

MEMORIA TÉCNICA POTENCIA ELÉCTRICA NAVE EN PARCELA A.27, 28 Y 29

ZAL PORT, (PRAT) BARCELONA

Equipo redactor:
GENDICO

FEBRERO 2026

ÍNDICE

1.- Descripción del suministro..... 3

2.- Justificación de la potencia 3

3. Esquema unifilar baja tensión (CGBT) 3

4. Línea de Media Tensión (MT) 5

5. Unifilar Línea de Media Tensión (MT)..... 22

6. Centro de transformación en envolvente prefabricada (CTEP)..... 23

7. Anexos 38

1.- Descripción del suministro

La presente memoria documenta técnicamente el proyecto eléctrico para el centro de transformación de una nave industrial ubicada en la parcela A27, 28, 29 de la zona de acceso logística (ZAL), en el puerto de Barcelona.

El uso de la nave es industrial, con una superficie de 52587,74 m2 de zona logística, y 2691,15 m2 de zona oficinas.

El régimen de uso (estimado) es 24h para la zona de logística, y 8h diarias para la zona de oficinas. Los 7 días de la semana.

La nave tiene una demanda de 743,6kW de potencia activa, en baja tensión, incluyendo la potencia de reserva $\geq 20\%$.

Esta potencia ha de ser suministrada por la red actual de la urbanización, que pertenece a Unión Fenosa Distribución (UFD).

Para cubrir la demanda, la nave requiere un centro de transformación (CT) propio para el suministro eléctrico, ubicado en el interior de parcela, con acceso desde el exterior.

El CT tendrá las características técnicas exigidas en normativa. En proyecto, la envolvente del CT será prefabricada.

El proyecto justificativo está basado en los proyectos tipo publicados por la UFD, para líneas de MT y para CTEP.

2.- Justificación de la potencia

La demanda de potencia del proyecto está compuesta por:

$572,725 \text{ kW (nave)} + 170,875 \text{ kW (reserva)} = 743,6 \text{ kW potencia activa}$

El desglose de la potencia de la nave se indica en el esquema unifilar.

El valor de la intensidad demandada en baja tensión, con factor de 0,85 es igual a 1262,70A.

3. Esquema unifilar baja tensión (CGBT)



4. Línea de Media Tensión (MT)

La línea de media tensión que conectará la subestación eléctrica con la CT de la nave del proyecto será una terna de cables unipolares, en canalización enterrada bajo tubo, de 240mm² de conductor de aluminio con tensión asignada de 15/25kV, tipo RHZ1-2ol.

4.1 Intensidad por calentamiento

La línea de MT, considerando un transformador de potencia aparente de 1000kVA, tendrá una intensidad admisible mayor a:

$$I_n = \frac{1000kVA}{\sqrt{3} * 25kV}$$

$$I_n = 23,1 \text{ A}$$

4.2 Material y características

Estarán constituidos por conductores de aluminio, compactos de sección circular de varios alambres cableados de acuerdo con la Norma UNE-EN 60228, y la pantalla metálica estará constituida por corona de alambres de cobre.

Serán obturados longitudinalmente para impedir la penetración del agua, no admitiéndose para ello los polvos higroscópicos sin soporte y cuya cubierta exterior será de poliolefina de color rojo. Los cables tendrán aislamiento de polietileno reticulado y estarán de acuerdo con la Norma UNE-HD 620-5-E-1.

Según la duración máxima de un eventual funcionamiento con una fase a tierra, que el sistema de puesta a tierra permita, y teniendo el sistema de protección previsto en las salidas de la subestación, las redes incluidas en el presente proyecto se clasifican como redes categoría A, según ITC-LAT 06.

En la Tabla 1 se especifica las tensiones nominales de la red, según ITC-LAT 06.

Tabla 1. Tensiones nominales normalizadas

TENSIÓN NOMINAL DE LA RED (U_n) kV	TENSIÓN MÁS ELEVADA DE LA RED (U_s) kV
3	3,6
6	7,2
10	12
15	17,5
20*	24
25	30

En la Tabla 2 se especifica las tensiones nominales de los cables U_o/U , así como su nivel de aislamiento a impulsos tipo rayo, U_p , en función de la tensión nominal, de la tensión más elevada y de la categoría de la red, según ITC-LAT 06.

Tabla 2. Niveles de aislamiento de los cables y sus accesorios

Tensión nominal de la red U_n kV	Tensión más elevada de la red U_s kV	Características de la red	Características mínimas del cable y accesorios	
			$U_o/U, \text{ ó } U_o$ kV	U_p Kv
3	3,6	A-B	1,8/3	45
		C	3,6/6	60
6	7,2	A-B		
		C	6/10	75
10	12	A-B		
		C	8,7/15	95
15	17,5	A-B		
		C	12/20	125
20	24	A-B		
		C	15/25	145
25	30	A-B		
		C	18/30	170
30	36	A-B		
		C	26/45	250
45	52	A-B		
66	72,5	A-B	36	(1)
110	123	A-B	64	(1)
132	145	A-B	76	(1)
150	170	A-B	87	(1)
220	245	A-B	127	(1)
400	420	A-B	220	(1)

Según formato de tabla, las tensiones del cableado será 15/25 kV.

Los cables utilizados serán unipolares debidamente protegidos contra la corrosión que pueda provocar el terreno donde se instalen y tendrán resistencia mecánica suficiente para soportar los esfuerzos a que pueden estar sometidos.

Los empalmes y conexiones de los cables subterráneos se efectuarán siguiendo métodos o sistemas que garanticen una perfecta continuidad del conductor y de su aislamiento.

4.3 Cableado

A los efectos de determinar la intensidad máxima admisible, se considerará una instalación tipo con cables de aislamiento seco hasta 18/30 kV formada por un terno de cables unipolares enterrado, bajo tubo, en toda su longitud, a 1 metro de profundidad (medido hasta la parte superior del cable).

No deberá instalarse más de un cable tripolar por tubo o más de un sistema de tres unipolares por tubo. La relación de diámetros entre tubo y cable o conjunto de tres unipolares no será inferior a 1,5. En el caso de instalar un cable unipolar por tubo, el tubo deberá ser de material amagnético.

Tubos de gran longitud: En el caso de una línea con un terno de cables unipolares por el mismo tubo, se utilizarán los valores de intensidades indicados en la tabla 12, calculados para una resistividad térmica del tubo de 3,5 K.m/W y para un diámetro interior del tubo superior a 1,5 veces del diámetro equivalente de la terna de cables unipolares.

Tabla 12. Intensidades máximas admisibles (A) en servicio permanente y con corriente alterna. Cables unipolares aislados de hasta 18/30 kV bajo tubo

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

La sección de 240mm² tiene una intensidad admisible de 320A bajo tubo, que es superior a la intensidad nominal de la línea de media tensión calculada previamente (23,1A).

4.4 Intensidad máxima de cortocircuito

$$I_{cc}^2 \times t = K^2 \times S^2 \times \ln \left(\frac{\theta_f + \beta}{\theta_i + \beta} \right)$$

Donde:

I_{cc} = Intensidad máxima de cortocircuito (valor eficaz) calculada en una hipótesis adiabática.

t = Duración del cortocircuito en s.

S = Sección nominal en mm²

$K = 148 \text{ A} \times \text{s}^{0,5} / \text{mm}^2$

$\beta = 228 \text{ K}$ (aluminio)

$\theta_f = 250^\circ\text{C}$ temperatura final

$\theta_i = 90^\circ\text{C}$ temperatura inicial

Tabla 26. Densidad máxima admisible de corriente de cortocircuito, en A/mm², para conductores de aluminio

Tipo de aislamiento	$\Delta\theta^*$ (K)	Duración del cortocircuito, t_{cc} , en segundos									
		0,1	0,2	0,3	0,5	0,6	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
PVC:											
sección $\leq 300 \text{ mm}^2$	90	240	170	138	107	98	76	62	53	48	43
sección $> 300 \text{ mm}^2$	70	215	152	124	96	87	68	55	48	43	39
XLPE, EPR y HEPR	160	298	211	172	133	122	94	77	66	59	54
HEPR Uo/U < 18/30 kV	145	281	199	162	126	115	89	73	63	56	51

El aislamiento del cableado soporta una intensidad de cortocircuito de 94 A/ mm², según la tabla 26.

Para un cable de 240mm² la I_{cc} queda de la siguiente manera:

$$I_{cc} = 240\text{mm}^2 \times 94 \text{ A/mm}^2 = \mathbf{22560 \text{ A} = 22,56 \text{ kA.}}$$

La intensidad de cortocircuito admisible en una pantalla de hilos de cobre arrollados helicoidalmente se ha calculado siguiendo el método descrito en la norma UNE 21192, considerando la hipótesis de calentamiento no adiabático, para una temperatura inicial de 70 °C y una temperatura máxima después del cortocircuito de 180 °C.

