

Nº Referencia: 00032_23_0049

ITER: 20673337

EXPEDIENTE: 726212

PROYECTO DE EJECUCIÓN

DE NUEVA LSMT "ONDUPACK" 15kV Y INSTALACIÓN DE APARAMENTA EN NUEVO CD 45777, SITO EN CR BADAJOZ 70, 06200, EN EL TERMINO MUNICIPAL DE ALMENDRALEJO (BADAJOZ)

COORDENADAS UTM (ETRS89)

HUSO: 29

X(m): 724082

Y(m): 4285359

Badajoz, junio de 2024

DECLARACIÓN RESPONSABLE SOBRE CUMPLIMIENTO DE NORMATIVA DE APLICACIÓN (artículo 53.1.b de la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico)

D./D^a. Carlos Jover Rodríguez

con DNI número: 26742924 - L Ingeniero Técnico Industrial, Electricidad

colegiado en el Colegio de Ingenieros de Málaga

con número de colegiado: 5820

Que en relación al proyecto redactado y cuyos datos se indican a continuación:

Denominación del proyecto: PROYECTO DE EJECUCIÓN DE NUEVA LSMT "ONDUPACK" 15kV Y INSTALACIÓN DE APARAMENTA EN NUEVO CD 45777

Emplazamiento de la instalación CARRETERA BADAJOZ 70, 06200, EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE ALMENDRALEJO (BADAJOZ)

Titular de la instalación: EDISTRIBUCION REDES DIGITALES SLU

N.I.F.: B82846817

DECLARO:

Que el proyecto técnico anteriormente referenciado cumple con toda la normativa que le es de aplicación a las instalaciones contenidas en el mismo.

Fecha y firma electrónica del redactor del proyecto

Hoja resumen de proyecto

Título del proyecto	PROYECTO DE EJECUCIÓN DE NUEVA LSMT "ONDUPACK" 15kV Y INSTALACIÓN DE APARAMENTA EN NUEVO CD 45777, SITO EN CR BADAJOZ 70, 06200, EN EL TERMINO MUNICIPAL DE ALMENDRALEJO (BADAJOZ)
Emplazamiento del Proyecto	Carretera Badajoz 70
Proyecto encargado por	EDISTRIBUCIÓN REDES DIGITALES, S.L.U CIF: B-82.846.817 Domicilio a efectos de notificaciones: Paseo Fluvial nº 15 (Edificio s.XXI) Planta 7, CP: 06011 (Badajoz).

Características de la instalación			
Línea Subterránea de media tensión			
Clase de línea	Origen		Final
Subterránea	Nuevo CD 45777		Arquetas A2 existentes
Tensión	Longitud (m)	Conductor	
		Material	Sección (mm ²)
15 kV	10,00	RH5Z1	240
Afección del pavimento	Tipo de pavimento	Longitud (m)	Anchura (m)
No	Calzada	0	0,5
No	Acera	0	0,5
No	Tierra	0	0,5
Centro de Transformación Nuevo CD 45777			
Potencia TR1	400 kVA	Relación de Transformación TR1	15 kV / 230 V y 15 kV / 400 V
Tipo:	Prefabricado		
Celdas de compañía distribuidora		3L+P	
Proyecto de ejecución			
Presupuesto Total	16.853,46 €	Presupuesto obra civil	-
Descripción			
<ul style="list-style-type: none"> - Identificación y corte de LSMT existente "ONDUPACK" 15kV y conexión con la nueva LSMT. - Instalación de 10m de nueva LSMT RH5Z1 12/20kV 3x240 mm² Al de circuito doble desde el nuevo CD 45777 hasta la PCR con la LSMT existente en arquetas A2 existentes - Instalación de toda la aparamenta del nuevo CD 45777 - 3 Nuevas Celdas de Línea - 1 Nueva Celda de Protección - 2 Nuevos CBT de 4 salidas - 1 Trafo desmantelado del CD 45777 <p>El cliente cederá a la compañía el PFU-4 para la instalación de la aparamenta por parte de la compañía e instalará la canalización y la LSMT desde su CT privado hasta el nuevo CD 45777 donde dejará la LSMT con suficiente conductor para realizar su conexión.</p>			
Afecciones:			
No hay organismos afectados			
Tiempo estimado de ejecución			
· Se estima una duración de las Obras de unos 30 días			

Índice general

Hoja resumen de proyecto	2
Memoria	5
Cálculos Justificativos	13
Pliego de Condiciones.....	31
Estudio Básico de Seguridad y Salud.....	33
Cumplimiento RD 105/2008.....	45
Presupuesto.....	46
Planos.....	48

Memoria

1. Antecedentes y justificación del proyecto	6
2. Promotor.....	6
3. Emplazamiento y ubicación	6
4. Descripción del trazado de la línea	7
5. Declaración responsable.....	7
6. Reglamentación y normativa aplicable	7
7. Clasificación del suelo.....	8
8. Relaciones de bienes y derechos afectados.....	8
9. Características de la línea	8
10. Características CD	9
11. Resumen del proyecto	11
12. Conclusión	12

1. Antecedentes y justificación del proyecto

La finalidad del presente proyecto es la ejecución de nuevo tramo subterráneo en doble circuito de la línea "ONDUPACK" de 15 kV entre arquetas A2 y nuevo CD 45777 a instalar la apartamenta despues de desmantelar el CD 45777; para solicitud de variante , en el T.M. Almendralejo (Badajoz).

2. Promotor

EDISTRIBUCIÓN Redes Digitales, S.L. Unipersonal (en adelante e-distribución) proyecta con el objeto de variante de suministro en la zona:

- La reforma del centro de distribución Nuevo CD 45777 tipo Prefabricado, en adelante CD.

Tal y como se establece en el artículo 5 de la ITC-LAT 09 del Real Decreto 223/2008, por el que se aprueba el Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión y en el artículo 5 de la ITC-RAT 20, del Real Decreto 337/2014 por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión, este proyecto técnico administrativo complementa a los documentos **FYZ30000 Centro de Transformación Interior Prefabricado de Superficie** y **DYZ10000 Proyecto Tipo Línea Subterránea Media Tensión** en todos los aspectos particulares de la instalación a ejecutar, estableciendo las características a las que tendrá que ajustarse dicha instalación con el fin de obtener Autorización Administrativa Previa y Autorización Administrativa de Construcción por parte del Servicio Provincial de Industria de Badajoz.

El titular y propietario de la instalación objeto del presente proyecto es la empresa distribuidora **e-distribución** con C.I.F. **B-82846817** y domicilio a efecto de notificaciones en Paseo Fluvial nº 15 (Edificio s.XXI) Planta 7, CP: 06011 (Badajoz).

3. Emplazamiento y ubicación

Las instalaciones objeto de este proyecto se encuentran ubicadas en Carretera Badajoz 70, en el término municipal de Almendralejo, provincia de Badajoz. Su situación exacta figura en los planos adjuntos.

Tabla. Coordenadas emplazamiento y ubicación

Coordenadas UTM	X	Y	Sistema/Huso
Nuevo CD 45777	724082	4285359	ETRS89/29
INICIO LSMT	724082	4285359	ETRS89/29
FIN LSMT	724077	4285354	ETRS89/29

4. Descripción del trazado de la línea

La LSMT de doble circuito a realizar partirá desde el Nuevo CD 45777 hasta las Arquetas A2 existentes cuyo recorrido será por la acera de la Carretera Badajoz (EX-300), con cable RH5Z1 12/20 kV 3x1x240mm² Al y una longitud de 10 metros.

Las instalaciones objeto de este proyecto se encuentran ubicadas en Carretera Badajoz 70, en el término municipal de Almendralejo, provincia de Badajoz.

La calle afectada por el recorrido de la LSMT es Carretera Badajoz

Para ver el trazado y canalizaciones, consultar planos adjuntos.

5. Declaración responsable

El objeto del PROYECTO DE EJECUCIÓN DE NUEVA LSMT "ONDUPACK" 15kV Y INSTALACIÓN DE APARAMENTA EN NUEVO CD 45777, SITO EN CR BADAJOZ 70, 06200, EN EL TERMINO MUNICIPAL DE ALMENDRALEJO (BADAJOZ), es establecer y justificar todos los datos constructivos que permitan la ejecución de la instalación y al mismo tiempo exponer ante los Organismos Competentes que la instalación que nos ocupa reúne las condiciones y garantías mínimas exigidas por la reglamentación vigente, con el fin de obtener la Autorización Administrativa Previa y Autorización Administrativa de Construcción, así como servir de base a la hora de proceder a la ejecución de dicha instalación.

6. Reglamentación y normativa aplicable

Con carácter general se tiene en cuenta la reglamentación indicada en el proyecto / en los proyectos tipo FYZ30000 y DYZ10000.

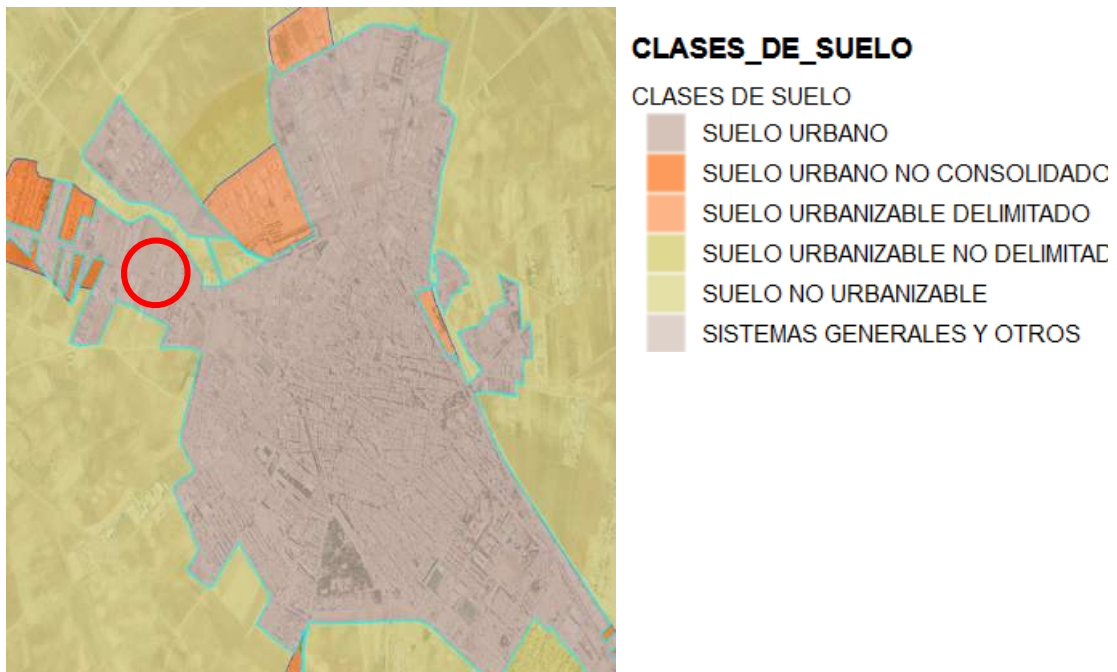
Adicionalmente se considera válida la normativa autonómica y/o municipal que aplica en nuestro proyecto.

- Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural (EHE-08).
- Ley 7/1995, de 27 de abril, de Carreteras de Extremadura. (D.O.E. 57, de 16 de mayo de 1995).
- Decreto 73/1996, de 21 de mayo, sobre las condiciones técnicas que deben cumplir las instalaciones eléctricas en la Comunidad Autónoma de Extremadura, para proteger el medio natural. (D.O.E. nº61, 28 de mayo de 1996).
- Decreto 49/2004, de 20 de abril, por el que se regula el procedimiento para la instalación y puesta en funcionamiento de Establecimientos Industriales (D.O.E. Nº 48, de 27-04-04).
- Decreto 47/2004, de 20 de abril, por el que se dictan Normas de Carácter Técnico de adecuación de las líneas eléctricas para la protección del medio ambiente en Extremadura. (D.O.E. nº48, 27 de abril de 2004).
- Decreto 54/2011, de 29 de abril, por el que se aprueba el Reglamento de Evaluación Ambiental de la Comunidad Autónoma de Extremadura (D.O.E. 86, de 6 de mayo de 2011).
- Ley 16/2015, de 23 de abril, de protección ambiental de la Comunidad Autónoma de Extremadura. (D.O.E. nº81, 29 de abril de 2015).
- Resolución de 05/12/2018, de la dirección General de Industria y de la Pequeña y Mediana Empresa, por la que se aprueban especificaciones particulares y proyectos tipo de Endesa Distribución Eléctrica, SLU
- Resolución de 29/01/2021, de la Dirección General de Industria y de la Empresa, por la que se aprueban especificaciones particulares y proyectos tipo de Edistribución Redes Digitales, SLU (BOE 15/02/2021)

- Reglamento 2016/364 de 01/0715, relativo a la clasificación de las propiedades de reacción al fuego de los productos de construcción.
- Real Decreto 542/2020, de 26 de mayo, por el que se modifican y derogan diferentes disposiciones en materia de calidad y seguridad industrial.
- Resolución de 9 de enero de 2020, de la Dirección General de Industria y de la Pequeña y Mediana Empresa, por la se actualiza el listado de normas de la instrucción técnica complementaria ITC-BT-02 del Reglamento electrotécnico para baja tensión, aprobado por el Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto.

7. Clasificación del suelo

El tipo de suelo en el cual serán ejecutadas las instalaciones definidas en este proyecto será suelo urbano según el Plan General de Ordenación Urbana de Almendralejo.



8. Relaciones de bienes y derechos afectados

No se afectan bienes de titularidad privada ni calles públicas.

9. Características de la línea

9.1. Descripción de la línea y elementos a instalar

- Identificación y corte de LSMT existente "ONDUPACK" 15kV y conexión con la nueva LSMT.
- Instalación de 10m de nueva LSMT RH5Z1 12/20kV 3x240 mm² Al de circuito doble desde el nuevo CD 45777 hasta la PCR con la LSMT existente en arquetas A2 existentes
- Instalación de toda la aparamenta del nuevo CD 45777

- 3 Nuevas Celdas de Línea
- 1 Nueva Celda de Protección
- 2 Nuevos CBT de 4 salidas
- 1 Trafo desmantelado del CD 45777

El cliente cederá a la compañía el PFU-4 para la instalación de la aparamenta por parte de la compañía e instalará la canalización y la LSMT desde su CT privado hasta el nuevo CD 45777 donde dejará la LSMT con suficiente conductor para realizar su conexión.

9.2. Conductores

Conductor tipo RH5Z1 de sección 240 mm² y tensión 12/20 kV.

Se ajustarán a lo indicado en las normas UNE-HD 620-10E, UNE 211620, ITC-LAT 06 y se tomará como referencia la norma **GSC001 Technical specification of medium voltage cables with rated voltage U_o/U_c (U_m) 8,7/15(17,5) kV, 12/20(24) kV, 15/25(31) kV, 18/30(36) kV and 20/34,5(37,95) kV.**

9.3. Canalizaciones

El cable se dispondrá bajo tubo de PE de 200 mm de diámetro, tomando como referencia la norma **CNL002 Tubos Polietileno (Libres de halógenos) para canalizaciones subterráneas** y la canalización seguirá las indicaciones de los croquis adjuntos en los planos.

