitaci3n t3rmica**

La comprobaci3n t3rmica tiene por objeto comprobar que no se producir3 un calentamiento excesivo de la aparamenta por defecto de un cortocircuito. Esta comprobaci3n se puede realizar mediante c3lculos te3ricos, pero preferentemente se debe realizar un ensayo seg3n la normativa en vigor. En este caso, la intensidad considerada es la eficaz de cortocircuito, cuyo valor es:

$$I_{cc(ter)} = 10,1 \text{ kA.}$$

### **2.5 Protecci3n contra sobrecargas y cortocircuitos**

Los transformadores est3n protegidos tanto en MT como en BT. En MT la protecci3n la efectúan las celdas asociadas a esos transformadores, mientras que en BT la protecci3n se incorpora en los cuadros de las línneas de salida.

La protecci3n en MT de los transformadores, se realizan utilizando una celda de interruptor con fusibles, siendo 3stos los que efectúan la protecci3n ante eventuales cortocircuitos.

Estos fusibles realizan su funci3n de protecci3n de forma ultrarr3pida (de tiempos inferiores a los de los interruptores autom3ticos), ya que su fusi3n evita incluso el paso del m3ximo de las corrientes de cortocircuitos por toda la instalaci3n.

Los fusibles se seleccionan para:

Permitir el funcionamiento continuado a la intensidad nominal, requerida para esta aplicaci3n.

No producir disparos durante el arranque en vacío de los transformadores, tiempo en el que la intensidad es muy superior a la nominal y de una duraci3n intermedia.

No producir disparos cuando se producen corrientes de entre 10 y 20 veces la nominal, siempre que su duración sea inferior a 0,1 s, evitando así que los fenómenos transitorios provoquen interrupciones del suministro.

Sin embargo, los fusibles no constituyen una protección suficiente contra las sobrecargas, que tendrán que ser evitadas incluyendo un relé de protección de transformador, o si no es posible, una protección térmica del transformador.

Tabla 3

Cartuchos fusibles apropiados para cada transformador: serie 24 kV

Tensión de red kV	Potencia del transformador kVA			
	250	400	630	1000
11	25	40	63	100
13,2	25	40	63	100
15	25	40	63	100
20	25	40	63	100

Tabla 1

Cartuchos fusibles normalizados: características esenciales y códigos

Designación i-DE	Tensión asignada kV	Intensidad asignada A	D mm	Código
FLA-P 24/25	24	25	442	75 07 345
FLA-P 24/40		40		75 07 347
FLA-P 24/63		63		75 07 349
FLA-P 24/100		100		75 07 351
FLA-P 36/16	36	16	537	75 06 343
FLA-P 36/25		25		75 06 345
FLA-P 36/31,5		31,5		75 06 346
FLA-P 36/40		40		75 06 347

Se utilizarán fusibles de 25A con designación FLA-P 24/25 NI 75.07.345.

- Protecciones en BT

Las salidas de BT cuentan con fusibles en todas las salidas, con una intensidad nominal igual al valor de la intensidad nominal exigida a esa salida y un poder de corte como mínimo igual a la corriente de cortocircuito correspondiente, según lo calculado en el apartado 2.3.4.

### 2.5.1 Dimensionado de los puentes de MT

Los cables que se utilizan en esta instalación, descritos en la memoria, deberán ser capaces de soportar los parámetros de la red.

La intensidad nominal demandada por este transformador es igual a 7,2 A que es inferior al valor máximo admisible por el cable.

Este valor es de 150 A para un cable de sección de 50 mm<sup>2</sup> de Al según el fabricante.

### 2.6 Dimensionado de la ventilación del Centro de Transformación.

La ventilación será natural. Las rejillas de ventilación de entrada de aire se situarán en la puerta del transformador y la de salida encima de dicha puerta, y en todos los casos cumplirán con lo establecido en el DB-SI del Código Técnico de la Edificación.

Para los centros de tipo CTOU la determinación de la superficie necesaria de entrada de aire fresco y salida de aire caliente se tendrá en cuenta la siguiente fórmula:

$$S = \frac{P}{0,24 \cdot Cr \cdot \sqrt{\Delta t^3} \cdot H}$$

donde,

S = superficie en m<sup>2</sup>, tanto de la rejilla de entrada de aire, como el de la salida

P = suma de las pérdidas asignadas totales (en kW) de los transformadores según el documento NI 72.30.00, más las pérdidas de los cuadros de BT, cuando circula por sus embarrados la corriente de Baja Tensión asignada del transformador.

Cr = coeficiente de forma de la rejilla de ventilación. Para la rejilla normalizada 0,4

Δt = salto térmico permitido en °C. (15°C)

H = altura en m, entre ejes de las rejillas

Según NI 72.30.00:

Tabla 4  
Nivel de pérdidas y potencia acústica

Potencia asignada kVA	Tensión más elevada material kV	Pérdidas en vacío W	Pérdidas en carga a 75° C W	Nivel de potencia acústica dB (A)
50		90	1100	39
100		145	1750	41
250	≤ 24	300	3250	47
400		430	4600	50
630		600	6500	52
50		103	1210	39
100		167	1925	41
250	36	345	3575	47
400		494	5060	50
630		690	7150	52

Suponiendo una altura entre ejes de las rejillas de 2,2m:

Transformador	Potencia (kVA)	Pérdidas (kW)	S mínima rejilla (m <sup>2</sup> )
1	250	3,55	0,43

Cada rejilla, tanto de entrada como salida de aire, tendrá una superficie mínima de 0,43m<sup>2</sup>.

## 2.7 Dimensionado del pozo apagafuegos

Independientemente de que la cantidad de dieléctrico sea inferior, se dispondrá de un foso de recogida de aceite de 600 l de capacidad, con revestimiento resistente y estanco, de obra civil. En la parte superior del pozo se preverán cortafuegos.

## 2.8 Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra

Toda instalación eléctrica deberá disponer de una protección o instalación de tierra diseñada en forma tal que, en cualquier punto normalmente accesible del interior o exterior de la misma donde las personas puedan circular o permanecer, éstas queden sometidas como máximo a las tensiones de paso y contacto (durante cualquier defecto en la instalación eléctrica o en la red unida a ella) que resulten de la aplicación de las fórmulas que se recogen a continuación. (ITC-RAT 13)

## 2.8.1 DATOS DE PARTIDA

Tensión nominal de la línea  $V_n = 20 \text{ kV}$

Factor de tensión que tiene en cuenta la variación de la tensión en el espacio y en el tiempo  $C = 1,1$ .

Según Norma UNE-EN 60909-1

Reactancia equivalente de la subestación:  $X_{LTH} = 25,4 \Omega$

Intensidad de defecto a tierra:  $I_{1F} = 500 \text{ A}$

Resistividad del terreno:  $\varphi_S = 200 \Omega\text{m}$

Característica de actuación de las protecciones de i-DE:  $I_{1FP} \times t = 400$

Tipo de pantalla de los cables: conectadas en CT

Numero de Cts. conectados a través de pantallas:  $N=2$

Nivel de aislamiento de los cuadros de BT:  $V_{bt} = 10 \text{ kV}$

Resistividad del hormigón:  $\varphi_H = 3000 \Omega\text{m}$

Electrodo utilizado: CPT-CTL-5P con  $K_r = 0,0852 \Omega/\Omega\text{m}$ ,  $K_p = 0,01455 \text{ V}/(\Omega\text{m})\text{A}$ .

$K'_r = 0,088 \Omega/\Omega\text{m}$  (anexo I, MT 2.11.33)

$Z_B$  (impedancia del cuerpo humano) =  $1000 \Omega$

$R_{a1}$  (Resistencia equivalente del calzado de un pie cuya suela sea aislante) =  $2000 \Omega$

Tabla A1.5.1 Centros de Transformación en edificio de otros usos (CTOU) y Centros de Transformación compacto en edificios de otros usos (CTCOU). Tensión nominal  $\leq 20 \text{ kV}$ ; Pantalla de los cables: Conectado.

Designación del electrodo	$\rho_{\text{max}}$ ( $\Omega\text{m}$ )									$K_r$ $\left(\frac{\Omega}{\Omega\text{m}}\right)$	$K_p$ $\left(\frac{\text{V}}{(\Omega\text{m})\text{A}}\right)$
	20 kV con $I_{1FP}=2228 \text{ A}$			20 kV con $I_{1FP}=1000 \text{ A}$			20 kV con $I_{1FP}=500 \text{ A}$		<20 kV		
	N=2	N=4	N=10	N=1	N=2	N=4	N=1	N=2	N=1		
CPT-CTL-5P2	200	400	900	300	500	900	700	1000	1000	0,0852	0,01455

## 2.8.2 PROCEDIMIENTO PARA EL DISEÑO DE LA INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

Teniendo en cuenta las tensiones aplicadas máximas establecidas en ITC-RAT 13, al proyectar una instalación de tierras se seguirá el procedimiento que sigue:

1. Investigación de las características del suelo.
2. Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente de eliminación del defecto.
3. Diseño preliminar de la instalación de tierra.
4. Cálculo de la resistencia del sistema de tierra.
5. Cálculo de las tensiones de paso y contacto en el exterior e interior de la instalación.

6. Comprobar que las tensiones de paso y contacto calculadas en 5 son inferiores a los valores máximos admisibles.

7. Investigación de las tensiones transferibles al exterior por tuberías, raíles, vallas, conductores de neutro, pantallas o armaduras de cables, circuitos de señalización y de los puntos especialmente peligrosos, y estudio de las formas de eliminación o reducción.

8. Corrección y ajuste del diseño inicial estableciendo el definitivo.

Después de construida la instalación de tierra, se harán las comprobaciones y verificaciones precisas in situ, y se efectuarán los cambios necesarios que permitan alcanzar valores de tensión aplicada inferiores o iguales a los máximos admitidos.

### **2.8.3 Investigación de las características del suelo.**

En las instalaciones de tercera categoría y de intensidad de cortocircuito a tierra inferior o igual a 1500 A no será obligatorio realizar la citada investigación previa de la resistividad del suelo, bastando el examen visual del terreno, pudiéndose estimar su resistividad por medio de la tabla 2 de ITC-RAT 13, en las que se dan unos valores orientativos. Para intensidades de cortocircuito a tierra superiores a 1000 A, si el proyectista utiliza en sus cálculos resistividades del terreno inferiores a 200  $\Omega \cdot m$  deberá justificar dicho valor mediante un estudio que incluya mediciones de la resistividad.

Se adopta una resistividad del terreno de  $\varphi_s = 200 \Omega \cdot m$

### **2.8.4 Diseño preliminar de la instalación de tierra**

Se consideran 2 CTs conectados, ya que el CT objeto de proyecto, tendrá sus líneas de media tensión conectadas al **CT TEJERA** y al **CT GUARDIA CIVIL**.

Se utilizará un electrodo de protección tipo CPT-CTL-5P, según MT 2.11.33:

Tabla 3. Electrodo a emplear dependiendo de la tensión nominal, pantallas de los cables y la accesibilidad.

Designación Envolvente	Electrodo a utilizar			
	≤ 20 kV		30 kV**	
	Pantallas conectadas	Pantallas desconectadas	Pantallas conectadas	Pantallas desconectadas
CTS	CPT-CT-A- (XxY)-8P2 (ρ <sub>max</sub> =1000 Ωm)	CPT-CT-A- (XxY)-8P2 (ρ <sub>max</sub> =500- 1000 Ωm)*	CPT-CT-A- (XxY)-8P2 (ρ <sub>max</sub> =600- 1000 Ωm)*	CPT-CT-A- (XxY)-8P2 (ρ <sub>max</sub> =300- 500 Ωm)*
CSI				
CTPS	CPT-CT-A- (XxY)-8P2 (ρ <sub>max</sub> =1000 Ωm)	-----	CPT-CT-A- (XxY)-8P2 (ρ <sub>max</sub> =900- 1000 Ωm)*	-----
CTIC	-----	CPT-CT-A- (XxY)-8P2 (ρ <sub>max</sub> =500-600 Ωm)*	-----	CPT-CT-A- (XxY)-8P2 (ρ <sub>max</sub> =300- 400 Ωm)*
CTC	CPT-CT-A- (XxY)-8P2 (ρ <sub>max</sub> =1000 Ωm)	CPT-CT-A- (XxY)-8P2 (ρ <sub>max</sub> =500-600 Ωm)*	-----	-----
CTOU	CPT-CTL- 5P2 (ρ <sub>max</sub> =1000 Ωm)	-----	CPT-CTL- 8P2 (ρ <sub>max</sub> =600 Ωm)	-----
CTCOU	CPT-CTL- 5P2 (ρ <sub>max</sub> =1000 Ωm)	-----	-----	-----

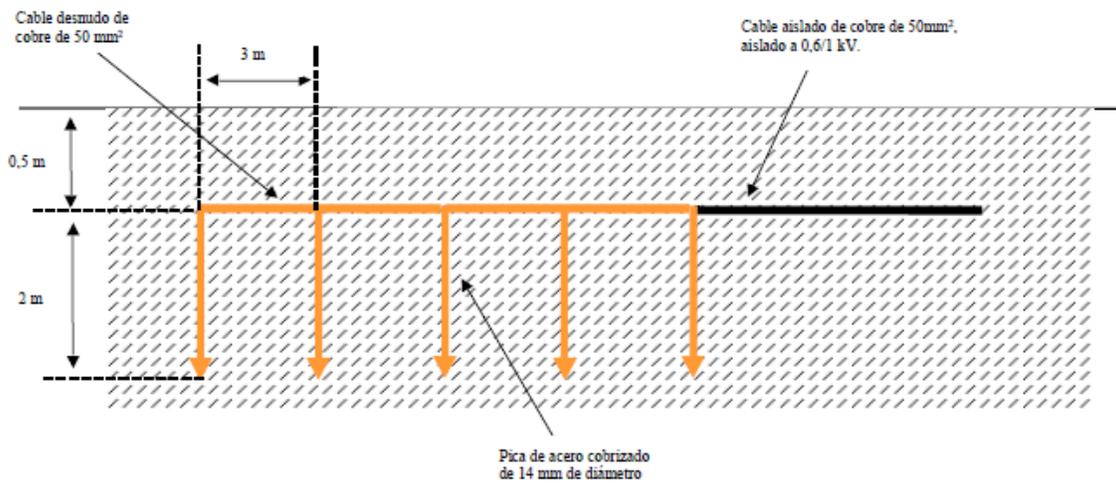
\*: La resistividad máxima para la cual es válido el electrodo depende de las dimensiones del anillo.

\*\*Para tensiones de alimentación de 30 kV, este electrodo no será válido para Centros de transformación instalados en lugares tales como jardines, piscinas, campings, y áreas recreativas, donde las personas no van calzadas, salvo para el caso del CTPS, que sí será válido. Para los casos en los que este electrodo no sea válido el proyectista deberá realizar el cálculo o justificación correspondiente.

Donde:

- CPT: Configuración de Puesta a Tierra
- CT: Centro de transformación
- CTL: Centro de transformación tipo Lonja
- A: Anillo formado por conductor de cobre de 50 mm<sup>2</sup>
- (XxY): Dimensiones del anillo (A 1 m del perímetro de la envolvente del Centro de Transformación)
- 5/8P2: Número de picas (5 u 8) y longitud de las picas (2 m)

El electrodo CPT-CTL-5P2 está formado por 5 picas de acero cobrizado de 14mm de diámetro y 2 metros de longitud, unidas por cable desnudo de cobre de 50mm<sup>2</sup>, siendo la distancia entre picas de 3m. La parte superior de las picas y el cable estarán enterrados a una profundidad de 0,5m como mínimo. La conexión entre el electrodo de puesta a tierra de protección y el punto de puesta a tierra del centro de transformación se efectuará con cable de cobre de 50mm<sup>2</sup>, aislado 0,6/1 kV. La primera pica se colocará en el comienzo del cable desnudo de cobre.



*Figura 8.- Configuración CPT – CTL – 5P2, (U<sub>n</sub> ≤ 20 kV) del CTOU o CTCOU*

### 2.8.5 Cálculo de la resistencia del sistema de tierra

El valor máximo de la resistencia de puesta a tierra en función de la tensión de red y del tipo de conexión de las pantallas del CT, será la que indica a continuación:

*Tabla 4. Valores máximos de la resistencia a tierra en Centros de Transformación.*

Tensión nominal de la red U <sub>n</sub> (kV)	Conexión de las pantallas	Máximo valor de la resistencia de puesta a tierra (Ω)
≤ 20 kV	Desconectado	50
	Conectado	100
30 kV	Desconectado	30
	Conectado	60

Características para el electrodo escogido:

Kr: Coeficiente de resistencia de puesta a tierra.  $0,0852 \frac{\Omega}{\Omega m}$

Kr': Coeficiente de resistencia de puesta a tierra más desfavorable de los Cts adicionales conectados a través de las pantallas ( $0,088 \frac{\Omega}{\Omega m}$ )

Resistencia de puesta a tierra de protección del CT según el electrodo elegido:

$$R_T = K_r \cdot \rho_s = 0,0852 \times 200 = 17,04 \Omega < 100 \Omega \quad \text{Cumple}$$

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

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

De la red:

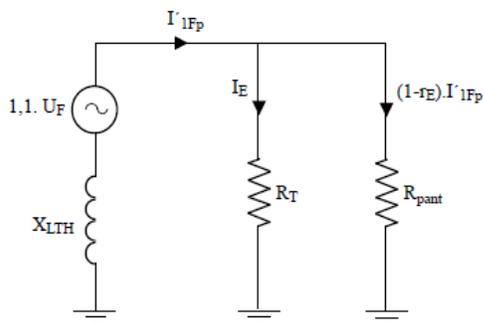
Tipo de neutro. El neutro de la red puede estar aislado, rígidamente unido a tierra, unido a esta mediante resistencias o impedancias. Esto producirá una limitación de la corriente de la falta, en función de las longitudes de líneas o de los valores de impedancias en cada caso.

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 dispositivo relé de intensidad, que puede actuar en un tiempo fijo (tiempo fijo), o según una curva de tipo inverso (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.

### INTENSIDAD DE DEFECTO:

Los distintos sistemas de puesta a tierra de servicio en la red de distribución de Media Tensión de i-DE, dan lugar a un circuito equivalente Thévenin para el fallo monofásico.



Para el cálculo de las intensidades de las corrientes de defecto a tierra y de puesta a tierra, se ha de tener en cuenta la forma de conexión del neutro a tierra en la ST, la configuración y características de la red durante el período subtransitorio, la resistencia de puesta a tierra del electrodo considerado,  $R_T$ , y la resistencia de puesta a tierra de las pantallas de los cables subterráneos de alta tensión y de sus puestas a tierra,  $R_{pant}$ , si ha lugar. La  $R_{pant}$  variará dependiendo del número (N) de CTs conectados a través de las pantallas de los cables.

MT 2.11.33 mayo 2019.

Calculo de la intensidad de la corriente de defecto a tierra de la instalación alimentada desde línea subterránea con las pantallas conectadas:

$r_E$ = relación entre la corriente que circula por el electrodo y la corriente de defecto a tierra.

$$r_E = \frac{R_{TOT}}{R_T} = \frac{5,8}{17,04} = 0,341$$

Siendo  $R_{TOT}$  el paralelo de las resistencias del CT y del resto de CTs conectados a través de las pantallas de los cables.

$$R_{TOT} = \frac{R_T \times R_{PANT}}{R_T + R_{PANT}} = \frac{17,04 \times 8,8}{17,04 + 8,8} = 5,8 \Omega$$

La resistencia de puesta a tierra obtenida a través de las pantallas será:

$$R_{PANT} = \frac{\rho_S \times K_r}{N} = \frac{200 \times 0,088}{2} = 8,8 \Omega$$

La reactancia equivalente  $X_{LTH} = 25,4 \Omega$  dado que se ha considerado una intensidad de falta de tierra de 500A.

