



# HOJA DE CONTROL DE FIRMAS ELECTRÓNICA



## Instituciones:

Firma Institución:

Firma Institución:

Firma Institución:

Firma Institución:

## Ingenieros:

Nombre:

Nombre:

Colegio:

Colegio:

Nº. Colegiado/a:

Nº. Colegiado/a:

Firma Colegiado/a:

Firma Colegiado/a:

Nombre:

Nombre:

Colegio:

Colegio:

Nº. Colegiado/a:

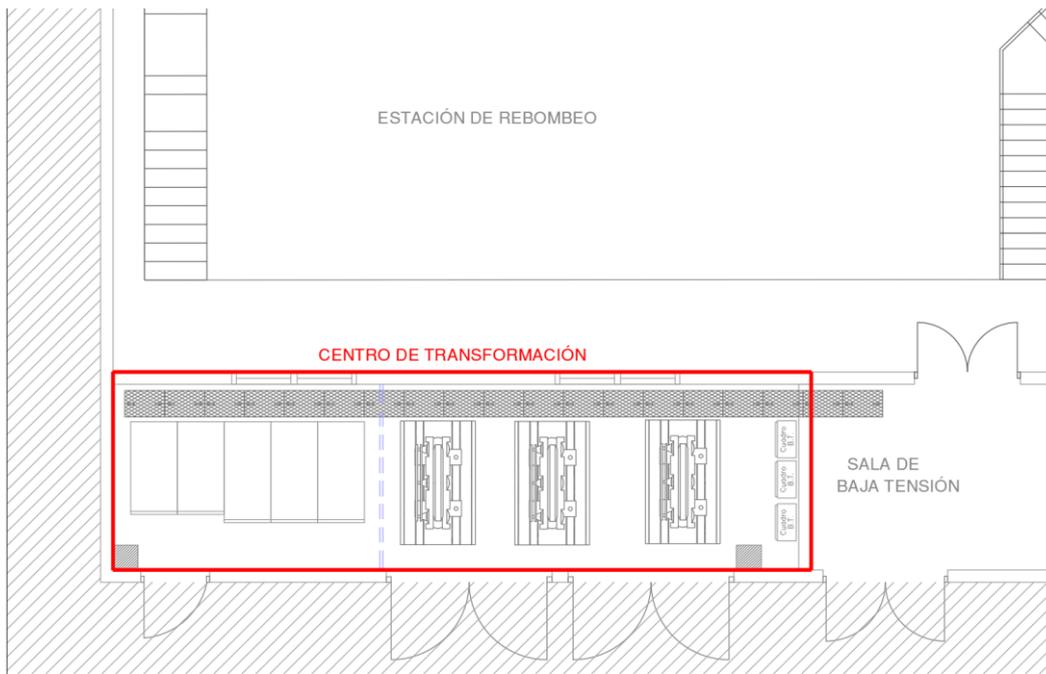
Nº. Colegiado/a:

Firma Colegiado/a:

Firma Colegiado/a:

En caso de que el trabajo que se adjunta no estuviera sometida a visado obligatorio, de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 13 de la Ley 2/1974 de Colegios Profesionales, el Colegiado hace constar que ha obtenido el consentimiento previo de su Cliente para proceder al visado.

# PROYECTO DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN CON TRES TRANSFORMADORES DE 1000 KVAS, PARA SUMINISTRO ELÉCTRICO A LA ESTACIÓN DE REBOMBEO FOZ DE CALANDA.



Avenida de la Ilustración 11-34  
50012 Zaragoza  
C.I.F. B-50/173608  
Tel.: 976 75 42 62  
Fax: 976 75 41 94  
eid@eid.es

23139  
DICIEMBRE 2023

PILAR BAIGORRI SOLER  
INGENIERO INDUSTRIAL

# PROYECTO DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN CON TRES TRANSFORMADORES DE 1000 KVAS, PARA SUMINISTRO ELÉCTRICO A LA ESTACIÓN DE REBOMBEO FOZ DE CALANDA

## MEMORIA

### ANEJOS A LA MEMORIA

- ANEJO 1: CÁLCULOS ELÉCTRICOS
- ANEJO 2: CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS DE PUESTA A TIERRA
- ANEJO 3: ESTUDIO DE CAMPOS MAGNÉTICOS
- ANEJO 4: CÁLCULO DE VENTILACIÓN
- ANEJO 5: PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS
- ANEJO 6: ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD
- ANEJO 7: ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS
- ANEJO 8: FICHAS TÉCNICAS

### PLANOS

- PLANO 01: SITUACIÓN E ÍNDICE DE PLANOS
- PLANO 02: EMPLAZAMIENTO
- PLANO 03: LOCAL. ALZADOS Y SECCIONES
- PLANO 04: LOCAL. VENTILACIÓN
- PLANO 05: PUESTA A TIERRA
- PLANO 06: ESQUEMA UNIFILAR
- PLANO 07: PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS
- PLANO 08: SERVICIOS AUXILIARES

### PLIEGO DE CONDICIONES

### PRESUPUESTO

- DOCUMENTO 1: MEDICIONES Y PRESUPUESTO
- DOCUMENTO 2: CUADRO DE PRECIOS N.º 1
- DOCUMENTO 3: RESUMEN DE PRESUPUESTO

PROYECTO DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN CON TRES TRANSFORMADORES  
DE 1000 KVAS, PARA SUMINISTRO ELÉCTRICO A LA ESTACIÓN DE REBOMBEO  
FOZ DE CALANDA

---

**MEMORIA**

# PROYECTO DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN CON TRES TRANSFORMADORES DE 1000 KVAS, PARA SUMINISTRO ELÉCTRICO A LA ESTACIÓN DE REBOMBEO FOZ DE CALANDA

## MEMORIA

### Índice

<b>1</b>	<b>ANTECEDENTES.....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>OBJETO .....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>EMPLAZAMIENTO.....</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>PROMOTOR .....</b>	<b>5</b>
<b>5</b>	<b>NORMATIVA APLICABLE .....</b>	<b>5</b>
<b>6</b>	<b>PROGRAMA DE NECESIDADES Y POTENCIA INSTALADA .....</b>	<b>5</b>
<b>7</b>	<b>CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS DE LA INSTALACIÓN .....</b>	<b>6</b>
7.1	CONFIGURACIÓN ELÉCTRICA.....	6
7.2	NIVEL DE AISLAMIENTO EN MEDIA TENSIÓN .....	6
7.3	NIVEL DE AISLAMIENTO EN BAJA TENSIÓN .....	7
7.4	POTENCIAS DE TRANSFORMACIÓN .....	7
7.5	INTENSIDAD NOMINAL EN MEDIA TENSIÓN .....	7
7.6	CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO.....	7
<b>8</b>	<b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA .....</b>	<b>7</b>
8.1	LÍNEAS DE ALIMENTACIÓN .....	7
8.2	CELDA DE DISTRIBUCIÓN SECUNDARIA .....	8
8.2.1	CELDA DE LÍNEA.....	8
8.2.2	CELDA DE PROTECCIÓN DE TRAFIO .....	8
8.3	TRANSFORMADOR DE POTENCIA .....	8
8.4	CABLES DE MT PARA CONEXIÓN ENTRE TRANSFORMADOR Y APARAMENTA.....	9
8.5	PUENTES DE BAJA TENSIÓN .....	9
8.6	CUADRO DE BAJA TENSIÓN .....	9
<b>9</b>	<b>CARACTERÍSTICAS DEL LOCAL.....</b>	<b>9</b>
9.1	DIMENSIONAMIENTO .....	9
9.2	UBICACIÓN .....	10
9.3	ACCESOS .....	10
9.4	CANALIZACIONES.....	11
9.5	VENTILACIÓN .....	11
9.6	SEÑALIZACIÓN E INSTRUCCIONES.....	12
9.7	CONDICIONES ACÚSTICAS .....	12
9.8	PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS .....	13

9.9	ALUMBRADOS ESPECIALES DE EMERGENCIA .....	13
9.10	ELEMENTOS Y DISPOSITIVOS PARA MANIOBRA .....	13
9.11	INSTRUCCIONES Y ELEMENTOS PARA PRESTACIÓN DE PRIMEROS AUXILIOS .....	13
9.12	SERVICIOS AUXILIARES.....	14
9.13	INSTALACIONES SECUNDARIAS .....	14
9.13.1	TOMAS DE FUERZA.....	14
9.13.2	ALUMBRADO .....	14
9.14	INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA .....	14
9.14.1	Elementos constituyentes de la instalación de puesta a tierra.....	15
9.14.2	Líneas de puesta tierra .....	15
9.14.3	Ejecución de la puesta a tierra general.....	15
9.14.4	Ejecución de la puesta a tierra de neutro .....	16
9.14.5	Medidas adicionales de seguridad para las tensiones de paso y contacto.....	16
<b>10</b>	<b>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD .....</b>	<b>17</b>
<b>11</b>	<b>ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS.....</b>	<b>17</b>
<b>12</b>	<b>CARÁCTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS .....</b>	<b>17</b>
<b>13</b>	<b>PROGRAMA DE LAS OBRAS.....</b>	<b>17</b>
<b>14</b>	<b>DOCUMENTOS QUE COMPONEN EL PRESENTE PROYECTO .....</b>	<b>17</b>
<b>15</b>	<b>CONCLUSIÓN .....</b>	<b>18</b>



## 1 ANTECEDENTES

El fondo danés *Copenhagen Infrastructure Energy Transition Fund I K/S*, entidad gestionada por *Copenhagen Infrastructure Partners* (conocido como CIP) a través de su filial española CI ETF I Renato PtX Holdco, S.L.U. (en adelante el "Promotor") está interesado en desarrollar un nuevo proyecto de producción de hidrógeno verde, que ha denominado *Catalina Power to X* (en adelante "Catalina"), en la localidad de Andorra, que se localizará en suelos urbanizables no delimitados clasificados para uso industrial en el Parque Empresarial de Andorra (en adelante PEAN).

El Proyecto Catalina es un ambicioso proyecto regional y nacional a gran escala de generación de Hidrógeno a través de Activos de Generación renovables. Tal es así, que el Proyecto ha recibido en junio de 2023 la Declaración de Interés General e Interés Autónomo por parte del Gobierno de Aragón.

La primera fase de Catalina prevé la instalación de una planta de producción de hidrógeno renovable con un electrolizador de 500 MW (el "Proyecto"). El proceso se ha diseñado para producir aproximadamente 9 toneladas de hidrógeno libre de carbono por hora, lo que equivaldría a unas 78.800 toneladas de hidrógeno libre de carbono al año si el proceso funcionase al 100% de su capacidad de producción (8.760 horas al año).

La materia prima para fabricar hidrógeno es el agua, a la que se someterá al proceso de electrólisis, que la transformará en sus dos componentes, hidrógeno y oxígeno.

El sistema de abastecimiento de agua a la planta, requiere, entre otras infraestructuras, la implantación de una estación de bombeo, ubicada en el término municipal de Foz de Calanda. Para ello se ha previsto la construcción de un edificio prefabricado de hormigón, que además de estar habilitado para los equipos de bombeo, se habilitará una zona para aseos, salas de control, sala para los equipos de baja tensión, y una zona como centro de transformación, en donde se ubicaran las celdas de media tensión y tres transformadores de 1000 KVAS.

## 2 OBJETO

El objeto del presente proyecto es la descripción, definición y valoración de las obras de un centro de transformación para la alimentación en baja tensión de la estación de rebombeo Foz Calanda.

## 3 EMPLAZAMIENTO

Todas las actuaciones previstas en el presente proyecto se localizan en el término municipal de Foz Calanda.

---

Coordenadas del CT (ETRS 89 HUSO 30) X=728.379 Y=4.534.386

---

## 4 PROMOTOR

El promotor del presente proyecto es:

Entidad: *Copenhagen Infrastructure Partners CIP*  
C.I.F.: *B06956072*  
Domicilio fiscal: Paseo de la Castellana 40bis, 2º. 28046 Madrid

## 5 NORMATIVA APLICABLE

- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 223/08 de 15 de febrero. Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en las líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, Reglamento electrotécnico de baja tensión (REBT).
- Real Decreto 1627/97, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición (si le es de aplicación).
- Normas UNE de aplicación
- Otras normas y disposiciones particulares que requiera el proyectista.
- Norma internacional de la Comisión Electrotécnica Internacional.
- Método de Cálculo y Proyecto de instalaciones de puesta a tierra para Centros de Transformación conectados a redes de tercera categoría, UNESA.

## 6 PROGRAMA DE NECESIDADES Y POTENCIA INSTALADA

El bombeo al que dará suministro en baja tensión este centro de transformación, impulsará un caudal total superior a 1.000 l/s salvando el desnivel existente de 145,20 m. Para ello, dispone de 3+1 electrobombas de eje horizontal, de 750 kW de potencia cada una de ellas.

En la tabla siguiente se desglosa la previsión de potencia que se ha considerado:

DESCRIPCIÓN	POTENCIA (KW)
Bomba 1	750
Bomba 2	750
Bomba 3	750

DESCRIPCIÓN	POTENCIA (KW)
Válvula motorizada bomba aspiración 1	3
Válvula motorizada bomba aspiración 2	3
Válvula motorizada bomba aspiración 3	3
Válvula motorizada bomba aspiración 4	3
Válvula motorizada bomba impulsión 1	3
Válvula motorizada bomba impulsión 2	3
Válvula motorizada bomba impulsión 3	3
Válvula motorizada bomba impulsión 4	3
Válvula motorizada Entrada	3
Válvula motorizada salida	3
Ventilador sala MT	1,7
Ventilador sala BT	1,7
Ventilador bombeo 1	1,7
Ventilador bombeo 2	1,7
Ventilador bombeo 3	1,7
Cuadro de alumbrado	15
Cuadro de servicios auxiliares	5
Puente grúa	13,2
Tomas de corriente 1	16
Tomas de corriente 2	16
Ventilador armario alumbrado	1
Mando	0,5
Válvula motorizada Balsa	3
Iluminación CT	5
Fuerza CT	10
<b>TOTAL</b>	<b>2.378</b>

## 7 CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS DE LA INSTALACIÓN

### 7.1 CONFIGURACIÓN ELÉCTRICA

El centro de transformación proyectado tiene la siguiente configuración: entrada y salida de línea (2 celdas) y tres transformadores de potencia de 1000 kvas cada uno de ellos.

### 7.2 NIVEL DE AISLAMIENTO EN MEDIA TENSIÓN

- Tensión nominal de la red: 33 kV
- Tensión más elevada para el material: 36 kV

### 7.3 NIVEL DE AISLAMIENTO EN BAJA TENSIÓN

Los equipos de BT instalados en los CT con envolvente conectada a la instalación de tierra general, serán capaces de soportar, por su propia naturaleza o mediante aislamiento suplementario, una tensión a frecuencia industrial de corta duración de 10 kV y una tensión de 20 kV a impulsos tipo rayo.

En cuanto a la tensión de servicio de la instalación de BT del CT:

Tipo CT	Tensión nominal en BT (V)	Transformador
Monotensión	400	Clase B2

### 7.4 POTENCIAS DE TRANSFORMACIÓN

La potencia de los transformadores a instalar será de 1000 kVAS

### 7.5 INTENSIDAD NOMINAL EN MEDIA TENSIÓN

La intensidad nominal del embarrado y la apararmenta de MT será, de 630 A.

### 7.6 CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO

Los materiales de MT instalados en los CT, serán 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.

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

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

## 8 INSTALACIÓN ELÉCTRICA

### 8.1 LÍNEAS DE ALIMENTACIÓN

La entrada al CT de las líneas de alimentación se realizará mediante cables subterráneos unipolares aislados con aislamiento seco termoestable (polietileno reticulado XLPE de las características siguientes:

CARACTERÍSTICAS	VALORES
Nivel de aislamiento	18/30 (36) kV
Naturaleza del conductor	Aluminio

## 8.2 CELDAS DE DISTRIBUCIÓN SECUNDARIA

### 8.2.1 CELDAS DE LÍNEA

Se instalarán dos celdas de línea función interruptor de línea, aislamiento aire-corte SF6, tipo SM6 36 kV, conteniendo:

- 1 interruptor seccionador, 36 kV, 630 A, 20 kA, mando manual
- 1 seccionador de puesta a tierra
- Juego de barras tripolares 630 A
- Indicadores testigo de presencia de tensión
- Conectada y equipada con tres sensores de temperatura
- Bornes para conexión de cable
- Embarrado de PAT

Dimensiones:      Altura:      2250 mm  
                          Anchura:     750 mm  
                          Profundidad: 1500 mm

### 8.2.2 CELDAS DE PROTECCIÓN DE TRAFU

Se instalarán tres celdas protección de trafo, función interruptor automático, tipo SM6 36 kV, 630 A 20 kA con:

- Interruptor automático y seccionador en SF6
- Mando manual con bobina de disparo a 230 Vca
- 3 captadores de intensidad
- 1 seccionador de puesta a tierra
- Juego de barras tripolar 630 A
- Indicadores testigo de presencia de tensión
- Relé Sepam T20 a 230 Vca para detección de fase y homopolar
- Enclavamiento por cerradura E21
- Tres sensores de temperatura

Dimensiones:      Altura:      2250 mm  
                          Anchura:     750 mm  
                          Profundidad: 1632 mm

## 8.3 TRANSFORMADOR DE POTENCIA

Se instalarán 3 transformadores trifásicos de aluminio, aislamiento seco, refrigeración natural, grado de protección IP00, placa de características y toma

Potencia:                      1000 kVA  
Frecuencia:                  50 Hz

Tensión primaria:	33.000 kV
Tensión secundaria:	B2=420 V
Nivel de aislamiento nominal:	Circuito primario: 70 kV Circuito secundario: 10 kV
Tensión de aislamiento:	36 kV AC primario / tierra 1,1 kV AC seleccionable
Configuración del devanado:	Dyn11
Regulación:	+2.5%, +5%, +7.5%, +10%
Nivel de potencia sonora:	50 dB
Dimensiones:	Altura: 2180 mm Anchura: 990 mm Longitud: 1720 mm

#### **8.4 CABLES DE MT PARA CONEXIÓN ENTRE TRANSFORMADOR Y APARAMENTA.**

La conexión entre las celdas A.T. y el transformador se realizará mediante cables 18/30 (36) kV del tipo RHZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x95 Al, empleando 3 (por fase).

#### **8.5 PUENTES DE BAJA TENSIÓN**

La unión entre las bornas BT del transformador y el cuadro de BT se efectuará por medio de cables aislados unipolares de aluminio del tipo XZ1, con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) de 0,6/1 kV y cubierta de poliolefina, de 240 mm<sup>2</sup> de sección, 4x(3x1x240) + 2x240.

La conexión del cuadro de BT con el transformador se hará mediante un puente único.

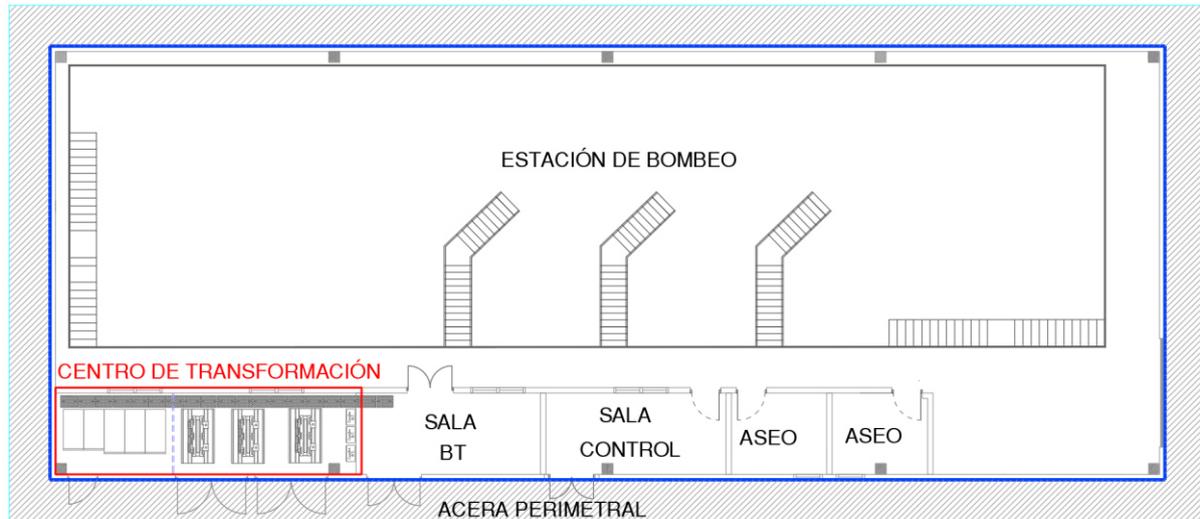
#### **8.6 CUADRO DE BAJA TENSIÓN**

Se instalarán tres cuadros de baja tensión (uno por trafo), con envolvente metálica y dos puertas independientes. En la parte superior un interruptor automático 1600 A y en la parte inferior la conexión de salida con 1 salida directa del interruptor.

### **9 CARACTERÍSTICAS DEL LOCAL**

#### **9.1 DIMENSIONAMIENTO**

Dentro del edificio de bombeo se ha proyectado un recinto rectangular de 38,40 m<sup>2</sup> construidos y 33,00 m<sup>2</sup> de superficie útil, 11,00 m de largo y 3,00 m de ancho.



Junto al centro de transformación se ha dispuesto una sala para albergar los cuadros y equipos necesarios de baja tensión.

El dimensionamiento del recinto permite:

- El movimiento y colocación en su interior de los elementos y maquinaria necesarios para la realización adecuada de la instalación.
- La ejecución de las maniobras propias de su explotación (operación y mantenimiento) en condiciones óptimas de seguridad para las personas que lo realicen, según ITC-RAT 14.
- El mantenimiento del material, así como la sustitución de cualquiera de los elementos que constituyen el mismo, sin necesidad de proceder al desmontaje o desplazamiento del resto.
- La instalación del transformador de tensión, las celdas y apartada de MT.

## 9.2 UBICACIÓN

El emplazamiento elegido del centro de transformación permite el tendido de todas las canalizaciones subterráneas previstas y, el hecho de estar adosado a la sala de baja tensión, facilita la conexión entre la salida del transformador y el cuadro general de distribución en baja tensión.

No hay presencia de nivel freático en el área de implantación.

## 9.3 ACCESOS

El acceso al centro de transformación será directo desde la calle, no permitiéndose la entrada al mismo desde la propia estación de bombeo, impidiendo de esta forma, el acceso a personas ajenas al servicio.

Las puertas de acceso se situarán en una única fachada, en la pared frontal. El edificio dispondrá de dos puertas de 2,54 m de alto y 2,5 m de ancho, formadas por dos hojas

de la misma anchura, para acceso a la sala de los transformadores de tensión, y una puerta de 1,0 m de ancho y 2,20 de alto para el acceso del personal.

Todas las puertas son abatibles, con apertura hacia el exterior. La puerta peatonal dispondrá de un sistema de retención de forma que quede abierta mientras haya en el interior personal de servicio.

Estarán fabricadas de chapa de acero galvanizado, dispondrán de un sistema de cierre con objeto de evitar aperturas intempestivas de las mismas. Las puertas estarán abisagradas para que se puedan abatir 180º hacia el exterior, y se podrán mantener 90º con un retenedor metálico. El grado de protección será como mínimo IP 23, IK 10.

Tanto la carpintería como la cerrajería será metálica y de suficiente solidez para garantizar la inaccesibilidad.

#### 9.4 CANALIZACIONES

Las canalizaciones subterráneas enlazarán con el local de manera que permitan el tendido directo de conductores a partir de la vía de acceso.

Los cables entraran en el centro de transformación a través de tubos. Los tubos serán de polietileno de alta densidad y tendrán un diámetro exterior de 200 mm. Su superficie interior será lisa y no se admitirán curvaturas. Se sellarán con espumas impermeables y expansibles.

Los cables discurrirán por el local a través de canales, que lleguen hasta las celdas y transformadores correspondientes. Los canales irán protegidos por angulares de acero laminados en frío o similar, de lados iguales, sobre los cuales se apoyarán las tapas de los canales.

En los tubos no se admitirán curvaturas, y en los canales los radios de curvatura serán tales que permitan el tendido de conductores cumpliendo los radios mínimos de curvatura reglamentarios. El radio de curvatura que adopten los cables no será menor de 0,6 m.

#### 9.5 VENTILACIÓN

Con el fin de evitar calentamientos excesivos, se dispondrá en la sala de una ventilación adecuada. La elevada pérdida calorífica de los transformadores de tensión de 1.000 KVAS de potencia, implican la necesidad de instalar superficies excesivamente grandes para ventilación natural. Para poder reducir estas superficies, el recinto dispondrá de ventilación natural y ventilación forzada. Los cálculos están desarrollados en el anejo núm. 4.

Para diseñar la ventilación del edificio se han tenido en cuenta los tres trafos a instalar.

Para la entrada de aire, se dispondrá 4 rejillas de 0,76 m<sup>2</sup> de superficie cada una de ellas, situadas entre las dos puertas instaladas para la entrada de los trafos. La salida

del aire, se resolverá con la colocación de tres extractores, situados en la parte superior de la fachada, con un caudal de descarga libre de 3.530 m<sup>3</sup>/h, cada uno de ellos.

La ventilación será directa al exterior.

La ventilación forzada dispondrá de dispositivos de parada automática para su actuación en caso de incendio.

Los huecos destinados a la ventilación serán protegidos de forma que impidan el paso de pequeños animales, cuando su presencia pueda ser causa de averías o accidentes y estarán protegidos de tal forma que puedan dar lugar a contactos inadvertidos al introducir por ellos objetos metálicos.

Las rejillas están formadas por lamas en forma de "V" invertida, para evitar la entrada de agua de lluvia en el centro de transformación, y rejilla mosquitera, para evitar la entrada de insectos.

Las rejillas, al igual que el resto de la carpintería metálica, estarán sometidas a un proceso de galvanizado en caliente.

## 9.6 SEÑALIZACIÓN E INSTRUCCIONES

En todas las puertas de acceso al recinto, se colocarán las preceptivas señales normalizadas de riesgo eléctrico, las cuales se fijarán mediante remaches o tornillos.

Se colocarán carteles de advertencia de peligro en todos los puntos que por las características de la instalación lo requieran.

Las señales, placas y advertencias serán de material duradero, insensible a la corrosión e impresas con caracteres indelebles.

## 9.7 CONDICIONES ACÚSTICAS

La sala tendrá un aislamiento acústico de forma que no transmita niveles sonoros superiores a los permitidos en el R.D. 1367/2007.

Caso de sobrepasar esos límites, se tomarán medidas correctoras para minimizar y reducir la emisión de ruido a los valores reglamentarios y reducir la transmisión de vibraciones producidas.

El Real Decreto 1367/2007 regula, en las tablas B1 y B2 del anexo III, los valores límite de inmisión de ruido al medio ambiente exterior y a los locales colindantes del centro de transformación, siendo estos valores función del tipo de área acústica y del uso del local colindante respectivamente.

En nuestro caso, el tipo de área acústica se engloba en la categoría b: Sectores del territorio con predominio de suelo industrial. Los valores límite de inmisión de ruido permitidos son:

- L<sub>kd</sub> (periodo día, de 7:00 a 19:00 h) = 65 dB
- L<sub>ke</sub> (periodo tarde, de 19:00 a 23:00 h) = 65 dB

- L<sub>kn</sub> (periodo noche, de 23:00 a 7:00 h) = 55 dB

Por lo que respecta a la transmisión de ruido a locales colindantes, el R.D. con templa los siguientes:

- Residencial
- Administrativo y de oficinas
- Sanitario
- Educativo y cultural.

Los recintos colindantes al centro de transformación son una sala de baja tensión y el recinto destinado al emplazamiento de los equipos de bombeo. Ambas zonas pueden considerarse de ocupación nula, al no haber presencia de trabajadores de forma habitual en ellas, por lo que carece de aplicación.

Para reducir al máximo posible la transmisión de vibraciones de los transformadores de potencia a la estructura del edificio, se instalará en cada punto de apoyo de los mismos, un amortiguador de baja frecuencia, especialmente diseñado para suspensión de los transformadores.

Los amortiguadores a instalar serán los adecuados en función de la carga estática a soportar, que será función del peso del transformador. Este sistema proporcionará además el anclaje del transformador impidiendo su desplazamiento fortuito y/o paulatino a lo largo del tiempo; no autorizándose ningún otro sistema de anclaje que pudiera propiciar la transmisión mecánica de ruidos o vibraciones a otros elementos del local.

## 9.8 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

En el anejo núm. 5 se desarrolla el cumplimiento de la normativa vigente en materia de protección contra incendios.

## 9.9 ALUMBRADOS ESPECIALES DE EMERGENCIA

No se requieren.

## 9.10 ELEMENTOS Y DISPOSITIVOS PARA MANIOBRA

En el interior de edificio se dispondrá de todos los elementos necesarios para garantizar la seguridad del personal a la hora de realizar las maniobras en las instalaciones de alta tensión.

Estarán en perfecto estado de uso en todo momento, para lo cual se realizarán revisiones periódicas.

## 9.11 INSTRUCCIONES Y ELEMENTOS PARA PRESTACIÓN DE PRIMEROS AUXILIOS

Se colocarán placas con instrucciones sobre los primeros auxilios que deben prestarse a los accidentados por contactos con elementos en tensión.

## 9.12 SERVICIOS AUXILIARES

Las conexiones entre el cuadro y los servicios auxiliares se detallan en el plano núm. 8 para el caso de CT sin telemandar.

## 9.13 INSTALACIONES SECUNDARIAS

### 9.13.1 TOMAS DE FUERZA

Se instalará una toma de fuerza dentro del propio cuadro encargado de dar suministro a los servicios auxiliares.

### 9.13.2 ALUMBRADO

Para la iluminación, el centro de transformación dispondrá de tres luminarias de clase 2, con un grado de protección IP 44 e IK 08, según las Normas UNE-EN 60529 y UNE EN 50 102 respectivamente con base de polipropileno y difusor de policarbonato u otro material no fragmentable y transparente El difusor será desmontable sin necesidad de herramienta.

Sobre la puerta peatonal, se instalará una luminaria de emergencia.

En la jamba opuesta a las bisagras de la apertura de la puerta de entrada de hombre y a una altura del suelo de aproximadamente 1,2 m, se deberá instalar un interruptor omnipolar de clase 2 de montaje saliente de 250 V 10 A, con carcasa de material aislante y grado de protección IP 44 e IK 08, según las Normas UNE-EN 60529 y UNE EN 50 102 respectivamente.

Para ejecución del circuito de alumbrado y servicios auxiliares se utilizarán conductores del tipo HO7V-K de cobre, alojados en el interior de tubos aislantes y su conexión se realizará de acuerdo a lo indicado en el Esquema conexión servicios auxiliares.

## 9.14 INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

El CT estará provisto de una instalación de puesta a tierra, con objeto de limitar las tensiones de defecto a tierra que puedan producirse en el propio CT.

La instalación de puesta a tierra estará formada por dos circuitos independientes: el correspondiente a la tierra general y el de neutro, que se diseñarán de forma que, ante un eventual defecto a tierra, la máxima diferencia de potencial que pueda aparecer en la tierra de servicio sea inferior a 1.000 V.

La separación mínima entre los electrodos de los mencionados circuitos se calcula en el anejo núm.2.

Se conectarán al circuito de puesta a tierra general siguientes elementos:

- Envolturas y pantallas metálicas de los cables.
- Envoltente metálica de las celdas de distribución secundaria y cuadros de BT.
- Cuba del transformador.
- Bornas de tierra de los detectores de tensión.

- Bornas de puesta a tierra de los transformadores de intensidad de BT.
- Pantallas o enrejados de protección.
- Mallazo equipotencial de la solera.
- Tapas y marco metálico de los canales de cables.

Las rejillas de ventilación y las puertas se instalarán de manera que no estén en contacto con la red de tierra de general del CT.

Al circuito de puesta a tierra de neutro se conectará el neutro de BT del transformador y la barra general de neutro del cuadro de BT.

#### 9.14.1 Elementos constituyentes de la instalación de puesta a tierra

Los elementos constituyentes de la instalación de puesta a tierra son los electrodos de puesta a tierra y las líneas de tierra.

##### Electrodos de puesta a tierra

Dependiendo de las características del CT, la composición de los electrodos estará formada por una combinación de:

- Picas de acero recubierto de cobre de 2 metros de longitud y 14 mm de diámetro, referenciadas en la norma informativa NNZ035 Picas cilíndricas para puesta a tierra.
- Conductores enterrados horizontalmente (cable de cobre C-50).

Las picas se hincarán verticalmente quedando su extremo superior a una profundidad de 0,5 m.

El electrodo horizontal se enterrará a una profundidad igual a la del extremo superior de las picas.

#### 9.14.2 Líneas de puesta tierra

Las líneas de puesta a tierra se realizarán con conductores de cobre desnudo de una sección mínima de 50 mm<sup>2</sup>.

La línea de tierra del neutro estará aislada hasta la primera pica.

