



Puede verificar la integridad de este documento consultando la url:	
Código Seguro de Validación	9734dafa6e594326bd499dca64d54874001
Url de validación	https://sede.aytotarifa.com/validador
Metadatos	Origen: Origen administración Estado de elaboración: Original



Firma 1 de 1	Francisco Javier Ochoa Caro	10/07/2026	SECRETARIO GENERAL ACCIDENTAL.- DILIGENCIA.- Aprobado por Decreto de la Alcaldía de fecha 08.05.2026.
--------------	-----------------------------	------------	--

PROYECTO DE 5 CENTROS DE TRANSFORMACION DE 1 DE (400+430) KVA, 1 DE 1X630 KVA, 1 DE (2X630) KVA Y 2 DE (400+400) KVA, LINEA DE MEDIA TENSION A 20 KV Y RED DE BAJA TENSION, TODO CON CESION A EDISTRIBUCION.

La canalización tendrá arquetas tipo A-2 y A-1 de dimensiones y situación según planos adjuntos. Los tubos de la canalización irán cubiertos por un prisma de hormigón de dimensiones según plano, después del prisma de hormigón, llevamos una capa de zahorra natural compactada, sobre el mismo se colocará una cinta señalizadora normalizada para indicar la presencia de los conductores.

TUBO DE POLIETILENO RIGIDO ENTERRADO

- Designación.....Tubo de POLIETILENO (según proyecto tipo DYZ10000).
- Material.....POLIETILENO
- Montaje.....Directamente enterrado o en dado de hormigón.
- Densidad.....1,4 g/cm³.
- Resistencia a la tracción.....500 Kg/ cm².
- Alargamiento de rotura.....80 %
- Tensión de trabajo.....σ =100 Kg/ cm².
- Módulo de elasticidad.....30.000 Kg/ cm².
- Coeficiente de dilatación lineal.....0,08 mm/m°C.
- Comportamiento al fuego.....Ignifugo y autoextinguible.
- Grado de protección mecánica.....7
- NormasUNE 53.112
- Resistencia.....al contacto directo de grasas y aceites.
- Accesorios.....Curvas, manguitos, codos, tapones y cualquier otro accesorio, tendrá las mismas características técnicas que el tubo.

PROYECTO DE 5 CENTROS DE TRANSFORMACION DE 1 DE (400+430) KVA, 1 DE 1X630 KVA, 1 DE (2X630) KVA Y 2 DE (400+400) KVA, LINEA DE MEDIA TENSION A 20 KV Y RED DE BAJA TENSION, TODO CON CESION A EDISTRIBUCION.

MEMORIA DE CÁLCULO

1.- EMBARRADO CENTRO DE TRANSFORMACION.

Tratándose de celdas prefabricadas de una marca de reconocido prestigio, nos limitaremos a expresar los datos facilitados por el fabricante:

Intensidad asignada al embarrado (In)	630 A
Tensión asignada (Un)	24 kV
Intensidad máxima de corta duración 1 sg (Ith)	20 kA

Los materiales de MT instalados en los CT, deberán ser capaces de soportar las solicitudes debidas a las corrientes de cortocircuito y los tiempos de duración del defecto que se expresan en la tabla siguiente.

Tabla 4. Intensidades de cortocircuito admisibles

Intensidad asignada de corta duración 1s. (Límite térmico) (kA)	Valor de cresta de la intensidad de cortocircuito admisible asignada (Límite dinámico) (kA)
16	40
20 (*)	50 (*)

(*) Cuando las características de la red así lo requieran, se utilizarán celdas cuyas intensidades serán de 20 kA, con valor de cresta de 50 kA.

Para materiales instalados en BT se considerará una Intensidad de cortocircuito admisible asignada de 25 kA (corta duración 1 s).

La potencia de cortocircuito que soportará el embarrado será:

$$P_{cc} = \sqrt{3} \times I_{cc} \times U_n$$

aplicando los valores:

$$I_{cc}= 16\text{ kA}$$

$$U_n= 24\text{ kV}$$

$$P_{cc}= 622,8\text{ MVA}$$

resulta



PROYECTO DE 5 CENTROS DE TRANSFORMACION DE 1 DE (400+630) KVA, 1 DE (2X630) KVA Y 2 DE (400+400) KVA, LINEA DE MEDIA TENSION A 20 KV Y RED DE BAJA TENSION, TODO CON CESION A EDISTRIBUCION.

Por tanto, el embarrado soportará los esfuerzos ocasionados por un cortocircuito eventual, ya que el tiempo máximo de desconexión es de 1 sg. según datos facilitado por la Cía. suministradora.

PROYECTO DE 5 CENTROS DE TRANSFORMACION DE 1 DE (400+630) KVA, 1 DE (2X630) KVA, 1 DE (2X630) KVA Y 2 DE (400+400) KVA, LINEA DE MEDIA TENSION A 20 KV Y RED DE BAJA TENSION, TODO CON CESION A EDISTRIBUCION.

2.- SELECCIÓN DE FUSIBLES DE ALTA TENSION

En los cortacircuitos fusibles se produce la fusión en un valor de la intensidad determinado, pero antes de que la corriente haya alcanzado su valor máximo. De todas formas, esta protección debe permitir el paso de la punta de corriente producida en la conexión del transformador, soportar la intensidad en servicio continuo y sobrecargas eventuales y cortar las intensidades de defecto en los bornes del secundario del transformador.

La intensidad nominal del fusible de alta tensión, depende de la curva de fusión y normalmente está comprendida entre 2 y 3 veces la intensidad nominal del transformador protegido, lo cual en nuestro caso, obtenemos:

$$k = I_f' / I_n$$
$$I_f' = \text{Intensidad nominal del fusible}$$
$$I_n = \text{Intensidad nominal del transformador en A.T.}$$
$$K = \text{Valor de la curva. (entre 2 y 3)}$$

La intensidad primaria de un sistema trifásico de 20 KV, está dada por la expresión:

$$I_p = \frac{P}{\sqrt{3} \times V_p}$$

Siendo:

$$V_p = \text{Tensión primaria, en KV.}$$
$$P = \text{Potencia, en KVA.}$$

Luego, en este caso, sustituyendo valores, tendremos:

$$I_p = 18,20 \text{ A, para } 630 \text{ KVA.}$$
$$I_p = 11,56 \text{ A, para } 400 \text{ KVA.}$$

por lo que la intensidad del fusible tomaría un valor

$$36,40 \text{ A} < I_f' < 54,60 \text{ A para } 630 \text{ KVA.}$$
$$23,12 \text{ A} < I_f' < 34,68 \text{ A para } 400 \text{ KVA.}$$

De acuerdo con lo anterior, la intensidad nominal del fusible de alta tensión que se



J

JACOBO, INGENIERIA Y PROTECTOR, S.L.
C/ ALFONSO X EL SABIO, 10
41008 SEVILLA, 48910, 617417008
9028194204
WWW.JACOBOINGENIERIA.COM



PROYECTO DE 5 CENTROS DE TRANSFORMACION DE 1 DE (400+630) KVA, 1 DE 1X630 KVA, 1 DE (2X630) KVA Y 2 DE (400+400) KVA, LINEA DE MEDIA TENSION A 20 KV Y RED DE BAJA TENSION, TODO CON CESION A EDISTRIBUCION,

colocará en la celda de protección será de 50 A y 32 A, según recomienda Edistribución Redes Digitales, S.L.U. en sus normas particulares.

Haciendo referencia a la tabla 5.2.3.3 de la NRZ102 de las normas particulares de Edistribución Redes Digitales, S.L.U., los fusibles serán de 50 A y 40 A.

Tensión Red (kV)	6						10						11						13.2						15						20						25						30																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	50	20	10	10	10	10	32	20	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10

PROYECTO DE 5 CENTROS DE TRANSFORMACION DE 1 DE (400+630) KVA, 1 DE 1X630 KVA, 1 DE (2X630) KVA Y 2 DE (400+400) KVA, LINEA DE MEDIA TENSION A 20 KV Y RED DE BAJA TENSION, TODO CON CESION A EDISTRIBUCION,

3.- CÁLCULO DE LA LÍNEA GENERAL DE B.T.

La intensidad máxima que circulará por la línea de B.T. será:

$I = 630/\sqrt{3} \times 0,4 = 909,35 \text{ A}$

$I = 400/\sqrt{3} \times 0,4 = 578,03 \text{ A}$

- 630 KVA: Adoptaremos una sección en AL de 3(1 x 240) mm², por cada fase y de 2(1x240) mm² para el neutro, siendo la longitud de la línea de 5 mts.
- 400 KVA: Adoptaremos una sección en AL de 2(1 x 240) mm², por cada fase y de (1x240) mm² para el neutro, siendo la longitud de la línea de 5 mts.

En este caso, la densidad de corriente vale:

$d = I/S = 909,35/240 \times 3 = 1,26 \text{ A/mm}^2$

$d = I/S = 578,03/240 \times 3 = 1,20 \text{ A/mm}^2$

Para el cálculo de la caída de tensión de esta línea, aplicaremos la fórmula:

$$e = \frac{P \times L}{S \times V \times K}$$

Siendo:

- e = caída de tensión en voltios.
- P = potencia a transportar en vatios.
- L = longitud de la línea en mts.
- S = sección adoptada en mm².
- V = tensión compuesta en voltios.
- K = conductibilidad del conductor.

con lo que la caída de tensión máxima resulta:

$e = (630 \times 5) / (720 \times 0,4 \times 35) = 0,31 \text{ V}$

$e = (400 \times 5) / (480 \times 0,4 \times 35) = 0,29 \text{ V}$

Con estos datos el cable adoptado es admisible.



Puede verificar la integridad de este documento consultando la url:	
Código Seguro de Validación	9734dafa6e594326bd499dca64d54874001
Url de validación	https://sede.aytotarifa.com/validador
Metadatos	Origen: Origen administración Estado de elaboración: Original



Firma 1 de 1	Francisco Javier Ochoa Caro	10/07/2026	SECRETARIO GENERAL ACCIDENTAL.- DILIGENCIA.- Aprobado por Decreto de la Alcaldía de fecha 08.05.2026.
--------------	-----------------------------	------------	--

PROYECTO DE 5 CENTROS DE TRANSFORMACION DE 1 DE (400+630) KVA, 1 DE 1X630 KVA, 1 DE (2X630) KVA Y 2 DE (400+400) KVA, LINEA DE MEDIA TENSION A 20 KV Y RED DE BAJA TENSION, TODO CON CESION A EDISTRIBUCION.

4.- CÁLCULO DE LA RED DE TIERRAS.

En este apartado, se calculará la red de tierras de protección siguiendo detalladamente lo especificado en la R.D. 337/2014, y las actualizaciones publicadas hasta la fecha.

Resolveremos este capítulo según método de UNESA.

- Puesta a tierra general

Cuando se produce un defecto a tierra en una instalación de MT, se provoca una elevación del potencial en el circuito de puesta a tierra general a través del cual circulará la intensidad de defecto. Al dispersarse dicha intensidad por la red de tierra aparecen en el terreno gradientes de potencial. En el diseño del sistema de puesta a tierra general se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Seguridad de las personas en relación a las elevaciones de potencial.
- Sobretensiones peligrosas para las instalaciones.
- Valor de la intensidad de defecto que haga actuar las protecciones, asegurando la eliminación de la falta.

- Puesta a tierra de neutro

El sistema de puesta a tierra de neutro se diseñará bajo el criterio de que su resistencia de puesta a tierra sea inferior a 37 Ohm. Con esto se consigue que un defecto a tierra en la instalación de un cliente, protegida contra contactos indirectos por un interruptor diferencial de 650 mA de sensibilidad, no ocasione en el electrodo de puesta a tierra de neutro una tensión superior a 24 V (37 x 0.65=24).

Para los cálculos se partirá de los valores de la resistividad del terreno, R.D. 337/2014, así como, los facilitados por la Cía. suministradora.

Los datos de partida son:

-INTENSIDAD MÁXIMA DE DEFECTO.

DETERMINACIÓN DE LA INTENSIDAD DE DEFECTO A TIERRA Y DEL TIEMPO

PROYECTO DE 5 CENTROS DE TRANSFORMACION DE 1 DE (400+630) KVA, 1 DE 1X630 KVA, 1 DE (2X630) KVA Y 2 DE (400+400) KVA, LINEA DE MEDIA TENSION A 20 KV Y RED DE BAJA TENSION, TODO CON CESION A EDISTRIBUCION.

MÁXIMO DE ELIMINACIÓN DEL DEFECTO.

- Intensidad de puesta a tierra

La intensidad de puesta a tierra, IE, 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 de potencial de la instalación de tierra.

$$IE = r \cdot Id$$

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).

- 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:

$$IE \cdot Rt \leq U_{bt}$$

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

$$Rt \leq U_{bt} / IE$$

- Intensidad de defecto y parámetros de la red

El cálculo de la intensidad de defecto a tierra tiene una formulación diferente según el sistema de instalación de la puesta a tierra del neutro de la red.

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 que alimenta el CT.





Puede verificar la integridad de este documento consultando la url:	
Código Seguro de Validación	9734dafa6e594326bd499dca64d54874001
Url de validación	https://sede.aytotarifa.com/validador
Metadatos	Origen: Origen administración Estado de elaboración: Original



Firma 1 de 1	Francisco Javier Ochoa Caro	10/07/2026	SECRETARIO GENERAL ACCIDENTAL.- DILIGENCIA.- Aprobado por Decreto de la Alcaldía de fecha 08.05.2026.
--------------	-----------------------------	------------	--

PROYECTO DE 5 CENTROS DE TRANSFORMACION DE 1 DE (400+630) KVA, 1 DE 1X630 KVA, 1 DE (2X630) KVA Y 2 DE (400+400) KVA, LINEA DE MEDIA TENSION A 20 KV Y RED DE BAJA TENSION, TODO CON CESION A EDISTRIBUCION.

Excepto en aquellos casos en los que el proyectista justifique otros valores, para el cálculo de la intensidad de defecto a tierra en una red con neutro aislado, se aplicará la siguiente expresión:

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

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

$$I_{máx_d} = c \cdot \sqrt{3} \cdot U \cdot \omega \cdot C$$

Siendo:

- Id Intensidad de defecto a tierra del CT (A).
 - Imáx 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.
 - Rt Resistencia de la puesta a tierra de protección 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= Ca·La+ Cs·L.

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 corriente máxima de la red, se obtiene la capacidad total entre fase y tierra de las líneas que salen de la subestación.

$$C = \frac{I_{máx_d}}{c \cdot \sqrt{3} \cdot U \cdot \omega}$$

Por lo tanto, considerando la puesta a tierra general del CT (Rt), la intensidad de defecto a tierra para un eventual defecto en la instalación proyectada se puede calcular con la siguiente expresión:

$$I_d = \frac{c \cdot \sqrt{3} \cdot U}{\sqrt{((3 \cdot R_t)^2 + (1 \omega \cdot C)^2)}$$

Neutro a tierra

PROYECTO DE 5 CENTROS DE TRANSFORMACION DE 1 DE (400+630) KVA, 1 DE 1X630 KVA, 1 DE (2X630) KVA Y 2 DE (400+400) KVA, LINEA DE MEDIA TENSION A 20 KV Y RED DE BAJA TENSION, TODO CON CESION A EDISTRIBUCION.

La intensidad de defecto a tierra, en el caso de redes con el neutro a tierra, es inversamente proporcional a la impedancia del circuito que debe recorrer. Como caso más desfavorable y para simplificar los cálculos, salvo que el proyectista justifique otros aspectos, sólo se considerará la impedancia de la puesta a tierra del neutro de la red de media tensión y la resistencia del electrodo de puesta a tierra. Esto supone estimar nula la impedancia homopolar de las líneas o cables, con lo que se consigue independizar los resultados de las posteriores modificaciones de la red. Este criterio no será de aplicación en los casos de neutro unido rígidamente a tierra, en los que si se considerará dicha impedancia.

Para el cálculo se aplicará, salvo justificación, la expresión siguiente:

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

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

$$I_{máx_d} = \frac{c \cdot U}{\sqrt{3} \cdot X_{LTH}}$$

Donde:

- Id 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.
- Rt Resistencia de la puesta a tierra de protección del CT (Om).
- XLTH Impedancia equivalente (Om).