Tabla 5. Intensidades máximas de puesta a tierra e impedancias equivalentes para cada nivel de tensión y tipo de puesta a tierra de la ST.

Tensión nominal de la red $U_n$ (kV)	Tipo de puesta a tierra **	Reactancia equivalente $X_{LTH}$ ( $\Omega$ )	Intensidad máxima de corriente de defecto a tierra * (A)
13,2	Rígido	1,863	4500
13,2	Reactancia 4 $\Omega$	4,5	1863
15	Rígido	2,117	4500
15	Reactancia 4 $\Omega$	4,5	2117
20	Zig-Zag 500A	25,4	500
20	Zig-Zag 1000A	12,7	1000
20	Reactancia 5,2 $\Omega$	5,7	2228
30	Zig-Zag 1000 A	2,117	9000

Sustituyendo, la intensidad de la corriente de defecto a tierra será:

$$I'_{1FP} = \frac{1,1 U_n}{r_E \cdot \sqrt{3} \cdot \sqrt{R_T^2 + \left(\frac{X_{LTH}}{r_E}\right)^2}}$$

$$I'_{1FP} = 496,6 \text{ A}$$

### TIEMPO DE DISPARO DE LA PROTECCIÓN:

La característica de actuación de las protecciones, para el caso de faltas a tierra, para las instalaciones de i-DE con tensiones nominales  $\leq 30$  kV, cumple con las relaciones indicadas en la siguiente tabla:

Tabla 6. Característica de actuación de las protecciones en caso de defecto a tierra.

Característica de actuación de las protecciones	$U_n$ (kV)
$I'_{1F} \cdot t = 400$	$\leq 20$ kV
$I'_{1FP} \cdot t = 400$	
$I'_{1F} \cdot t = 2200$	30 kV
$I'_{1FP} \cdot t = 2200$	

$$I'_{1FP} \cdot t = 400 \quad t = \frac{400}{I'_{1FP}} = \frac{400}{496,6} = 0,805s$$

Las protecciones actúan en tiempos iguales o inferiores a los resultantes de las fórmulas, para cada intensidad, y siempre que las resistencias de puesta a tierra sean **inferiores a 30  $\Omega$  en 30kV y 50  $\Omega$  en 20kV** o tensiones inferiores. (MT2.03.20)

### 2.8.7 Cumplimiento del requisito correspondiente a la tensión de contacto interior en el propio CT

- Las puertas y rejillas metálicas que den al exterior del centro estarán aisladas, no tendrán contacto eléctrico con masas conductoras susceptibles de quedar sometidas a tensión, debido a defectos o averías.
- En el piso del centro de transformación se instalará un mallazo electrosoldado con redondos de diámetro no inferior a 4 mm, formando una retícula no superior a 0,30 x 0,30 m. Este mallazo se conectará como mínimo en dos puntos preferentemente opuestos a la puesta a tierra de protección del centro. Con esta disposición se consigue que la persona que deba acceder a una parte que

pueda quedar en tensión, de forma eventual, esté sobre una superficie equipotencial, con lo que desaparece el riesgo inherente a la tensión de contacto y de paso interior. Este mallazo se cubrirá con una capa de hormigón de 10 cm de espesor como mínimo.

- No deberá haber partes metálicas puestas a tierra dentro del centro de transformación, que se puedan tocar teniendo los pies en el exterior del centro.

## 2.8.8 Cumplimiento del requisito correspondiente a la tensión de paso máxima de la instalación

### Determinación de la tensión de paso máxima que aparece en la instalación

$$K_p = 0,01455 \text{ V}/(\Omega\text{m})\text{A}$$

$$V_{Pa} = K_{pt-t} x \rho_s x I_E$$

$$V'_{p1} = 0,01455 \times 200 \times 0,341 \times 496,6 = 492,8 \text{ V} \quad , \text{ con calzado}$$

### Determinación de la tensión máxima aplicada a la persona

Ra1 = 2000 ohmios, resistencia del calzado

$$V'_{pa1} = \frac{V'_{p1}}{1 + \frac{2R_{a1} + 6\rho_s}{Z_b}}, \text{ sustituyendo, } V'_{pa1} = \frac{492,8}{1 + \frac{2 \times 2000 + 6 \times 200}{1000}} = 73,48 \text{ V} \quad , \text{ sin calzado}$$

### Determinación de la duración de la corriente de falta (tiempo de actuación de protecciones)

Valor máximo admisible de la tensión aplicada  $V_{ca}$  para un tiempo de disparo de 0,256 s.

Valores admisibles de la tensión de contacto aplicada $U_{CA}$ en función de la duración de la corriente de falta $t_F$ (s)	
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
0,30	420
0,40	310
0,50	204
0,60	185
0,70	165

0,80	146
0,90	126
1,00	107
2,00	90
5,00	81
10,00	80
>10,00	50

La  $V_{ca}$  máxima admisible en la instalación es de 146 V (ITC-RAT-13).

### Determinación de la tensión de paso admisible establecida por el RAT.

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, ( $V_{pa} = 10 V_{ca}$ )

$V_{pa}$ = Tensión de paso aplicada admisible, la tensión a la que puede estar sometido el cuerpo humano entre los dos pies. ( $V_{pa}=10 V_{ca}$ ).

$V_p$ = Tensión de paso máxima admisible en la instalación que garantiza la seguridad de las personas, considerando resistencias adicionales (por ejemplo, resistencia a tierra del punto de contacto, calzado, presencia de superficies de material aislante).

La tensión de paso máxima admisible sin calzado  $V_{pa} = 10 V_{ca}$

$$V_{pa} = 10 V_{ca} = 1.460 \text{ V}$$

### Verificación del cumplimiento con la tensión de paso

Como  $V'_{pa1} = 73,48 < V_{pa} = 1.460 \text{ V}$ , el electrodo considerado, CTP-CTL-5P2, **CUMPLE** con el requisito reglamentario.

### 2.8.9 Cumplimiento del requisito correspondiente a la tensión de paso en el acceso

Al ser el piso del centro de transformación de hormigón, con mallazo equipotencial, unido al sistema de puesta a tierra de protección, y el piso de la zona exterior (acera) de baldosas de hormigón, al

acceder una persona al centro de transformación, aparecerá una tensión de paso entre sus pies, al estar un pié al potencial del electrodo, y en el caso más desfavorable, el otro pié a potencial cero.

### **Determinación de la tensión máxima de paso en acceso que aparece en la instalación**

Para determinar la tensión máxima de paso en acceso que aparece en la instalación se emplea:

$$U_{p,acc} = I_E \cdot R_T = I'_{Fp} \cdot r_E \cdot R_T$$

Sustituyendo se obtiene una tensión máxima de paso de **982,17 V**.

### **Determinación de la tensión máxima de acceso aplicada a la persona**

$$U'_{pa,acc} = \frac{U_{p,acc}}{1 + \frac{2R_{a1} + 3\rho_s + 3\rho_s^*}{Z_b}}$$

Donde  $\rho_s^*$  corresponde con la resistividad de la superficie interior del CT de hormigón, 3.000 ohms/m.

$Z_b$ , hace referencia a la impedancia del cuerpo humano, 1.000 ohms y  $R_{a1}$  la resistencia del calzado.

$$U'_{pa,acc} = \mathbf{67,27 V}$$

### **Determinación de la tensión de paso admisible establecida por el RAT**

$$U_{pa} = 10 U_{ca} = 1.460 V$$

### **Verificación del cumplimiento con la tensión de paso**

Como  $U'_{pa,acc} = 67,27 < 1.460 V$ , el electrodo considerado, CTP-CTL-5P2, **CUMPLE** con el requisito reglamentario.

### **Cumplimiento del requisito correspondiente a la tensión que aparece en la instalación**

$$V = I'_{IFP} \cdot R_{TOT}$$

$V = 2.880,28 \text{ V} < 10.000\text{V}$  por lo que la tipología de electrodo cumple con los requisitos.

### 2.8.10 Cálculo de puesta a tierra por motivo de servicio

Se conectará a este sistema de tierras de servicio el neutro del transformador, así como la tierra de los secundarios de los transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida.

Las características del sistema de tierras de servicio son las siguientes:

Geometría	Picas alineadas
Número de picas	Cinco
Longitud de las picas	2 metros
Separación entre picas	1.5 metros
Profundidad de las picas	0,8 m
$K_r$	0,100 $\Omega/\Omega\text{m}$
$K_p$	0,0127 $\text{V}/\Omega\text{mA}$

El criterio de selección de la tierra de servicio es no ocasionar en el electrodo una tensión superior a 24 V cuando existe un defecto a tierra en una instalación de BT protegida contra contactos indirectos por un diferencial de 650 mA. Para ello la resistencia de puesta a tierra de servicio debe ser inferior a 37 Ohm.

$$R_{tserv} = K_r \cdot \rho_s = 0,100 \cdot 200 = \mathbf{20\Omega} < 37 \Omega \text{ cumple.}$$

Para mantener los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio independientes, la puesta a tierra del neutro se realizará con cable aislado de 0,6/1 kV, protegido con tubo de PVC de grado de protección 7, como mínimo, contra daños mecánicos.

### 2.8.11 Distancia entre las tomas de tierra

El electrodo correspondiente a la puesta a tierra de servicio se unirá al electrodo de la puesta a tierra de protección cuando el potencial absoluto del electrodo de puesta a tierra de protección, al ser atravesado por la máxima corriente de falta a tierra, adquiera un valor inferior o igual a 1000 V.

La separación  $D$ , en metros, entre el electrodo de puesta a tierra de protección y el de servicio, que garantiza que no se induzcan tensiones en el electrodo de puesta a tierra de servicio mayores de 1000 V, cuando circula por el electrodo de puesta a tierra de protección, la intensidad  $I_E$ , en Amperios, viene dado por la relación siguiente:

$$D \geq \frac{\rho_s \times I_E}{2 \times U \times \pi} = \frac{200 \times 496,6 \times 0,341}{2 \times 1000 \times \pi} = 5,4m$$

$D$  = Distancia entre los electrodos de protección y servicio, en metros.

$\rho_s$  = Resistividad del terreno.

$I_E$  = 500 *ohms* Intensidad de defecto a tierra

$U$  = Tensión máxima inducida en el electrodo de servicio al ser atravesado el electrodo de protección por la máxima intensidad de defecto.

$\pi$  = 3,1416

En las zonas de cruce de la PAT de protección con la PAT de servicio se establecerá una distancia mínima de 0,40 m.

No obstante, para evitar tensiones de transferencia, se separará 15 metros la toma de tierra de neutro de la toma de tierra de herrajes.

Las distancias mínimas longitudinales y transversales se obtendrán del anexo III, MT 2.11.33.

### 2.8.12 Corrección y ajuste del diseño inicial

Según el proceso de justificación del electrodo de puesta a tierra seleccionado, no se considera necesaria la corrección del sistema proyectado.

No obstante, se puede ejecutar cualquier configuración con características de protección mejores que las calculadas, es decir, atendiendo a las tablas adjuntas al Método de Cálculo de Tierras de UNESA, con valores de "Kr" inferiores a los calculados, sin necesidad de repetir los cálculos, independientemente de que se cambie la profundidad de enterramiento, geometría de la red de tierra de protección, dimensiones, número de picas o longitud de éstas, ya que los valores de tensión serán inferiores a los calculados en este caso.

Julio de 2023

Graduado en Ingeniería Eléctrica



David Domínguez Vaquero

### **3 PLIEGO DE CONDICIONES**

#### **Condiciones Generales**

1. OBJETO.
2. CAMPO DE APLICACIÓN.
3. DISPOSICIONES GENERALES.
4. ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO.
5. DISPOSICIÓN FINAL.

#### **Condiciones Técnicas para la Obra Civil y Montaje de Centros de Transformación de Interior no prefabricados**

6. OBJETO.
7. OBRA CIVIL.
8. INSTALACIÓN ELÉCTRICA.
9. NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES.
10. PRUEBAS REGLAMENTARIAS.
11. CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD.
12. CERTIFICADOS.
13. LIBRO DE ÓRDENES.
14. RECEPCIÓN DE LA OBRA.

## **PLIEGO DE CONDICIONES**

### **Condiciones Generales.**

#### **3.1 Objeto**

Este Pliego de Condiciones determina los requisitos a que se debe ajustar la ejecución de instalaciones para la distribución de energía eléctrica cuyas características técnicas estarán especificadas en el correspondiente Proyecto.

#### **3.2 Campo de aplicación**

Este Pliego de Condiciones se refiere a la construcción de redes aéreas o subterráneas de alta tensión hasta 132 kV, así como a centros de transformación.

Los Pliegos de Condiciones particulares podrán modificar las presentes prescripciones.

#### **3.3 Disposiciones generales**

El Contratista está obligado al cumplimiento de la Reglamentación del Trabajo correspondiente, la contratación del Seguro Obligatorio, Subsidio familiar y de vejez, Seguro de Enfermedad y todas aquellas reglamentaciones de carácter social vigentes o que en lo sucesivo se dicten. En particular, deberá cumplir lo dispuesto en la Norma UNE 24042 "Contratación de Obras. Condiciones Generales", siempre que no lo modifique el presente Pliego de Condiciones.

El Contratista deberá estar clasificado, según Orden del Ministerio de Hacienda, en el Grupo, Subgrupo y Categoría correspondientes al Proyecto y que se fijará en el Pliego de Condiciones Particulares, en caso de que proceda. Igualmente deberá ser Instalador, provisto del correspondiente documento de calificación empresarial.

### **CONDICIONES FACULTATIVAS LEGALES.**

Las obras del Proyecto, además de lo prescrito en el presente Pliego de Condiciones, se regirán por lo especificado en:

- a) Reglamentación General de Contratación según Decreto 3410/75, de 25 de noviembre.
- b) Pliego de Condiciones Generales para la Contratación de Obras Públicas aprobado por Decreto 3854/70, de 31 de diciembre.
- c) Artículo 1588 y siguientes del Código Civil, en los casos que sea procedente su aplicación al contrato de que se trate.
- d) Decreto de 12 de marzo de 1954 por el que se aprueba el Reglamento de Verificaciones eléctricas

y Regularidad en el suministro de energía.

e) 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.

f) 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 ITC.

g) Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto de 2002).

h) Normas particulares y de normalización de la Cía. Suministradora de Energía Eléctrica.

i) Norma Básica de Edificación.

j) Ley 31/1995, de 8 de noviembre, sobre Prevención de Riesgos laborales y RD 162/97 sobre Disposiciones mínimas en materia de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción.

k) Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

#### SEGURIDAD EN EL TRABAJO.

El Contratista está obligado a cumplir las condiciones que se indican en el apartado “j” del párrafo 3.1. de este Pliego de Condiciones y cuantas en esta materia fueran de pertinente aplicación.

Asimismo, deberá proveer cuanto fuese preciso para el mantenimiento de las máquinas, herramientas, materiales y útiles de trabajo en debidas condiciones de seguridad.

Mientras los operarios trabajen en circuitos o equipos en tensión o en su proximidad, usarán ropa sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal; los metros, reglas, mangos de aceiteras, útiles limpiadores, etc., que se utilicen no deben ser de material conductor. Se llevarán las herramientas o equipos en bolsas y se utilizará calzado aislante o al menos sin herrajes ni clavos en suelas.

El personal de la Contrata viene obligado a usar todos los dispositivos y medios de protección personal, herramientas y prendas de seguridad exigidos para eliminar o reducir los riesgos profesionales tales como casco, gafas, banqueta aislante, etc., pudiendo el Director de Obra suspender los trabajos, si estima que el personal de la Contrata está expuesto a peligros que son corregibles.

El Director de Obra podrá exigir del Contratista, ordenándolo por escrito, el cese en la obra de cualquier empleado u obrero que, por imprudencia temeraria, fuera capaz de producir accidentes que hicieran peligrar la integridad física del propio trabajador o de sus compañeros.

El Director de Obra podrá exigir del Contratista en cualquier momento, antes o después de la iniciación de los trabajos, que presente los documentos acreditativos de haber formalizado los regímenes de Seguridad Social de todo tipo (afiliación, accidente, enfermedad, etc.) en la forma legalmente establecida.

#### SEGURIDAD PÚBLICA.

El Contratista deberá tomar todas las precauciones máximas en todas las operaciones y usos de equipos para proteger a las personas, animales y cosas de los peligros procedentes del trabajo, siendo de su cuenta las responsabilidades que por tales accidentes se ocasionen.

El Contratista mantendrá póliza de Seguros que proteja suficientemente a él y a sus empleados u obreros frente a las responsabilidades por daños, responsabilidad civil, etc., que en uno y otro pudieran incurrir para el Contratista o para terceros, como consecuencia de la ejecución de los trabajos.

### **3.4 Organización del trabajo**

El Contratista ordenará los trabajos en la forma más eficaz para la perfecta ejecución de los mismos y las obras se realizarán siempre siguiendo las indicaciones del Director de Obra, al amparo de las condiciones siguientes:

#### DATOS DE LA OBRA.

Se entregará al Contratista una copia de los planos y pliegos de condiciones del Proyecto, así como cuantos planos o datos necesite para la completa ejecución de la Obra.

El Contratista podrá tomar nota o sacar copia a su costa de la Memoria, Presupuesto y Anexos del Proyecto, así como segundas copias de todos los documentos.

El Contratista se hace responsable de la buena conservación de los originales de donde obtenga las copias, los cuales serán devueltos al Director de Obra después de su utilización.

Por otra parte, en un plazo máximo de dos meses, después de la terminación de los trabajos, el Contratista deberá actualizar los diversos planos y documentos existentes, de acuerdo con las características de la obra terminada, entregando al Director de Obra dos expedientes completos relativos a los trabajos realmente ejecutados.

No se harán por el Contratista alteraciones, correcciones, omisiones, adiciones o variaciones sustanciales en los datos fijados en el Proyecto, salvo aprobación previa por escrito del Director de Obra.

#### REPLANTEO DE LA OBRA.

El Director de Obra, una vez que el Contratista esté en posesión del Proyecto y antes de comenzar las obras, deberá hacer el replanteo de las mismas, con especial atención en los puntos singulares, entregando al Contratista las referencias y datos necesarios para fijar completamente la ubicación de los mismos.

Se levantará por duplicado Acta, en la que constarán, claramente, los datos entregados, firmado por el Director de Obra y por el representante del Contratista.

Los gastos de replanteo serán de cuenta del Contratista.

#### MEJORAS Y VARIACIONES DEL PROYECTO.

No se considerarán como mejoras ni variaciones del Proyecto más que aquellas que hayan sido ordenadas expresamente por escrito por el Director de Obra y convenido precio antes de

proceder a su ejecución.

Las obras accesorias o delicadas, no incluidas en los precios de adjudicación, podrán ejecutarse con personal independiente del Contratista.

#### RECEPCION DEL MATERIAL.

El Director de Obra de acuerdo con el Contratista dará a su debido tiempo su aprobación sobre el material suministrado y confirmará que permite una instalación correcta.

La vigilancia y conservación del material suministrado será por cuenta del Contratista.