En la tabla siguiente se indican las intensidades máximas de cortocircuito admisibles (kA) por la pantalla de los cables seleccionados, para diferentes tiempos de duración del cortocircuito.

Tabla 27

Sección pantalla (mm ²)	Duración del cortocircuito (seg)									
	0,1	0,2	0,3	0,5	0,6	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
16	6,5	4,6	3,8	2,9	2,7	2,1	1,7	1,5	1,4	1,3

4.5 Caída de tensión

Resistencia del conductor:

La resistencia R del conductor, en ohmios por kilómetro, varía con la temperatura T de funcionamiento de la línea. Se adopta el valor correspondiente a T = 90° C que viene determinado por la expresión:

$$R_{90}=R_{20}(1 + \alpha (90-20))\Omega/\text{km}$$

Siendo $\alpha = 0,00403$ para el aluminio

Sección nominal (mm ²)	Resistencia máxima a 20°C (Ω/km)	Resistencia máxima a 90°C (Ω/km)
240	0,125	0,160

Reactancia del conductor:

La reactancia kilométrica de la línea se calcula según la expresión:

$$X = 2 \pi f L \Omega/\text{km}$$

y sustituyendo en ella el coeficiente de inducción mutua L por su valor:

$$X = 2 \pi f (K + 4,605 \log \frac{2D_m}{d}) 10^{-4} \Omega/\text{km}$$

donde:

X = Reactancia, en ohmios por km

F = Frecuencia de la red en hercios

Dm= Separación media geométrica entre conductores en mm

d = Diámetro del conductor en mm

K = Constante que para conductor de 240mm² es igual a 0,53

Sección nominal (mm ²)	Reactancia lineal (Ω/km)
240 (S)	0,109
240 (AS)	0,118

La caída de tensión por resistencia y reactancia de una línea viene dada por la fórmula:

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

Donde:

ΔU = Caída de tensión en voltios.

I = Intensidad de la línea en amperios.

R = Resistencia del conductor en Ω/km (max. a 90°C)

X = Reactancia inductiva en Ω/km

L = Longitud de la línea en km

Teniendo en cuenta que:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} U \cos \varphi}$$

Donde:

P = Potencia transportada en kilovatios.

U = Tensión compuesta de la línea en kilovoltios.

La caída de tensión en tanto por ciento de la tensión compuesta será:

$$\Delta U \% = P \frac{L}{10 U^2} (R + X \operatorname{tg} \varphi)$$

Tensión (kV)	Sección del conductor (mm ²)	Cos φ = 0,8	Cos φ = 0,9	Cos φ = 1
25	240	$3,84 \times 10^{-5}$ PL	$3,39 \times 10^{-5}$ PL	$2,56 \times 10^{-5}$ PL

4.6 Canalización

Los tubos normalizados, según la Norma UNE-EN 50086-2-4, para estas canalizaciones serán de polietileno de alta densidad de color rojo de 6 metros de longitud y 160 mm de diámetro, con una resistencia a la compresión de 450 N y una resistencia al impacto de 40 J. Dichos tubos irán siempre acompañados de un tubo de polietileno de alta densidad de color verde de 125 mm de diámetro para la posible instalación de cables de comunicaciones para el sistema eléctrico según la Norma UNE-EN 50086-2-4.

Los tubos irán alojados en zanjas cuyas dimensiones mínimas y números de tubos que puede albergar son las que se muestran en la Tabla 3. La anchura de zanja indicada en la tabla 3 es válida siempre que el tendido de los cables se realice con medios mecánicos, pero cuando el tendido sea manual, será la suficiente para permitir el trabajo de un hombre, conforme a la normativa de riesgos laborales.

Canalización	Ancho (cm.)	Profundidad (cm.)			
		80	100	120	140
BAJO ACERA	20	1	2	---	---
	40	2	4	6	---
	60	---	---	9	---
A BORDE DE LA CALZADA	40	---	1+1R	3+1R	5+1R
CRUCE DE CALZADA	40	---	1+1R	3+1R	5+1R
	60	---	---	---	8+1R

Donde R significa tubo de reserva.

A juicio del técnico responsable de seguridad de la obra, se procederá al entibado de la zanja con el fin de asegurar su estabilidad.

Los tubos se situarán sobre un lecho de arena de 4 cm de espesor. A continuación, se cubrirán los tubos y se realizará el compactado mecánico, empleándose el tipo de tierra y las tongadas adecuadas para conseguir un próctor del 95%, teniendo en cuenta que el tubo verde de comunicaciones irá situado por encima a 4 cm aproximadamente.

Se colocarán también una cinta de señalización de color amarillo naranja vivo que advierta la existencia de los cables. Su distancia mínima a la cara inferior del pavimento será de 10 cm y a la parte superior del tubo de 25 cm.

En los cruzamientos de calzadas y ferrocarriles los tubos irán hormigonados en todo su recorrido y se situarán sobre una capa de 4 cm de espesor. A continuación, se colocará el tubo verde de comunicaciones a 4 cm de la parte superior del tubo asegurando que este quede cubierto con una capa de como mínimo 4 cm de hormigón.

No se instalarán cables eléctricos en galerías donde existan conducciones de gases o líquidos inflamables.

En caso de existir, las canalizaciones de agua se situarán preferentemente en un nivel inferior que el resto de las instalaciones, siendo condición indispensable que la galería tenga un desagüe situado por encima de la cota de alcantarillado o de la canalización de saneamiento en el que evacua.

El trazado de las líneas se realizará de acuerdo con las siguientes consideraciones: La longitud de la canalización será lo más corta posible.

Se ubicará, preferentemente, salvo casos excepcionales, en terrenos de dominio público, bajo acera, evitando los ángulos pronunciados.

El radio de curvatura una vez instalados los cables será superior de $10(D+d)$, siendo D el diámetro exterior del cable y d el diámetro del conductor.

Los cruces de calzadas deberán ser perpendiculares a sus ejes, salvo casos especiales, debiendo realizarse en posición horizontal y en línea recta.

4.7 Puntos de acceso a la red

Se emplearán los puntos de acceso en zonas urbanas, donde frecuentemente se producen coincidencias de varias líneas en la misma canalización y existen otros servicios próximos.

Estos puntos de acceso facilitarán los tendidos de líneas a realizar en distintas fases evitando permisos y molestias al romper pavimentos, mejorando los tiempos de reposición del servicio al cliente en caso de averías en redes abiertas.

Los puntos de acceso se construirán de obra civil o prefabricado de hormigón de acuerdo con los planos del documento nº 4 (Planos).

Las tapas serán de fundición esferoidal según la Norma UNE EN 124, el esfuerzo asignado será función del pavimento donde vayan situadas, y además las tapas irán equipadas con elementos antiruido.

4.8 Paralelismos

Los cables subterráneos de MT deberán cumplir las siguientes condiciones, procurando evitar que queden en el mismo plano vertical que las demás conducciones.

Otros cables de energía eléctrica

Los cables de MT podrán instalarse paralelamente a otros de BT o AT, manteniendo entre ellos una distancia mínima de 25 cm.

Cuando no pueda respetarse esta distancia, los cables se instalarán bajo tubo normalizado.

Cables de telecomunicación

En el caso de paralelismos entre cables MT y líneas de telecomunicación subterráneas, estos cables deben estar a la mayor distancia posible entre sí. Siempre que los cables, tanto de telecomunicación como eléctricos, vayan directamente enterrados, la mínima distancia será de 20 cm.

Cuando no pueda respetarse esta distancia, los cables se instalarán bajo tubo normalizado.

Canalizaciones de agua

Los cables de MT se instalarán separados de las canalizaciones de agua a una distancia no inferior a 20 cm. La distancia mínima entre los empalmes de los cables y las juntas de las canalizaciones de agua será de 1 m.

Cuando no pueda respetarse esta distancia, los cables se instalarán bajo tubo normalizado.

Se procurará mantener una distancia mínima de 20 cm en proyección horizontal y, también, que la canalización de agua quede por debajo del nivel de los cables eléctricos.

Por otro lado, las arterias importantes de agua se dispondrán alejadas de forma que se aseguren distancias superiores a 1 m. respecto a los cables eléctricos.

Canalizaciones de gas

Deberán mantenerse las distancias mínimas que se establecen en la siguiente tabla. Cuando no pueda respetarse esta distancia, los cables se instalarán bajo tubo normalizado.