9.4. Cruzamientos, proximidades y paralelismos

Los cables subterráneos deberán cumplir los requisitos señalados en el apartado 5 de la ITC-LAT 06, las **Especificaciones Particulares para instalaciones de e-distribución en Alta Tensión de Un ≤ 36 kV NRZ001** y las condiciones que pudieran imponer otros órganos competentes de la Administración o empresas de servicios, cuando sus instalaciones fueran afectadas por tendidos de cables subterráneos de MT.

10. Características CD

10.1. Instalación eléctrica

10.1.1 Transformador

Transformador y Centro de distribución	Potencia del transformador (KVA)	Relación de transformación	Tipo refrigeración
Transformador 1 Nuevo CD 45777	400	15 kV / 400 V 15 kV / 230 V	Refrigeración en aceite
Se tomará como referencia la norma GST001 MV/LV Transformers.			

10.1.2 Interconexión MT

Estará compuesta por cable unipolar de aluminio, con aislamiento seco termoestable (polietileno reticulado XLPE), con pantalla semiconductor sobre conductor y sobre aislamiento y con pantalla metálica de aluminio, tomando como referencia la norma **GSCC001 Underground médium voltaje cables**. Para las instalaciones objeto de este proyecto sus características serán:

Transformador y Centro de distribución	Sección nominal de los conductores	Tensión de aislamiento
Transformador 1 Nuevo CD 45777	95 mm ²	12/20 kV

10.1.3 Protecciones

Para una adecuada protección del transformador se instalarán:

- Protección frente a sobrecargas mediante una sonda de temperatura que mide la temperatura del aceite en la parte superior del transformador, ajustada a 105°C, que provoque el disparo de la celda de interruptor-seccionador del transformador en caso de superarse dicha temperatura.
- Protección frente a cortocircuitos mediante fusibles tipo APR instalados en la celda de ruptofusible. Para las instalaciones objeto de este proyecto, se tiene:

Transformador y Centro de distribución	Calibre (A)
Transformador 1 Nuevo CD 45777	50

10.1.4 Celdas de MT

Los dispositivos de seccionamiento serán celdas de distribución bajo envoltorio metálica con corte y aislamiento en SF₆. Las celdas de línea serán motorizadas.

Se tomarán como referencia las especificaciones recogidas en la norma **GSM001 MV RMU with Switch-Disconnecter**.

Sus características quedan recogidas en la siguiente tabla:

Centro de distribución	Tensión aislamiento (kV)	Corriente nominal (A)	Corriente de cortocircuito (kA)
Nuevo CD 45777	24	630	20

10.1.5 Cuadro BT

El Nuevo CD 45777 tendrá **2** cuadros de BT, un CBT01 de 3x130/230V de 4 salidas y un CBT02 de 3x230/400V de 4 salidas.

Los cuadros dispondrán de conexión para grupo electrógeno, y tomarán como referencia la norma **FNL002 Cuadro BT para CT 4/8 salidas CBTG con alimentación de grupo.**

10.1.6 Interconexión BT

Los conductores de la interconexión entre el Transformador y el Cuadro de Baja Tensión estarán formados por conductores de aluminio y aislamiento XLPE según norma **GSC002 Low voltaje underground cables with rated voltage Uo/U(Um) 0,6/1,0 (1,2) kV.**

Transformador y Centro de distribución	Sección puentes de BT (mm ²)	Composición
Transformador 1 (B1) Nuevo CD 45777	240	3x3x240 + 2x240 mm ²
Transformador 1 (B2) Nuevo CD 45777	240	3x2x240 + 1x240 mm ²

10.2. Ventilación

La evacuación del calor generado en el interior del Nuevo CD 45777 se efectuará utilizando un sistema de ventilación Natural.

11. Resumen del proyecto

11.1. Línea Subterránea de Media Tensión

1. Tipo	Línea subterránea de media tensión (corriente alterna trifásica)
2. Finalidad	Mejorar la calidad del suministro de la zona
3. Origen	Nuevo CD 45777
4. Final	Arquetas A2 existentes
5. T.M	Almendralejo
6. Tensión	15 kV
7. Longitud Total Proyectada	10 m
8. Número de circuitos	2
9. Número de cables	Tres por circuito
10. Material conductor	Aluminio
11. Tensión del cable subterráneo	12/20 kV
12. Sección	240 mm ²

11.2. Nuevo CD 45777

1. Lugar de ubicación	Carretera Badajoz 70
2. Tipo	Prefabricado
3. Nivel de aislamiento del conjunto de la instalación	24 kV
4. Número de celdas compañía	3L+P
5. Número máximo de transformadores que admite el CT	1
6. Potencia de los transformadores instalados	400 kVA
7. Relación de transformación	15 kV / 230 V 15 kV / 400 V
8. Número de cuadros	2 cuadros de BT CBT01 con 4 salidas de 3x133/230V CBT02 con 4 salidas de 3x230/400V
9. Protección contra sobrecargas	Cortacircuitos fusibles
10. Protección contra sobrecargas	Termómetro

12. Conclusión

La presente memoria y los documentos, que se acompañan, creemos, serán elementos suficientes para poder formar juicio exacto de la instalación proyectada, y pueda servir de base para la tramitación del expediente de autorización, que esta Compañía desea obtener.

Badajoz, junio de 2024



El ingeniero Técnico Industrial
Carlos Jover Rodríguez
Número de Colegiado 5.820
del Colegio Oficial de Peritos e Ingenieros
Técnicos Industriales de Málaga

Cálculos Justificativos

1. Línea subterránea de media tensión	14
1.1. Cálculos eléctricos	14
1.2. Características eléctricas del conductor	14
1.3. Intensidades máximas admisibles para el cable.....	14
1.4. Pérdidas de potencia	16
1.5. Caída de tensión	17
1.6. Potencia a transportar	17
2. Centro de transformación	18
2.1. Cálculos eléctricos.....	18
2.2. Cálculo de instalación de puesta a tierra.....	21
2.3. Ventilación.....	29

1. Línea subterránea de media tensión

1.1. Cálculos eléctricos

Se trata de justificar que la elección del conductor de media tensión supera las necesidades de la red, en lo que se refiere a intensidad máxima admisible, caídas de tensión, capacidad de transporte y pérdidas de transporte.

Datos de la instalación:

Tensión nominal en.....	15 kV
Circuitos.....	2
Cable subterráneo	RH5Z1 12/20 kV 3x1x240mm ² Al
Aislamiento	12/20 kV
Conductores por circuito.....	3
Frecuencia.....	50 Hz
Factor de potencia (desfavorable).....	0,8
Longitud:.....	10 m

1.2. Características eléctricas del conductor

A continuación, se detallan las características eléctricas del cable a emplear en la LSMT objeto del presente proyecto.

Cable	Sección nominal (mm ²)	Resistencia máxima a 20 °C (Ω/km)	Resistencia máxima a 90 °C (Ω/km)	Reactancia cable 18/30 kV (Ω/km)
RH5Z1	240	0,125	0,160	0,114

1.3. Intensidades máximas admisibles para el cable

1.3.1. Intensidad máxima admisible para el cable en servicio permanente

Los conductores de XLPE de aluminio directamente enterrados y los entubados admiten una intensidad permanente según ITC-LAT 06:

Sección nominal de los conductores mm ²	Intensidad máxima admisible, I, en A (Cables unipolares en triángulo en contacto)
240	320

* Un único circuito enterrado a 1 metro de profundidad, temperatura del terreno de 25°C y resistividad del terreno de 1.5 ·m/W.

La intensidad admisible permanente del conductor se calculará por la siguiente expresión:

$$I_{adm} = I \cdot F_{ct} \cdot F_{crt} \cdot F_{ca} \cdot F_{cp}$$

Donde:

- I_{adm} Intensidad máxima admisible en servicio permanente, en A.
- I Intensidad del conductor sin coeficientes de corrección, en A.
- F_{ct} Factor de corrección debido a la temperatura del terreno, 1.
- F_{crt} Factor de corrección debido a la resistividad del terreno, 1.
- F_{ca} Factor de corrección debido a la agrupación de circuitos, 0,75.
- F_{cp} Factor de corrección debido a la profundidad de soterramiento, 1.

Para el tipo de instalación objeto de este proyecto la intensidad máxima admisible permanente en los conductores será:

$$I_{máx adm} = I \cdot F_{ct} \cdot F_{ca} \cdot F_{crt} \cdot F_{cp} = 320 \times 1 \times 1 \times 0,75 \times 1 = 240,00 \text{ A}$$

1.3.2. Intensidad máxima admisible para el cable en cortocircuito

Partiendo de la potencia máxima de cortocircuito de la red, la corriente de cortocircuito se obtendrá a partir de la siguiente expresión:

$$I_{cc3} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U}$$

Dónde:

- I_{cc3} = Intensidad de cortocircuito trifásica, en kA.
- S_{cc} = Potencia de cortocircuito de la red, en MVA.
- U = Tensión de línea, en kV.

A continuación se indica la intensidad de cortocircuito para la red en estudio:

U (kV)	S _{cc} (MVA)	I _{cc3} (kA)
15	500	19,25

Para tiempos de cortocircuito cortos la intensidad máxima admisible por un conductor vendrá dada por la fórmula del calentamiento adiabático:

$$I_{cc3 Adm} = K \cdot \frac{S}{\sqrt{t_{cc}}}$$

Donde:

- $I_{cc3 Adm}$. Intensidad de cortocircuito trifásico calculada con hipótesis adiabática en el conductor, en amperios.

S	Sección del conductor, en mm ² .
K	Coefficiente que depende de la naturaleza del conductor y del tipo de aislamiento. Representa la densidad de corriente admisible para un cortocircuito de 1 segundo y para el caso del conductor de Al con aislamiento XLPE. K=94 A/ mm ² suponiendo temperatura inicial antes del cortocircuito de 90 °C y máxima durante el cortocircuito de 250 °C.
t _{cc}	Duración del cortocircuito, en segundos.

A continuación se indica el valor de cortocircuito máximo admisible del conductor especificado en el presente proyecto:

Tabla. Corrientes de cortocircuito admisibles en los conductores de secciones normalizadas, en kA

Sección del conductor mm ²	Duración del cortocircuito (s)									
	0,1	0,2	0,3	0,5	0,6	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
150	44,6	31,5	25,7	19,9	18,2	14,1	11,5	10,0	8,9	8,1
240	71,3	50,4	41,2	31,9	29,1	22,6	18,4	16,0	14,3	13,0
400	118,9	84,1	68,6	53,2	48,5	37,6	30,7	26,6	23,8	21,7

El tiempo máximo de duración del cortocircuito previsto es de 1 segundo, siendo la intensidad correspondiente de 22,6 kA.

La intensidad máxima de cortocircuito de la red I_{cc3} (kA) será inferior a la calculada I_{cc Adm} (kA).

$$I_{cc3} \text{ (kA)} = 19,25 \text{ kA} < I_{cc \text{ Adm}} \text{ (kA)} = 22,6 \text{ kA}.$$

1.4. Pérdidas de potencia

Se analizarán las pérdidas de potencia por efecto Joule en la línea calculadas de acuerdo a la siguiente expresión:

$$\Delta P = 3 \cdot R_{90} \cdot L \cdot I^2$$

Siendo:

- ΔP Perdidas de potencia por efecto Joule
- R₇₀ Resistencia del conductor a 90°C en Ω/km.
- L Longitud de la línea, en km.
- I Intensidad de la línea, en amperios.

Para el tramo objeto de este proyecto se obtiene:

$$\Delta P = 3 \cdot R_{90} \cdot L \cdot I^2 = 276,48 \text{ W}$$

1.5. Caída de tensión

La caída de tensión en el punto final (L) del tramo proyectado se calcula mediante la siguiente expresión:

$$\Delta U = \frac{P \cdot L}{U} \cdot (R_{90} + X \cdot \tan \varphi) \text{ en valor absoluto}$$

$$\Delta U(\%) = \frac{P \cdot L}{10 \cdot U^2} \cdot (R_{90} + X \cdot \tan \varphi) \text{ en valor porcentual}$$

Donde:

ΔU	Caída de tensión, en V.
P	Potencia a transportar, en kW.
L	Longitud de la línea, en km.
U	Tensión nominal de la línea, en kV.
R_{90}	Resistencia del conductor a 90°C en Ω/km .
X	Reactancia de la línea, en Ω/km .
φ	Angulo de desfase, en radianes.

Para el tramo objeto de este proyecto se obtiene:

$$\Delta U = \frac{P \cdot L}{U} \cdot (R_{90} + X \cdot \tan \varphi) = 0,80 \text{ V}$$

$$\Delta U(\%) = \frac{P \cdot L}{10 \cdot U^2} \cdot (R_{90} + X \cdot \tan \varphi) = 0,01 \%$$

1.6. Potencia a transportar

La potencia máxima a transportar vendrá determinada por la siguiente expresión:

$$P_{m\acute{a}x} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I_{m\acute{a}x} \cdot \cos \varphi_{med}$$

Siendo:

$P_{m\acute{a}x}$	Potencia máxima a transportar, en kW.
U	Tensión nominal de la línea, en kV.
$I_{m\acute{a}x}$	Intensidad máxima admisible del conductor, en A.
$\cos \varphi_{med}$	Factor de potencia medio de las cargas receptoras.

La potencia máxima a transportar será:

$$P_{m\acute{a}x} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I_{m\acute{a}x} \cdot \cos \varphi_{med} = 4988,31 \text{ kW}$$

2. Centro de transformación

2.1. Cálculos eléctricos

2.1.1. Puentes MT

2.1.1.1. Intensidad MT

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

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

Siendo:

- S Potencia del transformador en kVA.
- U_p Tensión del primario del transformador (MT) en kV.
- I_p Intensidad del primario del transformador (MT) en A.

Aplicando los valores del proyecto:

Transformador y Centro de distribución	Potencia del transformador (KVA)	Tensión nominal del primario (kV)	Intensidad del primario del transformador (A)
Transformador 1 Nuevo CD 45777	400	15	15,40

2.1.1.2. Dimensionado de las conexiones MT

Los conductores serán circulares compactas de aluminio, de clase 2 según la norma UNE-EN 60228, y estarán formados por varios alambres de aluminio cableados. Las secciones nominales seleccionadas son:

Transformador 1 Nuevo CD 45777

Tensión nominal de la red 15 kV, 24 kV tensión de aislamiento y de 95 mm² de sección mínima.

Las intensidades máximas admisibles de las secciones indicadas son las que figuran en la siguiente tabla.

Transformador y Centro de Distribución	Sección nominal de los conductores	Instalación al aire	Instalación directamente enterrada
		Cable aislado con XLPE	Cable aislado con XLPE
Transformador 1 Nuevo CD 45777	95 mm ²	255 A	205 A

Se han tomado de la ITC-LAT-06 Tablas 6 y 13 para la temperatura máxima admisible de los conductores y condiciones del tipo de instalación allí establecidas.