#### ORGANIZACIÓN.

El Contratista actuará de patrono legal, aceptando todas las responsabilidades correspondientes y quedando obligado al pago de los salarios y cargas que legalmente están establecidas, y en general, a todo cuanto se legisle, decrete u ordene sobre el particular antes o durante la ejecución de la obra.

Dentro de lo estipulado en el Pliego de Condiciones, la organización de la Obra, así como la determinación de la procedencia de los materiales que se empleen, estará a cargo del Contratista a quien corresponderá la responsabilidad de la seguridad contra accidentes.

El Contratista deberá, sin embargo, informar al Director de Obra de todos los planes de organización técnica de la Obra, así como de la procedencia de los materiales y cumplimentar cuantas órdenes le de éste en relación con datos extremos.

En las obras por administración, el Contratista deberá dar cuenta diaria al Director de Obra de la admisión de personal, compra de materiales, adquisición o alquiler de elementos auxiliares y cuantos gastos haya de efectuar. Para los contratos de trabajo, compra de material o alquiler de elementos auxiliares, cuyos salarios, precios o cuotas sobrepasen en más de un 5% de los normales en el mercado, solicitará la aprobación previa del Director de Obra, quien deberá responder dentro de los ocho días siguientes a la petición, salvo casos de reconocida urgencia, en los que se dará cuenta posteriormente.

#### FACILIDADES PARA LA INSPECCIÓN.

El Contratista proporcionará al Director de Obra o Delegados y colaboradores, toda clase de facilidades para los replanteos, reconocimientos, mediciones y pruebas de los materiales, así como la mano de obra necesaria para los trabajos que tengan por objeto comprobar el cumplimiento de las condiciones establecidas, permitiendo el acceso a todas las partes de la obra e incluso a los talleres o fábricas donde se produzcan los materiales o se realicen trabajos para las obras.

#### ENSAYOS.

Los ensayos, análisis y pruebas que deban realizarse para comprobar si los materiales reúnen las condiciones exigibles, se verificarán por la Dirección Técnica, o bien, si ésta lo estima oportuno, por el correspondiente Laboratorio Oficial.

Todos los gastos de pruebas y análisis serán de cuenta del Contratista.

#### LIMPIEZA Y SEGURIDAD EN LAS OBRAS.

Es obligación del Contratista mantener limpias las obras y sus inmediaciones de escombros y materiales, y hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean precisas, así como adoptar las medidas y ejecutar los trabajos necesarios para que las obras ofrezcan un buen aspecto a juicio de la Dirección técnica.

Se tomarán las medidas oportunas de tal modo que durante la ejecución de las obras se ofrezca seguridad absoluta, en evitación de accidentes que puedan ocurrir por deficiencia en esta clase de precauciones; durante la noche estarán los puntos de trabajo perfectamente alumbrados y cercados los que por su índole fueran peligrosos.

#### MEDIOS AUXILIARES.

No se abonarán en concepto de medios auxiliares más cantidades que las que figuren explícitamente consignadas en presupuesto, entendiéndose que en todos los demás casos el costo de dichos medios está incluido en los correspondientes precios del presupuesto.

#### EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.

Las obras se ejecutarán conforme al Proyecto y a las condiciones contenidas en este Pliego de Condiciones y en el Pliego Particular si lo hubiera y de acuerdo con las especificaciones señaladas en el de Condiciones Técnicas.

El Contratista, salvo aprobación por escrito del Director de Obra, no podrá hacer ninguna alteración o modificación de cualquier naturaleza tanto en la ejecución de la obra en relación con el Proyecto como en las Condiciones Técnicas especificadas, sin perjuicio de lo que en cada momento pueda ordenarse por el Director de Obra a tenor de lo dispuesto en el último párrafo del apartado 4.1.

El Contratista no podrá utilizar en los trabajos personal que no sea de su exclusiva cuenta y cargo, salvo lo indicado en el apartado 4.3.

Igualmente, será de su exclusiva cuenta y cargo aquel personal ajeno al propiamente manual y que sea necesario para el control administrativo del mismo.

El Contratista deberá tener al frente de los trabajos un técnico suficientemente especializado a juicio del Director de Obra.

#### SUBCONTRATACIÓN DE LAS OBRAS.

Salvo que el contrato disponga lo contrario o que de su naturaleza y condiciones se deduzca que la Obra ha de ser ejecutada directamente por el adjudicatario, podrá éste concertar con terceros la realización de determinadas unidades de obra.

La celebración de los subcontratos estará sometida al cumplimiento de los siguientes requisitos:

a) Que se dé conocimiento por escrito al Director de Obra del subcontrato a celebrar, con indicación de las partes de obra a realizar y sus condiciones económicas, a fin de que aquél lo autorice previamente.

b) Que las unidades de obra que el adjudicatario contrate con terceros no exceda del 50% del presupuesto total de la obra principal.

En cualquier caso el Contratista no quedará vinculado en absoluto ni reconocerá ninguna obligación contractual entre él y el subcontratista y cualquier subcontratación de obras no eximirá al Contratista de ninguna de sus obligaciones respecto al Contratante.

#### PLAZO DE EJECUCIÓN.

Los plazos de ejecución, total y parciales, indicados en el contrato, se empezarán a contar a partir de la fecha de replanteo.

El Contratista estará obligado a cumplir con los plazos que se señalen en el contrato para la ejecución de las obras y que serán improrrogables.

No obstante lo anteriormente indicado, los plazos podrán ser objeto de modificaciones cuando así resulte por cambios determinados por el Director de Obra debidos a exigencias de la realización de las obras y siempre que tales cambios influyan realmente en los plazos señalados en el contrato.

Si por cualquier causa, ajena por completo al Contratista, no fuera posible empezar los trabajos en la fecha prevista o tuvieran que ser suspendidos una vez empezados, se concederá por el Director de Obra, la prórroga estrictamente necesaria.

#### RECEPCIÓN PROVISIONAL.

Una vez terminadas las obras y a los quince días siguientes a la petición del Contratista se hará la recepción provisional de las mismas por el Contratante, requiriendo para ello la presencia del Director de Obra y del representante del Contratista, levantándose la correspondiente Acta, en la que se hará constar la conformidad con los trabajos realizados, si este es el caso. Dicho Acta será firmada por el Director de Obra y el representante del Contratista, dándose la obra por recibida si se ha ejecutado correctamente de acuerdo con las especificaciones dadas en el Pliego de Condiciones Técnicas y en el Proyecto correspondiente, comenzándose entonces a contar el plazo de garantía.

En el caso de no hallarse la Obra en estado de ser recibida, se hará constar así en el Acta y se darán al Contratista las instrucciones precisas y detalladas para remediar los defectos observados, fijándose un plazo de ejecución. Expirado dicho plazo, se hará un nuevo reconocimiento. Las obras de reparación serán por cuenta y a cargo del Contratista. Si el Contratista no cumpliera estas prescripciones podrá declararse rescindido el contrato con pérdida de la fianza.

La forma de recepción se indica en el Pliego de Condiciones Técnicas correspondiente.

#### PERIODOS DE GARANTÍA.

El periodo de garantía será el señalado en el contrato y empezará a contar desde la fecha de aprobación del Acta de Recepción.

Hasta que tenga lugar la recepción definitiva, el Contratista es responsable de la conservación de la Obra, siendo de su cuenta y cargo las reparaciones por defectos de ejecución o mala calidad de los materiales.

Durante este periodo, el Contratista garantizará al Contratante contra toda reclamación de terceros, fundada en causa y por ocasión de la ejecución de la Obra.

#### RECEPCIÓN DEFINITIVA.

Al terminar el plazo de garantía señalado en el contrato o en su defecto a los seis meses de la recepción provisional, se procederá a la recepción definitiva de las obras, con la concurrencia del Director de Obra y del representante del Contratista levantándose el Acta correspondiente, por duplicado (si las obras son conformes), que quedará firmada por el Director de Obra y el representante del Contratista y ratificada por el Contratante y el Contratista.

### PAGO DE OBRAS

El pago de obras realizadas se hará sobre Certificaciones parciales que se practicarán mensualmente. Dichas Certificaciones contendrán solamente las unidades de obra totalmente terminadas que se hubieran ejecutado en el plazo a que se refieran. La relación valorada que figure en las Certificaciones, se hará con arreglo a los precios establecidos, reducidos en un 10% y con la cubicación, planos y referencias necesarias para su comprobación.

Serán de cuenta del Contratista las operaciones necesarias para medir unidades ocultas o enterradas, si no se ha advertido al Director de Obra oportunamente para su medición, los gastos de replanteo, inspección y liquidación de las mismas, con arreglo a las disposiciones vigentes, y los gastos que se originen por inspección y vigilancia facultativa, cuando la Dirección Técnica estime preciso establecerla.

La comprobación, aceptación o reparos deberán quedar terminadas por ambas partes en un plazo máximo de quince días.

El Director de Obra expedirá las Certificaciones de las obras ejecutadas que tendrán carácter de documentos provisionales a buena cuenta, rectificables por la liquidación definitiva o por cualquiera de las Certificaciones siguientes, no suponiendo por otra parte, aprobación ni recepción de las obras ejecutadas y comprendidas en dichas Certificaciones.

### ABONO DE MATERIALES ACOPIADOS.

Cuando a juicio del Director de Obra no haya peligro de que desaparezca o se deterioren los materiales acopiados y reconocidos como útiles, se abonarán con arreglo a los precios descompuestos de la adjudicación. Dicho material será indicado por el Director de Obra que lo reflejará en el Acta de recepción de Obra, señalando el plazo de entrega en los lugares previamente indicados. El Contratista será responsable de los daños que se produzcan en la carga, transporte y descarga de este material.

La restitución de las bobinas vacías se hará en el plazo de un mes, una vez que se haya instalado el cable que contenían. En caso de retraso en su restitución, deterioro o pérdida, el Contratista se hará también cargo de los gastos suplementarios que puedan resultar.

### **3.5 Disposición final**

La concurrencia a cualquier Subasta, Concurso o Concurso-Subasta cuyo Proyecto incluya el presente Pliego de Condiciones Generales, presupone la plena aceptación de todas y cada una de sus cláusulas.

**Condiciones Técnicas para la Obra Civil y Montaje de Centros de Transformación de Interior no prefabricados**

### **3.6 Objeto**

Este Pliego de Condiciones determina las condiciones mínimas aceptables para la ejecución de las obras de construcción y montaje de centros de transformación, así como de las condiciones técnicas del material a emplear.

### **3.7 Obra civil**

Corresponde al Contratista la responsabilidad en la ejecución de los trabajos que deberán realizarse conforme a las reglas del arte.

#### EMPLAZAMIENTO.

El lugar elegido para la instalación del centro debe permitir la colocación y reposición de todos los elementos del mismo, concretamente los que son pesados y grandes, como transformadores. Los accesos al centro deben tener la dimensiones adecuadas para permitir el paso de dichos elementos.

El emplazamiento del centro debe ser tal que esté protegido de inundaciones y filtraciones.

En el caso de terrenos inundables el suelo del centro debe estar, como mínimo, 0,20 m por encima del máximo nivel de aguas conocido, o si no al centro debe proporcionársele una estanquidad perfecta hasta dicha cota.

El local que contiene el centro debe estar construido en su totalidad con materiales incombustibles.

#### EXCAVACIÓN.

Se efectuará la excavación con arreglo a las dimensiones y características del centro y hasta la cota necesaria indicada en el Proyecto.

La carga y transporte a vertedero de las tierras sobrantes será por cuenta del Contratista.

#### CIMENTOS.

Se realizará de acuerdo con las características del centro. Si la obra se fabrica en ladrillo, tendrá normalmente una profundidad de 0,60 m. Esta podrá reducirse cuando el centro se construya sobre un terreno rocoso. Por el contrario, si la consistencia del terreno lo exige, se tomarán las medidas convenientes para que quede asegurada la estabilidad de la edificación.

#### FORJADOS.

Los suelos serán de hormigón armado y estarán provistos para las cargas fijas y rodantes que implique el material.

Para el cálculo del forjado del pavimento del CT, deberá considerarse una sobrecarga móvil

de 3500 kg/m<sup>2</sup>. Asimismo cuando el transformador deba desplazarse por forjados ajenos al CT, deberá indicarse igualmente una sobrecarga de 3500 kg y establecer un sistema de reparto de cargas.

En el caso de CT subterráneos, el valor mínimo de sobrecarga a considerar en el cálculo del forjado de la cubierta, será el indicado en el apartado 5.4.2 de la Norma IEC 61330.

En el caso de CT en edificio, en la capa de compresión del forjado del techo se colocará una superficie equipotencial formada por una armadura con retícula de luz máxima 15 cm, que abarque toda la superficie del CT.

Salvo en los casos que el centro disponga del pavimento adecuado, se formará una solera de hormigón con mallazo de reparto con retícula de luz máxima 15 cm, apoyada sobre las fundaciones y descansando sobre una base de grava. El hormigón estará dosificado a razón de 250 kg/m<sup>2</sup>.

Si el acceso de la apartamentada eléctrica y materiales se efectúa a través de trampillas situadas debajo de un forjado, y la cota de éste respecto a dichas trampillas es inferior a 4 m, deberá disponerse de un gancho debidamente anclado en el forjado dimensionado para una carga puntual de 5000 kg, de forma que permita la utilización de un elemento mecánico de elevación.

Se preverán, en los lugares apropiados del centro, orificios para el paso del interior al exterior de la caseta de los cables destinados a la toma de tierra de masas y del neutro B.T. de los transformadores, así como cables de B.T. y M.T. Los orificios estarán inclinados y desembocarán hacia el exterior a una profundidad de 0,40 m del suelo como mínimo.

También se preverán los agujeros de empotramiento para herrajes del equipo eléctrico y el emplazamiento de los carriles de rodamiento de los transformadores. Asimismo se tendrán en cuenta los pozos de aceite, sus conductos de drenaje, las tuberías para conductores de tierra, registros para tomas de tierra y canales para los cables M.T. y B.T.

En los lugares de paso, los canales estarán cubiertos por losas amovibles.

#### MUROS O TABIQUES EXTERIORES.

Los muros podrán ser de hormigón armado, prefabricado de hormigón (constituidos por paneles convenientemente ensamblados, o bien formando un conjunto con la cubierta y la solera) o fábrica de ladrillo.

Presentarán una resistencia mecánica adecuada a la instalación, pero como mínimo equivalente a la de los siguientes espesores, en función del material:

- Hormigón armado o elementos prefabricados	8 cm
- Fabrica de ladrillo macizo	22 cm
- Pilares angulares de hormigón armado y ladrillos huecos	15 cm

En los CT subterráneos, los muros irán impermeabilizados exteriormente con pintura bituminosa y provistos de pantalla drenante.

#### TABIQUES INTERIORES.

Serán de ladrillo o de hormigón armado. Presentarán la suficiente resistencia en función de su uso, pero como mínimo, la equivalente a la de los espesores de las siguientes paredes:

- |   |       |
|---|-------|
| - Tabique de ladrillo macizo<br>sin marco metálico          | 15 cm |
| - Tabique de ladrillo macizo<br>encerrado en marco metálico | 5 cm  |
| - Tabique de hormigón armado                                | 5 cm  |

Los tabiques se construirán de forma que sus cantos queden terminados con perfiles U empotrados en los muros y en el suelo.

Al ejecutar los tabiques se tomarán las disposiciones convenientes para prever los emplazamientos de los herrajes y/o el paso de canalizaciones.

### ACABADOS.

#### Paramentos interiores

Si la obra es de fábrica de ladrillo, estarán revestidos interiormente con mortero de cemento y arena lavada de dosificación 1:4 con aditivo hidrófugo en masa, fratasado.

Cuando la obra sea de hormigón armado, si es necesario, después del desencofrado se realizará un enlucido idéntico al anterior.

En los tabiques, los orificios para empotramiento se efectuarán antes de dar el enlucido. El acabado final será pintado, prohibiéndose los enlucidos de yeso.

#### Paramentos exteriores

Cuando sean vistos, como norma general se realizarán de acuerdo con el resto del edificio.

Normalmente será un acabado liso y preparado para ser recubierto por pinturas de la debida calidad y del color que mejor se adapte al medio ambiente.

Cualquier otra terminación: canto rodado, recubrimientos especiales, etc. podrá ser aceptada y se fijará de común acuerdo entre el peticionario y la compañía suministradora, teniendo en cuenta las consideraciones de orden eléctrico y otras relaciones de explotación y mantenimiento del centro.

#### Pavimentos

Serán de mortero de cemento continuo, bruñido y ruleteado, con el fin de evitar la formación de polvo, y será resistente a la abrasión.

El mortero estará dosificado a razón de 600 kg/m<sup>2</sup>. Se prohíbe el empleo de la arena de escorias.

El empotramiento de herrajes, colocación de tubos, registros, canalizaciones de cables, etc, se efectuará antes de realizar el pavimento.

#### Elementos metálicos

Todos los elementos metálicos que intervengan en la construcción del CT y puedan estar sometidos a oxidación, deberán estar protegidos mediante un tratamiento adecuado como

galvanizado en caliente, pintura oxidante, etc.

### EVACUACIÓN Y EXTINCIÓN DEL ACEITE AISLANTE.

Las paredes y techos de las celdas que han de alojar aparatos con baño de aceite, deberán estar construidas con materiales resistentes al fuego, que tengan la resistencia estructural adecuada para las condiciones de empleo.

Con el fin de permitir la evacuación y extinción del aceite aislante, se preverán pozos con revestimiento estanco, teniendo en cuenta el volumen de aceite que puedan recibir. En todos los pozos se preverán apagafuegos superiores, tales como lechos de guijarros de 5 cm de diámetro aproximadamente, sifones en caso de varios pozos con colector único, etc. Se recomienda que los pozos sean exteriores a la celda y además inspeccionables.

### VENTILACIÓN.

Los locales estarán provistos de ventilación para evitar la condensación y, cuando proceda, refrigerar los transformadores.

Normalmente se recurrirá a la ventilación natural, aunque en casos excepcionales podrá utilizarse también la ventilación forzada.

Cuando se trate de ubicaciones de superficie, se empleará una o varias tomas de aire del exterior, situadas a 0,20 m. del suelo como mínimo, y en la parte opuesta una o varias salidas, situadas lo más altas posible.

En ningún caso las aberturas darán sobre locales a temperatura elevada o que contengan polvo perjudicial, vapores corrosivos, líquidos, gases, vapores o polvos inflamables.

Todas las aberturas de ventilación estarán dispuestas y protegidas de tal forma que se garantice un grado de protección mínimo de personas contra el acceso a zonas peligrosas, contra la entrada de objetos sólidos extraños y contra la entrada del agua IP23D, según Norma IEC 61330.

### PUERTAS.

Las puertas de acceso al centro desde el exterior serán incombustibles y suficientemente rígidas; abrirán hacia afuera de forma que puedan abatirse sobre el muro de fachada.

## **3.8 Instalación eléctrica**

### APARAMENTA A.T.

Las celdas empleadas serán prefabricadas, con envolvente metálica y tipo "modular". De esta forma, en caso de avería, será posible retirar únicamente la celda dañada, sin necesidad de desaprovechar el resto de las funciones.

Utilizarán el hexafluoruro de azufre (SF6) como elemento de corte y extinción. El aislamiento integral en SF6 confiere a la aparamenta sus características de resistencia al medio ambiente, bien sea a la polución del aire, a la humedad, o incluso a la eventual sumersión del centro de transformación por efecto de riadas. Por ello, esta característica es esencial especialmente en las zonas con alta polución, en las zonas con clima agresivo (costas marítimas y zonas húmedas) y en

las zonas más expuestas a riadas o entrada de agua en el centro. El corte en SF6 resulta también más seguro que el aire, debido a lo expuesto anteriormente.