Por lo que la Intensidad máxima de defecto será sobre 1.000 A.

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

$$X_{LTH} = \frac{c \cdot U}{\sqrt{3} \cdot I_{máx_d}}$$

- Tiempo de eliminación del defecto

Las líneas de MT que alimentan los 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:



PROYECTO DE 5 CENTROS DE TRANSFORMACION DE 1 DE (400+630) KVA, 1 DE 1X630 KVA, 1 DE (2X630) KVA Y 2 DE (400+400) KVA, LINEA DE MEDIA TENSION A 20 KV Y RED DE BAJA TENSION, TODO CON CESION A EDISTRIBUCION.

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:

$t' = (k / (I_d / I' a)^{\alpha - 1}) \cdot kv$

Siendo:

Id Intensidad de defecto (A).

I'a Intensidad de ajuste del relé de protección (A).

α.k Constantes características de la curva de protección.

kv Factor de tiempo de ajuste de relé de protección.

t' Tiempo de actuación del relé de protección (s).

A continuación, en la tabla 2 se dan valores de las constantes k y α para los tipos de curva más habituales.

Tabla 2. Curvas de disparo habituales

	Normal inversa (α =0,02)	Muy inversa (α =1)	Extremadamente inversa (α =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:

$t'' = (k / (I_d / I' a)^{\alpha - 1}) \cdot kv$

PROYECTO DE 5 CENTROS DE TRANSFORMACION DE 1 DE (400+630) KVA, 1 DE 1X630 KVA, 1 DE (2X630) KVA Y 2 DE (400+400) KVA, LINEA DE MEDIA TENSION A 20 KV Y RED DE BAJA TENSION, TODO CON CESION A EDISTRIBUCION.

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:

$t = t' + t''$

Tiempo máximo de desconexión sale sobre 1 seg.

Los datos de partida son:

Tensión nominal	U	15.000	V
Puesta a tierra del neutro	A tierra - Resistencia		
Tiempo máximo de desconexión para I _{Cmax} trifásico	I _{Cmax}	1	s
Intensidad máx. de cortocircuito monofásico	I _{ccIFmax}	900	A
Tiempo máximo de desconexión para I _{Cmax} monofásico	I _{ccIFmax}	1	s
Factor de tensión (UNE-EN 60909-1)	C	1,1	
Resistencia del neutro de los transformadores de las Subestación	R _n	40	Ω
Desconexión inicial			
Tiempo máximo de disparo protección y eliminación del defecto	t	1	s
Intensidad de arranque de las protecciones	I _a	5	A
Factor de tiempo de ajuste de relé de protección	k	1	

- Tensión de servicio: U_r=20 kv
- Resistencia del neutro: R_n=40 Ohm
- Reactancia del neutro: X_n=0 Ohm
- Limitación de la intensidad a tierra: I_{dm}=200 A
- Intensidad de arranque: I_a=5 A
- Parámetro del relé: k'=13.5
- Parámetro del relé: n'=1
- Nivel de aislamiento de BT: U_{b1}=10.000 V
- Resistencia de tierra: R_o=100 Ohm.m
- Resistencia del hormigón: R'_o=3000 Ohm.m

Resistividad media del terreno

PROYECTO DE 5 CENTROS DE TRANSFORMACION DE 1 DE (400+630) KVA, 1 DE 1X630 KVA, 1 DE (2X630) KVA Y 2 DE (400+400) KVA, LINEA DE MEDIA TENSION A 20 KV Y RED DE BAJA TENSION, TODO CON CESION A EDISTRIBUCION.

Tabla 1.- Resistividad del terreno

Naturaleza del terreno	Resistividad (Ω.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 3000
Suelo pedregoso cubierto de césped	300 a 500
Suelo pedregoso desnudo	1500 a 3000
Calizas blandas	100 a 300
Calizas compactas	1000 a 5000
Calizas agrietadas	500 a 1000
Pizarras	50 a 300
Rocas de mica y cuarzo	800
Granitos y gres procedentes de alteración	1500 a 10000
Granitos y gres muy alterados	100 a 600
Hormigón	2000 a 3000
Balasto o grava	3000 a 5000

Resistividad media del terreno (ρ) 100 Ω.m.

- DISEÑO PRELIMINAR DE LA INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA.
SELECCIÓN DEL ELECTRODO.

La resistencia de tierra del electrodo, que depende de su forma, dimensiones y de la resistividad del suelo, se puede calcular de acuerdo a las fórmulas contenidas en la tabla 3, o mediante programas u otras expresiones numéricas suficientemente probadas:

PROYECTO DE 5 CENTROS DE TRANSFORMACION DE 1 DE (400+630) KVA, 1 DE 1X630 KVA, 1 DE (2X630) KVA Y 2 DE (400+400) KVA, LINEA DE MEDIA TENSION A 20 KV Y RED DE BAJA TENSION, TODO CON CESION A EDISTRIBUCION.

Tabla 3. Resistencia electrodos habituales

Tipo de electrodo	Resistencia en ohmios
Pica vertical	$R_t = \frac{\rho}{L}$
Conductor enterrado horizontalmente	$R_t = \frac{2\rho}{L}$
Malla de tierra	$R_t = \frac{\rho}{4r} \cdot \frac{\rho}{L}$

Siendo:

Rt Resistencia de tierra del electrodo en Ω.

ρ Resistividad del terreno de Ω.m.

L Longitud en metros de la pica o del conductor, y en malla la longitud total de los conductores enterrados.

r radio en metros de un círculo de la misma superficie que el área cubierta por la malla.

También pueden seleccionarse electrodos de entre 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 UNESA. Las distintas configuraciones posibles vienen identificadas por un código que contiene la siguiente información:

Electrodos con picas en anillo. Elegido para herrajes.

A-B / C / DE

A Dimensión del lado mayor del electrodo (dm).

B Dimensión del lado menor del electrodo (dm).

C Profundidad a la que está enterrado el electrodo, es decir, la cabeza de las picas (dm).

D Número de picas.

E Longitud de las picas (m).

SEGÚN CODIGO UNESA. ELEGIMOS EL 80-40/5/82.

Electrodos con picas alineadas. Elegido para neutro.

PROYECTO DE 5 CENTROS DE TRANSFORMACION DE 1 DE (400+630) KVA, 1 DE (2X630) KVA Y 2 DE (400+400) KVA, LINEA DE MEDIA TENSION A 20 KV Y RED DE BAJA TENSION, TODO CON CESION A EDISTRIBUCION.

A / BC

A Profundidad a la que está enterrado el electrodo, es decir, la cabeza de las picas (dm).

B Número de picas.

C Longitud de las picas (m).

SEGÚN CODIGO UNESA, ELEGIMOS EL 5/32.

Una vez seleccionado el electrodo, obtendremos de las tablas del Anexo 2 del Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de UNESA sus parámetros característicos:

Kr Valor unitario de la resistencia de puesta a tierra (V/Omh-m)

Kp Valor unitario que representa la máxima tensión de paso unitaria en la instalación (V/Omh-m.A)

Kc Valor unitario que representa la máxima tensión de contacto unitaria en la instalación (V/Omh-m.A)

CUADRO RESUMEN DE PARÁMETROS SEGÚN CODIGO UNESA: 80-40/5/82.

CONF IGURACION	L _p (m)	RESISTENCIA K _r	TENSION DE PASO K _p	TENSION DE CONTACTO EXT K _c = K _p (acc)	CODIGO DE LA CONF IGURACION
Sin picas	-	0.088	0.0169	0.0508	80-40/5/00
4 picas	2 4 6 8	0.072 0.061 0.053 0.047	0.0154 0.0127 0.0107 0.0093	0.0338 0.0255 0.0204 0.0169	80-40/5/42 80-40/5/44 80-40/5/46 80-40/5/48
8 picas	2 4 6 8	0.065 0.053 0.045 0.039	0.0134 0.0103 0.0083 0.0069	0.0284 0.0192 0.0141 0.0110	80-40/5/82 80-40/5/84 80-40/5/86 80-40/5/88

La resistencia a tierra a prever en el sistema es:

$R_t = K_r \times \rho$

siendo

$K_r = 0,065 \Omega/(\Omega.m)$

$K_p = 0,0134 \Omega/(\Omega.m.A)$

PROYECTO DE 5 CENTROS DE TRANSFORMACION DE 1 DE (400+630) KVA, 1 DE (2X630) KVA Y 2 DE (400+400) KVA, LINEA DE MEDIA TENSION A 20 KV Y RED DE BAJA TENSION, TODO CON CESION A EDISTRIBUCION.

$K_c = 0,0284 \Omega/(\Omega.m.A)$

$\rho = 100 \text{ Ohm.m}$

$R_t = 0,065 \times 100 = 6,5$

La intensidad de defecto a considerar en el cálculo es:

$$I_d = \frac{U / \sqrt{3}}{12 + R_t} = \frac{11,547}{12 + 6,5} = 624,16 \text{ A.}$$

Tomando $V = 20 \text{ kV}$.

4.1.- TENSIONES DE CONTACTO

Desde el punto de vista práctico, se comprueba que es muy difícil mantener los valores de las tensiones de contacto aplicadas dentro de los límites reglamentarios establecidos, por lo que normalmente lo que se hace es prescindir del cálculo de las tensiones de contacto, aplicando medidas complementarias de acuerdo con lo previsto en el apartado 2.2 de la Instrucción RAT-13.

Con el fin de disminuir las tensiones de paso aplicada, se adoptarán las siguientes medidas complementarias:

- No conectar a tierra las puertas de acceso ni las rejillas de ventilación, para que no puedan presentarse tensiones peligrosas en el exterior del centro de transformación.
- La propia armadura del mallazo electrosoldado estará unida equipotencialmente en todo el edificio y unida eléctricamente a la tierra de protección.

4.2.- TENSIONES DE PASO

La tensión de paso real será:

La tensión de paso real será:

$V = R_t \times I_d$



Puede verificar la integridad de este documento consultando la url:	
Código Seguro de Validación	9734dafa6e594326bd499dca64d54874001
Url de validación	https://sede.aytotarifa.com/validador
Metadatos	Origen: Origen administración Estado de elaboración: Original



Firma 1 de 1	Francisco Javier Ochoa Caro	10/07/2026	SECRETARIO GENERAL ACCIDENTAL.- DILIGENCIA.- Aprobado por Decreto de la Alcaldía de fecha 08.05.2026.
--------------	-----------------------------	------------	--

PROYECTO DE 5 CENTROS DE TRANSFORMACION DE 1 DE (400+630) KVA, 1 DE (2X630) KVA Y 2 DE (400+400) KVA, LINEA DE MEDIA TENSION A 20 KV Y RED DE BAJA TENSION, TODO CON CESION A EDISTRIBUCION.

sustituyendo

$$V = 624,16 \times 6,5 = 4.057,04 \text{ V.}$$

La tensión de paso máxima admisible será:

4.3.- TENSIONES DE PASO Y CONTACTOS MAXIMOS

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 la corriente de falla, se dan en la figura 1.

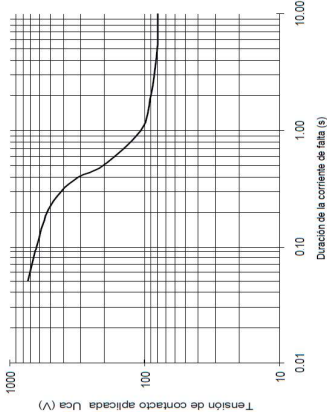


Tabla 1. Valores admisibles de la tensión de contacto aplicada U_{ca} en función de la duración de la corriente de falla t .

Duración de la corriente de falla, t (s)	Tensión de contacto aplicada admisible, U_{ca} (V)
0.05	735
0.10	633
0.20	528
0.30	420
0.40	310
0.50	264
1.00	107
2.00	90
5.00	81
10.00	80
> 10.00	50

- U_{ca} Tensión de contacto aplicada admisible, la tensión a la que puede estar sometido el cuerpo humano entre una mano y los pies.
- U_{pa} Tensión de paso aplicada admisible, la tensión a la que puede estar sometido el cuerpo humano entre los dos pies. ($U_{pa}=10 U_{ca}$).
- Z_a Impedancia del cuerpo humano. Se considerará un valor de 1000 Ω .
- I_b Corriente que fluye a través del cuerpo;
- U_c Tensión de contacto máxima admisible en la instalación que garantiza la seguridad de las personas, considerando resistencias adicionales (por ejemplo, resistencia a tierra del punto de contacto, calzado, presencia de superficies de material aislante).

PROYECTO DE 5 CENTROS DE TRANSFORMACION DE 1 DE (400+630) KVA, 1 DE (2X630) KVA, 1 DE (2X630) KVA Y 2 DE (400+400) KVA, LINEA DE MEDIA TENSION A 20 KV Y RED DE BAJA TENSION, TODO CON CESION A EDISTRIBUCION.

- U_p Tensión de paso máxima admisible en la instalación que garantiza la seguridad de las personas, considerando resistencias adicionales (por ejemplo, resistencia a tierra del punto de contacto, calzado, presencia de superficies de material aislante).
- R_a Resistencia adicional total suma de las resistencias adicionales individuales.
- R_{a1} Es, por ejemplo, la resistencia equivalente del calzado de un pie cuya suela sea aislante. Se puede emplear como valor 2000 Ω . Se considerará nula esta resistencia cuando las personas puedan estar descalzas, en instalaciones situadas en lugares tales como jardines, piscinas, campings, y áreas recreativas.
- R_{a2} Resistencia a tierra del punto de contacto con el terreno de un pie. $R_{a2}=3\rho_s$, donde ρ_s es la resistividad del suelo cerca de la superficie.

Utilizaremos una resistividad media del terreno (ρ) de 100 Ω .m.

Para el cálculo de las tensiones de contactos y paso admisibles, utilizaremos la expresión siguiente:

$$U_c = U_{ca} \left[1 + \frac{R_{a1} + R_{a2}}{2 Z_{ij}} \right] = U_{ca} \left[\frac{R_{a1} + 1.5 \rho_s}{2} \frac{1}{1 + \frac{1000}{1000}} \right]$$

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

- U_{ca} es el valor admisible de la tensión de contacto aplicada que es función de la duración de la corriente de falta, (según tabla 1).
- Se supone que la resistencia del cuerpo humano es de 1000 Ω .
- Se asimilará cada pie a un electrodo en forma de placa de 200 cm^2 de superficie, ejerciendo sobre el suelo una fuerza mínima de 250 N, lo que representa una resistencia de contacto con el suelo para cada electrodo de $3\rho_s$, evaluada en función de la resistividad superficial aparente, ρ_s , del terreno.
- Según cada caso, R_{a1} es la resistencia del calzado, la resistencia de superficies de material aislante, etc. Para la resistencia del calzado se puede utilizar $R_{a1} = 2000 \Omega$.

Utilizaremos una resistividad media del terreno (ρ) de 100 Ω .m y una tensión máxima para 1 seg (107 v) como tiempo de eliminación del defecto, tal y como marca la NRZ 101, en su apartado 10.3.



Puede verificar la integridad de este documento consultando la url:	
Código Seguro de Validación	9734dafa6e594326bd499dca64d54874001
Url de validación	https://sede.aytotarifa.com/validador
Metadatos	Origen: Origen administración Estado de elaboración: Original



Firma 1 de 1	Francisco Javier Ochoa Caro	10/07/2026	SECRETARIO GENERAL ACCIDENTAL.- DILIGENCIA.- Aprobado por Decreto de la Alcaldía de fecha 08.05.2026.
--------------	-----------------------------	------------	--

PROYECTO DE 5 CENTROS DE TRANSFORMACION DE 1 DE (400+630) KVA, 1 DE (2X630) KVA Y 2 DE (400+400) KVA, LINEA DE MEDIA TENSION A 20 KV Y RED DE BAJA TENSION, TODO CON CESION A EDISTRIBUCION.

Sustituyendo valores, tenemos:

$$U_c=107x(1+(((2000/2)+(1.5x100))/1000))=230.05\text{ V}$$

$$U_p=10x107x(1+(((2x2000)+(6x100))/1000))= 5.992,00\text{ V}$$

La tensión de paso de acceso al edificio es la que representa un pie en el terreno y otro en la solera de hormigón del CT:

$$U_{pacc} = 10 * U_{ca} \left[1 + \frac{2 * R_{a1} + 3 * R_0 + 3 * R'_0}{1000} \right]$$

R₀: resistividad del terreno (Ohm.m)
R' ₀: resistividad del hormigón (Ohm.m)

Para calcular la resistividad superficial del terreno, en los casos en que hormigonemos, se obtendrá multiplicando la resistividad del hormigón por un coeficiente reductor.