#### 9.14.3 Ejecución de la puesta a tierra general

La puesta a tierra general del CT se ejecutará mediante un electrodo horizontal formado por cable de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup> de sección (C-50) soterrado bajo la solera del CT, de forma rectangular, complementada con picas de acero cobreado de 2 m de longitud y 14 mm de diámetro, clavadas en el terreno.

El número de picas será el suficiente para conseguir la resistencia a tierra prevista.

En la instalación de la puesta a tierra general y en la conexión de elementos a la misma, se cumplirán las siguientes condiciones:

1. La parte de la instalación de la puesta a tierra general que discurre por el interior del CT será revisable visualmente en todo su recorrido.

2. Se instalará un borne de conexión y seccionamiento para la medida de la resistencia de tierra en el que será posible la inserción de una pinza amperimétrica para la medición de la corriente de fuga o la continuidad del bucle.
3. Los elementos conectados a tierra no estarán intercalados en el circuito como elementos eléctricos en serie, sino que su conexión al mismo se efectuará mediante derivaciones individuales.
4. No se unirá a la instalación de puesta a tierra general ningún elemento metálico situado en los perímetros exteriores del CT, tales como puertas de acceso, rejillas de ventilación, etc.
5. La pletina de puesta a tierra de las celdas de distribución secundaria se conectará al circuito de tierra general en al menos dos puntos.
6. La envolvente del cuadro de BT (caso de ser metálica) estará conectada al circuito de tierra general, mientras que la pletina de conexión del neutro de BT lo estará al circuito de tierra de neutro.

#### 9.14.4 Ejecución de la puesta a tierra de neutro

Para la puesta a tierra de neutro se utilizará un electrodo constituido por picas alineadas de acero cobreado de 2 m de longitud y 14 mm de diámetro, clavadas en zanja a una profundidad de 0,5 m.

El número de picas a instalar estará determinado por la condición de que la resistencia de puesta a tierra debe ser inferior a  $37\Omega$ .

Al igual que para la puesta a tierra de protección se instalará un borne accesible para la medida de la resistencia de tierra.

La distancia mínima entre los electrodos de puesta a tierra general y de neutro cumplirá la condición de no ser inferior a la obtenida por la fórmula que la determina en el anejo 2.

La línea de tierra se ejecutará con cable de cobre aislado 0,6/1 kV del tipo XZ1 de 50 mm<sup>2</sup> de sección hasta la primera pica. A partir de ahí, el cable será desnudo. Partirá de la pletina de neutro del cuadro de BT y discurrirá, por el fondo de una zanja a una profundidad de 0,5 m hasta conectar con las picas de puesta a tierra.

#### 9.14.5 Medidas adicionales de seguridad para las tensiones de paso y contacto

El valor de las resistencias de puesta a tierra general y de neutro será tal que, en caso de defecto a tierra, las tensiones máximas de paso y contacto no alcancen los valores peligrosos considerados en la ITC-RAT 13.

Si esto no fuera posible, se adoptarán medidas de seguridad adicionales tendentes a adecuar dichos valores de las tensiones de paso y contacto en el exterior del CT.

En cualquier caso, la siguiente medida será de carácter obligatorio: Se construirá exteriormente al CT una acera perimetral de 1 m de ancho por 10 cm de espesor, armada y localizada en la zona normalmente utilizada para acceder al mismo, que

aporte una elevada resistividad superficial incluso después de haber llovido. El armado de la acera perimetral no se conectará a la tierra general.

## 10 ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

En el Anejo núm. 6 desarrolla el preceptivo Estudio de Seguridad y Salud de la obra.

## 11 ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

En el Anejo núm. 7 se recoge el preceptivo Estudio de Gestión de Residuos.

## 12 CARÁCTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS

En el anejo núm. 8 se adjuntan las fichas técnicas de los equipos proyectados.

## 13 PROGRAMA DE LAS OBRAS

En la planificación de las obras no se ha tenido en cuenta la construcción de la sala de transformación, al formar parte de otro edificio, objeto de un proyecto propio.

Las etapas que se han tenido en cuenta son las siguientes:

- Puestas a tierra de protección y servicio.
- Instalación de transformadores de potencia. I
- Instalación de LSMT
- Conexiones en MT.
- Conexiones en BT
- Servicios auxiliares
- Puesta en marcha

La tabla siguiente desglosa el plazo estimado para la ejecución de las distintas etapas:

	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5
P.A.T PROTECCIÓN Y SERVICIO	■				
LOSA DE HORMIGÓN		■			
INSTALACION CELDAS MEDIA TENSIÓN			■		
INSTALACION DE TRANSFORMADORES				■	
INSTALACIÓN CUADROS BAJA TENSIÓN					■
CONEXIONES EN MEDIA TENSIÓN			■		
CONEXIONES EN BAJA TENSIÓN				■	
SERVICIOS AUXILIARES					■
PUESTA EN MARCHA					■

## 14 DOCUMENTOS QUE COMPONEN EL PRESENTE PROYECTO

El presente proyecto consta de los siguientes documentos:

DOCUMENTO Nº1.- MEMORIA Y 8 ANEJOS

DOCUMENTO Nº2.- PLANOS

DOCUMENTO Nº3.- PLIEGO DE CONDICIONES

DOCUMENTO Nº4.- PRESUPUESTO.

## 15 CONCLUSIÓN

Con lo anteriormente expuesto y la documentación que se acompaña: anejos, planos y presupuesto, se considera suficientemente definida la instalación proyectada, sometiéndose a los Organismos Oficiales competentes para su aprobación.

En Zaragoza, a 18 de diciembre de 2023.



Fdo: Pilar Baigorri Soler.  
Ingeniero Industrial. Colegiada núm. 1619

PROYECTO DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN CON TRES TRANSFORMADORES  
DE 1000 KVAS, PARA SUMINISTRO ELÉCTRICO A LA ESTACIÓN DE REBOMBEO  
FOZ DE CALANDA

ANEJO Nº 1  
CÁLCULOS ELÉCTRICOS

---

## ANEJO 1: CÁLCULOS ELÉCTRICOS

### Índice

<b>1</b>	<b>INTENSIDAD EN ALTA TENSIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>DIMENSIONADO DE LAS CONEXIONES EN MT .....</b>	<b>1</b>
<b>3</b>	<b>INTENSIDAD EN BAJA TENSIÓN.....</b>	<b>2</b>
<b>4</b>	<b>DIMENSIONADO DE LAS CONEXIONES BT .....</b>	<b>2</b>
<b>5</b>	<b>CORTOCIRCUITOS .....</b>	<b>3</b>
5.1	OBSERVACIONES .....	3
5.2	CÁLCULO DE CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO .....	3
5.3	CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE ALTA TENSIÓN .....	4
5.4	CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN.....	4



## 1 INTENSIDAD EN ALTA TENSIÓN.

En un transformador trifásico la intensidad del circuito primario  $I_p$  viene dada por la expresión:

$$I_p = S / (1,732 \cdot U_p) ; \text{ siendo:}$$

S = Potencia del transformador en kVA.

$U_p$  = Tensión compuesta primaria en kV.

$I_p$  = Intensidad primaria en A.

Sustituyendo valores:

Transformador	Potencia (kVA)	$U_p$ (kV)	$I_p$ (A)
trafo 1	1000	33	17,50
trafo 2	1000	33	17,50
Trafo 3	1000	33	17,50

## 2 DIMENSIONADO DE LAS CONEXIONES EN MT

Los conductores empleados en la conexión de MT entre el transformador y las celdas serán cables aislados para redes aéreas y subterráneas de Media Tensión.

Tensión nominal de la red = 33 kV → Tensión de aislamiento 18/30 (36 kV)

Sección mínima: 95 mm<sup>2</sup>

La intensidad máxima admisible para esta sección está indicada en la siguiente tabla:

Tabla 6. Intensidades máximas admisibles conductor

Sección nominal de los conductores mm <sup>2</sup>	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: 90° C	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Temperatura del aire: 40° C</li> <li>- Una terna de cables unipolares en contacto mutuo.</li> <li>- Disposición que permita una eficaz renovación del aire.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Temperatura del terreno: 25° C</li> <li>- 3 cables unipolares en tresbolillo</li> <li>- Profundidad de instalación: 1 m</li> <li>- Resistividad térmica del terreno: 1,5 K·m/W</li> <li>- Temperatura aire ambiente: 40°C</li> </ul>

Esta tabla se ha obtenido de la guía FYZ10000 de Endesa que, a su vez, ha obtenido los valores de la ITC LAT 06. Tablas 6 y 13.

La intensidad máxima en régimen permanente que va a circular por estos cables es muy inferior a la intensidad máxima admisible del cable seleccionado.

### 3 INTENSIDAD EN BAJA TENSIÓN.

En un transformador trifásico la intensidad del circuito secundario  $I_s$  viene dada por la expresión:

$$I_s = (S \cdot 1000) / (1,732 \cdot U_s) ; \text{ siendo:}$$

$S$  = Potencia del transformador en kVA.

$U_s$  = Tensión compuesta secundaria en V.

$I_s$  = Intensidad secundaria en A.

Sustituyendo valores:

Transformador	Potencia (kVA)	$U_s$ (V)	$I_s$ (A)
trafo 1	1000	400	1.443,42
trafo 2	1000	400	1.443,42
Trafo 3	1000	400	1.443,42

### 4 DIMENSIONADO DE LAS CONEXIONES BT

La descarga del trafo al cuadro de Baja Tensión se realizará con conductores XLPE 0,6/1kV 240 mm<sup>2</sup> Al unipolares instalados al aire cuya intensidad admisible a 40°C de temperatura ambiente 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 particulares de instalación (instalación al aire, apartado 3.1.4 de la ITC-BT-07).

Consideramos una temperatura de 50°C, que, al ser superior a 40°C será necesario aplicar un factor de corrección  $f_1=0.90$  (Tabla 13 de la ITC-BT-07).

$$I_{adm} (A) = I_{m\acute{a}x.} \cdot f_1 = 420 \cdot 0.90 = 378 A$$

Para el trafo 1, cuya potencia es de 1000 kVA y cuya intensidad en Baja Tensión se ha calculado en el apartado 3, se emplearán 4 conductores por fase y 2 para el neutro.

Para el trafo 2, cuya potencia es de 1000 kVA y cuya intensidad en Baja Tensión se ha calculado en el apartado 3, se emplearán 4 conductores por fase y 2 para el neutro.

Para el trafo 3, cuya potencia es de 1000 kVA y cuya intensidad en Baja Tensión se ha calculado en el apartado 3 se emplearán 4 conductores por fase y 2 para el neutro.

Potencia trafo (kVA)	Tensión del secundario			
	B2 (400 V)			
	Composición del puente mm2 Al (fases+neutro)	In (A)		Iadm (A)
1000	4x(3x1x240)+2x240	1.443,42	<	1.512 A (4x378)
1000	4x(3x1x240)+2x240	1.443,42		1.512 A (4x378)
1000	4x(3x1x240)+2x240	1.443,42		1.512 A (4x378)

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

## 5 CORTOCIRCUITOS

### 5.1 OBSERVACIONES

Para el cálculo de la intensidad primaria de cortocircuito se ha tenido en cuenta una potencia de cortocircuito de 350 MVA en la red de distribución.

### 5.2 CÁLCULO DE CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO

Para el cálculo de las corrientes de cortocircuito utilizaremos las siguientes expresiones:

- Intensidad primaria para cortocircuito en el lado de Alta Tensión:

$$I_{ccp} = S_{cc} / (1,732 \cdot U_p) ; \text{ siendo:}$$

$S_{cc}$  = Potencia de cortocircuito de la red en MVA.

$U_p$  = Tensión compuesta primaria en kV.

$I_{ccp}$  = Intensidad de cortocircuito primaria en kA.

- Intensidad secundaria para cortocircuito en el lado de Baja Tensión (despreciando la impedancia de la red de Alta Tensión):

$$I_{ccs} = (100 \cdot S) / (1,732 \cdot U_{cc} (\%) \cdot U_s) ; \text{ siendo:}$$

$S$  = Potencia del transformador en kVA.

$U_{cc} (\%)$  = Tensión de cortocircuito en % del transformador.

$U_s$  = Tensión compuesta en carga en el secundario en V.

$I_{ccs}$  = Intensidad de cortocircuito secundaria en kA.

### 5.3 CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE ALTA TENSIÓN

Sc <sub>c</sub> (MVA)	U <sub>p</sub> (kV)	I <sub>ccp</sub> (kA)
350	33	6.12

### 5.4 CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN

Transformador	Potencia (kVA)	U <sub>s</sub> (V)	U <sub>cc</sub> (%)	I <sub>ccs</sub> (kA)
trafo 1	1000	400	6	24.06
trafo 2	1000	400	6	24.06
trafo 3	1000	400	6	24.06

PROYECTO DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN CON TRES TRANSFORMADORES  
DE 1000 KVAS, PARA SUMINISTRO ELÉCTRICO A LA ESTACIÓN DE REBOMBEO  
FOZ DE CALANDA

ANEJO Nº 2  
CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS DE PUESTA A TIERRA

## ANEJO 2: CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS DE PUESTA A TIERRA

### Índice

<b>1</b>	<b>CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA INSTALACIÓN .....</b>	<b>1</b>
1.1	PUESTA A TIERRA GENERAL .....	1
1.2	PUESTA A TIERRA DEL NEUTRO .....	1
<b>2</b>	<b>DATOS DE PARTIDA .....</b>	<b>1</b>
<b>3</b>	<b>INVESTIGACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO .....</b>	<b>1</b>
<b>4</b>	<b>DETERMINACIÓN DE LA INTENSIDAD DE DEFECTO A TIERRA Y DEL TIEMPO MÁXIMO DE ELIMINACIÓN DEL DEFECTO .....</b>	<b>2</b>
4.1	RESISTENCIA MÁXIMA DE LA PUESTA A TIERRA GENERAL DEL CT .....	2
4.2	INTENSIDAD DE DEFECTO Y PARÁMETROS DE LA RED .....	2
<b>5</b>	<b>CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DEL SISTEMA DE TIERRA .....</b>	<b>3</b>
5.1	TIERRA DE PROTECCIÓN.....	3
5.2	TIERRA DE SERVICIO .....	4
<b>6</b>	<b>CÁLCULO DE LAS TENSIONES EN EL EXTERIOR DE LA INSTALACIÓN .....</b>	<b>5</b>
<b>7</b>	<b>VALORES MÁXIMOS DE TENSIÓN ADMISIBLES .....</b>	<b>5</b>
<b>8</b>	<b>COMPROBACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LAS CONDICIONES EXIGIDAS .....</b>	<b>7</b>
8.1	SEGURIDAD PARA LAS PERSONAS .....	7
8.1.1	TENSIONES DE PASO Y DE CONTACTO EN EL INTERIOR DEL CT.....	7
8.1.2	TENSIÓN DE CONTACTO EN EL EXTERIOR DEL CT .....	7
8.1.3	TENSIÓN DE PASO EN EXTERIOR Y DE PASO EN EL ACCESO AL CT.....	7
8.1.4	PROTECCIÓN DEL MATERIAL.....	8
<b>9</b>	<b>SEPARACIÓN ENTRE LOS SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA GENERAL Y DE NEUTRO</b>	<b>8</b>



## 1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA INSTALACIÓN

### 1.1 PUESTA A TIERRA GENERAL

En el diseño del sistema de puesta a tierra general se tendrán 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.

### 1.2 PUESTA A TIERRA DEL 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  $37\Omega$ .

## 2 DATOS DE PARTIDA

Los datos necesarios para realizar el cálculo son los siguientes:

U: Tensión de servicio de la red de media tensión (V)

Ubt: Nivel de aislamiento de las instalaciones de BT (V)

$\rho$ : Resistividad del terreno ( $\Omega\text{xm}$ )

$\rho\text{H}$  hormigón ( $\Omega\text{xm}$ ): 3000.

Imax d: Intensidad máxima de defecto (A)

Duración de la falta:

Se considera 1 s

Características de la red de alimentación:

- Tensión de servicio, U = 33000 V.
- Neutro aislado
- Características del terreno:
  - terreno ( $\Omega\text{ xm}$ ): 150.
  - H hormigón ( $\Omega\text{ xm}$ ): 3000.

## 3 INVESTIGACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO

Al no existir una investigación preliminar del terreno durante la fase de redacción de este proyecto, se ha procedido a estimar el valor de resistividad del mismo.

La obtención de este valor se ha realizado por medio de la tabla 1 de la Instrucción técnica complementaria MIE-RAT 13: Instalaciones de puesta a tierra.

Del estudio geotécnico realizado en la zona donde se va a instalar el centro de transformación, se deduce la tipología del terreno.

MIE-RAT 13. TABLA 1

NATURALEZA DEL TERRENO	RESISTIVIDAD EN OHMIOS*METRO
Margas y arcillas compactas	100 a 200

Para realizar el cálculo de la instalación de puesta a tierra, se adopta una resistividad del terreno de 150  $\Omega$ m.

No obstante, antes de ejecutar la instalación se realizará una medición de la resistividad real del terreno

#### 4 DETERMINACIÓN DE LA INTENSIDAD DE DEFECTO A TIERRA Y DEL TIEMPO MÁXIMO DE ELIMINACIÓN DEL DEFECTO

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

$$I_E = r \times I_d$$

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

##### 4.1 RESISTENCIA MÁXIMA DE LA PUESTA A TIERRA GENERAL DEL CT

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

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

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

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

##### 4.2 INTENSIDAD DE DEFECTO Y PARÁMETROS DE LA RED

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.

Para el cálculo de la corriente máxima 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  $R_t$  es nulo:

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

Siendo:

$I_d$ : Intensidad de defecto a tierra del CT (A).

$I_{m\acute{a}x\_d}$ : Intensidad máxima de defecto a tierra de la red (A).

$c$ : factor de tensión indicado en la norma UNE-EN 60909-0, de valor 1,1.

$R_t$ : Resistencia de la puesta a tierra de protección del CT ( $\Omega$ )

$U$ : Tensión de servicio de la red MT (V).

$C$ : Capacidad entre fase y tierra de los cables y líneas de salida de la subestación (F).  
 $C = C_a \cdot L_a + C_c \cdot L_c$

$C_a$ : Capacidad homopolar de la línea aérea (F/Km). Normalmente se adopta  $C_a = 0,006 \mu\text{F/Km}$ .

$L_a$ : Longitud total de las líneas aéreas de media tensión subsidiarias de la misma transformación AT/MT (Km).

$C_c$ : Capacidad homopolar de la línea subterránea (F/Km). Normalmente se adopta  $C_c = 0,25 \mu\text{F/Km}$ .

$L_c$ : Longitud total de las líneas subterráneas de media tensión subsidiarias de la misma transformación AT/MT (Km).

Al no disponer la información de estas longitudes, se estiman los siguientes valores:

$L_a$  (Km): 10

$L_c$  (Km): 10

$\omega$ : Pulsación de la corriente ( $\omega = 2 \cdot \pi \cdot f = 2 \cdot \pi \cdot 50 = 314,16 \text{ rad/s}$ ).

## 5 CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DEL SISTEMA DE TIERRA

### 5.1 TIERRA DE PROTECCIÓN

Para el cálculo de la resistencia de la puesta a tierra de las masas ( $R_t$ ), se utiliza la siguiente fórmula:

$$R_t = K_r \cdot \rho \ (\Omega)$$

El electrodo adecuado para este caso tiene las siguientes propiedades:

- Configuración seleccionada: 80-40/5/42
- Geometría: Anillo
- Dimensiones (m): 7x4
- Profundidad del electrodo (m): 0.5
- Número de picas: 4
- Longitud de las picas (m): 2

Los parámetros característicos de este electrodo son:

- De la resistencia,  $K_r (\Omega/\Omega\text{xm}) = 0,072$
- De la tensión de paso,  $K_p (V/((\Omega \text{ xm})A)) = 0,0154$
- De la tensión de contacto exterior,  $K_c (V/((\Omega\text{xm})A)) = 0,0338$

Sustituyendo valores en la expresión anterior:

$$R_t = 10,8 \Omega$$

La intensidad de defecto se obtiene resolviendo la siguiente expresión:

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

Sustituyendo valores

$$I_d = 50,55 \text{ A}$$

La tensión de defecto se obtiene de la siguiente fórmula:

$$U_d = R_t \cdot I_d \rightarrow U_d = 549,94 \text{ V}$$

El aislamiento de las instalaciones de baja tensión del CT,  $U_{bt}$ , deberá ser mayor a la tensión de defecto calculada. Los valores normalmente utilizados de máxima tensión soportada por la instalación de BT del CT son: 4000, 6000, 8000 y 10000 voltios.

## 5.2 TIERRA DE SERVICIO

El electrodo adecuado para este caso tiene las siguientes propiedades:

- Configuración seleccionada: 5/32.
- Geometría: Picas en hilera.
- Profundidad del electrodo (m): 0.5.
- Número de picas: 3.
- Longitud de las picas (m): 2.
- Separación entre picas (m): 3.

Los parámetros característicos de este electrodo son:

De la resistencia,  $K_r (\Omega/\Omega\text{xm}) = 0,135$ .

Sustituyendo valores:

$$R_{t\text{NEUTRO}} = K_r \cdot \rho = 0.135 \cdot 150 = 20,25 \Omega < 37 \Omega$$

## 6 CÁLCULO DE LAS TENSIONES EN EL EXTERIOR DE LA INSTALACIÓN

La tensión de paso en el exterior ( $U'p$ ) y la tensión de contacto ( $U'c$ ) vienen dadas por las características del electrodo y la resistividad del terreno. Se calculan mediante las siguientes fórmulas:

$$U'p = K_p \cdot \rho \cdot I_d$$

$$U'c = K_c \cdot \rho \cdot I_d$$

Sustituyendo valores:

$$U'p = 0,0154 \times 150 \times 50,55 = 116,77 \text{ V}$$

$$U'c = 0,0338 \times 15 \times 50,55 = 256,28 \text{ V}$$

Con el fin de evitar la aparición de tensiones de contacto elevadas en el exterior de la instalación, las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del centro no tendrán contacto eléctrico alguno con masa conductoras que, a causa de defectos o averías, sean susceptibles de quedar sometidas a tensión.

Con estas medidas de seguridad no sería necesario calcular las tensiones de contacto en el exterior, ya que serían prácticamente nulas.

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

$$\text{Tensión de paso máxima en el acceso: } U'p (\text{acc}) = K_c \cdot \rho \cdot I_d = 256,28 \text{ V}$$

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

## 7 VALORES MÁXIMOS DE TENSIÓN ADMISIBLES

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

**Tabla 4. Tensión de contacto aplicada admisible, Tabla 1 ITC-RAT 13**

Duración de la falta $t_f$ (s)	Tensión de contacto aplicada admisible $U_{ca}$ (V)
0,05	735
0,1	633
0,2	528
0,3	420
0,4	310
0,5	204
1	107
2	90
5	81
10	80
>10	50

Para un tiempo de 1 s, la tensión de contacto aplicada admisible es de 107 V.

A partir de este valor admisible de tensión aplicada ( $U_{ca}$ ), se determina la máxima tensiones de contacto ( $U_c$ ), máxima tensión de paso ( $U_p$ ) y máxima tensión en el acceso ( $U_p(\text{acc})$ ) admisibles en la instalación, considerando todas las resistencias que intervienen entre el punto en tensión y el terreno:

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

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

$$U_{pacc} = 10 U_{ca} \left[ 1 + \frac{2 R_{a1} + 3 \rho_s C_s + 3 \rho_H C_H}{1000} \right]$$

Donde:

$U_{ca}$ : tensión de contacto aplicada admisible

$R_{a1}$ : resistencia adicional del calzado. El Reglamento de instalaciones eléctricas de alta tensión permite utilizar valores de 2.000  $\Omega$  para esta resistencia.

$\rho_s$ : resistividad del terreno

$\rho_H$ : resistividad del hormigón, 3000  $\Omega\text{m}$

$C_s$ : Coeficiente reductor de la resistencia del terreno. ( $C_s=1$ )

$C_H$ : Coeficiente reductor de la resistencia del hormigón. ( $C_H=0,5$ )

## 8 COMPROBACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LAS CONDICIONES EXIGIDAS

### 8.1 SEGURIDAD PARA LAS PERSONAS

#### 8.1.1 TENSIONES DE PASO Y DE CONTACTO EN EL INTERIOR DEL CT

Al estar la losa del CT dotada de un mallazo equipotencial, no existe riesgo por tensiones de paso o contacto en el interior, ya que serán prácticamente nulas.

#### 8.1.2 TENSIÓN DE CONTACTO EN EL EXTERIOR DEL CT

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

#### 8.1.3 TENSIÓN DE PASO EN EXTERIOR Y DE PASO EN EL ACCESO AL CT

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

$$U'p \leq Up$$

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

$$U'p(acc) \leq Up(acc)$$

**Sustituyendo valores en las fórmulas del punto 3.5, obtenemos:**

$$Up = 10 * 107 \left( 1 + \frac{2 * 2000 + 6 * 150}{1000} \right) = 6.313 V$$

$$U_{pacc} = 10 * 107 \left( 1 + \frac{2 * 2000 + 3 * 150 + 3 * 3000 * 0,5}{1000} \right) = 10.646,5 V$$

Concepto	Valor calculado	Valor admisible
Tensión de paso en el exterior	$U_p = 116,77 V$	$\leq U_p = 6.313 V$
Tensión de paso en el acceso	$U_p (acc) = 3.029,53 V$	$\leq U_p (acc) = 10.646,5 V$

#### 8.1.4 PROTECCIÓN DEL MATERIAL

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

$$U_d \leq U_{bt}$$

$$70,96 V \leq 10000 V$$

## 9 SEPARACIÓN ENTRE LOS SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA GENERAL Y DE NEUTRO

Para garantizar que el sistema de puesta a tierra de servicio no alcance tensiones elevadas cuando se produce un defecto, existirá una distancia de separación mínima entre los electrodos de los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio.

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

$$D \geq \rho_s \cdot I_d / 2 \cdot \pi \cdot U_i, \text{ donde:}$$

D: Distancia entre circuitos de puesta a tierra (m).

$\rho_s$ : Resistividad media del terreno ( $\Omega \cdot m$ ).

$I_d$ : Intensidad de defecto por el electrodo seleccionado (A).

$U_i$ : Tensión inducida sobre el electrodo de puesta a tierra de neutro (V). Se adopta  $U_i = 1.000 V$ .

Sustituyendo valores:  **$D \geq 1,20 m$**

PROYECTO DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN CON TRES TRANSFORMADORES  
DE 1000 KVAS, PARA SUMINISTRO ELÉCTRICO A LA ESTACIÓN DE REBOMBEO  
FOZ DE CALANDA

ANEJO Nº 3  
ESTUDIO DE CAMPOS MAGNÉTICOS

---

## ANEJO 3: ESTUDIO DE CAMPOS MAGNÉTICOS

### Índice

<b>1</b>	<b>OBJETO .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>NORMATIVA VIGENTE .....</b>	<b>1</b>
<b>3</b>	<b>CÁLCULO DEL CAMPO MAGNÉTICO .....</b>	<b>2</b>
<b>4</b>	<b>CÁLCULO DEL CAMPO MAGNÉTICO GENERADO POR EL CABLEADO DE MEDIA TENSIÓN A LA ENTRADA DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN .....</b>	<b>4</b>
<b>5</b>	<b>CAMPO MAGNÉTICO GENERADO POR EL CABLEADO EN LOS TRAFOS .....</b>	<b>4</b>
<b>6</b>	<b>ENSAYOS Y PRUEBAS.....</b>	<b>5</b>



## 1 OBJETO

El objeto de este estudio es estimar las emisiones de campo magnético en el exterior de la sala de transformación con el propósito de comprobar el cumplimiento de los límites establecidos por la normativa vigente.

El estudio comprende el cálculo de los niveles máximos del campo magnético que por razón del funcionamiento de la sala de transformación pueden alcanzarse en su entorno, y su evaluación comparativa con los límites establecidos en la normativa vigente.

## 2 NORMATIVA VIGENTE

El R.D. 337/2014 de 9 de mayo, recoge el "Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión" (RAT). Este Reglamento limita los campos electromagnéticos en la proximidad de instalaciones de alta tensión, remitiendo al R.D. 1066/2001.

El R.D. 1066/2001 de 28 de septiembre, por el que se aprueba el "Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a las emisiones radioeléctricas", adopta medidas de protección sanitaria de la población estableciendo unos límites de exposición del público a campos electromagnéticos procedentes de emisiones radioeléctricas acordes a las recomendaciones europeas.

En el RAT, las limitaciones y justificaciones necesarias aparecen indicadas en las instrucciones técnicas complementarias siguientes:

- ITC-RAT-14. INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE INTERIOR. 4.7: Limitación de los campos magnéticos en la proximidad de instalaciones de alta tensión.
- ITC-RAT-15. INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE EXTERIOR. 3.15: Limitación de los campos magnéticos en la proximidad de instalaciones de alta tensión.
- ITC-RAT-20. ANTEPROYECTOS Y PROYECTOS. 3.2.1: Memoria.

En relación al campo magnético generado por los transformadores de potencia, se aplica la norma UNE-CLC/TR 50453 IN de noviembre de 2008, "Evaluación de los campos electromagnéticos alrededor de los transformadores de potencia".

Aunque la medida de campos magnéticos no es objeto del presente documento, a continuación, se indican las normas aplicables a la misma:

1. Norma UNE-EN 62110 de mayo de 2013. "Campos eléctricos y magnéticos generados por sistemas de alimentación en corriente alterna. Procedimientos de medida de los niveles de exposición del público en general".

2. Norma UNE-EN 61786-1 de octubre de 2014. "Medición de campos magnéticos en corriente continua, campos eléctricos y magnéticos en corriente alterna de 1 Hz a 100 kHz. Parte 1: Requisitos para los instrumentos de medida".

### 3 CÁLCULO DEL CAMPO MAGNÉTICO

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 tipologías de cableado susceptible de generar un campo electromagnético relevante:

- Cableado de media tensión entre las celdas y los trafos.
- Cableado de baja tensión a la salida de los trafos.

Para evitar que se generen campos magnéticos en el entorno del cableado situado en las zanjas, todo el cableado, a excepción del cableado de entrada y salida a los trafos, discurrirá trenzado de manera que los campos, de manera que los campos eléctricos generados por cada una de las líneas se anulen entre sí.

En el siguiente apartado se justifica el campo magnético generado por el cableado trenzado.

Por lo que respecta a los niveles de campo magnético permitidos, el RD 1066/2001, en su anexo II, apartado 3.1, cuadro 2, establece las restricciones básicas para campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos (0 Hz-300 GHz):

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 - ( $\mu$ T)	Densidad de potencia equivalente de onda plana - (W/m <sup>2</sup> )
0-1 Hz	-	$3,2 \times 10^4$	$4 \times 10^4$	-
1-8 Hz	10.000	$3,2 \times 10^4 / f^2$	$4 \times 10^4 / f^2$	-
8-25 Hz	10.000	$4.000/f$	$5.000/f$	-
<b>0,025-0,8 kHz</b>	<b>250/f</b>	<b>4/f</b>	<b>5/f</b>	-
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	$87/f^{1/2}$	$0,73/f$	$0,92/f$	-

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/m <sup>2</sup> )
10-400 MHz	28	0,73/f	0,092	2
400-2.000 MHz	1.375 f <sup>1/2</sup>	0,0037 f <sup>1/2</sup>	0,0046 f <sup>1/2</sup>	f/200
2-300 GHz	61	0,16	0,20	10

Para el campo magnético generado a la frecuencia industrial de 50 Hz, el límite establecido es de 100 microteslas (100 μT).

El campo magnético generado en un punto P, será la suma de los campos magnéticos generados por cada una de las fases del cableado.

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

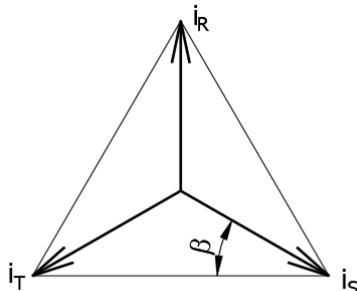
Suponiendo que la corriente está concentrada en el centro del cableado, para cada fase se tiene:

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

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

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

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



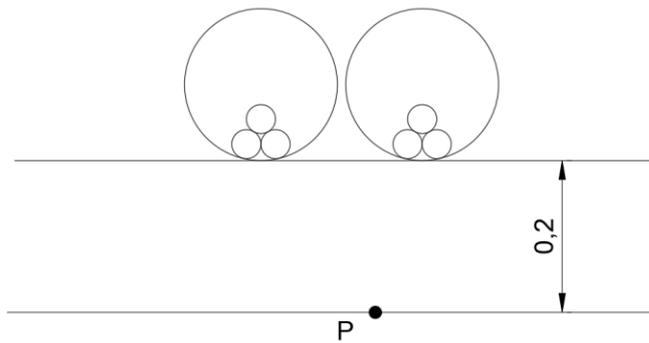
Por lo que teniendo en cuenta que  $\beta=30^\circ$ :

$$i_s = i_T = -i_R \times \sin 30 = -i_R/2$$

## 4 CÁLCULO DEL CAMPO MAGNÉTICO GENERADO POR EL CABLEADO DE MEDIA TENSIÓN A LA ENTRADA DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Consideramos la situación más desfavorable, teniendo en cuenta la intensidad máxima admisible del conductor.