Las celdas empleadas deberán permitir la extensibilidad in situ del centro de transformación, 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. 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.

Los cables se conectarán desde la parte frontal de las cabinas. Los accionamientos manuales irán reagrupados en el frontal de la celda a una altura ergonómica a fin de facilitar la explotación.

El interruptor y el seccionador de puesta a tierra será un único aparato, de tres posiciones (cerrado, abierto y puesto a tierra), asegurando así la imposibilidad de cierre simultáneo del interruptor y seccionador de puesta a tierra. La posición de seccionador abierto y seccionador de puesta a tierra cerrado serán visibles directamente a través de mirillas, a fin de conseguir una máxima seguridad de explotación en cuanto a la protección de personas se refiere.

Las celdas responderán en su concepción y fabricación a la definición de aparamenta bajo envolvente metálica compartimentada de acuerdo con la norma UNE-EN 62271-200:2012. Se deberán distinguir al menos los siguientes compartimentos:

- Compartimento de aparellaje. Estará relleno de SF6 y sellado de por vida. El sistema de sellado será comprobado individualmente en fabricación y no se requerirá ninguna manipulación del gas durante toda la vida útil de la instalación (hasta 30 años). Las maniobras de cierre y apertura de los interruptores y cierre de los seccionadores de puesta a tierra se efectuarán con la ayuda de un mecanismo de acción brusca independiente del operador.
- Compartimento del juego de barras. Se compondrá de tres barras aisladas conexas mediante tornillos.
- Compartimento de conexión de cables. Se podrán conectar cables secos y cables con aislamiento de papel impregnado. Las extremidades de los cables serán simplificadas para cables secos y termoretráctiles para cables de papel impregnado.
- Compartimento de mando. Contiene los mandos del interruptor y del seccionador de puesta a tierra, así como la señalización de presencia de tensión. Se podrán montar en obra motorizaciones, bobinas de cierre y/o apertura y contactos auxiliares si se requieren posteriormente.
- Compartimento de control. En el caso de mandos motorizados, este compartimento estará equipado de bornas de conexión y fusibles de baja tensión. En cualquier caso, este compartimento será accesible con tensión, tanto en barras como en los cables.

Las características generales de las celdas son las siguientes, en función de la tensión nominal (Un):

#### Un £ 20 kV

- Tensión asignada: 24 kV
- Tensión soportada a frecuencia industrial durante 1 minuto:
  - A tierra y entre fases: 50 kV
  - A la distancia de seccionamiento: 60 kV.
- Tensión soportada a impulsos tipo rayo (valor de cresta):
  - A tierra y entre fases: 125 kV

- A la distancia de seccionamiento: 145 kV.  
20 kV < Un ≤ 30 kV

- Tensión asignada: 36 kV
- Tensión soportada a frecuencia industrial durante 1 minuto:
  - A tierra y entre fases: 70 kV
  - A la distancia de seccionamiento: 80 kV.
- Tensión soportada a impulsos tipo rayo (valor de cresta):
  - A tierra y entre fases: 170 kV
  - A la distancia de seccionamiento: 195 kV.

### TRANSFORMADORES.

El transformador o transformadores serán trifásicos, con neutro accesible en el secundario, refrigeración natural, en baño de aceite preferiblemente, con regulación de tensión primaria mediante conmutador.

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 cables ni otras aberturas al resto del centro.

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.

Cuando el centro de transformación sea tipo "abonado", se instalará un equipo de medida compuesto por transformadores de medida, ubicados en una celda de medida de A.T., y un equipo de contadores de energía activa y reactiva, ubicado en el armario de contadores, así como de sus correspondientes elementos de conexión, instalación y precintado.

Los transformadores de medida deberán tener las dimensiones adecuadas de forma que se puedan instalar en la celda de A.T. guardando las distancias correspondientes a su aislamiento. Por ello será preferible que sean suministrados por el propio fabricante de las celdas, ya instalados en ellas. En el caso de que los transformadores no sean suministrados por el fabricante de las celdas se le deberá hacer la consulta sobre el modelo exacto de transformadores que se van a instalar, a fin de tener la garantía de que las distancias de aislamiento, pletinas de interconexión, etc. serán las correctas.

Los contadores de energía activa y reactiva estarán homologados por el organismo competente.

Los cables de los circuitos secundarios de medida estarán constituidos por conductores unipolares, de cobre de 1 kV de tensión nominal, del tipo no propagador de la llama, de polietileno reticulado o etileno-propileno, de 4 mm<sup>2</sup> de sección para el circuito de intensidad y para el neutro y de 2,5 mm<sup>2</sup> para el circuito de tensión. Estos cables irán instalados bajo tubos de acero (uno por circuito) de 36 mm de diámetro interior, cuyo recorrido será visible o registrable y lo más corto posible.

La tierra de los secundarios de los transformadores de tensión y de intensidad se llevarán directamente de cada transformador al punto de unión con la tierra para medida y de aquí se llevará, en un solo hilo, a la regleta de verificación.

La tierra de medida estará unida a la tierra del neutro de Baja Tensión constituyendo la tierra de servicio, que será independiente de la tierra de protección.

En general, para todo lo referente al montaje del equipo de medida, precintabilidad, grado de protección, etc. se tendrán en cuenta lo indicado a tal efecto en la normativa de la compañía suministradora.

### ACOMETIDAS SUBTERRÁNEAS.

Los cables de alimentación subterránea entrarán en el centro, alcanzando la celda que corresponda, por un canal o tubo. Las secciones de estos canales y tubos permitirán la colocación de los cables con la mayor facilidad posible. Los tubos serán de superficie interna lisa, siendo su diámetro 1,6 veces el diámetro del cable como mínimo, y preferentemente de 15 cm. La disposición de los canales y tubos será tal que los radios de curvatura a que deban someterse los cables serán como mínimo igual a 10 veces su diámetro, con un mínimo de 0,60 m.

Después de colocados los cables se obstruirá el orificio de paso por un tapón al que, para evitar la entrada de roedores, se incorporarán materiales duros que no dañen el cable.

En el exterior del centro los cables estarán directamente enterrados, excepto si atraviesan otros locales, en cuyo caso se colocarán en tubos o canales. Se tomarán las medidas necesarias para asegurar en todo momento la protección mecánica de los cables, y su fácil identificación.

Los conductores de alta tensión y baja tensión estarán constituidos por cables unipolares de aluminio con aislamiento seco termoestable, y un nivel de aislamiento acorde a la tensión de servicio.  
ALUMBRADO.

El alumbrado artificial, siempre obligatorio, será preferiblemente de incandescencia.

Los focos luminosos estarán colocados sobre soportes rígidos y dispuestos de manera que los aparatos de seccionamiento no queden en una zona de sombra; permitirán además la lectura correcta de los aparatos de medida. Se situarán de tal manera que la sustitución de lámparas pueda efectuarse sin necesidad de interrumpir la media tensión y sin peligro para el operario.

Los interruptores de alumbrado se situarán en la proximidad de las puertas de acceso.

La instalación para el servicio propio del CT llevará un interruptor diferencial de alta sensibilidad (30 mA).

### PUESTAS A TIERRA.

Las puestas a tierra se realizarán en la forma indicada en el proyecto, debiendo cumplirse estrictamente lo referente a separación de circuitos, forma de constitución y valores deseados para las puestas a tierra.

#### Condiciones de los circuitos de puesta a tierra

- No se unirán al circuito de puesta a tierra las puertas de acceso y ventanas metálicas de ventilación del CT.

- La conexión del neutro a su toma se efectuará, siempre que sea posible, antes del dispositivo de seccionamiento B.T.

- En ninguno de los circuitos de puesta a tierra se colocarán elementos de seccionamiento.
- Cada circuito de puesta a tierra llevará un borne para la medida de la resistencia de tierra, situado en un punto fácilmente accesible.
- Los circuitos de tierra se establecerán de manera que se eviten los deterioros debidos a acciones mecánicas, químicas o de otra índole.
- La conexión del conductor de tierra con la toma de tierra se efectuará de manera que no haya peligro de aflojarse o soltarse.
- Los circuitos de puesta a tierra formarán una línea continua, en la que no podrán incluirse en serie las masas del centro. Siempre la conexión de las masas se efectuará por derivación.
- Los conductores de tierra enterrados serán de cobre, y su sección nunca será inferior a 50 mm<sup>2</sup>.
- Cuando la alimentación a un centro se efectúe por medio de cables subterráneos provistos de cubiertas metálicas, se asegurará la continuidad de éstas por medio de un conductor de cobre lo más corto posible, de sección no inferior a 50 mm<sup>2</sup>. La cubierta metálica se unirá al circuito de puesta a tierra de las masas.
- La continuidad eléctrica entre un punto cualquiera de la masa y el conductor de puesta a tierra, en el punto de penetración en el suelo, satisfará la condición de que la resistencia eléctrica correspondiente sea inferior a 0,4 ohmios.

### **3.9 Normas de ejecución de las instalaciones**

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

Además del cumplimiento de lo expuesto, las instalaciones se ajustarán a las normativas que le pudieran afectar, emanadas por organismos oficiales y en particular las de la compañía suministradora de la electricidad.

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

La admisión de materiales no se permitirá sin la previa aceptación por parte del Director de Obra. En este sentido, se realizarán cuantos ensayos y análisis indique el D.O., aunque no estén indicados en este Pliego de Condiciones. Para ello se tomarán como referencia las distintas Recomendaciones UNESA, Normas UNE, etc. que les sean de aplicación.

### 3.10 Pruebas reglamentarias

La aparataje eléctrica que compone la instalación deberá ser sometida a los diferentes ensayos de tipo y de serie que contemplen las normas UNE o recomendaciones UNESA conforme a las cuales esté fabricada.

Una vez ejecutada la instalación se procederá, por parte de entidad acreditada por los organismos públicos competentes al efecto, a la medición reglamentaria de los siguientes valores:

- Resistencia de aislamiento de la instalación.
- Resistencia del sistema de puesta a tierra.
- Tensiones de paso y de contacto.

Las pruebas y ensayos a que serán sometidas las celdas una vez terminada su fabricación serán las siguientes:

- Prueba de operación mecánica.
- Prueba de dispositivos auxiliares, hidráulicos, neumáticos y eléctricos.
- Verificación de cableado.
- Ensayo de frecuencia industrial.
- Ensayo dieléctrico de circuitos auxiliares y de control.
- Ensayo de onda de choque 1,2/50 ms.
- Verificación del grado de protección.

### 3.11 Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad

#### PREVENCIONES GENERALES.

Queda terminantemente prohibida la entrada en el local a toda persona ajena al servicio y siempre que el encargado del mismo se ausente, deberá dejarlo cerrado con llave.

Se pondrán en sitio visible del local, y a su entrada, placas de aviso de "Peligro de muerte".

En el interior del local no habrá más objetos que los destinados al servicio al centro de transformación, como banqueta, guantes, etc.

No está permitido fumar ni encender cerillas ni cualquier otra clase de combustible en el interior del local del centro de transformación y en caso de incendio no se empleará nunca agua.

No se tocará ninguna parte de la instalación en tensión, aunque se esté aislado.

Todas las maniobras se efectuarán colocándose convenientemente sobre la banqueta.

Cada grupo de celdas llevará una placa de características con los siguientes datos:

- Nombre del fabricante.
- Tipo de aparataje y número de fabricación.
- Año de fabricación.

- Tensión nominal.
- Intensidad nominal.
- Intensidad nominal de corta duración.
- Frecuencia industrial.

Junto al accionamiento de la aparamenta de las celdas se incorporarán, de forma gráfica y clara, las marcas e indicaciones necesarias para la correcta manipulación de dicha aparamenta.

En sitio bien visible estarán colocadas las instrucciones relativas a los socorros que deben prestarse en los accidentes causados por electricidad, debiendo estar el personal instruido prácticamente a este respecto, para aplicarlas en caso necesario. También, y en sitio visible, debe figurar el presente Reglamento y esquema de todas las conexiones de la instalación, aprobado por la Consejería de Industria, a la que se pasará aviso en el caso de introducir alguna modificación en este centro de transformación, para su inspección y aprobación, en su caso.

#### PUESTA EN SERVICIO.

Se conectarán primero los seccionadores de alta y a continuación el interruptor de alta, dejando en vacío el transformador. Posteriormente, se conectará el interruptor general de baja, procediendo en último término a la maniobra de la red de baja tensión.

Si al poner en servicio una línea se disparase el interruptor automático o hubiera fusión de cartuchos fusibles, antes de volver a conectar se reconocerá detenidamente la línea e instalaciones y, si se observase alguna irregularidad, se dará cuenta de modo inmediato a la empresa suministradora de energía.

#### SEPARACIÓN DE SERVICIO.

Se procederá en orden inverso al determinado en el apartado anterior, o sea, desconectando la red de baja tensión y separando después el interruptor de alta y seccionadores.

#### MANTENIMIENTO.

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

A fin de asegurar un buen contacto en las mordazas de los fusibles y cuchillas de los interruptores, así como en las bornas de fijación de las líneas de alta y de baja tensión, la limpieza se efectuará con la debida frecuencia. Esta se hará sobre banqueta, con trapos perfectamente secos, y teniendo muy presente que el aislamiento que es necesario para garantizar la seguridad personal, sólo se consigue teniendo en perfectas condiciones y sin apoyar en metales u otros materiales derivados a tierra.

Si es necesario cambiar los fusibles, se emplearán de las mismas características de resistencia y curva de fusión.

La temperatura del líquido refrigerante no debe sobrepasar los 60°C.

Deben humedecerse con frecuencia las tomas de tierra. Se vigilará el buen estado de los aparatos, y cuando se observase alguna anomalía en el funcionamiento del centro de transformación, se pondrá en conocimiento de la compañía suministradora, para corregirla de acuerdo con ella.

### **3.12 Certificados y documentación**

Se aportará, para la tramitación de este proyecto ante los organismos públicos, la documentación siguiente:

- Autorización administrativa.
- Proyecto, suscrito por técnico competente.
- Certificado de tensiones de paso y contacto, por parte de empresa homologada.
- Certificado de Dirección de obra.
- Contrato de mantenimiento.
- Escrito de conformidad por parte de la compañía suministradora.

### **3.13 Libro de órdenes**

Se dispondrá en el centro de transformación de un libro de órdenes, en el que se harán constar las incidencias surgidas en el transcurso de su ejecución y explotación, incluyendo cada visita, revisión, etc.

### **3.14 Recepción de la obra**

Durante la obra o una vez finalizada la misma, el Director de Obra podrá verificar que los trabajos realizados están de acuerdo con las especificaciones de este Pliego de Condiciones. Esta verificación se realizará por cuenta del Contratista.

Una vez finalizadas las instalaciones el Contratista deberá solicitar la oportuna recepción global de la Obra. En la recepción de la instalación se incluirán los siguientes conceptos:

- Aislamiento. Consistirá en la medición de la resistencia de aislamiento del conjunto de la instalación y de los aparatos más importantes.
- Ensayo dieléctrico. Todo el material que forma parte del equipo eléctrico del centro deberá haber soportado por separado las tensiones de prueba a frecuencia industrial y a impulso tipo rayo.
- Instalación de puesta a tierra. Se comprobará la medida de las resistencias de tierra, las tensiones de contacto y de paso, la separación de los circuitos de tierra y el estado y resistencia de los circuitos de tierra.
- Regulación y protecciones. Se comprobará el buen estado de funcionamiento de los relés de protección y su correcta regulación, así como los calibres de los fusibles.
- Transformadores. Se medirá la acidez y rigidez dieléctrica del aceite de los transformadores.