Canalización y acometida	Presión de la instalación de gas	Distancia mínima (d) cables directamente enterrados	Distancia mínima (d') cables bajo tubo
Canalizaciones y acometidas	En alta presión >4 bar	0,40 m	0,25 m
	En media y baja presión ≤4 bar	0,25 m	0,15 m
Acometida interior(*)	En alta presión >4 bar	0,40 m	0,25 m
	En media y baja presión ≤4 bar	0,20 m	0,10 m

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

Conducciones de alcantarillado

Se podrán distinguir dos tipos de conducciones de alcantarillado:

a) Conducción de alcantarillado en galería

Se procurará pasar los cables por encima de las conducciones de alcantarillado en galería. Se admitirá fijar tubos a la pared exterior de la galería siempre que se asegure que esta no ha quedado debilitada ni se haya incidido en su interior con la fijación. Si no es posible, se pasará por debajo, y los cables se instalarán bajo tubo normalizado.

b) Conducción de alcantarillado bajo tubo

Los cables de MT se instalarán separados de la conducción de alcantarillado bajo tubo a una distancia no inferior a 20 cm. La distancia mínima entre los empalmes de los cables y las juntas de la conducción de alcantarillado bajo tubo será de 1m.

Cuando no pueda respetarse esta distancia, los cables se instalarán bajo tubo normalizado.

Se procurará mantener una distancia mínima de 20 cm en proyección horizontal y, también, que la conducción de alcantarillado bajo tubo quede por debajo del nivel del cable eléctrico.

Por otro lado, las arterias importantes de conducción de alcantarillado bajo tubo se dispondrán alejadas de forma que se aseguren distancias superiores a 1 m. respecto a los cables eléctricos.

4.9 Cruzamientos con vías de comunicación

Calzadas (Calles y carreteras)

En los cruzamientos con calles y carreteras los cables deberán ir entubados. La profundidad hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie en el cruzamiento no será inferior a 0,60 m. Los tubos serán normalizados y estarán hormigonados en todo su recorrido. Siempre que sea posible, el cruce se hará perpendicular a la calzada.

Ferrocarriles

En los cruzamientos con ferrocarriles, los cables deberán ir entubados y la parte superior del tubo más próximo a la superficie quedará a una profundidad mínima de 1,1 m respecto de la cara inferior de la traviesa, rebasando las vías férreas en 1,5 m por cada extremo. Los tubos serán normalizados y estarán hormigonados en todo su recorrido. Se recomienda efectuar el cruzamiento por los lugares de menor anchura de la zona del ferrocarril y perpendiculares a la vía siempre que sea posible.

Para cruzar zonas en las que no sea posible o suponga graves inconvenientes y dificultades la apertura de zanjas (cruces de ferrocarriles, calzadas con gran densidad de circulación, etc.) pueden utilizarse máquinas perforadoras "topo" de tipo impacto, hincadora de tuberías o taladradora de barrena.

4.10 Cruzamientos con otros servicios

Otros cables de energía eléctrica

Siempre que sea posible, se procurará que los cables de MT discurran por debajo de los de BT. La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica será de 25 cm. La distancia del punto de cruce a los empalmes será superior a 1m. Cuando no pueda respetarse esta distancia, los cables se instalarán bajo tubo normalizado.

Con cables de telecomunicaciones

La separación mínima entre los cables de MT y los de telecomunicación será de 20 cm. La distancia del punto de cruce a los empalmes, tanto del cable MT como del cable de telecomunicación será superior a 1m. Cuando no pueda respetarse esta distancia, los cables se instalarán bajo tubo normalizado.

Canalizaciones de agua

En los cruzamientos de cables con conducciones de agua se guardará una distancia mínima de 20 cm. Se evitará el cruce por la vertical de las juntas de agua o de los empalmes de los cables, situando unos y otros a una distancia superior a 1 m del cruce. Cuando no pueda respetarse esta distancia, los cables se instalarán bajo tubo normalizado.

Canalizaciones de gas

En los cruces de cables con canalizaciones de gas deberán mantenerse las distancias mínimas que se establecen en la siguiente tabla. Se evitará el cruce por la vertical de las juntas de agua o de los empalmes de los cables, situando unos y otros a una distancia superior a 1 m. del cruce. Cuando no pueda respetarse esta distancia, los cables se instalarán bajo tubo normalizado.

Canalización y acometida	Presión de la instalación de gas	Distancia mínima (d) cables directamente enterrados	Distancia mínima (d') cables bajo tubo
Canalizaciones y acometidas	En alta presión >4 bar	0,40 m	0,25 m
	En media y baja presión ≤4 bar	0,40 m	0,25 m
Acometida interior*	En alta presión >4 bar	0,40 m	0,25 m
	En media y baja presión ≤4 bar	0,20 m	0,10 m

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

Conducciones de alcantarillado

Se podrán distinguir dos tipos de conducciones de alcantarillado:

a) Conducción de alcantarillado en galería

Se procurará pasar los cables por encima de las conducciones de alcantarillado en galería. Se admitirá fijar tubos a la pared exterior de la galería siempre que se asegure que esta no ha quedado debilitada ni se haya incidido en su interior con la fijación. Si no es posible, se pasará por debajo, y los cables se instalarán bajo tubo normalizado.

b) Conducción de alcantarillado bajo tubo

En los cruzamientos de cables con conducciones de alcantarillado bajo tubo se guardará una distancia mínima de 20 cm. Se evitará el cruce por la vertical de las juntas de la conducción de alcantarillado bajo tubo o de los empalmes de los cables, situando unos y otros a una distancia superior a 1 m. del cruce

Cuando no pueda respetarse esta distancia, los cables se instalarán bajo tubo normalizado.

Depósitos de carburantes

Los cables se dispondrán separados mediante tubos normalizados, los cuales distarán como mínimo 1,20 m del depósito. Los extremos de los tubos rebasarán al depósito, como mínimo, 2 m por cada extremo.

4.11 Acometidas

En el caso de que el cruzamiento o paralelismo entre cables eléctricos y las canalizaciones de los servicios descritos anteriormente se produzca en el tramo de acometida a un edificio, deberá mantenerse entre ambos una distancia mínima de 30 cm.

Cuando no pueda respetarse esta distancia, los cables se instalarán bajo tubo normalizado. La canalización de la acometida eléctrica, en la entrada al edificio, deberá taponarse hasta conseguir su estanqueidad.

4.12 Paso de aéreo a subterráneo

En el caso de un tramo subterráneo intercalado en una línea aérea se instalarán pararrayos autoválvulas en cada uno de sus extremos como elementos de protección contra sobretensiones, cuya conexión será lo más

corta posible, sin curvas pronunciadas y garantizando el nivel de aislamiento del elemento a proteger.

En el paso aéreo a subterráneo, se instalará un dispositivo de seccionamiento cuando la longitud de la línea subterránea sea superior a 500 m.

Cuando el cable subterráneo esté destinado a alimentar un centro de transformación de cliente se instalará un seccionador ubicado en el poste más próximo a la conexión aéreo-subterránea o en el propio centro de transformación siempre que esté montado en una unidad funcional y de transporte separada del transformador. En cualquier caso, el seccionador quedará a menos de 50 m de la conexión aéreo-subterránea.

El cable subterráneo en el tramo aéreo de subida hasta la línea aérea irá protegido con un tubo de plástico rígido de la resistencia mecánica adecuada, cuyo interior será liso para facilitar la instalación o sustitución del cable o circuito averiado.

Dicho tubo se obturará por la parte superior para evitar la entrada de agua y se empotrá en la cimentación del apoyo, sobresaliendo 2,5 m por encima del nivel del terreno. El diámetro del tubo será como mínimo 1,5 veces el diámetro de la terna de cables.

4.13 Dispositivos de seccionamiento y sistemas de protección

Dispositivos de seccionamiento

En el paso aéreo a subterráneo, se instalará un dispositivo de seccionamiento con elementos de maniobra de accionamiento unipolar, manual con pértiga, capaces de abrir y cerrar circuitos con tensión y corrientes despreciables (sin carga), de intensidad nominal acorde con las necesidades de la instalación. Cuando la maniobra unipolar pueda dar lugar a fenómenos de ferresonancia se estudiará en el proyecto la forma de evitarlos.

Tendrán un nivel de aislamiento entre contactos abiertos que proporcionen garantías de corte efectivo.

En caso de seccionamiento en la red subterránea, ésta se realizará, bien con conexiones enchufables o bien mediante celdas de aislamiento independiente de las condiciones atmosféricas.

Sistemas de protección

Las protecciones existentes en la cabecera de la línea, cuyas características y disposición se recogerán en el proyecto de la subestación suministradora, se complementarán con las protecciones contra sobretensiones necesarias descritas a continuación:

- La protección contra sobretensiones en Media Tensión se realizará mediante la instalación de pararrayos autoválvulas, según la Norma UNE-EN 60099.
- Se colocará un juego de pararrayos autoválvulas en la línea aérea, en el mismo herraje que los terminales del cable a proteger de acuerdo con los planos del documento nº4 (Planos).
- Si la línea subterránea enlazara dos líneas aéreas se colocará un juego de pararrayos autoválvulas en cada una de las líneas aéreas.