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

Donde:

CS coeficiente reductor de la resistividad de la capa superficial.
h_s espesor de la capa superficial, en metros.
ρ resistividad del terreno natural.
ρ* resistividad de la capa superficial, resistividad del hormigón 3.000 Ω.m

Si son de prever contactos del cuerpo humano con partes metálicas no activas que puedan ponerse a distinto potencial, se aplicará la fórmula (1) de la tensión de contacto haciendo ρ_s =0 y sin considerar resistencias adicionales.

Sustituyendo valores, tenemos:

$$C_s=1-0,106x((1-(100/3000))/((2x0.20)+0.106))=1-(0.106x1.91)=0,797$$

$$\rho^*_s(capa\text{ superficial})=3000*0,797=2391\text{ }\Omega m$$

$$U_{p(acc)} = U_{pa} \cdot \left[1 + \frac{2 \cdot R_{a1} + 3 \cdot \rho \cdot 3 \cdot \rho_s^*}{Z_B} \right]$$

$$U_{pacc}=10x107x(1+(((2x2000)+(3x100)+(3x2391))/1000))= 13.346,11\text{ V}$$

PROYECTO DE 5 CENTROS DE TRANSFORMACION DE 1 DE (400+630) KVA, 1 DE (2X630) KVA, 1 DE (2X630) KVA Y 2 DE (400+400) KVA, LINEA DE MEDIA TENSION A 20 KV Y RED DE BAJA TENSION, TODO CON CESION A EDISTRIBUCION.

4.4.- TENSION DE DEFECTO EN EL C.T.

$$U_d = I_d \times R_t = 624,16 \times 6,5 = 4.057,04\text{ V.}$$

(Debe quedar por debajo de la tensión máxima de BT a soportar por los aparatos, normalmente 10.000 V de aislamiento para BT)

4.5.- TENSION DE PASO EXTERIOR MÁXIMA

$$U_p = Kp \times \rho \times I_d = 0,0134 \times 100 \times 624,16 = 836,37\text{ V}$$

4.6.- TENSION DE PASO DE ACCESO Y DE CONTACTO EXTERIOR.

$$U_{p(acc)} = Kc(acc) \times \rho \times I_d = 0,0284 \times 100 \times 624,16 = 1.772,61\text{ V}$$

Para el caso de electrodos alejados del CT, la tensión de paso de acceso y contacto exterior es:

$$U_{p(acc)} = U_p = I_d \times R_t = 624,16 \times 6,5 = 4.057,04\text{ V.}$$

4.7.- COMPARACION DE LOS VALORES OBTENIDOS CON LA TENSION DE CONTACTO Y DE PASO APLICADAS AL CUERPO HUMANO.

$$U'_c=Kp \times \rho \times I_d =0,0134 \times 100 \times 624,16 = 836,37\text{ V debe ser menor que:}$$

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

$$836,37\text{ V} < 5.992,00\text{ V}$$

U_p(acc) = U_p = I_d x R_t < debe ser menor que:

$$U_{p(acc)} = U_{pa} \cdot \left[1 + \frac{2 \cdot R_{a1} + 3 \cdot \rho \cdot 3 \cdot \rho_s^*}{Z_B} \right]$$

$$4.057,04\text{ V} < 13.346,11\text{ V}$$



Puede verificar la integridad de este documento consultando la url:	
Código Seguro de Validación	9734dafa6e594326bd499dca64d54874001
Url de validación	https://sede.aytotarifa.com/validador
Metadatos	Origen: Origen administración Estado de elaboración: Original



Firma 1 de 1	Francisco Javier Ochoa Caro	10/07/2026	SECRETARIO GENERAL ACCIDENTAL.- DILIGENCIA.- Aprobado por Decreto de la Alcaldía de fecha 08.05.2026.
--------------	-----------------------------	------------	--

PROYECTO DE 5 CENTROS DE TRANSFORMACION DE 1 DE (400+430) KVA, 1 DE (2X630) KVA Y 2 DE (400+400) KVA, LINEA DE MEDIA TENSION A 20 KV Y RED DE BAJA TENSION, TODO CON CESION A EDISTRIBUCION.

4.8.- CALCULO DE LA PUESTA A TIERRA DEL NEUTRO.

Como ya se ha indicado anteriormente, 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 Ohm.

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

$$K'r' = 37 / \rho$$

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:

$$K'r'' \leq K'r'$$

De esta forma se cumplirá que el valor de la resistencia de puesta a tierra del neutro de BT (R_{bt}') es menor de 37 Ohm:

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

4.9.- SEPARACION DE ENTRE HERRAJES Y NEUTRO

La separación de la tierra de herraje con respecto a la del neutro, será:

$$D \geq \frac{\rho \times I_d}{2 \times \pi \times 1000}$$

aplicando valores:

$$(100 \times 624,16 / (2 \times 3,14 \times 1.000))$$

$$D \geq 9,9 \text{ m.}$$

Respecto al valor máximo de la tierra del neutro, el R.D. 337/2014 no indica valor alguno, por lo que, con analogía con otros reglamentos, consideramos idóneos valores de resistencias de difusión próximos a los 20 Ω , para lo cual se dispondrán las picas necesarias conectadas en paralelo hasta conseguir dicha cifra.

PROYECTO DE 5 CENTROS DE TRANSFORMACION DE 1 DE (400+430) KVA, 1 DE (2X630) KVA Y 2 DE (400+400) KVA, LINEA DE MEDIA TENSION A 20 KV Y RED DE BAJA TENSION, TODO CON CESION A EDISTRIBUCION.

5.- LINEAS DE ALIMENTACIÓN EN M.T. CARACTERISTICAS ELECTRICAS.

Las líneas de alimentación al C.T. proyectado pasan a formar parte de la red de distribución pública. Por encontrarse esta red en estructura margaría, la sección debe ser uniforme según las normas particulares de Cia. Suministradora. Por tanto, esta sección será de 240 mm² AL.

Los cálculos se realizarán para la tensión nominal 20 KV.

Tensión más elevada de la red (U_m): 23.5 KV.

Una tensión nominal U_o/U de 18/30 KV, y nivel de aislamiento a impulsos (NA) de 125 KV, según queda establecido también en la norma Edistribución Redes Digitales, S.L.U. GE DND001.

Para la realización de los cálculos justificativos se tendrán en cuenta **las características eléctricas del conductor** que se detallan en la norma de referencia informativa antes mencionada.

- Resistencia del conductor RH5Z1 18/30 KV 3x240 mm² K AL XLPE + H16

La resistencia del conductor varía con la temperatura de funcionamiento de la línea. Se adopta como temperatura máxima del conductor en régimen permanente 90 °C. El incremento de resistencia en función de la temperatura viene determinado por la expresión:

$$R = R_{20^{\circ}C} \cdot (1 + \alpha \cdot (\theta - 20^{\circ}C))$$

Siendo:

α Coeficiente de temperatura del aluminio, $\alpha = 0,00403^{\circ}C^{-1}$,

θ Temperatura máxima del conductor, se adopta el valor correspondiente a 90°C.

$R_{20^{\circ}C}$ Resistencia del conductor a 20 °C.

Los valores de resistencia para los valores indicados a la temperatura estándar (20 °C) y máxima (90 °C) son:

PROYECTO DE 5 CENTROS DE TRANSFORMACION DE 1 DE (400+430) KVA, 1 DE 1X630 KVA, 1 DE (2X630) KVA Y 2 DE (400+400) KVA, LINEA DE MEDIA TENSION A 20 KV Y RED DE BAJA TENSION, TODO CON CESION A EDISTRIBUCION.

Tabla 1. Resistencia de los conductores

Conductor	Sección nominal (mm2)	Resistencia máxima a 20 °C (Ω/km)	Resistencia máxima a 90 °C (Ω/km)
RH5Z1	150	0,206	0,264
	240	0,125	0,160
	400	0,0778	0,100

- Reactancia del cable

La reactancia depende de la geometría y diseño del conductor. Las reactancias de los cables especificados para disposición las tres fases por un mismo tubo y dispuestos en triángulo son:

Tabla 2. Reactancia de los conductores

Conductor	Sección nominal (mm2)	Reactancia cable 12/20 kV (Ω/km)	Reactancia cable 18/30 kV (Ω/km)
RH5Z1	150	0,114	0,123
	240	0,106	0,114
	400	0,099	0,106

1.- CAPACIDAD DEL CONDUCTOR

1.- POTENCIA MAXIMA ADMISIBLE

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

Siendo:

$P = \text{Potencia en kW.}$

$V = \text{Tensión en kV.}$

$\varphi = 0,85$

Luego, en este caso, sustituyendo valores, tendremos:

- Línea de M.T.: $P = 305,05$ (calculada más adelante) $\times 1,732 \times 20 \times 0,85 = 8,824,54$ kw.

PROYECTO DE 5 CENTROS DE TRANSFORMACION DE 1 DE (400+430) KVA, 1 DE 1X630 KVA, 1 DE (2X630) KVA Y 2 DE (400+400) KVA, LINEA DE MEDIA TENSION A 20 KV Y RED DE BAJA TENSION, TODO CON CESION A EDISTRIBUCION.

2.- INTENSIDAD ADMISIBLE DEL CONDUCTOR

Si tenemos que para un cable RH5Z1 de 240 mm2, la intensidad máxima admisible en servicio permanente en instalación enterrada bajo tubo a una temperatura máxima de 25 °C según la tabla A.3.2 de la Norma UNE 211435:2011 es de 320 A.

Tabla 4. Intensidades máximas admisibles en conductores XLPE, Al, bajo tubo.

Sección nominal de los conductores mm²	Intensidad máxima admisible, I, en A (Cables unipolares en triángulo en contacto)				
150				245	
240				320	
400				415	

2.1.- Coeficientes de corrección de la intensidad

2.1.1.- Factores de corrección por temperatura del terreno.

Los factores de corrección de la intensidad máxima admisible para temperaturas del terreno distintas de 25°C, en función de la temperatura asignada al conductor vienen dados por la tabla 5 del Proyecto Tipo DYZ10000 que se adjunta a continuación:

Tabla 5. Factor de corrección, Fct, para temperatura del terreno distinta a 25 °C

Temperatura °C, en servicio permanente, θs	Temperatura del terreno, en °C, θt									
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	
90	1,11	1,07	1,04	1	0,96	0,92	0,88	0,83	0,78	

Al considerar una temperatura del terreno de 20°C y dado que la temperatura de servicio permanente del conductor proyectado de polietileno reticulado es de 90°C, tenemos que según la tabla 5 adjunta, el factor de corrección por temperatura será de 1,04.

2.1.2.- Factores de corrección por resistividad térmica del terreno

Los factores de corrección de la intensidad máxima admisible por resistividades térmicas del terreno distintas de 1,5 K. m /W vienen dados por las tablas 7 y 8 del Proyecto Tipo DYZ10000 que se adjunta a continuación:



Puede verificar la integridad de este documento consultando la url:

Código Seguro de Validación 9734dafa6e594326bd499dca64d54874001

Url de validación https://sede.aytotarifa.com/validador

Metadatos Origen: Origen administración Estado de elaboración: Original





Puede verificar la integridad de este documento consultando la url:

Código Seguro de Validación 9734dafa6e594326bd499dca64d54874001

Url de validación https://sede.aytotarifa.com/validador

Metadatos Origen: Origen administración Estado de elaboración: Original



Firma 1 de 1	Francisco Javier Ochoa Caro	10/07/2026	SECRETARIO GENERAL ACCIDENTAL.- DILIGENCIA.- Aprobado por Decreto de la Alcaldía de fecha 08.05.2026.
--------------	-----------------------------	------------	--

PROYECTO DE 5 CENTROS DE TRANSFORMACION DE 1 DE (400+630) KVA, 1 DE 1X630 KVA, 1 DE (2X630) KVA Y 2 DE (400+400) KVA, LINEA DE MEDIA TENSION A 20 KV Y RED DE BAJA TENSION, TODO CON CESION A EDISTRIBUCION.

Tabla 7. Coeficiente corrector para resistividad térmica del terreno distinta a 1,5 K.m/W.

Sección del conductor	Resistividad del terreno (K·m/W)						
	0.8	0.9	1	1.5	2	2.5	3
150	1.14	1.12	1.1	1	0.93	0.87	0.82
240	1.15	1.12	1.1	1	0.92	0.86	0.81
400	1.16	1.13	1.1	1	0.92	0.86	0.81

La resistividad térmica del terreno en función de su naturaleza y humedad viene dado en la Tabla 8:

Tabla 8. Resistividad térmica del terreno

Resistividad térmica del terreno (K m/W)	Naturaleza del terreno y grado de humedad
0.40	Inundado
0.50	Muy húmedo
0.70	Húmedo
0.85	Poco húmedo
1.00	Seco
1.20	Arcilloso muy seco
1.50	Arenoso muy seco
2.00	De piedra arenisca
2.50	De piedra caliza
3.00	De piedra granítica

Al proyectarse una instalación de los cables enterrada bajo tubo en terrenos húmedos como es nuestro caso, con una resistividad térmica del terreno de 0,7 K. m/W y para una sección del conductor de 240 mm2, tenemos que el factor de corrección por resistividad térmica del terreno será de 1,15.

2.1.3.- Factores de corrección por distancia entre ternos

Los factores de corrección de la intensidad máxima admisible por distancias entre ternos vienen dados por la tabla 6 del Proyecto Tipo DYZ10000 que se adjunta a continuación:

PROYECTO DE 5 CENTROS DE TRANSFORMACION DE 1 DE (400+630) KVA, 1 DE 1X630 KVA, 1 DE (2X630) KVA Y 2 DE (400+400) KVA, LINEA DE MEDIA TENSION A 20 KV Y RED DE BAJA TENSION, TODO CON CESION A EDISTRIBUCION.

Tabla 6. Coeficiente corrector por agrupación de cables

Circuitos en tubulares soterrados (un circuito trifásico por tubo) Tubos dispuestos en plano horizontal			
Circuitos agrupados	Distancias entre tubos en mm		
	Contacto	200	400
2	0.8	0.83	0.87
3	0.7	0.75	0.8
4	0.64	0.7	0.77

Al proyectarse una instalación de 2 ternos de cables bajo tubo con una separación entre tubos nula, tenemos que el factor de corrección por separación entre ternos será de 0,8.

2.1.3.- Factores de corrección por profundidad de instalación

Los factores de corrección de la intensidad máxima admisible para profundidades de instalación distintas de 1 metro para cables con aislamiento seco hasta 18/30 KV vienen dados por la tabla 9 del Proyecto Tipo DYZ10000 que se adjunta a continuación:

Tabla 9. Coeficiente corrector para distintas profundidades de soterramiento

Profundidad (m)	En tubular con sección	
	<= 185 mm2	> 185 mm2
0.50	1.06	1.08
0.60	1.04	1.06
0.80	1.02	1.03
1.00	1.00	1.00
1.25	0.98	0.98
1.50	0.97	0.96
1.75	0.96	0.95
2.00	0.95	0.94
2.50	0.93	0.92
3.00	0.92	0.91

Al proyectarse una instalación de cables de 240 mm2 de sección bajo tubo a una profundidad de 1,25 m, tenemos que el factor de corrección por separación entre ternos será de 0,98.

2.1.4.- Intensidad admisible del conductor.

La intensidad admisible del conductor elegido a la tensión de 20 KV viene dada por la



PROYECTO DE 5 CENTROS DE TRANSFORMACION DE 1 DE (400+630) KVA, 1 DE (1X630) KVA, 1 DE (2X630) KVA Y 2 DE (400+400) KVA, LINEA DE MEDIA TENSION A 20 KV Y RED DE BAJA TENSION, TODO CON CESION A EDISTRIBUCION.

expresión:

$I_{adm} = I_{max} \times F_t \times F_{rt} \times F_d \times F_p$

Donde:

I_{adm} = Intensidad admisible del conductor en la instalación (A)

I_{max} = Intensidad máxima admisible en servicio permanente instalación enterrada a una temperatura máxima de 25 °C (A)

F_t = Factor de corrección por temperatura del terreno

F_{rt} = Factor de corrección por resistividad térmica del terreno

F_d = factor de corrección por distancia entre ternos

F_p = factor de corrección por distintas profundidades de soterramiento

$I_{adm} = 320 \times 1,04 \times 1,15 \times 0,8 \times 0,98 = 300,05 \text{ A}$

3.- INTENSIDAD TOTAL DEL CIRCUITO EN LA INSTALACION.