En nuestro caso, a la sala de transformación llegan dos ternas de conductor 1x3x150 mm<sup>2</sup> Al, 18/30 (36) kV, enterrado bajo tubos de 200 mm de diámetro. La intensidad máxima admisible es 245 A.



Bajo estas condiciones, considerando también un punto P situado a 20 cm del cableado, se obtiene los siguientes resultados:

Terna	Fase	Distancia a P (m)	B (μT)
1	R	0,2954	165,88
	S	0,2785	-87,97
	T	0,2573	-95,22
2	R	0,2619	187,09
	S	0,2256	-108,60
	T	0,2357	-103,95
<b>Campo total:</b>			<b>-42,77</b>

El campo magnético total es menor de los 100 μT máximos permitidos.

## 5 CAMPO MAGNÉTICO GENERADO POR EL CABLEADO EN LOS TRAFOS

Tanto los transformadores, como toda la aparamenta interior se proyectan de la marca Schneider, y se trata, por tanto, de productos homologados. Fabricados acordes a toda normativa vigente que le es de aplicación.

Conforme a valores medidos en instalaciones y los ensayos realizados, se puede garantizar que el valor máximo del campo magnético del centro de transformación cumple las limitaciones máximas impuestas por la legislación.

## 6 ENSAYOS Y PRUEBAS

Tras la ejecución del centro de transformación y durante la puesta en marcha, se realizarán mediciones por parte de una empresa especializada en los cerramientos del edificio del CT (caras exteriores), para comprobar los niveles según RD 1066/2001.

PROYECTO DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN CON TRES TRANSFORMADORES  
DE 1000 KVAS, PARA SUMINISTRO ELÉCTRICO A LA ESTACIÓN DE REBOMBEO  
FOZ DE CALANDA

ANEJO Nº 4  
CÁLCULOS DE VENTILACIÓN

---

## ANEJO 4: CÁLCULO DE VENTILACIÓN

### Índice

<b>1</b>	<b>DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN NATURAL DE LA SALA .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>CÁLCULO DE LA VENTILACIÓN FORZADA.....</b>	<b>2</b>



## 1 DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN NATURAL DE LA SALA

Para el cálculo de la superficie mínima de las rejillas de entrada de aire en el edificio del centro de transformación, se utiliza la siguiente expresión:

$$Sr = ( Wcu + Wfe ) / ( 0,24 \cdot k \cdot \sqrt{ h \cdot \Delta T^3 } ), \text{ siendo:}$$

Wcu = Pérdidas en el cobre del transformador, en kW.

Wfe = Pérdidas en el hierro del transformador, en kW.

k = Coeficiente en función de la forma de las rejillas de entrada de aire, 0,5.

h = Distancia vertical entre centros de las rejillas de entrada y salida, en nuestro caso es de 2,91 m.

$\Delta T$  = Diferencia de temperatura entre el aire de salida y el de entrada, 15°C.

Sr = Superficie mínima de la rejilla de entrada de ventilación del transformador, en m<sup>2</sup>.

De acuerdo a los datos facilitados por el fabricante, los transformadores proyectados tienen unas pérdidas en vacío de 1604 W y en plena carga de 9900 W.

Para dimensionar la superficie necesaria de rejilla de ventilación, consideramos la suma total de estas pérdidas, es decir, 11504 W.

Sustituyendo valores en la fórmula anterior, la superficie total de rejilla necesaria para la ventilación de la sala de trafos es 2,91 m<sup>2</sup>.

TRAFO 1:

$$Sr = \frac{11,504}{0,24 * 0,5 * \sqrt{2,91 * (15)^3}} = 0,97 \text{ m}^2$$

TRAFO 2:

$$Sr = \frac{11,504}{0,24 * 0,5 * \sqrt{2,91 * (15)^3}} = 0,97 \text{ m}^2$$

TRAFO 3:

$$Sr = \frac{11,504}{0,24 * 0,5 * \sqrt{2,91 * (15)^3}} = 0,97 \text{ m}^2$$

## 2 CÁLCULO DE LA VENTILACIÓN FORZADA

Para el cálculo de la ventilación forzada partimos de las pérdidas indicadas por el fabricante de los transformadores.

Pérdidas/transformador=11504 W

Por lo tanto, realizamos los cálculos considerando una cesión al ambiente de 34512 W correspondientes a los tres transformadores que se van a instalar en la sala y aplicamos la siguiente fórmula:

$$Q = \frac{C(W)}{0,34 * (t_i - t_e)}$$

Donde:

- C es la cantidad de calos cedida por los transformadores al ambiente.
- (ti-te) es la diferencia máxima admisible entre la temperatura interior y le del exterior. Se utiliza un valor entre 10 y 15. En nuestro caso, para estar del lado de la seguridad, aplicaremos 10.
- Q es el caudal de aire necesario en m3/h.

Sustituyendo valores en la expresión anterior:

$$Q = \frac{34512}{0,34 * 10} = 10.150,60 \text{ m}^3/\text{h}$$

En el plano núm. 4 se detalla el cumplimiento de estas exigencias.

PROYECTO DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN CON TRES TRANSFORMADORES  
DE 1000 KVAS, PARA SUMINISTRO ELÉCTRICO A LA ESTACIÓN DE REBOMBEO  
FOZ DE CALANDA

ANEJO Nº 5  
PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

---

## ANEJO 5: PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

### Índice

<b>1</b>	<b>SISTEMAS CONTRAINCENDIOS</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>CUMPLIMIENTO DEL C.T.E</b> .....	<b>2</b>
2.1	DOCUMENTO BÁSICO: SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIO DB SI .....	2
2.1.1	DB SI-1. PROPAGACIÓN INTERIOR .....	2
2.1.2	DB SI-2. PROPAGACIÓN EXTERIOR.....	3
2.1.3	DB SI-3. EVACUACIÓN DE OCUPANTES .....	3
2.1.4	DB SI-6. RESISTENCIA AL FUEGO DE LA ESTRUCTURA .....	3



## 1 SISTEMAS CONTRAINCENDIOS

Para la determinación de las protecciones contra incendios que puedan originarse por las instalaciones eléctricas de alta tensión, se tendrá en cuenta:

- La posibilidad de propagación del incendio a otras partes de la instalación
- La posibilidad de propagación del incendio al exterior de la instalación por lo que respecta a daños a terceros.
- La presencia o ausencia de personal de servicio permanente en la instalación
- La naturaleza y resistencia al fuego de la estructura del edificio y de sus cubiertas
- La disponibilidad de medios públicos de lucha contra incendios

Al tratarse de un local contemplado en el párrafo c) del apartado 2 de la ITC-RAT 14 (locales o recintos previstos para alojar en su interior instalaciones eléctricas, situados en el interior de edificios destinados a otros usos), se aplican las disposiciones reguladoras de la protección contra incendio del Código Técnico de la Edificación (CTE), en lo que respecta a las características de los materiales de construcción, resistencia al fuego de las estructuras, compartimentación, evacuación y, en particular, sobre aquellos aspectos no recogidos en el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23, y afecten a la edificación.

Además del cumplimiento de las prescripciones establecidas en el CTE, con carácter general se adoptarán las siguientes medidas:

### SISTEMAS DE EXTINCIÓN

Los transformadores de tensión se proyectan con aislamiento seco, por lo que no se requiere instalar en la sala de transformación ningún sistema fijo de extinción.

Al tratarse de una instalación que no va a disponer de personal fijo en su interior, este personal deberá llevar, como mínimo, en sus vehículos dos extintores de eficacia mínima 89B.

### RESISTENCIA AL FUEGO DE LA ENVOLVENTE

La sala de transformación proyectada, junto a la sala contigua donde se instalarán los diferentes cuadros y equipos de baja tensión, constituirán un sector de incendio, dentro del edificio de bombeo donde se ubican.

### PANTALLAS

Si bien, los transformadores proyectados se instalarán juntos, al no tener aislamiento de aceite, no precisan estar protegidos de proyecciones de aceite derivadas de averías de los trafos contiguos, por lo que no se requiere instalar pantalla de protección.

## 2 CUMPLIMIENTO DEL C.T.E

A continuación, se detallan los requisitos que debe cumplir el local de transformación en lo que respecta a las características de los materiales de construcción, resistencia al fuego de las estructuras, compartimentación, evacuación

### 2.1 DOCUMENTO BÁSICO: SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIO DB SI

#### 2.1.1 DB SI-1. PROPAGACIÓN INTERIOR

##### 1 COMPARTIMENTACIÓN EN SECTORES DE INCENDIO

Toda la superficie ocupada por los equipos de alta tensión, celdas y transformadores, junto con la zona destinada a cuadros y equipos de baja tensión constituirá un sector de incendio independiente del resto del edificio de bombeo, en donde se ubican estas actividades.

##### 2 LOCALES Y ZONAS DE RIESGO ESPECIAL

La sala de transformación tiene una superficie construida de 38,40 m<sup>2</sup> y la sala de baja tensión 22,90 m<sup>2</sup>. Ambos locales, de acuerdo a su uso están catalogados como locales de riesgo especial.

Esta clasificación y el tipo de riesgo está recogida en la tabla 2.1 del DB SI-1.

Tabla 2.1 Clasificación de los locales y zonas de riesgo especial integrados en edificios

<b>Uso del edificio o establecimiento</b>	<b>Tamaño del local o zona</b>		
	Riesgo bajo	Riesgo medio	Riesgo alto
- Uso del local o zona	S= superficie construida V= volumen construido		
Local de contadores de electricidad y cuadros generales de distribución	En todo caso		
Centro de transformación	En todo caso		
- Aparatos con aislamiento dieléctrico seco o líquido con punto de inflamación mayor que 300 °C	En todo caso		

Ambas zonas son locales de riesgo especial bajo y cumplirán las condiciones establecidas en la tabla 2.2:

Tabla 2.2 Condiciones de las zonas de riesgo especial integradas en edificios

<b>Característica</b>	<b>Riesgo bajo</b>
Resistencia al fuego de la estructura portante	R 90

Resistencia al fuego de paredes y techos que separan la zona del resto del edificio	EI 90
Puerta de comunicación con el resto del edificio	EI <sub>2</sub> 45-C5
Máximo recorrido hasta la salida del local	(*)

(\*) No se tiene en consideración este punto al tratarse de una zona de ocupación nula, según se explica en el apartado 2.1.3

### 3 ESPACIOS OCULTOS. PASO DE INSTALACIONES A TRAVÉS DE ELEMENTOS DE COMPARTIMENTACIÓN DE INCENDIOS.

La resistencia al fuego requerida a los elementos de compartimentación de incendios se mantendrá en los puntos en los que dichos elementos sean atravesados por elementos de las instalaciones, tales como cables, canalizaciones, bandejas, etc., excluidas las penetraciones cuya sección de paso no exceda de 50 cm<sup>2</sup>.

### 4 REACCIÓN AL FUEGO DE LOS ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS

Tabla 2.2 Condiciones de las zonas de riesgo especial integradas en edificios

Situación del elemento	Revestimientos	
	De techos y paredes	De suelos
Recintos de riesgo especial	B-s1, d0	B <sub>FL</sub> -s1
Espacios ocultos como suelos elevados	B-s3,d0	B <sub>FL</sub> -s2

#### 2.1.2 DB SI-2. PROPAGACIÓN EXTERIOR

Con el fin de limitar el riesgo de propagación exterior horizontal del incendio a través de la fachada del sector de incendio que conforman las salas eléctricas, al resto del edificio, este DB establece que los puntos de sus fachadas que no sean al menos EI 60 deben estar separados la distancia de 0.5 m en proyección horizontal, al formar las fachadas de los sectores de incendio colindantes un ángulo de 180°.

#### 2.1.3 DB SI-3. EVACUACIÓN DE OCUPANTES

No procede el cumplimiento de este documento ya que se trata de zonas de ocupación ocasional y accesibles únicamente a efectos de mantenimiento, por lo que la ocupación se considera nula.

#### 2.1.4 DB SI-6. RESISTENCIA AL FUEGO DE LA ESTRUCTURA

La resistencia al fuego de los elementos estructurales de zonas de riesgo especial integradas en los edificios está recogida en la tabla 3.2.

Tabla 3.2 Resistencia al fuego suficiente de los elementos estructurales de zonas de riesgo especial integradas en los edificios

Riesgo especial bajo	R 90
----------------------	------



De acuerdo a esto, los elementos estructurales con función portante de las salas de transformación y baja tensión, tendrán una resistencia al fuego de 90 minutos.

PROYECTO DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN CON TRES TRANSFORMADORES  
DE 1000 KVAS, PARA SUMINISTRO ELÉCTRICO A LA ESTACIÓN DE REBOMBEO  
FOZ DE CALANDA

ANEJO Nº 6  
ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

---

## ANEJO 6: ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

### Índice

<b>1</b>	<b>OBJETO .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>LOCALIZACIÓN DE LA OBRA .....</b>	<b>1</b>
<b>3</b>	<b>DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS .....</b>	<b>1</b>
<b>4</b>	<b>NORMAS DE SEGURIDAD Y SALUD APLICABLES .....</b>	<b>1</b>
<b>5</b>	<b>IDENTIFICACIÓN INICIAL DE RIESGOS.....</b>	<b>2</b>
5.1	IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS LABORALES QUE PUEDEN SER EVITADOS Y EN CONSECUENCIA, SE EVITAN. ....	2
5.2	IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS LABORALES QUE NO SE HAN PODIDO ELIMINAR. ....	2
<b>6</b>	<b>EVALUACIÓN DE RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS .....</b>	<b>4</b>
6.1	ACTUACIONES PREVIAS E INSTALACIONES. ....	4
6.1.1	Operaciones generales de preparación.....	4
6.1.2	Medidas preventivas generales.....	6
6.1.3	Instalación eléctrica de la obra.....	6
6.1.4	Instalaciones de higiene y bienestar de los trabajadores.....	6
6.2	RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS GENERALES.....	6
6.2.1	Riesgos.....	6
6.2.2	Medidas preventivas y protecciones colectivas.....	7
6.3	TRABAJOS TOPOGRÁFICOS .....	7
6.4	ACOPIOS Y SUMINISTRO DE MATERIAL .....	8
6.5	ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO .....	9
6.5.1	Excavaciones a cielo abierto.....	9
6.5.2	Excavación en Zanja.....	15
6.5.3	Rellenos de tierras o rocas .....	18
6.6	TRABAJOS EN PRESENCIA DE OTRAS REDES EXISTENTE.....	20
6.7	TRABAJO EN ALTURA.....	21
6.7.1	Riesgos más comunes .....	21
6.7.2	Medidas preventivas .....	21
6.8	MONTAJE Y APRIETE DE TORNILLERÍA .....	22
6.8.1	Riesgos más comunes .....	22
6.8.2	Medidas preventivas .....	22
6.8.3	Equipos de protección individual.....	22
6.9	TRABAJOS PRÓXIMOS A ELEMENTOS EN TENSIÓN.....	23
6.9.1	Riesgos más comunes .....	23
6.9.2	Medidas preventivas .....	23
6.9.3	Equipos de protección individual.....	24
6.10	TRABAJOS EN TENSIÓN .....	24

6.10.1	Riesgos más comunes .....	24
6.10.2	Medidas preventivas .....	24
6.10.3	Equipos de protección individual.....	26
6.11	TRABAJOS CON RIESGO ELÉCTRICO .....	26
6.11.1	Protección contra el riesgo de incendio y explosión.....	27
6.12	TENDIDO DE CABLES AL AIRE, POR TUBERÍA Y SOBRE BANDEJA.....	32
6.12.1	Riesgos profesionales .....	32
6.12.2	Medidas preventivas .....	32
6.13	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO .....	33
6.13.1	Riesgos profesionales .....	33
6.13.2	Medidas preventivas .....	33
6.13.3	Protecciones colectivas .....	34
6.13.4	Protecciones individuales .....	34
6.14	TRABAJOS CON HORMIGÓN .....	34
6.14.1	Riesgos profesionales .....	34
6.14.2	Medidas preventivas respecto a la forma de puesta en obra y vertido de hormigón ..	35
6.14.3	Medidas Preventivas durante el vertido .....	35
6.14.4	Protecciones colectivas .....	35
6.14.5	Protecciones individuales .....	36
6.15	OBRA CIVIL .....	36
6.15.1	Riesgos más frecuentes .....	36
6.15.2	Medidas de preventivas .....	36
6.16	MONTAJES DE PREFABRICADOS .....	36
6.16.1	Riesgos más frecuentes .....	36
6.16.2	Medidas preventivas .....	37
6.16.3	Protecciones individuales .....	38
6.16.4	Protecciones colectivas.....	38
6.17	INSTALACIÓN DE PUERTAS METÁLICAS .....	39
6.17.1	Riesgos más frecuentes. ....	39
6.17.2	Medidas preventivas. ....	39
<b>7</b>	<b>MAQUINAS PREVISTAS PARA LA REALIZACIÓN DE LA OBRA .....</b>	<b>40</b>
7.1	CAMIÓN HORMIGONERA. ....	40
7.1.1	Riesgos más frecuentes. ....	40
7.1.2	Medidas preventivas de seguridad. ....	40
7.2	ESCALERAS DE MANO. ....	41
7.2.1	Riesgos más frecuentes. ....	41
7.2.2	Medidas preventivas de seguridad. ....	41
7.3	RETROEXCAVADORA. ....	42
7.3.1	Riesgos más frecuentes. ....	42
7.3.2	Medidas preventivas de seguridad. ....	42
7.4	CAMIÓN GRÚA. ....	43
7.4.1	Riesgos más frecuentes. ....	43
7.4.2	Medidas preventivas de seguridad. ....	44

7.5	CAMIÓN DE TRANSPORTE DE MATERIALES.....	45
7.5.1	Evaluación de riesgos .....	45
7.5.2	Medidas preventivas .....	45
7.5.3	Protecciones colectivas decididas: .....	46
7.5.4	Equipos de protección individual: .....	46
7.6	RODILLO VIBRANTE AUTOPROPULSADO .....	46
7.6.1	Evaluación de riesgos .....	46
7.6.2	Medidas preventivas .....	47
7.6.3	Protecciones colectivas decididas: .....	48
7.6.4	Equipos de protección individual: .....	48
7.7	HORMIGONERA ELÉCTRICA.....	48
7.7.1	Riesgos más frecuentes. ....	48
7.7.2	Medidas preventivas de seguridad. ....	48
7.8	VIBRADOR.....	48
7.8.1	Riesgos más frecuentes. ....	48
7.8.2	Medidas preventivas de seguridad. ....	49
7.9	COMPRESOR.....	49
7.9.1	Riesgos más frecuentes. ....	49
7.9.2	Medidas preventivas de seguridad. ....	49
<b>8</b>	<b>RIESGOS DE DAÑOS A TERCEROS. ....</b>	<b>50</b>
<b>9</b>	<b>OTROS RIESGOS. ....</b>	<b>50</b>
<b>10</b>	<b>EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL.....</b>	<b>50</b>
<b>11</b>	<b>PRESENCIA DEL RECURSO PREVENTIVO EN OBRA .....</b>	<b>50</b>
<b>12</b>	<b>LIBRO DE INCIDENCIAS .....</b>	<b>51</b>
<b>13</b>	<b>FORMACIÓN E INFORMACIÓN A LOS TRABAJADORES .....</b>	<b>52</b>
<b>14</b>	<b>ACCIONES A SEGUIR EN CASO DE ACCIDENTE LABORAL .....</b>	<b>52</b>
14.1	ACCIONES A SEGUIR.....	52
14.2	ITINERARIO MÁS ADECUADO A SEGUIR DURANTE LAS POSIBLES EVACUACIONES DE ACCIDENTADOS.....	53
<b>15</b>	<b>TRABAJOS AL AIRE LIBRE .....</b>	<b>53</b>



## 1 OBJETO

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

## 2 LOCALIZACIÓN DE LA OBRA

Todas las actuaciones previstas en el presente proyecto se localizan en el término municipal de Foz de Calanda.

## 3 DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

Las obras consisten en la instalación de un centro de seccionamiento y transformación en el interior de una estación de rebombeo emplazada en el término municipal de Foz de Calanda.

## 4 NORMAS DE SEGURIDAD Y SALUD APLICABLES

Son de obligado cumplimiento las disposiciones contenidas en:

- Estatuto de los trabajadores.
- Ley 31/1995 de 8 de noviembre de 1995 de Seguridad y Salud en el trabajo sobre Prevención de Riesgos Laborales.
- Reglamento de los servicios de prevención (R.D. 39/1997 de 14 de abril).
- Disposiciones Mínimas en materia de Señalización de Seguridad y Salud en el trabajo. (R.D.485/1997 de 14 de abril).
- Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en los lugares de Trabajo (R.D.486/1997 de 14 de abril).
- Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en las obras de construcción (R.D. 1627/1997 de 24 de octubre).
- Reglamento de los Servicios Médicos de Empresa (O.M. 21-11-59) (B.O.E. 27-11-59).
- Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual (R.D.773/1997 de 30 de mayo).
- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23

## 5 IDENTIFICACIÓN INICIAL DE RIESGOS.

### 5.1 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS LABORALES QUE PUEDEN SER EVITADOS Y EN CONSECUENCIA, SE EVITAN.

Se consideran riesgos evitados los siguientes:

Los derivados de las interferencias de los trabajos que se han eliminado mediante el estudio preventivo del plan de ejecución de obra.

Los originados por las máquinas carentes de protecciones en sus partes móviles, que se han eliminado mediante la exigencia de que todas las máquinas estén completas; con todas sus protecciones.

Los originados por las máquinas eléctricas carentes de protecciones contra los contactos eléctricos, que se han eliminado mediante la exigencia de que todas ellas estén dotadas con doble aislamiento o en su caso, de toma de tierra de sus carcasas metálicas, en combinación con los interruptores diferenciales de los cuadros de suministro y red de tomas de toma de tierra general eléctrica.

Los derivados del factor de forma y de ubicación del puesto de trabajo, que se pueden resolver mediante la aplicación de procedimientos de trabajo seguro, en combinación con las protecciones colectivas, equipos de protección individual y señalización.

Los derivados de las máquinas sin mantenimiento preventivo, que se eliminan mediante el control de sus libros de mantenimiento y revisión y aportación de toda la documentación y de que no falte en ellas ninguna de las protecciones específicas y la exigencia en su caso, de no poseer el marcado CE.

Los derivados de los medios auxiliares deteriorados o peligrosos mediante la exigencia de utilizar medios auxiliares con marcado CE o en su caso, medios auxiliares, en buen estado de mantenimiento, montados con todas las protecciones diseñadas por su fabricante.

Los derivados por el mal comportamiento de los materiales preventivos a emplear en la obra, que se exigen en su caso, con marcado CE, o con el certificado de ciertas normas UNE.

### 5.2 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS LABORALES QUE NO SE HAN PODIDO ELIMINAR.

Se consideran riesgos existentes en la obra, pero no resueltos mediante la prevención contenida en este trabajo, y en coherencia con la estadística considerada en el "Anuario de Estadística de Accidentes de Trabajo de la Secretaría General Técnica de la Subdirección General de Estadísticas Sociales y Laborales del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales" el siguiente listado:

- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Caídas de objetos por desplome o derrumbamiento.



## 6 EVALUACIÓN DE RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS

### 6.1 ACTUACIONES PREVIAS E INSTALACIONES.

Antes de iniciar la ejecución de una obra, es necesario efectuar una serie de operaciones previas.

#### 6.1.1 Operaciones generales de preparación.

- Elección del emplazamiento de los puestos y área de trabajo, teniendo en cuenta sus condiciones de acceso, y la determinación de las vías o zonas de desplazamiento o circulación.

Comprenden fundamentalmente los accesos y condiciones de seguridad del espacio o entorno en el que se va a ejecutar la obra.

Esta elección se realizará teniendo en cuenta sus condiciones de acceso, y la determinación de las vías o zonas de desplazamiento o circulación. Las vías se delimitarán para facilitar la circulación por éstas mediante la instalación de vallas, barreras de seguridad rígidas y portátiles, marquesinas, etc.

- Mantenimiento, control previo a la puesta en servicio y control periódico de las instalaciones y dispositivos necesarios para la ejecución de la obra.

Se realizará un control previo a la puesta en servicio y un control periódico de las instalaciones y dispositivos necesarios para la ejecución de la obra, con objeto de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores. A tal efecto se dispondrá de un archivo de los registros documentales de las actividades de inspección, revisión y mantenimiento, tanto de las instalaciones como de los dispositivos. Se deberán analizar los efectos que pueden producir estas tareas y actividades en los riesgos de las fases, tareas u operaciones de la obra, con objeto de observar la existencia de posibles modificaciones que afecten a los mismos."

- Delimitación y el acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de los distintos materiales, en particular si se trata de materias o sustancias peligrosas.

Se delimitarán y acondicionarán las zonas de almacenamiento y depósito de los distintos materiales, en particular si se trata de materias o sustancias peligrosas. En función de los materiales a emplear se especificarán las distintas áreas asignadas a cada uno de ellos, así como las vías de acceso a las mismas. Asimismo, se determinarán las zonas de acceso restringido al personal.

Por lo que se refiere al acondicionamiento del almacenamiento se podrá especial atención para asegurar la estabilidad y la correcta manipulación y transporte del material almacenado.

Debe preverse la utilización y recogida de materiales peligrosos, que deberán ser vertidos y almacenados en contenedores específicos. Los trabajadores deberán estar equipados e instruidos sobre los procedimientos de manipulación de estos materiales. Deberá tenerse en cuenta en esta materia lo establecido en la L. 10/1998, 21 de abril

(BOE del 22), sobre residuos peligrosos, que figuran en la lista del R.D. 952/1997, de 29 de junio (BOE de 5 de julio), así como la Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero (BOE del 19 -rectificada en BOE de 12 de marzo), que publica las operaciones de valoración y eliminación de residuos y la lista europea de residuos, y la Res. de 14 de junio de 2001 (BOE de 12 de julio), que publica el Acuerdo del Consejo de Ministros de 1 de junio de 2001, que aprueba el Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición en el período 2001-2006.

➤ Estabilidad y solidez

Deberá procurarse, de modo apropiado y seguro, la estabilidad de los materiales y equipos y, en general, de cualquier elemento que en cualquier desplazamiento pudiera afectar a la seguridad y la salud de los trabajadores.

El acceso a cualquier superficie que conste de materiales que no ofrezcan una resistencia suficiente sólo se autorizará en caso de que se proporcionen equipos o medios apropiados para que el trabajo se realice de manera segura.

➤ Espacio de trabajo

Las dimensiones del puesto de trabajo deberán calcularse de tal manera que los trabajadores dispongan de la suficiente libertad de movimientos para sus actividades, teniendo en cuenta la presencia de todo el equipo y material necesario.

➤ Disposiciones varias

Los accesos y el perímetro de la obra deberán señalizarse y destacarse de manera que sean claramente visibles e identificables.

En esta norma se distinguen las diversas señales en función de los diversos colores o formas de los paneles:

- Color rojo: prohibición, peligro y alarma.
- Color amarillo: precaución y advertencia.
- Color azul: obligación o comportamiento o acción específica.
- Color verde: de salvamento o auxilio.
- Señal de advertencia: de forma triangular, en relación con el contenido del pictograma.
- Señal de prohibición: de forma circular con banda transversal atravesando el pictograma.
- Señal de obligación: de forma circular con pictograma blanco sobre fondo azul.

En las señales luminosas, la luz debe provocar un contraste luminoso respecto del entorno.

Las señales acústicas deben tener un nivel sonoro superior al nivel de ruido ambiental.

Las vías y salidas de emergencia no deben utilizarse para almacenamiento de material.

## 6.1.2 Medidas preventivas generales

Entre otras medidas, conviene señalar las siguientes:

- Conocimiento de la zona en la que se va a trabajar.
- Conocimiento de las instalaciones existentes de agua, gas, electricidad: profundidad y características, resistencia eléctrica del suelo.
- Análisis de riesgos externos del entorno que puedan transmitirse a la obra, tales como viales, líneas eléctricas aéreas de alta y baja tensión, fábricas o talleres que transmitan vibraciones, ruidos, gases o contaminación, sobrecargas, etc.
- Conocimiento de las características del suelo y subsuelo, que incluya estudio geológico y geotécnico, con indicación del nivel freático.
- Previsión de la ubicación de la oficina de obra y servicios higiénicos y sanitarios para el personal.
- Previsión de la ubicación de posibles instalaciones complementarias.
- Previsión de señalización perimetral de la obra, y accesos de vehículos y personal.
- Preparación de la maquinaria que se va a utilizar en la obra.

## 6.1.3 Instalación eléctrica de la obra.

Las instalaciones eléctricas en las obras deben cumplir el Reglamento electrotécnico para baja tensión, aprobado por R.D. 842/2002, de 2 de agosto (BOE de 18 de septiembre), por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión (texto completo en el BOE de 4 de octubre) con una relación de Instrucciones Técnicas Complementarias bajo la denominación de ITC-BT-01, desde el n.º 01 hasta el n.º 51.

## 6.1.4 Instalaciones de higiene y bienestar de los trabajadores

El Contratista en su Plan de Seguridad y Salud reflejará las instalaciones que deberá disponer en la obra.

## 6.2 RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS GENERALES

### 6.2.1 Riesgos

- Caídas de operarios al mismo nivel
- Caídas de operarios a distinto nivel
- Caídas de objetos sobre operarios
- Caídas de objetos sobre terceros
- Choques o golpes contra objetos
- Fuertes vientos
- Trabajos en condiciones de humedad

- Contactos eléctricos directos e indirectos
- Cuerpos extraños en los ojos
- Sobreesfuerzos

### 6.2.2 Medidas preventivas y protecciones colectivas

- Orden y limpieza de las vías de circulación de la obra
- Orden y limpieza de los lugares de trabajo
- Recubrimiento, o distancia de seguridad (1m) a líneas eléctricas de B.T.
- Iluminación adecuada y suficiente (alumbrado de obra)
- No permanecer en el radio de acción de las máquinas
- Puesta a tierra en cuadros, masas y máquinas sin doble aislamiento
- Señalización de la obra (señales y carteles)
- Cintas de señalización y balizamiento a 10 m de distancia
- Vallado del perímetro completo de la obra, resistente y de altura 2m
- Extintor de polvo seco, de eficacia 21A - 113B
- Escaleras auxiliares
- Información específica
- Cursos y charlas de formación

### 6.3 TRABAJOS TOPOGRÁFICOS

Se comprobará la posible presencia de infraestructura de servicios que entrañase un riesgo para el personal. Si fuese necesario se recabará la existencia técnica de las compañías suministradoras.

Se realizará un plan de trabajo con los recorridos a realizar, puntos de observación, etc., atendiendo a la seguridad y efectividad de los mismos.

#### RIESGOS MÁS COMUNES

- Deslizamientos de tierras o rocas.
- Atropellos.
- Caídas del personal, rasguños.
- Picaduras de insectos.
- Trabajos realizados bajo condiciones meteorológicas adversas.

#### MEDIDAS PREVENTIVAS:

- Antes del inicio de los trabajos de campo, se realizará un recorrido, con objeto de señalar los lugares de observación y los recorridos a realizar, detectando los posibles peligros y la forma de sortearlos o eliminarlos.

- Todos los medios a utilizar, como cintas, jalones, banderas, miras, etc., deben ser de material no conductor de la electricidad y carecer en lo posible de partes metálicas u otros materiales capaces de crear campos de electricidad estática.
- Los trabajadores irán provistos de todos los equipos de protección individual necesarios para garantizar su seguridad.

#### 6.4 ACOPIOS Y SUMINISTRO DE MATERIAL

Una de las actividades de la obra será el suministro de los materiales y productos que conforman las unidades de obra o que son necesarios para la ejecución de las mismas y de los equipos auxiliares y equipos de trabajo necesarios para la ejecución de obra, la manipulación y acopio en obra hasta su utilización de estos materiales y equipos, así como la carga de los sobrantes para su retirada de la obra.

Estos trabajos, que no forman parte de las actividades relacionadas con la construcción, deberán estar previstos y, por lo tanto, deberán ser analizados, desarrollados y complementados.

##### MEDIDAS PREVENTIVAS:

En primer lugar, los fabricantes están obligados a envasar y etiquetar los materiales de forma que se permita su conservación y manipulación en condiciones de seguridad y se identifique claramente su contenido, los riesgos y las medidas preventivas que debe tomarse para la seguridad y la salud de los trabajadores que su almacenamiento o utilización comporten.

Respecto a los suministros:

- 1.- Se deberá informar a los trabajadores de los riesgos y medidas proporcionados por el fabricante, importador o suministrador. Aquellas que tengan relevancia en obra por la manipulación, utilización o almacenamiento en las mismas de dichos materiales, equipos, productos, deberán incluirse dentro de la planificación preventiva de la obra.
- 2.- Se deberá controlar, previo a la entrada en la obra del material, equipo, producto, que dispone de la información de los riesgos y medidas preventivas.

Otro aspecto a tener en cuenta en relación a los suministros y acopios y que suele constituir una fuente de riesgos deriva de los equipos auxiliares empleados para la manipulación y descarga de los materiales o equipos suministrados y de la observación del radio de acción en torno a las cargas.