Condiciones de instalación:

Temperatura máxima Conductor	Instalación al aire	Instalación directamente enterrada
90° C	<ul style="list-style-type: none"> - Temperatura del aire: 40°C - Cables unipolares en contacto mutuo. - Disposición que permita una eficaz renovación del aire. 	<ul style="list-style-type: none"> - Temperatura del terreno: 25°C - Cables unipolares en tresbolillo - Profundidad de instalación: 1m - Resistividad térmica del terreno; 1,5 K·m/W - Temperatura ambiente: 40°C

La intensidad máxima en régimen permanente que circulará por estos cables no será superior a los cálculos que figuran en el anterior apartado, siendo dichos valores muy inferiores a las máximas admisibles por los cables seleccionados. En consecuencia, no se tendrá en cuenta el calentamiento en condiciones normales de funcionamiento.

2.1.2. Puentes BT

2.1.2.1. Intensidad en BT

La intensidad máxima (nominal) que circula por los puentes de BT se puede calcular mediante la fórmula:

$$I_n = \frac{P_n}{\sqrt{3} \cdot U}$$

Siendo:

- I_n Intensidad nominal de los puentes de BT (A).
- P_n Potencia nominal del transformador (kVA).
- U Tensión del devanado de BT (kV).

En la siguiente tabla se dan los valores empleados para el cálculo:

Transformador y Centro de distribución	Potencia del transformador (KVA)	Tensión nominal del secundario (V)	Tipo de secundario
Transformador 1 Nuevo CD 45777	400	230/400	B1B2

(*) En transformadores clase B1B2 se considera un 75% de la potencia nominal para el nivel de tensión B1 (230 V).

2.1.2.2. Dimensionado de las conexiones en BT

Aplicando la fórmula del apartado anterior y teniendo en cuenta que el número de cables unipolares por fase que constituyen el puente es diferente dependiendo de la tensión de los bornes del transformador al que está conectado, se obtiene la intensidad máxima por cada conductor para cada puente:

$$I_n = \frac{P_n}{n \cdot \sqrt{3} \cdot U}$$

El cálculo de las conexiones de BT se realiza partir de la máxima corriente admisible por los conductores aplicando los siguientes factores correctores debidos a las condiciones particulares de instalación (instalación al aire, apartado 3.1.4 de la ITC-BT-07):

- Temperatura del aire circundante superior a 40°C. Consideraremos una temperatura de 50°C, por lo que el factor de corrección a aplicar resulta ser $f_1 = 0,90$ (Tabla 13).

En las siguientes tablas se tienen los valores de intensidades de los puentes de baja tensión para nuestras instalaciones:

Potencia del trafo (kVA)	Transformador 1 Nuevo CD 45777				
	Tensión del secundario B1B2 (230/400 V)				
	Composición del puente mm ² Al (fases + neutro)	I_n (A)	$I_{m\acute{a}x}$ (A)	f_1	I_{adm} (A) $I_{adm} = f_1 \cdot I_{m\acute{a}x}$
400 (CBT B1)	3x3x240 + 2x240 mm ²	753	1260	0,9	1134
400 (CBT B2)	3x2x240 + 1x240 mm ²	577	840	0,9	756

Se cumple que la intensidad admisible es superior a la nominal del transformador, por lo que se concluye que el puente está adecuadamente dimensionado.

2.1.2.3. Caída de tensión en BT

La caída de tensión máxima por resistencia y reactancia en los puentes de BT de un CT (despreciando la influencia capacitiva), se puede calcular mediante la expresión:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot I_n \cdot L \cdot (R \cdot \cos \varphi + X \cdot \sin \varphi)$$

En la que:

ΔU : Caída de tensión en el puente de BT (V).

I_n : Intensidad nominal por terna (A).

L : Longitud del puente de BT (km). Supondremos una longitud de 8 m, es decir, $L = 0,008$ km.

R : Resistencia kilométrica a 40 °C (Ω /km). Se considerará $R = 0,125 \Omega$ /km para el conductor de 240 mm².

X : Reactancia inductiva kilométrica (Ω /km). Se considerará $X = 0,083 \Omega$ /km para el conductor de 240 mm².

$\cos \varphi$: Factor de potencia (se adoptará un $\cos \varphi = 0,8$ y $\sin \varphi = 0,6$).

La caída de tensión porcentual (e%) se calculará como:

$$e\% = \frac{\Delta U \cdot 100}{U}$$

Transformador y Centro de distribución	Intensidad nominal por terna (A)	Caída de tensión (V)	Caída de tensión porcentual (%)
Transformador 1 Nuevo CD 45777 Puentes B1	334,70	0,35	0,15
Transformador 1 Nuevo CD 45777 Puentes B2	288,68	0,30	0,07

2.2. Cálculo de instalación de puesta a tierra

2.2.1. Datos iniciales

Para el cálculo de la instalación de puesta a tierra y de las tensiones de paso y contacto se empleará el procedimiento del "Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de tercera categoría", editado por UNESA y sancionado por la práctica.

Los datos necesarios para realizar el cálculo serán:

U Tensión de servicio de la red (V).

ρ Resistividad del terreno ($\Omega \cdot m$).

Duración de la falta:

Tipo de relé para desconexión inicial (Tiempo Independiente o Dependiente).

I_a' Intensidad de arranque del relé de desconexión inicial (A).

t' Relé de desconexión inicial a tiempo independiente. Tiempo de actuación del relé (s).

K', n' Relé de desconexión inicial a tiempo dependiente. Constantes del relé que dependen de su curva característica intensidad-tiempo.

Reenganche rápido, no superior a 0'5 seg. En caso afirmativo: Tipo de relé del reenganche (Tiempo Independiente o Dependiente).

I_a'' Intensidad de arranque del relé de reenganche rápido (A);

t'' Relé a tiempo independiente. Tiempo de actuación del relé (s) tras en reenganche rápido.

K'', n'' Relé tiempo dependiente. Constantes del relé.

A continuación, se detallan los pasos a seguir para el cálculo y diseño de la instalación de tierra.

2.2.2. Características del terreno. Resistividad

Para el diseño y cálculo de la puesta a tierra del CT se estimará la resistividad del terreno en función de la siguiente tabla y de la naturaleza del terreno en el que se va ubicar.

Tabla. Resistividad del terreno

Naturaleza del terreno	Resistividad ($\Omega \cdot m$)
Terrenos pantanosos	De algunas unidades a 30
Limo	20 a 100
Humus	10 a 150
Turba húmeda	5 a 100
Arcilla plástica	50
Margas y arcillas compactas	100 a 200
Margas del jurásico	30 a 40
Arena arcillosa	50 a 500
Arena silíceas	200 a 3.000
Suelo pedregoso cubierto de césped	300 a 500
Suelo pedregoso desnudo	1.500 a 3.000
Calizas blandas	100 a 300
Calizas compactas	1.000 a 5.000
Calizas agrietadas	500 a 1.000
Pizarras	50 a 300
Rocas de mica y cuarzo	800
Granitos y gres procedentes de alteración	1.500 a 10.000
Granitos y gres muy alterados	100 a 600
Hormigón	2.000 a 3.000
Balasto o grava	3.000 a 5.000

2.2.3. Cálculo de la puesta a tierra general

2.2.3.1. Intensidad de puesta a tierra

La intensidad de puesta a tierra, I_E , es la parte de la intensidad de defecto que circula por el electrodo de puesta a tierra general del CT y por lo tanto que provoca la elevación del potencial de la instalación de tierra.

$$I_E = r \cdot I_d$$

Siendo r el factor de reducción, que depende del número de instalaciones con las puestas a tierra conectadas en paralelo a la instalación proyectada, y del tipo de conductor de tierra o cable aislado utilizado (pantallas RSMT conectadas a tierra).

2.2.3.2. Resistencia máxima de la puesta a tierra general del CT

En caso de producirse un defecto a tierra, la sobretensión originada no debe ser superior al nivel de aislamiento de la instalación de BT del CT, es decir, se debe verificar, para el caso más restrictivo, que:

$$I_E \cdot R_t \leq U_{bt}$$

Por tanto, la resistencia máxima de la puesta a tierra de masas o general del CT se puede calcular por la expresión:

$$R_t \leq \frac{U_{bt}}{I_E}$$

2.2.3.3. Intensidad de defecto y parámetros de la red

En caso de producirse un defecto a tierra, la sobretensión originada no debe ser superior al nivel de aislamiento de la instalación de BT del CT, es decir, se debe verificar, para el caso más restrictivo, que:

El cálculo de la intensidad de defecto a tierra se realiza teniendo en cuenta el tipo de puesta a tierra de la red de media tensión en la subestación.

Neutro aislado

La intensidad de defecto a tierra es la capacitiva de la red respecto a tierra, y depende de la longitud y características de las líneas de MT de la subestación.

$$I_d = \frac{c \cdot \sqrt{3} \cdot U \cdot \omega \cdot (C_a \cdot L_a + C_c \cdot L_c)}{\sqrt{1 + [\omega \cdot (C_a \cdot L_a + C_c \cdot L_c)]^2 \cdot (3 \cdot R_t)^2}}$$

El valor de la intensidad de defecto a tierra máxima se obtiene cuando R_t es nulo:

$$I_{m\acute{a}x,d} = c \cdot \sqrt{3} \cdot U \cdot \omega \cdot C$$

Siendo:

- I_d Intensidad de defecto a tierra del CT (A).
- $I_{m\acute{a}x,d}$ Intensidad máxima de defecto a tierra de la red (A).
- c Factor de tensión indicado en la norma UNE-EN 60909-0, de valor 1,1.
- R_t Resistencia de la puesta a tierra del CT (Ω).
- U Tensión de servicio de la red MT (V).
- C Capacidad entre fase y tierra de los cables y líneas de salida de la subestación (F).

$$C = C_a \cdot L_a + C_c \cdot L_c$$

El resto de variables tienen la definición y unidades dadas en el apartado *Datos iniciales*. Esto mismo es aplicable para el resto de apartados del presente documento.

Conocido el valor de la intensidad máxima de defecto de la red se obtiene la capacidad total entre fase y tierra de las líneas que salen de la subestación.

$$C = \frac{I_{m\acute{a}x,d}}{c \cdot \sqrt{3} \cdot U \cdot \omega}$$

Neutro a tierra

Para el cálculo se aplicará la siguiente expresión:

$$I_d = \frac{c \cdot U}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{R_t^2 + X_{LTH}^2}}$$

El valor de la intensidad de defecto a tierra máxima se obtiene cuando R_t es nulo:

$$I_{m\acute{a}x,d} = \frac{c \cdot U}{\sqrt{3} \cdot X_{LTH}}$$

Donde:

- I_d Intensidad máxima de defecto a tierra del CT (A).
- c factor de tensión indicado en la norma UNE-EN 60909-0, de valor 1,1.
- R_t Resistencia de la puesta a tierra de protección del CT (Ω).
- X_{LTH} Impedancia equivalente (Ω).

Por lo tanto, conocido el valor de la corriente máxima de la red se obtiene la impedancia equivalente de la red:

$$X_{LTH} = \frac{c \cdot U}{\sqrt{3} \cdot I_{m\acute{a}x,d}}$$

2.2.3.4. Tiempo de eliminación del defecto

Las líneas de MT que alimentan el CT disponen de los dispositivos necesarios para despejar, en su caso, los posibles defectos a tierra mediante la apertura del interruptor que actúa por la orden transmitida por un relé que controla la intensidad de defecto.

Respecto a los tiempos de actuación de los relés, las variantes normales son las siguientes:

Relés a tiempo independiente:

El tiempo de actuación no depende del valor de la sobreintensidad. Cuando esta supera el valor del arranque, actúa en un tiempo prefijado. En este caso:

$$t' = cte.$$

Relés a tiempo dependiente:

El tiempo de actuación depende inversamente de la sobreintensidad. Algunos de los relés más utilizados responden a la siguiente expresión:

$$t' = \frac{k}{\left(\frac{I_d}{I'_a}\right)^\alpha - 1} \cdot k_v$$

Siendo:

- I_d Intensidad de defecto (A).
- I'_a Intensidad de ajuste del relé de protección (A).
- α, k Constantes características de la curva de protección.
- k_v Factor de tiempo de ajuste de relé de protección.
- t' Tiempo de actuación del relé de protección (s).

A continuación se dan valores de las constantes k y α para los tipos de curva más habituales.

Tabla. Curvas de disparo habituales

	Normal inversa ($\alpha = 0,02$)	Muy inversa ($\alpha = 1$)	Extremadamente inversa ($\alpha = 2$)
k	0,13	13,5	96

En el caso de que exista reenganche rápido (menos de 0'5 segundos), el tiempo de actuación del relé tras el reenganche será:

Relé a tiempo independiente:

$$t'' = cte.$$

Relé a tiempo dependiente:

$$t'' = \frac{k}{\left(\frac{I_d}{I_a}\right)^\alpha - 1} \cdot k_v$$

La duración total de la falta será la suma de los tiempos correspondientes a la primera actuación más el de la desconexión posterior al reenganche rápido:

$$t = t' + t''$$

2.2.3.5. Resistencia de puesta a tierra, intensidad de defecto y tensiones de paso para el electrodo seleccionado

Considerando las configuraciones tipo de las tablas del Anexo 2 del "Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de tercera categoría" de UNESA y los parámetros característicos de dichas configuraciones:

- K_r Valor unitario de la resistencia de puesta a tierra ($\Omega/\Omega \cdot m$)
- K_p Valor unitario que representa la máxima tensión de paso unitaria en la instalación ($V/\Omega \cdot m \cdot A$)
- K_c Valor unitario que representa la máxima tensión de contacto unitaria en la instalación ($V/\Omega \cdot m \cdot A$)

A continuación, se calculan los valores de la resistencia de puesta a tierra (R_t'), intensidad de defecto (I_E) y tensión de defecto (U_d') del electrodo seleccionado mediante las siguientes expresiones:

Resistencia de puesta a tierra del electrodo seleccionado:

$$R_t' = K_r \cdot \rho$$

Intensidad de defecto a tierra:

- Para neutro aislado: $I_E = \frac{c \cdot U}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{R_t'^2 + \left(\frac{X_{LTH}}{r}\right)^2}}$, siendo $X_{LTH} = \frac{-j}{3 \cdot \omega \cdot C}$
- Para neutro a tierra: $I_E = \frac{c \cdot U}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{R_t'^2 + \left(\frac{X_{LTH}}{r}\right)^2}}$

Tensión de defecto:

$$U_d' = R_t' \cdot I_E$$

En general, la tensión de paso en el exterior (U_p') y la tensión de contacto (U_c') se calculan mediante las siguientes fórmulas:

Tensión de paso máxima:

$$U_p' = K_p \cdot \rho \cdot I_E$$

Tensión de contacto máxima:

$$U_c' = K_c \cdot \rho \cdot I_E$$

Además, al existir un malazo equipotencial en la solera del CT conectado al electrodo de puesta a tierra, la tensión de paso de acceso será equivalente al valor de la tensión de contacto en el exterior, por lo tanto:

Tensión de paso máxima en el acceso:

$$U'_{p(acc)} = K_c \cdot \rho \cdot I_E$$

Debido a la existencia del mallazo equipotencial, no se considera necesario calcular las tensiones de paso y contacto en el interior del CT, que serán prácticamente nulas.