La intensidad primaria en un sistema trifásico de 20 kV. está dada por la expresión:

$$I_p = \frac{P}{\sqrt{3} \times \cos \phi \times V_p}$$

Siendo:

P = Potencia en kw.

V_p = Tensión primaria en kV.

$\cos \phi = 0,85$

I_p LINEA = 5.924,60 kw /1,732x0,85x20 201,20 A

- La tensión más desfavorable a la que ha sido diseñado este cable (240) y sus accesorios es de 24KV, supera a la más elevada de la red trifásica donde va a ser utilizado.

La tensión soportada a los impulsos tipo rayo es de 170 kv cresta
La tensión eficaz soportada a frecuencia industrial es de 70 kv

4.- CALCULO A CORTOCIRCUITO

De acuerdo con lo dicho en la ITC-LAT-06 en su apartado 6.2, la intensidad de

PROYECTO DE 5 CENTROS DE TRANSFORMACION DE 1 DE (400+630) KVA, 1 DE (1X630) KVA, 1 DE (2X630) KVA Y 2 DE (400+400) KVA, LINEA DE MEDIA TENSION A 20 KV Y RED DE BAJA TENSION, TODO CON CESION A EDISTRIBUCION.

cortocircuito máxima admisible en los conductores se calcula de acuerdo a la norma UNE 21192, siendo válido el cálculo aproximado de las densidades de corriente.

Para ello aplicamos aplicaremos la expresión:

$$I_{cc}/S = K \sqrt{t_{cc}}$$

Donde:

I_{cc} = Corriente de cortocircuito en A.

S = Sección del conductor en mm².

K = Coeficiente que depende de la naturaleza del conductor y de las temperaturas al inicio y al final del cortocircuito.

t_{cc} = Duración del cortocircuito en segundos.

El valor de K coincide con el valor de densidad de corriente tabulado para $t_{cc} = 1 \text{ s.}$ para los distintos tipos de aislamiento.

Para el caso de la RSMT proyectada los conductores son de aluminio y los aislamientos de polietileno reticulado, con lo que $K = 94$ de acuerdo con prescrito en la tabla 26 de la ITC-LAT.06 del RLAT.

Tabla 10. Corrientes de cortocircuito admisibles en los conductores de secciones normalizadas, en kA

Sección del conductor mm²	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

Aplicando la expresión anterior para la sección elegida de 240 mm², la intensidad de cortocircuito admisible en función del tiempo de duración del cortocircuito es:

- Para 0,5 seg. 31,90 KA
- Para 1 seg. 22,56 KA
- Para 1,5 sea 18,42 KA
- Para 2 seg. 15,95 KA



PROYECTO DE 5 CENTROS DE TRANSFORMACION DE 1 DE (400+630) KVA, 1 DE 1X630 KVA, 1 DE (2X630) KVA Y 2 DE (400+400) KVA, LINEA DE MEDIA TENSION A 20 KV Y RED DE BAJA TENSION, TODO CON CESION A EDISTRIBUCION.

Estas intensidades corresponden, de acuerdo con la norma UNE 211.435, a una temperatura de 250 °C, alcanzada por el conductor, supuesto que todo el calor desprendido durante el proceso de cortocircuito es absorbido por el propio conductor.

5.- POTENCIA DE CORTOCIRCUITO

Pcc= Icc.U.√3

U...20 KV

T.... seg.

Icc:

240 mm²

- Para 0,5 seg. 31,90 KA; Pcc= Icc.U.√3=1.105,00 MVA
- Para 1 seg. 22,56 KA; Pcc= Icc.U.√3=781,50 MVA
- Para 1,5 sea 18,42 KA; Pcc= Icc.U.√3=638,10 MVA
- Para 2 seg. 15,95 KA; Pcc= Icc.U.√3=552,50 MVA

Dado que el tiempo de disparo de las protecciones es inferior a 0,5 seg., para el que la intensidad de cortocircuito de la sección adoptada es 31,90 KA, vemos la potencia de cortocircuito calculada es 1.105,00 MVA

6.- INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO EN PANTALLA

La intensidad de cortocircuito admisible en la pantalla de aluminio se ha calculado siguiendo la guía de la norma UNE 211003 y el método descrito en la norma UNE 21192.

Se tiene en cuenta que la pantalla de Al es de 0,3 mm de espesor, con una temperatura inicial de 70 °C y una temperatura final de la pantalla de 180 °C.

En la tabla 11 se indican las intensidades máximas de cortocircuito admisibles (kA) por la pantalla de los cables seleccionados, para diferentes tiempos de duración del cortocircuito.

Tabla 11. Intensidades cortocircuito admisible en pantallas en kA

Conductor	Sección mm²	Tiempo de cortocircuito en s						
		0,2	0,3	0,5	1	1,5	2	3
12/20 kV	150	5,55	4,67	3,79	2,90	2,50	2,26	2,09
	240	6,53	5,50	4,46	3,41	2,94	2,66	2,31
	400	7,51	6,32	5,13	3,93	3,38	3,06	2,68
18/30 kV	150	6,53	5,50	4,46	3,41	2,94	2,66	2,31
	240	7,51	6,32	5,13	3,93	3,38	3,06	2,68
	400	8,49	7,15	5,80	4,44	3,82	3,45	3,01

Se comprobará, de acuerdo a la instalación proyectada, que las intensidades de cortocircuito por la pantalla calculadas en el punto de cortocircuito (cortocircuito monofásico) quedan por debajo de los valores de intensidad de cortocircuito máxima admisibles definidos en la tabla 11.

La máxima intensidad de defecto a tierra, es de 1.000 A (menor a 3.93 KA de la tabla anterior para un circuito de 240 mm² y 18/30 KV) para un tiempo de desconexión de 1 seg. máximo, según datos de Edistribución Redes Digitales, S.L.U.

2.- CAIDA DE TENSION Y PERDIDA DE POTENCIA

La caída de tensión en valor absoluto viene dada por:

$$U_c = \frac{P \cdot L}{U} \cdot (R_{90} + X \cdot \tan \varphi)$$

En valor porcentual:

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

Donde:

- U = Tensión de la línea en kv.
- P= potencia a transmitir en kw.
- I = Intensidad eficaz que circula por la línea (A)
- L= Longitud de la línea (Km.).
- R= Resistencia lineal (Ω/Km.) de la línea.
- X= Reactancia lineal (Ω/Km.) de la línea.
- Cos φ = Factor de potencia.
- Como

Como



PROYECTO DE 5 CENTROS DE TRANSFORMACION DE 1 DE (400+630) KVA, 1 DE 1X630 KVA, 1 DE (2X630) KVA Y 2 DE (400+400) KVA, LINEA DE MEDIA TENSION A 20 KV Y RED DE BAJA TENSION, TODO CON CESION A EDISTRIBUCION.

Las pérdidas de potencia de una línea vendrán dadas por la siguiente expresión:

En valor absoluto:

$$Pp = \frac{P^2 \cdot L \cdot R_{50}}{10 \cdot U^2 \cdot (\cos \varphi)^2}$$

En valor porcentual:

$$Pp(\%) = \frac{P \cdot L \cdot R_{50}}{10 \cdot U^2 \cdot (\cos \varphi)^2}$$

Donde:

P Potencia a transportar, en kW.

L longitud de la línea, en km.

U Tensión nominal de la línea, en kV.

R₅₀ Resistencia del conductor a 90°C en Ω/km.

cos φ Factor de potencia de la instalación.

CIRCUITO	TENSION FINAL MAXIMA 7% (V)	TENSION (V)	LONGITUD (m)	SECCION (mm2)	POTENCIA (W)	CADA DE TENSION (V) FACTOR DE POT 0.85	TENSION FINAL (V)	INTENSIDAD (A) FACTOR DE POT 0.85	INTENSIDAD ADMISIBLE 240 mm2	RESERVA DE POT. (W)
LINEA	18600	20000	1805	240	5924600	115.27	19.884,73	201.22	300.50	35.076.59

PROYECTO DE 5 CENTROS DE TRANSFORMACION DE 1 DE (400+630) KVA, 1 DE 1X630 KVA, 1 DE (2X630) KVA Y 2 DE (400+400) KVA, LINEA DE MEDIA TENSION A 20 KV Y RED DE BAJA TENSION, TODO CON CESION A EDISTRIBUCION.

6.- PUENTES DE M.T. Y B.T.

Intensidad en MT.

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

$$I_P = S / \sqrt{3} \cdot U_P$$

Siendo:

S Potencia del transformador en kVA.

UP Tensión del primario del transformador (MT) en kV.

IP Intensidad del primario del transformador (MT) en A.

En la siguiente tabla se dan los valores calculados para los casos más habituales de potencia del transformador y tensión del primario.

Tabla 5. Intensidades nominales de primario transformadores

Potencia del transformador (kVA)	Tensión nominal primario (kV)							
	6	10	11	13,2	15	20	25	30
50	4,8	2,9	2,6	2,2	1,9	1,4	1,2	1,0
100	9,6	5,8	5,2	4,4	3,8	2,9	2,3	1,9
160	15,4	9,2	8,4	7	6,2	4,6	3,7	3,1
250	24,1	14,4	13,1	10,9	9,6	7,2	5,8	4,8
400	38,5	23,1	21	17,5	15,4	11,5	9,2	7,7
630	60,6	36,4	33,1	27,6	24,2	18,2	14,5	12,1
1000	—	57,7	52,5	43,7	38,5	28,9	23,1	19,2

Dimensionado de las conexiones MT

Los conductores empleados en la conexión de MT entre el transformador y las celdas tomarán como referencia la norma informativa DND001 Cables aislados para redes aéreas y subterráneas de Media Tensión hasta 30 kV:

- Tensión nominal de la red ≤ 20 kV: tensión de aislamiento 12/20 kV y de 95 mm2 de sección mínima.
- Tensión nominal de la red > 20 kV y ≤ 30 kV: tensión de aislamiento 18/30 kV y de 150 mm2 de sección mínima.

Las intensidades máximas admisibles de las secciones indicadas en dicho apartado son las que figuran en la siguiente tabla. Se han tomado de la ITC-LAT-06 Tablas 6 y 13, para

PROYECTO DE 5 CENTROS DE TRANSFORMACION DE 1 DE (400+430) KVA, 1 DE 1X630 KVA, 1 DE (2X630) KVA Y 2 DE (400+400) KVA, LINEA DE MEDIA TENSION A 20 KV Y RED DE BAJA TENSION, TODO CON CESION A EDISTRIBUCION.

la temperatura máxima admisible de los conductores y condiciones del tipo de instalación allí establecidas.

Tabla 6. Intensidades máximas admisibles conductor

Sección nominal de los conductores mm²	Instalación al aire		Instalación directamente enterrada
	Cable aislado con XLPE		Cable aislado con XLPE
95	255	205	
150	335	260	
Temperatura máxima en el conductor: 90º C	- Temperatura del aire: 40º C - Una tema de cables unipolares en contacto mutuo. - Disposición que permita una eficaz renovación del aire. - Temperatura ambiente: 40ºC		
	- Temperatura del terreno: 25º C - 3 cables unipolares en tresbolillo - Profundidad de instalación: 1 m - Resistividad térmica del terreno: 1,5 K m/W		

La intensidad máxima en régimen permanente que circulará por estos cables no será superior a 60,6 A según los cálculos que figuran anteriormente, siendo dichos valores muy inferiores a las máximas admisibles por los cables seleccionados (255 A y 335 A respectivamente), en consecuencia, no se tendrá en cuenta el calentamiento en condiciones normales de funcionamiento.

SE ESCOGE UNA SECCION DE 95 mm² SEGÚN TABLAS ANTERIORES.

Intensidad máxima admisible para el cable en cortocircuito

La temperatura que puede alcanzar el conductor del cable, como consecuencia de un cortocircuito o sobreintensidad de corta duración, no debe sobrepasar la temperatura máxima admisible de corta duración (para menos de un tiempo t) asignada a los materiales utilizados para el aislamiento del cable.

A estos efectos, se considera el proceso adiabático, es decir que el calor desprendido durante el proceso es absorbido por los conductores.

Se tiene que cumplir que el valor de la integral de Joule durante el cortocircuito tiene que ser menor al valor máximo de la integral de Joule admisible en el conductor.

$I_{cc3}^2 \cdot t_{cc} \leq I_{cc3 adm}^2 \cdot t_{cc} = (K \cdot S)^2$

$I_{cc3 adm} = K \cdot S / \sqrt{t_{cc}}$

PROYECTO DE 5 CENTROS DE TRANSFORMACION DE 1 DE (400+430) KVA, 1 DE 1X630 KVA, 1 DE (2X630) KVA Y 2 DE (400+400) KVA, LINEA DE MEDIA TENSION A 20 KV Y RED DE BAJA TENSION, TODO CON CESION A EDISTRIBUCION.

Donde:

$I_{cc adm}$ = Intensidad de cortocircuito trifásico calculada con hipótesis adiabática en el conductor, en amperios.

S = Sección del conductor en mm².

K = Coeficiente que depende de la naturaleza del conductor y de las temperaturas al inicio y al final del cortocircuito.

tcc = Duración del cortocircuito inferior a 5 segundos.

El valor de K coincide con el valor de densidad de corriente tabulado para tcc = 1s., para los distintos tipos de aislamiento.

Para el caso de la RSBT proyectada los conductores son de aluminio y los aislamientos de polietileno reticulado, con lo que K = 94 de acuerdo con prescrito en la tabla 26 de la ITC-LAT.06 del RLAT.

Los valores de cortocircuito máximo admisibles de los conductores especificados en el presente proyecto tipo se detallan en la tabla 7.

Tabla 7. Intensidades de cortocircuito admisibles en los conductores de secciones normalizadas, en kA

Sección del conductor mm²	Duración del cortocircuito (s)						
	0,01	0,1	0,2	0,3	0,5	0,6	1,0
95	89,3	28,2	20,0	16,3	12,6	11,5	8,9
150	141,0	44,6	31,5	25,7	19,9	18,2	14,1

El valor de la intensidad de cortocircuito para el diseño del centro de transformación será de 16 ó 20 kA en función de las características de la red a la que se conecte.

Aunque la intensidad de cortocircuito máxima prevista de 20 kA puede llegar a ser superior a la intensidad máxima admisible por los cables de las conexiones de MT, estos últimos están protegidos por los cortacircuitos fusibles de protección del transformador por lo que su dimensionamiento se considera adecuado.

En la gráfica 1 se detallan las curvas de fusión para el calibre de los fusibles habituales. Se observa que para sobreintensidades debidas a eventuales cortocircuitos (kA) el tiempo de

PROYECTO DE 5 CENTROS DE TRANSFORMACION DE 1 DE (400+430) KVA, 1 DE 1X630 KVA, 1 DE (2X630) KVA Y 2 DE (400+400) KVA, LINEA DE MEDIA TENSION A 20 KV Y RED DE BAJA TENSION, TODO CON CESION A EDISTRIBUCION.

actuación de los fusibles de los cortacircuitos es instantáneo (inferior a 10 ms) y para este tiempo de actuación la intensidad máxima admisible de cable de conexión de MT es muy superior a la intensidad de cortocircuito esperada.

Intensidad máxima admisible para la pantalla en cortocircuito

La intensidad de cortocircuito admisible en la pantalla de aluminio se ha calculado siguiendo la guía de la norma UNE 211003 y el método descrito en la norma UNE 21192.

Se tiene en cuenta que la pantalla de Al es de 0,3 mm de espesor, con una temperatura inicial de 70 °C y una temperatura final de la pantalla de 180 °C.

En la tabla 8 se indican las intensidades máximas de cortocircuito admisibles (kA) por la pantalla de los cables seleccionados, para un tiempo de duración del cortocircuito de 1 segundo.