4.14 Empalmes y terminaciones

En los puntos de conexión de los distintos tramos de tendido se utilizarán empalmes y terminaciones adecuados a las características de los conductores a unir.

Tanto los empalmes como las terminaciones no deberán disminuir en ningún caso las características eléctricas y mecánicas del cable conectado debiendo cumplir las siguientes condiciones:

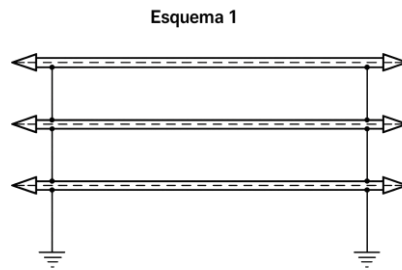
- La conductividad de los cables empalmados no puede ser inferior a la de un solo conductor sin empalmes de la misma longitud.
- El aislamiento del empalme o terminación ha de ser tan efectivo como el aislamiento propio de los conductores.
- Los empalmes y terminaciones deben estar protegidos para evitar el deterioro mecánico y la entrada de humedad.
- Los empalmes y terminaciones deben resistir los esfuerzos electrodinámicos en caso de cortocircuito, así como el efecto térmico de la corriente, tanto en régimen normal como en caso de sobrecargas y cortocircuitos. En el caso de que las terminaciones de línea fuesen enchufables, éstas serán apantalladas y de acuerdo con las Normas UNE-EN 50180 y UNE-EN 50181.

4.15 Puesta a tierra

En las redes subterráneas de Media Tensión se conectarán a tierra los siguientes elementos:

- Bastidores de los elementos de maniobra y protección
- Apoyos
- Pararrayos autoválvulas
- Pantallas metálicas de los cables

Las pantallas de los cables se conectarán a tierra en los dos extremos de la línea, y en ciertos casos especiales puede ser necesario conectar también las pantallas a tierra en los empalmes.



En el caso de canalización a lo largo de galerías visitables, se dispondrá una instalación de puesta a tierra única accesible a lo largo de toda la galería. Se dimensionará para la máxima corriente de defecto (fase-tierra) que se prevea pueda evacuar. El valor de la resistencia global de puesta a tierra de la galería debe ser tal que, durante la evacuación de un defecto, no se supere un cierto valor de tensión de defecto establecido en proyecto.

Además, las tensiones de contacto que puedan aparecer tanto en el interior de la galería como en el exterior (si hay transferencia de potencial debido a tubos u otros elementos metálicos que salgan), no deben superar los valores admisibles de tensión de contacto aplicada según la ITC-LAT 07.

Electrodos de puesta a tierra

Los elementos de difusión vertical estarán constituidos por picas cilíndricas acoplables de 2m de longitud de acero-cobre según UNE 21056 y con un recubrimiento de cobre tipo recocido industrial según UNE 20003 con un espesor medio mínimo de 0,3mm no siendo en ningún punto el espesor efectivo inferior a 0,27mm.

La sección mínima para el anillo difusor (electrodo horizontal), realizado en cobre, será 50mm².

4.16 Potencia a transportar

La potencia activa que puede transportar una línea vendrá limitada por la intensidad máxima determinada anteriormente y por el factor de potencia según la expresión

$$P_{\max} = \sqrt{3} U I_{\max} \cos \varphi$$

Donde:

$P_{\max}$ = Potencia máxima de transporte.

U = Tensión compuesta en kV.

$I_{\max}$ = Intensidad máxima en A.

$\cos \varphi$ = Factor de potencia.

$$P_{\max} = \sqrt{3} \times 25 \text{ kV} \times 320 \text{ A} \times 0,9$$

$$P_{\max} = \mathbf{12470,76 \text{ kW}}$$

4.17 Pérdidas de potencia

La fórmula a aplicar para calcular la pérdida de potencia es la siguiente:

$$\Delta P = 3 R L I^2$$

Siendo:

ΔP = Pérdidas de potencia en vatios.

R = Resistencia del conductor en Ω/km .

L = Longitud de la línea en km.

I = Intensidad de la línea en amperios.

Teniendo en cuenta que:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} U \cos \varphi}$$

siendo:

P = Potencia en kilovatios.

U = Tensión compuesta en kilovoltios.

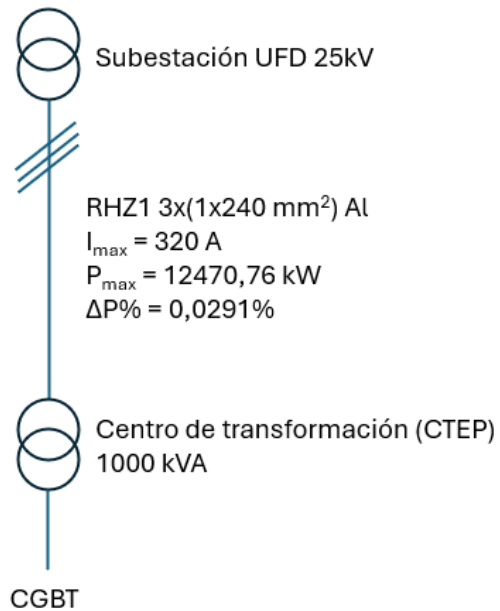
$\cos \varphi$ = Factor de potencia.

Se llega a la conclusión de que la pérdida de potencia en tanto por ciento será:

$$\Delta P \% = \frac{P L R}{10 U^2 \cos^2 \varphi}$$

Para este proyecto la pérdida de potencia es igual a: **0,0291 %**

5. Unifilar Línea de Media Tensión (MT)



6. Centro de transformación en envolvente prefabricada (CTEP)

El centro de transformación será de envolvente prefabricada según norma UNE-EN 62271-202 empleando un conjunto compacto según UNE-EN 50532. Su ubicación será superficial, sobre rasante, con acceso desde el exterior de parcela.

6.1 Instalación eléctrica

Dentro de la envolvente antes descrita, se encontrarán los aparatos eléctricos siguientes:

- Celdas de alta tensión
- Cables para la conexión entre celdas y transformador
- Transformador
- Cables para la conexión entre transformador y cuadro de baja tensión
- Cuadro de baja tensión
- Protección contra sobrecargas del transformador
- Protección contra cortocircuitos del transformador
- Gestor de Centro de Transformación (GCT)

Celdas de alta tensión

La configuración será 2L+1P, dos celdas en línea para las maniobras de conexión con los cables de entrada y salida, y una celda para la maniobra y protección del transformador.

Celdas en línea

Para operaciones de maniobra en alta tensión, conectadas a los cables de entrada o salida. La corriente asignada será como mínimo de 400A.

La celda de salida será telecontrolada incorporando los elementos necesarios para la detección del paso de falta direccional (sensores y relé DPF).

Celdas de protección

Celdas para funciones de maniobra y protección de los transformadores. La corriente asignada será como mínimo de 400A.

Ambas celdas corresponderán a celdas prefabricadas bajo envolvente metálica con corte y aislamiento en atmósfera de SF₆. La corriente asignada de corta duración será de 16kA.

El conjunto incorporará los elementos de telegestión y comunicación por GPRS (remota y router) y una alimentación segura para el telecontrol.

Cableado de conexión entre celdas y transformadores

Estos conductores estarán constituidos por cables de aluminio con aislamiento seco termoestable de XLPE del tipo RHZ1-2ol 15/25 kV.

Los conectores serán enchufables apantallados con las dimensiones definidas para el interfaz A en la norma UNE-EN 50181.

El radio de curvatura una vez instalado será de $10 (D+d)$, siendo D el diámetro exterior del cable y d, el diámetro del conductor.

Transformadores

Los transformadores serán trifásicos de clase B2. Sus características estarán de acuerdo con lo especificado en normas UNE-EN 50464-1 y UNE-21428-1.

Las pérdidas y niveles de potencia acústica asignados deben ser como máximo:

Potencia asignada (kVA)	A _o , Pérdidas en vacío (W)	C _k , Pérdidas en carga a 75°C (W)	A _o , Nivel de ruido dB(A)
1000 kVA	1450	8900	67

Cable para la conexión entre transformadores y cuadros de baja tensión

La unión entre las bornas del transformador y el cuadro de protección de baja tensión se efectuará por medio de conductores aislados unipolares de aluminio XZ1 0,6/1 kV.