La tensión de contacto en el exterior también se considera nula puesto que las partes metálicas accesibles no están conectadas a la red de tierra de protección, adoptándose las medidas necesarias para evitar la puesta en tensión de estas partes metálicas accesibles por causa de un defecto o avería.

2.2.3.6. Valores máximos de tensión admisibles

De acuerdo a lo establecido en la ITC-RAT-13, la tensión máxima admisible por el cuerpo humano depende de la duración de la corriente de falta (calculada en el apartado 4.2.2), según se refleja en la tabla 4.

Tabla. Tensión de contacto aplicada admisible, Tabla ITC-RAT 13

Duración de la falta t_f (s)	Tensión de contacto aplicada admisible U_{ca} (V)
1	107

A partir de estos valores admisibles de tensión aplicada, se pueden determinar las máximas tensiones de contacto o paso admisibles en la instalación, U_c y U_p , considerando todas las resistencias que intervienen entre el punto en tensión y el terreno

Donde:

- U_{ca} Tensión de contacto aplicada admisible.
- U_{pa} Tensión de paso aplicada admisible ($U_{pa}=10 \cdot U_{ca}$ según ICT-RAT-13).
- Z_B Impedancia del cuerpo humano (se considera 1.000Ω).
- I_B Corriente a través del cuerpo.
- U_c Tensión de contacto máxima admisible en la instalación.
- U_p Tensión de paso máxima admisible en la instalación.
- R_{a1} Resistencia adicionales (calzado).
- R_{a2} Resistencias adicionales (contacto con el suelo).

A partir de estos valores admisibles de tensión aplicada, se pueden determinar las máximas tensiones de contacto o paso admisibles en la instalación, U_c y U_p , considerando todas las resistencias que intervienen entre el punto en tensión y el terreno:

$$U_c = U_{ca} \cdot \left[1 + \frac{R_{a1} + R_{a2}}{2Z_B} \right] = U_{ca} \cdot \left[1 + \frac{\frac{R_{a1}}{2} + 1,5\rho_s}{1000} \right]$$

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

Que responde al siguiente planteamiento:

- Se supone que la resistencia del cuerpo humano es de 1.000Ω

- Se asimila cada pie a un electrodo en forma de placa de 200 mm² de superficie, ejerciendo sobre el suelo una fuerza mínima de 250 N, lo que representa una resistencia de contacto con el suelo de 3·ρs, donde ρs es la resistividad del terreno.
- Según cada caso, Ra1 es la resistencia del calzado, la resistencia de superficies de material aislante, etc. El Reglamento de instalaciones eléctricas de alta tensión permite utilizar valores de 2.000 Ω para esta resistencia.

Para los casos en los que el terreno se recubra de una capa adicional de elevada resistividad (por ejemplo, la losa de hormigón con o sin una capa adicional de emulsión asfáltica), se multiplicará el valor de la resistividad de la capa de terreno adicional, por un coeficiente reductor. El coeficiente reductor se obtendrá de la expresión siguiente:

$$C_s = 1 - 0.106 \cdot \left(\frac{1 - \frac{\rho}{\rho^*}}{2h_s + 0.106} \right)$$

Siendo:

- C_s Coeficiente reductor de la resistividad de la capa superficial.
- h_s Espesor de la capa superficial.
- ρ Resistividad del terreno natural.
- ρ* Resistividad de la capa superficial.

2.2.3.7. Tensiones de paso y contacto en el interior del CT

La solera del CT estará dotada del correspondiente mallazo equipotencial, por lo tanto, no existirá riesgo por tensiones de paso o contacto en el interior, ya que serán prácticamente nulas.

2.2.3.8. Tensión de contacto en el exterior del CT

Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del CT no tienen contacto eléctrico con ningún elemento susceptible de quedar en tensión como consecuencia de un defecto a tierra, por lo que no es necesario realizar el cálculo de la tensión de contacto exterior que será prácticamente nula.

2.2.3.9. Tensión de paso en exterior y de paso en el acceso al CT

La tensión de paso en el exterior del CT, calculada para el electrodo seleccionado, debe ser menor o igual que el máximo valor admisible de la tensión de paso:

$$U'_p \leq U_p$$

De igual modo, la tensión de paso en el acceso al CT para el electrodo seleccionado, debe ser menor o igual que el máximo valor admisible de la tensión de paso en el acceso:

$$U'_{p(acc)} \leq U_{p(acc)}$$

2.2.3.10. Protección del material

La tensión de defecto debe ser menor o igual que el nivel de aislamiento a frecuencia industrial de los equipos de BT del CT:

$$U'_d \leq U_{bt}$$

2.2.3.11. Garantía de eliminación de la falta

La intensidad de arranque de las protecciones tendrá que ser superior a la intensidad de defecto:

$$I_d > I'_a \text{ y } I_d > I''_a$$

2.2.4. Cálculo de la puesta a tierra de neutro

Para garantizar la actuación de las protecciones diferenciales de las instalaciones de BT de los clientes, se adopta un valor máximo de la resistencia de puesta a tierra de neutro de 37 Ω .

Por lo tanto, podemos calcular el valor unitario máximo de la resistencia de puesta a tierra del neutro de BT como:

$$K'_r = \frac{37}{\rho}$$

Se seleccionará la configuración del electrodo de entre los del tipo picas en hilera (*Anexo 2 del Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de UNESA*) de manera que su valor unitario de resistencia (K''_r) cumpla la condición:

$$K''_r \leq K'_r$$

Por lo tanto se cumple que el valor de la resistencia de puesta a tierra del neutro de BT (R'_{bt}) es menor de 37 Ω :

$$R'_{bt} = K''_r \cdot \rho \leq 37 \Omega$$

2.2.5. Separación entre los sistemas de puesta a tierra general, de neutro y de las masas de utilización del edificio

La separación mínima (D) entre los sistemas de puesta a tierra general y de neutro requerida para garantizar que ante posibles defectos a tierra no se transfieran tensiones peligrosas se calcula mediante la fórmula:

$$D > \frac{\rho \cdot I_E}{2 \cdot \pi \cdot U_i} \approx \frac{\rho \cdot I_E}{6.283}$$

Siendo:

- D Distancia entre circuitos de puesta a tierra (m).
- ρ Resistividad media del terreno ($\Omega \cdot m$).
- I_E Intensidad de defecto por el electrodo seleccionado (A).
- U_i Tensión inducida sobre el electrodo de puesta a tierra de neutro (V). Se adopta $U_i = 1.000 \text{ V}$.

2.3. Ventilación

2.3.1. Introducción

La evacuación del calor generado por los transformadores en el interior del CT se efectuará, según lo previsto en la ITC-RAT 14 "Instalaciones eléctricas de interior", apartado 4.4.

Se ha previsto un sistema de ventilación de aire mediante ventilación Natural para el Nuevo CD 45777.

2.3.2. Ventilación natural. Dimensión mínima rejillas de ventilación

Para el cálculo de la sección de las rejillas de ventilación se utiliza la siguiente expresión que calcula dicha sección en función de la potencia calorífica evacuada por circulación natural de aire, desde un recinto interior caliente al exterior a través de dos huecos (uno de entrada y otro de salida) de igual sección cerrados mediante rejillas:

$$S = \frac{P}{0,24 \cdot \lambda \cdot \sqrt{H(t_i - t_e)^3}}$$

Siendo:

P Potencia calorífica evacuada (kW). $P = W_{Fe} + W_{Cu}$

λ Coeficiente de forma de las rejillas de ventilación (se toma $\lambda=0.4$)

S Superficie del hueco de entrada de aire (m²). Si hay varias rejillas de entrada de aire, S representa la suma de superficies de estas rejillas. Se supone igual la sección de entrada y salida de aire.

H Distancia vertical entre los centros geométricos de los huecos de entrada y salida de aire (m)

t_i Temperatura en el interior del recinto (°C)

t_e Temperatura media en el exterior (°C)

La sección mínima del conjunto de rejillas de ventilación de entrada de aire tiene que ser:

Nuevo CD 45777

$$S = \frac{P}{0,24 \cdot \lambda \cdot \sqrt{H(t_i - t_e)^3}} = 2,80 \text{ m}^2$$

$$4,62 > 2,80$$

VENTILACIÓN INFERIOR - EXISTENTE		
Altura (m)	Ancho (m)	Altura respecto al suelo (m)
1,360	0,730	0,000
0,880	0,750	0,000
0,880	0,750	0,000

VENTILACIÓN SUPERIOR - EXISTENTE		
Altura (m)	Ancho (m)	Altura respecto al suelo (m)
1,360	0,730	1,400
0,880	0,750	1,400
0,880	0,750	1,400

Valores de Salida respecto a la Potencia

Superficie (m2)		
Superficie Inferior Actual	2,3128	La ventilación inferior existente es suficiente para la potencia requerida
Superficie Inferior Necesaria	1,4003	
Superficie Inferior Prevista	2,3128	La ventilación inferior prevista es suficiente ante la potencia necesaria.
*Superficie de rejillas a instalar	0,0000	

Superficie Superior Actual (m2)	2,3128	La ventilación superior existente es suficiente para la potencia requerida
Superficie Superior Necesaria (m2)	1,4003	
Superficie superior Prevista	2,3128	La ventilación superior prevista es suficiente ante la potencia necesaria.
***Superficie de rejillas a instalar	0,0000	

Altura geométrica final	1,4000 metros
-------------------------	---------------

Valores de Salida respecto a SF6

¿Cumple SF6?	Centro CUMPLE normativa SF6
--------------	-----------------------------

Badajoz, junio de 2024



El ingeniero Técnico Industrial
 Carlos Jover Rodríguez
 Número de Colegiado 5.820
 del Colegio Oficial de Peritos e Ingenieros
 Técnicos Industriales de Málaga

Pliego de Condiciones

1. Objeto y alcance	32
---------------------------	----

1. Objeto y alcance

Para la ejecución de los trabajos objeto del presente proyecto se seguirá lo indicado en el pliego de condiciones del proyecto tipo / en los pliegos de condiciones de los proyectos tipo FYZ30000 y DYZ10000.

Badajoz, junio de 2024



El ingeniero Técnico Industrial
Carlos Jover Rodríguez
Número de Colegiado 5.820
del Colegio Oficial de Peritos e Ingenieros
Técnicos Industriales de Málaga

Estudio Básico de Seguridad y Salud

1. Objeto	34
2. Características de la obra y situación	34
3. Obligaciones del contratista.....	34
4. Actividades básicas.....	34
5. Identificación de riesgos.....	35
6. Medidas preventivas	38
7. Normativa aplicable	41

1. Objeto

El presente Estudio Básico de Seguridad y Salud tiene por objeto precisar las normas de seguridad y salud aplicables a la obra, identificando los riesgos laborales evitables, indicando las medidas correctoras necesarias para ello, y los que no puedan eliminarse, indicando las medidas tendentes a controlarlos o reducirlos, valorando su eficacia, todo ello de acuerdo con el Artículo 6 del RD 1627/1997 de 24 de octubre, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en las Obras de Construcción.

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

2. Características de la obra y situación

Este ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD, se elabora para la obra:

PROYECTO DE EJECUCIÓN DE NUEVA LSMT "ONDUPACK" 15kV Y INSTALACIÓN DE APARAMENTA EN NUEVO CD 45777, SITO EN CR BADAJOZ 70, 06200, EN EL TERMINO MUNICIPAL DE ALMENDRALEJO (BADAJOZ) en la que se realizarán las siguientes actuaciones:

- Identificación y corte de LSMT existente "ONDUPACK" 15kV y conexión con la nueva LSMT.
- Instalación de 10m de nueva LSMT RH5Z1 12/20kV 3x240 mm² Al de circuito doble desde el nuevo CD 45777 hasta la PCR con la LSMT existente en arquetas A2 existentes
- Instalación de toda la aparamenta del nuevo CD 45777
 - 3 Nuevas Celdas de Línea
 - 1 Nueva Celda de Protección
 - 2 Nuevos CBT de 4 salidas
 - 1 Trafo desmantelado del CD 45777

El cliente cederá a la compañía el PFU-4 para la instalación de la aparamenta por parte de la compañía e instalará la canalización y la LSMT desde su CT privado hasta el nuevo CD 45777 donde dejará la LSMT con suficiente conductor para realizar su conexión.

3. Obligaciones del contratista

Siguiendo las instrucciones del Real Decreto 1627/1997, antes del inicio de los trabajos en obra, la empresa adjudicataria de la obra, estará obligada a elaborar un "plan de seguridad y salud en el trabajo", en el que se analizarán, estudiarán, desarrollarán y complementarán las previsiones que se adjuntan en el estudio básico.

4. Actividades básicas

Durante la ejecución de los trabajos en obra se pueden destacar como actividades básicas:

4.1. Construcción del centro de transformación interior (CT)

- Desplazamiento de personal.
- Transporte de materiales y herramientas.
- Montaje de equipos de maniobra, protección y transformadores.
- Maniobras necesarias para retirar y restaurar la tensión de un sector de la red.
- Desmontaje de instalaciones (si es necesario).
- Operaciones específicas para realizar trabajos en tensión con procedimientos definidos.
- Empalme de nuevas líneas con redes existentes.

4.2. Tendido de cable subterráneo (LSMT)

- Desplazamiento de personal.
- Transporte de materiales y herramientas.
- Apertura y acondicionamiento de zanjas para el tendido de cables.
- Tendido de cables subterráneos por canalizaciones nuevas y existentes.
- Realización de conexiones de cables subterráneos con la aparamenta eléctrica.
- Reposición de tierras, cierre de zanjas, compactación del terreno y reposición del pavimento.
- Maniobras necesarias para retirar y restaurar la tensión de un sector de la red.
- Operaciones específicas para realizar trabajos en tensión con procedimientos definidos.
- Desmontaje de instalaciones (si es necesario).
- Empalme de nuevas líneas con redes existentes.