Tabla 8. Intensidades cortocircuito admisible en pantallas en kA

Sección del conductor mm²	Intensidad máxima admisible durante 1 segundo (kA)
95 mm² - 12/20 kV	2,56
150 mm² - 18/30 kV	2,90

Intensidad en BT

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

$$I_n = S / \sqrt{3} \cdot U$$

Siendo:

- S Potencia nominal del transformador (kVA).
 - Us Tensión nominal del transformador (BT) en kV .
 - Is Intensidad del secundario del transformador (BT) en A.
- En la siguiente tabla se dan los valores calculados para los casos más habituales de potencia del transformador y tensión del secundario.

PROYECTO DE 5 CENTROS DE TRANSFORMACION DE 1 DE (400+430) KVA, 1 DE 1X630 KVA, 1 DE (2X630) KVA Y 2 DE (400+400) KVA, LINEA DE MEDIA TENSION A 20 KV Y RED DE BAJA TENSION, TODO CON CESION A EDISTRIBUCION.

Tabla 7. Potencias e intensidades nominales transformadores distribución B1B2

Tensión nominal del secundario (kV)	Potencia del transformador (kVA)	Intensidad nominal del secundario (A)
B1 – 0,23	50	94 (*)
	100	188 (*)
	160	301 (*)
	250	471 (*)
	400	753 (*)
	630	1.186 (*)
B2 – 0,40	50	72
	100	144
	160	231
	250	361
	400	578
	630	910
	1000	1.443

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

Dimensionado de las conexiones BT

Intensidad máxima

Según la Tabla 11 de la ITC-BT-07 para conductores de 240 mm2 de aluminio con aislamiento XLPE, la intensidad máxima admisible (Imáx) es de 420 A.

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 articulares 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, para la que el factor de corrección a aplicar resulta ser f1 = 0,90 (Tabla 13).

PROYECTO DE 5 CENTROS DE TRANSFORMACION DE 1 DE (400+630) KVA, 1 DE 1X630 KVA, 1 DE (2X630) KVA Y 2 DE (400+400) KVA, LINEA DE MEDIA TENSION A 20 KV Y RED DE BAJA TENSION, TODO CON CESION A EDISTRIBUCION.

Tabla 8. Puentes de BT (Tensión B2)

Potencia del trafo (kVA)	Tensión del secundario			
	B2 (400 V)			
	Composición del puente - mm² Al (fases+neutro)	I _n (A)	I _{máx.} (A)	f _i
50	3x1x240+1x240	72	420	0,9
100	3x1x240+1x240	144	420	0,9
160	3x1x240+1x240	231	420	0,9
250	3x1x240+1x240	361	420	0,9
400	3x2x240+1x240	577	840	0,9
630	3x3x240+2x240	909	1.260	0,9
1.000	3x4x240+2x240	1.443	1.680	0,9

Tabla 9. Puentes de BT (Tensión B1)

Potencia del trafo (kVA)	Tensión del secundario				
	B1 (230 V)				
	Composición del puente - mm² Al (fases+neutro)	I _n (A)	I _{máx.} (A)	f _i	I _{adm} (A) I _{adm} = f _i · I _n
50	3x1x240+1x240	94	420	0,9	378
100	3x1x240+1x240	188	420	0,9	378
160	3x1x240+1x240	301	420	0,9	378
250	3x2x240+1x240	471	840	0,9	756
400	3x3x240+2x240	753	1.260	0,9	1.134
630	3x4x240+2x240	1.186	1.680	0,9	1.512

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

ESCOGEMOS 3X3X240+2X240 mm² PARA 630 KVA.
ESCOGEMOS 2X3X240+240 mm² PARA 400 KVA.

PROYECTO DE 5 CENTROS DE TRANSFORMACION DE 1 DE (400+630) KVA, 1 DE 1X630 KVA, 1 DE (2X630) KVA Y 2 DE (400+400) KVA, LINEA DE MEDIA TENSION A 20 KV Y RED DE BAJA TENSION, TODO CON CESION A EDISTRIBUCION.

7.- CALCULOS PARA POTENCIA INSTALADA EN BAJA TENSION

Todos los cálculos realizados en este Proyecto se han realizado con las siguientes fórmulas:

* Para circuitos trifásicos:

$$S = \frac{I * P}{\gamma * e * V}$$
$$e = \frac{I * P}{\gamma * S * V}$$
$$P = \sqrt{3} * V * I * \cos \varphi$$

Siendo :

- P = Potencia instalada en W
- I = Longitud del circuito en m
- γ = Conductividad del aluminio K=35,
- cos φ = Desfase 0,90
- S = Sección del conductor en mm²
- V = Tensión en V

El cálculo y dimensionamiento de las redes eléctricas para la alimentación de las C.G.P. se ha realizado siguiendo lo dispuesto en la ITC-BT-10 respecto a la carga a considerar. Con respecto a la caída de tensión máxima admisible, esta la fija EL R.E.B.T. en el 5 % de la tensión en el origen.

Para el cálculo de nuestros circuitos consideramos la situación más desfavorable, es decir, la carga correspondiente a todo el circuito desde el cuadro de baja hasta la caja de protección.

INTENSIDAD ADMISIBLE DEL CABLE SEGÚN UNE 211435.

Según la tabla A.1, la intensidad admisible del cable es:

PROYECTO DE 5 CENTROS DE TRANSFORMACION DE 1 DE (400+430) KVA, 1 DE (1X630 KVA, 1 DE (2X630) KVA Y 2 DE (400+400) KVA, LINEA DE MEDIA TENSION A 20 KV Y RED DE BAJA TENSION, TODO CON CESION A EDISTRIBUCION.

Tabla A.1 – Cables de distribución tipo RV o XZ1 de 0,6/1 kV

Intensidad máxima admisible en A				
Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al				
Cables en triángulo en contacto				
Sección mm ²	Directamente soterrados	En tubular soterrada	Al aire, protegido del sol	
Aluminio				
25	95	82	88	
50	135	115	125	
95	200	175	200	
150	260	230	290	
240	340	305	390	
Cobre				
25	125	105	115	
50	185	155	185	
95	260	225	285	
150	340	300	390	
240	445	400	540	
Temperatura del terreno en °C			25	
Temperatura del aire ambiente en °C			40	
Resistencia térmica del terreno en K · m/W			1,5	
Profundidad de soterramiento en m			0,7	

La intensidad máxima admisible del cable se puede calcular aplicando los factores de corrección de las tablas A.6 a A.10.

- Factores de corrección por temperatura del terreno.

Los factores de corrección de la intensidad máxima admisible para temperaturas del terreno distintas de 20°C, en función de la temperatura asignada al conductor vienen dados por la tabla A.6 de la norma UNE 211436 que se adjunta a continuación:

Tabla A.6 – Factores de corrección para distintas temperaturas

Temperatura máxima del conductor, °C	Temperatura del aire ambiente en cables en galerías, °C									
	20	25	30	35	40	45	50	55	60	
90	1,18	1,14	1,10	1,05	1,00	0,95	0,89	0,84	0,77	
105	1,14	1,11	1,07	1,04	1,00	0,96	0,92	0,88	0,83	
Temperatura máxima del conductor, °C	Temperatura del terreno en cables soterrados, °C									
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	
90	1,11	1,07	1,04	1,00	0,96	0,92	0,88	0,83	0,78	
105	1,09	1,06	1,03	1,00	0,97	0,94	0,90	0,87	0,83	

Al considerar una temperatura del terreno de 20°C y dado que la temperatura de servicio permanente del conductor proyectado de polietileno reticulado es de 90°C, tenemos que según la tabla 5 adjunta, el factor de corrección por temperatura será de 1,04.

- Factores de corrección por resistividad térmica del terreno

Los factores de corrección de la intensidad máxima admisible para temperaturas del terreno distintas de 25°C, en función de la temperatura asignada al conductor

PROYECTO DE 5 CENTROS DE TRANSFORMACION DE 1 DE (400+430) KVA, 1 DE (1X630 KVA, 1 DE (2X630) KVA Y 2 DE (400+400) KVA, LINEA DE MEDIA TENSION A 20 KV Y RED DE BAJA TENSION, TODO CON CESION A EDISTRIBUCION.

vienen dados por la tabla A.7 de la norma UNE 211436 que se adjunta a continuación:

Tabla A.7 – Factores de corrección para resistividad térmica del terreno distinta de 1,5 K · m/W

Sección del conductor mm²	Cables instalados en tubos soterrados. Un circuito por tubo					
	Resistividad del terreno					
	0,8 K · m/W	0,9 K · m/W	1 K · m/W	1,5 K · m/W	2 K · m/W	3 K · m/W
25	1,12	1,10	1,08	1,00	0,93	0,88
35	1,13	1,11	1,09	1,00	0,93	0,88
50	1,13	1,11	1,09	1,00	0,93	0,87
70	1,13	1,11	1,09	1,00	0,93	0,87
95	1,14	1,12	1,09	1,00	0,93	0,87
120	1,14	1,12	1,10	1,00	0,93	0,87
150	1,14	1,12	1,10	1,00	0,93	0,87
185	1,14	1,12	1,10	1,00	0,93	0,87
240	1,15	1,12	1,10	1,00	0,92	0,86
300	1,15	1,13	1,10	1,00	0,92	0,86
400	1,16	1,13	1,10	1,00	0,92	0,86

Al proyectarse una instalación de los cables enterrada bajo tubo en terrenos húmedos como es nuestro caso, con una resistividad térmica del terreno de 0,8 K · m/W y para una sección del conductor de 240 mm2, tenemos que el factor de corrección por resistividad térmica del terreno será de 1,15.

- Factores de corrección por profundidad de instalación

Los factores de corrección de la intensidad máxima admisible para profundidades de instalación distintas de 0,80 metro para cables con aislamiento seco hasta 0,6/1 KV vienen dados por la tabla A.8 de la norma UNE 211436 que se adjunta a continuación:

Tabla A.8 – Factores de corrección para distintas profundidades de soterramiento

Profundidad m	Cables de 3,6/6 kV a 18/30 kV. Profundidad tipo 1 m				Cables de 0,6/1 kV. Profundidad tipo 0,1 m			
	Soterrados		En subterráneo		Soterrados		En subterráneo	
	≤185 mm²	>185 mm²	≤185 mm²	>185 mm²	≤185 mm²	>185 mm²	≤185 mm²	>185 mm²
0,50	1,06	1,09	1,06	1,08	1,06	1,08	1,06	1,08
0,60	1,04	1,07	1,04	1,06	1,04	1,06	1,04	1,06
0,80	1,02	1,05	1,02	1,03	1,02	1,03	1,02	1,03
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,25	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98
1,50	0,97	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96
1,75	0,95	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94
2,00	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93
2,50	0,93	0,91	0,89	0,92	0,93	0,92	0,93	0,91
3,00	0,93	0,91	0,89	0,92	0,93	0,91	0,93	0,91
Profundidad, m	Soterrados				En subterráneo			
	0,50	1,04	1,02	1,03	0,60	1,02	1,01	1,01
	0,60	1,02	1,00	1,00	0,80	1,00	0,99	0,99
	0,80	0,99	0,97	0,97	1,00	0,97	0,97	0,97
	1,00	0,97	0,95	0,95	1,25	0,95	0,96	0,96
	1,25	0,95	0,93	0,93	1,50	0,93	0,95	0,95
	1,50	0,93	0,91	0,91	1,75	0,91	0,93	0,93
	2,00	0,91	0,89	0,89	2,50	0,89	0,91	0,91
	3,00	0,88	0,88	0,90	3,00	0,88	0,90	0,90

PROYECTO DE 5 CENTROS DE TRANSFORMACION DE 1 DE (400+630) KVA, 1 DE 1X630 KVA, 1 DE (2X630) KVA Y 2 DE (400+400) KVA, LINEA DE MEDIA TENSION A 20 KV Y RED DE BAJA TENSION, TODO CON CESION A EDISTRIBUCION.

Al proyectarse una instalación de cables de 240 mm2 de sección bajo tubo a una profundidad de 0,90 m, tenemos que el factor de corrección por profundidad de 0,98.

- Factores de corrección por distancia entre ternos.

Los factores de corrección de la intensidad máxima admisible por distancias entre ternos vienen dados por la tabla A.9.2 de la norma UNE 211436 que se adjunta a continuación:

Tabla A.9.2 – Factores de corrección para agrupamiento de cables de 0,6/1 kV soterrados:									
Circuitos agrupados		Cables directamente soterrados							
		Grupos dispuestos en un plano horizontal							
		Distancias entre grupos en mm							
		Contacto	200	400	600	800			
2		0,82	0,88	0,92	0,94	0,96			
3		0,71	0,79	0,84	0,88	0,91			
4		0,64	0,74	0,81	0,85	0,89			
5		0,59	0,70	0,78	0,83	0,87			
6		0,56	0,67	0,76	0,82	0,86			
7		0,53	0,65	0,74	0,80	0,85			
8		0,51	0,63	0,73	0,80	—			
9		0,49	0,62	0,72	0,79	—			
10		0,48	0,61	0,71	—	—			

Circuitos en tubulares soterrados (en circuito trifásico, con neutro, por tubo)									
Circuitos agrupados		Tubos dispuestos en un plano horizontal							
		Distancias entre tubos en mm							
		Contacto	200	400	600	800			
2		0,87	0,90	0,94	0,96	0,97			
3		0,77	0,82	0,87	0,90	0,93			
4		0,71	0,77	0,84	0,88	0,91			
5		0,67	0,74	0,81	0,86	0,89			
6		0,64	0,71	0,79	0,85	0,88			
7		0,61	0,69	0,78	0,84	—			
8		0,59	0,67	0,77	0,83	—			
9		0,57	0,66	0,76	0,82	—			
10		0,56	0,65	0,75	—	—			

Al proyectarse una instalación de 3 ternas de cables en un plano horizontal, bajo tubo con una separación entre tubos nula, tenemos que el factor de corrección por separación entre ternos será de 0,77.

Intensidad admisible del conductor.

La intensidad admisible del conductor elegido a la tensión de 0,6/1 KV viene dada por la expresión:

PROYECTO DE 5 CENTROS DE TRANSFORMACION DE 1 DE (400+630) KVA, 1 DE 1X630 KVA, 1 DE (2X630) KVA Y 2 DE (400+400) KVA, LINEA DE MEDIA TENSION A 20 KV Y RED DE BAJA TENSION, TODO CON CESION A EDISTRIBUCION.

$I_{adm} = I_{max} \times F_t \times F_{rt} \times F_d \times F_p$

Donde:

I_{adm} = Intensidad admisible del conductor en la instalación (A)

I_{max} = Intensidad máxima admisible en servicio permanente instalación enterrada a una temperatura máxima de 25 °C (A)

F_t = Factor de corrección por temperatura del terreno

F_{rt} = Factor de corrección por resistividad térmica del terreno

F_d = factor de corrección por distancia entre ternos

F_p = factor de corrección por distintas profundidades de soterramiento

$I_{adm} = 305 \times 1,04 \times 1,15 \times 0,77 \times 0,98 = 275,26 \text{ A.}$

C.T. 1

CIRCUITO 1

TENSION COMPUESTA:	400 V
POTENCIA CALCULADA:	150000 W
LONGITUD TOTAL:	60 m
TENSION FINAL MINIMA:	380 V
INTENSIDAD DE CIRCUITO:	240,56 A

CAIDA DE TENSION DEL CIRCUITO

TRAMO	LONGITUD (m)	SECCION (mm2)	POTENCIA (W)	C.D.T. (V)
C.G.P. 1	60	240	150000	2,68

397,32 FAVORABLE

240 mm ²
XLPE
AL
275,26 A

SECCION:
AISLAMIENTO:
MATERIAL:
INTENSIDAD MAX:

CIRCUITO 2

TENSION COMPUESTA:	400 V
POTENCIA CALCULADA:	150000 W
LONGITUD TOTAL:	60 m
TENSION FINAL MINIMA:	380 V
INTENSIDAD DE CIRCUITO:	240,56 A

CAIDA DE TENSION DEL CIRCUITO

Firma 1 de 1

Francisco Javier Ochoa Caro

10/07/2026

SECRETARIO GENERAL
ACCIDENTAL.- DILIGENCIA.-
Aprobado por Decreto de la
Alcaldía de fecha 08.05.2026.