Julio de 2023

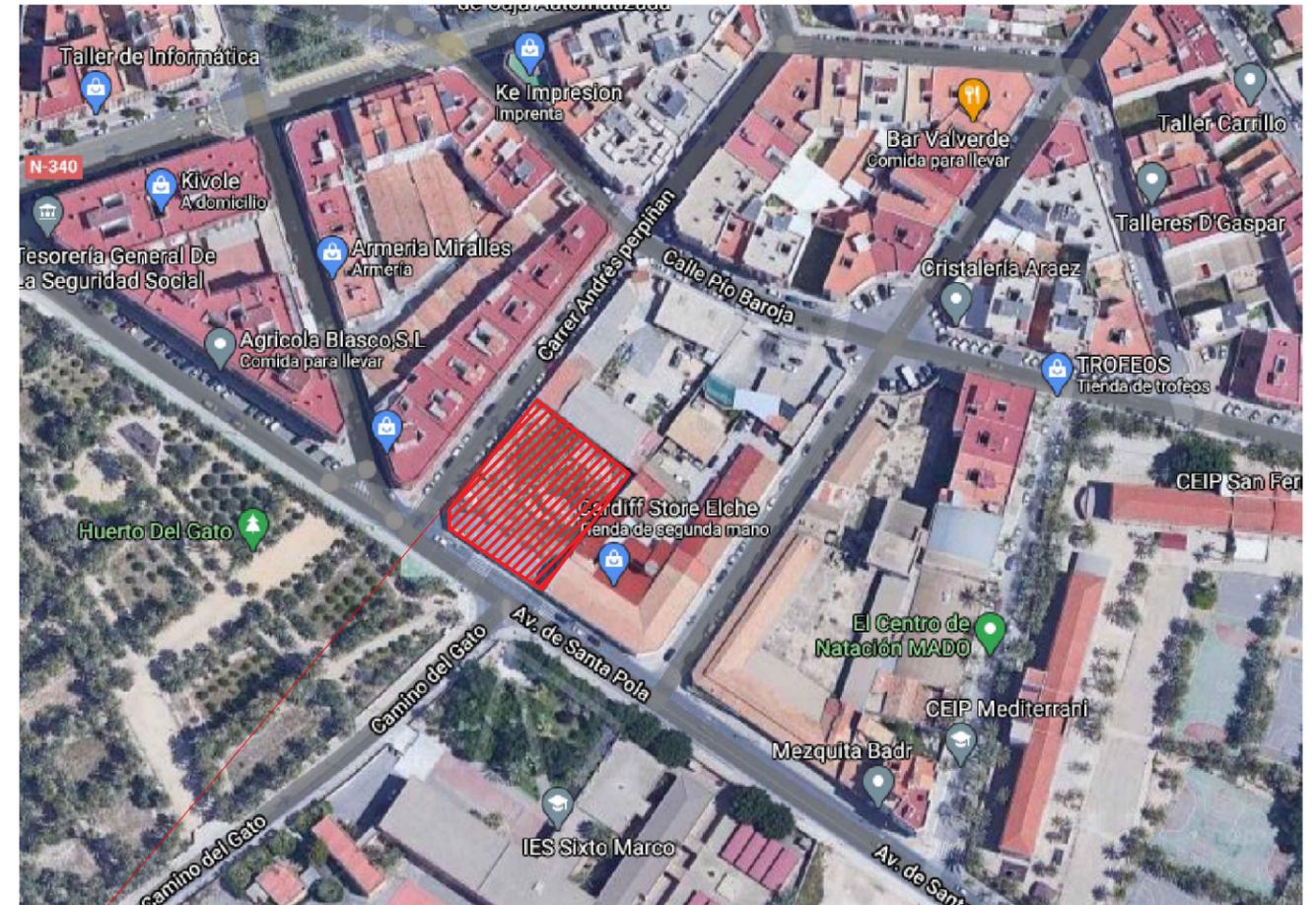
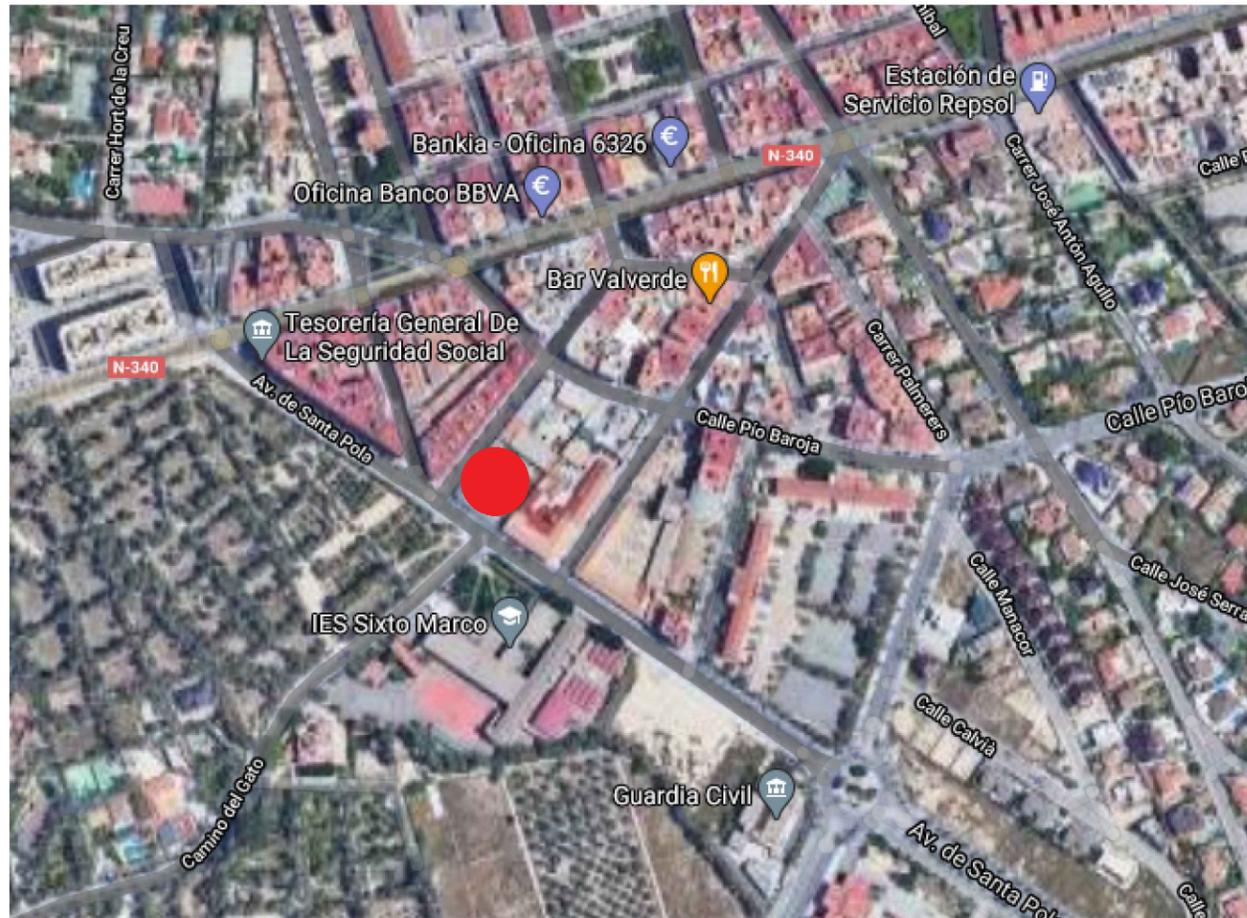
Graduado en Ingenier3a El3ctrica



David Dom3nguez Vaquero

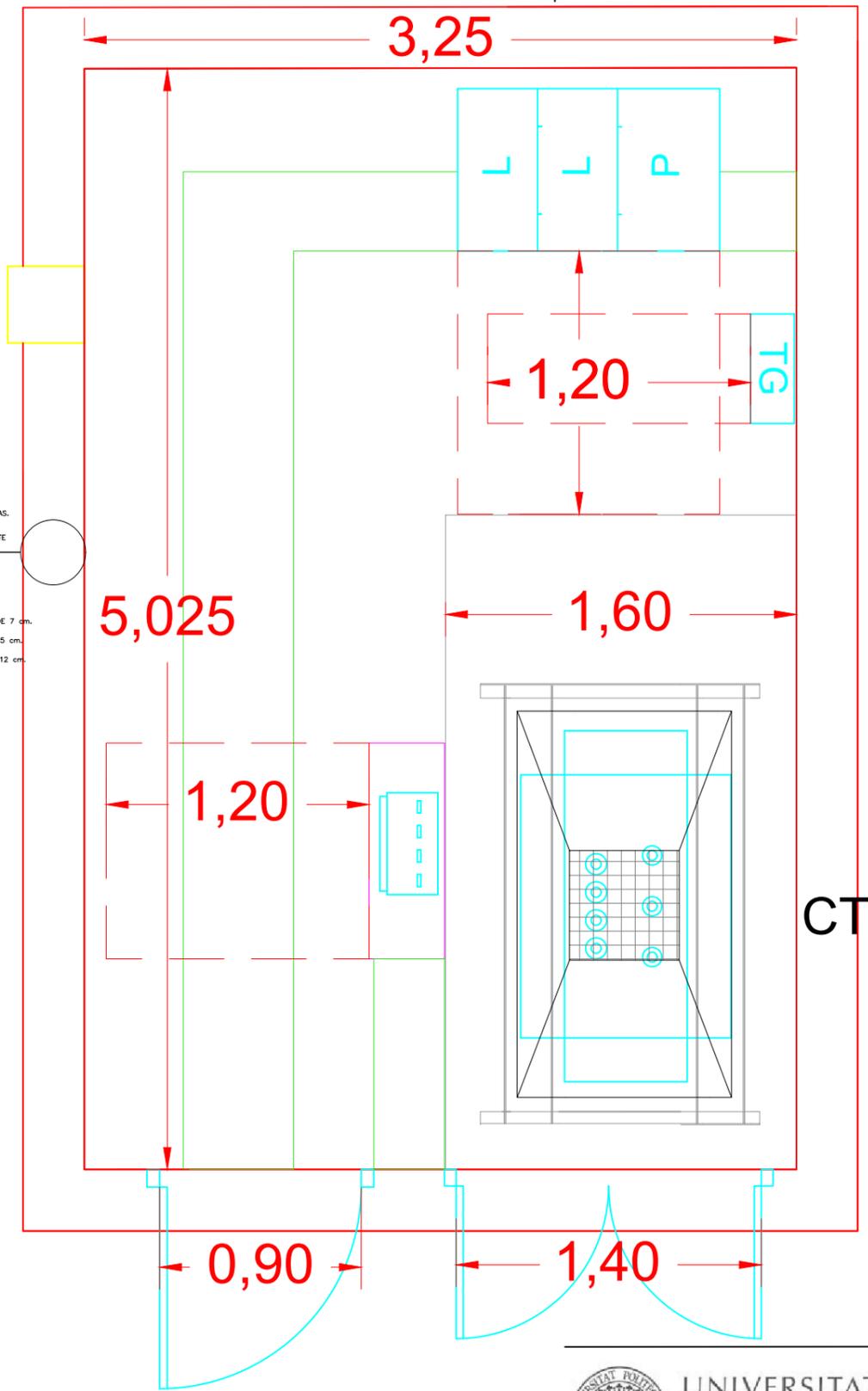
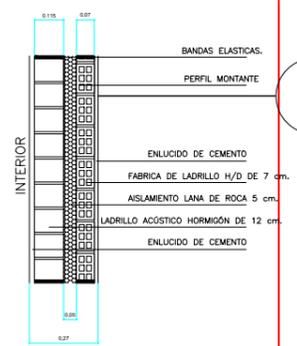


## 4 PLANOS



ETRS 89 - UTM30  
 X: 702438 Y: 4238037  
 Referencia catastral  
 2682105YH0328B0001LG

 <b>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA</b> CAMPUS D'ALCOI	PLANO: <b>SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO</b>		PLANO Nº: <b>01</b>
	ESCALA: <b>S/E</b>	FECHA: <b>Julio 2023</b>	SITUACIÓN: <b>c/ Andrés Perpiñán, Elche</b>
PROYECTO: <b>CENTRO DE TRANSFORMACIÓN - EDIFICIO DE 28 VIVIENDAS</b>			AUTOR: <b>David Domínguez Vaquero</b>

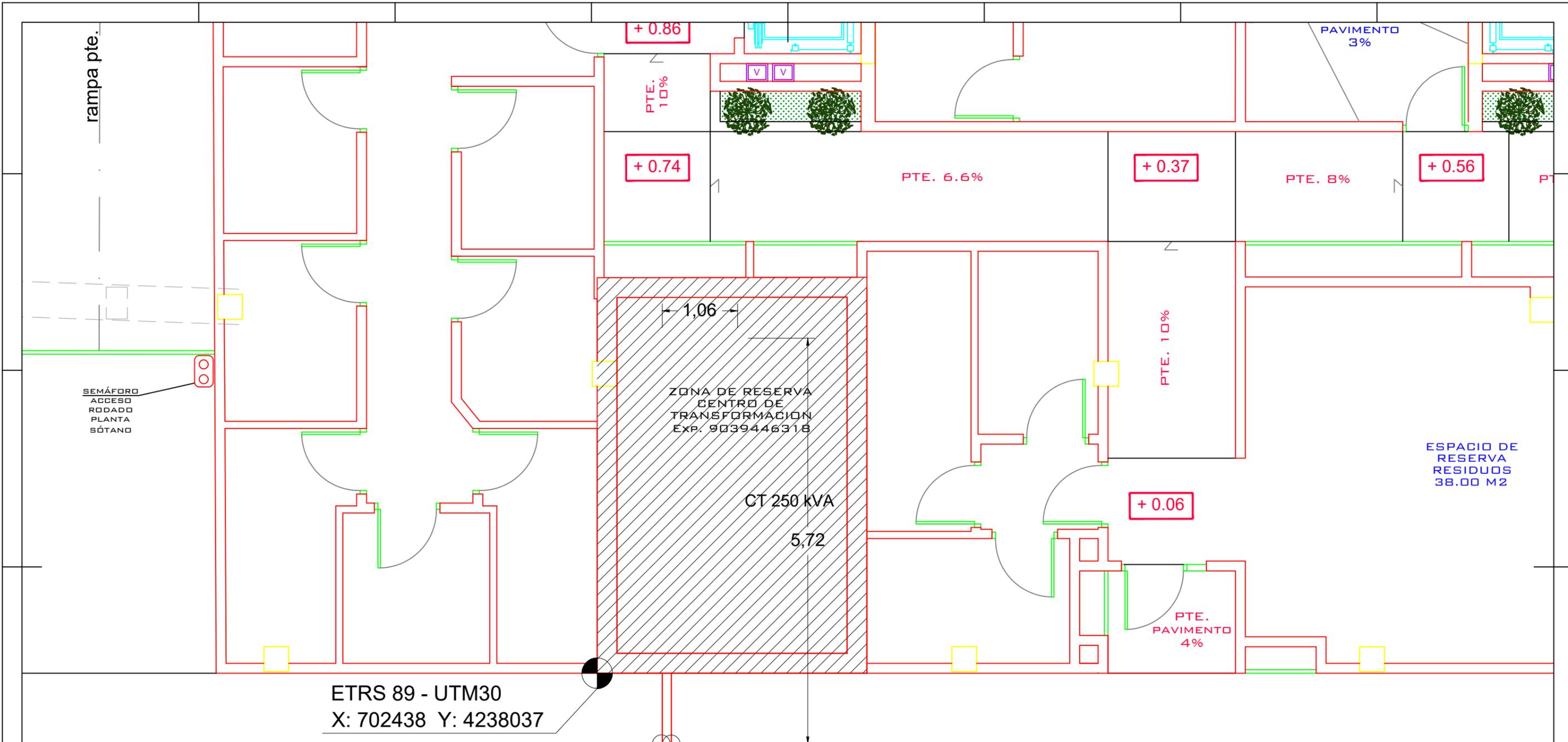


CT 250 kVA

C/ Andrés Perpiñán



PLANO: DISTRIBUCIÓN		PLANO Nº: 02
ESCALA: 1/25	FECHA: Julio 2023	SITUACIÓN: c/ Andrés Perpiñán, Elche
PROYECTO: CENTRO DE TRANSFORMACIÓN - EDIFICIO DE 28 VIVIENDAS		AUTOR: David Domínguez Vaquero



ETRS 89 - UTM30  
X: 702438 Y: 4238037

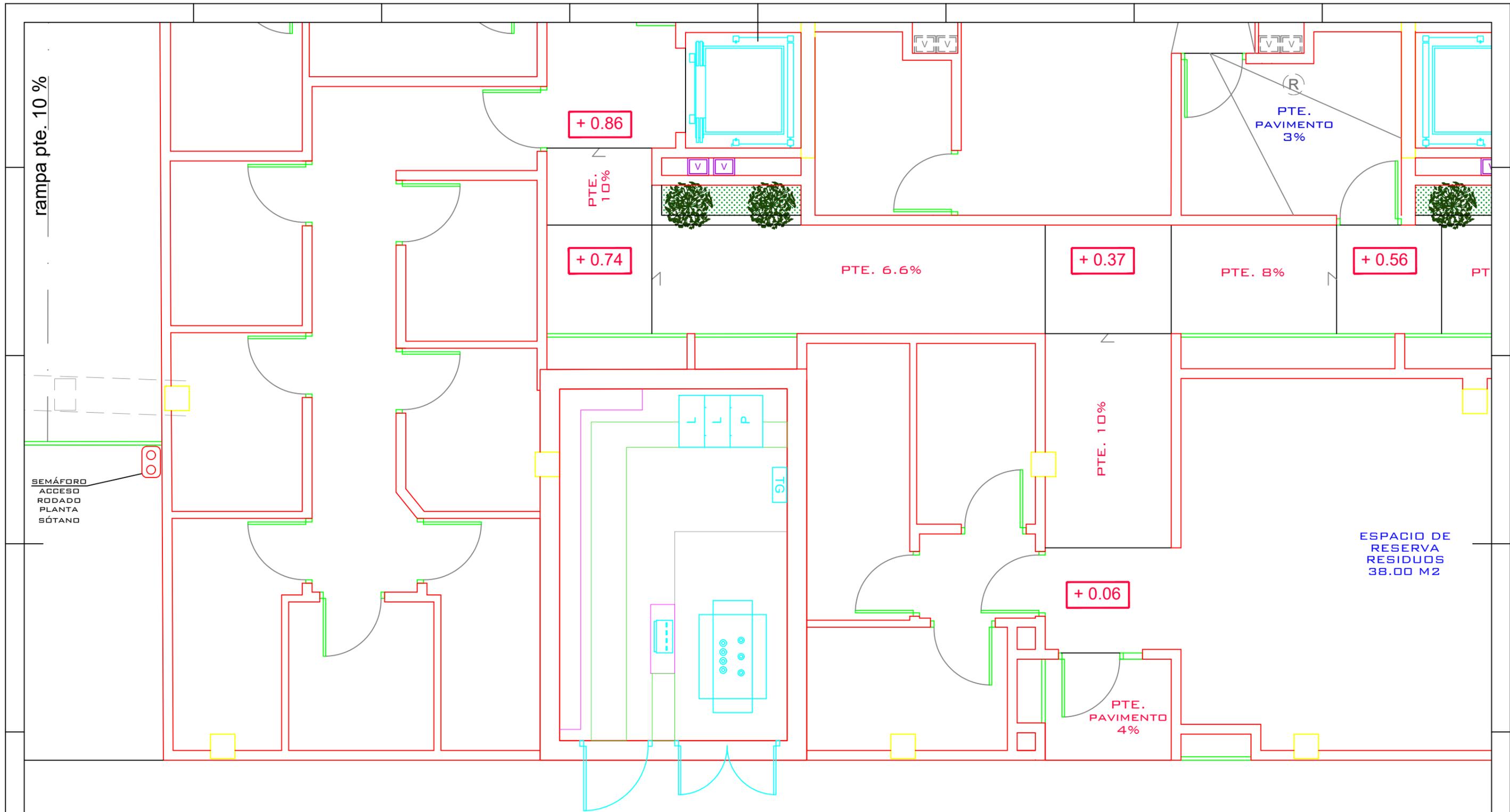
C/ Andrés Perpiñán

Entronque LSMT

Entronque:  
LSMT i-DE existente HEPRZ-AI 240mm2  
Punto de conexión entre CT TEJERA Y CT GUARDIA CIVIL

Nota: El Ayto. de Elche no permite instalar arquetas en la acera.