5. Identificación de riesgos

Con carácter no exhaustivo se indican los riesgos por actividades básicas definidas:

5.1. Riesgos laborales

- Caídas de personal al mismo nivel
Per deficiencias del suelo
Por pisar o tropezar con objetos
Por malas condiciones atmosféricas
Por existencia de vertidos o líquidos
- Caídas de personal o diferente nivel
Por desniveles, zanjas o taludes

CT	LSMT
X	
X	X
X	X
X	X
X	X
X	X
X	X

	CT	LSMT
Por agujeros	X	X
Desde escaleras, portátiles o fijos	X	X
Desde andamio	X	
Desde techos o muros	X	
Desde apoyos	X	
Desde árboles	X	
- Caídas de objetos	X	X
Por manipulación manual	X	X
Por manipulación con aparatos elevadores	X	X
- Desprendimientos, hundimientos o ruinas	X	X
Apoyos	X	
Elementos de montaje fijos	X	
Hundimiento de zanjas, pozos o galerías	X	X
- Choques y golpes	X	X
Contra objetos fijos y móviles	X	X
Hundimiento de zanjas, pozos o galerías	X	X
- Atrapamientos	X	X
Con herramientas	X	X
Por maquinaria o mecanismos en movimiento	X	X
Por objetos	X	X
- Cortes	X	X
Con herramientas	X	X
Con máquinas	X	X
Con objetos	X	X
- Proyecciones	X	X
Por partículas sólidas	X	X
Por líquidos	X	X
- Contactos térmicos	X	X
Con fluidos	X	X
Con focos de calor	X	X
Con proyecciones	X	X
- Contactos químicos	X	X
Con sustancias corrosivas	X	X

	CT	LSMT
Con sustancias irritantes	X	X
Con sustancias químicas	X	X
- Contactos eléctricos	X	X
Directos	X	X
Indirectos	X	X
Descargas eléctricas	X	X
- Arco eléctrico	X	X
Por contacto directo	X	X
Por proyección	X	X
Por explosión en corriente continua	X	X
- Manipulación de cargas o herramientas	X	X
Para desplazarse, levantar o sostener cargas	X	X
Para utilizar herramientas	X	X
Por movimientos repentinos	X	X
- Riesgos derivados del tráfico	X	X
Choque entre vehículos y contra objetos fijos	X	X
Atropellos	X	X
Fallos mecánicos y tumbada de vehículos	X	X
- Explosiones		X
Por atmósferas explosivas		X
Por elementos de presión		
Por voladuras o material explosivo		
- Agresión de animales	X	X
Insectos	X	X
Reptiles	X	X
Perros y gatos	X	X
Otros	X	X
- Ruidos	X	X
Por exposición	X	X
- Vibraciones	X	X
Por exposición	X	X
- Ventilación	X	X
Por ventilación insuficiente		X

- Por atmósferas bajas en oxígeno
- Iluminación
- Para iluminación ambiental insuficiente
- Por deslumbramientos y reflejos
- Condiciones térmicas
- Por exposición a temperaturas extremas
- Por cambios repentino en la temperatura
- Por estrés térmico

CT	LSMT
X	X
X	X
X	X
X	X
X	X
X	X
X	
X	

5.2. Riesgos y daños a terceros

- Por la existencia de curiosos
- Por la proximidad de circulación vial
- Por la proximidad de zonas habitadas
- Por presencia de cables eléctricos con tensión
- Por manipulación de cables con corriente
- Por la existencia de tuberías de gas o de agua

CT	LSMT
X	
X	X
X	X
X	X
X	X
X	X

6. Medidas preventivas

Para evitar o reducir los riesgos relacionados, se adoptarán las siguientes medidas:

6.1. Prevención de riesgos laborales a nivel colectivo

- Se mantendrá el orden y la higiene en la zona de trabajo.
- Se acondicionarán pasos para peatones.
- Se procederá al cierre, balizamiento y señalización de la zona de trabajo.
- Se dispondrá del número de botiquines adecuado al número de personas que intervengan en la obra.
- Las zanjas y excavaciones quedarán suficientemente manchadas y señalizadas.
- Se colocarán tapas provisionales en agujeros y arquetas hasta que no se disponga de las definitivas.
- Se revisará el estado de conservación de las escaleras portátiles y fijas diariamente, antes de iniciar el trabajo y nunca serán de fabricación provisional.

- Las escaleras portátiles no estarán pintadas y se trabajará sobre las mismas de la siguiente manera:
 - o Sólo podrá subir un operario.
 - o Mientras el operario está arriba, otro aguantará la escalera por la base.
 - o La base de la escalera no sobresaldrá más de un metro del plano al que se quiere acceder.
 - o Las escalas de más de 12 m se atarán por sus dos extremos.
 - o Las herramientas se subirán mediante una cuerda y en el interior de una bolsa.
 - o Si se trabaja por encima de 2 m utilizará cinturón de seguridad, anclado a un punto fijo distinto de la escala.
- Los andamios serán de estructura sólida y tendrán barandillas, barra a media altura y zócalo.
- Se evitará trabajar a diferentes niveles en la misma vertical y permanecer debajo de cargas suspendidas.
- La maquinaria utilizada (excavación, elevación de material, tendido de cables, etc.) sólo será manipulada por personal especializado.
- Antes de iniciar el trabajo se comprobará el estado de los elementos situados por encima de la zona de trabajo.
- Las máquinas de excavación dispondrán de elementos de protección contra vuelcos.
- Se procederá al entibado de las paredes de las zanjas siempre que el terreno sea blando o se trabaje a más de 1,5 m de profundidad.
- Se comprobará el estado del terreno antes de iniciar la jornada y después de lluvia intensa.
- Se evitará el almacenamiento de tierras junto a las zanjas o agujeros de fundamentos.
- En todas las máquinas los elementos móviles estarán debidamente protegidos.
- Todos los productos químicos a utilizar (disolventes, grasas, gases o líquidos aislantes, aceites refrigerantes, pinturas, siliconas, etc.) se manipularán siguiendo las instrucciones de los fabricantes.
- Los armarios de alimentación eléctrica dispondrán de interruptores diferenciales y tomas de tierra.
- Se utilizarán transformadores de seguridad para trabajos con electricidad en zonas húmedas o muy conductoras de la electricidad.
- Todo el personal deberá haber recibido una formación general de seguridad y además el personal que deba realizar trabajos en altura, formación específica en riesgos de altura
- Por trabajos en proximidad de tensión el personal que intervenga deberá haber recibido formación específica de riesgo eléctrico.
- Los vehículos utilizados para transporte de personal y mercancías estarán en perfecto estado de mantenimiento y al corriente de la ITV.
- Se montará la protección pasiva adecuada a la zona de trabajo para evitar atropellos.
- En las zonas de trabajo que se necesite se montará ventilación forzada para evitar atmósferas nocivas.
- Se colocarán válvulas antirretroceso en los manómetros y en las cañas de los soldadores.
- Las botellas o contenedores de productos explosivos se mantendrán fuera de las zonas de trabajo.
- El movimiento del material explosivo y las voladuras serán efectuados por personal especializado.
- Se observarán las distancias de seguridad con otros servicios, por lo que se requerirá tener un conocimiento previo del trazado y características de las mismas.

- Se utilizarán los equipos de iluminación que se precisen según el desarrollo y características de la obra (adicional o socorro).
- Se retirará la tensión en la instalación en que se tenga que trabajar, abriendo con un corte visible todas las fuentes de tensión, poniéndolas a tierra y en cortocircuito. Para realizar estas operaciones se utilizará el material de seguridad colectivo que se necesite.
- Sólo se restablecerá el servicio a la instalación eléctrica cuando se tenga la completa seguridad de que no queda nadie trabajando.
- Para la realización de trabajos en tensión el contratista dispondrá de:
 - o Procedimiento de trabajo específico.
 - o Material de seguridad colectivo que se necesite.
 - o Aceptación de la empresa distribuidora eléctrica del procedimiento de trabajo.
 - o Vigilancia constante de la cabeza de trabajo en tensión.

6.2. Prevención de riesgos laborales a nivel individual

El personal de obra debe disponer, con carácter general, del material de protección individual que se relaciona y que tiene la obligación de utilizar dependiendo de las actividades que realice:

- Casco de seguridad.
- Ropa de trabajo adecuada para el tipo de trabajo que se realice.
- Impermeable.
- Calzado de seguridad.
- Botas de agua.
- Trepadora y elementos de sujeción personal para evitar caídas entre diferentes niveles.
- Guantes de protección para golpes, cortes, contactos térmicos y contacto con sustancias químicas.
- Guantes de protección eléctrica.
- Guantes de goma, neopreno o similar para hormigonar, albañilería, etc.
- Gafas de protección para evitar deslumbramientos, molestias o lesiones oculares, en caso de:
 - o Arco eléctrico.
 - o Soldaduras y oxicorte.
 - o Proyección de partículas sólidas.
 - o Ambiente polvoriento.
- Pantalla facial.
- Orejeras y tapones para protección acústica.
- Protección contra vibraciones en brazos y piernas.
- Máscara autofiltrante trabajos con ambiente polvoriento.
- Equipos autónomos de respiración.
- Productos repelentes de insectos.
- Aparatos asusta-perros.
- Pastillas de sal (estrés térmico).

Todo el material estará en perfecto estado de uso.

6.3. Prevención de riesgos de daños a terceros

- Vallado y protección de la zona de trabajo con balizas luminosas y carteles de prohibido el paso.
- Señalización de calzada y colocación de balizas luminosas en calles de acceso a zona de trabajo, los desvíos provisionales por obras, etc.
- Riesgo periódico de las zonas de trabajo donde se genere polvo.

7. Normativa aplicable

En el proceso de ejecución de los trabajos deberán observarse las normas y reglamentos de seguridad vigentes. A título orientativo, y sin carácter limitativo, se adjunta una relación de la normativa aplicable:

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorso-lumbares, para los trabajadores.
- Real Decreto 773/1997, 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- 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, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la 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, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales.
- Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifica el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

- Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.
- Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.
- Real Decreto 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.
- Decreto de 26 de julio de 1957, por el que se regulan los Trabajos prohibidos a la mujer y a los menores.
- Reglamento sobre Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación (RD 337/2014, 9 Mayo), así como las Instrucciones Técnicas Complementarias sobre dicho reglamento.
- Orden de 31 de agosto de 1987, sobre señalización, balizamiento, defensa, limpieza y terminación de obras fijas en vías fuera de poblado.
- Orden de 12 de enero de 1998, por la que se aprueba el modelo de Libro de Incidencias en las obras de construcción.
- Real Decreto 216/1999, de 5 de febrero, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en el trabajo de los trabajadores en el ámbito de las empresas de trabajo temporal.
- Real Decreto Legislativo 5/2000, de 4 de agosto, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley sobre Infracciones y Sanciones en el Orden Social.
- Decreto 399/2004, de 5 de octubre de 2004, por el que se crea el registro de delegados y delegadas de prevención y el registro de comités de seguridad y salud, y se regula el depósito de las comunicaciones de designación de delegados y delegadas de prevención y constitución de los comités de seguridad y salud.
- Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura.
- Orden TIN/1071/2010, de 27 de abril, sobre los requisitos y datos que deben reunir las comunicaciones de apertura o de reanudación de actividades en los centros de trabajo.
- 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 664/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo.
- Real Decreto 1407/1992, de 20 de noviembre, por el que se regulan las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual.
- Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.
- Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas.
- Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.
- Real Decreto 783/2001, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento sobre protección sanitaria contra radiaciones ionizantes.

- Real Decreto 1439/2010, de 5 de noviembre, por el que se modifica el Reglamento sobre protección sanitaria contra radiaciones ionizantes, aprobado por Real Decreto 783/2001, de 6 de julio.
- 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.
- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo (artículos no derogados)
- Reglamento de Aparatos a Presión, sus correcciones, modificaciones y ampliaciones, y sus instrucciones técnicas complementarias.
- Reglamento de Almacenamiento de Productos Químicos, sus correcciones, modificaciones y ampliaciones y sus instrucciones técnicas complementarias.
- Reglamento sobre transportes de mercancías peligrosas por carretera (TPC), sus correcciones, modificaciones y ampliaciones.
- Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación.
- Orden de 20 de mayo de 1952, que aprueba el reglamento de seguridad e higiene en el trabajo de la construcción y obras públicas. (modificada por la orden de 10 de diciembre de 1953).
- Orden de 10 diciembre de 1953 (cables, cadenas, etc., en aparatos de elevación, que modifica y completa la orden ministerial de 20 mayo de 1952, que aprueba el reglamento de seguridad e higiene en la construcción y obras públicas).
- Orden de 23 de septiembre de 1966 por la que se modifica el artículo 16 del Reglamento de Seguridad del Trabajo para la Industria de la Construcción de 20 de mayo de 1952.
- Real Decreto 488/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización.
- Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.
- Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.
- Real Decreto 2291/1985, de 8 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención de los mismos.
- Real Decreto 837/2003, de 27 de junio, por el que se aprueba el nuevo texto modificado y refundido de la Instrucción técnica complementaria "MIE-AEM-4" del Reglamento de aparatos de elevación y manutención, referente a grúas móviles autopropulsadas.
- Convenios colectivos.
- Ordenanzas municipales.

- Instrucción general de operaciones, normas y procedimientos relativos a seguridad y salud laboral de la empresa contratante.

Badajoz, junio de 2024



El ingeniero Técnico Industrial
Carlos Jover Rodríguez
Número de Colegiado 5.820
del Colegio Oficial de Peritos e Ingenieros
Técnicos Industriales de Málaga

Cumplimiento RD 105/2008

ANTECEDENTES

En aquellas obras donde se generen residuos de construcción y demolición (RCDs), es de aplicación el Real Decreto 105/2008, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

En caso de generar este tipo de residuos es obligatorio Incluir en el proyecto de ejecución de la obra un **Estudio de gestión de residuos de construcción y demolición**, que contendrá como mínimo:

1. Una estimación de la cantidad, expresada en toneladas y en metros cúbicos, de los residuos de construcción y demolición que se generaran en la obra, codificados con arreglo a la Lista Europea de Residuos establecida en la Decisión 2014/955/UE de la Comisión, de 18 de diciembre de 2014, por la que se modifica la Decisión 2000/532/CE, sobre la lista de residuos, de conformidad con la Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, publicada por Ley 7/2022.
2. Las medidas para la prevención de residuos en la obra objeto del proyecto.
3. Las operaciones de reutilización, valorización o eliminación a que se destinaran los residuos que se generaran en la obra.
4. Las medidas para la separación de los residuos en obra, en particular, para el cumplimiento por parte del poseedor de los residuos, de la obligación establecida en el apartado 5 del artículo.
5. Los planos de las instalaciones previstas para el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra. Posteriormente, dichos planos podrán ser objeto de adaptación a las características particulares de la obra y sus sistemas de ejecución, previo acuerdo de la dirección facultativa de la obra.
6. Las prescripciones del pliego de prescripciones técnicas particulares del proyecto, en relación con el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra.
7. Una valoración del coste previsto de la gestión de los residuos de construcción y demolición que formara parte del presupuesto del proyecto en capítulo independiente.

Por el presente escrito la empresa de ingeniería **ECOINTEGRAL INGENIERÍA, S.L.** justifica que el presente proyecto cuyo Título es **PROYECTO DE EJECUCIÓN DE NUEVA LSMT "ONDUPACK" 15KV Y INSTALACIÓN DE APARAMENTA EN NUEVO CD 45777, SITIO EN CR BADAJOZ 70, 06200, EN EL TERMINO MUNICIPAL DE ALMENDRALEJO (BADAJOZ)**, redactado por el Ingeniero Técnico Industrial **Carlos Jover Rodríguez** no le es de aplicación el Decreto 105/2008 y por tanto no incluye un anexo con un Estudio de gestión de residuos de construcción y demolición.