Los aspectos preventivos referentes al empleo de equipos auxiliares de manipulación de cargas (camión pluma, grúa autopropulsada...) son los siguientes:

- ✚ Seguir las indicaciones contenidas en el manual del fabricante en lo referente a los trabajos que pueden desarrollar, operaciones de elevación y mantenimiento del equipo.

- ✚ Aplicar la información contenida en registros y tablas de cargas relativas al rango de usos y de un uso seguro de la grúa.
- ✚ Adecuación de superficies horizontales.
- ✚ Uso de gatos estabilizadores solo para estabilizar el vehículo.
- ✚ Apoyo de estabilizadores sobre placas de reparto de suficiente en tamaño.
- ✚ En caso de placas conformadas con tabloneros, estos deberán trabarse para que trabajen de forma solidaria.
- ✚ No superar nunca las cargas máximas permitidas, prohibiendo terminantemente violar los sistemas de seguridad de la máquina.
- ✚ Se mantendrá la zona de trabajo despejada, prohibiendo el paso o los trabajos en la zona de movimiento de las cargas.
- ✚ Zona de maniobra libre de obstáculos y señalizada y acotada para evitar el paso de personas mientras se ejecute la maniobra.
- ✚ Maniobras dirigidas por un señalista.
- ✚ Presencia de recurso preventivo para vigilar la correcta ejecución de los trabajos cuando se manipulen elementos prefabricados pesados.
- ✚ Operador del equipo de elevación, señalista y recurso preventivo con la capacidad, formación e información necesaria para la realización de dichos trabajos.
- ✚ Los paquetes de la ferralla no se engancharán para su elevación de los alambres de acero empleados para juntar el manojó de barras, debiendo exigirse al suministrador la información para llevar a cabo tal descarga.
- ✚ Comprobación que el terreno tiene la consistencia suficiente, dejando además una distancia de seguridad balizada entre los estabilizadores y el borde de talud, zanja o pozo....
- ✚ Comprobación del funcionamiento del indicador/limitador de cargas, así como de todos los dispositivos de seguridad de la grúa.

## 6.5 ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO

### 6.5.1 Excavaciones a cielo abierto

La excavación implica el vaciado del terreno en profundidad y lleva aparejada la existencia de paredes en el terreno, que en ocasiones necesitan ser entibadas. Es una fase en la que tienen una gran importancia las características del terreno, pues algunas de las medidas de seguridad establecidas dependen del tipo y condiciones del terreno. Pero, además, existen factores externos que es necesario considerar para adoptar o no medidas de protección: así, la lluvia, las sobrecargas derivadas de una circulación intensa en los alrededores, o del acopio de los materiales dejados al borde, etc.

La O.M. de 16 de mayo 2002 determina en su apartado 320.3.7 que la excavación de los taludes se realizará adecuadamente para no dañar su superficie final, evitar la descompresión prematura o excesiva de su pie e impedir cualquier otra causa que pueda comprometer la estabilidad de la excavación final. En el caso de que la excavación del talud sea definitiva y se realice mediante perforación y voladura de roca han de cumplirse las prescripciones fijadas en el apartado 322 para la "excavación especial de taludes en roca".

#### 6.5.1.1 MAQUINARIA UTILIZADA

En las excavaciones, los riesgos son distintos en función del tipo de terreno afectado: los desprendimientos son más peligrosos en terrenos formados por rocas descompuestas o conglomeradas y areniscas poco compactos. En estos casos el arranque de la excavación puede hacerse mediante un "ripper", es decir, un escarificador de un solo diente, arrastrado por un tractor pesado, que debe ser conducido por personal cualificado. En las excavaciones de tierra, el arranque suele hacerse mediante bulldózer, completado por una pala cargadora que carga el material suelto, o mediante "mototraílla", que agrupa en una sola máquina las operaciones de arranque, carga y transporte.

Los tractores bulldózer usados en arranque y excavación pueden ser de orugas o neumáticos, en función del tipo de terreno existente. Se utilizan, sobre todo, en circunstancias en las que la distancia de transporte no supera los 50 metros, empleándose en estos casos, bien la pala cargadora sobre camión independiente, o las denominadas "traíllas"

En la compactación del suelo, las máquinas se suelen clasificar o emplear en función del tipo de presión ejercida en las operaciones, distinguiéndose:

- a) Presión estática, siendo las más usuales:
  - Apisonadoras de rodillos lisos, de dos o más, con mayor o menor diámetro.
  - Rodillos de pata de cabra, normalmente remolcados.
  - Rodillos de reja, usados para compactar rocas blandas o suelos cohesivos secos.
  - Compactadores de neumáticos, muy versátiles para gama amplia de suelos.
- b) Compactación por impacto dinámico, siendo los más utilizados:
  - Pisones automáticos: la compactación se produce por el impacto de la masa que cae sobre la superficie. Se usan en pequeñas obras y áreas reducidas.
  - Rodillos de impactos o támara: tienen gran peso estático con un gran rendimiento. Se emplean en todas las capas de terraplén.
- c) Compactación por vibración, que es producida por masas excéntricas que giran a gran velocidad.
  - Rodillos vibratorios, bien remolcados o autopropulsados.

- Placas vibrantes, que suelen ser transportadas por una máquina sobre neumáticos o sobre orugas.

#### 6.5.1.2 RIESGOS PROFESIONALES

Los principales riesgos que afectan a los trabajadores están relacionados con las condiciones del terreno (desprendimientos, sepultamiento) y el empleo de explosivos o de maquinaria pesada en las operaciones de excavaciones para el desmonte y de construcción de terraplenes, así como el transporte y circulación de vehículos:

- Desprendimientos de tierras y/o rocas, por el manejo de la maquinaria.
- Desprendimientos de tierras y/o rocas, por sobrecarga de los bordes de excavación.
- Desprendimientos de tierra y/o roca, por variación de la humedad del terreno.
- Atropellos, colisiones, vuelcos y falsas maniobras de la maquinaria y camiones.
- Caídas de personas o materiales a distinto nivel.
- Problemas de circulación interna debidos al mal estado de las pistas de acceso o circulación.
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Riesgos a terceros, derivados de la intromisión descontrolada de los mismos en la obra, durante las horas dedicadas a producción o a descanso.

A continuación, se exponen los principales riesgos y medidas preventivas, ordenados atendiendo a las condiciones de realización de las operaciones:

##### a) En todo caso:

- Antes del inicio de los trabajos se inspeccionará el tajo con el fin de detectar posibles grietas o movimientos del terreno.
- El frente de excavación realizado mecánicamente, no sobrepasará en más de un metro, la altura máxima de ataque del brazo de la máquina.
- Se eliminarán todos los bolos y viseras, de los frentes de excavación que por su situación ofrezcan riesgo de desprendimiento.
- El frente y parámetros verticales de una excavación debe ser inspeccionado siempre al iniciar los trabajos, por el Capataz o Encargado que señalará los puntos que deben sanearse antes del inicio (o cese) de las tareas.
- Se conservarán en buenas condiciones los caminos de circulación interna, cubriendo baches, eliminando blandones, etc.
- Se evitará la producción de encharcamientos.
- Se construirán dos accesos a la excavación separados entre sí, uno para la circulación de personas y otro para la de la maquinaria y camiones.
- Se prohibirá trabajar o permanecer observando, dentro del radio de acción del brazo de la máquina.

b) En riesgos por desprendimientos del terreno (sepultamiento y atrapamiento)

Cuando se realiza el trabajo a pie de obra:

- Se señalará con línea de pintura o cal la distancia de seguridad mínima de aproximación al borde de una excavación para evitar las caídas por falta de visibilidad o arrastre por alud del terreno.
- La coronación de los taludes a los que deban acceder las personas se resguardará con malla de protección normalizada.
- El acopio de materiales y las tierras extraídas en cortes de profundidad mayor de 1,30 metros se dispondrán a distancia no menor de 2 metros del corte (NTE-ADZ de 29 de diciembre de 1976).
- En zanjas de profundidad mayor de 1,30 m, siempre que haya trabajadores operando en su interior, se dispondrá uno de retén en el exterior que, además de ayudar, dé la alarma en caso de emergencia.
- En zonas o pasos con riesgo de caída mayor de 2 m, el operario estará protegido con cinturón de seguridad anclado a punto fijo.
- Cuando haya de excavar en terrenos anegados o cuando el fondo de la excavación se inunde, deberán utilizarse medios de achique; y, una vez evacuada el agua, se observará si la estabilidad del terreno ha sido afectada.
- Cuando sea imprescindible la circulación de operarios por el borde de coronación de talud o corte vertical, se instalarán barandillas resistentes de 90 cm de altura y estarán ancladas hacia el exterior del vaciado y los operarios circularán sobre entablado de madera o superficies equivalentes de reparto.
- Está prohibido expresamente realizar tareas de replanteo, mediciones y similares o trabajar al pie de un frente de excavación recientemente abierto, antes de haber procedido a su saneo.
- El saneo de tierras o rocas mediante palanca o pértiga es arriesgado para quien lo ejecuta por el peligro de ser arrastrado en alud; esta tarea ha de realizarse con la ayuda del encargado y sujeto mediante cinturón de seguridad amarrado a punto fuerte.
- En las laderas que queden por encima del desmonte, se hará previamente una revisión, quitando las piedras sueltas que puedan rodar con facilidad.
- Cuando la ejecución del terraplén o desmonte requiera el derribo de árboles, ya se haga por procedimientos manuales o mecánicos, se acotará el área que pueda ser afectada por la caída de éstos.
- En caso de existir, se revisarán diariamente las entibaciones antes de comenzar el trabajo, tensando los codales que se encuentren aflojados, los cuales no deben ser utilizados para el descenso o ascenso desde la zanja por los trabajadores.
- La altura máxima sin entibar en fondo de zanja de profundidad superior a 1,30 m, no superará los 0,70 m, aun cuando el terreno sea de buena calidad;



- En caso de existencia de líneas eléctricas aéreas, se colocarán pórticos limitadores del gálibo.
- Los operadores de las máquinas llevarán los equipos de protección individual contra las vibraciones, ruidos o polvo.
- Todos los vehículos serán revisados periódicamente, en especial los mecanismos de accionamiento neumático, quedando registradas las revisiones en el libro de mantenimiento.

d) En riesgos en la circulación de la maquinaria de obra en los distintos tajos

- El ancho mínimo de las rampas para el movimiento de camiones y/o máquinas, será de 4,5 m, y deberán ensancharse en las curvas, sin que sus pendientes excedan del 12 y 8 por ciento respectivamente, según se trate de tramos rectos o curvos.
- La circulación de maquinaria se realizará a un máximo de aproximación al borde de la excavación de 4 metros.
- En ningún caso se utilizarán las cucharas para frenar; cuando se desplace la pala cargadora por pendientes con la cuchara llena, ésta debe mantenerse a ras del suelo; al aparcar las máquinas con cuchara éstas se bajarán hasta el suelo.
- No se sobrecargarán los camiones por encima de la carga máxima admisible.
- Se organizará el tráfico de la maquinaria para evitar colisiones y atropellos. La maquinaria llevará dispositivo acústico en la marcha atrás.
- En determinadas zonas de tránsito, tanto por el peligro como por la densidad del movimiento, deberá ordenarse y señalizarse la circulación de las máquinas, que no deberán sobrepasar la velocidad autorizada y deben guardar entre si las distancias de seguridad en la circulación.
- Para evitar los accidentes por presencia de barrizales y blandones en los caminos de circulación interna de la obra, se conservarán cubriendo baches, eliminando blandones y compactando mediante escorias.
- Deberá evitarse que las personas transiten por la zona destinada a la circulación de vehículos; para ello deberán habilitarse sendas o travesías para los operarios.

6.5.1.3 PROTECCIONES COLECTIVAS

- Orden en el tráfico de camiones.
- Pórticos protectores de líneas aéreas.
- Desvío de los servicios afectados.
- Vallas de limitación y protección.
- Señalización vial.
- Balizamiento.
- Limpieza de viales.

- Señales acústicas y luminosas de aviso en maquinaria y vehículos.
- Topes de desplazamiento de vehículos.
- Riegos antipolvo.

#### 6.5.1.4 PROTECCIONES INDIVIDUALES

- Las prendas de protección personal estarán homologadas por la C.E.
- Ropa de trabajo de color naranja.
- Casco de polietileno (lo utilizarán, aparte de personal a pie, los maquinistas y camioneros, que deseen o deban abandonar las correspondientes cabinas de conducción).
- Botas de seguridad.
- Botas de seguridad impermeables.
- Trajes impermeables para ambientes lluviosos de color amarillo.
- Cinturón anti vibratorio (en especial para los conductores de maquinaria para el movimiento de tierras).
- Cinturón de seguridad.
- Guantes de cuero.
- Guantes de goma o P.V.C.

#### 6.5.2 **Excavación en Zanja**

Puede definirse la zanja como un tipo de excavación que se caracteriza por estar acotada, tiene un sentido longitudinal independientemente de la profundidad, y el vaciado del terreno se realiza manteniendo los muros o paredes a ambos lados de la excavación.

Los trabajos de aperturas de zanjas en las obras de construcción están ligados al montaje o desmontaje de conducciones de saneamiento, gas o electricidad.

No siempre es conveniente, tanto desde el punto de vista técnico como económico, realizar los trabajos de excavación en zanjas considerando suficiente para la seguridad la ejecución de un talud con inclinación adecuada en función de las características del terreno, ya que éste, después de la excavación, suele sufrir tensiones internas por empuje y deslizamiento, o en su caso, por las sobrecargas de circulación próxima de las maquinarias. Ello significa que, en materia de zanjas, sobre todo a partir de la profundidad de 1,20 m, es aconsejable y frecuente adoptar la solución del entibado que garantice la seguridad de los trabajadores y evite los desprendimientos y derrumbamientos.

Hay que tener en cuenta que, en ocasiones, la operación de desentibado puede ser más peligrosa que la propia entibación, puesto que, al retirar las sujeciones del terreno, se incrementa la descompresión y con ella el peligro de deslizamiento del terreno. Por ello, ha de realizarse de forma progresiva y de abajo hacia arriba, rellenando con tierras simultáneamente y restituyendo en lo posible el equilibrio inicial.

En cualquier caso, será el Director de Obra, quien determine si, a la hora de ejecutar una zanja, se hace según los taludes determinados en Proyecto, o por el contrario éstos deben modificarse; y si, por las condiciones del terreno, es preciso proceder a su entibación.

#### 6.5.2.1 RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS

Los principales riesgos son:

- Caída de personas al mismo nivel.
- Caídas de personas al interior de la zanja.
- Atrapamiento de personas mediante maquinaria.
- Los derivados por interferencias con conducciones enterradas (agua, corriente eléctrica, gas, saneamiento, etc.).
- Golpes por objetos.
- Caídas de objetos.

A continuación, se exponen los principales riesgos y medidas preventivas, ordenados atendiendo a las condiciones de realización de las operaciones:

##### a) En cualquier caso:

- El personal que debe trabajar en el interior de las zanjas conocerá los riesgos a los que está sometido.
- Cuando la profundidad de una zanja sea inferior a los 2 m. puede instalarse una señalización de peligro de los siguientes tipos:
- Línea de señalización paralela a la zanja formada por cuenta de banderola sobre pies derechos.
- Cierre eficaz del acceso a la coronación de los bordes de las zanjas en toda la zona.
- En régimen de lluvias y encharcamientos de las zanjas (o trincheras) es imprescindible la revisión minuciosa y detallada antes de reanudar los trabajos.
- Se revisará el estado de cortes o taludes a intervalos regulares en aquellos casos en los que puedan recibir empujes exógenos por proximidad de (caminos, carreteras, calles, etc.), transitados por vehículos; y en especial si en la proximidad se establecen tajos con uso de martillos neumáticos, compactaciones por vibración o paso de maquinaria para el movimiento de tierras.
- Los trabajos a realizar en los bordes de las zanjas (o trincheras), con taludes no muy estables, se ejecutarán sujetos con el cinturón de seguridad amarrado a "puntos fuertes" ubicados con el exterior de las zanjas.
- Se efectuará el achique inmediato de las aguas que afloran en el interior de las zanjas para evitar que se altere la estabilidad de los taludes.

- Se revisarán las entibaciones tras la interrupción de los trabajos antes de reanudarse de nuevo.

b) *En riesgos por desprendimientos del terreno* (sepultamiento y atrapamiento)

Cuando se realiza el trabajo a pie de obra:

- Se señalará con línea de pintura o cal la distancia de seguridad mínima de aproximación al borde de una excavación para evitar las caídas por falta de visibilidad o arrastre por alud del terreno.
- La coronación de los taludes a los que deban acceder las personas se resguardará con malla de protección normalizada.
- El acopio de materiales y las tierras extraídas en cortes de profundidad mayor de 1,30 metros se dispondrán a distancia no menor de 2 metros del corte (NTE-ADZ de 29 de diciembre de 1976).
- En zanjas de profundidad mayor de 1,30 m, siempre que haya trabajadores operando en su interior, se dispondrá uno de retén en el exterior que, además de ayudar, dé la alarma en caso de emergencia.
- En zonas o pasos con riesgo de caída mayor de 2 m, el operario estará protegido con cinturón de seguridad anclado a punto fijo.
- Cuando haya de excavar en terrenos anegados o cuando el fondo de la excavación se inunde, deberán utilizarse medios de achique; y, una vez evacuada el agua, se observará si la estabilidad del terreno ha sido afectada.
- Cuando sea imprescindible la circulación de operarios por el borde de coronación de talud o corte vertical, se instalarán barandillas resistentes de 90 cm de altura y estarán ancladas hacia el exterior del vaciado y los operarios circularán sobre entablado de madera o superficies equivalentes de reparto.
- Está prohibido expresamente realizar tareas de replanteo, mediciones y similares o trabajar al pie de un frente de excavación recientemente abierto, antes de haber procedido a su saneo.
- El saneo de tierras o rocas mediante palanca o pértiga es arriesgado para quien lo ejecuta por el peligro de ser arrastrado en alud; esta tarea ha de realizarse con la ayuda del encargado y sujeto mediante cinturón de seguridad amarrado a punto fuerte.
- En las laderas que queden por encima del desmonte, se hará previamente una revisión, quitando las piedras sueltas que puedan rodar con facilidad.
- Cuando la ejecución del terraplén o desmonte requiera el derribo de árboles, ya se haga por procedimientos manuales o mecánicos, se acotará el área que pueda ser afectada por la caída de éstos.
- En caso de existir, se revisarán diariamente las entibaciones antes de comenzar el trabajo, tensando los codales que se encuentren aflojados, los cuales no deben ser utilizados para el descenso o ascenso desde la zanja por los trabajadores.

- La altura máxima sin entibar en fondo de zanja de profundidad superior a 1,30 m, no superará los 0,70 m, aun cuando el terreno sea de buena calidad; en caso contrario, deberá bajarse la tabla hasta ser clavada en el fondo de la zanja.
- Toda excavación que supere el 1,60 m de profundidad deberá estar provista, a intervalos regulares, de las escaleras necesarias para facilitar el acceso de los operarios o su evacuación en caso de peligro. Dichas escaleras rebasarán en 1 m el nivel del suelo.
- Todo el personal de la obra deberá ir equipado con casco, botas de seguridad y demás elementos de protección personal, haciendo especial atención al trabajo en terrenos húmedos o condiciones climatológicas adversas.

#### 6.5.2.2 PROTECCIONES COLECTIVAS

- Barandilla a 0,90 cm., listón intermedio y rodapié.
- Señalización con cinta para profundidades menores de 2 m.
- No acopiar a menos de 2 m. del borde de la excavación.
- Revisión de los taludes.
- Desvío de las instalaciones afectadas.
- Los productos de la excavación se acopiarán a un solo lado de la zanja.
- Orden y limpieza del entorno.
- Orden y limpieza de viales.

#### 6.5.2.3 PROTECCIONES INDIVIDUALES

- Las prendas de protección personal estarán homologadas por la C.E.
- Casco de polietileno.
- Cinturón de seguridad.
- Guantes de cuero.
- Botas de seguridad de cuero o lona.
- Botas de seguridad de goma.
- Ropa de trabajo de color naranja.
- Trajes para ambientes húmedos o lluviosos.
- Protectores auditivos.

### 6.5.3 **Rellenos de tierras o rocas**

#### 6.5.3.1 RIESGOS PROFESIONALES

- Siniestros de vehículos por exceso de carga o mal mantenimiento.
- Caídas de material desde las cajas de los vehículos.
- Caídas de personas desde las cajas o carrocerías de los vehículos.
- Choques entre vehículos por falta de señalización.
- Atropello de personas.

- Vuelco de vehículos durante descargas en sentido de retroceso.
- Accidentes por conducción en ambientes pulverulentos de poca visibilidad.
- Accidentes por conducción sobre terrenos encharcados sobre barrizales.
- Vibraciones sobre las personas.
- Ruido ambiental.

#### 6.5.3.2 MEDIDAS PREVENTIVAS

- Todo el personal que maneje los camiones, dumper, (apisonadoras, o compactadoras), será especialista en el manejo de estos vehículos, estando en posesión de la documentación de capacitación acreditativa.
- Todos los vehículos serán revisados periódicamente, en especial en los órganos de accionamiento neumático, quedando reflejados las revisiones en el libro de mantenimiento.
- Se prohíbe sobrecargar los vehículos por encima de la carga máxima admisible, que llevarán siempre escrita de forma legible.
- Se prohíbe el transporte de personal fuera de la cabina de conducción y/o en número superior a los asientos existentes en el interior.
- Cada equipo de carga para rellenos será dirigido por un jefe de equipo que coordinará las maniobras.
- Se regarán periódicamente los tajos, caminos, etc., para evitar las polvaredas.
- Se señalizarán los accesos y recorrido de los vehículos en el interior de la obra para evitar las interferencias.
- Se instalará en el borde de los terraplenes de vertido, sólidos topes de limitación de recorrido para el vertido en retroceso, a las distancias señaladas en los planos.
- Se prohíbe la permanencia de personas en un radio no inferior a los 5 m., como norma general, en torno a las compactadoras y apisonadoras en funcionamiento.
- Todos los vehículos empleados en la obra, para las operaciones de relleno y compactación serán dotados de bocina automática y luz de marcha hacia atrás.
- Se señalizarán los accesos a la vía pública, mediante las señales normalizadas de "peligro indefinido", "peligro salida de camiones" y "STOP".
- Los vehículos de compactación y apisonado irán provistos de cabina de seguridad en caso de vuelco, y estarán provistos de extintor, cinturón de seguridad y libro de Mantenimiento.
- Se establecerán a lo largo de la obra los letreros divulgativos y señalización de los riesgos propios de este tipo de trabajos (peligro: -vuelco-, -atropello-. -colisión-. Etc.).

- Los conductores de cualquier vehículo provisto de cabina cerrada, quedan obligados a utilizar el casco de seguridad para abandonar la cabina en el interior de la obra.

#### 6.5.3.3 PROTECCIONES COLECTIVAS

- Correcta carga de los camiones.
- Señalización vial.
- Riesgos antipolvo.
- Topes de limitación de recorrido para el vertido.
- Pórtico de seguridad antivuelco en máquinas.
- Limpieza de viales.
- Accesos independientes para personas y vehículos.
- Mantenimiento de viales evitando blandones, encharcamientos, etc.
- Evitar la presencia de personas en las zonas de carga y descarga de camiones.

#### 6.5.3.4 PROTECCIONES INDIVIDUALES

- Las prendas de protección personal estarán homologadas por la C.E.
- Casco de polietileno.
- Botas de seguridad.
- Botas impermeables de seguridad.
- Mascarillas antipolvo con filtro mecánico recambiable.
- Guantes de cuero.
- Cinturón anti vibratorio.
- Ropa de trabajo de color naranja.

### 6.6 **TRABAJOS EN PRESENCIA DE OTRAS REDES EXISTENTE**

Cuando hayan de realizarse trabajos sobre conducciones de abastecimiento, saneamiento, riego, gas, electricidad o telefónicas se tomarán las medidas que eviten que accidentalmente se dañen estas conducciones, mediante la protección por galerías si hay espacio para ellas, y evitando al mismo tiempo que produzcan accidentes al operario.

- Para ello deberá tenerse en cuenta que no es aconsejable realizar excavaciones con máquinas a distancias inferiores a 0,50 m de la conducción del servicio; por debajo de esta cota se utilizará la pala normal.
- Una vez descubierta la conducción, caso de que la profundidad de la excavación sea superior a la situación de conducción, se suspenderá o apuntalará a fin de que no rompa por flexión. En tramos de excesiva longitud se protegerá y señalizará convenientemente para evitar que sea dañada por la maquinaria, herramientas, etc.

- Se instalarán sistemas de iluminación mediante balizas, reflectantes, etc. cuando el caso lo requiera.
- No se debe acumular ningún tipo de material sobre la conducción.
- Debe prohibirse utilizar las conducciones como puntos de apoyo para suspender o levantar cargas.
- En ningún caso se manipularán las válvulas o cualquier otro elemento de las conducciones, sin la autorización expresa de la Compañía suministradora y, en caso de rotura o fuga en la conducción, habrán de paralizarse los trabajos y comunicarlo inmediatamente a la Compañía.

## 6.7 TRABAJO EN ALTURA.

### 6.7.1 Riesgos más comunes

Los riesgos en esta actividad fundamentalmente afectan al trabajador individual y se refieren a las caídas de altura. Sin embargo, estos riesgos están controlados cuando el trabajo está bien evaluado y planificado, el trabajador es profesionalmente competente y el equipo se ajusta a las garantías de seguridad.

Si falla alguno de los factores reseñados, se suele producir el accidente, siendo especialmente causa de dichos accidentes el uso inadecuado de los equipos, la deficiente aplicación de los anclajes y la falta de formación del trabajador. A estas causas puede añadirse el estado físico del trabajador a causa del estrés o la fatiga por el excesivo tiempo de trabajo o inadecuación en las condiciones ergonómicas inadecuadas.

Sobre los riesgos en este tipo de actividad, sin embargo, no se puede tampoco obviar el hecho de que en muchas ocasiones la deficiente utilización de la herramienta es causa de accidente sobre terceras personas por caída de los materiales o parte del equipo auxiliar, al no mantenerse sujetas al arnés del trabajador.

### 6.7.2 Medidas preventivas

- Todos los elementos que componen el equipo de trabajo deberán comprobarse y verificarse por cada trabajador, que ha de estar formado y capacitado para el trabajo, antes de iniciar su actividad, debiendo desecharse cualquier elemento que presente alguna anomalía.
- Los trabajos no deben improvisarse. Deben estar previamente evaluados los riesgos y planificada la actividad preventiva y las medidas que se deben adoptar.
- Es obligatorio el uso del dispositivo anticaídas, que debe estar colocado en la cuerda de seguridad.
- En la operación de descenso, no se superará la velocidad de 2 m por segundo. En esta operación ha de manejarse el mosquetón de freno.
- En la operación de ascenso, el dispositivo anticaídas se situará en la cuerda de seguridad.
- Los trabajos deben interrumpirse ante cualquier fallo de los equipos que pueda poner en peligro la seguridad.

- Debe extremarse la precaución en los trabajos realizados con inclemencias meteorológicas que puedan acentuar la inseguridad.
- Se pondrá especial atención a los trabajos que puedan implicar contactos eléctricos directos o indirectos por proximidad a líneas eléctricas de alta o baja tensión, ya sean aéreas o de fachada.
- La zona perimetral de la vertical donde se vayan a realizar los trabajos, cuando haya peligro de accidente a terceros, deberá delimitarse mediante vallado para evitar el acceso de personas.

En relación con los trabajadores:

- Únicamente los trabajadores adecuadamente formados específicamente sobre los trabajos verticales pueden desarrollar esta actividad.
- Deben extremarse los cuidados en el uso de las herramientas, para evitar cortes y heridas que compliquen la operación de descenso. - Los trabajadores deben poseer una serie de conocimientos específicos sobre las técnicas de uso del equipo de acceso, con dos cuerdas, una de suspensión y otra de seguridad para cada operario, y deben estar formados sobre técnicas de instalación que incluyan los elementos de fijación naturales o instalados y sobre técnicas de progresión una vez instalado el equipo.
- Los trabajadores deberán pasar un examen médico que descarte problemas de tipo físico o psicológico en relación con este tipo de trabajos.

## 6.8 MONTAJE Y APRIETE DE TORNILLERÍA

### 6.8.1 Riesgos más comunes

- Caídas de personas desde altura
- Caídas de objetos desde altura
- Golpes y heridas

### 6.8.2 Medidas preventivas

- Se utilizarán herramientas adecuadas para el apriete de tornillos
- Trabajarán como máximo dos operarios situados al mismo nivel o a tresbolillos y siempre en la cara externa del apoyo.
- La subida y bajada de material y herramientas se realizará con la ayuda de cuerdas, en ningún caso lanzándolos.
- Los desplazamientos de los operarios por el apoyo se realizarán con las manos libres y con cinturón de seguridad

### 6.8.3 Equipos de protección individual

- Casco de seguridad
- Cinturón de seguridad que se amarrará a partes fijas de la torre
- Ropa y guantes adecuados
- Botas de seguridad

## 6.9 TRABAJOS PRÓXIMOS A ELEMENTOS EN TENSIÓN

### 6.9.1 Riesgos más comunes

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Contactos eléctricos directos
- Contactos eléctricos indirectos
- Electrocuciiones
- Incendios

### 6.9.2 Medidas preventivas

Todos los trabajos se realizarán según lo establecido en el Real Decreto 614/01, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la seguridad y salud de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

- Se define como trabajador autorizado aquel el trabajador que ha sido autorizado por el empresario para realizar determinados trabajos con riesgo eléctrico, en base a su capacidad para hacerlos de forma correcta.
- Se define trabajador cualificado como el trabajador autorizado que posee conocimientos especializados en materia de instalaciones eléctricas, debido a su formación acreditada, profesional o universitaria, o a su experiencia certificada de dos o más años.
- Todo trabajo en las proximidades de líneas eléctricas o elementos en tensión será ordenado y dirigido por el jefe del trabajo (que será un trabajador cualificado), el cual será el responsable de que se cumplan las distancias de seguridad, y podrán ser realizados por trabajadores autorizados.
- Cuando se utilicen grúas o aparatos elevadores, se respetarán las distancias mínimas de seguridad, para evitar no solo el contacto sino también la excesiva cercanía a líneas con tensión (según criterios del R.D. 614/2001, Anexo V, Trabajos en Proximidad). El personal que no opere estos equipos, permanecerá alejado de ellos.
- En trabajos en líneas, se colocarán tantos equipos de puesta a tierra y en cortocircuito como posibles fuentes de tensión confluyan en el lugar de trabajo, siendo estos equipos de Puesta a Tierra de características adecuadas a la tensión de la línea, según criterios del R.D. 614/2001.
- Es obligatorio el uso de equipos de protección adecuados al riesgo de cada trabajo, tales como: banquetas o alfombrillas aislantes, pértigas, guantes, casco, pantalla facial, herramienta aislada, así como cualquier otro elemento de protección, tanto individual como colectivo, homologado.

- Cuando en la proximidad de los trabajos haya partes activas, se aislarán convenientemente mediante vainas, capuchones, mantas aisladas, etc... en todos los conductores, incluido el neutro.
- Se mantendrán las distancias de seguridad exigidas en reglamentos.

### 6.9.3 Equipos de protección individual

- Casco de seguridad contra arco eléctrico
- Guantes de trabajo
- Guantes dieléctricos para alta y baja tensión
- Gafas de protección o pantalla de protección facial contra arco eléctrico
- Botas de seguridad con puntera reforzada y suela antideslizante

## 6.10 TRABAJOS EN TENSIÓN

### 6.10.1 Riesgos más comunes

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Caída de objetos en manipulación
- Contactos eléctricos
- Incendios

### 6.10.2 Medidas preventivas

Se seguirán en todo momento las especificaciones descritas en el R.D. 614/2001 sobre Disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

- Para estos trabajos se deberán haber desarrollado procedimientos específicos, los operarios deberán tener una formación adecuada y tanto el material de seguridad, como el equipo de trabajo y las herramientas a utilizar serán las adecuadas.
- La zona de trabajo debe estar claramente definida y delimitada.
- Todas aquellas partes de una instalación eléctrica sobre la que vayan a realizarse trabajos, deberán disponer de un espacio adecuado de trabajo, de medios de acceso de iluminación.
- Cuando sea necesario, el acceso a la zona de trabajo debe ser delimitado claramente en el interior de las instalaciones.
- Se deben tomar medidas de prevención adecuada para evitar accidentes a personas por otras fuentes de peligro tales como sistemas mecánicos o en presión o caídas.
- No se deben colocar objetos que puedan dificultar el acceso ni materiales inflamables, junto o en los caminos de acceso, las vías de emergencia a o desde

equipos eléctricos de corte y control, así como tampoco en las zonas desde donde estos equipos hayan de ser operados.