La sección de los cables será de 240 mm². El número de cables, tanto para las fases como para el neutro, será:

Fase: 5x240mm² por fase. Aluminio

Neutro: 3x240mm². Aluminio

Cuadros de baja tensión

El CTEP telecontrolado irá dotado de un cuadro de distribución de baja tensión compacto (CBTC), según normas UNE-EN 61439-1 y UNE EN 61439-5, cuya función es la de recibir el circuito principal de baja tensión procedente de los transformadores AT/BT y distribuirlo en un número determinado de circuitos individuales, así como de alimentar en baja tensión los servicios auxiliares del CTEP telecontrolado.

Dispondrá de las siguientes unidades funcionales:

- Unidad de embarrado
- Unidad de acometida-seccionamiento
- Unidad de protección
- Unidad de control
- Punto de conexión para la alimentación auxiliar o de socorro
- Unidad de supervisión avanzada de salidas de BT

La supervisión avanzada dispondrá de medidas de tensiones e intensidades por línea de salida y fase en BT.

La intensidad asignada de empleo del cuadro será de 1600 A.

El cuadro BT estará preparado para 4 salidas con 4 bases BTVC tamaño 2 (400A) instaladas.

Protección contra sobrecargas del transformador

La protección contra sobrecargas se realizará mediante un termómetro de contactos, previsto en todos los transformadores, que cuando alcance una temperatura prefijada enviará orden de disparo al interruptor-seccionador de la celda de protección de transformador.

El disparo del interruptor se hará a través de una bobina alimentada a 230V c.a y aislada a 10kV a frecuencia industrial y a 20kV a impulso tipo rayo (1,2/50 μ s).

Protección contra cortocircuitos del transformador

Cada transformador llevará en AT una celda de protección equipada con tres cortacircuitos fusibles de alto poder de ruptura que, en caso de fusión de uno de ellos, provoque un disparo trifásico mediante la apertura del correspondiente seccionador en carga.

Los fusibles cumplirán con norma UNE-EN 60282-1 "Fusibles limitadores de corriente para alta tensión".

Los calibres de los fusibles se elegirán de forma que se garantice que el transformador queda protegido contra cortocircuitos trifásicos francos en

el lado de alta y baja tensión, y de forma que no se produzca la fusión de los fusibles en el caso de una maniobra de conexión en vacío del transformador. Aunque los calibres utilizados dependen de la curva de prearco determinada por el fabricante, se recomienda:

Potencia del transformador = 1000kVA, tensión de red 25kV, **fusible de 63A**.

6.2 Características de la instalación

Dimensiones

Las dimensiones del centro de transformación prefabricado serán de 8200x2500mm y altura de 2790mm, permitiendo el movimiento y la colocación en su interior de los elementos y maquinaria de la instalación eléctrica. Así como también permite las operaciones de mantenimiento en condiciones óptimas de seguridad para las personas, según ITC-RAT-14.

Potencia

La potencia del CT será de 1000kVA, para cubrir la demanda de potencia del proyecto de 743,6 kW de potencia.

Tensión prevista más elevada para el material, según tabla 1 ITC-RAT-04:

Tensiones nominales normalizadas

TENSIÓN NOMINAL DE LA RED (U _n) kV	TENSIÓN MÁS ELEVADA DE LA RED (U _s) kV	TENSIÓN MÁS ELEVADA DEL MATERIAL (U _m) kV
3	3,6	3,6
6	7,2	7,2
10	12	12
15	17,5	17,5
20	24	24
25	30	36

La tensión de ensayo a frecuencia industrial (1min) (Valor eficaz) es de **70kV**.

La tensión de ensayo al choque (valor cresta) es de **170 kV**.

Tensión soportada en baja tensión

Los materiales para la conexión entre transformadores y cuadro de baja tensión, los propios cuadros de baja tensión y salidas de éstos hacia la red de distribución han de ser capaces, por su propia naturaleza, por condiciones de instalación (o mediante dispositivos adecuados), de

soportar tensiones de hasta 10kV a frecuencia industrial y de 20kV a impulso tipo rayo (1,2/50 μ s).

Los materiales para los servicios propios del CT deben ser capaces de soportar, por su propia naturaleza, por condiciones de instalación (o dispositivos adecuados), de soportar tensiones de hasta 10kV a frecuencia industrial y de 20kV a impulso tipo rayo (1,2/50 μ s).

Intensidades de cortocircuito

Las intensidades de cortocircuito y los tiempos de duración del defecto serán, en cada caso, determinador o facilitados por UFD. No obstante, la intensidad máxima de cortocircuito de la red de distribución de UFD suele establecerse en 20kA para instalaciones de hasta 36kV.

Los materiales de alta tensión instalados en el CT deberán ser capaces de soportar dichas sollicitaciones. A este efecto, deberán tomarse en consideración las características de dichos materiales, definidas en las correspondientes normas UNE que le sean de aplicación.

Se preverán los elementos de seguridad suficientes que eviten la explosión de la envolvente en caso de defecto interno y se elegirán las direcciones de escape en su caso de los fluidos (gases, líquidos, etc) para evitar posibles daños a personas. Para su comprobación, para una CTEP, será de aplicación la norma UNE-EN 62271-202.

El CT prefabricado propuesto para el proyecto es del fabricante Ormazabal, de la gama pfu basic.

Protección contra sobretensiones

Al tratarse de una instalación alimentada mediante cables subterráneos, no es necesario tomar ninguna precaución en lo que a la protección contra sobretensiones de origen atmosférico se refiere.

Condiciones acústicas

Los CT se diseñarán de forma que los índices de ruido medidos en el exterior de las instalaciones se ajusten a la calidad acústica establecidos en el RD 1367/2007 por el que se desarrolla la ley 37/2003 de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.

Compatibilidad electromagnética

El valor máximo admisible del campo magnético será:

Tabla 9

Campo magnético B [μ T]
100

La ubicación aislada del CT respecto a los edificios habitables reduce cualquier interferencia que pueda generarse en referencia a los campos magnéticos generados.

Grado de protección

El grado de protección de la envolvente del CT, de acuerdo con la norma UNE-EN 62271-202, será IP23D.

Ventilación

Los huecos de ventilación estarán protegidos de forma que impidan el paso de pequeños animales, para evitar averías o accidentes debido a su presencia; así como también estarán protegidos de forma que, de ser accesibles desde el exterior, no puedan dar lugar a contactos inadvertidos al introducir por ellos objetos metálicos. Tendrán la forma adecuada para impedir a su vez la entrada de agua de lluvia.

No existirá abertura practicable a una distancia inferior de las rejillas de ventilación de:

- 2m en el plano vertical
- 0,5 en el plano horizontal

La refrigeración del CTEP será por ventilación natural. Las aberturas de ventilación tendrán un grado de protección igual al de la envolvente, es decir, IP23D y la envolvente será de clase 10 K, según norma UNE-EN 62271-202.

Sistema contra incendios

Los materiales de la envolvente serán no inflamables, conforme a la normativa UNE-EN 62271-202.

Las envolventes de los aparatos con líquido dieléctrico refrigerante deberán estar construidas con materiales resistentes al fuego, que tengan la resistencia estructural adecuada para las condiciones de empleo.

Foso de recogida de aceite

Se utilizará líquido dieléctrico con punto de combustión igual o superior a 300°C, caso del aceite tipo K de los conjuntos compactos agrupados o asociados, por lo tanto, será suficiente con que el sistema de recogida de posibles derrames impida su salida al exterior.

Sistema de extinción

De acuerdo con el apartado 5.1.b) de ITC-RAT-14, para las potencias de transformadores previstas en este proyecto con un total de 1000kVA, con líquido dieléctrico tipo K, no hace falta un sistema de extinción fijo automático.

Como es una instalación que no tendrá personal fijo para vigilancia, mantenimiento y control, el sistema de extinción manual (extintores) no es necesario dentro del CT proyectado.

La UFD cuenta con personal itinerante con misión de vigilancia, mantenimiento y control y cuyos vehículos van provistos de dos extintores de eficacia 27A-183BC, cumpliendo así la normativa contra incendio.

Equipotencialidad

El CTEP será equipotencial de acuerdo con lo especificado en la norma UNE-EN 62271-202.

Las puertas y rejillas metálicas que den al exterior del CTEP no tendrán contacto eléctrico con masas conductoras susceptibles de quedar a tensión debido a defectos o averías.

Alumbrado

El alumbrado interior del CT tendrá un punto con fijación magnética, debidamente protegido que no se encontrará fijado, sino que con una longitud de cable suficiente para que se pueda situar en el lugar más adecuado del centro para cada caso en concreto. Incluirá el cableado y estará gobernado desde el cuadro de BT. Se realizará con una lámpara de bajo consumo que garantice un nivel de iluminación de 200 lux en las zonas de maniobra y operación.

El punto de luz estará instalado de tal manera que no pueda ser manipulado o expoliado y estará convenientemente protegido. La sustitución de lámparas se podrá efectuar sin peligro de contacto con otros elementos en tensión.