PROYECTO DE 5 CENTROS DE TRANSFORMACION DE 1 DE (400+630) KVA, 1 DE 1X630 KVA, 1 DE (2X630) KVA Y 2 DE (400+400) KVA, LINEA DE MEDIA TENSION A 20 KV Y RED DE BAJA TENSION, TODO CON CESION A EDISTRIBUCION.

TRAMO	LONGITUD (m)	SECCION (mm2)	POTENCIA (W)	C.D.T. (V)
C.G.P. 2	60	240	150000	2,68

397,32
FAVORABLE

240 mm²
XLPE
AL
275,26 A

SECCION:
AISLAMIENTO:
MATERIAL:
INTENSIDAD MAX:

CIRCUITO 3

TENSION COMPUESTA: 400 V
POTENCIA CALCULADA: 150000 W
LONGITUD TOTAL: 60 m
TENSION FINAL MINIMA: 380 V
INTENSIDAD DE CIRCUITO: 240,56 A

CAIDA DE TENSION DEL CIRCUITO

TRAMO	LONGITUD (m)	SECCION (mm2)	POTENCIA (W)	C.D.T. (V)
C.G.P. 3	60	240	150000	2,68

397,32
FAVORABLE

240 mm²
XLPE
AL
275,26 A

SECCION:
AISLAMIENTO:
MATERIAL:
INTENSIDAD MAX:

CIRCUITO 4

TENSION COMPUESTA: 400 V
POTENCIA CALCULADA: 78000 W
LONGITUD TOTAL: 80 m
TENSION FINAL MINIMA: 380 V
INTENSIDAD DE CIRCUITO: 125,09 A

CAIDA DE TENSION DEL CIRCUITO

TRAMO	LONGITUD (m)	SECCION (mm2)	POTENCIA (W)	C.D.T. (V)
C.G.P. 4+8	80	240	78000	1,86

398,14
FAVORABLE

240 mm²
XLPE

SECCION:
AISLAMIENTO:

PROYECTO DE 5 CENTROS DE TRANSFORMACION DE 1 DE (400+630) KVA, 1 DE 1X630 KVA, 1 DE (2X630) KVA Y 2 DE (400+400) KVA, LINEA DE MEDIA TENSION A 20 KV Y RED DE BAJA TENSION, TODO CON CESION A EDISTRIBUCION.

MATERIAL:
INTENSIDAD MAX: AL
275,26 A

CIRCUITO 5

TENSION COMPUESTA: 400 V
POTENCIA CALCULADA: 107000 W
LONGITUD TOTAL: 20 m
TENSION FINAL MINIMA: 380 V
INTENSIDAD DE CIRCUITO: 171,60 A

CAIDA DE TENSION DEL CIRCUITO

TRAMO	LONGITUD (m)	SECCION (mm2)	POTENCIA (W)	C.D.T. (V)
C.G.P. 5	20	240	107000	0,64

399,36
FAVORABLE

240 mm²
XLPE
AL
275,26 A

SECCION:
AISLAMIENTO:
MATERIAL:
INTENSIDAD MAX:

CIRCUITO 6

TENSION COMPUESTA: 400 V
POTENCIA CALCULADA: 107000 W
LONGITUD TOTAL: 20 m
TENSION FINAL MINIMA: 380 V
INTENSIDAD DE CIRCUITO: 171,60 A

CAIDA DE TENSION DEL CIRCUITO

TRAMO	LONGITUD (m)	SECCION (mm2)	POTENCIA (W)	C.D.T. (V)
C.G.P. 6	20	240	107000	0,64

399,36
FAVORABLE

240 mm²
XLPE
AL
275,26 A

SECCION:
AISLAMIENTO:
MATERIAL:
INTENSIDAD MAX:

CIRCUITO 7

TENSION COMPUESTA: 400 V

Firma 1 de 1

Francisco Javier Ochoa Caro

10/07/2026

SECRETARIO GENERAL
ACCIDENTAL.- DILIGENCIA.-
Aprobado por Decreto de la
Alcaldía de fecha 08.05.2026.

PROYECTO DE 5 CENTROS DE TRANSFORMACION DE 1 DE (400+630) KVA, 1 DE 1X630 KVA, 1 DE (2X630) KVA Y 2 DE (400+400) KVA, LINEA DE MEDIA TENSION A 20 KV Y RED DE BAJA TENSION, TODO CON CESION A EDISTRIBUCION.

CAÍDA DE TENSION DEL CIRCUITO

TRAMO	LONGITUD (m)	SECCION (mm2)	POTENCIA (W)	C.D.T. (V)
C.G.P. 7	20	240	107000	0,64

SECCION:

AISLAMIENTO:

MATERIAL:

INTENSIDAD MAX:

POTENCIA CALCULADA:

LONGITUD TOTAL:

TENSION FINAL MINIMA:

INTENSIDAD DE CIRCUITO:

240 mm²

XLPE

AL

275,26 A

C.T. 2

400 V

115000 W

20 m

380 V

184,43 A

TENSION COMPUESTA:

POTENCIA CALCULADA:

LONGITUD TOTAL:

TENSION FINAL MINIMA:

INTENSIDAD DE CIRCUITO:

400 V

115000 W

20 m

380 V

184,43 A

399,36

FAVORABLE

CAÍDA DE TENSION DEL CIRCUITO

TRAMO	LONGITUD (m)	SECCION (mm2)	POTENCIA (W)	C.D.T. (V)
C.G.P. 9	20	240	115000	0,68

SECCION:

AISLAMIENTO:

MATERIAL:

INTENSIDAD MAX:

POTENCIA CALCULADA:

LONGITUD TOTAL:

TENSION FINAL MINIMA:

INTENSIDAD DE CIRCUITO:

240 mm²

XLPE

AL

275,26 A

CIRCUITO 8

400 V

115000 W

20 m

380 V

184,43 A

TENSION COMPUESTA:

POTENCIA CALCULADA:

LONGITUD TOTAL:

TENSION FINAL MINIMA:

INTENSIDAD DE CIRCUITO:

400 V

115000 W

20 m

380 V

184,43 A

399,32

FAVORABLE

CAÍDA DE TENSION DEL CIRCUITO

TRAMO	LONGITUD (m)	SECCION (mm2)	POTENCIA (W)	C.D.T. (V)
C.G.P. 11+12	50	240	150220	2,24

SECCION:

AISLAMIENTO:

MATERIAL:

INTENSIDAD MAX:

POTENCIA CALCULADA:

LONGITUD TOTAL:

TENSION FINAL MINIMA:

INTENSIDAD DE CIRCUITO:

240 mm²

XLPE

AL

275,26 A

CIRCUITO 11

400 V

55705 W

40 m

380 V

89,34 A

TENSION COMPUESTA:

POTENCIA CALCULADA:

LONGITUD TOTAL:

TENSION FINAL MINIMA:

INTENSIDAD DE CIRCUITO:

400 V

55705 W

40 m

380 V

89,34 A

397,76

FAVORABLE

CAÍDA DE TENSION DEL CIRCUITO

TRAMO	LONGITUD (m)	SECCION (mm2)	POTENCIA (W)	C.D.T. (V)
C.G.P. 13+14	40	240	55705	0,66

SECCION:

AISLAMIENTO:

MATERIAL:

INTENSIDAD MAX:

POTENCIA CALCULADA:

LONGITUD TOTAL:

TENSION FINAL MINIMA:

INTENSIDAD DE CIRCUITO:

240 mm²

XLPE

AL

275,26 A

CIRCUITO 9

400 V

55705 W

20 m

380 V

184,43 A

TENSION COMPUESTA:

POTENCIA CALCULADA:

LONGITUD TOTAL:

TENSION FINAL MINIMA:

INTENSIDAD DE CIRCUITO:

400 V

55705 W

20 m

380 V

184,43 A

399,34

FAVORABLE

PROYECTO DE 5 CENTROS DE TRANSFORMACION DE 1 DE (400+630) KVA, 1 DE 1X630 KVA, 1 DE (2X630) KVA Y 2 DE (400+400) KVA, LINEA DE MEDIA TENSION A 20 KV Y RED DE BAJA TENSION, TODO CON CESION A EDISTRIBUCION.

CAÍDA DE TENSION DEL CIRCUITO

TRAMO	LONGITUD (m)	SECCION (mm2)	POTENCIA (W)	C.D.T. (V)
C.G.P. 10	20	240	115000	0,68

SECCION:

AISLAMIENTO:

MATERIAL:

INTENSIDAD MAX:

POTENCIA CALCULADA:

LONGITUD TOTAL:

TENSION FINAL MINIMA:

INTENSIDAD DE CIRCUITO:

240 mm²

XLPE

AL

275,26 A

CIRCUITO 10

400 V

150220 W

50 m

380 V

240,92 A

TENSION COMPUESTA:

POTENCIA CALCULADA:

LONGITUD TOTAL:

TENSION FINAL MINIMA:

INTENSIDAD DE CIRCUITO:

400 V

150220 W

50 m

380 V

240,92 A

399,32

FAVORABLE

CAÍDA DE TENSION DEL CIRCUITO

TRAMO	LONGITUD (m)	SECCION (mm2)	POTENCIA (W)	C.D.T. (V)
C.G.P. 11+12	50	240	150220	2,24

SECCION:

AISLAMIENTO:

MATERIAL:

INTENSIDAD MAX:

POTENCIA CALCULADA:

LONGITUD TOTAL:

TENSION FINAL MINIMA:

INTENSIDAD DE CIRCUITO:

240 mm²

XLPE

AL

275,26 A

CIRCUITO 11

400 V

55705 W

40 m

380 V

89,34 A

TENSION COMPUESTA:

POTENCIA CALCULADA:

LONGITUD TOTAL:

TENSION FINAL MINIMA:

INTENSIDAD DE CIRCUITO:

400 V

55705 W

40 m

380 V

89,34 A

397,76

FAVORABLE

CAÍDA DE TENSION DEL CIRCUITO

TRAMO	LONGITUD (m)	SECCION (mm2)	POTENCIA (W)	C.D.T. (V)
C.G.P. 13+14	40	240	55705	0,66

SECCION:

AISLAMIENTO:

MATERIAL:

INTENSIDAD MAX:

POTENCIA CALCULADA:

LONGITUD TOTAL:

TENSION FINAL MINIMA:

INTENSIDAD DE CIRCUITO:

240 mm²

XLPE

AL

275,26 A

CIRCUITO 9

400 V

55705 W

20 m

380 V

184,43 A

TENSION COMPUESTA:

POTENCIA CALCULADA:

LONGITUD TOTAL:

TENSION FINAL MINIMA:

INTENSIDAD DE CIRCUITO:

400 V

55705 W

20 m

380 V

184,43 A

399,34

FAVORABLE

Firma 1 de 1

Francisco Javier Ochoa Caro

10/07/2026

SECRETARIO GENERAL
ACCIDENTAL.- DILIGENCIA.-
Aprobado por Decreto de la
Alcaldía de fecha 08.05.2026.

PROYECTO DE 5 CENTROS DE TRANSFORMACION DE 1 DE (400+630) KVA, 1 DE 1X630 KVA, 1 DE (2X630) KVA Y 2 DE (400+400) KVA, LINEA DE MEDIA TENSION A 20 KV Y RED DE BAJA TENSION, TODO CON CESION A EDISTRIBUCION.

SECCION: 240 mm²
AISLAMIENTO: XLPE
MATERIAL: AL
INTENSIDAD MAX: 275,26 A

C.T. 3

CIRCUITO 12

TENSION COMPUESTA: 400 V
POTENCIA CALCULADA: 148000 W
LONGITUD TOTAL: 35 m
TENSION FINAL MINIMA: 380 V
INTENSIDAD DE CIRCUITO: 237,36 A

CAÍDA DE TENSION DEL CIRCUITO

TRAMO	LONGITUD (m)	SECCION (mm2)	POTENCIA (W)	C.D.T. (V)
C.G.P. 15	35	240	148000	1,54

398,46 FAVORABLE

SECCION: 240 mm²
AISLAMIENTO: XLPE
MATERIAL: AL
INTENSIDAD MAX: 275,26 A

CIRCUITO 13

TENSION COMPUESTA: 400 V
POTENCIA CALCULADA: 148000 W
LONGITUD TOTAL: 35 m
TENSION FINAL MINIMA: 380 V
INTENSIDAD DE CIRCUITO: 237,36 A

CAÍDA DE TENSION DEL CIRCUITO

TRAMO	LONGITUD (m)	SECCION (mm2)	POTENCIA (W)	C.D.T. (V)
C.G.P. 16	35	240	148000	1,54

398,46 FAVORABLE

SECCION: 240 mm²
AISLAMIENTO: XLPE
MATERIAL: AL

PROYECTO DE 5 CENTROS DE TRANSFORMACION DE 1 DE (400+630) KVA, 1 DE 1X630 KVA, 1 DE (2X630) KVA Y 2 DE (400+400) KVA, LINEA DE MEDIA TENSION A 20 KV Y RED DE BAJA TENSION, TODO CON CESION A EDISTRIBUCION.

INTENSIDAD MAX: 275,26 A

CIRCUITO 14

TENSION COMPUESTA: 400 V
POTENCIA CALCULADA: 148000 W
LONGITUD TOTAL: 35 m
TENSION FINAL MINIMA: 380 V
INTENSIDAD DE CIRCUITO: 237,36 A

CAÍDA DE TENSION DEL CIRCUITO

TRAMO	LONGITUD (m)	SECCION (mm2)	POTENCIA (W)	C.D.T. (V)
C.G.P. 17	35	240	148000	1,54

398,46 FAVORABLE

SECCION: 240 mm²
AISLAMIENTO: XLPE
MATERIAL: AL
INTENSIDAD MAX: 275,26 A

CIRCUITO 15

TENSION COMPUESTA: 400 V
POTENCIA CALCULADA: 96000 W
LONGITUD TOTAL: 90 m
TENSION FINAL MINIMA: 380 V
INTENSIDAD DE CIRCUITO: 153,96 A

CAÍDA DE TENSION DEL CIRCUITO

TRAMO	LONGITUD (m)	SECCION (mm2)	POTENCIA (W)	C.D.T. (V)
C.G.P. 18	90	240	96000	2,57

397,43 FAVORABLE

SECCION: 240 mm²
AISLAMIENTO: XLPE
MATERIAL: AL
INTENSIDAD MAX: 275,26 A

CIRCUITO 16

TENSION COMPUESTA: 400 V
POTENCIA CALCULADA: 122000 W

Firma 1 de 1

Francisco Javier Ochoa Caro

10/07/2026

SECRETARIO GENERAL
ACCIDENTAL.- DILIGENCIA.-
Aprobado por Decreto de la
Alcaldía de fecha 08.05.2026.

PROYECTO DE 5 CENTROS DE TRANSFORMACION DE 1 DE (400+630) KVA, 1 DE 1X630 KVA, 1 DE (2X630) KVA Y 2 DE (400+400) KVA, LINEA DE MEDIA TENSION A 20 KV Y RED DE BAJA TENSION, TODO CON CESION A EDISTRIBUCION.

LONGITUD TOTAL: 170 m
TENSION FINAL MINIMA: 380 V
INTENSIDAD DE CIRCUITO: 195,66 A

CAÍDA DE TENSION DEL CIRCUITO

TRAMO	LONGITUD (m)	SECCION (mm2)	POTENCIA (W)	C.D.T. (V)
C.G.P. 19+20	170	240	122000	6,17

SECCION: 240 mm²
AISLAMIENTO: XLPE
MATERIAL: AL
INTENSIDAD MAX: 275,26 A

C.T. 4

CIRCUITO 17

TENSION COMPUESTA: 400 V
POTENCIA CALCULADA: 132100 W
LONGITUD TOTAL: 265 m
TENSION FINAL MINIMA: 380 V
INTENSIDAD DE CIRCUITO: 211,86 A

CAÍDA DE TENSION DEL CIRCUITO

TRAMO	LONGITUD (m)	SECCION (mm2)	POTENCIA (W)	C.D.T. (V)
C.G.P. 21	265	240	132100	10,42

SECCION: 240 mm²
AISLAMIENTO: XLPE
MATERIAL: AL
INTENSIDAD MAX: 275,26 A

CIRCUITO 18

TENSION COMPUESTA: 400 V
POTENCIA CALCULADA: 154000 W
LONGITUD TOTAL: 175 m
TENSION FINAL MINIMA: 380 V
INTENSIDAD DE CIRCUITO: 246,98 A

PROYECTO DE 5 CENTROS DE TRANSFORMACION DE 1 DE (400+630) KVA, 1 DE 1X630 KVA, 1 DE (2X630) KVA Y 2 DE (400+400) KVA, LINEA DE MEDIA TENSION A 20 KV Y RED DE BAJA TENSION, TODO CON CESION A EDISTRIBUCION.