- Los materiales inflamables deben mantenerse alejados de fuentes de arco eléctrico.
- Si es necesario, durante la realización de cualquier trabajo u operación, se colocará una señalización adecuada para llamar la atención sobre los riesgos más significativos.
- Los procedimientos de trabajos en tensión solo se llevarán a cabo una vez suprimidos los riesgos de incendio o explosión.
- Se debe asegurar que el trabajador se encuentra en una posición estable, para permitirle tener las dos manos libres.
- Los operarios utilizarán equipos de protección individual apropiados y no llevarán objetos metálicos, tales como anillos, relojes, cadenas, pulseras, etc.
- Los trabajos en lugares donde la comunicación sea difícil, por su orografía, confinamiento u otras circunstancias, deberán realizarse estando presentes, al menos, dos trabajadores con formación en materia de primeros auxilios.
- Es obligatorio el uso de equipos de protección adecuados al riesgo de cada trabajo, tales como: banquetas o alfombrillas aislantes, pértigas, guantes, casco, pantalla facial, herramienta aislada, así como cualquier otro elemento de protección, tanto individual como colectivo, homologado.
- Para el trabajo en tensión se adoptarán medidas de protección para prevenir la descarga eléctrica y el cortocircuito. Se tendrán en cuenta todos los diferentes potenciales presentes en el entorno de la zona de trabajo.
- Dependiendo del tipo de trabajo, el personal que lo realice debe estar formado y además especialmente entrenado.
- Deberán especificarse las características, la utilización, el almacenamiento, la conservación, el transporte e inspecciones de las herramientas, los equipos y materiales utilizados en los trabajos en tensión.
- Las herramientas, equipos y materiales estarán claramente identificados.
- Para los trabajos en el interior de edificios, las condiciones atmosféricas no se han de tener en cuenta a menos que exista riesgo de sobretensiones que provengan de instalaciones exteriores y siempre que la visibilidad en la zona de trabajo sea adecuada.
- Otros parámetros, tales como la altitud y la contaminación, particularmente en alta tensión, se deben considerar si reducen la calidad de aislamiento de las herramientas y equipos.
- Cuando las condiciones ambientales requieran la paralización del trabajo, el personal debe dejar la instalación y los dispositivos aislantes y aislados en posición segura. Los operarios deben también retirarse de la zona de trabajo de forma segura.

### 6.10.3 Equipos de protección individual

- Casco de seguridad contra arco eléctrico
- Botas de seguridad con puntera reforzada y suela aislante y antideslizante
- Guantes de trabajo
- Guantes dieléctricos para baja tensión
- Guantes dieléctricos para alta tensión
- Gafas de protección o pantalla de protección facial contra arco eléctrico
- Arnés de seguridad
- Ropa de trabajo para el mal tiempo

### 6.11 TRABAJOS CON RIESGO ELÉCTRICO

La legislación existente que nos da las medidas de seguridad contra riesgos eléctricos va dirigida en dos objetivos:

- Proteger a las personas contra el riesgo eléctrico y sus efectos.
- Proteger las instalaciones contra sobrecargas, sobreintensidades, etc.

En España, la legislación vigente en esta materia es la siguiente:

- R.D. 842/2002 por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT), así como las disposiciones por las que se aprueban o modifican el reglamento electrotécnico para baja tensión y las instrucciones técnicas complementarias (ITC's).
- R.D. 614/2001 sobre disposiciones mínima para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- R.D. 3275/1982, por el que se aprobó el Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.
- Reglamento de líneas eléctricas aéreas de alta tensión.

Normativa de receptores según el REBT:

Los aparatos se clasificarán respecto a la protección contra contactos indirectos en cuatro clases según el grado y el tipo de protección de cada uno:

**Clase 0:** No llevan dispositivos que permitan unir las partes metálicas accesibles a un conductor de protección. Su aislamiento corresponde a un aislamiento funcional. Estos aparatos deberán ser desechados en la práctica. Su indicación en la placa de características será: Clase 0 o sin indicación.

**Clase I:** Equipos dispuestos para ser conectados a la red, en los que la protección contra descarga eléctrica no se confía solamente al aislamiento básico, sino que incluye, como medida adicional de seguridad el que las partes conductoras estén

conectadas a la tierra de protección general del local, con el objeto de evitar que tales partes puedan convertirse en activas por fallo del aislamiento básico.

Llevan dispositivos que permiten unir las partes metálicas accesibles a un conductor de protección. Cuando la alimentación del aparato se realice por medio de un conductor flexible, este incluye el conductor de protección y su clavija para toma de corriente dispone de contacto para este último conductor. Su indicación en la placa de características será: Clase I o el símbolo de puesta a tierra

**Clase II:** Equipos dispuestos para ser conectados a la red principal, en los que la protección contra descargas eléctricas no se confía solamente al aislamiento básico, sino que el factor de seguridad se incrementa por doble aislamiento o aislamiento reforzado, no necesitando conexión a la tierra protectora. Es decir, para conseguir el doble aislamiento, debe cumplirse que todas las partes susceptibles de contacto, que en caso de defecto puedan quedar en tensión directa o indirectamente:

- Deben estar cubiertas con material aislante de forma segura y duradera.
- Deben quedar separadas de las partes en tensión mediante la separación con piezas aislantes fijadas de forma segura.

Este sistema de protección representa una seguridad eficaz, por lo que en la actualidad se está aplicando a las herramientas portátiles con gran ventaja respecto a las otras clases.

Se tendrá especial cuidado con las reparaciones de estos aparatos, con objeto de conservar los aislamientos y sustituir las piezas aislantes deterioradas por otras de igual garantía protectora.

Su indicación en la placa de características será: Clase II o el símbolo correspondiente.

**Clase III:** Equipos en los que la protección contra descargas eléctricas se confía a la alimentación con voltajes de baja tensión de seguridad. Son los que están previstos para ser alimentados bajo una tensión no superior a 50 voltios. No tienen ningún circuito interno ni externo que funcione a una tensión superior a esta.

Su indicación en la placa de características será: Clase III o el valor de la tensión nominal metido en un rombo. Los aparatos de las clases citadas anteriormente, presentarán un aislamiento a masa que resista una prueba bajo tensión, durante un minuto, a la frecuencia de 50 Hz.

### 6.11.1 Protección contra el riesgo de incendio y explosión

Con el fin de evitar o controlar el riesgo derivado de la instalación eléctrica se desarrollan distintos modos de protección.

- **Envoltente antideflagrante.** Capaz de soportar la explosión interna de una mezcla inflamable que haya penetrado en su interior y sin transmitir la inflamación al exterior del equipo.



Se podrán realizar trabajos de dos maneras:

- A) Trabajos en ausencia de tensión
- B) Trabajos en tensión

En la tabla siguiente se indican los requerimientos necesarios para realizar trabajos en baja tensión:

Trabajos sin tensión	Maniobras, mediciones, ensayos y verificación	Trabajos en tensión	Trabajos en proximidad
A Supresión y reposición	A	C A (Reposición de fusibles)	A Preparación de trabajos

A: Trabajador autorizado  
C: Trabajador cualificado

### A) Trabajos sin tensión:

Para trabajar sin tensión deberán cumplirse las 5 etapas o las 5 reglas de oro

- 1. Desconectar.** La parte de la instalación en la que se va a realizar el trabajo debe aislarse de todas las fuentes de alimentación.
- 2. Prevenir** cualquier posible realimentación. Dispositivos de maniobra bloqueados y/o señalizados.
- 3. Verificar** la ausencia de tensión. La ausencia de tensión deberá verificarse en todos los elementos activos de la instalación eléctrica en o lo más cerca posible de la zona de trabajo.
- 4. Poner** a tierra y en cortocircuito. En las instalaciones de baja tensión que por inducción o por otras razones puedan ponerse accidentalmente en tensión.
- 5. Protección** frente a elementos próximos en tensión y establecer una señalización de seguridad para delimitar la zona de trabajo.

### B) Trabajos en tensión:

Solamente se permitirá realizar en tensión los siguientes trabajos:

1. Operaciones elementales como conectar o desconectar en instalaciones de baja tensión.
2. Maniobras, mediciones, ensayos y verificaciones.
3. Trabajos en proximidad de instalaciones cuyas condiciones de explotación o de continuidad del suministro así lo requieran.

Par trabajar con tensión deberán cumplirse las siguientes normas de seguridad:

Además del equipo de protección personal (casco, gafas, calzado aislante, ropa ignífuga, etc.), se empleará en cada caso el material de seguridad más adecuado:

- Guantes aislados homologados.
- Alfombras o banquetas aislantes.
- Vainas o caperuzas aislantes.
- Comprobadores de tensión.
- Herramientas aislantes homologadas.
- Material de señalización (discos, barreras, etc.).

Los trabajadores no llevarán objetos conductores tales como pulseras, relojes, cadenas o cierres de cremallera metálicos que puedan contactar accidentalmente con elementos de tensión.

### **Trabajos eléctricos en locales de características especiales**

En los lugares de trabajo o locales donde se presenten condiciones especiales de humedad o impregnación por líquidos conductores, emanación de vapores corrosivos, etc. se utilizarán herramientas eléctricas y materiales especialmente proyectados para mantener el nivel de aislamiento requerido según las normas de aplicación.

En los recintos muy conductores, se utilizarán pequeñas tensiones de seguridad y las tomas de corriente se situarán en el exterior del recinto de trabajo.

Los aparatos portátiles que deban utilizarse en obras o lugares en los que exista riesgo de explosión por vapores, nieblas, polvo combustible o fibras fácilmente inflamables, deberán de responder en cuanto al modo de protección del aparato.

### **Trabajos en proximidad de instalaciones en tensión**

En cualquier trabajo en proximidad de instalaciones en tensión se deberá delimitar y señalar adecuadamente la zona de trabajo. Además, se aislarán en baja tensión las partes conductoras desnudas bajo tensión, mediante pantallas, fundas, capuchones, telas aislantes, etc. y en alta tensión siempre que no se cumplan las distancias mínimas de seguridad en instalaciones no protegidas y que son las que indica el R.D. 614/2001 sobre riesgo eléctrico.

### **Equipos de protección frente al riesgo eléctrico**

A pesar del empleo de procedimientos seguros y adecuados de trabajo frente al riesgo eléctrico, con el objetivo de garantizar la seguridad del trabajador, se hace obligada la utilización de equipos de protección. Estos equipos de protección se dividen en aquellos que son de protección individual (EPI's) y los que son de utilización colectiva o común.

### **Equipos de protección individual**

La utilización de los equipos de protección individual está regulada por el Real Decreto 773/97.

Los Equipos de Protección Individual (EPI's) son aquellos destinados a ser llevados o sujetados por el trabajador para que le proteja de uno o de varios riesgos; quedan excluidos de este concepto la ropas de trabajo no diseñada específicamente para la protección contra los riesgos y algunos equipos especiales tales como los socorros y salvamento o el material deportivo.

La reglamentación en vigor clasifica los EPI's en tres categorías, según el nivel de gravedad de los riesgos frente a los que protegen:

- Categoría I. Riesgo bajo o mínimo. Cuando el usuario pueda juzgar por sí mismo su eficacia contra riesgos mínimos y, cuyos efectos, cuando sean graduales, puedan ser percibir a tiempo y sin peligro para el usuario, sin peligro para el usuario.
- Categoría II. Riesgo medio o grave. Los que no pertenecen a las otras dos categorías.
- Categoría III. Riesgo alto, muy grave o mortal. Los destinados a proteger al usuario de todo riesgo mortal o que puede dañar gravemente y de forma irreversible la salud, sin que se pueda descubrir a tiempo su efecto inmediato.

Los EPI's deben disponer del marcado CE de conformidad, por el que se garantiza que el fabricante cumple con los exámenes de conformidad y controles de calidad exigibles. Este marcado depende de la categoría del EPI:

- Categoría I. Sólo marcado CE.
- Categoría II. Marcado y año de colocación del marcado: CE 96
- Categoría III. Marcado, año de colocación del marcado y número distintivo del organismo notificador: CE 96 YYYY

### **Equipos de protección individual de uso habitual en trabajos eléctricos:**

**Protectores de la cabeza:** Los cascos de protección para la cabeza son todos de categoría II.

Estos Elementos están destinados a proteger la parte superior de la cabeza del usuario contra objetos en caída, y debe estar compuesto como mínimo de dos partes: un armazón y un arnés.

Para una buena protección, el casco debe ajustar a la talla de la cabeza del usuario, está concebido para absorber la energía del impacto mediante la destrucción parcial o mediante desperfectos del armazón y del arnés por lo que, aun en el caso de que estos daños no sean aparentes, cualquier casco que haya sufrido un impacto severo deber ser sustituido.

Existe peligro al modificar o eliminar cualquier elemento original del casco sin seguir las recomendaciones del fabricante. No se podrán adaptar al casco, accesorios distintos a los recomendados por el fabricante del casco. No se le podrá aplicar pintura, disolvente, adhesivos o etiquetas auto-adhesivas, excepto si se efectúa de acuerdo con las instrucciones del fabricante del casco. Deben proporcionar aislamiento

eléctrico. De esta manera se asegura la protección del usuario durante un corto espacio de tiempo contra contactos accidentales con conductores eléctricos activos.

**Protectores oculares:** Todos los protectores oculares y filtros destinados a proteger frente a riesgos eléctricos serán de categoría III.

Se utilizarán pantallas faciales para protección contra el arco eléctrico y cortocircuitos.

**Protección de las manos:** Los guantes de Protección contra Riesgos eléctricos pertenecen a la Categoría III.

Los guantes y manoplas de material aislante se clasificarán por su clase y por sus propiedades especiales:

## 6.12 TENDIDO DE CABLES AL AIRE, POR TUBERÍA Y SOBRE BANDEJA

### 6.12.1 Riesgos profesionales

- Caída de personas al mismo nivel.
- Cortes y golpes con herramientas.
- Pisadas sobre objetos punzantes.
- Sobreesfuerzos por posturas inadecuadas.
- Golpes por objetos.

### 6.12.2 Medidas preventivas

- Para evitar que el trabajador sostenga el peso del cable que todavía está sin embriar, utilizar ganchos colgados que hagan la función de sostener el peso.
- Mantener el local del trabajo buenas condiciones de orden y limpieza.
- Comprobar que existe una iluminación adecuada en las zonas de trabajo.
- Las herramientas manuales empleadas para la ejecución de los trabajos serán las más apropiadas por sus características y tamaño a la operación a realizar y no tendrán defectos ni desgaste que dificulten su correcta utilización.
- En caso de usar guantes, se asegurará que ayuden a la actividad manual a realizar, sin impedir los movimientos de la muñeca o que obliguen a hacer una fuerza en posición incómoda.
- Usar herramientas diseñadas de forma tal, que eviten los puntos de pellizco y que reduzcan la vibración.
- Durante su uso estarán libres de grasa, aceites y otras sustancias deslizantes.
- Los trabajadores recibirán instrucciones precisas sobre el uso correcto de las herramientas que hayan de utilizar, sin que en ningún caso puedan utilizarse con fines distintos para los que están diseñadas.

## 6.13 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO

### 6.13.1 Riesgos profesionales

- Desprendimientos por mal apilado de la madera.
- Golpes en las manos durante la clavazón.
- Caída de los encofradores al vacío.
- Vuelcos de los paquetes de madera (tablones, tableros, puntales, correas, soportes, etc.) durante las maniobras de izado a las plantas.
- Caída de madera al vacío durante las operaciones de desencofrado.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Cortes al utilizar las sierras de mano.
- Cortes al utilizar las mesas de sierra circular.
- Pisadas sobre objetos punzantes.
- Sobreesfuerzos por posturas inadecuadas.
- Golpes por objetos.

### 6.13.2 Medidas preventivas

- En estos trabajos es recomendable el uso de redes, barandillas y cubrición de huecos.
- Se prohíbe la permanencia de operarios en las zonas de batido de cargas durante las operaciones de izado de tablones, sopanda, puntales, ferralla, etc.
- Se esmerará el orden y la limpieza durante la ejecución de los trabajos.
- Los clavos o puntas existentes en la madera usada, se extraerán a la mayor brevedad.
- Los clavos sueltos o arrancados se eliminarán mediante un barrido y apilado en lugar conocido para su posterior retirada.
- Todas las máquinas accionadas eléctricamente tendrán su correspondiente protección a tierra e interruptores diferenciales.
- Antes de proceder al hormigonado, se comprobará la estabilidad del conjunto (encofrado más armadura)
- Los tableros de encofrado para muros, aletas, etc. dispondrán de plataformas de trabajo con barandillas, formadas por pasamanos, listón intermedio y rodapié.
- Una vez concluido un determinado tajo, se limpiará eliminando todo el material sobrante, que se apilará para su posterior retirada.
- Se colocarán señales de:
  - \* Uso obligatorio del casco.
  - \* Uso obligatorio de botas de seguridad.
  - \* Uso obligatorio de guantes.

- \* Uso obligatorio del cinturón de seguridad en algunos casos.
- \* Peligro de caída de objetos.
- \* Peligro de caída al vacío.

### 6.13.3 Protecciones colectivas

- Correcta protección de la sierra circular, utilizando "empujadores" para las piezas pequeñas.
- Electrocutión por anulación de la toma de tierra de las máquinas eléctricas.
- Orden y limpieza.
- Eliminación de las puntas inmediatamente después de desencofrar.
- Utilización de escaleras de mano reglamentarias.
- Correcto apilado de la madera.

### 6.13.4 Protecciones individuales

- Las prendas de protección personal estarán homologadas por la C.E.
- Casco de polietileno.
- Botas de seguridad.
- Cinturón porta-herramientas.
- Guantes de cuero.
- Ropa de trabajo de color naranja.
- Botas de goma o de P.V.C. de seguridad.
- Trajes de tiempo lluvioso de color amarillo.

## 6.14 TRABAJOS CON HORMIGÓN

### 6.14.1 Riesgos profesionales

- Caída de personas y/u objetos al mismo nivel.
- Caída de personas y/u objetos a distinto nivel.
- Caída de personas y/u objetos al vacío.
- Hundimiento de encofrados.
- Heridas punzantes en pies y manos.
- Pisadas sobre objetos punzantes.
- Pisadas sobre superficies de tránsito.
- Las derivadas de trabajos sobre suelos húmedos o mojados.
- Contactos con el hormigón (dermatitis por cementos).
- Salpicaduras de hormigón en los ojos.
- Los derivados de la ejecución de trabajos bajo circunstancias meteorológicas adversas.
- Atrapamientos.
- Atropellos por maquinaria



- Mantenimiento adecuado de la maquinaria.

### 6.14.5 Protecciones individuales

- Las prendas de protección personal estarán homologadas por la C.E.
- Casco.
- Botas de agua, clase III, de caña alta.
- Guantes de goma.
- Gafas contra la proyección de partículas.
- Traje de agua de color amarillo.

## 6.15 OBRA CIVIL

### 6.15.1 Riesgos más frecuentes

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

### 6.15.2 Medidas de preventivas

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

## 6.16 MONTAJES DE PREFABRICADOS

### 6.16.1 Riesgos más frecuentes

- Golpes a las personas por el transporte en suspensión de grandes piezas.
- Atrapamientos durante maniobras de ubicación.

- Caída de personas al mismo nivel debidas principalmente a tropiezos con objetos en zonas de paso, huecos, resbalones, etc.
- Caídas de personas a distinto nivel (desde estructuras, medios auxiliares como andamios, escaleras manuales, etc.).
- Vuelco de piezas prefabricadas.
- Desplome de piezas prefabricadas.
- Heridas causadas por pisadas sobre objetos punzantes, etc.
- Cortes por manejo de herramientas manuales.
- Cortes o golpes por manejo de herramientas manuales.
- Cortes o golpes por manejo de máquinas-herramientas.
- Aplastamientos de manos o pies al recibir las piezas.
- Caída de herramientas, máquinas herramientas, materiales, etc. durante su manipulación.
- Caída sobre operarios de objetos desprendidos desde niveles superiores, andamios, etc.
- Sobreesfuerzos por manejo de piezas pesadas, posturas inadecuadas, etc.
- Contactos eléctricos.

#### 6.16.2 Medidas preventivas

- Se tenderán cables de seguridad amarrados a elementos estructurales sólidos, en los que enganchar el mosquetón del arnés de seguridad de los operarios.
- La pieza prefabricada, será izada del gancho de la grúa mediante el auxilio de balancines.
- El prefabricado en suspensión del balancín, se guiará mediante cabos sujetos a los laterales de la pieza mediante un equipo formado por tres hombres. Dos de ellos gobernarán la pieza mediante los cabos mientras un tercero, guiará la maniobra.
- Una vez presentado en el sitio de instalación el prefabricado, se procederá sin descolgarlo del gancho de la grúa y sin descuidar la guía mediante los cabos, el montaje definitivo. Concluido el cual, podrá desprenderse del balancín.
- La recepción en los apoyos de las piezas prefabricadas de grandes dimensiones se realizará mediante dos cuadrillas de 2 o 3 hombres bajo la coordinación de un Capataz o Encargado. Actuando al mismo tiempo cada cuadrilla recibirán la pieza, los extremos, para ello, el Encargado u otra persona cualificada irá dirigiendo al gruista para la ubicación exacta de la pieza.
- En ningún momento intentarán los componentes de las cuadrillas maniobrar directamente la pieza a colocar.

- El riesgo de caída desde altura se evitará realizando los trabajos de recepción e instalación del prefabricado desde el interior de una plataforma de trabajo rodeada de barandillas de 90 cm. de altura, formadas por pasamanos, listón intermedio y rodapié de 15 cm. montados sobre andamios (metálicos tubulares, por ejemplo).
- Se colocará red horizontal bajo éstas, una vez ubicada en su lugar definitivo.
- Diariamente se realizará una inspección sobre el buen estado de los elementos de elevación (eslingas, balancines, pestillos de seguridad, etc.) haciendo anotación expresa en un libro de control que estará a disposición de la Dirección de obra.
- Se prohíbe trabajar o permanecer en lugares de tránsito de piezas suspendidas, en prevención del riesgo de desplome.
- Se instalarán señales de "peligro, paso de cargas suspendidas" sobre pies derechos bajo los lugares destinados a su paso.
- Se prepararán zonas de la obra compactadas para facilitar la circulación de camiones de transporte de prefabricados.
- Los prefabricados se descargarán de los camiones y se acopiarán en los lugares predeterminados para tal menester.
- Los prefabricados se acopiarán en posición horizontal sobre durmientes dispuestos por capas de tal forma que no se dañen los elementos de enganche para su izado.
- A los prefabricados en acopio antes de proceder a su izado para ubicarlos en la obra, se les amarrarán los cabos de guía, para realizar las maniobras sin riesgos.
- Se paralizará la labor de instalación de los prefabricados bajo régimen de vientos superiores a los 60 km/h.
- Las zonas permanecerán limpias de materiales o herramientas que puedan obstaculizar las maniobras de instalación.

### 6.16.3 Protecciones individuales

- Arnés anticaída.
- Ropa de trabajo apropiada.
- Casco de seguridad.
- Gafa de seguridad antiproyecciones.
- Guantes de cuero.
- Botas de seguridad con plantilla de acero y puntera reforzada.
- Cinturón o faja para sobreesfuerzos.

### 6.16.4 Protecciones colectivas

- El riesgo de caída desde altura se evitará realizando los trabajos de recepción e instalación del prefabricado desde el interior de una plataforma de trabajo

(plataforma elevadora o andamio tubular) rodeada de barandillas reglamentaria de 90 cm de altura.

- Se tenderán cables de seguridad, anclados a "puntos fuertes", en los que enganchar el mosquetón del Arnés de seguridad de los operarios encargados de recibir al borde de los forjados las piezas prefabricadas.
- Las barandillas de cierre de los forjados se irán desmontando únicamente en la longitud necesaria para instalar un determinado panel prefabricado, conservándose intactas en el resto de la fachada.
- Bajo el encerchado a realizar se tenderán redes horizontales de seguridad y perimetrales tipo "tenis" de 1m de altura, en prevención de riesgo de caídas a diferente nivel.

## 6.17 INSTALACIÓN DE PUERTAS METÁLICAS

### 6.17.1 Riesgos más frecuentes.

- Golpes en manos y otras partes del cuerpo por herramientas o partes de éstas.
- Cortes y pinchazos en manos u otras partes del cuerpo por el filo o punta de herramientas, o de materiales en manipulación con aristas vivas o puntas.
- Caídas al mismo nivel por pisadas sobre objetos o tropezones.
- Caídas desde altura.
- Proyecciones de fragmentos en ojos o cara.
- Golpes por objetos desprendidos, desplomados o en manipulación.
- Sobresfuerzos.
- Contactos eléctricos.

### 6.17.2 Medidas preventivas.

- Sujetar firmemente las herramientas mientras se las manipula o utiliza. –
- Mantener limpias de grasas u otras sustancias deslizantes los mangos de las herramientas.
- Revisar las herramientas de golpeo para asegurar que la cabeza se encuentra correctamente sujeta al mango y no se suelta durante su manejo.
- No emplear para golpear herramientas cuya función no es ésta, ni golpear con martillos o mazas herramientas salvo las destinadas a ello, como cinceles, cortafríos o punzones. En general, emplear cada herramienta para la finalidad para la que está diseñada (uso adecuado) y en la forma en la que está previsto (uso correcto).
- Las herramientas con filo o punta deben ser transportadas y almacenadas con protectores convenientes de la hoja o la punta, bolsas, cajas de herramientas, cinturones portaherramientas, etc. No hacerlo nunca en los bolsillos.

- En las operaciones de carga/descarga de las puertas y portones se emplearán equipos de izado y accesorios de elevación homologados y en correcto estado de conservación.
- Antes de iniciar la operación de manipulación con una grúa o polipasto se realizará el movimiento en vacío para comprobar que se dispone del espacio suficiente.
- Durante la manipulación de una carga levantada nadie permanecerá dentro del radio de acción del movimiento, ni se situará bajo la carga, ni la guiará con la mano, etc.
- No situarse nunca o partes del cuerpo entre las puertas manipuladas y una pared o muro, o los elementos de guiado, ni junto a una puerta antes de su colocación que no se encuentre convenientemente amarrada.
- Utilizar casco, calzado de seguridad y guantes.
- No levantar manualmente cargas por encima de 25 kg, y si es necesario hacerlo recurrir a la colaboración de más personas.
- En la manipulación manual de cargas adoptar posturas de trabajo correctas, según las recomendaciones preventivas para hacerlo (flexionar las rodillas, no girarse con cargas pesadas en las manos, no levantar cargas por encima de los hombros, acercar las cargas al cuerpo y mantener los brazos flexionados, etc.).

## 7 MAQUINAS PREVISTAS PARA LA REALIZACIÓN DE LA OBRA

### 7.1 CAMIÓN HORMIGONERA.

#### 7.1.1 Riesgos más frecuentes.

- Atropello de personas.
- Colisión con otras máquinas.
- Vuelco del camión.
- Caída de personas.
- Golpes por el manejo de las canaletas.
- Caída de objetos sobre el conductor durante las operaciones de vertido o de limpieza.
- Golpes por el cubilete del hormigón.
- Atrapamientos durante el despliegue, montaje y desmontaje de las canaletas.
- Los derivados del contacto con el hormigón.

#### 7.1.2 Medidas preventivas de seguridad.

- Las rampas de acceso a los tajos no superarán la pendiente del 20 % en prevención de atoramientos o vuelco.
- La limpieza de la cuba y canaletas se efectuará en lugares señalados para tal labor.

- La puesta en estación y los movimientos del vehículo durante las operaciones de vertido, serán dirigidos por un señalista.
- Las operaciones de vertido a lo largo de cortes en el terreno se efectuarán sin que las ruedas de los camiones-hormigonera sobrepasen la línea blanca de seguridad, trazada a 2 m. del borde.

## 7.2 ESCALERAS DE MANO.

### 7.2.1 Riesgos más frecuentes.

- Caída de personal.
- Deslizamiento por incorrecto apoyo.
- Vuelco lateral por apoyo irregular.
- Rotura por defectos ocultos.
- Los derivados de los usos inadecuados o de los montajes peligrosos.

### 7.2.2 Medidas preventivas de seguridad.

- Se prohíbe la utilización de escaleras de mano para salvar alturas superiores a 5 metros.
- Estarán dotadas en su extremo inferior de zapatas antideslizantes de seguridad y se apoyarán sobre superficies planas.
- Se prohíbe apoyar la base de las escaleras de mano sobre lugares u objetos poco firmes que pueden mermar la estabilidad de este medio auxiliar.
- Estarán firmemente amaradas en su extremo superior al objeto o estructura al que dan acceso. se evitará apoyarlas sobre pilares circulares, y en caso de ser necesario se anclarán de forma que la escalera no pueda girar sobre la superficie del pilar.
- Sobrepasarán como mínimo 1,00 metros la altura a salvar.
- Se instalarán de tal forma que su apoyo inferior diste de la proyección vertical del superior  $\frac{1}{4}$  de la longitud del larguero entre apoyos.
- Se colocarán apartadas de elementos móviles que puedan derribarlas.
- Estarán fuera de las zonas de paso.
- El ascenso y descenso a través de las escaleras de mano cuando salven alturas superiores a 3 metros se realizará dotado de cinturón de seguridad amarrado a un cable de seguridad paralelo por el que circulará libremente un mecanismo paralelo.
- Se prohíbe transportar pesos a mano (o a hombro) iguales o superiores a 25 kg. sobre escaleras de mano.
- El acceso de operarios a través de las escaleras de mano, se realizará de uno en uno. Se prohíbe la utilización al unísono de la escalera a 2 o más operarios.
- El ascenso y descenso a través de las escaleras de mano de esta obra se efectuará frontalmente, es decir, mirando directamente hacia los peldaños que se están utilizando.

- Nunca se efectuarán trabajos sobre las escaleras que obliguen al uso de las dos manos.
- Las escaleras dobles o de tijera, estarán dotadas de cadenas o cables que impidan que éstas se abran al utilizarse.
- Si son de madera, los largueros serán de una sola pieza sin defectos ni nudos y con peldaños ensamblados.

### 7.3 RETROEXCAVADORA.

#### 7.3.1 Riesgos más frecuentes.

- Atropello.
- Deslizamiento de la máquina (terrenos embarrados).
- Máquina en marcha fuera de control (abandono de cabina de mando sin desconectar máquina).
- Vuelco de la máquina (inclinación del terreno superior a la admisible por la pala cargadora).
- Caída de pala por pendientes (aproximación excesiva al borde de taludes, cortes y asimilables).
- Choque contra otros vehículos.
- Contacto con líneas eléctricas (aéreas o enterradas).
- Interferencias con infraestructuras urbanas (alcantarillado, agua, gas o electricidad).
- Incendio.
- Quemaduras (trabajos de mantenimiento).
- Atrapamientos.
- Proyección de objetos durante el trabajo.
- Caída de personas desde la máquina.
- Golpes.
- Ruido propio y ambiental (trabajo al unísono de varias máquinas).
- Vibraciones.
- Los derivados de los trabajos realizados en ambientes pulverulentos (partículas en los ojos, afecciones respiratorias, etc.).
- Los derivados de trabajos en condiciones meteorológicas extremas.
- Los propios del procedimiento y diseño elegido para el movimiento de tierras.

#### 7.3.2 Medidas preventivas de seguridad.

- Para subir o bajar de la retroexcavadora, utilice los peldaños y asideros dispuestos para tal función.
- Suba y baje de la maquinaria de forma frontal, (mirando hacia ella), asiéndose con ambas manos.

- No trate de realizar ajustes con la máquina en movimiento o con el motor en funcionamiento.
- Para evitar lesiones, apoye en el suelo la cuchara, pare el motor, ponga el freno de mano y bloquee la máquina; a continuación, realice las operaciones de servicio que necesite.
- No guarde trapos grasientos ni combustible sobre la máquina, pueden incendiarse.
- Tenga las precauciones habituales en el mantenimiento de un vehículo (cambiar de aceite de motor y de sistema hidráulico, con el motor frío, no fumar al manipular la batería o abastecer de combustible, etc.).
- No libere los frenos de la máquina en posición de parada si antes no ha instalado los tacos de inmovilización en las ruedas.
- No se admitirán retroexcavadoras que no vengan con la protección de cabina antivuelco instaladas (o pórtico de seguridad).
- Se revisarán periódicamente todos los puntos de escape del motor, con el fin de asegurar que el conductor no recibe en la cabina gases procedentes de la combustión.
- Estarán dotadas de un botiquín de primeros auxilios.
- Se prohíbe que los conductores abandonen la máquina con el motor en marcha.
- Se prohíbe transportar o izar personas utilizando la cuchara.
- Estarán dotadas de un extintor, timbrado y con las revisiones al día.
- Tendrán luces y bocina de retroceso.
- Se prohíbe el manejo de grandes cargas bajo régimen de fuertes vientos.
- Se prohíbe realizar maniobras de movimiento de tierras sin antes haber puesto en servicio los apoyos hidráulicos de inmovilización.
- Se prohíbe utilizar la retroexcavadora como una grúa para la introducción de piezas, tuberías, etc., en el interior de las zanjas.
- Se prohíbe realizar esfuerzos por encima del límite de carga útil de la retroexcavadora.
- El cambio de posición de la retroexcavadora, se efectuará situando el brazo en el sentido de la marcha.
- Se instalará una señal de peligro sobre "un pie derecho", como límite de la zona de seguridad del alcance del brazo de la máquina.

## 7.4 CAMIÓN GRÚA.

### 7.4.1 Riesgos más frecuentes.

- Vuelco del camión.
- Atrapamientos.
- Caídas al subir o bajar a la zona de mandos.