El interruptor, o interruptores, estarán situados cerca de las puertas de acceso.

Como complemento al alumbrado normal (y especial si es el caso), se utilizarán recubrimientos fotoluminiscentes que brillen en la oscuridad para señalar las vías de evacuación, localización de equipos de emergencia, etc.

Todos los materiales dispondrán de marcado CE.

Señalizaciones y material de seguridad

- El Lema Corporativo estará en la puerta de acceso al CT.
- Las puertas de acceso al CT llevarán el cartel con la correspondiente señal triangular distintiva de riesgo eléctrico, según las dimensiones y colores que especifica la Recomendación AMYS 1.4.10, modelo AE-10.
- En un lugar bien visible del CT se situará un cartel con las instrucciones de primeros auxilios a prestar en caso de accidente. Su tamaño será mínimo UNE A-3.
- La instalación de baja tensión para el servicio propio del CTEP llevará un interruptor diferencial de alta sensibilidad de acuerdo con la UNE-EN 61008.
- Cartel de las 5 reglas de oro

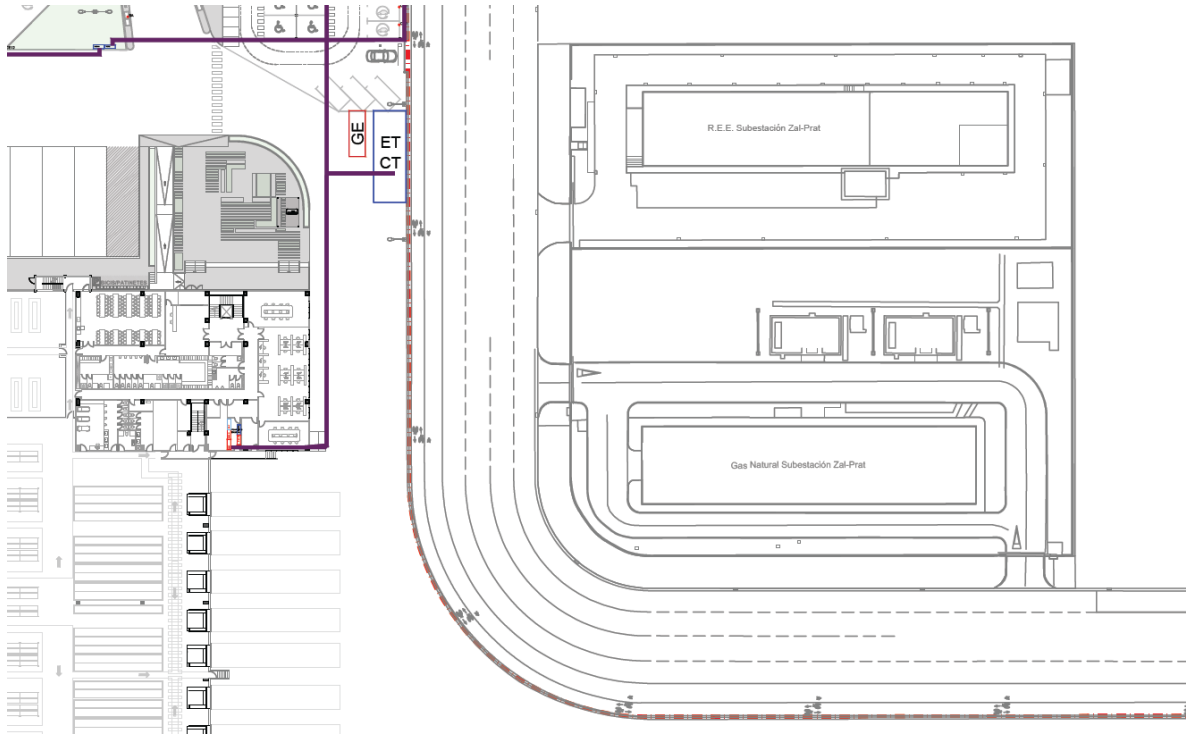
El CTEP estará dotado de una bandeja o bolsa porta documentos, con la siguiente documentación:

- Manual de instrucciones y mantenimiento del CT.
- Protocolo del transformador y copia del certificado ambiental del aceite del transformador.
- Declaración de conformidad del conjunto agrupado o asociado para el Centro de transformación, o declaración de conformidad del Centro de transformación prefabricado, según proceda.
- Certificado de ensayo de tensión de los puentes de AT.
- Certificado de conformidad de los transformadores de intensidad del cuadro de BT.
- Documentación técnica.

Ubicación

La ubicación del CT se fijará de común acuerdo, entre la UFD y el peticionario, teniendo en cuenta las consideraciones de orden eléctrico y otras relacionadas con la explotación y mantenimiento de dicho CT.

El lugar propuesto en proyecto es el indicado en plano adjunto, siendo el punto más cercano a la subestación existente de la UFD del ZAL Port Prat.



El terreno es llano, y capaz de soportar una presión de 1 kg/cm².

Acceso

Se hará desde la vía pública, y estará limitado exclusivamente a personal autorizado por la UFD.

La maniobra del CT es maniobra exterior.

El acceso a las máquinas y aparatos principales es fácil y permite colocarlos y retirarlos sin entorpecimiento, mediante dispositivos externos, como un camión grúa, de manera que no precise la instalación de medios auxiliares en el propio CT.

Para permitir un desplazamiento y manejo fáciles de elementos pesados del CT, como transformadores, los accesos tendrán la correspondiente señalización de prohibido aparcar.

Puesta a tierra

El CT estará provisto de un sistema de puesta a tierra, según la ITC-RAT 13.

El sistema de puesta a tierra tendrá:

1. El cable de protección general interior, que conectará todas las masas metálicas (celdas, cuba del transformador, bastidores, puertas y armaduras).
2. El cable de protección neutro interior, que conecta el borne neutro del transformador y el embarrado del neutro del cuadro de BT.
3. La red exterior general formada por electrodos enterrados, verticales y horizontales.
4. El cable de neutro (servicio) exterior.

El cable de puesta a tierra general interior será un cable desnudo de aluminio de 50mm², que conectará todas las masas interiores y conectará con la red general enterrada.

El cable de tierra de protección general será de cobre desnudo de 50mm², enterrado directamente al terreno a 0,5m de profundidad desde la última solera transitable.

El cable neutro interior es un cable de protección desnudo de aluminio de 50mm². En todo su trayecto estará aislado con un nivel de 10kV a frecuencia industrial (1min) y de 20kV a impulso tipo rayo (onda 1,2/50 µs).

El cable exterior de protección del neutro será un electrodo independiente, para evitar transferencias peligrosas a la red de baja tensión.

Electrodos de puesta a tierra

Los electrodos verticales para la puesta a tierra exterior serán picas cilíndricas de acero-cobre, nunca de hierro, de 14 mm de diámetro y 2m de longitud. Las picas se entierran verticalmente. La configuración del CTEP no contempla electrodos verticales.

El electrodo horizontal será un conductor desnudo de cobre de 50mm², enterrado paralelo al plano horizontal, en disposición de anillo.

Las conexiones de las tomas de tierra se realizarán mediante cuña a presión.

Cajas de medida

Se dispondrá de un punto accesible de la tierra general para la medida de esta. Estará debidamente protegido, señalizado y conectará con la red exterior de puesta a tierra general, debiendo ser seccionable.

Se dispondrá de un punto accesible de la tierra del neutro de baja tensión para la medida de este. Este punto estará debidamente protegido, señalizado y conectará con la red exterior de puesta a tierra de neutro de baja tensión, debiendo ser no seccionable.

Los puntos de medida de tierra se presentarán en una envolvente con tapa transparente descansando en su interior sobre un zócalo aislante. El conjunto deberá poseer un grado de protección IP 54 según la norma UNE 20324 y se verificará un nivel de aislamiento aplicando:

- 3 impulsos de 20kV tipo rayo
- 10kV eficaces en ensayo de corta duración a frecuencia industrial durante 60seg, en posición de montaje.

Los puntos de medida de la tierra general y del neutro de baja tensión estarán separadas entre sí a una distancia mínima aproximada de 1m.

Resistencia térmica

Considerando el tiempo mínimo de un segundo para la duración de defecto a la frecuencia de red, y una temperatura final aproximadamente de 200°C, no se podrá superar la densidad de corriente de:

- 100 A/mm² para el aluminio
- 160 A/mm² para el cobre

Si no supone riesgo de incendio, se puede aumentar esta temperatura final a 300°C, lo que equivale a dividir entre 1,2 las secciones obtenidas con el criterio anterior, respetándose en todo caso las secciones mínimas indicadas (50mm² para aluminio y cobre).

Seguridad de las personas

Los valores admisibles de la tensión de contacto aplicada (U_{ca}) a la que puede estar sometido el cuerpo humano entre la mano y los pies, en función de la duración de corriente de falta de 0,7seg, es de 150V.