CAÍDA DE TENSION DEL CIRCUITO

TRAMO	LONGITUD (m)	SECCION (mm2)	POTENCIA (W)	C.D.T. (V)
C.G.P. 22+25	175	240	154000	8,02

SECCION: 240 mm²
AISLAMIENTO: XLPE
MATERIAL: AL
INTENSIDAD MAX: 275,26 A

CIRCUITO 19

TENSION COMPUESTA: 400 V
POTENCIA CALCULADA: 151300 W
LONGITUD TOTAL: 15 m
TENSION FINAL MINIMA: 380 V
INTENSIDAD DE CIRCUITO: 242,65 A

CAÍDA DE TENSION DEL CIRCUITO

TRAMO	LONGITUD (m)	SECCION (mm2)	POTENCIA (W)	C.D.T. (V)
C.G.P. 23	15	240	151300	0,68

SECCION: 240 mm²
AISLAMIENTO: XLPE
MATERIAL: AL
INTENSIDAD MAX: 275,26 A

CIRCUITO 20

TENSION COMPUESTA: 400 V
POTENCIA CALCULADA: 57908 W
LONGITUD TOTAL: 50 m
TENSION FINAL MINIMA: 380 V
INTENSIDAD DE CIRCUITO: 92,87 A

CAÍDA DE TENSION DEL CIRCUITO

TRAMO	LONGITUD (m)	SECCION (mm2)	POTENCIA (W)	C.D.T. (V)
C.G.P. 24+26	50	240	57908	0,86

PROYECTO DE 5 CENTROS DE TRANSFORMACION DE 1 DE (400+430) KVA, 1 DE 1X630 KVA, 1 DE (2X630) KVA Y 2 DE (400+400) KVA, LINEA DE MEDIA TENSION A 20 KV Y RED DE BAJA TENSION, TODO CON CESION A EDISTRIBUCION.

8.- VENTILACION

La evacuación del calor generado en el interior del CT se efectuará según lo indicado en la ITC-RAT 14 apartado 4.4, utilizándose preferentemente el sistema de ventilación natural.

La posición y tamaño de las rejillas de ventilación estarán determinadas por la envolvente prefabricada elegida, referenciados en la norma informativa FNH001 CC.TT. Prefabricados Hormigón Tipo Superficie.

Cuando el CT requiera la instalación de ventilación forzada, se realizará un estudio específico de la misma.

La ventilación del centro de transformación se realizará de modo natural mediante las rejillas de entrada y salida de aire dispuestas para tal efecto, siendo la superficie mínima de la reja de entrada de aire en función de la potencia del mismo según se relaciona.

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

Para calcular la superficie de la reja de entrada de aire utilizaremos la siguiente expresión:

$$Sr = \frac{Wcu + Wfe}{0,24 \cdot K \cdot \sqrt{h} \cdot \Delta t^3}$$

Siendo:

Wcu = Pérdidas en cortocircuito del transformador en kW.

Wfe = Pérdidas en vacío del transformador en kW.

h = Distancia vertical entre centros de rejillas = 2 m.

Δt = Diferencia de temperatura entre el aire de salida y el de entrada, considerándose en este caso un valor de 15º C.

K = Coeficiente en función de la reja de entrada de aire, considerándose su valor como 0,5.

Sr = Superficie mínima de la reja de entrada de ventilación del transformador.

Teniendo en cuenta la potencia del mayor transformador que se puede instalar, tenemos:

PROYECTO DE 5 CENTROS DE TRANSFORMACION DE 1 DE (400+430) KVA, 1 DE 1X630 KVA, 1 DE (2X630) KVA Y 2 DE (400+400) KVA, LINEA DE MEDIA TENSION A 20 KV Y RED DE BAJA TENSION, TODO CON CESION A EDISTRIBUCION.

Potencia del transformador (kVA)	Pérdidas Wcu + Wfe (kW)	Sr mínima (m2)
1000	15	1,42 m2

El prefabricado tiene instaladas rejillas suficientes para justificar la superficie obtenida en cálculos. Según la tabla adjunta necesitamos 1,70 m² de ventilación para la salida y otros 1,70 m² para la entrada de aire.

Según la tabla 2.3.3. la ventilación necesaria sería:
H= 1,70 m~1,70 m² por transformador

Tabla 2.2.4

Tensión Trafo (kV)	H (metros)				
	1	1,5	2	2,5	3
24	2,18	1,79	1,54	1,38	1,26
36	2,24	1,83	1,58	1,41	1,29

PROYECTO DE 5 CENTROS DE TRANSFORMACION DE 1 DE (400+630) KVA, 1 DE 1X630 KVA, 1 DE (2X630) KVA Y 2 DE (400+400) KVA, LINEA DE MEDIA TENSION A 20 KV Y RED DE BAJA TENSION, TODO CON CESION A EDISTRIBUCION.

9.- CAMPOS MAGNETICOS.

1. INTRODUCCIÓN

Los campos electromagnéticos, son aquellos campos generados por el paso de una corriente eléctrica a través de un material conductor. Las ecuaciones de Biot y Savart, permiten analizar el Campo que produce una corriente eléctrica:

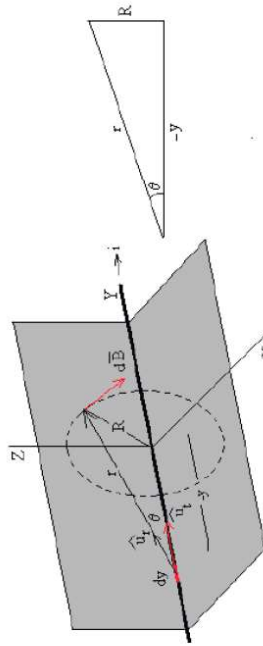
$$\mathbf{B} = (\mu_0 i / 4\pi) \int (\mathbf{u}_t \times \mathbf{u}_r / r^2) d\mathbf{l}$$

Donde:

B es el vector campo magnético existente en un punto **P** del espacio, **ut** un vector unitario cuya dirección es tangente al circuito que nos indica el sentido de la corriente en la posición donde se encuentra el elemento **dl**.

Ur es un vector unitario que señala a posición del punto P respecto del elemento de corriente $Po / 4\pi = 10^{-7}$, en el Sistema Internacional de Unidades.

Para el cálculo del campo electromagnético generado por un conductor rectilíneo indefinido por el que circula una corriente i , se puede establecer de la siguiente manera:



El campo magnético B, producido en el punto P, tiene una dirección que es perpendicular al plano formado por la corriente rectilínea y el propio punto.

Integrado la ecuación de Biot v Savart:

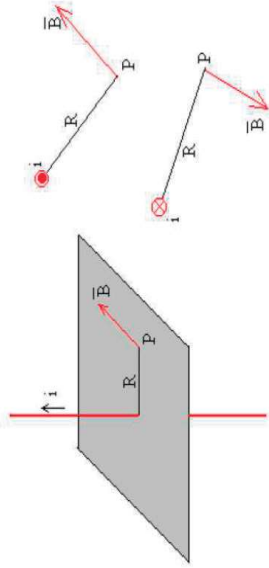
$$B = \frac{\mu_0 i}{4\pi} \int_{-\pi}^{+\pi} \frac{\sin \theta}{r^2} dy = \frac{\mu_0 i}{4\pi R} \int_0^\pi \sin \theta d\theta = \frac{\mu_0 i}{2\pi R}$$

Se integra sobre la variable θ , expresando las variables x y r en función del ángulo θ .

PROYECTO DE 5 CENTROS DE TRANSFORMACION DE 1 DE (400+630) KVA, 1 DE 1X630 KVA, 1 DE (2X630) KVA Y 2 DE (400+400) KVA, LINEA DE MEDIA TENSION A 20 KV Y RED DE BAJA TENSION, TODO CON CESION A EDISTRIBUCION.

$$= r \times \cos \theta$$

$$= -y \times \tan \theta$$



2. CÁLCULO DEL CAMPO MAGNETICO

El campo magnético generado por las diferentes corrientes eléctricas, dependerá de la intensidad que discurre por los diferentes tipos de cableado.

En el Centro de transformación, se encuentra principalmente las siguientes tecnologías de cableado susceptible de generar un campo electromagnético relevante:

- Cableado de Baja Tensión en las zanjas de salida del CT
- Cableado de Media Tensión en las zanjas de entrada/salida del CT.
- Cableado de Media Tensión entre las celdas y el Trafo.
- Cableado de Baja Tensión entre el Trafo y el cuadro de Baja Tensión

Para evitar que se generen campos magnéticos en el entorno del cableado situado en las zanjas y en su transición hasta el trafo, todo el cableado, a excepción del cableado de entrada y salida del trafo, discurrirá trenzado de manera que los campos eléctricos generados por cada una de las líneas, se anulen entre si. En el siguiente apartado se justifica el campo magnético generado el cableado trenzado.

Por lo que respecta a los niveles de campo magnético permitidos, según el RD 1066/2001, por el que se establece 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, Anexo II, apartado 3.1 (Cuadro 2), se establece el límite de campo magnético admitido que se calculará como $5/f$, siendo f la frecuencia en KHz. De esta manera, el límite de campo es de 100 μ T.





Puede verificar la integridad de este documento consultando la url:	
Código Seguro de Validación	9734dafa6e594326bd499dca64d54874001
Url de validación	https://sede.aytotarifa.com/validador
Metadatos	Origen: Origen administración Estado de elaboración: Original



Firma 1 de 1	Francisco Javier Ochoa Caro	10/07/2026	SECRETARIO GENERAL ACCIDENTAL.- DILIGENCIA.- Aprobado por Decreto de la Alcaldía de fecha 08.05.2026.
--------------	-----------------------------	------------	--

PROYECTO DE 5 CENTROS DE TRANSFORMACION DE 1 DE (400+630) KVA, 1 DE 1X630 KVA, 1 DE (2X630) KVA Y 2 DE (400+400) KVA, LINEA DE MEDIA TENSION A 20 KV Y RED DE BAJA TENSION, TODO CON CESION A EDISTRIBUCION.

CUADRO 2

Niveles de referencia para campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos (0 Hz-300 GHz, valores rms imperturbados)

Gama de frecuencia	Intensidad de campo E (V/m)	Intensidad de campo H (A/m)	Campo B (μT)	Densidad de potencia equivalente de onda plana (W/m²)
0-1 Hz	—	$3,2 \times 10^4$	4×10^4	—
1-8 Hz	10.000	$3,2 \times 10^4$	4×10^4	—
8-25 Hz	10.000	4.000/f	5.000/f	—
0,025-0,8 kHz	250/f	3/f	5/f	—
0,8-3 kHz	250/f	5	6,25	—
3-150 kHz	87	5	6,25	—
0,15-1 MHz	87	0,73/f	0,92/f	—
1-10 MHz	87/f ^{1/2}	0,73/f	0,92/f	—
10-400 MHz	28	0,73/f	0,092	2
400-2.000 MHz	1,375 f ^{1/2}	0,0037 f ^{1/2}	0,0046 f ^{1/2}	1/200
2-300 GHz	61	0,16	0,20	10

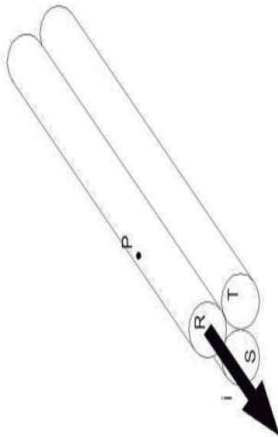
2.1. CÁLCULO DE CAMPO MAGNÉTICO GENERADO POR CABELADO TRENZADO.

En este apartado, se justifica el campo magnético creado por un conjunto de 3 cables unipolares trenzados para una línea trifásica de Baja Tensión, en un punto P situado en la parte exterior de la envolvente de uno de los circuitos.

Para simplificar el cálculo, se considerará el caso desfavorable de conductores rectilíneos indefinidos en el cableado de Baja Tensión discurrendo la intensidad máxima admitida en régimen permanente (250 A).

No se repetirá el cálculo para el cableado trenzado de Media Tensión al ser similar al de Baja Tensión y discurrir menos intensidad por el mismo, de manera que si se cumplen los valores exigidos para el cableado de Baja Tensión, se cumplirá para el cableado de Media Tensión.

Se considera que la envolvente del cable unipolar tiene un diámetro de 37 mm:



PROYECTO DE 5 CENTROS DE TRANSFORMACION DE 1 DE (400+630) KVA, 1 DE 1X630 KVA, 1 DE (2X630) KVA Y 2 DE (400+400) KVA, LINEA DE MEDIA TENSION A 20 KV Y RED DE BAJA TENSION, TODO CON CESION A EDISTRIBUCION.

El campo magnético generado en el Punto P, será consecuencia del sumatorio de campos magnéticos generados por cada una de las fases del cableado:

$$B_P = \sum B_{P,i} = B_{P,R} + B_{P,S} + B_{P,T}$$

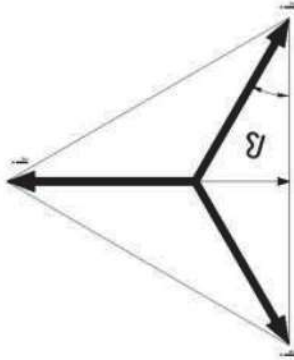
Suponiendo que la corriente está concentrada en el centro del cableado, para cada fase se tiene:

$$B_{P,R} = \mu \frac{i_R}{2\pi r}$$

$$B_{P,S} = \mu \frac{i_S}{2\pi d}$$

$$B_{P,T} = \mu \frac{i_T}{2\pi d}$$

Teniendo en cuenta que las intensidades se encuentran desfasadas y pertenecen a un circuito trifásico equilibrado, se tiene que:



Por lo que teniendo en cuenta que $\beta=30^\circ$:

$$I_s = i_t = -i_r \text{ x sen } 30 = -i_r/2$$

Por otro lado, teniendo en cuenta la distancia d, entre el centro de las fases S y T es $d=63,8 \text{ mm}$ y que la permeabilidad magnética del aire es similar a la del vacío ($\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ N K}^{-2}$) y sustituyendo se obtiene:



Puede verificar la integridad de este documento consultando la url:

Código Seguro de Validación 9734dafa6e594326bd499dca64d54874001

Url de validación https://sede.aytotarifa.com/validador

Metadatos Origen: Origen administración Estado de elaboración: Original



Firma 1 de 1

Francisco Javier Ochoa Caro SECRETARIO GENERAL ACCIDENTAL.- DILIGENCIA.- Aprobado por Decreto de la Alcaldía de fecha 08.05.2026.

PROYECTO DE 5 CENTROS DE TRANSFORMACION DE 1 DE (400+630) KVA, 1 DE 1X630 KVA, 1 DE (2X630) KVA Y 2 DE (400+400) KVA, LINEA DE MEDIA TENSION A 20 KV Y RED DE BAJA TENSION, TODO CON CESION A EDISTRIBUCION.

$$B_{P,R} = \mu \frac{i_R}{2\pi r} = 2.702,70 \mu T$$

$$B_{P,S} = \mu \frac{i_S}{2\pi d} = -428,82 \mu T$$

$$B_{P,T} = \mu \frac{i_T}{2\pi d} = -428,82 \mu T$$

Realizando el sumatorio, se obtiene un valor de 1.845,07 μT >100 μT exigidos por el RD 1066/2001.