- Atropello de personas.
- Desplome de la carga.
- Golpes por la carga a paramentos.

#### 7.4.2 Medidas preventivas de seguridad.

- Antes de iniciar las maniobras de carga se instalarán calzos de inmovilización en las cuatro ruedas y los gatos estabilizadores.
- Los ganchos de cuelgue estarán dotados de pestillos de seguridad.
- Se prohíbe sobrepasar la carga máxima admisible fijada por el fabricante del camión en función de la extensión brazo-grúa.
- Las rampas de acceso a los tajos no superarán la pendiente del 20 % en prevención de atoramientos o vuelco.
- Se prohíbe realizar suspensión de cargas de forma lateral cuando la superficie de apoyo del camión esté inclinada hacia el lado de la carga, en previsión de los accidentes por vuelco.
- Se prohíbe arrastrar cargas con el camión-grúa.
- Las cargas en suspensión, para evitar golpes y balanceos se guiarán mediante cabos de gobierno.
- Se prohíbe la permanencia de personas en torno al camión-grúa a distancias inferiores a 5 metros.
- Se prohíbe la permanencia bajo las cargas en suspensión.
- Normas de seguridad para los operarios del camión-grúa.
- Mantenga la máquina alejada de terrenos inseguros, propensos a hundimientos.
- Evite pasar el brazo de la grúa sobre el personal.
- Suba y baje del camión-grúa por los lugares previstos para ello.
- Asegure la inmovilización del brazo de la grúa antes de iniciar ningún desplazamiento.
- No permita que nadie se encarama sobre la carga.
- Limpie sus zapatos del barro o grava que pudieran tener antes de subir a la cabina. Si se resbalan los pedales durante una maniobra o durante la marcha, puede provocar accidentes.
- No realice nunca arrastres de carga o tirones sesgados.
- Mantenga a la vista la carga.
- No intente sobrepasar la carga máxima autorizada para ser izada.
- Levante una sola carga cada vez.
- Asegúrese de que la máquina está estabilizada antes de levantar cargas. Ponga en servicio los tatos estabilizadores totalmente extendidos, es la posición más segura.
- No abandone la máquina con la carga suspendida.

- No permita que haya operarios bajo las cargas suspendidas.
- Evite el contacto con el brazo telescópico en servicio, puede sufrir atrapamientos.
- Antes de poner en servicio la máquina, compruebe todos los dispositivos de frenado.
- Utilice siempre las prendas de protección que se le indiquen en la obra.

## 7.5 CAMIÓN DE TRANSPORTE DE MATERIALES

### 7.5.1 Evaluación de riesgos

- Riesgos de accidentes de circulación (impericia, somnolencia, caos circulatorio).
- Riesgos inherentes a los trabajos realizados en su proximidad.
- Atropello y arrollamiento de personas (maniobras en retroceso, ausencia de señalistas, errores de Planificación, falta de señalización).
- Choques al entrar y salir de la obra (maniobras en retroceso, falta de visibilidad, ausencia de señalista, ausencia de señalización).
- Vuelco del camión (superar obstáculos, fuertes pendientes, medias laderas, desplazamiento de la carga).
- Caídas desde la caja al suelo (caminar sobre la carga, subir y bajar por lugares imprevistos para ello).
- Proyección de partículas (viento, movimiento de la carga).
- Riesgos derivados de la creación de ambiente pulvígeno.
- Caída de trabajadores desde la caja con el vehículo en movimiento.
- Atrapamiento entre objetos (permanecer entre la carga en los desplazamientos del camión).
- Atrapamientos (labores de mantenimiento).
- Contacto con la corriente eléctrica (caja izada bajo líneas eléctricas).

### 7.5.2 Medidas preventivas

- Bajaré el basculante inmediatamente después de efectuada la descarga, y antes de emprender la marcha; deberá tener especial precaución en esta operación cuando existan líneas eléctricas aéreas susceptibles de ser interceptadas por la caja.
- Se efectuarán escrupulosamente todas las revisiones y comprobaciones indicadas en el manual de mantenimiento del vehículo, sobre todo el sistema de frenado y las cubiertas.
- Durante las operaciones de carga y descarga se deberán tener en cuenta las siguientes especificaciones: El vehículo estará bien frenado mediante la activación del freno de mano, el conductor permanecerá siempre en la cabina, excepto cuando la estancia en dicha cabina pueda comprometer su seguridad.

- Mientras el basculante se encuentre levantado, se sujetará mediante el propio dispositivo de sujeción del camión, o en su defecto, se calzará convenientemente con tablones.
- La circulación del camión en la zona de obras se hará respetando la señalización interna de la obra, debiendo además conservar una velocidad reducida, para evitar accidentes por atropello de personas o colisiones con otros vehículos; además, avisará con suficiente antelación las maniobras a realizar, efectuándolas sin brusquedad.
- El camión no es un elemento de transporte de personal en el interior de la obra; por tanto, queda expresamente prohibido el traslado de los trabajadores en la caja basculante o colgado de la cabina.

### 7.5.3 Protecciones colectivas decididas:

Indicadores ópticos y acústicos; topes de fin de recorrido; extintor de incendios portátil y dispositivo de sujeción de la caja basculante.

### 7.5.4 Equipos de protección individual:

Casco de seguridad; botas de seguridad antideslizantes; cinturón contra las vibraciones; guantes de seguridad de cuero flor y loneta, y ropa de trabajo.

## 7.6 RODILLO VIBRANTE AUTOPROPULSADO

### 7.6.1 Evaluación de riesgos

- Atropello (por mala visibilidad, velocidad inadecuada, ausencia de señalización, falta de Planificación o Planificación equivocada).
- Máquina en marcha fuera de control (abandono de la cabina de mando con la máquina en marcha, rotura o fallo de los frenos, falta de mantenimiento).
- Vuelco (por fallo del terreno o inclinación superior a la admisible por el fabricante de la máquina).
- Caída de la máquina por pendientes (trabajos sobre pendientes superiores a las recomendadas por el fabricante, rotura de frenos, falta de mantenimiento).
- Choque contra otros vehículos, camiones u otras máquinas (por señalización insuficiente o inexistente, error de Planificación de secuencias).
- Incendio (mantenimiento, almacenar productos inflamables sobre la máquina, falta de limpieza).
- Quemaduras (mantenimiento).
- Proyección violenta de objetos (piedra, grava fracturada).
- Caída de personas al subir o bajar de la máquina (subir o bajar por lugares imprevistos).
- Ruido (cabina de mando sin aislamiento).
- Vibraciones (cabina de mando sin aislamiento).
- Insolación (puesto de mando sin sombra, al descubierto).

- Fatiga mental (trabajos en jornadas continuas de larga y monótona duración).
- Atrapamientos por vuelco (cabinas de mando sin estructuras contra los vuelcos).
- Estrés térmico (por excesivo frío o calor, falta de calefacción o de refrigeración).

### 7.6.2 Medidas preventivas

- A los operarios que deban manejar este tipo de máquinas se les comunicará por escrito la normativa preventiva antes del inicio de los trabajos. De la entrega quedará constancia escrita.
- Los operarios de los compactadores manuales serán operarios de probada destreza en el manejo de estas máquinas. El operador permanecerá en su puesto de trabajo sin abandonar éste hasta que el compactador esté parado.
- Normas de actuación preventiva para los maquinistas del rodillo vibrante:
  - El conductor antes de iniciar la jornada deberá:
    - Examinar la máquina y sus alrededores con el fin de detectar posibles fugas o deficiencias en las piezas o conducciones, comprobar el adecuado funcionamiento de todos los dispositivos de seguridad de la máquina, y controlar el nivel de los indicadores de aceite y agua y la estabilidad de la máquina al circular por pendientes.
    - No trate nunca de realizar ajustes con la máquina en movimiento o con el motor en funcionamiento puede sufrir lesiones, y no trabaje con la máquina en situación de avería, aunque sea con fallos esporádicos.
    - No permita que personas no autorizadas utilicen la máquina, y se prohíbe fumar cuando se abastezca de combustible.
    - Para realizar operaciones de servicio pare el motor, ponga el freno y bloquee la máquina.
    - Durante la limpieza de la máquina hay que protegerse con mascarilla, mono y guantes de goma.
    - Cuando utilice aire a presión, evitar las proyecciones de objetos.
    - No liberar los frenos de la máquina en posición parada, si antes no ha instalado los tacos de inmovilización de las ruedas. Al iniciar el turno de trabajo comprobar mediante maniobras lentas que todos los mandos responden perfectamente.
    - Se prohíbe que los operarios abandonen la máquina con el motor en marcha, y se prohíbe arrancar el motor sin antes cerciorarse de que no hay nadie en el área de operación de la máquina.
    - Para operaciones de mantenimiento se deberá: Parar el motor y desconectar la batería para evitar el riesgo de un arranque súbito y no situarse tras los rodillos.

### 7.6.3 Protecciones colectivas decididas:

Indicadores ópticos y acústicos; Topes de fin de recorrido; extintor de incendios portátil.

### 7.6.4 Equipos de protección individual:

Casco de seguridad (al salir de la cabina); chaleco reflectante; Botas de seguridad antideslizantes; Cinturón contra las vibraciones; Ropa de trabajo y guantes de seguridad de cuero flor y loneta.

## 7.7 HORMIGONERA ELÉCTRICA.

### 7.7.1 Riesgos más frecuentes.

- Atrapamientos.
- Contactos con la energía eléctrica.
- Golpes por elementos móviles.
- Polvo ambiental.
- Ruido ambiental.

### 7.7.2 Medidas preventivas de seguridad.

- No se ubicarán a distancias inferiores a 3 m. del borde de excavación.
- No se situarán en el interior de zonas batidas por cargas suspendidas del gancho de la grúa.
- La ubicación de la hormigonera quedará señalizada mediante cuerda de banderolas, una señal de peligro, y un rótulo con la leyenda: "PROHIBIDO UTILIZAR A PERSONAS NO AUTORIZADAS".
- Existirá un camino de acceso fijo a la hormigonera para los dumperes, separado del de las carretillas manuales.
- Tendrán protegidos mediante una carcasa metálica los órganos de transmisión.
- Estarán dotados de freno de basculamiento del bombo.
- Las carcasas y demás partes metálicas de las hormigoneras de accionamiento estanco, en prevención del riesgo eléctrico.
- Las operaciones de limpieza directa-manual se efectuarán previa desconexión de la red eléctrica de la hormigonera.
- El cambio de ubicación de la hormigonera pastera a gancho de grúa, se efectuará mediante la utilización de un balancín (o aparejo indeformable), que la suspenda pendiente de cuatro puntos seguros.
- Se mantendrá limpia la zona de trabajo.

## 7.8 VIBRADOR.

### 7.8.1 Riesgos más frecuentes.

- Descargas eléctricas.

- Caídas de altura.
- Salpicaduras de lechada en los ojos.

### 7.8.2 Medidas preventivas de seguridad.

- La operación de vibrado, se realizará siempre desde una posición estable.
- La manguera de alimentación desde el cuadro eléctrico estará protegida si discurre por zonas de paso.
- Las mismas que para estructura de hormigón.
- Protecciones personales.
- Guantes de cuero.
- Botas de goma.

## 7.9 COMPRESOR.

### 7.9.1 Riesgos más frecuentes.

- Durante el transporte interno.
- Vuelco.
- Atrapamiento de personas.
- Caída por terraplén.
- Desprendimiento durante el transporte en suspensión.
- En servicio.
- Ruido.
- Rotura de la manguera de presión.
- Los derivados de la emanación de gases tóxicos por escape del motor.
- Atrapamiento durante operaciones de mantenimiento.

### 7.9.2 Medidas preventivas de seguridad.

- El transporte en suspensión, se efectuará mediante un esligado a cuatro puntos del compresor, de tal forma que quede garantizada la seguridad de la carga.
- Quedará en estación con la lanza de arrastre en posición horizontal, con las ruedas sujetas mediante tacos antideslizamientos.
- Serán de los llamados "silenciosos" en la intención de disminuir la contaminación acústica (si se emplean en recintos cerrados o en las calles de un núcleo urbano).
- Las carcasas protectoras de los compresores estarán siempre instaladas en posición de cerradas, en prevención de posibles atrapamientos y ruido.
- La zona dedicada a la ubicación del compresor, quedará acordonada en un radio de 4 m., en su entorno, instalándose señales de "obligatorio el uso de protectores auditivos" para sobrepasar la línea de limitación.
- Los compresores no silenciosos, se ubicarán a una distancia mínima del tajo de martillos (o vibradores) no inferior a 15 m.

- Se controlará el estado de las mangueras, comunicando los deterioros detectados diariamente.
- Las mangueras de presión se mantendrán elevadas, a 4 m. o más en los cruces sobre los caminos de la obra.

## 8 RIESGOS DE DAÑOS A TERCEROS.

Producidos por los trabajos en vías públicas. Habrá riesgos derivados de la obra, fundamentalmente por circulación de vehículos y personas.

Debido a la realización de desvíos y pasos provisionales y alternativos.

Intrusiones de vehículos y personas en zonas no autorizadas de la obra.

Debidos a la circulación y trabajo de la maquinaria y vehículos adscritos a la obra durante la ejecución de la misma.

Riesgos procedentes de trabajo en zonas de gran densidad peatonal.

## 9 OTROS RIESGOS.

Riesgos de daños a redes de servicios, inmuebles y estructuras colindantes debidos a corrimientos, derrumbes, vibraciones, utilización y circulación de la maquinaria y vehículos adscritos a la obra durante la ejecución de la misma.

## 10 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Los equipos de protección individual serán ergonómicos, con el fin de evitar las negativas a su utilización. Deberán cumplir las siguientes condiciones:

- Tener la marca "CE", según las normas EPI.
- Tener autorizado su uso durante su período de vigencia. Llegando a la fecha de caducidad, se constituirá un acopio ordenado, que será revisado por el coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, para que autorice su eliminación de la obra.

Los equipos de protección individual en uso que estén rotos, serán reemplazados de inmediato, quedando constancia en la oficina de obra del motivo del cambio y el nombre de la empresa y de la persona que recibe el nuevo equipo de protección individual, con el fin de dar la máxima seriedad posible a la utilización de estas protecciones.

Todos los trabajadores deberán hacer uso de los equipos de protección individual siempre que el Plan de Seguridad así lo determine.

## 11 PRESENCIA DEL RECURSO PREVENTIVO EN OBRA

Será obligatoria la presencia del recurso preventivo en la obra en los siguientes supuestos, de acuerdo a la ley 54/2003:

a) Cuando los riesgos puedan verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que se desarrollan sucesiva o simultáneamente y que hagan preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo.

La presencia de recursos preventivos de cada contratista será necesario cuando, durante la obra, se desarrollen trabajos con riesgos especiales, tal y como se definen en el real decreto 1627/97.

b) Cuando se realicen actividades o procesos que reglamentariamente sean considerados como peligrosos o con riesgos especiales.

A este respecto cabe destacar que en las obras de construcción a las que se refiere el RD 1627/97, dichos recursos preventivos serán necesarios cuando se desarrollen trabajos con riesgos especiales, que por otro lado reglamentariamente ya han sido definidos con carácter no exhaustivo en el anexo II del RD 1627/97 y entre los que se incluyen:

- 1.- Trabajos con riesgos especialmente graves de sepultamiento, hundimiento o caída de altura por las particulares características de la actividad desarrollada, los procedimientos aplicados, o el entorno del puesto de trabajo.
- 6.- Obras de excavación de túneles, pozos y otros trabajos que supongan movimientos de tierra subterráneos.
- 10.- Trabajos que requieran montar o desmontar elementos prefabricados pesados.

c) Cuando la necesidad de dicha presencia sea requerida por la Inspección de Trabajo y Seguridad Social, si las circunstancias del caso así lo exigieran debido a las condiciones de trabajo detectadas.

El empresario podrá asignar la presencia de forma expresa a uno o varios trabajadores de la empresa que, sin formar parte del servicio de prevención propio ni ser trabajadores designados, reúnan los conocimientos, la cualificación y la experiencia necesaria en las actividades y procesos y cuenten con la formación preventiva correspondiente.

El Plan de Seguridad tendrá que recoger en qué trabajos será necesaria la presencia del Recurso Preventivo.

## 12 LIBRO DE INCIDENCIAS

En la obra deberá existir, con fines de control y seguimiento del Plan de Seguridad y Salud, un libro de incidencias que constará de hojas por duplicado habilitado al efecto.

## 13 FORMACIÓN E INFORMACIÓN A LOS TRABAJADORES

Todos los trabajadores que entren en obra deberán acreditar formación en materia de seguridad y salud de acuerdo a lo establecido en el IV convenio de la construcción y posteriores.

Cada contratista o subcontratista, está legalmente obligado a formar a todo el personal a su cargo, en el método de trabajo seguro; de tal forma, que todos los trabajadores de esta obra deberán tener conocimiento de los riesgos propios de su actividad laboral, así como de las conductas a observar en determinadas maniobras, del uso correcto de las protecciones colectivas y del de los equipos de protección individual necesarios para su protección.

Independientemente de la formación que reciban de tipo convencional esta información específica se les dará por escrito, utilizando los textos que para este fin se incorporan a este pliego de condiciones técnicas y particulares.

## 14 ACCIONES A SEGUIR EN CASO DE ACCIDENTE LABORAL

### 14.1 ACCIONES A SEGUIR

El Contratista queda obligado a recoger dentro de su plan de seguridad y salud en el trabajo en el trabajo los siguientes principios de socorro:

- ❑ El accidentado es lo primero. Se le atenderá de inmediato con el fin de evitar el agravamiento o progresión de las lesiones.
- ❑ En caso de caída desde altura o a distinto nivel y en el caso de accidente eléctrico, se supondrá siempre, que pueden existir lesiones graves, en consecuencia, se extremarán las precauciones de atención primaria en la obra, aplicando técnicas especiales para la inmovilización del accidentado hasta la llegada de la ambulancia y de reanimación en el caso de accidente eléctrico.
- ❑ En caso de gravedad manifiesta, se evacuará al herido en camilla y ambulancia; se evitarán en lo posible según el buen criterio de las personas que atiendan primariamente al accidentado, la utilización de los transportes particulares, por lo que implican de riesgo e incomodidad para el accidentado.
- ❑ El Contratista comunicará, a través del plan de seguridad y salud en el trabajo en el trabajo que componga, la infraestructura sanitaria propia, mancomunada o contratada con la que cuenta, para garantizar la atención correcta a los accidentados y su más cómoda y segura evacuación de obra.
- ❑ El Contratista comunicará, a través del plan de seguridad y salud en el trabajo en el trabajo que componga, el nombre y dirección del centro asistencial más próximo, previsto para la asistencia sanitaria de los accidentados, según sea su organización. El nombre y dirección del centro asistencial, que se suministra en este estudio de seguridad y salud, debe entenderse como provisional. Podrá ser cambiado por el Contratista adjudicatario

- ❑ El Contratista queda obligado a instalar una serie de rótulos con caracteres visibles a 2 m., de distancia, en el que se suministre a los trabajadores y resto de personas participantes en la obra, la información necesaria para conocer el centro asistencial, su dirección, teléfonos de contacto etc.; este rótulo contendrá como mínimo los datos del cuadro siguiente, cuya realización material queda a la libre disposición del Contratista adjudicatario:

**EN CASO DE ACCIDENTE ACUDIR A:**

<b>Nombre del centro asistencial:</b>	
<b>Dirección:</b>	
<b>Teléfono de ambulancias:</b>	
<b>Teléfono de urgencias:</b>	
<b>Teléfono de información hospitalaria:</b>	

- ❑ El Contratista instalará el rótulo precedente de forma obligatoria en los siguientes lugares de la obra: acceso a la obra en sí; en la oficina de obra; en el vestuario aseo del personal; en el comedor y en tamaño hoja Din A4, en el interior de cada maletín botiquín de primeros auxilios. Esta obligatoriedad se considera una condición fundamental para lograr la eficacia de la asistencia sanitaria en caso de accidente laboral.

**14.2 ITINERARIO MÁS ADECUADO A SEGUIR DURANTE LAS POSIBLES EVACUACIONES DE ACCIDENTADOS**

El Contratista queda obligado a incluir en su plan de seguridad y salud, un itinerario recomendado para evacuar a posibles accidentados, con el fin de evitar errores en situaciones límite que pudieran agravar las lesiones del accidentado.

**15 TRABAJOS AL AIRE LIBRE**

Quedará prohibida la realización de trabajos al aire libre durante las horas del día en las que concurren fenómenos meteorológicos adversos, siempre que no pueda garantizarse una debida protección a los trabajadores frente a cualquier riesgo relacionado con este tipo de fenómenos.

En la adopción de medidas, se tendrá en cuenta, además de los fenómenos mencionados, las características de la tarea a desarrollar y las características personales o el estado biológico conocido de la persona trabajadora.

En el caso concreto en que la Agencia Estatal Meteorológica emita un aviso de fenómenos meteorológicos adversos de nivel naranja o rojo, y las medidas preventivas adoptadas no garanticen la protección de los trabajadores, resultará obligatoria la adaptación de las condiciones de trabajo, incluida la reducción o modificación de las horas de desarrollo de la jornada prevista.

PROYECTO DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN CON TRES TRANSFORMADORES  
DE 1000 KVAS, PARA SUMINISTRO ELÉCTRICO A LA ESTACIÓN DE REBOMBEO  
FOZ DE CALANDA

ANEJO Nº 7  
ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

---

## ANEJO 7: ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

### Índice

1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. DATOS GENERALES DEL PROYECTO .....	1
3. LOCALIZACIÓN Y ÁMBITO .....	1
4. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS.....	1
5. ESTIMACIÓN DE LAS CANTIDADES DE RESÍDUOS GENERADOS S/CODIFICACIÓN LER.....	1
6. MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE RESIDUOS.....	2
7. REUTILIZACIÓN, VALORIZACIÓN O ELIMINACIÓN .....	2
8. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS .....	3
9. PRESUPUESTO .....	4





A pesar de ser pequeñas las cantidades de residuos generadas, el contratista deberá cuantificarlas en el Plan de gestión de residuos que debe presentar antes de comenzar las obras.

## 6. MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE RESIDUOS

En cumplimiento de la disposición final cuarta del R.D. 105/2005, que establece la obligatoriedad de cumplir lo establecido en el artículo 5.5 del mismo R.D, se separarán los residuos de construcción y demolición en las siguientes fracciones, cuando de forma individualizada para cada una de dichas fracciones, la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere las siguientes cantidades:

Hormigón	80 t
Ladrillos	40 t
Metal	2 t
Madera	1 t
Vidrio	1 t
Plástico	0,5 t
Papel en cartón	0,5 t

Mediante la separación de residuos se facilita su reutilización, valorización y eliminación posterior.

## 7. REUTILIZACIÓN, VALORIZACIÓN O ELIMINACIÓN

El movimiento de tierras generado por esta actuación se encuentra compensado, por lo que, la totalidad del material excavado se reutiliza en el relleno y terraplenado, así como en la revegetación de taludes.

No se prevé la posibilidad de realizar en obra ninguna otra de las operaciones de reutilización, valorización ni eliminación. Por lo tanto, el Plan de Gestión de Residuos preverá la contratación de Gestores de Residuos autorizado para su correspondiente retirada y tratamiento posterior.

El número de Gestores de Residuos específicos necesario será al menos el correspondiente a las categorías siguientes:

- Ladrillo

- Madera
- Hormigón
- Metal
- Plástico
- Papel y cartón

Siempre que se superen las cantidades determinadas en el punto 7.

Los restantes residuos se entregarán a un Gestor de Residuos de la Construcción no realizándose pues ninguna actividad de eliminación ni transporte a vertedero directa desde la obra.

En general los residuos que se generarán de forma esporádica y espaciada en el tiempo salvo los procedentes de las demoliciones y excavaciones que se generan de forma más puntual. No obstante, la periodicidad de las entregas se fijará en el Plan de Gestión de Residuos en función del ritmo de trabajos previsto.

## 8. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

Se establecen las siguientes prescripciones específicas en lo relativo a la gestión de residuos:

- Se prohíbe el depósito en vertedero de residuos de construcción y demolición que no hayan sido sometidos a alguna operación de tratamiento previo.
- Además de las obligaciones previstas en la normativa aplicable, la persona física o jurídica que ejecute la obra estará obligada a presentar a la propiedad de la misma un Plan que refleje cómo llevará a cabo las obligaciones que le incumban en relación con los residuos de construcción y demolición que se vayan a producir en la obra. El Plan, una vez aprobado por la dirección facultativa y aceptado por la propiedad, pasará a formar parte de los documentos contractuales de la obra.
- El poseedor de residuos de construcción y demolición, cuando no proceda a gestionarlos por sí mismo, y sin perjuicio de los requerimientos del proyecto aprobado, estará obligado a entregarlos a un gestor de residuos o a participar en un acuerdo voluntario o convenio de colaboración para su gestión. Los residuos de construcción y demolición se destinarán preferentemente, y por este orden, a operaciones de reutilización, reciclado o a otras formas de valorización.
- La entrega de los residuos de construcción y demolición a un gestor por parte del poseedor habrá de constar en documento fehaciente, en el que figure, al menos, la identificación del poseedor y del productor, la obra de procedencia y, en su caso, el número de licencia de la obra, la cantidad, expresada en toneladas o en metros cúbicos, o en ambas unidades cuando sea posible, el tipo de residuos entregados, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por Orden MAM/304/2002,

de 8 de febrero, o norma que la sustituya, y la identificación del gestor de las operaciones de destino.

- El poseedor de los residuos estará obligado, mientras se encuentren en su poder, a mantenerlos en condiciones adecuadas de higiene y seguridad, así como a evitar la mezcla de fracciones ya seleccionadas que impida o dificulte su posterior valorización o eliminación.

- Cuando el gestor al que el poseedor entregue los residuos de construcción y demolición efectúe únicamente operaciones de recogida, almacenamiento, transferencia o transporte, en el documento de entrega deberá figurar también el gestor de valorización o de eliminación ulterior al que se destinarán los residuos. En todo caso, la responsabilidad administrativa en relación con la cesión de los residuos de construcción y demolición por parte de los poseedores a los gestores se regirá por lo establecido en el artículo 33 de la Ley 10/1998, de 21 de abril.

## 9. PRESUPUESTO

El presupuesto para la gestión de residuos queda incluido como un capítulo independiente del presupuesto general del proyecto.

PROYECTO DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN CON TRES TRANSFORMADORES  
DE 1000 KVAS, PARA SUMINISTRO ELÉCTRICO A LA ESTACIÓN DE REBOMBEO  
FOZ DE CALANDA

ANEJO Nº 8  
FICHAS TÉCNICAS

---

# Hoja de características del producto

Especificaciones



## TRIHAL 1000kVA 30kV/420V 36kV IP00 TIER2

TRI100036K2A3YEH1

### Principal

Product Range	Trihal
Tipo De Producto O Componente	Transformador
Tipo De Transformador	Dry type transformer
Tipo De Red	AC
Tipo De Instalación	Interior
Maximum Altitude	1000 m
Cooling Mode	AN (air natural)
Winding Material	Aluminio
Insulation Material	Pre-impregnated - tipo de cable: LV) Cast resin - tipo de cable: HV)
Degree Of Protection	IP00
Tipo De Montaje	Medio integrado

### Complementario

Phase	3 fases
Rated Power	1000 kVA
Rated Frequency	50 Hz
Rated Primary Voltage	33 kV
Secondary Voltage ( At No-Load)	Sin carga, estado 1 Sin carga, estado 1 420 V
Insulation Voltage To Industrial Frequency ( 50 Hz 1 Mn)	36 kV AC primario / tierra 1,1 kV AC seleccionable
Rated Insulation Level	Circuito primario, estado 1 70 kV AC Circuito secundario, estado 1 10 kV AC
Lighting Impulse Whistand Voltage ( Bil ) , 1.2/50 Ms	170 kV
Vector Group	Dyn11
Hv Tappings (Off Circuit)	+ 2.5 % , + 5 % , + 7.5 % , + 10 %
Short Circuit Impedance	6,5 %
No-Load Losses	1604 W
Load Losses At 75°C/120 °C	9900 W en 120 °C
Temperature Rise Of Windings	100 K
Thermal Class	F
Sound Power Level	50 dB en 1 m

<b>Consecutivo, Seguido, Continuo, Adosado</b>	Cable hOhm Cable conexión de baja tensión
<b>Protective Relay</b>	protection relay T-154
<b>Altura</b>	2180 mm
<b>Anchura</b>	990 mm
<b>Longitud</b>	1720 mm
<b>Total Weight</b>	2920 kg

## Entorno

<b>Temperatura Ambiente De Funcionamiento</b>	-25...40 °C para C2
<b>Temperatura Ambiente De Almacenamiento</b>	-50...40 °C C4
<b>Environmental Certification</b>	0...95 % - tipo de cable: E4)
<b>Fire Certificate</b>	F1
<b>Normas</b>	UNE 21538-1:2018
<b>Corrosion Category</b>	C4

## Unidades de embalaje

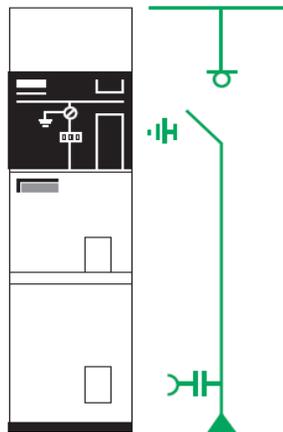
<b>Tipo De Unidad De Paquete 1</b>	PCE
<b>Número De Unidades En El Paquete 1</b>	1
<b>Paquete 1 Altura</b>	218 cm
<b>Paquete 1 Ancho</b>	99 cm
<b>Paquete 1 Longitud</b>	172 cm
<b>Paquete 1 Peso</b>	2920 kg

# GAMA SM6

## FICHA TÉCNICA CELDA TIPO: IM

Rev. 09/2013

**Función:** Línea



**Descripción:**

Celda de línea tipo modular, acometida inferior y conexión barras superior izquierda y derecha. Interruptor de tres posiciones (cerrado, abierto y seccionado, y puesta a tierra de cables). Seccionador de puesta a tierra inferior con poder de cierre. Con indicadores presencia de tensión. Corte en SF6 y aislamiento aire.

**Equipo base:**

Interruptor seccionador SF6  
Seccionador puesta a tierra con poder de cierre (SF6)  
Juego de barras tripolar  
3 lámparas presencia de tensión (VPIS)  
24kV: Conexión cable unipolar <= 400 mm2  
36kV: Conexión cable unipolar <= 240 mm2  
Mando CIT manual

**Variantes:**

Mandos Cl1 y Cl2 (manuales o motorizados)

**Accesorios en opción:**

Motorización.  
Contactos auxiliares.  
Compartimento de control ampliado.  
Cajón BT adicional.  
Enclavamientos por cerradura.  
Resistencia de calefacción 50 W, 220 V CA.  
Termostato.  
Comparador de fases.  
Cajón superior de acometida de cables (incompatible con el cajón BT).

CARACTERÍSTICAS GENERALES	
Norma	IEC/ UNE-EN 62271-200
Uso	Interior
Envoltorio	metálica compartimentada
Continuidad de servicio	LSC 2A
Clase de separación	PI
Grado de protección	IP2X
Grado IK	IK08
Color	Blanco (RAL 9003) / Negro (RAL 9011)
Resistencia arco interno	Opcional

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS					
Tensión asignada	kV	7,2	12	24	36
Frecuencia asignada	Hz	50 / 60	50 / 60	50 / 60	50 / 60
Corriente asignada					
Embarrado	A	400/630/1250	400/630/1250	400/630/1250	400/630/1250
Acometida	A	400/630	400/630	400/630	400/630
Tensión ensayo a frecuencia industrial					
Aislamiento	kV	20	28	50	70
Seccionamiento	kV	23	32	60	80
Tensión a impulso de tipo rayo					
Aislamiento	kV	60	75	125	170
Seccionamiento	kV	70	85	145	195
Corriente asignada de corta duración (1s.)	kA ef	16/20/25	16/20/25	16/20	16/20
Poder de corte					
Carga activa	A	400/630	400/630	400/630	400/630
Cortocircuito	kA ef	-	-	-	-
Interruptor transf. en vacío	A	16	16	16	16
Interruptor cables en vacío	A	25	25	25	50
Poder de cierre					
Interruptor-seccionador	kA cresta	40/50/62,5	40/50/62,5	40/50	40/50
Interruptor automático	kA cresta	-	-	-	-
Seccionador de puesta a tierra					
Salida a transformador	kA cresta	40/50/62,5	40/50/62,5	40/50	40/50
Salida general	kA cresta	40/50/62,5	40/50/62,5	40/50	40/50
Endurancia mecánica					
Interruptor-seccionador		M1	M1	M1	M1
Seccionador de puesta a tierra		(1000 manio.) M0 (1000 manio.)	(1000 manio.) M0 (1000 manio.)	(1000 manio.) M0 (1000 manio.)	(1000 manio.) M0 (1000 manio.)
Endurancia eléctrica					
Interruptor-seccionador		E3 (100 ciclos In)	E3 (100 ciclos In)	E3 (100 ciclos In)	E3 (100 ciclos In)
Seccionador de puesta a tierra		E2 5 cierre en cc			

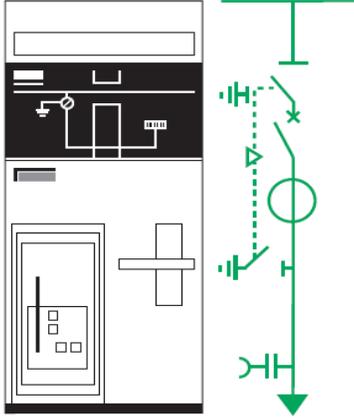
DIMENSIONES Y PESO					
	Ancho mm	375	375	375	750
	Alto mm	1.600	1.600	1.600	2.250
	Fondo mm	940	940	940	1.500
	Peso kg	120	120	120	300

# GAMA SM6

## FICHA TÉCNICA CELDA TIPO: DM 1 C

Rev. 09/2013

**Función:** Interruptor automático



### Descripción:

Celda de interruptor automático tipo modular, acometida inferior y conexión barras superior izquierda y derecha. Seccionador de barras aguas arriba del interruptor automático. Seccionador de tres posiciones (cerrado, abierto y seccionado, y puesta a tierra de cables). Seccionador de puesta a tierra inferior (aire). Indicadores presencia de tensión. Corte en SF6 y aislamiento aire. Sensores de tensión por medio de captadores de intensidad, transformadores de intensidad convencionales o mediante transformadores toroidales.