Los valores admisibles de la tensión de paso aplicada (U_{pa}) 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 definen como diez veces el valor admisible de la tensión de contacto aplicada (1500V).

Si el sistema de puesta a tierra satisface los requisitos numéricos establecidos para tensiones de contacto aplicadas, se puede suponer que, en la mayoría de los casos, no aparecerán tensiones de paso aplicadas peligrosas. En caso de que las tensiones de contacto sean superiores a los valores máximos admisibles, se recurrirá al empleo de medidas adicionales de seguridad a fin de reducir el riesgo de las personas y de los bienes, en cuyo caso será necesario cumplir los valores máximos admisibles de las tensiones de paso aplicadas.

Tensiones admisibles máximas para la instalación

Tensión máxima de contacto

Una vez definido el valor de tensión de contacto aplicada admisible (U_{ca}), se puede obtener la máxima tensión de contacto admisible (U_c).

De contacto				
Tensión de contacto aplicada admisible U_{ca} (V)	Resistencia adicional R_{a1} (Ω)	Resistencia adicional punto contacto pie-terreno R_{a2} (Ω)	Impedancia del cuerpo humano (Ω)	Tensión máxima de contacto admisible U_c (V)
150	2000	7240,5	1000	843,0375

$$U_c = 843,0375 \text{ V}$$

Tensión máxima de paso de acceso

Una vez definido el valor de la tensión de paso aplicada admisible (U_{pa}), se puede obtener la máxima tensión de paso admisible (U_p).

De paso				
Tensión de paso aplicada admisible U_{pa} (V)	Resistencia adicional R_{a1} (Ω)	Resistencia adicional punto contacto pie-terreno R_{a2} (Ω)	Impedancia del cuerpo humano (Ω)	Tensión máxima de paso admisible U_p (V)
1500	2000	7240,5	1000	8430,375

$$U_p = 8430,375 \text{ V}$$

Medidas de seguridad adicionales. Consideraciones adicionales:

1. El centro estará constituido de tal manera que su interior constituya una superficie equipotencial (garantizado por el fabricante para un CTEP).
2. Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del centro no tendrán contacto eléctrico con masas conductoras susceptibles de quedar a tensión debido a defectos o averías, con lo que se consigue que la tensión de contacto exterior con las puertas cerradas sea prácticamente cero (garantizado por el fabricante para un CTEP).
3. Donde sea posible, realizar una acera perimetral (no equipotencial con PaT general) de hormigón alrededor del centro de anchura 1m y espesor de 15cm.
4. En los centros de superficie con las puertas abiertas, será necesario el empleo de los equipos de protección individual y colectiva que aseguren el aislamiento, para la tensión nominal de la instalación (25kV), entre la zona de maniobra y la propia instalación. Con esta medida adicional, se consigue que la tensión de contacto exterior con las puertas abiertas no deba considerarse.

Resistencia a tierra y tensiones máximas y aplicadas

Las características del suelo para la hipótesis de cálculo será tierra arcillosa arenosa, con una resistencia de $200\Omega\text{m}$.

El neutro de la red de AT de UFD está aislado de tierra.

Las corrientes máximas de puesta a tierra según proyecto tipo de UFD será de 75A (a confirmar por UFD para instalaciones de 25kV), y la duración de falta de puesta a tierra será de 0,7seg.

La resistencia de PaT general es igual a la resistencia del electrodo horizontal (anillo):

Conductor horizontal

$$R_h = 2 \rho / L$$

$$R_h = 2 \times 200 / 55$$

$$R_h = 7,27\Omega$$

Tensiones de contacto ($U'c$), paso (U') y defecto ($U'd$) en la instalación

Tensión de Defecto:

$$U'_d = R_f \times I_e$$

$$U'_d = 7,27 \times 75$$

$$U'_d = 545,25 \text{ V}$$

El centro de transformación será de maniobra exterior, por lo tanto, las tensiones de contacto y tensiones de paso en el interior del centro no se consideran.

La tensión de contacto en el exterior del centro con las puertas abiertas se verá mitigada por las medidas de seguridad adicionales consideradas.

La tensión de paso en el exterior del centro será:

$$U'_{p \text{ exterior}} = K_p \times \rho_{\text{terreno}} \times I_e$$

$$U'_{p \text{ exterior}} = 0,0395 \text{ V} / (\Omega \times \text{m} \times \text{A}) \times 200 \Omega \times \text{m} \times 75 \text{ A}$$

$$U'_{p \text{ exterior}} = 592,5 \text{ V}$$

Comprobación de puesta a tierra

Las tensiones aplicadas obtenidas son menores que las tensiones máximas admisibles:

$$U'_p < U_p$$

$$592,5 \text{ V} < 8430,375 \text{ V}$$

$$U'_c < U_c$$

$$0 \text{ V} < 843,0375 \text{ V}$$

$$V_{bt} > |U'_d - U_{tr} - U_o|$$

$$10000 \text{ V} > 545,25 - 0 + 230 \text{ (V)}$$

$$10000 \text{ V} > 775,25 \text{ V}$$

Separación de PaT general y del neutro de baja tensión

Distancia mínima de separación entre ambas puestas a tierra

Según cálculos:

$$D = 2,387 \text{ m}$$

Según proyecto tipo de UFD, la distancia de separación no será inferior a 6m. Por lo tanto:

$$D = 6 \text{ m}$$

PaT del neutro de baja tensión

El criterio de dimensionamiento de la puesta a tierra del neutro de baja tensión 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 del neutro de baja tensión debe ser inferior a 37 Ω .

El embarrado del neutro del cuadro de baja tensión del centro de transformación se conectará a un electrodo formado como mínimo por una pica cilíndrica de acero-cobre de 14mm de diámetro y 2m de longitud, debiéndose garantizar que la resistencia total de puesta a tierra del neutro de la red de distribución de baja tensión sea inferior a 37 Ω .

Distancia entre puesta a tierra del neutro de baja tensión y otras puestas a tierra ajenas al centro

La pica de la puesta a tierra del neutro de baja tensión estará separada como mínimo 1,5m de la proyección vertical de la fachada de cualquier edificio o elemento de puesta a tierra de protección en BT así como de cualquier canalización metálica.

Corrección y ajuste del diseño inicial de PaT general

Una vez satisfechos todos los requisitos, no resulta problemático adoptar la configuración geométrica de los electrodos del diseño de PaT, o de dimensiones superiores y/o con valores "K" inferiores que permite una

menor resistencia de puesta a tierra y mejor disipación de corrientes de defecto.

En todo caso, se mantendrá una distancia máxima entre las paredes del centro y la proyección horizontal de los anillos de puesta a tierra de 1m, o en el caso de picas en hilera se colocarán frente a los accesos al centro paralelos a la fachada a 1m de la misma, ya que, en caso contrario, los coeficientes UNESA Kc no resultan aplicables.

Configuración CTEP de superficie

El electrodo de PaT general estará habitualmente constituido por un bucle rectangular que rodea al centro enterrado a 0,5m de profundidad sin picas y con una acera perimetral (no equipotencial) de 1m de anchura y 15 cm de espesor.

Se define como tipo la siguiente configuración:

Electrodo PAT general
25-25/5/00

7. Anexos

Envolventes pfu para Centro de Transformación

El fabricante de centros de transformación

PREFABRICADOS UNIBLOK, S.L.U.

Camino de Seseña s/n, 45223 Seseña (Toledo), España

Declara que las envolventes prefabricadas monobloque de superficie y hormigón armado de maniobra interior para centros de transformación de la familia pfu, cumplen con los requisitos reflejados en la ITC-RAT 14 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión de fecha 9 de mayo de 2014 (RD 337/2014) y en particular con los requisitos aplicables de la norma UNE-EN 62271-202:2015 "Aparata de alta tensión. Parte 202: Centros de transformación prefabricados de alta tensión/baja tensión".

Dicho producto ha sido comercializado en España desde el año 1990, habiendo sido actualizado a lo largo de los años hasta adaptarlo finalmente a los requisitos anteriormente mencionados.

