

LEYENDA DE COLORES	
Datos introducidos por el proyectista en base a las características de la instalación	
Parámetros fijos establecidos en la normativa (MT 2.11.33/34)	
Resultados de aplicar fórmulas de la normativa (MT 2.11.33/34 e ITC-RAT 13)	
Resultados logrados en apartados anteriores	
Datos tomados del propio emplazamiento	
El parámetro comprobado CUMPLE los límites normativos	
El parámetro comprobado NO CUMPLE los límites normativos	
No aplica en el proyecto considerado	

O) CONDICIONES GENERALES DE DISEÑO DE LA INSTALACIÓN	
- Los electrodos serán picas de acero cobrizado de $\phi 14 \times 2000$ [mm] que se enterrarán como mínimo a 50 [cm] de profundidad y a 100 [cm] de las paredes del centro. - La profundidad será de al menos 80 [cm] si la tensión nominal supera los 20 [kV] y de 100 [cm] para los centros subterráneos independientemente de la tensión. - Las picas y las cajas de seccionamiento se unirán entre sí mediante cable desnudo de cobre de 50 [mm²], que tiene una densidad de corriente límite de 160 [A/mm²]. - En el caso particular de la puesta a tierra de servicio (del neutro), la 1ª pica se conectará al CT con cable aislado de 0,6/1 [kV] protegido mediante tubo rígido. - La configuración en hilera, ya sea para la tierra de servicio o de refuerzo de herrajes, requiere una separación mínima entre picas de 3 [m] (1,5 veces su longitud). - Las tapas, puertas y rejillas que den al exterior del centro se conectarán a la puesta a tierra excepto en edificios de otros usos, en cuyo caso estarán aisladas. - El centro se rodeará por un acerado perimetral de hormigón de al menos 1,20 [m] de ancho y 15 [cm] de grosor excepto en edificios de otros usos. - El suelo y el acerado del centro contarán con un mallazo de $\geq \phi 4$ [mm] y $\leq 30 \times 30$ [cm] cubierto por mínimo 10 [cm] de hormigón y puesto a tierra en dos puntos. - Las cajas de PAT y cuadros de BT tendrán a priori un aislamiento de 10 [kV], salvo en centros de abonado cuando la tensión de defecto (UD) no supere 1 [kV].	

1) DATOS BÁSICOS DE PARTIDA				
PARÁMETRO	SÍMBOLO	UNIDAD	VALOR	FUENTES Y ACLARACIONES
Tensión nominal	Un	[kV]	20	Según CTE de compañía
Configuración puesta a tierra subestación de cabecera	-	-	Reactancia 5.2 [Ω]	Tabla 5 - MT 2.11.33 (caso más desfavorable para Un o según CTE)
Número de centros conectados a través de las pantallas	N	[u]	3	Según CTE de compañía y visita de replanteo, se considera igual a 1 en el caso de derivación desde apoyo
Reactancia equivalente	XLTH	[Ω]	5.7	Tabla 5 - MT 2.11.33
Resistividad del terreno	ps	[Ωm]	200	Estimada según las características del terreno y/o mediciones in-situ
Resistividad del acerado perimetral	p*s	[Ωm]	3000	Criterio apartado 5.4.2 - MT 2.11.33

2) CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA Y ESTIMACIÓN DE LA INTENSIDAD DE DEFECTO				
PARÁMETRO	SÍMBOLO	UNIDAD	VALOR	FUENTES Y ACLARACIONES
Configuración puesta a tierra	-	-	CPT-CT-A-(3.5x4.5)+8P2	Elegido por el proyectista según las características del centro de MT
Resistividad máxima admitida	pmax	[Ωm]	200	Tablas del Anexo I - MT 2.11.33
Coefficiente de resistencia de puesta a tierra	Kr	[Ω/(Ωm)]	0.08175	
Coefficiente tensión de paso en el exterior	Kp.t-t	[V/(A·Ωm)]	0.01764	
Coefficiente tensión de paso en el acceso	Kp.a-t	[V/(A·Ωm)]	0.04063	
Coefficiente de resistencia de las pantallas	Kr'	[Ω/(Ωm)]	0.08800	
Resistencia de la puesta a tierra de herrajes	RT	[Ω]	16.35	Resultado de $[Kr \cdot ps]$
Resistencia de la puesta a tierra de las pantallas	Rpant	[Ω]	5.87	Resultado de $[Kr' \cdot ps / N]$
Paralelo de las resistencias de los centros	RTOT	[Ω]	4.32	Resultado de $[RT \cdot Rpant / (RT + Rpant)]$
Relación entre las resistencias	rE	[-]	0.26	Resultado de $[RTOT / RT]$
Intensidad máxima de la corriente de defecto a tierra	I'1Fp	[A]	1776	Fórmula apartado 5.4.4 - MT 2.11.33
Característica de actuación de las protecciones	C.A.P	[A · s]	400	Tabla 6 - MT 2.11.33/34
Duración del defecto	tF	[s]	0.23	Resultado de $[C.A.P / I'1Fp]$
Intensidad de la corriente de defecto a tierra	IE	[A]	469	Resultado de $[rE \cdot I'1Fp]$
Separación necesaria con las tierras de BT y servicio	D	[m]	14.93	Apartado 5.4.2 - MT 2.11.33: resultado de $[ps \cdot IE / (\pi \cdot 2000)]$, es nula para UD ≤ 1 [kV]
NOTA: si fuera necesaria la tierra de servicio, su configuración será tipo 5/32, en el caso de superar los 37 [Ω], se alargaría la hilera hasta alcanzar ese valor.				

3) CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE PASO FUERA DEL CENTRO Y EN SU ACCESO				
PARÁMETRO	SÍMBOLO	UNIDAD	VALOR	FUENTES Y ACLARACIONES
Tensión de paso en el exterior	UP'	[V]	1655	Resultado de $[Kp.t-t \cdot ps \cdot IE]$
Tensión de paso exterior aplicada a una persona	UPA'	[V]	267	Resultado de $[UP' / (1 + (2 \cdot Ra1 + 2 \cdot Ra2) / ZB)]$
Tensión de paso en el acceso	UP.ACC'	[V]	3812	Resultado de $[Kp.a-t \cdot ps \cdot IE]$
Tensión de paso acceso aplicada a una persona	UPA.ACC'	[V]	261	Resultado de $[UP.ACC' / (1 + (2 \cdot Ra1 + Ra2 + Ra2') / ZB)]$
Tensión de defecto a tierra	UD	[V]	7669	Resultado de $[RT \cdot IE]$
NOTA: las tensiones de contacto en el exterior de contacto/paso en el interior se consideran nulas por las medidas descritas en el apartado O).				

4) OBTENCIÓN DE LOS VALORES MÁXIMOS ADMISIBLES SEGUN NORMATIVA				
PARÁMETRO	SÍMBOLO	UNIDAD	VALOR	FUENTES Y ACLARACIONES
Tensión de contacto aplicada admisible	UCA	[V]	420	En función de "tF" según la Tabla/Figura 1 - ITC-RAT 13
Tensión de paso aplicada admisible	UPA	[V]	4200	Resultado de $[10 \cdot UCA]$
Resistencia equivalente del calzado de un pie	Ra1	[Ω]	2000	Criterio apartado 5.3.4.2 - MT 2.11.34
Resistencia del contacto con el terreno de un pie	Ra2	[Ω]	600	Resultado de $[3 \cdot ps]$
Resistencia del contacto con el acerado de un pie	Ra2*	[Ω]	9000	Resultado de $[3 \cdot p*s]$
Impedancia del cuerpo humano	ZB	[Ω]	1000	Criterio apartado 5.3.4.2 - MT 2.11.34
Máxima tensión de contacto admisible	UC	[V]	966	Fórmula 2 - MT 2.11.34
Máxima tensión de paso admisible en el exterior	UP	[V]	26040	Fórmula 3 - MT 2.11.34
Máxima tensión de paso admisible en el acceso	UP.ACC	[V]	61320	Fórmula 4 - MT 2.11.34
Valor máximo de la resistencia a tierra	RT-MAX	[Ω]	100	Depende de Un y la conexión de las pantallas (Tabla 4 - MT 2.11.33)

5) REVISIÓN DE LOS RESULTADOS				
VERIFICACIÓN	UNIDAD	RESULTADO	MÁXIMO ADMITIDO	COMPROBACIÓN
Tensión de paso en el exterior: $UPA' \leq UPA$	[V]	266.91	4200	Correcto
Tensión de paso en el acceso: $UPA.ACC' \leq UPA$	[V]	261.07	4200	Correcto
Tensión de defecto en la instalación: $UD \leq$ Aislamiento BT	[V]	7669.23	10000	Correcto
Resistencia de la puesta a tierra: $RT \leq RT-MAX$	[Ω]	16.35	100	Correcto
Resistividad del terreno: $ps \leq pmax$	[Ωm]	200.00	200	Correcto
Densidad de corriente: $IE/50 \leq 160$	[A/mm ²]	9.38	160	Correcto