### Equipo base:

Interruptor automático Fluarc SF1.  
Seccionador (SF6).  
Seccionador de puesta a tierra inferior.  
Preparada para alojar 3 toroidales o 3 transformadores de intensidad de protección.  
Juego de barras tripolar.  
Mando interruptor automático RI manual.  
Mando seccionador CS1 manual dependiente.  
Mando seccionador de puesta a tierra inferior CC  
Dispositivo con bloque de 3 lámparas de presencia de tensión.  
24kV: Conexión cable unipolar <= 150 mm2 (posibilidad hasta 630 mm2 con cubeta)  
36kV: Conexión cable unipolar <= 240 mm2

### Accesorios en opción:

Contactos auxiliares.  
Cajón BT adicional.  
3 toroidales o 3 TI'S  
Resistencia de calefacción 50 W, 220 V CA.  
Termostato.  
24kV: zócalo de elevación (350 o 550 mm).  
Cajón superior de acometida de cables (incompatible con el cajón BT).  
Motorización del mando RI (int.automático)  
Bobinas de apertura, cierre y mínima tensión

### CARACTERÍSTICAS GENERALES

Norma	IEC/ UNE-EN 62271-200
Uso	Interior
Envolvente	metálica compartimentada
Continuidad de servicio	LSC 2A
Clase de separación	PI
Grado de protección	IP2X
Grado IK	IK08
Color	Blanco (RAL 9003) / Negro (RAL 9011)
Resistencia arco interno	Opcional

### CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

Tensión asignada	kV	7,2	12	24	36
Frecuencia asignada	Hz	50 / 60	50 / 60	50 / 60	50 / 60
Corriente asignada					
Embarrado	A	400/630/1250	400/630/1250	400/630/1250	400/630/1250
Acometida	A	400/630	400/630	400/630	400/630
Tensión ensayo a frecuencia industrial					
Aislamiento	kV	20	28	50	70
Seccionamiento	kV	23	32	60	80
Tensión a impulso de tipo rayo					
Aislamiento	kV	60	75	125	170
Seccionamiento	kV	70	85	145	195
Corriente asignada de corta duración (1s.)	kA ef	16/20/25	16/20/25	16/20	16/20
Poder de corte					
Carga activa	A	400/630	400/630	400/630	400/630
Cortocircuito	kA ef	-	-	-	-
Interruptor transf. en vacío	A	-	-	-	-
Interruptor cables en vacío	A	-	-	-	-
Poder de cierre					
Interruptor-seccionador	kA cresta	-	-	-	-
Interruptor automático	kA cresta	40/50/62,5	40/50/62,5	40/50	40/50
Seccionador de puesta a tierra					
Salida a transformador	kA cresta	5	5	5	40/50
Salida general	kA cresta	40/50/62,5	40/50/62,5	40/50	40/50
Endurancia mecánica					
Interruptor automático		M2 (10000)	M2 (10000)	M2 (10000)	M2 (10000)
Seccionador de puesta a tierra		M0 (1000)	M0 (1000)	M0 (1000)	M0 (1000)
Endurancia eléctrica					
Interruptor automático	A In cos fi 0.7	E2 (10000)	E2 (10000)	E2 (10000)	E2 (10000)
Seccionador de puesta a tierra		E2	E2	E2	E2
		5 cierre en cc			

### DIMENSIONES Y PESO

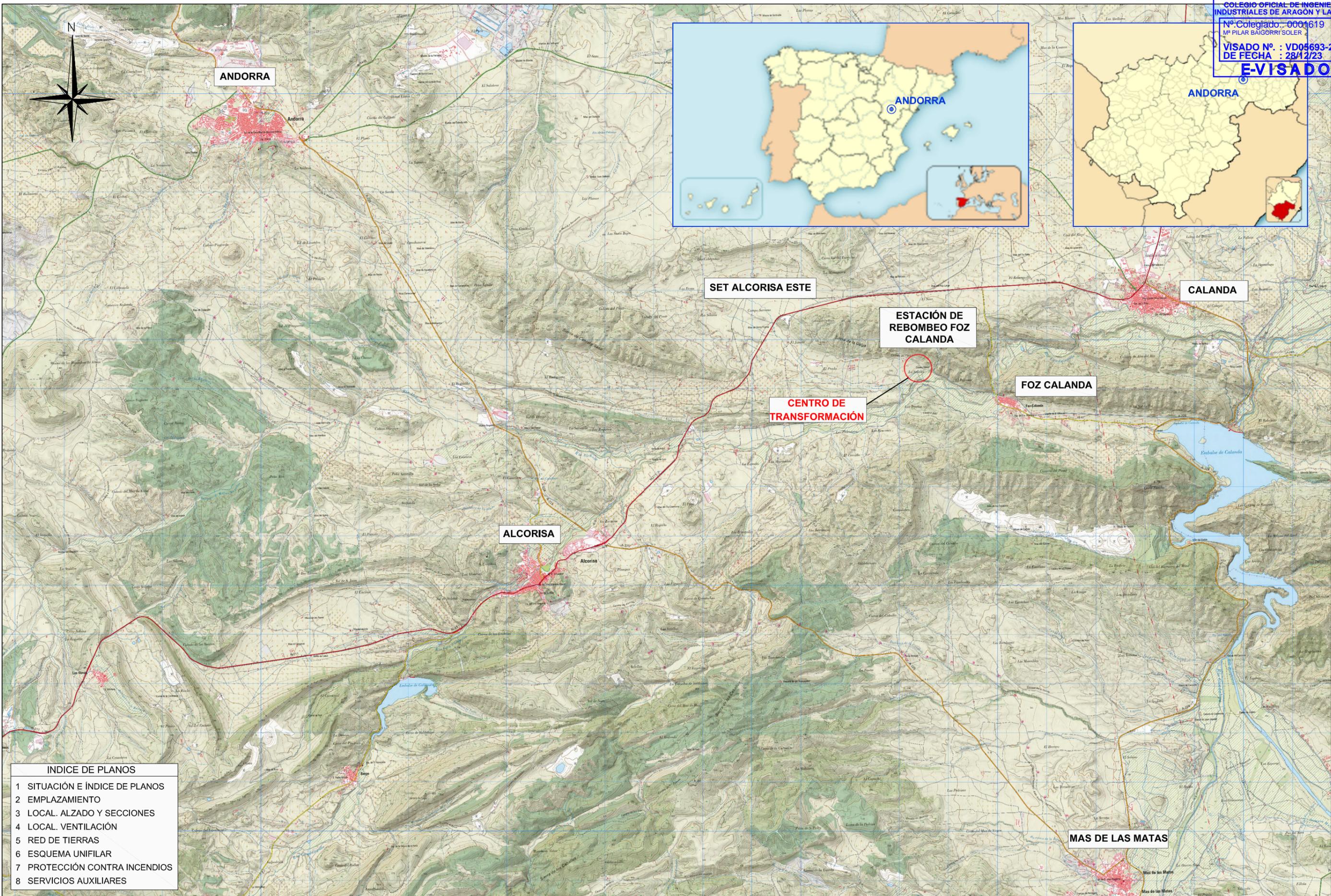
	Ancho	mm	750	750	750	750 (*) / 1.100
	Alto	mm	1.600	1.600	1.600	2.250
	Fondo	mm	1.220	1.220	1.220	1518 (*) / 1632
	Peso	kg	400	400	400	600 (*) / 640

(\*) 36kV: Anchura 750 para toroidales y 1.100 mm con TI'S

PROYECTO DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN CON TRES TRANSFORMADORES  
DE 1000 KVAS, PARA SUMINISTRO ELÉCTRICO A LA ESTACIÓN DE REBOMBEO  
FOZ DE CALANDA

---

**PLANOS**

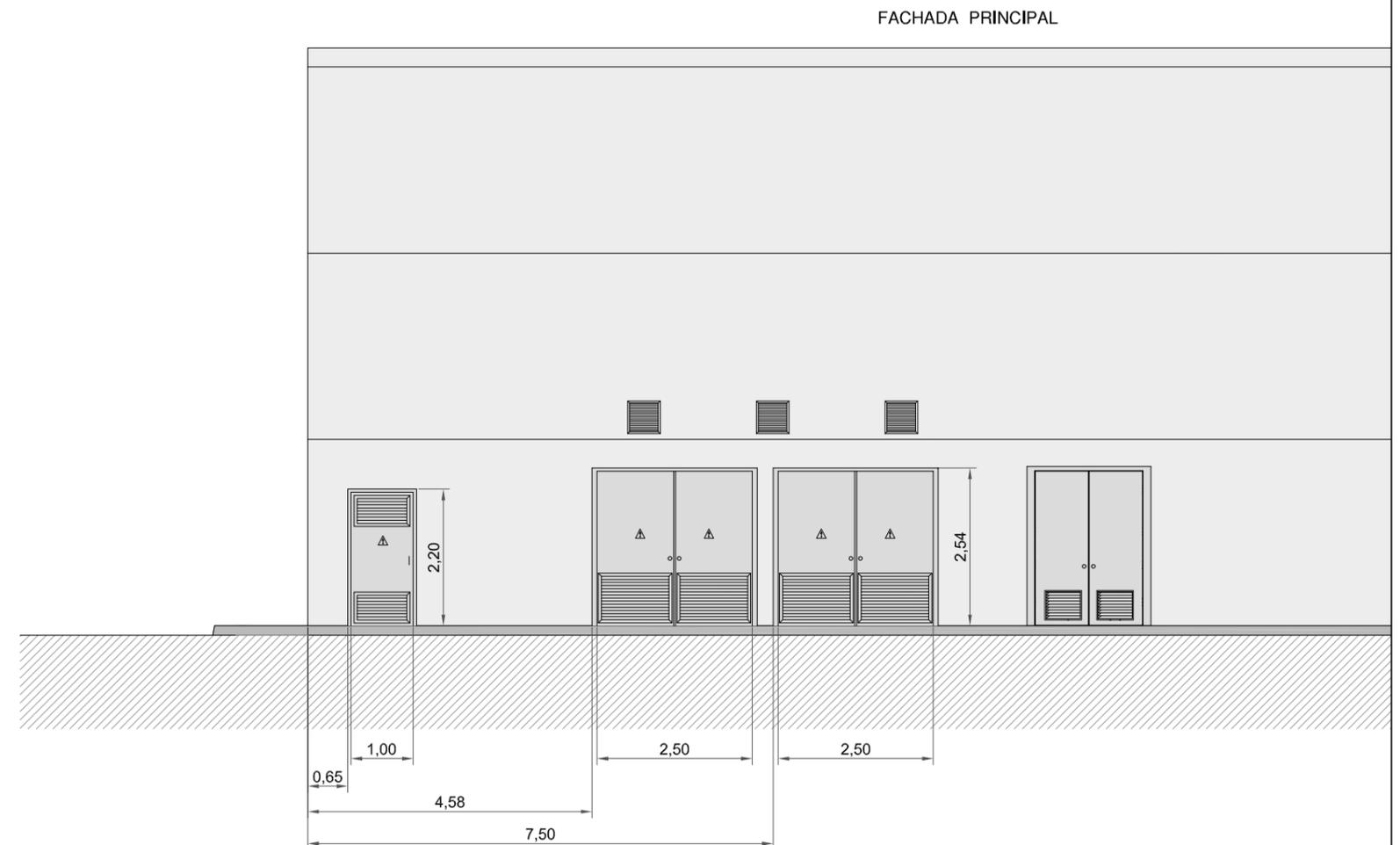
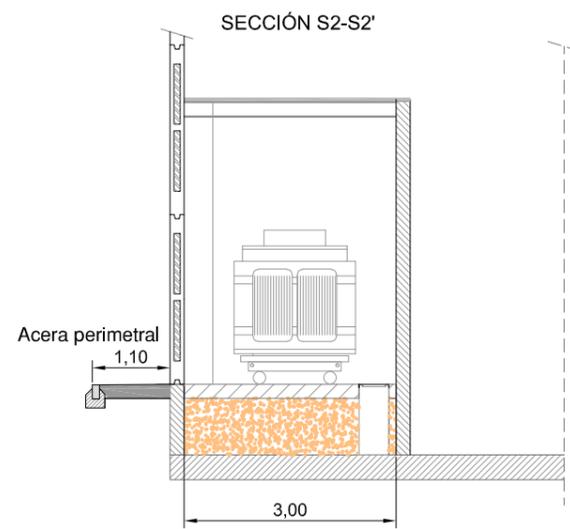
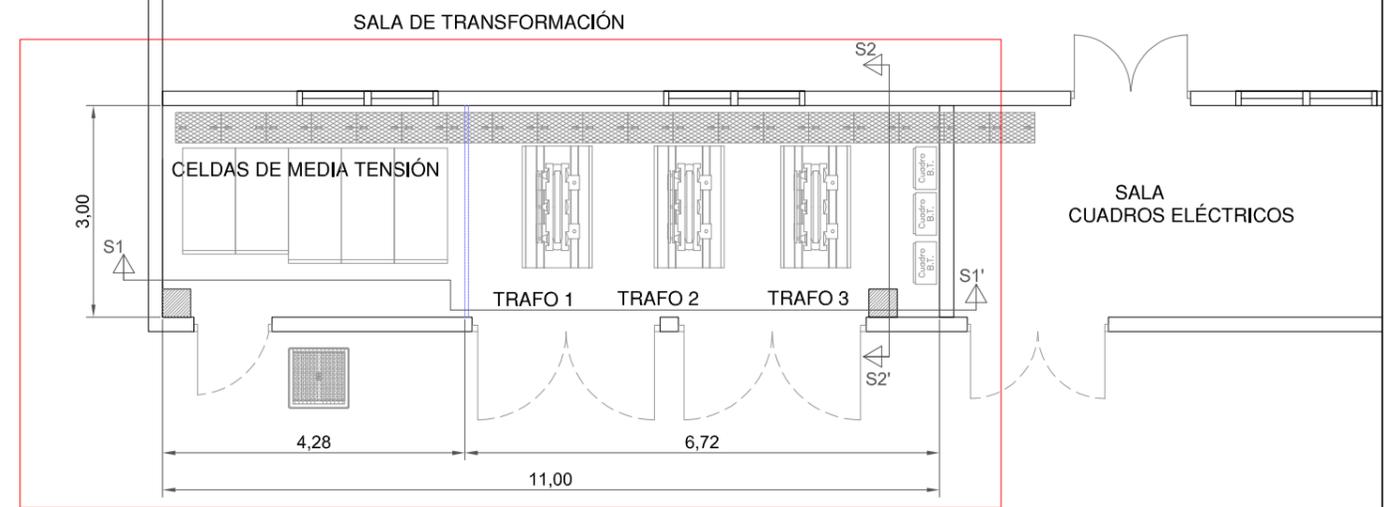
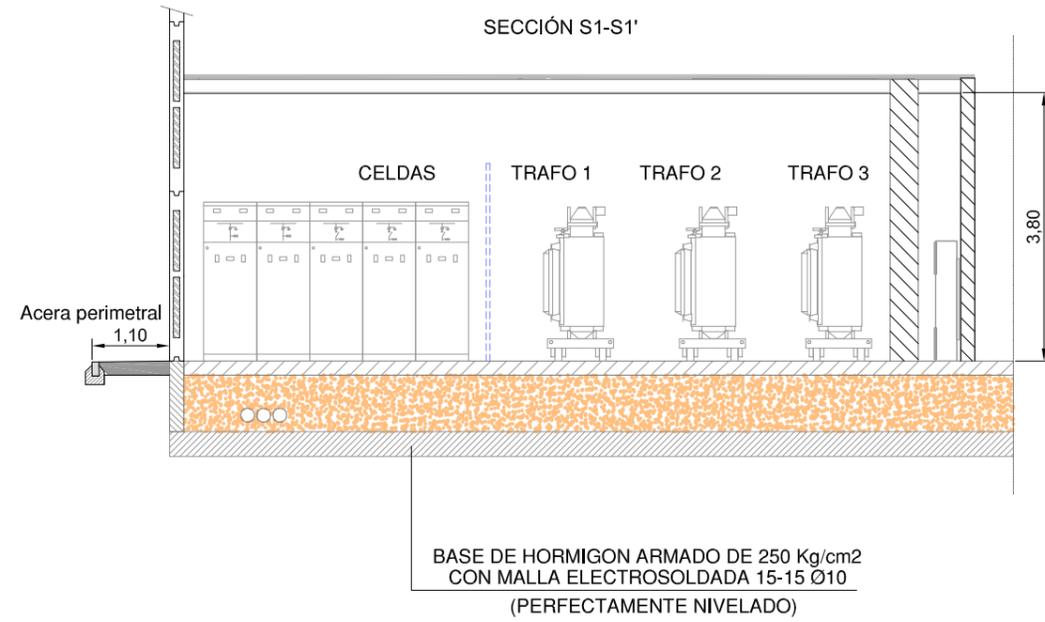


**INDICE DE PLANOS**

1	SITUACIÓN E ÍNDICE DE PLANOS
2	EMPLAZAMIENTO
3	LOCAL. ALZADO Y SECCIONES
4	LOCAL. VENTILACIÓN
5	RED DE TIERRAS
6	ESQUEMA UNIFILAR
7	PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS
8	SERVICIOS AUXILIARES

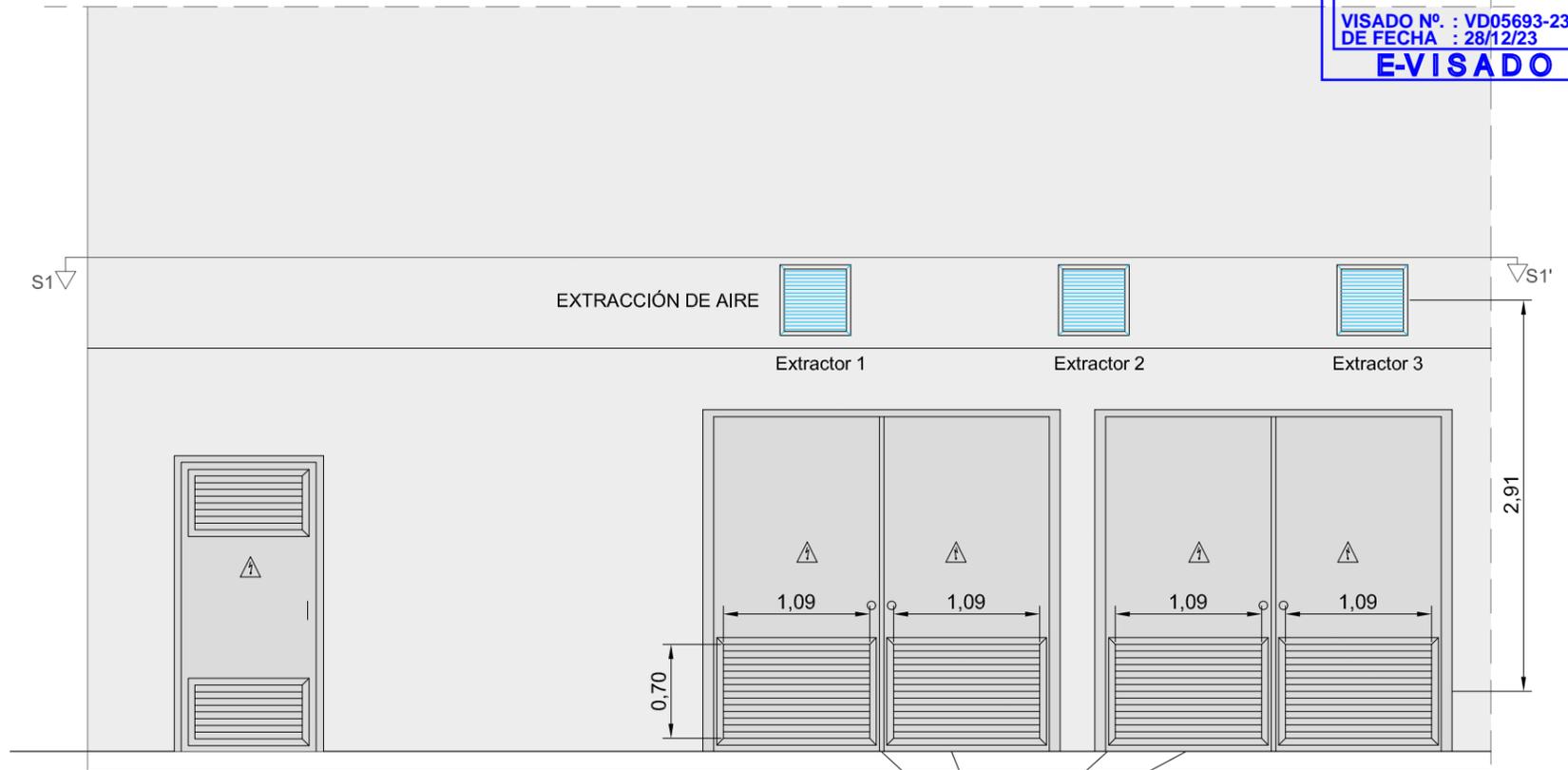
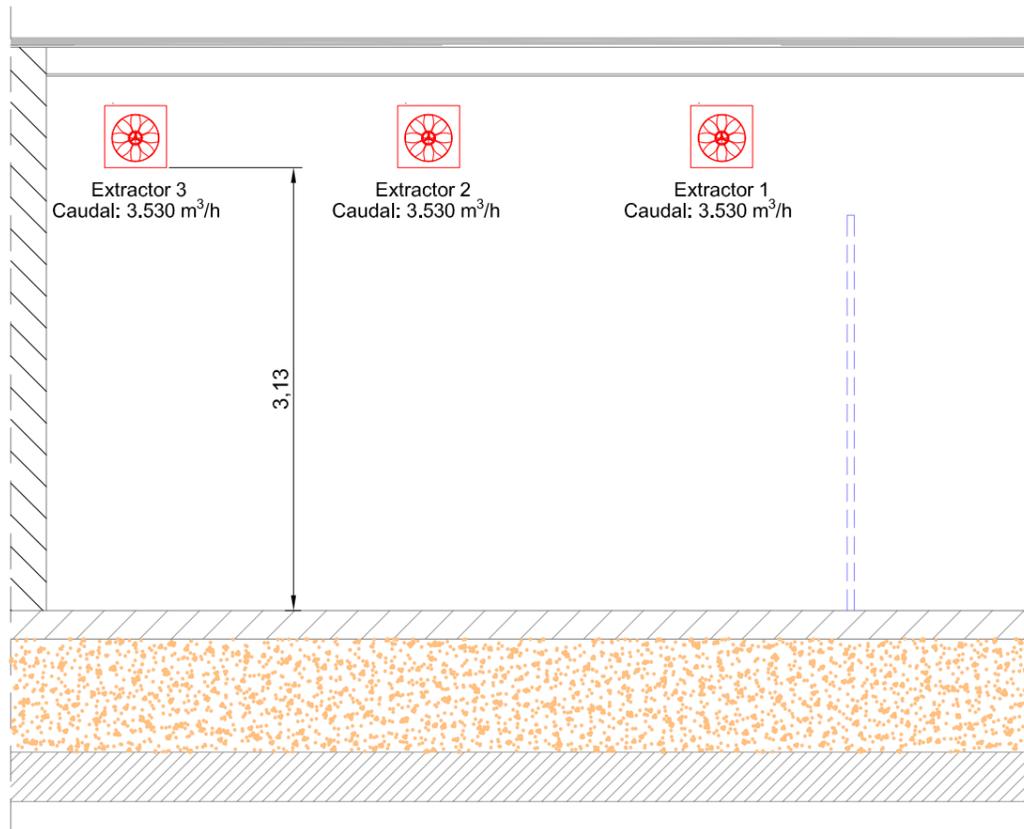


Coordenadas UTM X=728.379 Y=4.534.386



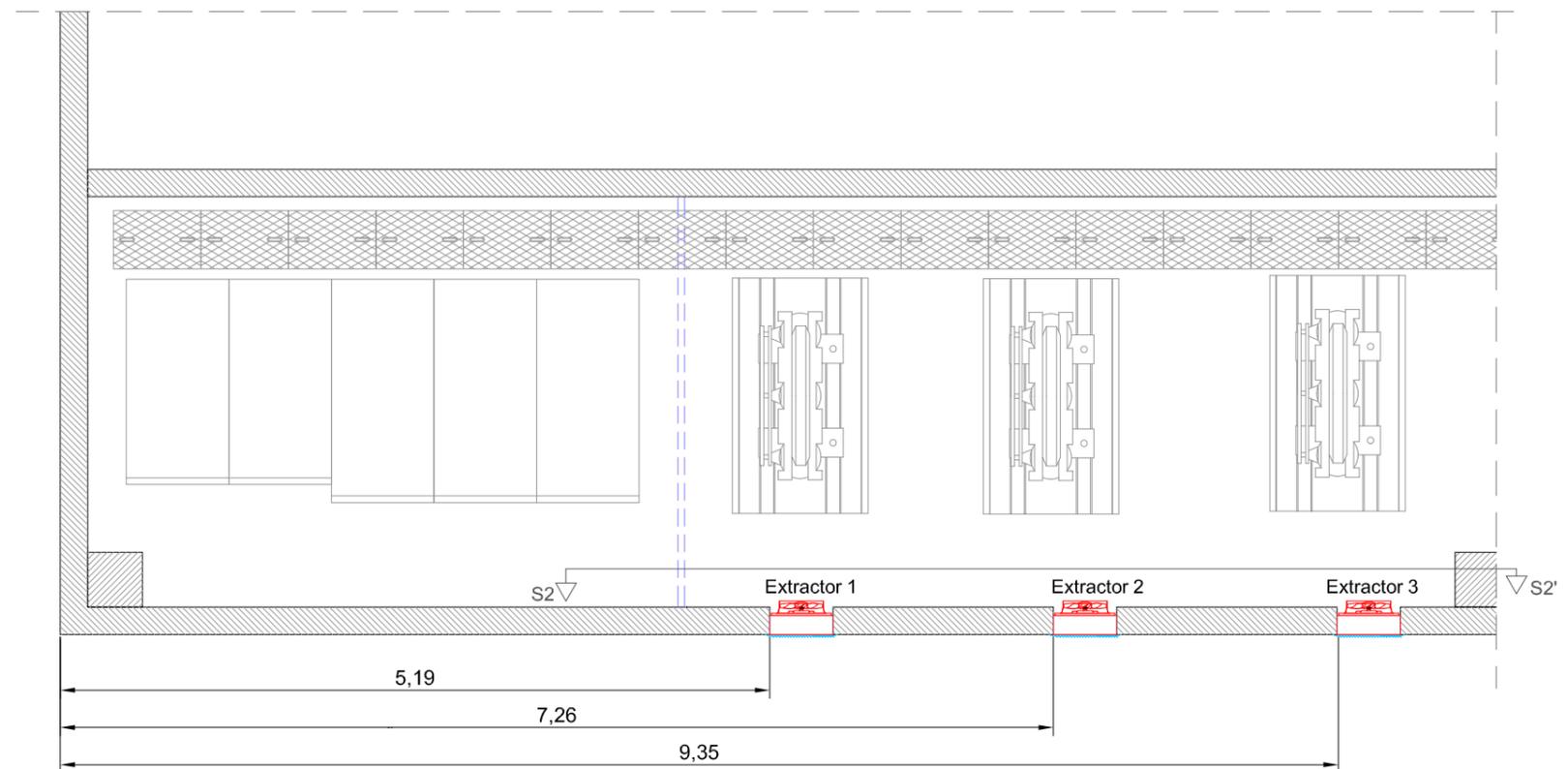
SUPERFICIE TOTAL IMPULSIÓN AIRE: 3,052 m<sup>2</sup>  
 CAUDAL TOTAL DE EXTRACCIÓN DE AIRE: 10.590 m<sup>3</sup>/h

SECCIÓN S2-S2'

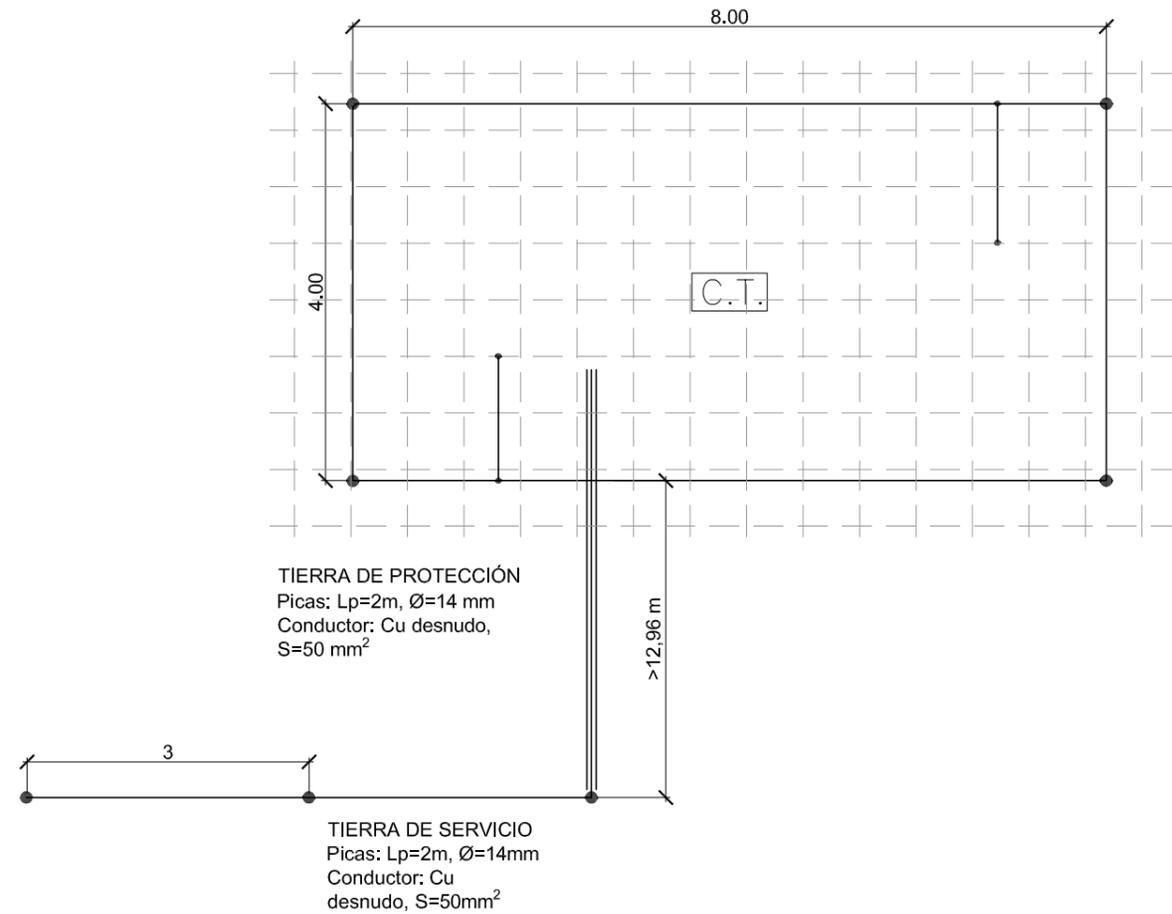


REJILLAS DE IMPULSIÓN DE AIRE

SECCIÓN S1-S1'