 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI	PLANO: ENTRONQUE		PLANO Nº: 03
	ESCALA: 1/50	FECHA: Julio 2023	SITUACIÓN: c/ Andrés Perpiñán, Elche
PROYECTO: CENTRO DE TRANSFORMACIÓN - EDIFICIO DE 28 VIVIENDAS			AUTOR: David Domínguez Vaquero



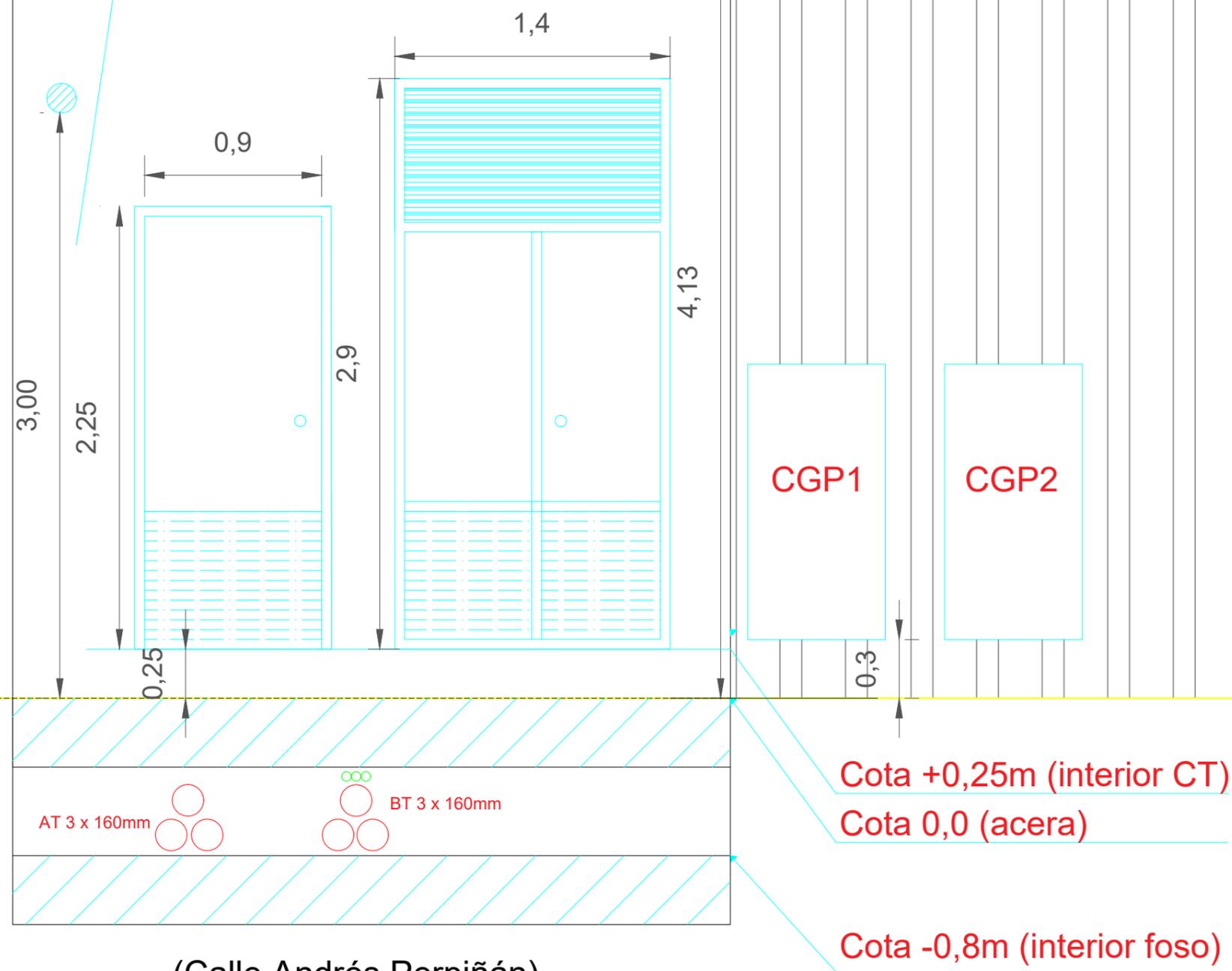
C/ Andrés Perpiñán



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA  
CAMPUS D'ALCOI

PLANO: UBICACIÓN CT		PLANO Nº: 04
ESCALA: 1/50	FECHA: Julio 2023	SITUACIÓN: c/ Andrés Perpiñán, Elche
PROYECTO: CENTRO DE TRANSFORMACIÓN - EDIFICIO DE 28 VIVIENDAS		AUTOR: David Domínguez Vaquero

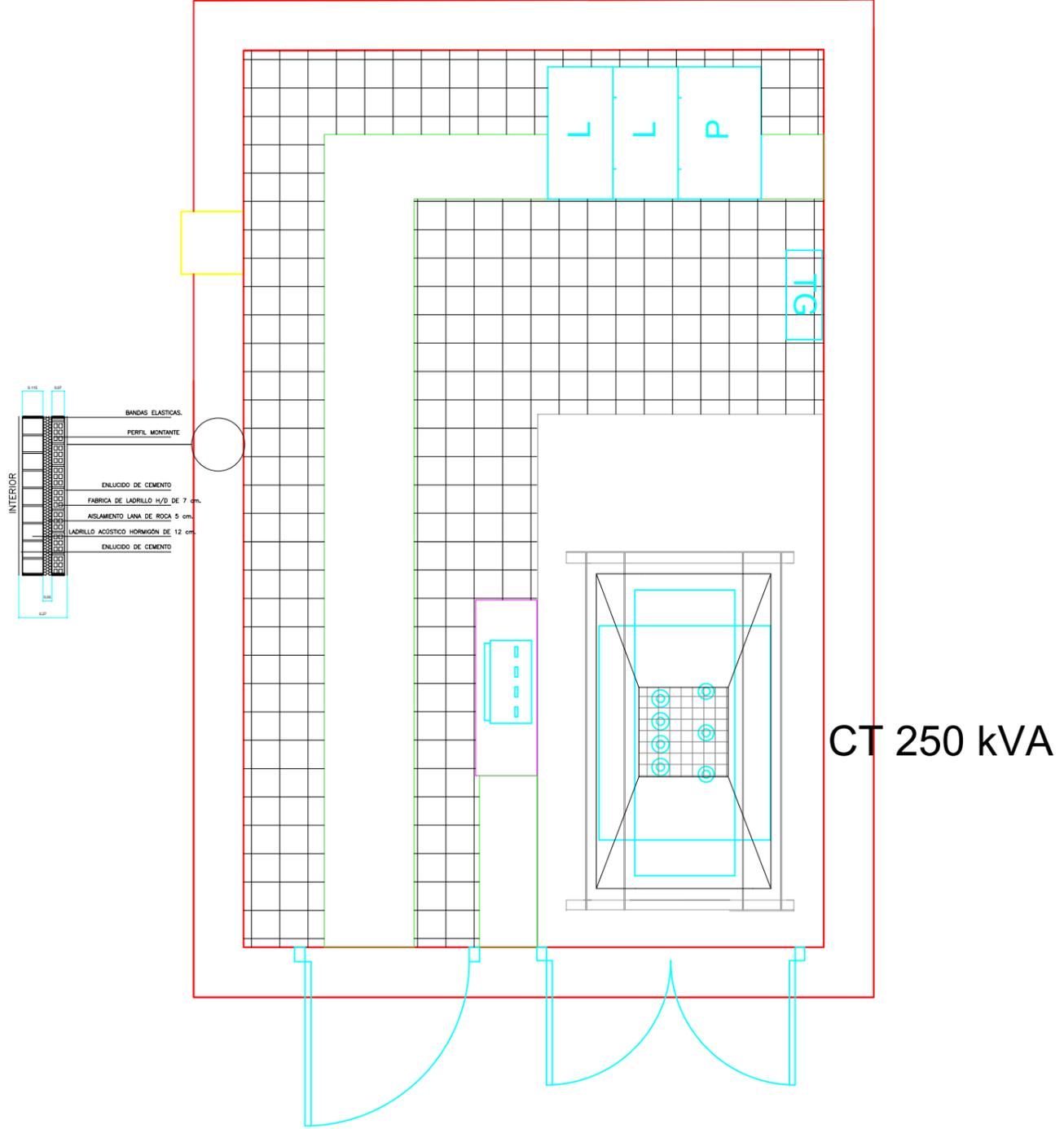
Entrada GE - CBTO1  
150mm con tapa interior



(Calle Andrés Perpiñán)

 <p>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI</p>	PLANO: ALZADO		PLANO Nº: 05
	ESCALA: 1/25	FECHA: Julio 2023	SITUACIÓN: c/ Andrés Perpiñán, Elche
PROYECTO: CENTRO DE TRANSFORMACIÓN - EDIFICIO DE 28 VIVIENDAS			AUTOR: David Domínguez Vaquero

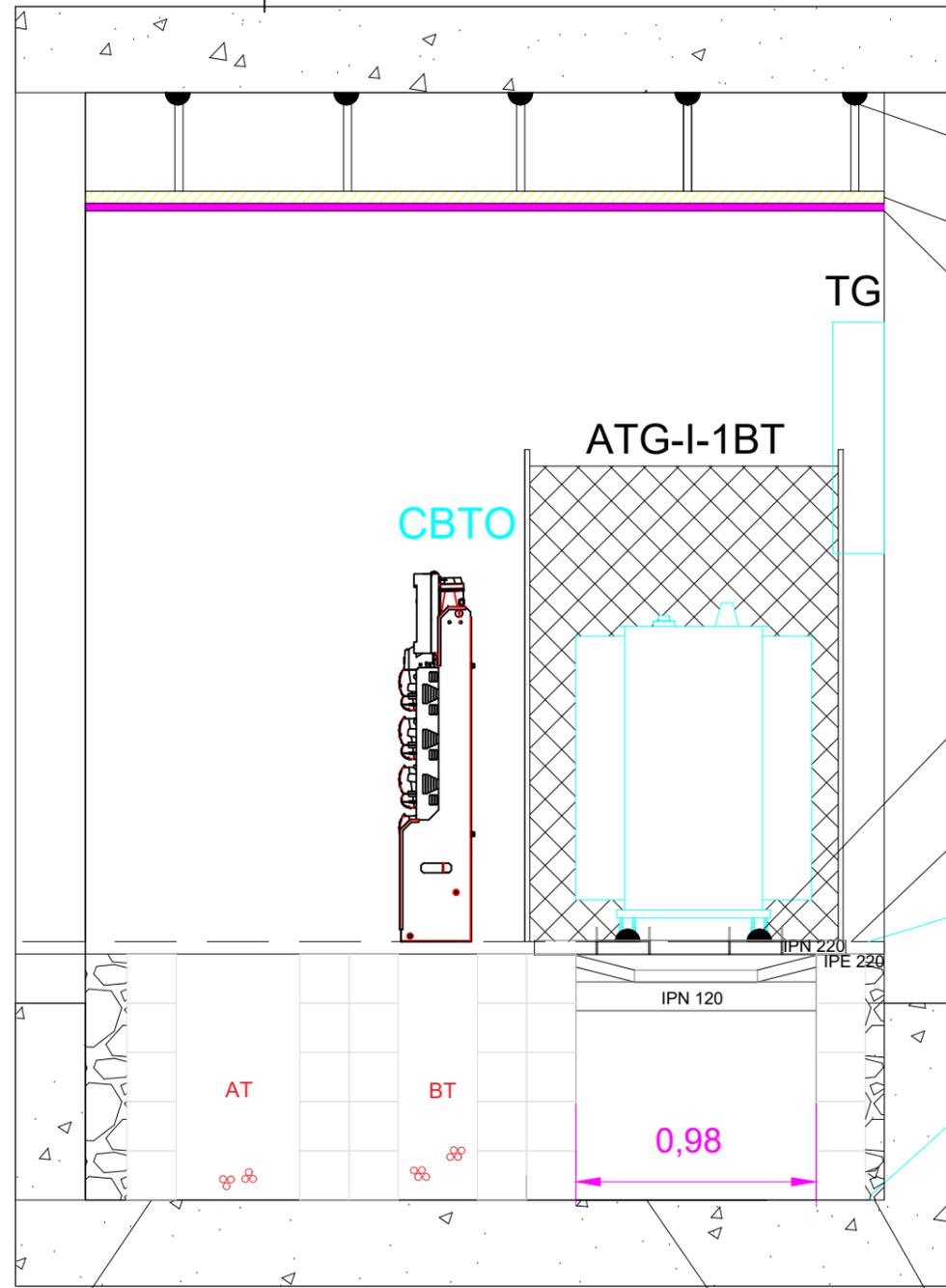
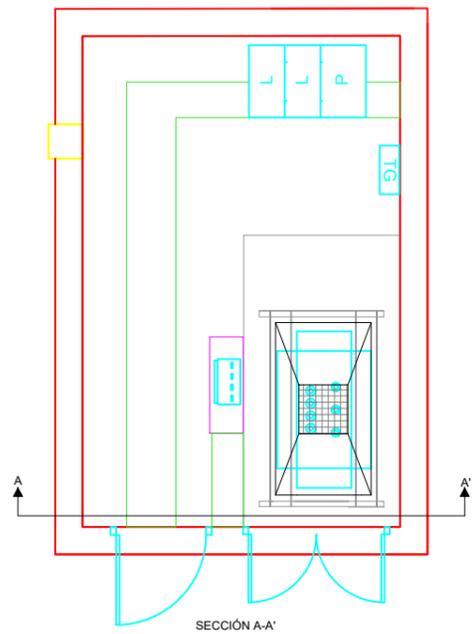
Cuadrícula mallazo equipotencial  $\leq 30 \times 30 \text{cm}$   
 Redondos  $\geq 4 \text{mm}$  diámetro ( 6mm de diámetro )  
 Profundidad  $\geq 0,1 \text{m}$



C/ Andrés Perpiñán

 <b>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA</b> CAMPUS D'ALCOI	PLANO: <b>CANALIZACIONES</b>		PLANO Nº: <b>06</b>
	ESCALA: <b>1/30</b>	FECHA: <b>Julio 2023</b>	SITUACIÓN: <b>c/ Andrés Perpiñán, Elche</b>
PROYECTO: <b>CENTRO DE TRANSFORMACIÓN - EDIFICIO DE 28 VIVIENDAS</b>			AUTOR: <b>David Domínguez Vaquero</b>

SECCIÓN A-A'



Amortiguadores acústicos  
LM 50mm  
Paneles techo No higroscópico

Silentblocks  
Hormigón 10-15cm  
Mallazo 30x30 6mm  
Cota +0,25m (interior CT)  
Cota 0,0 (acera)

Cota -0,8m

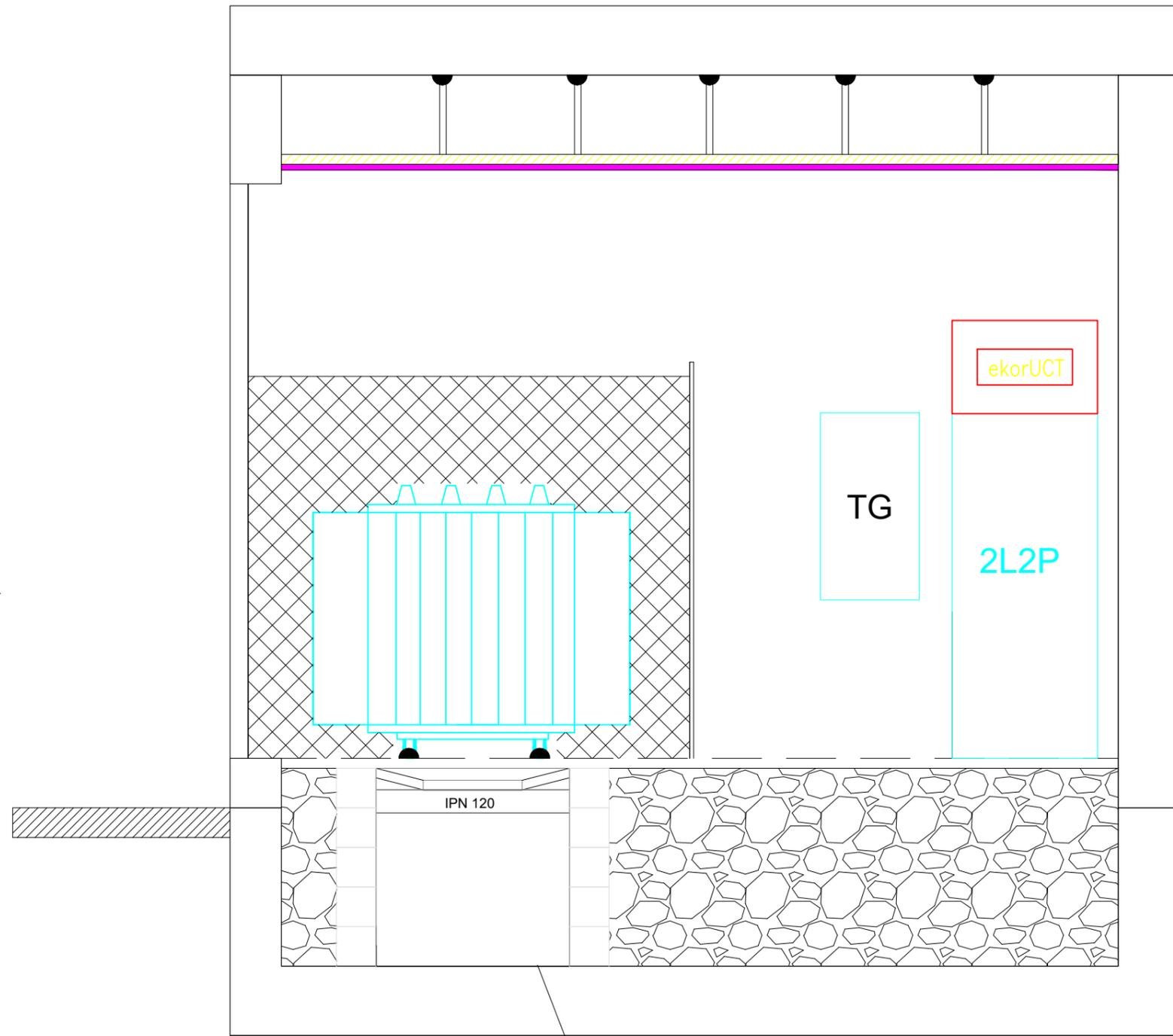
Relleno arlita - aligerado  
Foso recogida 600L  
Cortafuegos + impermeabilización

Bloque hormigón 20x20x40 macizado

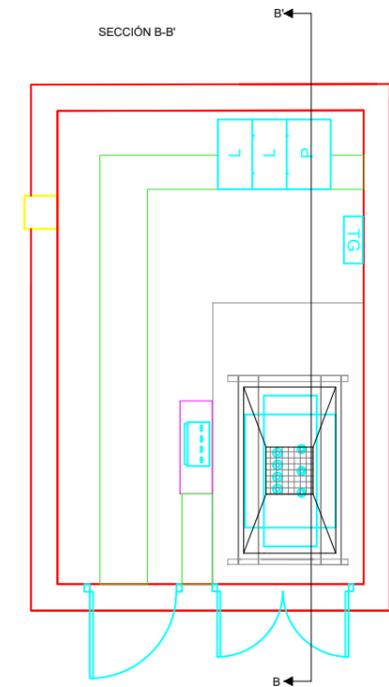
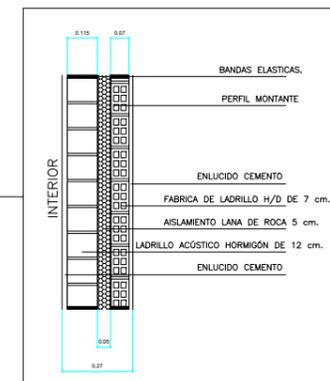
El CT se revestirá por el interior con un LH7, aparte del cerramiento de proyecto descrito.

 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI	PLANO: SECCIÓN A-A'		PLANO Nº: 07
	ESCALA: 1/25	FECHA: Julio 2023	SITUACIÓN: c/ Andrés Perpiñán, Elche
PROYECTO: CENTRO DE TRANSFORMACIÓN - EDIFICIO DE 28 VIVIENDAS			AUTOR: David Domínguez Vaquero

\* El CT se revestirá por el interior con un LH7, aparte del cerramiento de proyecto descrito.