Badajoz, junio de 2024



El ingeniero Técnico Industrial
Carlos Jover Rodríguez
Número de Colegiado 5.820
del Colegio Oficial de Peritos e Ingenieros
Técnicos Industriales de Málaga

Presupuesto

1. Presupuesto base47

1. Presupuesto base

CENTRO TRANSFORMACIÓN				
Unidad	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
M	ACTA PREVIA PLANIFICACIÓN TRJ RED MT-BT	1,00	100,00	100,00
UD	COLOC CARTELERIA (AVISOS) TRABAJO PROGR	1,00	26,82	26,82
UD	MANIOBRA Y CREACION Z.P. MT, 1 PAREJA	1,00	52,83	52,83
UD	FACTURACION TRABAJOS ESPECIALES	1.000,00	1,00	1.000,00
UD	LEGALIZACION	350,00	1,00	350,00
UD	ARQUETA A2 PREFABRICADA	2,00	347,16	694,32
UD	JUEGO TERMINACIONES CABLE SUBTERRANEO MT	3,00	96,49	289,48
UD	CIRC ALUMBRADO Y PROTECCION CT 1 TRAFO	1,00	220,66	220,66
UD	COLOCACION CELDA MODULAR MT	4,00	58,41	233,64
UD	INSTALACION CUADRO BT CT INTERIOR 4S	2,00	86,73	173,46
UD	CIRC TIERRA INTERIOR CT SUP 1 TRAFO	1,00	217,00	217,00
UD	MED TENS PASO Y CONTACTO Y RESISTS PaT	1,00	212,40	212,40
UD	PUENTE BT CT TRAFOS HASTA 400KVA	2,00	162,61	325,21
UD	INSTALACIÓN O CAMBIO MAMPARA PROTECTORA	1,00	560,74	560,74
UD	INSTAL ANTIVIBRADORES TRAFO HASTA 1680KG	1,00	294,53	294,53
UD	IDENTIFICACION Y CORTE CABLE MT	2,00	44,62	89,23
UD	CONECTOR T ATORN 630A CAB 12/20KV 240MM2	6,00	73,11	438,66
UD	TAPA DE FUNDICIÓN MODELO A2 Y MARCO	2,00	221,04	442,08
UD	KIT DE SELLADO TERMINAL EXTERIOR MT	2,00	7,84	15,68
UD	CELDA 24kV 630A SF6+SF6 TRANSFORMADOR	1,00	2.004,00	2.004,00
UD	CELDA LINEA MOTORIZADA 24KV 630A-20KA	3,00	1.874,00	5.622,00
M	CUADRO BT PARA CT.25 KA-C.GRUPO-4 SALIDA	2,00	1.408,23	2.816,46
M	TENDIDO BAJO TUBO MT	20,00	4,36	87,16
M	PUENTE MT CT	1,00	251,51	251,51
UD	INSTALAR TRANSFORMADOR CT ACCESO DIRECTO	1,00	190,16	190,16
M	CABLE AISL.RED.PANT. AI 12/20KV 1X240MM2	60,00	5,42	325,08
TOTAL PARCIAL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN				16.853,46 €

El presente presupuesto asciende a la cantidad de "DIECISEIS MIL OCHOCIENTOS CINCUENTA Y TRES EUROS CON CUARENTA Y SEIS CÉNTIMOS".

Badajoz, junio de 2024

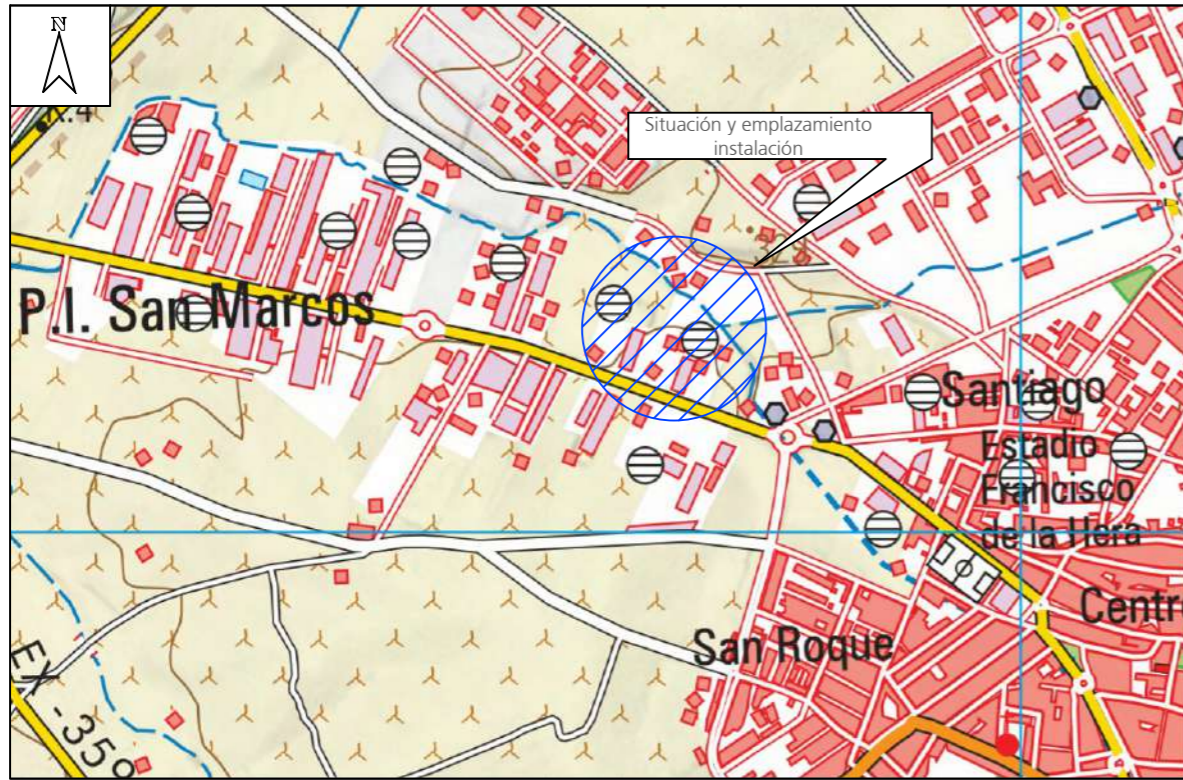


El ingeniero Técnico Industrial
Carlos Jover Rodríguez
Número de Colegiado 5.820
del Colegio Oficial de Peritos e Ingenieros
Técnicos Industriales de Málaga

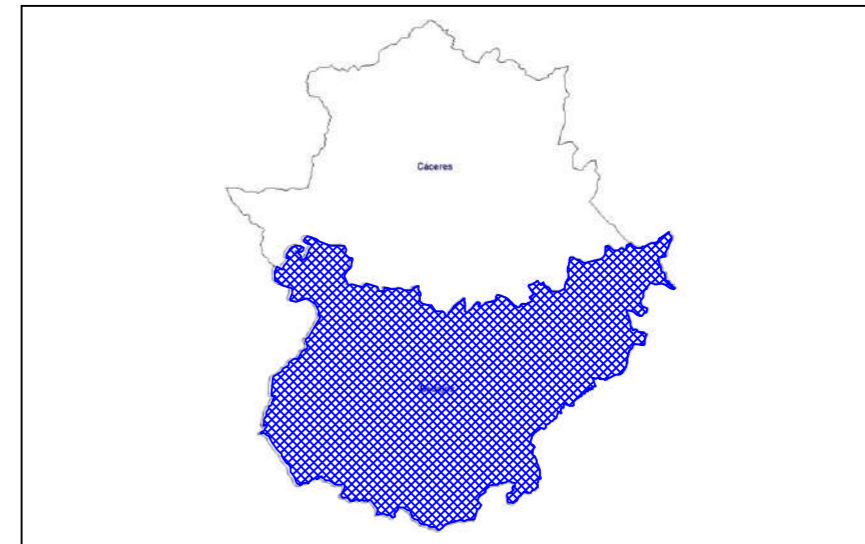
Planos

- 01 SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO.
- 02 PLANO DE SITUACIÓN
- 03 ESQUEMA UNIFILAR ORTOGONAL. ESTADO PREVISTO
- 04 ESQUEMA UNIFILAR CD. ESTADO PREVISTO
- 05 PLANTA GENERAL DE LA INSTALACIÓN. ESTADO PREVISTO.
- 06 DETALLE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN. ESTADO PREVISTO
- 07 DETALLE INSTALACIÓN PUESTA A TIERRA
- 08 DETALLE EMPALME MT

Plano de situación general
E: S/E



Plano de situación instalación
E: S/E



Coordenadas UTM (ETRS-89) de la instalación			
Ubicación	X	Y	Huso
PCR en Arquetas A2	724077	4285354	29
CD Nuevo	724082	4285359	

PROYECTO DE EJECUCIÓN DE NUEVA LSMT "ONDUPACK" 15kV E INSTALACIÓN DE APARAMENTA EN NUEVO CD 45777, SITO EN CR BADAJOZ 70, 06200, EN EL TERMINO MUNICIPAL DE ALMENDRALEJO (BADAJOZ)

DESTINATARIO DEL PROYECTO:

e-distribución

EXPEDIENTE: 726212
EMPLAZAMIENTO: CR Badajoz 70, 06200
MUNICIPIO: Término municipal de ALMENDRALEJO (Badajoz).

eointegral IDP

TÍTULO PLANO: Situación y emplazamiento

TIPOLOGÍA: L.S.M.T & CD
PROMOTOR: EDISTRIBUCIÓN Redes Digitales, S.L.U.

Carlos Jover Rodríguez
Ingeniero Técnico Industrial
COL. N° 5.820

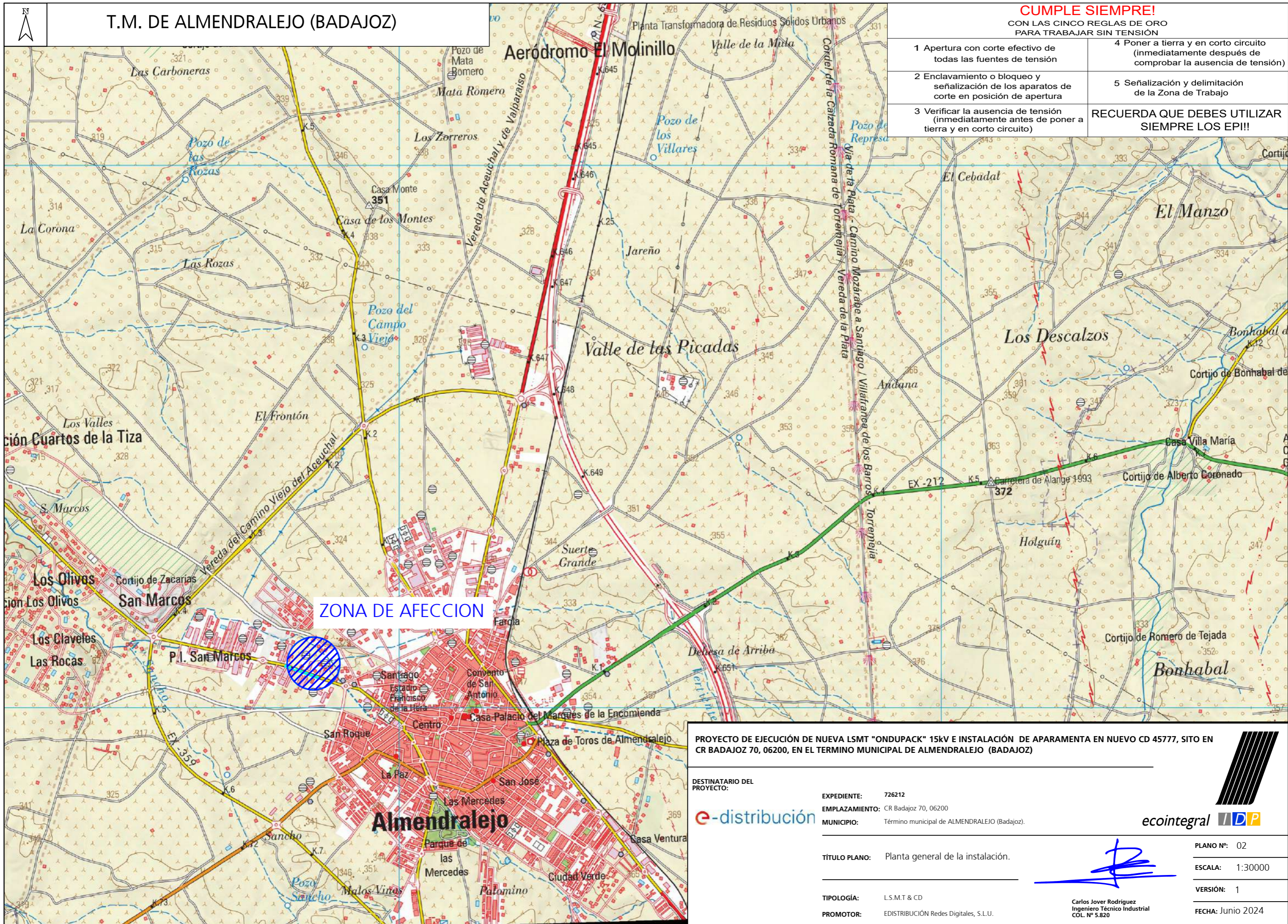
PLANO N°: 01
ESCALA: Indicada
VERSIÓN: 1
FECHA: Junio 2024



T.M. DE ALMENDRALEJO (BADAJOZ)

CUMPLE SIEMPRE!
CON LAS CINCO REGLAS DE ORO
PARA TRABAJAR SIN TENSIÓN

1 Apertura con corte efectivo de todas las fuentes de tensión	4 Poner a tierra y en corto circuito (inmediatamente después de comprobar la ausencia de tensión)
2 Enclavamiento o bloqueo y señalización de los aparatos de corte en posición de apertura	5 Señalización y delimitación de la Zona de Trabajo
3 Verificar la ausencia de tensión (inmediatamente antes de poner a tierra y en corto circuito)	RECUERDA QUE DEBES UTILIZAR SIEMPRE LOS EPI!!