Declaración de Conformidad de acuerdo a

*ISO/IEC 17050-1, «Evaluación de la conformidad – Declaración de conformidad del proveedor – Parte 1: Requisitos generales» y a
ISO/IEC 17050-2, «Evaluación de la conformidad – Declaración de conformidad del proveedor – Parte 2: Documentación de soporte.»*

This declaration of Conformity is suitable to the European Standard

*EN ISO/IEC 17050-1 «Conformity assessment – Supplier's declaration of conformity – Part 1: General requirements» and standard
EN ISO/IEC 17050-2 «Conformity assessment – Supplier's declaration of conformity – Part 2: Supporting documentation».*

Responsable de Sistemas de Gestión

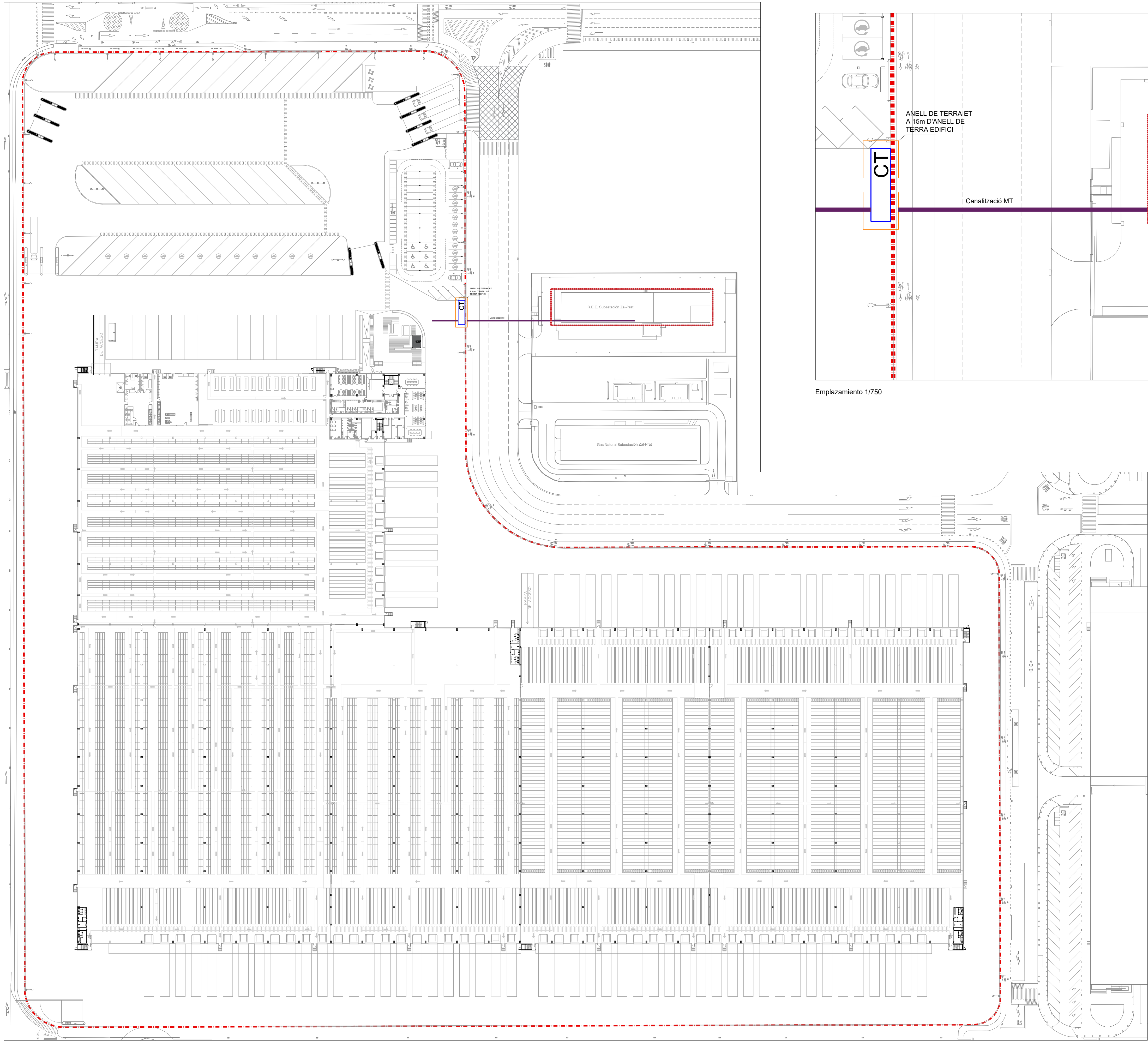
Cristina Sánchez



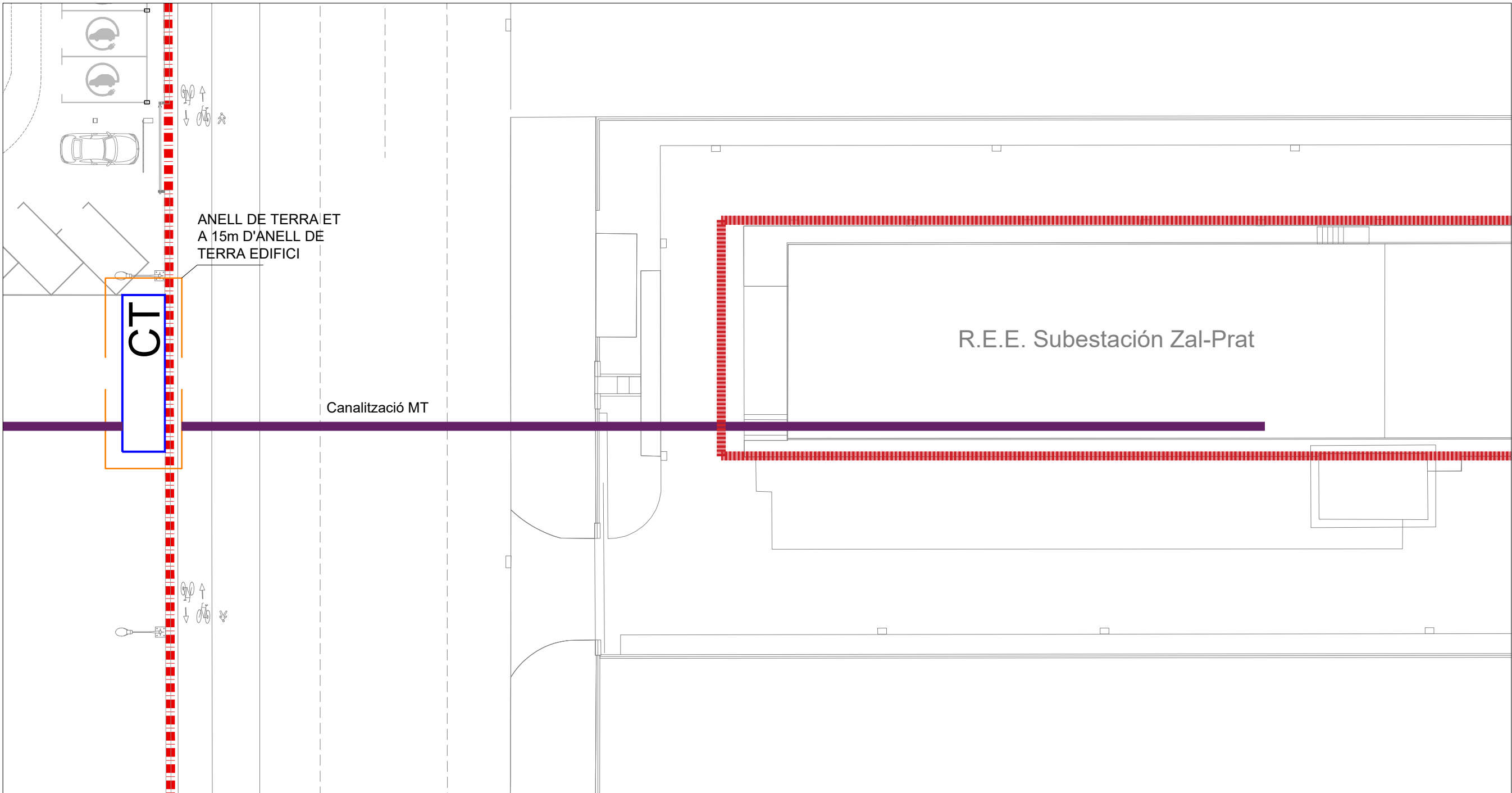
Seseña, a 30 de Marzo de 2020

Prefabricados Uniblok, S.L.U.
C.I.F.: B-45224482
Camino de Seseña, s/nº
45223 SESEÑA (Toledo)

Prefabricados Uniblok, S.L.U.



Planta situación 1/750



Emplazamiento 1/750

GENDICO

Título del Proyecto:
Proyecto básico de una nave de
logística en las parcelas 27, 28 y 29 de
la Zal Port (Prat)

Dirección de la obra:
C/Cal Coracero, s/n ZAL Port (Prat)
08820 El Prat de Llobregat (Barcelona)

Título del Proyecto:
Proyecto básico de una nave de
logística en las parcelas 27, 28 y 29 de
la Zal Port (Prat)

Nombre del plano:
INS. ELECTRICIDAD
CTEP
Escala:
Indicada

Autor del Proyecto:
Ionut Cosenco

Fecha:
18/02/2026
Nº plano:
2.3.ct