SECCIÓN B-B'

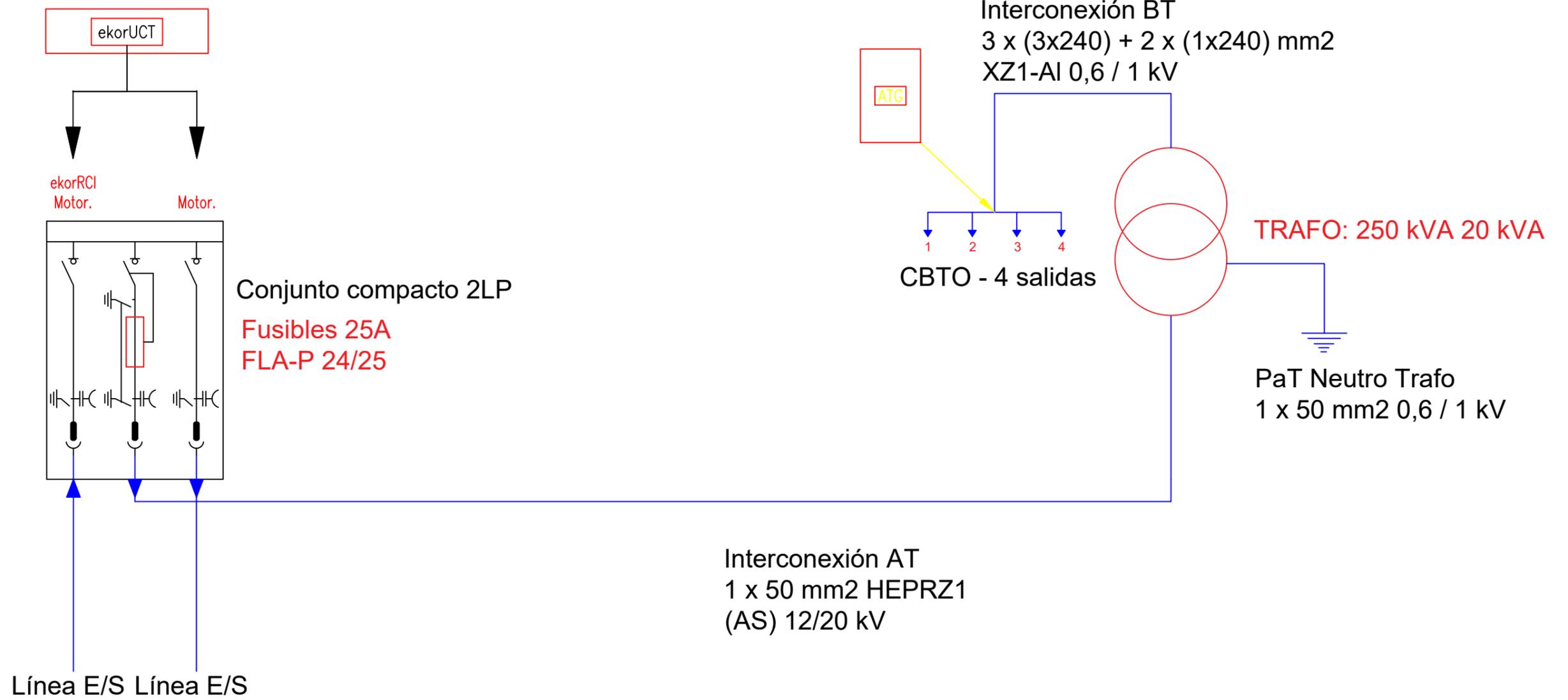


Foso recogida 600L  
Cortafuegos + impermeabilización

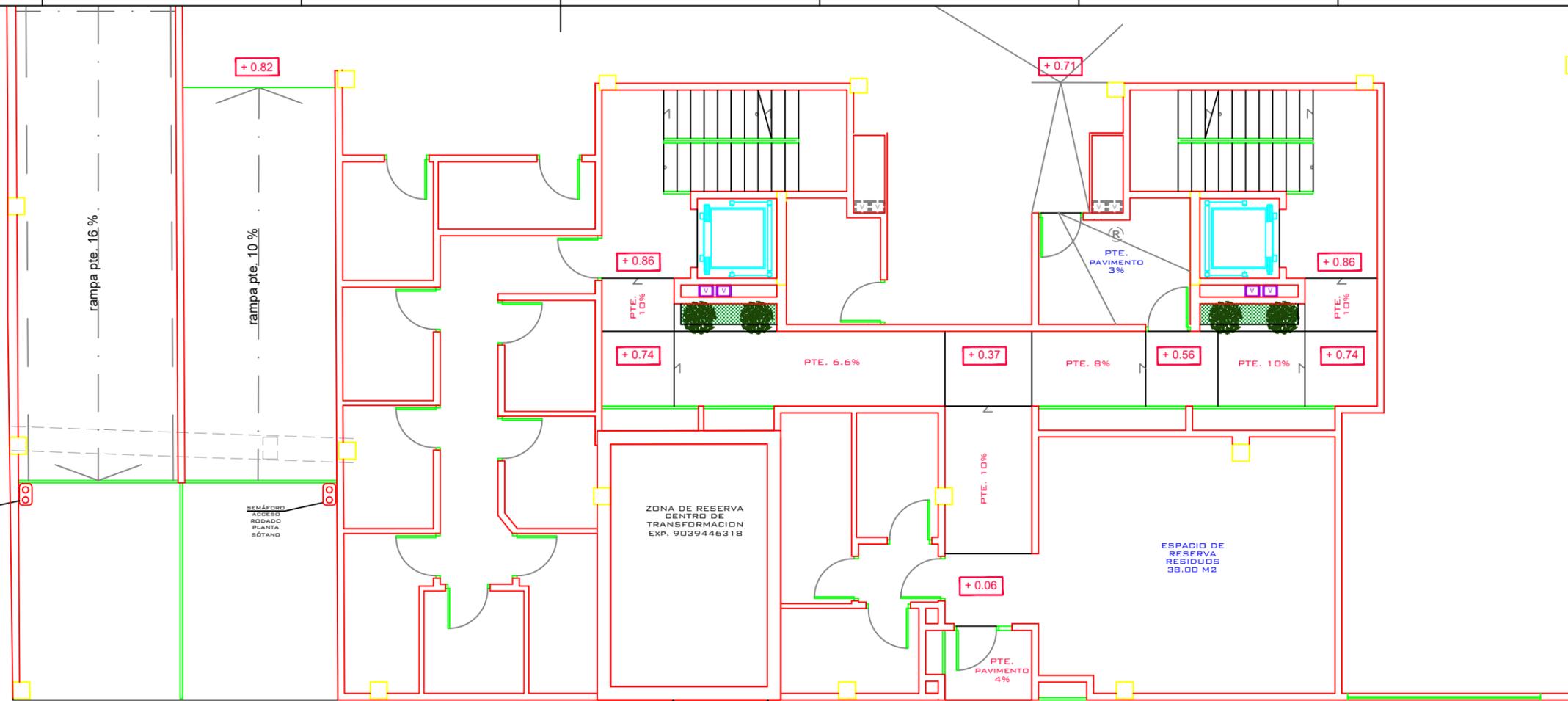


UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA  
CAMPUS D'ALCOI

PLANO: SECCIÓN B-B'		PLANO N°: 08
ESCALA: 1/25	FECHA: Julio 2023	SITUACIÓN: c/ Andrés Perpiñán, Elche
PROYECTO: CENTRO DE TRANSFORMACIÓN - EDIFICIO DE 28 VIVIENDAS		AUTOR: David Domínguez Vaquero

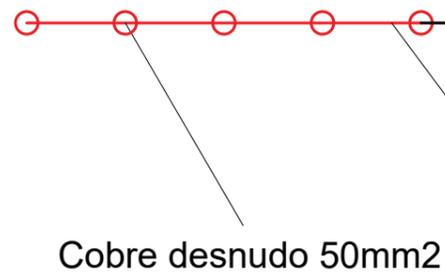


 <b>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA</b> CAMPUS D'ALCOI	PLANO: ESQUEMA UNIFILAR		PLANO Nº: 09
	ESCALA: S/E	FECHA: Julio 2023	SITUACIÓN: c/ Andrés Perpiñán, Elche
PROYECTO: CENTRO DE TRANSFORMACIÓN - EDIFICIO DE 28 VIVIENDAS			AUTOR: David Domínguez Vaquero



PLANTA 1ª

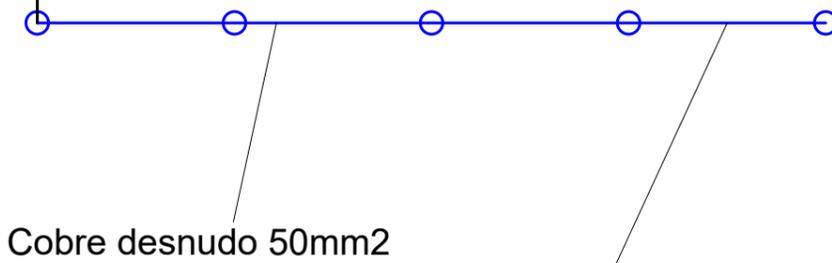
C/ Andrés Perpiñán



Cable aislado cobre 50mm2

PaT de servicio

5 picas - L=2m - D=1,5m - P=0,8m



Cable aislado cobre 50mm2

Cobre desnudo 50mm2

PaT de protección - CPT-CTL-5P2

5 picas - L=2m - D=3m - P=0,5m

 <p>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI</p> <p>PROYECTO: CENTRO DE TRANSFORMACIÓN - EDIFICIO DE 28 VIVIENDAS</p>	PLANO: PUESTA A TIERRA		PLANO Nº: 10
	ESCALA: 1/100	FECHA: Julio 2023	SITUACIÓN: c/ Andrés Perpiñán, Elche
	AUTOR: David Domínguez Vaquero		

## Equipamiento de cajas de tierra para cada posición del transformador

### PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN

#### ELECTRODO CPT-CTL-5P2

- PICAS ALINEADAS
- 5 PICAS DE 2 m
- CONDUCTOR 0,6/1 kV 50 mm<sup>2</sup>
- PROFUNDIDAD: 0,8 m
- SEPARACIÓN: 3 m



*Caja de Seccionamiento de Protección*

### PUESTA A TIERRA DE SERVICIO

#### ELECTRODO

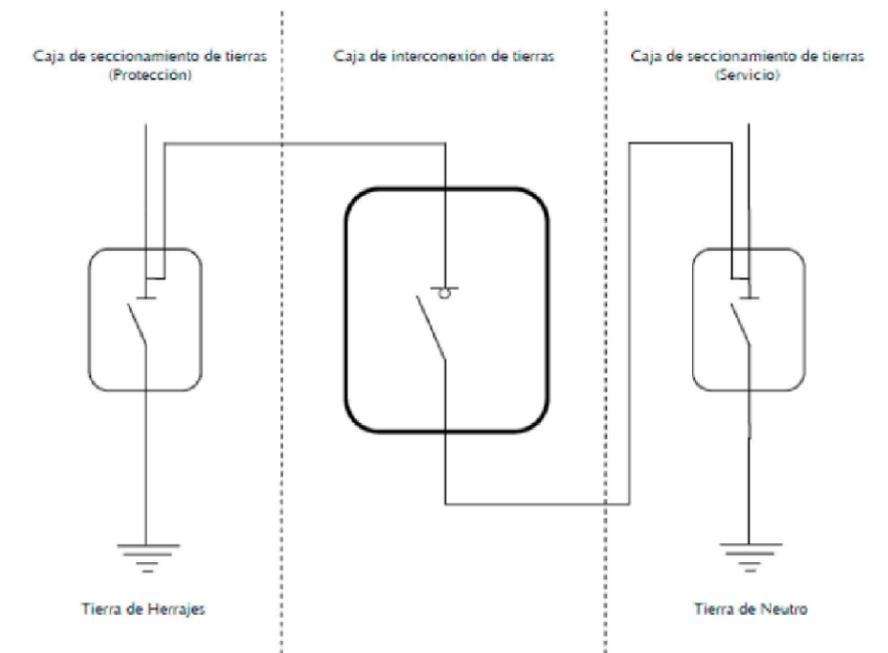
- PICAS ALINEADAS
- 5 PICAS DE 2 m
- CONDUCTOR 0,6/1 kV 50 mm<sup>2</sup>
- PROFUNDIDAD: 0,8m
- SEPARACIÓN: 1,5 m



*Caja de Seccionamiento de Servicio*

## Interconexión de la caja de unión de tierras

Conductor de cobre aislado de sección mínima 16 mm<sup>2</sup>.



 <b>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA</b> CAMPUS D'ALCOI	PLANO: <b>DETALLES CAJAS DE TIERRA</b>		PLANO Nº: <b>11</b>
	ESCALA: <b>S/E</b>	FECHA: <b>Julio 2023</b>	SITUACIÓN: <b>c/ Andrés Perpiñán, Elche</b>
PROYECTO: <b>CENTRO DE TRANSFORMACIÓN - EDIFICIO DE 28 VIVIENDAS</b>			AUTOR: <b>David Domínguez Vaquero</b>



## 5 PRESUPUESTO

**PRESUPUESTO Y MEDICIONES**

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>CAPÍTULO 01 DEMOLICIONES</b>									
01.01	ud Cata localización de servicios								
	Apertura de cata de las dimensiones necesarias para localización de servicios, con medios mecánicos y manuales, incluyendo demolición de pavimentos, excavación, carga y transporte a vertedero de todos los residuos.								
	catas puesta a tierra	3	1,00			3,00			
							3,000	129,53	388,59
	<b>TOTAL CAPÍTULO 01 DEMOLICIONES</b> .....								<b>388,59</b>

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE	
<b>CAPÍTULO 02 OBRA CIVIL</b>										
02.01	<p><b>u Partida ejecución local interior</b></p> <p>Unidad de ejecución de habitáculo para Centro de Transformación con las siguientes características:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dimensiones: Las establecidas en el plano de detalle.</li> <li>- Se construirán de forma que sus características mecánicas estén de acuerdo con el resto del edificio, pero como mínimo presentarán una resistencia mecánica equivalente a la de los espesores de los cerramientos de proyecto.</li> </ul> <p>En especial los trabajos a realizar incluirán :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Aislamiento de techo (falso techo con estructura portante con elementos elásticos de baja frecuencia compuesta con placas de techo no higroscópico RF120 + lana mineral 50 mm y cámara de aire)</li> <li>· Trasdosados de ladrillo. Se trasdosará el perímetro del recinto interior del CT con LH7, aparte del cerramiento descrito en proyecto.</li> <li>· Enfoscado con mortero de cemento y arena.</li> <li>· Pintura interior.</li> <li>· Recreido de forjado, formación de fosos, canalizaciones, tapas de hormigón y formación de pozos apagafuegos con cortafuegos. Se evitará cualquier elemento metálico en contacto con el piso del CT para evitar tensiones.</li> <li>· Pavimento incluido formación de escalón de entrada y malla equipotencial 30x30 6mm.</li> <li>· Cerrajería. Puertas, rejillas de ventilación y defensas de acuerdo a las normas de la compañía, según proyecto.</li> <li>- Los materiales empleados cumplirán con las exigencias del CTE en especial DB SI, DB HR Y DB HE.</li> <li>- El acabado tendrá las siguientes características:</li> <li>* Paramentos interiores: Raseo con mortero de cemento y arena, lavado de dosificación 1:4, con aditivo hidrófugo en masa, talochado y pintado, estando prohibido el acabado con yeso.</li> <li>- La carpintería será metálica y protegida mediante galvanizado en caliente en los elementos siguientes:</li> <li>rejillas ventilación y puertas CTOU para dos trafos y hombre, según descripción de proyecto y normas i-DE.</li> <li>- Las dimensiones, marcas y tipos para todos ellos. cumplirán lo especificado en la Norma NI 50.20.03 "Herrajes, puertas, tapas, rejilla, escaleras y cerraduras para Centros de Transformación".</li> <li>- Iluminación: El habitáculo dispondrá de 3 puntos de luz, según MT correspondiente.</li> <li>- Emergencia y Protección: Como elementos del sistema de emergencia y protección al habitáculo se le dotará de:</li> <li>* 2 Puntos de luz de emergencia autónomo para la señalización de los accesos al centro</li> <li>* Placa reglamentaria de "PELIGRO DE MUERTE", 2 unidades</li> <li>* Placa reglamentaria de "PRIMEROS AUXILIOS", 1 unidad</li> <li>* Todas las placas necesarias descritas en proyectos.</li> </ul>	1						1,00		
								1,000	9.974,32	9.974,32
	<b>TOTAL CAPÍTULO 02 OBRA CIVIL</b>									<b>9.974,32</b>

**PRESUPUESTO Y MEDICIONES**

<b>CÓDIGO</b>	<b>RESUMEN</b>	<b>UDS</b>	<b>LONGITUD</b>	<b>ANCHURA</b>	<b>ALTURA</b>	<b>PARCIALES</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO</b>	<b>IMPORTE</b>
<b>CAPÍTULO 03 FIRMES Y PAVIMENTOS</b>									
03.01	m Apertura zanja para puestas a tierra 0,3m x 0,8m profundidad								
	Apertura de zanja para puestas a tierra, una de servicio y otra de protección, incluso relleno y apisonado y remate de acera con mismo material.								
							24,000	99,41	2.385,84
	<b>TOTAL CAPÍTULO 03 FIRMES Y PAVIMENTOS .....</b>								<b>2.385,84</b>

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE	
<b>CAPÍTULO 04 APARAMENTA ELÉCTRICA</b>										
04.01	<p><b>u Celda compacta 2LP</b></p> <p>Celda compacta de 2 Funciones de línea y 1 de protección con ruptofusible CGMCOSMOS-2LP o equivalente por fabricante homologado i-DE, corte y aislamiento integral en SF6. Cuenta con el equipo de Kit de telemando (según NI 50.42.11 tipo STAR).</p> <p>Conteniendo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2L - interruptor-seccionador de tres posiciones (cat. E3 s/IEC 62271-103), conexión-seccionamiento-puesta a tierra. Vn=24 kV, In=400 A / Icc=16 kA. Con mando manual. Incluye indicador presencia tensión.</li> <li>• P - interruptor-seccionador de tres posiciones (cat. E3 s/IEC 62271-103), conexión-seccionamiento-doble puesta a tierra. Vn=24 kV, In=400 A / Icc=16 kA. Con mando manual. Incluye indicador presencia tensión y fusibles limitadores.</li> </ul> <p>Totalmente montada y conexionada.</p>	CT4	1	1,00			1,00			
							1,000	10.500,00	10.500,00	
04.02	<p><b>u Trafo aceite 250 kVA</b></p> <p>Transformador trifásico de distribución, hermético de llenado integral, de refrigeración natural en aceite, 250 kVA 20/B2 normas i-DE y pérdidas s/directiva 2009/125/CE "Ecodiseño". Regulación en el primario + 2,5% , + 5% , + 7,5% , + 10% , con pasatapas enchufables. Se incluye la colocación en el interior del centro de transformación con elementos antivibradores.</p>	CT	1	1,00		1,00				
							1,000	7.068,00	7.068,00	
04.03	<p><b>u Tierra de protección - Herrajes</b></p> <p>Instalación de tierras exteriores para herrajes y proteccion del CT, según electrodo CPL-CTL-5P2, incluyendo 5 picas de 2,00 m de longitud, separadas 3m y enterradas a 0,5m de profundidad mínima, según MT 2.11.33 mayo 2019, con cable de cobre desnudo, cable de cobre aislado de 0,6/1kV y elementos de conexión, instalado y comprobado.</p>	Herrajes	1	1,00		1,00				
							1,000	451,23	451,23	
04.04	<p><b>u Tierra de servicio - Neutro</b></p> <p>Instalación de tierras exteriores de servicio para conexión de neutro, incluyendo 5 picas de 2,00 m. de longitud, a una profundidad de 0,8m, con cable de cobre desnudo, cable de cobre aislado de 0,6/1kV y elementos de conexión, instalado y comprobado.</p>	Neutro	1	1,00		1,00				
							1,000	351,56	351,56	
04.05	<p><b>u Elementos de seguridad</b></p> <p>Conjunto de accesorios de seguridad y maniobra constituido por una banqueta aislante, guantes aislantes, pértiga aislante y armario de primeros auxilios, según Instrucciones Técnicas Complementarias del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación. B.O.E. 25-10-84, colocado.</p>	CT	1			1,00				
							1,000	550,00	550,00	
04.06	<p><b>u Telegestión y telemando</b></p> <p>Armario Telegestión de BT, para instalación interior y transformador, referencia ATG-I-1BT según norma Iberdrola, con sistema de comunicaciones 3G, concentradores de datos y cableado necesario. Antena para comunicaciones 2G/3G OMNI compacta según norma Iberdrola.</p> <p>Interconexión entre el CBT y Armario de Telegestión.</p> <p>Integración del CT en la WEB STAR de Iberdrola:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Replanteo Web Star: Toma de datos iniciales.</li> <li>• Medición de cobertura e informe de Viabilidad de las comunicaciones.</li> <li>• Pruebas previas a la puesta en servicio.</li> </ul> <p>Incluyendo equipos auxiliares periféricos, cableado y mano de obra, todo ello realizado según MT de i-DE.</p> <p>Incluye Unidad Compacta de Telemando con referencia ekor.uct</p> <p>Incluye Automatización de las celdas</p>	CT4	1	1,00		1,00				
							1,000	14.000,00	14.000,00	

# PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
04.07	<b>u Cuadro de Distribución Baja Tensión de 4 salidas CBTO-5</b>								
	Cuadro para baja tensión equipado con bases tripolares para 4 líneas de salida CBTO-5 Tripolares 400A para telegestión, incluso bases y cartuchos fusibles tipo NH2-250A. Totalmente montados y conexiados.								
CT		1	1,00			1,00			
							1,000	2.975,00	2.975,00
	<b>TOTAL CAPÍTULO 04 APARAMENTA ELÉCTRICA.....</b>								<b>35.895,79</b>

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>CAPÍTULO 05 PUENTES Y TERMINALES</b>									
05.01	<b>ud Juego de 3 conectores apantallados M16 630 A</b> Suministro e instalación de juego de 3 conectores apantallados en "T" roscados M16 630 A para celda compacta, totalmente instalado y comprobado según normas de la empresa distribuidora.								
	CT AT	1	1,00			1,00			
							1,000	400,88	400,88
05.02	<b>ud Juego de 3 conectores apantallados Rectos 400 A</b> Suministro e instalación de juego de 3 conectores apantallados enchufables rectos lisos 400 A para celda RM6, totalmente instalado y comprobado según normas de la empresa distribuidora.								
	CT AT	1	1,00			1,00			
							1,000	198,75	198,75
05.03	<b>ud Juego de 3 puentes AT HEPRZ1 50 mm2</b> Suministro e instalación de juego de puentes de cables AT unipolares de aislamiento seco HEPRZ1, aislamiento 12/20 kV, de 50 mm2 en AI con sus correspondientes elementos de conexión, totalmente instalado y comprobado según normas de la empresa distribuidora.								
	CT AT	1	1,00			1,00			
							1,000	399,37	399,37
05.04	<b>ud Juego de puentes BT 0,6/1 kV AI 3x240 mm2</b> Suministro e instalación de juego de puentes de cables BT unipolares de aislamiento seco 0.6/1 kV de AI, de 3x240mm2 para las fases y de 2x240mm2 para el neutro y demás características según memoria, totalmente instalado y comprobado según normas de la empresa distribuidora.								
	CT BT	1	1,00			1,00			
							1,000	414,37	414,37
05.05	<b>ud Pasatapas enchufables MT</b> Suministro e instalación de 3 pasatapas para conexión a bornas enchufables en MT en la tapa del transformador.								
	CT MT	1	1,00			1,00			
							1,000	21,52	21,52
	<b>TOTAL CAPÍTULO 05 PUENTES Y TERMINALES.....</b>								<b>1.434,89</b>

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>CAPÍTULO 06 INSPECCIÓN Y ENSAYOS</b>									
06.01	<b>Inspección inicial OCA y ensayos</b>								
	Inspección por Organismo de Control Acreditado del CT al proyecto, comprobando la adecuación de la instalación al mismo y el cumplimiento de las condiciones técnicas y prescripciones reglamentarias que le son de aplicación para su puesta en servicio, según Decreto 88/2005, Real Decreto 3275/1982 y Real Decreto 1955/2000.								
	Realización por Organismo de Control Acreditado y según la normativa de la compañía. Comprobación de cables subterráneos" los siguientes ensayos:								
	- Medición de resistencia de puesta a tierra								
	- Medición de tensiones de paso y contacto.								
	OCA	1					1,00		
								1,000	700,00
									700,00
06.02	<b>Ensayos y mediciones de campo magnético</b>								
	Auditoria y certificado acústico realizado por ECA de los locales contiguos al local del Centro de transformacion para la comprobacion de la transmmsion de ruido y de los niveles fijados por el CTE DB HR, determinando el nivel de aislamiento de los paramentos horizontales y verticales así como el nivel del ruido en el exterior.								
								1,000	1.250,00
									1.250,00
06.03	<b>Auditoria y certificado acústico</b>								
	Ensayos y certificado acústico de los locales contiguos al local del Centro de transformacion para la comprobacion de la transmision de ruido y de los niveles fijados por el CTE DB HR.								
								1,000	1.230,00
									1.230,00
	<b>TOTAL CAPÍTULO 06 INSPECCIÓN Y ENSAYOS .....</b>								<b>3.180,00</b>

**PRESUPUESTO Y MEDICIONES**

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>CAPÍTULO 07 GESTIÓN DE RESIDUOS</b>									
07.01	ud Gestión de residuos según anexo a proyecto								
	Gestión y tratamiendo de los residuos generados según anexo de cálculo de proyecto.								
							1,000	603,96	603,96
	<b>TOTAL CAPÍTULO 07 GESTIÓN DE RESIDUOS.....</b>								<b>603,96</b>

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>CAPÍTULO 08 SEGURIDAD Y SALUD</b>									
08.01	ud Elementos de seguridad y salud								
	Medidas para cumplir con la normativa vigente en materia de seguridad y salud, formada por:								
	- Protecciones individuales: casco, chaleco, guantes aislantes, botas dieléctricas, impermeable, etc.								
	- Protecciones colectiva: Barandillas y plataformas								
	- Primeros auxilios: Botiquín								
	- Formación: Curso de formación para el personal interviniente en la obra de 4h de duración								
							1,000	1.425,69	1.425,69
	<b>TOTAL CAPÍTULO 08 SEGURIDAD Y SALUD.....</b>								<b>1.425,69</b>
	<b>TOTAL.....</b>								<b>55.289,08</b>

## **6 ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD**

### **6.1 Objeto**

Dar cumplimiento a las disposiciones del R.D. 1627/1997 de 24 de octubre, por el que se establecen los requisitos mínimos de seguridad y salud en las obras de construcción, identificando, analizando y estudiando los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias para ello; relación de los riesgos que no pueden eliminarse, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos.

Asimismo es objeto de este estudio de seguridad dar cumplimiento a la Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales en lo referente a la obligación del empresario titular de un centro de trabajo, de informar y dar instrucciones adecuadas en relación con los riesgos existentes en el centro de trabajo y con las medidas de protección y prevención correspondientes.

### **6.2 Características de la obra**

#### **Descripción de la obra y situación**

La situación de la obra a realizar y la descripción de la misma se recoge en la Memoria del presente proyecto.

#### **6.2.1 Suministro de energía eléctrica**

El suministro de energía eléctrica provisional de obra será facilitado por la Empresa constructora proporcionando los puntos de enganche necesarios en el lugar del emplazamiento de la obra

#### **6.2.2 Suministro de agua potable**

En caso de que el suministro de agua potable no pueda realizarse a través de las conducciones habituales, se dispondrán los medios necesarios para contar con la misma desde el principio de la obra.

#### **6.2.3 Vertido de aguas sucias de los servicios higiénicos**

Se dispondrá de servicios higiénicos suficientes y reglamentarios. Si es posible, las aguas fecales se conectarán a la red de alcantarillado existente en el lugar de las obras o en las inmediaciones.

Caso de no existir red de alcantarillado se dispondrá de un sistema que evite que las aguas fecales puedan afectar de algún modo al medio ambiente.

#### **6.2.4 Interferencias y servicios afectados**

No se prevé interferencias en los trabajos puesto que si bien la obra civil y el montaje pueden ejecutarse por empresas diferentes, no existe coincidencia en el tiempo. No obstante, si existe más

de una empresa en la ejecución del proyecto deberá nombrarse un Coordinador de Seguridad y Salud integrado en la Dirección facultativa, que será quien resuelva en las mismas desde el punto de vista de Seguridad y Salud en el trabajo. La designación de este Coordinador habrá de ser sometida a la aprobación del Promotor.

En obras de ampliación y/o remodelación de instalaciones en servicio, deberá existir un coordinador de Seguridad y Salud que habrá de reunir las características descritas en el párrafo anterior, quien resolverá las interferencias, adoptando las medidas oportunas que puedan derivarse.

### **6.3 Memoria**

Para el análisis de riesgos y medidas de prevención a adoptar, se dividen los trabajos por unidades constructivas dentro de los apartados de obra civil y montaje.

#### **6.3.1 Obra civil**

Descripción de la unidad constructiva, riesgos y medidas de prevención.

##### **6.3.1.1 Movimiento de tierras y cimentaciones**

###### **a) Riesgos más frecuentes**

- \* Caídas al mismo nivel.
- \* Caídas a las zanjas, a distinto nivel.
- \* Desprendimientos de los bordes de los taludes de las rampas.
- \* Atropellos causados por la maquinaria.
- \* Caídas del personal, vehículos, maquinaria o materiales al fondo de la excavación.

###### **b) Medidas de preventivas**

- \* Mantener la zona de trabajo limpia y libre de obstáculos.
- \* Controlar el avance de la excavación, eliminando bolos y viseras inestables, previniendo la posibilidad de lluvias o heladas.
- \* Prohibir la permanencia de personal en la proximidad de las máquinas en movimiento.
- \* Señalizar adecuadamente el movimiento de transporte pesado y maquinaria de obra.
- \* Dictar normas de actuación a los operadores de la maquinaria utilizada.
- \* Las cargas de los camiones no sobrepasarán los límites establecidos y reglamentarios.
- \* Establecer un mantenimiento correcto de la maquinaria.
- \* Prohibir el paso a toda persona ajena a la obra.
- \* Balizar, señalizar y vallar el perímetro de la obra, así como los puntos singulares en el interior de la misma.
- \* Establecer zonas de paso y acceso a la obra.
- \* Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.
- \* Establecer las estribaciones en las zonas que sean necesarias.

##### **6.3.1.2 Estructura**

###### **a) Riesgos más frecuentes**

- \* Caídas de altura de personas, en las fases de encofrado, desencofrado, puesta en obra del hormigón y montaje de piezas prefabricadas.
- \* Cortes en las manos.
- \* Pinchazos producidos por alambre de atar, hierros en espera, eslingas acodadas, puntas en el encofrado, etc.
- \* Caídas de objetos a distinto nivel (martillos, árido, etc.).
- \* Golpes en las manos, pies y cabeza.
- \* Electrocuciiones por contacto indirecto.
- \* Caídas al mismo nivel.
- \* Quemaduras químicas producidas por el cemento.
- \* Sobreesfuerzos.

#### b) Medidas preventivas

- \* Emplear bolsas porta-herramientas.
- \* Desencofrar con los útiles adecuados y procedimiento preestablecido.
- \* Suprimir las puntas de la madera conforme es retirada.
- \* Prohibir el trepado por los encofrados o permanecer en equilibrio sobre los mismos, o bien por las armaduras.
- \* Vigilar el izado de las cargas para que sea estable, siguiendo su trayectoria.
- \* Controlar el vertido del hormigón suministrado con el auxilio de la grúa, verificando el correcto cierre del cubo.
- \* Prohibir la circulación del personal por debajo de las cargas suspendidas.
- \* El vertido del hormigón en soportes se hará siempre desde plataformas móviles correctamente protegidas.
- \* Prever si procede la adecuada situación de las redes de protección, verificándose antes de iniciar los diversos trabajos de estructura.
- \* Las herramientas eléctricas portátiles serán de doble aislamiento y su conexión se efectuará mediante clavijas adecuadas a un cuadro eléctrico dotado con interruptor diferencial de alta sensibilidad.
- \* Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.

#### 6.3.1.3 Cerramientos

##### a) Riesgos más frecuentes

- \* Caídas de altura.
- \* Desprendimiento de cargas-suspendidas.
- \* Golpes y cortes en las extremidades por objetos y herramientas.
- \* Los derivados del uso de medios auxiliares. (andamios, escaleras, etc.).

##### b) Medidas de prevención

- \* Señalizar las zonas de trabajo.
- \* Utilizar una plataforma de trabajo adecuada.
- \* Delimitar la zona señalizándola y evitando en lo posible el paso del personal por la vertical de los trabajos.
- \* Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.

#### 6.3.1.4 Albañilería

##### a) Riesgos más frecuentes

- \* Caídas al mismo nivel.
- \* Caídas a distinto nivel.
- \* Proyección de partículas al cortar ladrillos con la paleta.
- \* Proyección de partículas en el uso de punteros y cortafíos.
- \* Cortes y heridas.
- \* Riesgos derivados de la utilización de máquinas eléctricas de mano.

##### b) Medidas de prevención

- \* Vigilar el orden y limpieza de cada uno de los tajos, estando las vías de tránsito libres de obstáculos (herramientas, materiales, escombros, etc.).
- \* Las zonas de trabajo tendrán una adecuada iluminación.
- \* Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.
- \* Utilizar plataformas de trabajo adecuadas.
- \* Las herramientas eléctricas portátiles serán de doble aislamiento y su conexión se efectuará a un cuadro eléctrico dotado con interruptor diferencial de alta sensibilidad.

#### 6.3.2 Montaje

Descripción de la unidad constructiva, riesgos y medidas de prevención y de protección.

##### 6.3.2.1 Colocación de soportes y embarrados

##### a) Riesgos más frecuentes

- \* Caídas a distinto nivel.
- \* Caídas al mismo nivel.
- \* Caídas de objetos.
- \* Choques o golpes.
- \* Proyección de partículas.
- \* Contacto eléctrico indirecto.

##### b) Medidas de prevención

- \* Verificar que las plataformas de trabajo son las adecuadas y que dispongan de superficies de apoyo en condiciones.
- \* Verificar que las escaleras portátiles disponen de los elementos antideslizantes.
- \* Disponer de iluminación suficiente.
- \* Dotar de las herramientas y útiles adecuados.
- \* Dotar de la adecuada protección personal para trabajos mecánicos y velar por su utilización.
- \* Las herramientas eléctricas portátiles serán de doble aislamiento y su conexión se efectuará a un cuadro eléctrico dotado con interruptor diferencial de alta sensibilidad.
- \* Mantener la zona de trabajo limpia y libre obstáculos.
- \* No permanecer nunca bajo cargas suspendidas.

### 6.3.2.2 Montaje de Celdas Prefabricadas o aparataje, Transformadores de potencia y Cuadros de B.T.

#### a) Riesgos más frecuentes

- \* Caídas a distinto nivel.
- \* Caídas al mismo nivel.
- \* Atrapamientos contra objetos.
- \* Caídas de objetos pesados.
- \* Esfuerzos excesivos.
- \* Choques o golpes.
- \* Atrapamientos por la carga.
- \* Contactos eléctricos indirectos.

#### b) Medidas de prevención

- \* Para trabajos por encima de los 2 m de altura emplear arnés de seguridad y amarrarse a un punto fijo.
- \* Delimitar o tapar los fosos de cable o cualquier otro tipo de canalización.
- \* Mantener la zona de trabajo limpia y libre de obstáculos.
- \* Verificar que nadie se sitúe en la trayectoria de la carga.
- \* Revisar los ganchos, grilletes, etc., comprobando si son los idóneos para la carga a elevar.
- \* Comprobar el reparto correcto de las cargas en los distintos ramales del cable.
- \* Dirigir las operaciones por el jefe del equipo, dando claramente las instrucciones que serán acordes con el R.D.485/1997 de señalización.
- \* Dar órdenes de no circular ni permanecer debajo de las cargas suspendidas.
- \* Señalizar la zona en la que se manipulen las cargas.
- \* Verificar el buen estado de los elementos siguientes:
  - Cables, poleas y tambores
  - Mandos y sistemas de parada.
  - Limitadores de carga y finales de carrera.
  - Frenos.
- \* Dotar de la adecuada protección personal para manejo de cargas y velar por su utilización.
- \* Ajustar los trabajos estrictamente a las características de la grúa (carga máxima, longitud de la pluma, carga en punta contrapeso). A tal fin, deberá existir un cartel suficientemente visible con las cargas máximas permitidas.
- \* La carga será observada en todo momento durante su puesta en obra, bien por el señalista o por el enganchador.

### 6.3.2.3 Operaciones de puesta en tensión

#### a) Riesgos más frecuentes

- \* Caídas a distinto nivel.
- \* Caídas al mismo nivel.
- \* Contacto eléctrico en A.T. y B.T.
- \* Arco eléctrico en A.T. y B.T.
- \* Elementos candentes.

## b) Medidas de prevención

- \* Delimitar o tapar los fosos de cables o cualquier otro tipo de canalización.
- \* Mantener la zona de trabajo limpia y libre de obstáculos.
- \* Coordinar con la Empresa Suministradora definiendo las maniobras eléctricas necesarias.
- \* Abrir con corte visible o efectivo las posibles fuentes de tensión.
- \* Comprobar en el punto de trabajo la ausencia de tensión.
- \* Enclavar los aparatos de maniobra.
- \* Señalizar la zona de trabajo a todos los componentes de grupo de la situación en que se encuentran los puntos en tensión más cercanos.
- \* Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.

## 6.4 Aspectos generales

La Dirección Facultativa de la obra acreditará la adecuada formación y adiestramiento del personal de la Obra en materia de Prevención y Primeros Auxilios. Así mismo, comprobará que existe un plan de emergencia para atención del personal en caso de accidente y que han sido contratados los servicios asistenciales adecuados. La dirección de estos Servicios deberá ser colocada de forma visible en los sitios estratégicos de la obra, con indicación del número de teléfono.

### 6.4.1 Botiquín de obra

Se dispondrá en obra, en el vestuario o en la oficina, un botiquín que estará a cargo de una persona capacitada designada por la Empresa, con los medios necesarios para efectuar las curas de urgencia en caso de accidente.

## 6.5 Normativa aplicable

### 6.5.1 Normas oficiales

- \* Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales. Revisión.
- \* Ley 54/2003, de 12 de diciembre, reforma de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- \* Real Decreto 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995 en materia de coordinación de actividades empresariales.
- \* Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifica el Real Decreto 39/1997.
- \* Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- \* Real Decreto 842/2002. Nuevo Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- \* Real Decreto 337/2014, del 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 39/1997, de 17 de enero. Reglamento de Servicios de Prevención.
- \* Real Decreto 485/1997 en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- \* Real Decreto 486/1997, de 14 de abril. Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

- \* Real Decreto 487/1997 relativo a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.
- \* Real Decreto 773/1997 relativo a la utilización por los trabajadores de los equipos de protección personal.
- \* Real Decreto 1215/1997 relativo a la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- \* Real Decreto 2177/2004. Modificación del Real Decreto 1215/1997 de disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo en materia de trabajos temporales en altura.
- \* Real Decreto 1627/1997 relativo a las obras de construcción.
- \* Real Decreto 604/2006, que modifica los Reales Decretos 39/1997 y 1627/1997.
- \* Ley 32/2006 reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción.
- \* Real Decreto 1109/2007 que desarrolla la Ley 32/2006.
- \* Real Decreto 1849/2000, de 10 de noviembre, por el que se derogan diferentes disposiciones en materia de normalización y homologación de productos industriales.
- \* 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 7/1988, de 8 de enero, relativo a las exigencias de seguridad del material eléctrico destinado a ser utilizado en determinados límites de tensión.
- \* Cualquier otra disposición sobre la materia actualmente en vigor o que se promulgue durante la vigencia del documento.

Julio de 2023

Graduado en Ingeniería Eléctrica



David Domínguez Vaquero