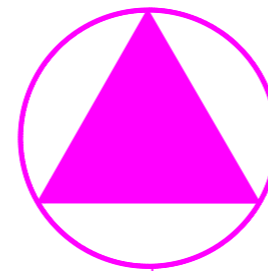
ZONA DE AFECION

PROYECTO DE EJECUCIÓN DE NUEVA LSMT "ONDUPACK" 15kV E INSTALACIÓN DE APARAMENTA EN NUEVO CD 45777, SITO EN CR BADAJOZ 70, 06200, EN EL TERMINO MUNICIPAL DE ALMENDRALEJO (BADAJOZ)

DESTINATARIO DEL PROYECTO:	EXPEDIENTE: 726212		
	EMPLAZAMIENTO: CR Badajoz 70, 06200		
	MUNICIPIO: Término municipal de ALMENDRALEJO (Badajoz).		
TÍTULO PLANO:	Planta general de la instalación.		PLANO Nº: 02
			ESCALA: 1:30000
TIPOLOGÍA:	LS.M.T & CD		VERSIÓN: 1
PROMOTOR:	EDISTRIBUCIÓN Redes Digitales, S.L.U.		FECHA: Junio 2024

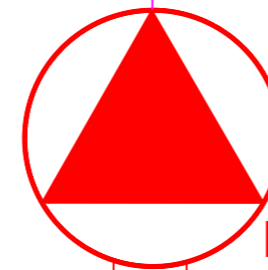
Carlos Jover Rodriguez
Ingeniero Técnico Industrial
COL. Nº 5.820

Nuevo CT
privado de
cliente



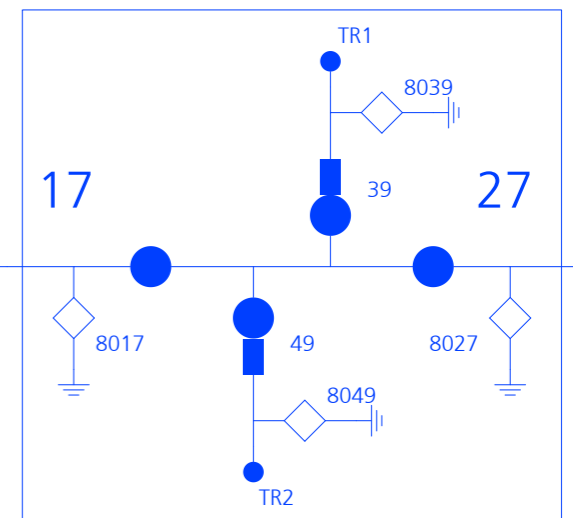
LSMT privada a
instalar por cliente

Nuevo CD
45777 a
instalar
aparamenta

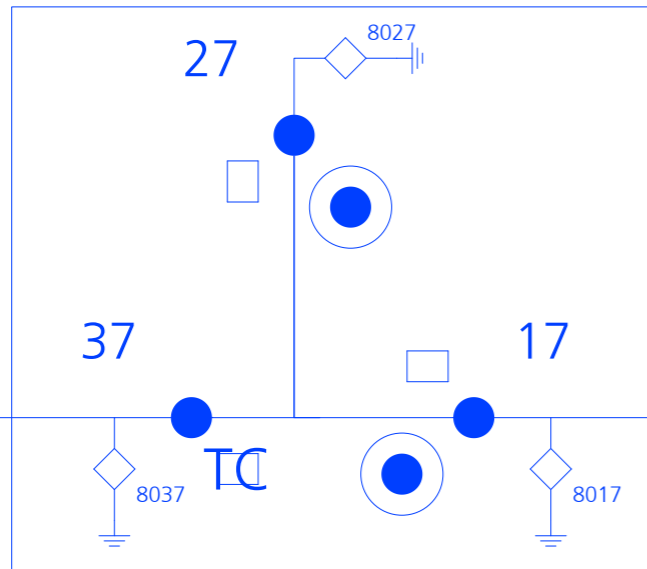


Nueva LSMT a instalar
de doble circuito RH5Z1
12/20kV 3x240 mm2 Al

115810
PAREDES-GUILLEN



81983
CDAT-SCTO.CTRA.BADAJOS
TELECONTROLADO



LSMT existente
"ONDUCPAKC"
15kV RH5Z1 12/20kV
3x240 mm2 Al

Identificación y corte de
LSMT existente en
Arquetas A2 existentes

S88358

Leyenda

- Instalación existente
- Instalación prevista
- Instalación cliente

PROYECTO DE EJECUCIÓN DE NUEVA LSMT "ONDUPACK" 15kV E INSTALACIÓN DE APARAMENTA EN NUEVO CD 45777, SITO EN CR BADAJOZ 70, 06200, EN EL TERMINO MUNICIPAL DE ALMENDRALEJO (BADAJOZ)

DESTINATARIO DEL PROYECTO:

EXPEDIENTE: 726212
EMPLAZAMIENTO: CR Badajoz 70, 06200
MUNICIPIO: Término municipal de ALMENDRALEJO (Badajoz).

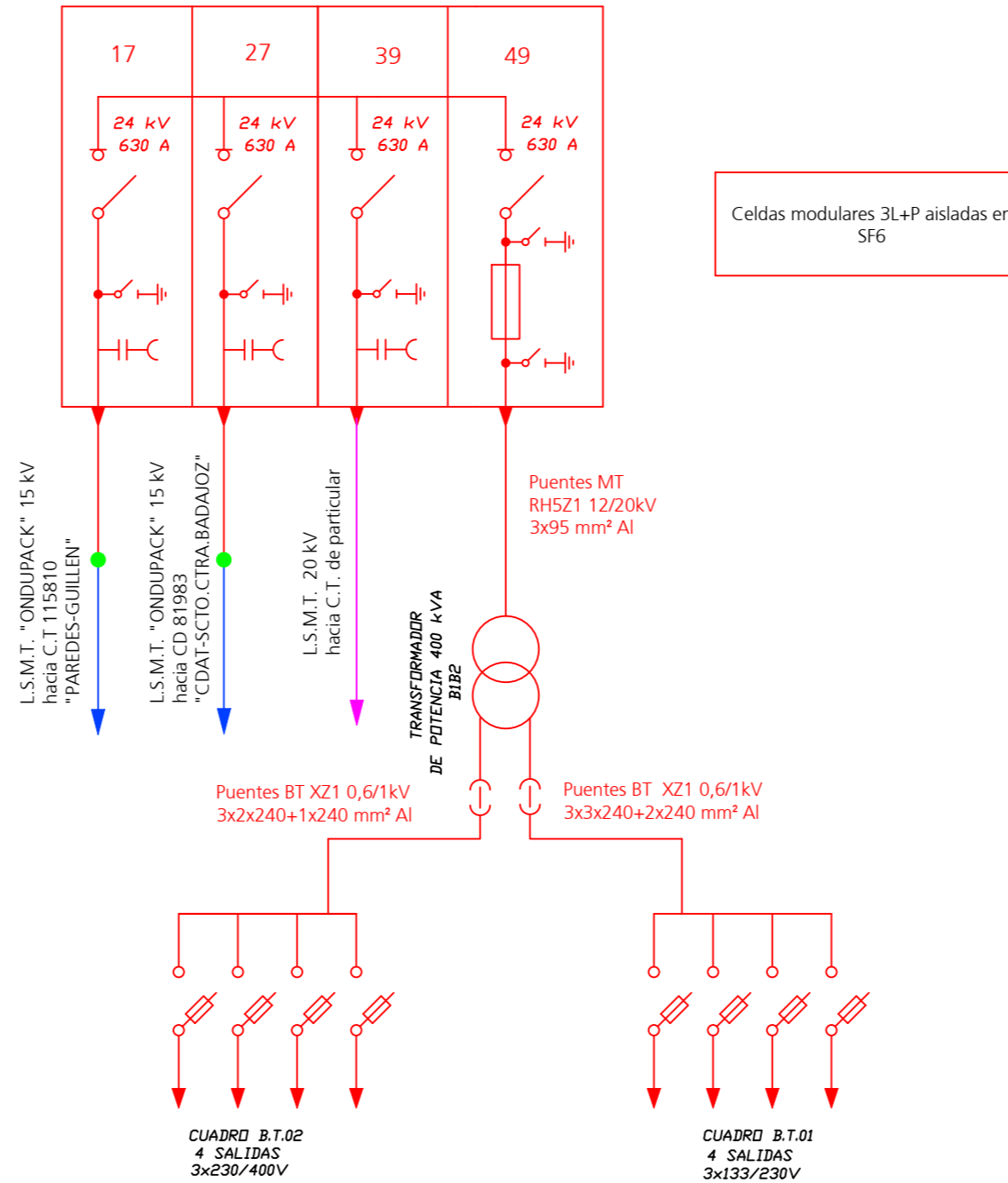
TÍTULO PLANO: Esquema unifilar ortogonal.
Estado previsto

TIPOLOGÍA: L.S.M.T & CD
PROMOTOR: EDISTRIBUCIÓN Redes Digitales, S.L.U.

Carlos Jover Rodriguez
Ingeniero Técnico Industrial
COL. N° 5.820

PLANO N°: 03
ESCALA: Sin escala
VERSIÓN: 1
FECHA: Junio 2024

ESQUEMA UNIFILAR ESTADO PREVISTO



Leyenda

- █ Instalación existente
- █ Instalación prevista
- █ Instalación cliente

PROYECTO DE EJECUCIÓN DE NUEVA LSMT "ONDUPACK" 15kV E INSTALACIÓN DE APARAMENTA EN NUEVO CD 45777, SITO EN CR BADAJOZ 70, 06200, EN EL TERMINO MUNICIPAL DE ALMENDRALEJO (BADAJOZ)

DESTINATARIO DEL PROYECTO:

e-distribución

EXPEDIENTE: 726212
 EMPLAZAMIENTO: CR Badajoz 70, 06200
 MUNICIPIO: Término municipal de ALMENDRALEJO (Badajoz).

ecointegral IDP

TÍTULO PLANO: Esquema unifilar CD. Estado previsto

TIPOLOGÍA: L.S.M.T & CD
 PROMOTOR: EDISTRIBUCIÓN Redes Digitales, S.L.U.

Carlos Jover Rodríguez
 Ingeniero Técnico Industrial
 COL. Nº 5.820

PLANO Nº: 04
 ESCALA: Sin escala
 VERSIÓN: 1
 FECHA: Junio 2024



T.M. DE ALMENDRALEJO (BADAJOZ)

CUMPLE SIEMPRE!

CON LAS CINCO REGLAS DE ORO PARA TRABAJAR SIN TENSIÓN

1 Apertura con corte efectivo de todas las fuentes de tensión	4 Poner a tierra y en corto circuito (inmediatamente después de comprobar la ausencia de tensión)
2 Enclavamiento o bloqueo y señalización de los aparatos de corte en posición de apertura	5 Señalización y delimitación de la Zona de Trabajo
3 Verificar la ausencia de tensión (inmediatamente antes de poner a tierra y en corto circuito)	RECUERDA QUE DEBES UTILIZAR SIEMPRE LOS EPI!!



DETALLE PCR Y CD NUEVO

CT privado propiedad de cliente

Variante

LSMT privada a instalar por cliente

Trabajos a realizar

- Identificación y corte de LSMT existente "ONDUPACK" 15kV y conexión con la nueva LSMT.
- Instalación de 10m de nueva LSMT RH5Z1 12/20kV 3x240 mm² Al de circuito doble desde el nuevo CD 45777 hasta la PCR con la LSMT existente.
- Instalación de toda la aparamenta del nuevo CD 45777
 - 3 Nuevas Celdas de Línea
 - 1 Nueva Celda de Protección
 - 2 Nuevos CBT de 4 salidas
 - 1 Trafo desmantelado del CD 45777

Trabajos a realizar por cliente

- Cederá a la compañía el PFU-4 para la instalación de la aparamenta por parte de la compañía.
- Instalará la canalización y la LSMT desde su CT privado hasta el nuevo CD donde dejará la LSMT con suficiente conductor para realizar su conexión.

LSMT existente "ONDUPACK" 15kV RH5Z1 12/20kV 3x240 mm² Al

Nuevo CD a instalar aparamenta.

PFU-4 a ceder a la compañía

Nueva LSMT doble circuito RH5Z1 12/20kV 3x240 mm² Al

Canalización existente con tubos libres

Arquetas A2 n°1 y n°2 existentes

Identificación corte de LSMT existente y conexión con Nueva LSMT

Carretera EX-300 "Carretera Badajoz" (Paralelismo Pk56+900)

Coordenadas UTM (ETRS-89) de la instalación

Ubicación	X	Y	Huso
PCR en Arquetas A2	724077	4285354	29
CD Nuevo	724082	4285359	

Leyenda

- Nuevo CD 45777 a instalar aparamenta
- Red subterránea de media tensión a instalar
- Red subterránea de media tensión existente "ONDUPACK" de 15kV
- Nueva Arqueta a instalar tipo A2 objeto de proyecto BT exp 726212
- Nueva canalización MT 3T D200mm objeto de proyecto BT exp 726212
- Centro de transformación propiedad de cliente
- Red subterránea de media tensión a instalar por cliente

PROYECTO DE EJECUCIÓN DE NUEVA LSMT "ONDUPACK" 15kV E INSTALACIÓN DE APARAMENTA EN NUEVO CD 45777, SITO EN CR BADAJOZ 70, 06200, EN EL TERMINO MUNICIPAL DE ALMENDRALEJO (BADAJOZ)

DESTINATARIO DEL PROYECTO:

e-distribución

EXPEDIENTE: 726212
 EMPLAZAMIENTO: CR Badajoz 70, 06200
 MUNICIPIO: Término municipal de ALMENDRALEJO (Badajoz).

TÍTULO PLANO: Planta general de la instalación. Estado previsto.

TIPOLOGÍA: L.S.M.T & CD
 PROMOTOR: EDISTRIBUCIÓN Redes Digitales, S.L.U.

eointegral IDP

PLANO Nº: 05

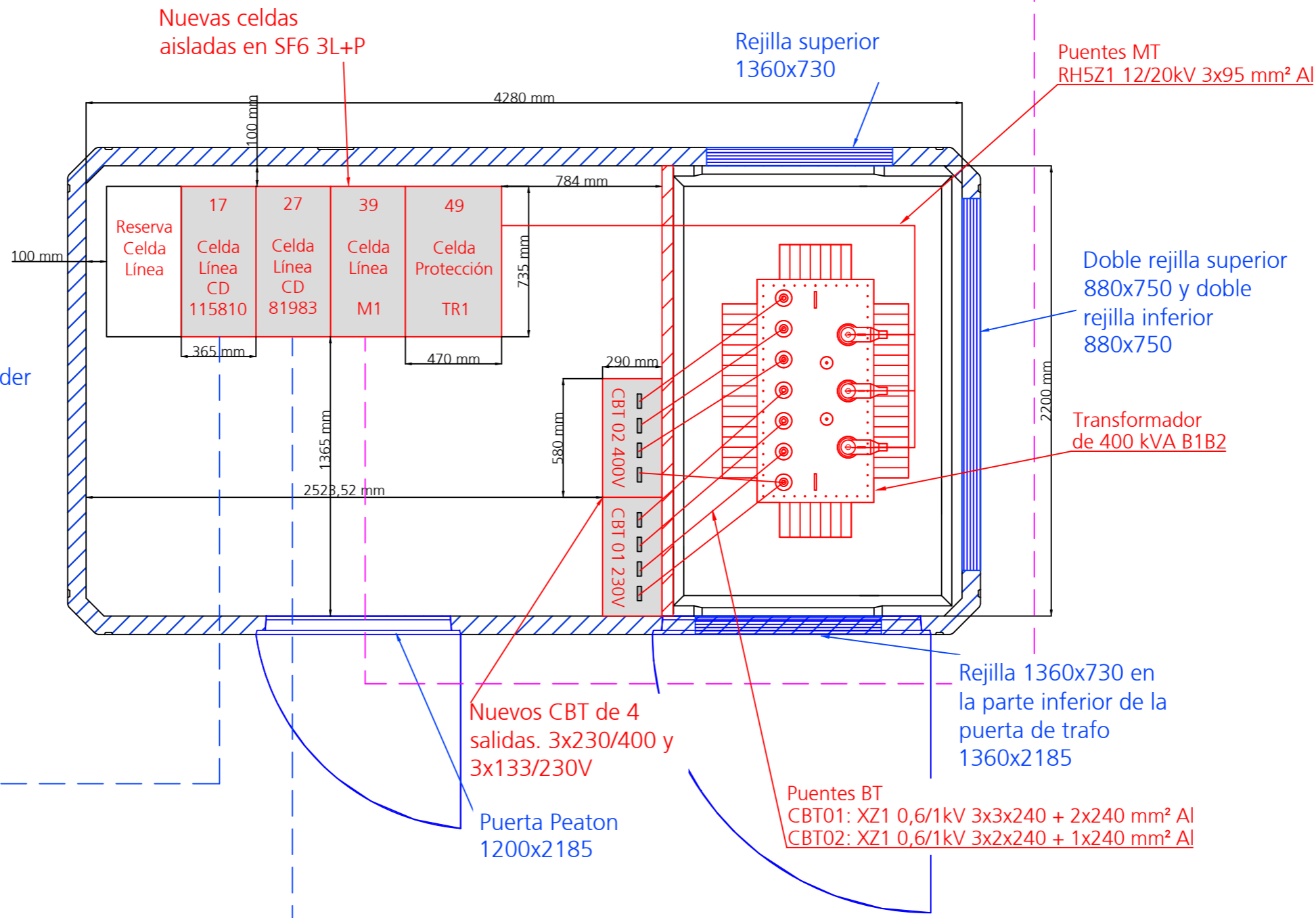
ESCALA: 1:500

VERSIÓN: 1

FECHA: Junio 2024

Carlos Jover Rodriguez
 Ingeniero Técnico Industrial
 COL. Nº 5.820

NUEVO CD 45777



PFU-4 existente a ceder a la compañía

L.S.M.T. "ONDUPACK" 15 kV hacia CD 115810 "PAREDES-GUILLEN"

L.S.M.T. "ONDUPACK" 15 kV hacia CD 81983 "CDAT-SCTO.CTRA.BADAJOZ"

Carretera Badajoz (EX-300)

- Leyenda
- Instalación existente
 - Instalación prevista
 - Instalación cliente

PROYECTO DE EJECUCIÓN DE NUEVA LSMT "ONDUPACK" 15kV E INSTALACIÓN DE APARAMENTA EN NUEVO CD 45777, SITO EN CR BADAJOZ 70, 06200, EN EL TERMINO MUNICIPAL DE ALMENDRALEJO (BADAJOZ)

DESTINATARIO DEL PROYECTO:

e-distribución

EXPEDIENTE: 726212
 EMPLAZAMIENTO: CR Badajoz 70, 06200
 MUNICIPIO: Término municipal de ALMENDRALEJO (Badajoz).