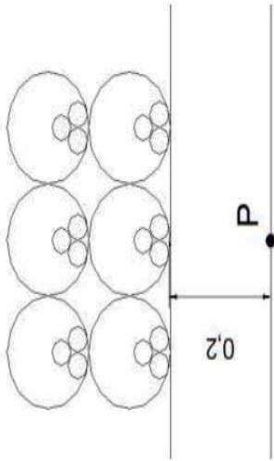
De manera similar, repitiendo el cálculo para un punto P' situado a 10 cm en la vertical de la fase R, los resultados que se obtiene son:

$$B_{P,R} = \mu \frac{i_R}{2\pi r} = 421,94 \mu T$$

$$B_{P,S} = \mu \frac{i_S}{2\pi d} = -165,02 \mu T$$

$$B_{P,T} = \mu \frac{i_T}{2\pi d} = -165,02 \mu T$$

Resultando un campo magnético a 10 cm de 91,91 μT para una sola línea. Sin embargo, se debe considerar el caso más desfavorable con la coexistencia de diferentes ternas de cableado de baja tensión en el CT. El Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión, señala que se debe mantener que en los locales colindantes con el local del CT no reciban un campo magnético mayor del permitido por el RD 1066/2001. Teniendo en cuenta esta premisa, se considera el caso más desfavorable en la entrada al CT, cuando coexisten 16 líneas de Baja tensión (para alimentar las CGPs de las parcelas), funcionando a máxima potencia (intensidad 250 A) y separadas entre sí el diámetro del entubado (160mm).



PROYECTO DE 5 CENTROS DE TRANSFORMACION DE 1 DE (400+630) KVA, 1 DE 1X630 KVA, 1 DE (2X630) KVA Y 2 DE (400+400) KVA, LINEA DE MEDIA TENSION A 20 KV Y RED DE BAJA TENSION, TODO CON CESION A EDISTRIBUCION.

En este caso, considerando un punto P situado bajo la terna de cables central, a 20 cm del cableado, es decir, en el interior del cerramiento del prisma de entrada de cableado y considerando la permeabilidad del aire, sin tener en cuenta la permeabilidad del cerramiento, para un mayor coeficiente de seguridad, se obtienen los siguientes resultados:

Terna	Fase	Distancia a P (m)	B (μT)
1	R	0,2973	168,180289
	S	0,2821	-88,6210564
	T	0,2603	-96,0430273
2	R	0,2505	199,600798
	S	0,2193	-113,999088
	T	0,2193	-113,999088
3	R	0,2973	168,180289
	S	0,2603	-96,0430273
	T	0,2821	-88,6210564
4	R	0,4406	113,481616
	S	0,4185	-59,7371565
	T	0,4041	-61,8658748
5	R	0,4105	121,80268
	S	0,379	-65,9630607
	T	0,379	-65,9630607
6	R	0,4406	113,481616
	S	0,4041	-61,8658748
	T	0,4185	-59,7371565
Campo total			-87,73

Por lo que se obtiene que el campo magnético total es menor de los 100 μT exigidos.

2.2. CÁLCULO DE CAMPO MAGNÉTICO GENERADO POR CABELADO EN EL TRAFO.

El cableado que discurre hasta el trafa es cableado de MT y el que discurre desde el trafa es cableado de BT. El cableado de MT, discurrirá trenzado desde las celdas de MT junto al cerramiento de fachada hasta la perpendicular al CT, desde donde cada fase partirá separa una distancia entre fases.

Como se ha comentado en el apartado interior, en el caso del cableado de MT, considerando que discurre trenzado junto al cerramiento de fachada, y considerando la intensidad máxima admisible que puede discurrir por el cableado a carga nominal del CT (2x630 kVA), se obtendrían los siguientes valores de campo magnético:

$$P=\sqrt{3}UxI$$

Por lo que despejando la Intensidad para el lado de alta tensión:

$$I_{alta}= P/\sqrt{3}U= 630 \cdot 10^3 = 18,20 A$$
$$\sqrt{3}x20.10^3$$



Puede verificar la integridad de este documento consultando la url:	
Código Seguro de Validación	9734dafa6e594326bd499dca64d54874001
Url de validación	https://sede.aytotarifa.com/validador
Metadatos	Origen: Origen administración Estado de elaboración: Original

Firma 1 de 1	Francisco Javier Ochoa Caro	10/07/2026	SECRETARIO GENERAL ACCIDENTAL.- DILIGENCIA.- Aprobado por Decreto de la Alcaldía de fecha 08.05.2026.
--------------	-----------------------------	------------	--

PROYECTO DE 5 CENTROS DE TRANSFORMACION DE 1 DE (400+630) KVA, 1 DE 1X630 KVA, 1 DE (2X630) KVA Y 2 DE (400+400) KVA, LINEA DE MEDIA TENSION A 20 KV Y RED DE BAJA TENSION, TODO CON CESION A EDISTRIBUCION.

$$I_{allia}= P/\sqrt{3}xU= 400 \cdot 10^3 / \sqrt{3}x20 \cdot 10^3 = 11,56 \text{ A}$$

Donde U es la tensión nominal de 20 kV y P es la potencia de 630 y 400 KVA del trafo.
Para el caso de la baja Tensión las expresiones son similares pero con valores de tensión diferentes:

$$I_{allia}= P/\sqrt{3}xU= 630 \cdot 10^3 / \sqrt{3}x400 = 910,40 \text{ A}$$
$$I_{allia}= P/\sqrt{3}xU= 400 \cdot 10^3 / \sqrt{3}x400 = 578,03 \text{ A}$$

Donde U es la tensión nominal de 400 V y P es la potencia de 630 y 400 KVA del trafo.

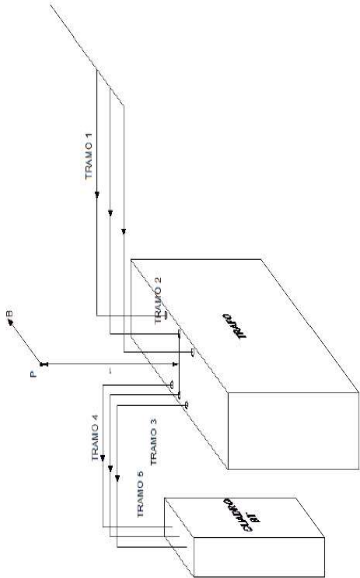
Tomando el modelo anterior de cable trenzado con un diámetro exterior de 37mm, para el cableado de MT junto al cerramiento se tendría:

$$B_{P,R} = \mu \frac{i_R}{2\pi r} = 124,83 \mu T$$
$$B_{P,S} = \mu \frac{i_S}{2\pi d} = -19,81 \mu T$$
$$B_{P,T} = \mu \frac{i_T}{2\pi d} = -19,81 \mu T$$

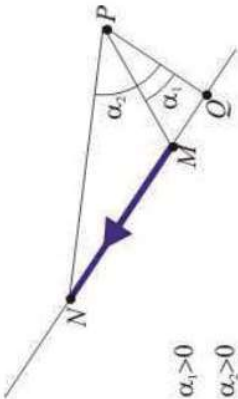
Por lo que el campo total en el borde del cable (a nivel de la superficie del cerramiento interior) es de 85.22 μT<100 μT. Por lo que se cumplen los niveles exigidos por el RD 1066/2001.

En cuanto al cableado de MT que discurre desde el cerramiento hasta el trafo, se realizará con las fases separadas aproximadamente 275 mm entre sí, mientras que el cableado de BT estaría distanciado 150 mm en la salida del lado de BT hasta el cuadro de BT donde las fases quedarían a 80 mm aproximadamente. En el siguiente croquis se simplifica el cableado y su trazado:

PROYECTO DE 5 CENTROS DE TRANSFORMACION DE 1 DE (400+630) KVA, 1 DE 1X630 KVA, 1 DE (2X630) KVA Y 2 DE (400+400) KVA, LINEA DE MEDIA TENSION A 20 KV Y RED DE BAJA TENSION, TODO CON CESION A EDISTRIBUCION.



Para poder analizar la influencia del cableado en los diferentes tramos entorno al trafo, se debe considerar que se trata de tramos de longitud definida y no de longitud infinita como en casos anteriores en los que de esa manera se aplicaba un mayor coeficiente de seguridad. Así, para tramos de longitud definida se empleará la siguiente fórmula:



$$B = \frac{\mu_0 I}{4\pi r} (\sin \alpha_2 - \sin \alpha_1)$$

Esta fórmula se obtiene como resultado de la integración con cambio de variable sobre la ecuación de Biot y Savart. No se desarrolla la misma ya que no se considera objeto del análisis.

Por otro lado, se debe considerar que el campo magnético en un punto es la suma de los campos en dicho punto ocasionados por los diferentes cableados. Para una mayor simplificación se supondrá que solamente existen una dirección de campo que sea perpendicular al plano formado por la línea de cableado central y el punto P. También se considerará la distancia más pequeña a la que se encuentra el cableado de BT que





PROYECTO DE 5 CENTROS DE TRANSFORMACION DE 1 DE (400+630) KVA, 1 DE 1X630 KVA, 1 DE (2X630) KVA Y 2 DE (400+400) KVA, LINEA DE MEDIA TENSION A 20 KV Y RED DE BAJA TENSION, TODO CON CESION A EDISTRIBUCION.

es a la entrada al cuadro de BT, a 80 mm entre fases para el cálculo de las distancias.

Para que el campo adquiera su valor máximo, se supondrá que el instante temporal en el que el circuito más cercano (fase S) se encuentra en su valor máximo de Intensidad.

Aplicando la fórmula anterior para cada tramo se obtienen los siguientes valores:

Tramo	Fase	Distancia a P (m)	$\alpha 1$	$\alpha 2$	B (μT)
1	R	0,571	18	71	-0,644
	S	0,500			1,470
	T	0,571			-0,644
2	R	0,319	72	81	-0,066
	S	0,162			0,262
	T	0,319			-0,066
3	R	0,180	72	81	-5,864
	S	0,162			13,087
	T	0,180			-5,864
4	R	0,506	18	61	-32,245
	S	0,500			65,310
	T	0,506			-32,245
5	R	0,968	29	48	7,702
	S	0,965			-15,456
	T	0,968			7,702
TOTAL					2,437

Por lo tanto, resulta un campo magnético total en el punto P, situado sobre la vertical del punto central del tramo de 2,44 $\mu T < 100 \mu T$, por lo que se cumplen los requisitos de campos magnéticos.

En cuanto a otros puntos dentro del local, el campo total no sufriría variaciones relevantes respecto a los valores de campo magnético calculados para el punto P.

3. ENSAYOS Y PRUEBAS

Tras la ejecución del local del CT y durante las pruebas de puesta en marcha, se realizarán mediciones de campo eléctrico total por empresa especializada en los cerramientos del local del CT (caras exteriores) para comprobación de los niveles según RD 1066/2001.

PROYECTO DE 5 CENTROS DE TRANSFORMACION DE 1 DE (400+630) KVA, 1 DE 1X630 KVA, 1 DE (2X630) KVA Y 2 DE (400+400) KVA, LINEA DE MEDIA TENSION A 20 KV Y RED DE BAJA TENSION, TODO CON CESION A EDISTRIBUCION.

10.- RUIDOS Y VIBRACIONES.

JUSTIFICACION DEL REGLAMENTO DE PROTECCION CONTRA LA CONTAMINACION ACUSTICA EN ANDALUCIA.

NORMATIVA DE APLICACION. -

- Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del RUIDO.
- REAL DECRETO 1367/2007, de 19 de octubre, 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.
- REAL DECRETO 1371/2007, de 19 de octubre, por el que se aprueba el documento básico «DB-HR Protección frente al ruido» del Código Técnico de la Edificación.
- Ley 7/2007, de 9 de julio, de GESTION INTEGRADA DE LA CALIDAD AMBIENTAL.
- Decreto 6/2012, de 17 de enero, por el que se aprueba el REGLAMENTO de PROTECCIÓN CONTRA la CONTAMINACIÓN ACUSTICA en ANDALUCIA.

DESCRIPCION DE LA INSTALACION.

La instalación objeto del presente estudio es la adecuación a la normativa actual acústica de un local situado en la ciudad de Tarifa, Cádiz, en nueva urbanización, con el objeto de instalar cuatro centros de transformación.

El local donde se sitúa el centro de transformación, se sitúa en la zona exterior de la urbanización con tipología de zona residencial, y presenta un acceso directo desde el viario público.

El local donde se pretende instalar el centro de transformación es de forma rectangular, donde se ubican los elementos generadores de ruidos propios de la instalación, los cuales se quieren justificar para que cumpla con la normativa municipal y autonómica en materia de ruidos y vibraciones, con superficie construida de 16,00 m² y una superficie útil de 14,00 m². La altura de suelo a forjado es de 2,65 metros.



Puede verificar la integridad de este documento consultando la url:	
Código Seguro de Validación	9734dafa6e594326bd499dca64d54874001
Url de validación	https://sede.aytotarifa.com/validador
Metadatos	Origen: Origen administración Estado de elaboración: Original



Firma 1 de 1	Francisco Javier Ochoa Caro	10/07/2026	SECRETARIO GENERAL ACCIDENTAL.- DILIGENCIA.- Aprobado por Decreto de la Alcaldía de fecha 08.05.2026.
--------------	-----------------------------	------------	---

PROYECTO DE 5 CENTROS DE TRANSFORMACION DE 1 DE (400+630) KVA, 1 DE 1X630 KVA, 1 DE (2X630) KVA Y 2 DE (400+400) KVA, LINEA DE MEDIA TENSION A 20 KV Y RED DE BAJA TENSION, TODO CON CESION A EDISTRIBUCION.

Esta instalación se desarrollará todos los días 24 h, quiere esto decir que el uso será los 365 días al año, tanto en periodo diurno como en periodo vespertino y nocturno. Por lo que se llevará a cabo en periodos de mañana, tarde y noche; por ello los niveles límites sonoros las englobamos y justificamos en dichos horarios más representativos.

RECEPTORES AFECTADOS Y COLINDANTES.

La instalación referenciada, corresponde a una edificación de 1 planta sobre rasante (baja), en zonificación de uso con suelo de predominio residencial. Donde linda en todas sus partes con el exterior.

Los colindantes y entorno a tratar más representativos que presenta la instalación principal de auditorio son los siguientes:

Los colindantes que presenta la instalación son los siguientes:

Con elementos delimitadores verticales

☐ Colindante izquierdo. Exterior.

☐ Colindante posterior. Exterior.

☐ Fachada principal. Exterior.

☐ Fachada lateral derecha. Exterior.

Con elementos delimitadores horizontales

☐ Colindante superior. Exterior.

☐ Colindante inferior. Nada

CONDICIONES DE DISEÑO.

A continuación, se definen los condicionantes acústicos, estructurales y de diseño que marcan la tipología constructiva del edificio y concretamente las estancias en estudio, los cuales se han proyectado.

La edificación en general se realiza mediante hormigón armado.

PROYECTO DE 5 CENTROS DE TRANSFORMACION DE 1 DE (400+630) KVA, 1 DE 1X630 KVA, 1 DE (2X630) KVA Y 2 DE (400+400) KVA, LINEA DE MEDIA TENSION A 20 KV Y RED DE BAJA TENSION, TODO CON CESION A EDISTRIBUCION.

NIVELES DE PRESION SONORA.

EMISORES ACUSTICOS INSTALADOS EN EL INTERIOR.

La relación de maquinaria y equipos con emisión de ruidos en el interior se detallan a continuación:

Transformador	68.00 dBA
---------------	-----------

Se aportan ficha técnica, de la maquinaria productora de ruidos, con los datos acústicos dados por el fabricante.

En nuestro caso tomamos un valor de nivel sonoro base de la instalación aplicado NSA = 70 dB(A).

ESPECTRO BASICO.

Para el NSA de 70 dB(A) se tomará el espectro básico según:

Frecuencia s	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	4 KHz	Global
SPL (dB)	72	70	67	65	60	60	
FILTRO (A)	-16,1	-8,6	-3,2	0	1,2	1	
SPL (dBA)	55,9	61,4	63,8	65,0	61,2	61,0	70 dBA

LÍMITES ADMISIBLES DE RUIDOS Y VIBRACIONES.

A continuación se definen los valores límites máximos permitidos por la legislación vigente (Reglamento y Ordenanza Municipal).

VALORES LIMITE DE RUIDO TRANSMITIDO A LOCALES COLINDANTES.

Según lo dispuesto en el Artículo 29 del R.P.C.C.A.A, ninguna instalación, establecimiento, actividad industrial, comercial, de almacenamiento, deportivo-recreativa o de ocio, podrá transmitir al interior de los locales receptores colindantes en función del uso de éstos, niveles de ruido superior a los establecidos en la tabla VI del R.P.C.C.A.A.