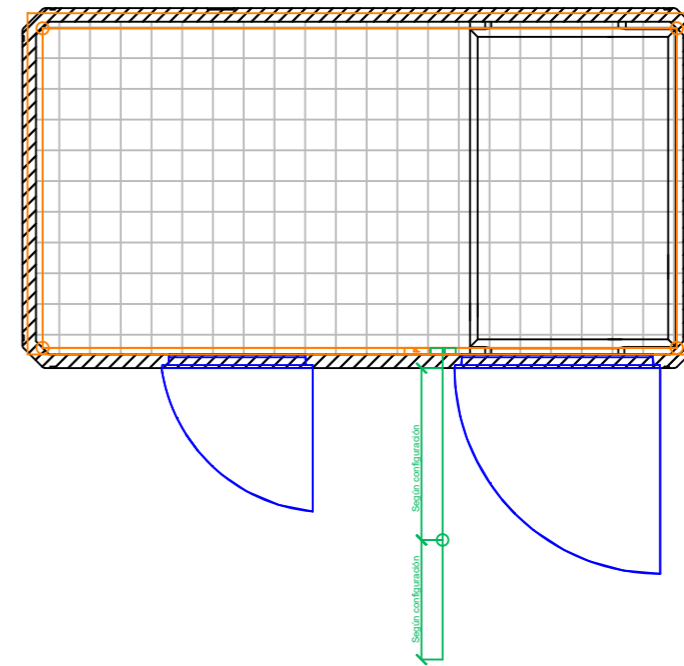
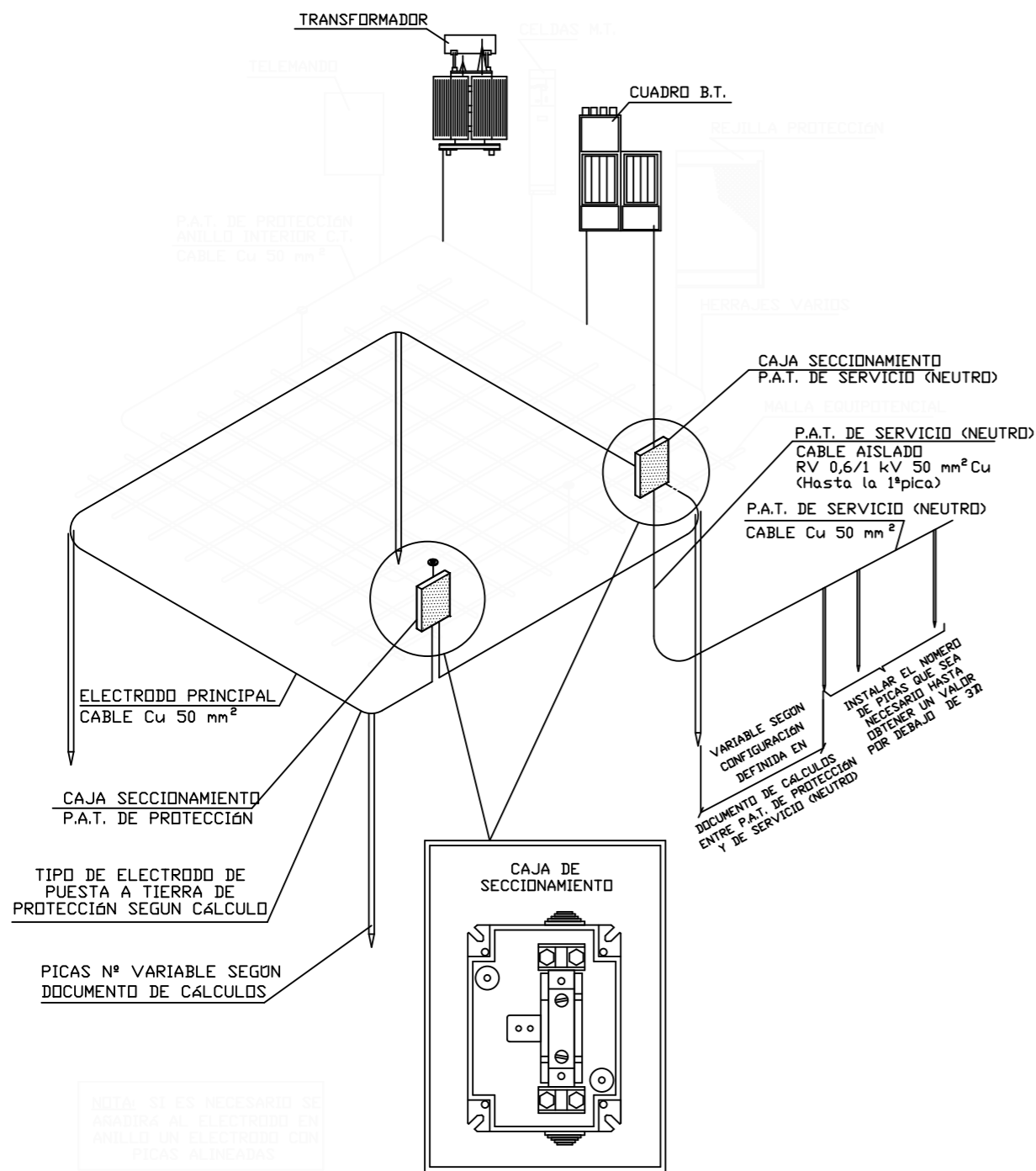
eointegral IDP

TÍTULO PLANO: Detalle centro de transformación. Estado previsto.

TIPOLOGÍA: L.S.M.T & CD
 PROMOTOR: EDISTRIBUCIÓN Redes Digitales, S.L.U.

Carlos Jover Rodriguez
 Ingeniero Técnico Industrial
 COL. N° 5.820

PLANO N°: 06
 ESCALA: 1:25
 VERSIÓN: 1
 FECHA: Junio 2024



PUESTA A TIERRA				
Tipología	Electrodo	Rt (ohmios)	Id (A)	Tierra separada D(m)>=
P.A.T Protección	Anillo rectangular 4x2,5 m 40-25/8/42	20,2	6,5	0,21
P.A.T Servicio	Picas de 2 metros alineadas 5/32	27	6,5	0,21

Notas:
 Cotas en mm.
 Altura interior del CT 2,35 m
 Las características de los diferentes elementos a ejecutar en la instalación de puesta a tierra se encuentran descritos en el apartado de cálculo de puesta a tierra del presente proyecto.

Notas:
 Cotas en milímetros
 La ubicación de las picas dependerán de la obtención de permisos particulares o privados.
 Las características de los diferentes elementos a ejecutar en la instalación de puesta a tierra se encuentran descritos en el apartado de cálculo de puesta a tierra del presente proyecto.

PROYECTO DE EJECUCIÓN DE NUEVA LSMT "ONDUPACK" 15kV E INSTALACIÓN DE APARAMENTA EN NUEVO CD 45777, SITO EN CR BADAJOZ 70, 06200, EN EL TERMINO MUNICIPAL DE ALMENDRALEJO (BADAJOZ)

DESTINATARIO DEL PROYECTO:

e-distribución

EXPEDIENTE: 726212
 EMPLAZAMIENTO: CR Badajoz 70, 06200
 MUNICIPIO: Término municipal de ALMENDRALEJO (Badajoz).

ecointegral IDP

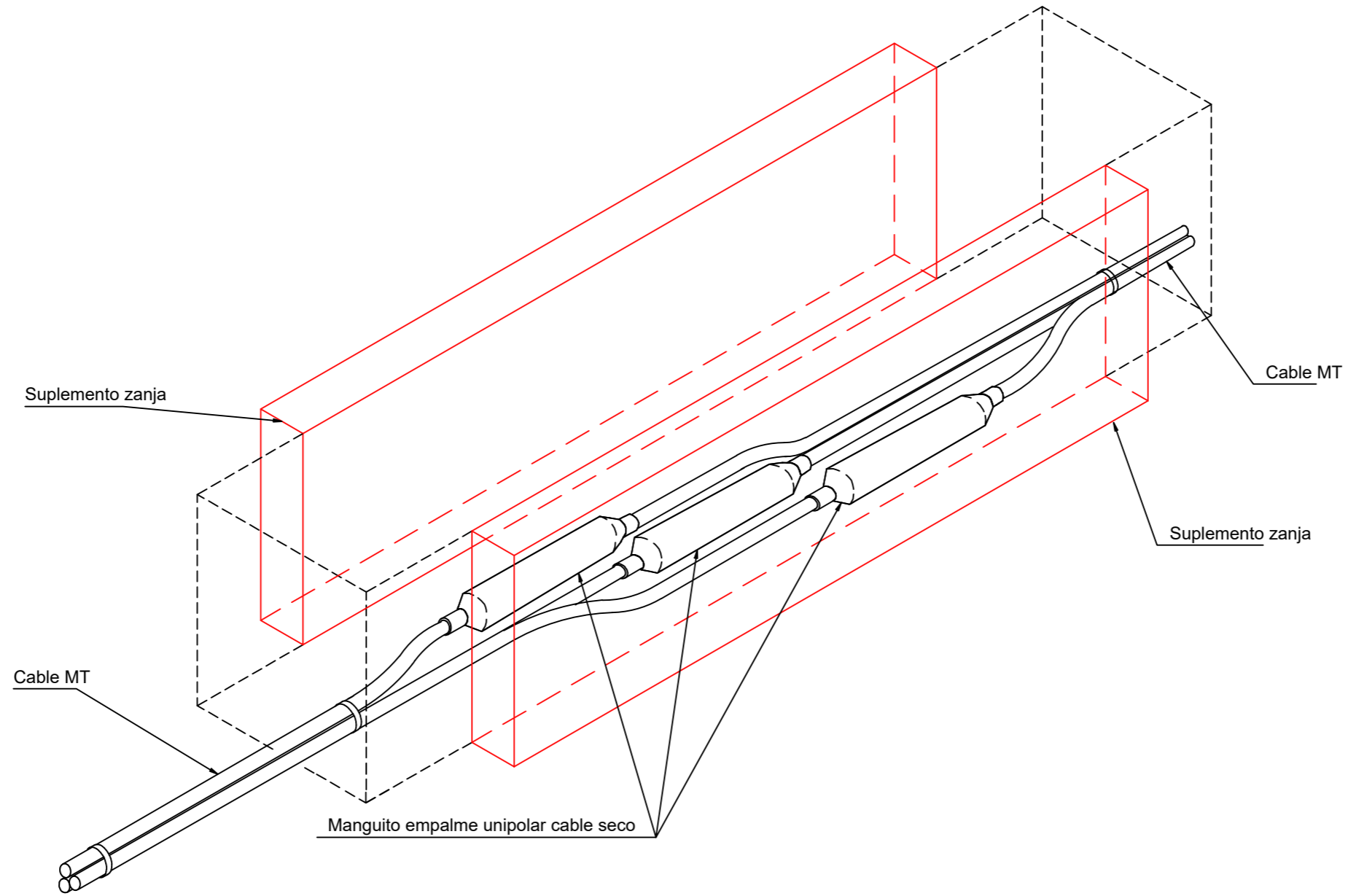
TÍTULO PLANO: Detalle instalación Puesta a Tierra

TIPOLOGÍA: L.S.M.T & CD
 PROMOTOR: EDISTRIBUCIÓN Redes Digitales, S.L.U.

Carlos Jover Rodriguez
 Ingeniero Técnico Industrial
 COL. Nº 5.820

PLANO Nº: 07
 ESCALA: Sin escala
 VERSIÓN: 1
 FECHA: Junio 2024

EMPALME CABLE SECO 1 CIRCUITO MT



LISTA DE MATERIALES PARA EMPALMES LSMT	
POSICIÓN	DENOMINACIÓN DE LOS MATERIALES
1	Empalme unipolar cable seco 18/30 1x240 mm ² Al
2	Manguito empalme cable 1x240 mm ² Al
3	Cable XLPE 18/30 1x240 mm ² Al
4	Brida poliamida, ext. admis <= 57 mm diámetro

PROYECTO DE EJECUCIÓN DE NUEVA LSMT "ONDUPACK" 15kV E INSTALACIÓN DE APARAMENTA EN NUEVO CD 45777, SITO EN CR BADAJOZ 70, 06200, EN EL TERMINO MUNICIPAL DE ALMENDRALEJO (BADAJOZ)

DESTINATARIO DEL PROYECTO:

e-distribución

EXPEDIENTE: 726212

EMPLAZAMIENTO: CR Badajoz 70, 06200

MUNICIPIO: Término municipal de ALMENDRALEJO (Badajoz).

TÍTULO PLANO: Detalle empalme MT

TIPOLOGÍA: L.S.M.T & CD

PROMOTOR: EDISTRIBUCIÓN Redes Digitales, S.L.U.



Handwritten signature of Carlos Jover Rodríguez

Carlos Jover Rodríguez
Ingeniero Técnico Industrial
COL. N° 5.820

PLANO N°: 08

ESCALA: Sin escala

VERSIÓN: 1

FECHA: Junio 2024