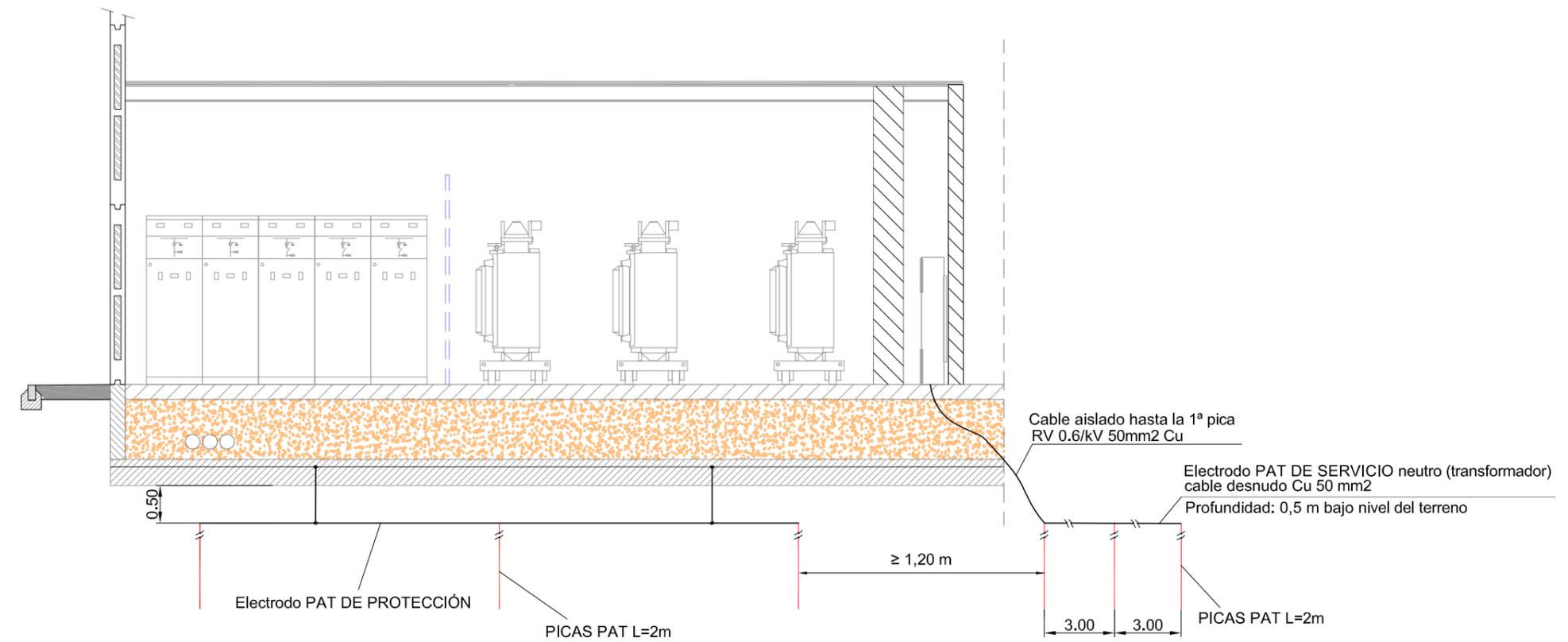
PUESTAS A TIERRA

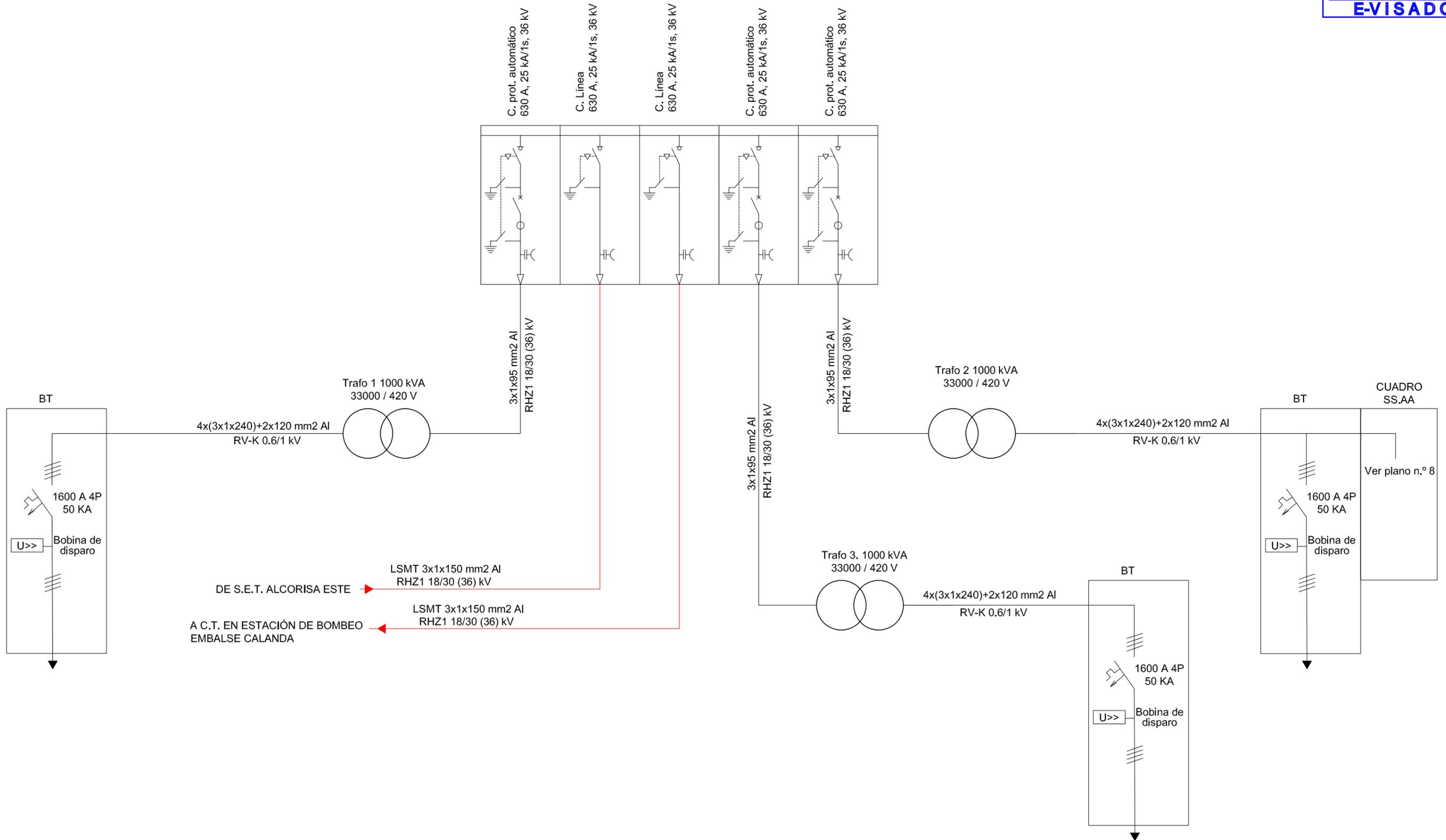


**TIERRA DE PROTECCIÓN**  
Configuración: 80-40/5/42  
Profundidad del electrodo: 0,5 m  
Sección del conductor: 50 mm<sup>2</sup>  
Diámetro picas: 14 mm  
Número de picas: 4  
Longitud de picas: 2m

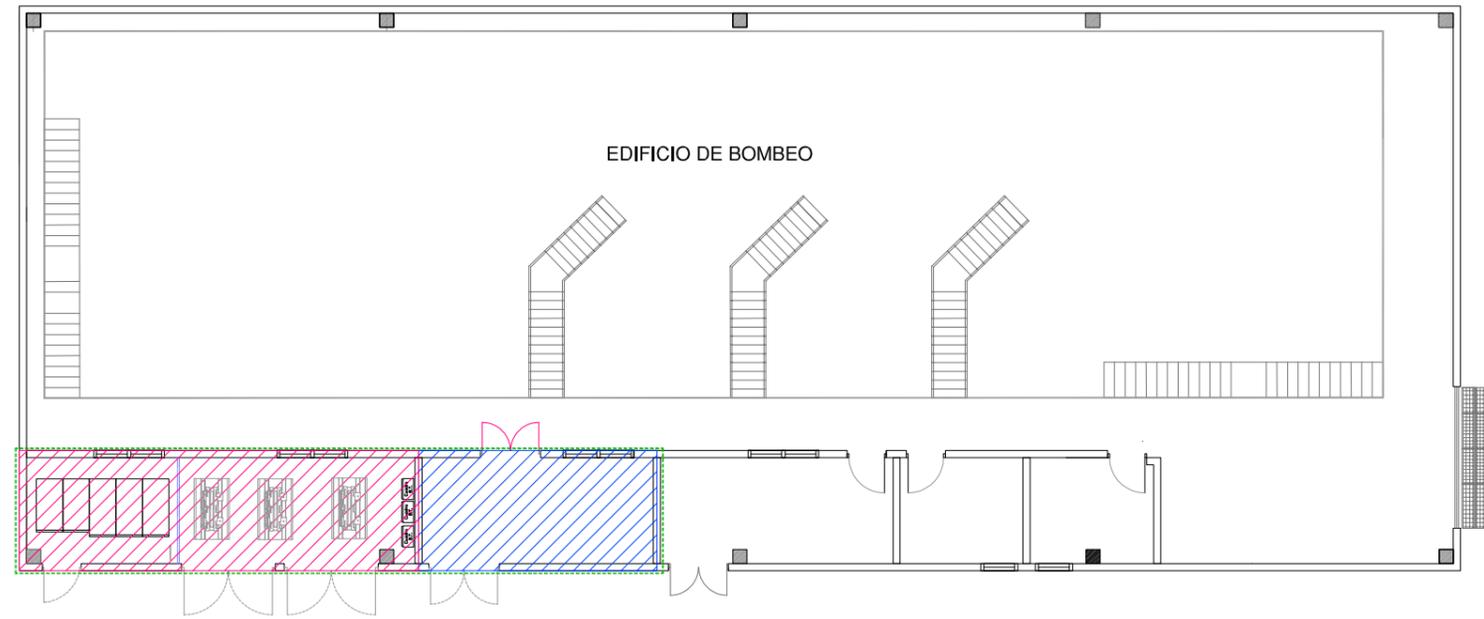
**TIERRA DE SERVICIO**  
Configuración: 5/32  
Profundidad de electrodo: 0.5 m  
Separación picas: 3 m  
3 picas en hilera unidas por conductor horizontal  
Sección conductor: 50 mm<sup>2</sup>  
Diámetro picas: 14 mm  
Longitud picas: 2m

NOTA: En el piso del centro de transformación se instalará un mallazo electrosoldado, con redondos de diámetro no inferior a 4 mm formando una retícula no superior a 0,30x0,30 m. Este mallazo se conectará como mínimo en dos puntos opuestos de la puesta a tierra de protección del Centro. Este mallazo estará cubierto por una capa de hormigón de 10 cm como mínimo. Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del centro no tendrán contacto eléctrico alguno con masas conductoras que, a causa de defectos o averías, sean susceptibles de quedar sometidas a tensión.





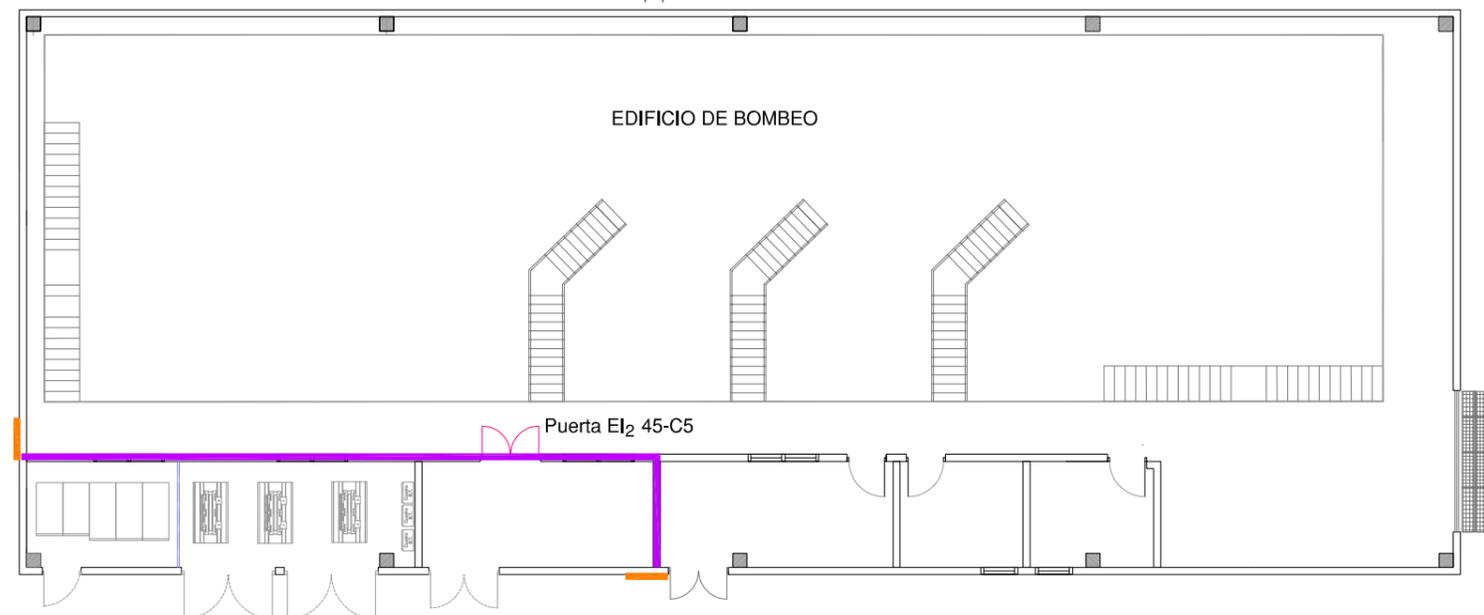
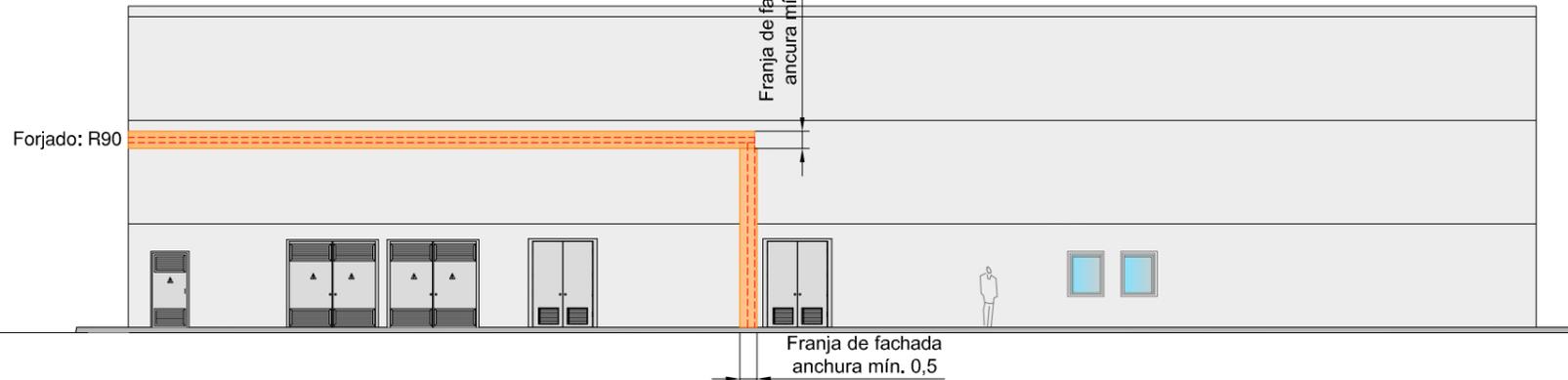
Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG06917-23 y VISADO electrónico VD05693-23A de 28/12/2023. CSV = FVBZWRGCTCJLZQUM verificable en https://coiitar.e-gestion.es



SECTOR DE INCENDIO

-  CENTRO DE TRANSFORMACIÓN  
Superficie construida: 38,40 m2
-  SALA DE BAJA TENSIÓN  
Superficie construida: 22,90 m2

Resistencia al fuego de elementos portantes: Pilares, jácenas: R 90

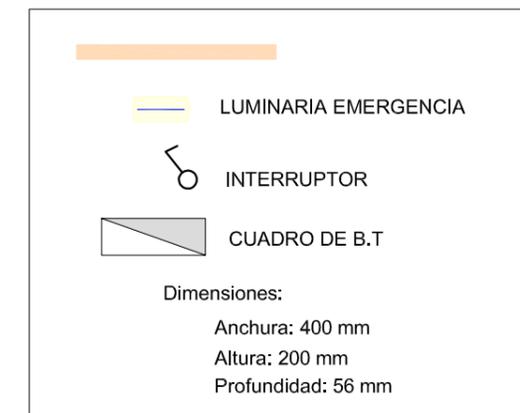
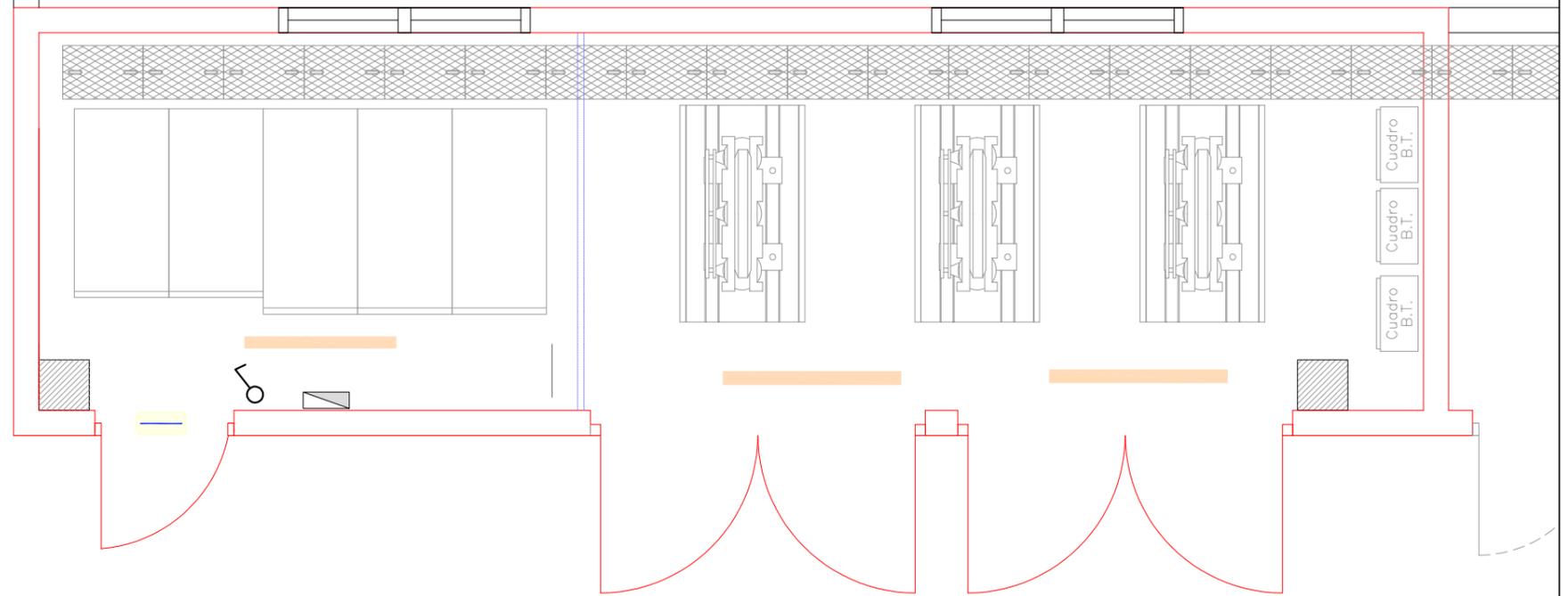
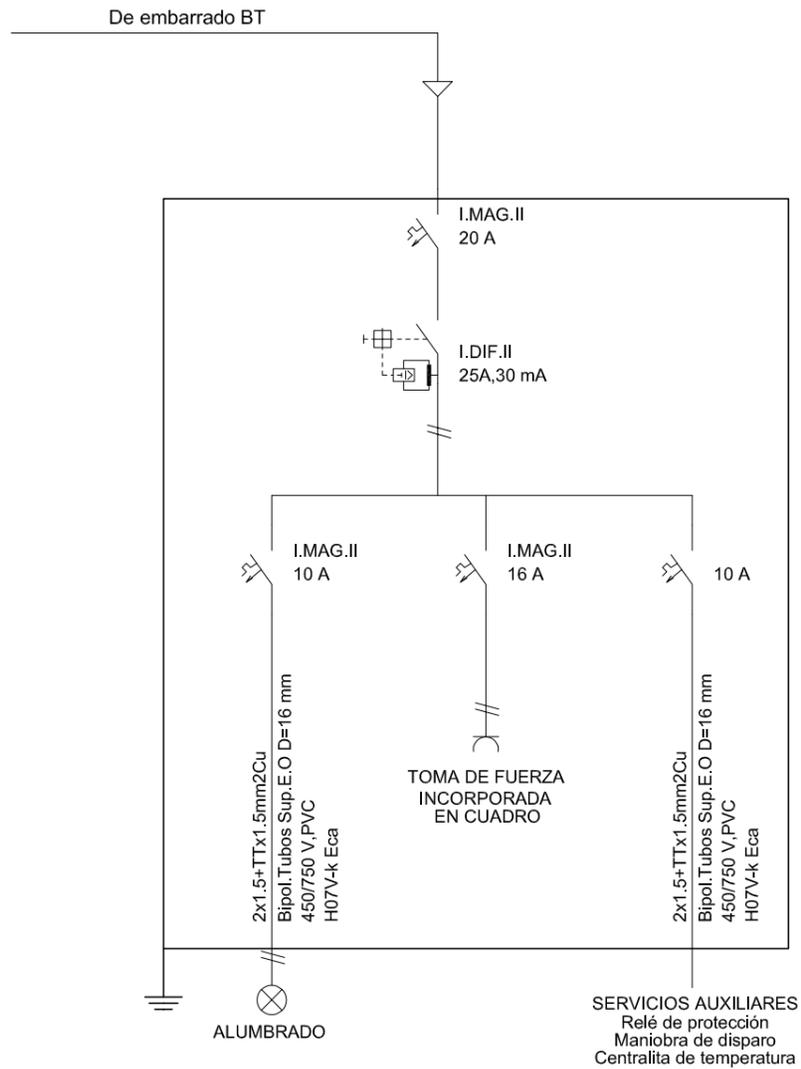


-  Cerramiento EI 90
-  Franja de fachada EI 60

## SALA DE TRANSFORMACIÓN

S2

ESQUEMA DE CONEXIÓN DE LOS SERVICIOS AUXILIARES PARA CT SIN TELEMANDO



NOTA: La iluminancia media mínima del centro de transformación será de 150 lux

PROYECTO DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN CON TRES TRANSFORMADORES  
DE 1000 KVAS, PARA SUMINISTRO ELÉCTRICO A LA ESTACIÓN DE REBOMBEO  
FOZ DE CALANDA

---

**PRESUPUESTO**

PROYECTO DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN CON TRES TRANSFORMADORES  
DE 1000 KVAS, PARA SUMINISTRO ELÉCTRICO A LA ESTACIÓN DE REBOMBEO  
FOZ DE CALANDA

---

MEDICIONES Y PRESUPUESTO

## PRESUPUESTO Y MEDICIONES

Código	Resumen	Uds	Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Cantidad	Precio	Importe
<b>CAPÍTULO C-01 .</b>									
d7251	<b>ud Equipo de potencia. Transformador 1000 KVA.</b> Transformador trifásico de distribución tipo seco, TRIHAL de Scheneider Electric o similar, 50 Hz para instalacion en interior o exterior (s/ IEC 60076-1). 33 kV. 1.000 kVA secund. 420V/B2, con rele DGPT-2 Y Pasatas pas enchufable en A.T.	3				3,00	3,00	66.780,00	200.340,00
d7252	<b>ud Puentes de MT</b> 2 Interconexiones en AT borna-bornas entre celda de protección de 36 kV a trafo bornas enchufables. Cables MT 18/30 kV del tipo HEPRZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x95 Al empleando 3 de 10 m de longitud, y terminaciones de 30 kV del tipo enchufable acodada. En el otro extremo son del tipo atornillable.	3				3,00	3,00	3.350,00	10.050,00
d7257	<b>ud Conectores atornillables</b> juego de 6 conectores atornillables en T apantallado para cable seco de sección hasta 240 mm <sup>2</sup> , 400-630 A tipo K440TB+11TL incluso montaje y conexionado.	3				3,00	3,00	932,00	2.796,00
d7258	<b>ud Equipos de seguridad y maniobra.</b> Equipo de operación que permite tanto la realización de maniobras con aislamiento suficiente para proteger al personal durante la operación, tanto de maniobras como de mantenimiento, compuesto por: · Banquillo aislante · Par de guantes de amianto · Extintor de eficacia 89B · Una palanca de accionamiento Armario de primeros auxilios	1				1,00	1,00	488,73	488,73

## PRESUPUESTO Y MEDICIONES

Código	Resumen	Uds	Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Cantidad	Precio	Importe
d6106	<b>ud Puentes B.T.</b> Juego de puentes de cables de BT, de sección y material 0,6/1 kV tipo RZ1 de 1x240Al sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 10xfase + 5xneutro de 3,0 m de longitud.								
	CT	3				3,00	3,00		
							3,00	2.346,00	7.038,00
d6107	<b>ud Instalación de tierras exteriores código 5/32</b> Ud. de tierras exteriores código 5/32 Unesa, incluyendo 3 picas de 2,00 m. de longitud, cable de cobre desnudo, cable de cobre aislado de 0,6/1kV y elementos de conexión, instalado, según se describe en proyecto.								
	CT	1				1,00	1,00		
							1,00	1.485,70	1.485,70
d6108	<b>ud Instalación de tierras exteriores código 80-40/5/42</b> Ud. de tierras exteriores código 80-35/5/42 Unesa, incluyendo 4 picas de 2,00 m. de longitud, cable de cobre desnudo, cable de cobre aislado de 0,6/1kV y elementos de conexión, instalado, según se describe en proyecto.								
	CT	1				1,00	1,00		
							1,00	829,52	829,52
d6109	<b>ud Instalación de tierras interiores.</b> Ud. tierras interiores para poner en continuidad con las tierras exteriores, formado por cable de 50mm <sup>2</sup> de Cu desnudo para la tierra de protección y aislado para la de servicio, con sus conexiones y cajas de seccionamiento, instalado, según memoria.								
	CT	1				1,00	1,00		
							1,00	1.596,00	1.596,00
d6112	<b>ud Equipos de iluminación. Ilum. Centro transformación.</b> Equipo de iluminación compuesto de: · 2 Puntos de luz incandescente adecuado para proporcionar nivel de iluminación suficiente para la revisión y manejo del centro, incluidos sus elementos de mando y protección, instalado. · Punto de luz de emergencia autónomo para la señalización de los accesos al centro, instalado.								
	CT	1				1,00	1,00		
							1,00	1.083,00	1.083,00

## PRESUPUESTO Y MEDICIONES

Código	Resumen	Uds	Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Cantidad	Precio	Importe
C2.1 02	<b>m3 Excavación en zanjas o emplazamientos</b> Excavación en zanjas o emplazamientos, en cualquier clase de terreno, incluido roca, con medios mecánicos o manuales, incluso apilado y acopio de los productos de la excavación, así como las eventuales entibaciones, agotamiento y bombeos en el caso de que fueran necesarias debido a la presencia de agua y el mantenimiento de los servicios existentes. Transporte de los productos sobrantes a vertedero autorizado o acopios. Medida en su perfil natural.	1	11,00	3,00	1,15	37,95	37,95	8,70	330,17
d044	<b>m3 HM-20/I Ib</b> Hormigón en masa HM-20+I Ib, puesto en obra incluso p.p de limpieza de fondos y vibrado, para rellenos, construido según EHE. Medido el volumen colocado.								
	Acera perimetral	1	15,00	1,10	0,15	2,48	2,48	62,28	154,45
d6102	<b>ud Celda de línea.</b> Celda de línea Schneider Electric gama SM6, modelo LJJIM3620A, de dimensiones: 750 mm de anchura, 1.500 mm de profundidad y 2.250 mm de altura. Equipada con: - Juego de barras tripolar 630 A. - Interruptor-seccionador de corte en SF6 de 630 A, tensión 36 kV y 16 kA. - Seccionador de puesta a tierra en SF6. - Indicadores de presencia de tensión. - Mando CIT de actuación accionado de forma manual. - Embarrado de puesta a tierra. Totalmente montada y conexionado.								
	CT	2				2,00	2,00	6.045,91	12.091,82

## PRESUPUESTO Y MEDICIONES

Código	Resumen	Uds	Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Cantidad	Precio	Importe
d1100	<p><b>m2 Losa hormigón HA-25</b></p> <p>Losa de hormigón armado HA-25 de 15 cm de espesor, extendida sobre el terreno compactado, incluida malla electrosoldada 15-15 fi 10, perfectamente nivelada.</p>	1	11,00	3,00		33,00	33,00		
							33,00	17,25	569,25
d6103	<p><b>ud Celda de protección de interruptor automático</b></p> <p>Celda Schneider Electric de protección con interruptor automático gama SM6, o similar, modelo DM1C3616 o similar de dimensiones: 750 mm de anchura, 1.632 mm de profundidad, 2.250 mm de altura.</p> <p>Equipada con:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Juego de barras tripolares 630A para conexión superior con celdas adyacentes.</li> <li>- Seccionador en SF6 de 630 A, tensión 36 kV y 20 kA.</li> <li>- Mando CS1 manual.</li> <li>- Interruptor automático de corte en SF6, tipo Fluarc SF1 de 630 A, tensión 36 kV y poder de corte 20 kA, con bobina de disparo a emisión de tensión 220 V c.a. 50 Hz.</li> <li>- Mando RI manual.</li> <li>- Indicadores de presencia de tensión.</li> <li>- Seccionador de puesta a tierra.</li> <li>- Embarrado de puesta a tierra.</li> <li>- 3 TI de protección .</li> <li>- Relé SEPAM 1000 T20 con interfaz de comunicaciones Modbus RTU</li> <li>- Tres toroidales para alimentación de señal de intensidad a Totalmente instalada.</li> </ul>	3				3,00	3,00		
							3,00	23.847,00	71.541,00
d6104	<p><b>ud Kit toroidal de protección</b></p> <p>Conjunto de tres toroidales para la alimentación de señal de intensidad a relé de protección Sepam.</p>	3				3,00	3,00		
							3,00	3.290,00	9.870,00



## PRESUPUESTO Y MEDICIONES

Código	Resumen	Uds	Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Cantidad	Precio	Importe
d6105	<b>ud Kit CBT + relé de protección</b> Suministro e instalación de cajón BT sobre celda DM1 36kV con relé de protección Sepam T20 para la protección a transformador.	3				3,00	3,00	3.272,00	9.816,00
<b>TOTAL CAPÍTULO C-01 .....</b>									<b>330.079,64</b>

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG06917-23 y VISADO electrónico VD05693-23A de 28/12/2023. CSV = FVBZWRGCTCJLZQUM verificable en https://coi.iar.e-gestion.es

**PRESUPUESTO Y MEDICIONES**

Código	Resumen	Uds	Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Cantidad	Precio	Importe
<b>CAPÍTULO C-02 SEGURIDAD Y SALUD</b>									
C1.18 01	<b>ud Seguridad y Salud</b>								
	Seguridad y salud								
		1				1,00	1,00		
							1,00	3.850,00	3.850,00
<b>TOTAL CAPÍTULO C-02 SEGURIDAD Y SALUD .....</b>									<b>3.850,00</b>

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG06917-23 y VISADO electrónico VD05693-23A de 28/12/2023. CSV = FVBZWRGCTCJLZQUM verificable en https://coi.ar.e-gestion.es

## PRESUPUESTO Y MEDICIONES

Código	Resumen	Uds	Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Cantidad	Precio	Importe
<b>CAPÍTULO C-03 GESTIÓN DE RESIDUOS</b>									
d009	<b>tn Transporte y canon residuos de la construcción</b>								
	Tn Transporte y Gestión de residuos. Gestión de residuos. Expresamente, se incluye: - Selección en obra según normativa vigente (artículo 30 de la Ley 7/2022, de 8 de abril), incluso maquinaria necesaria. - Camión, conductor y tiempo necesario en ir y volver al vertedero, cumpliendo la carga máxima establecida por normativa. - Gestión de cualquier tipo de residuo generado: escombros sucios, mixtos, tierras yesíferas, RCDs, materiales de baja valorización e impropios. También se incluyen residuos peligrosos. - Caracterización inicial y gastos de aceptación. - Gestión administrativa de los documentos de control y seguimiento de los residuos gestionados y documentación complementaria necesaria.								
		1	5,95			5,95	5,95		
							5,95	19,57	116,44
	<b>TOTAL CAPÍTULO C-03 GESTIÓN DE RESIDUOS.....</b>								<b>116,44</b>
	<b>TOTAL .....</b>								<b>334.046,08</b>

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG06917-23 y VISADO electrónico VD05693-23A de 28/12/2023. CSV = FVBZWRGCTCJLZQUM verificable en https://coi.iar.e-gestion.es

PROYECTO DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN CON TRES TRANSFORMADORES  
DE 1000 KVAS, PARA SUMINISTRO ELÉCTRICO A LA ESTACIÓN DE REBOMBEO  
FOZ DE CALANDA

---

CUADRO DE PRECIOS Nº1

## CUADRO DE PRECIOS 1

Nº	CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO EN LETRA	IMPORTE
0001	C1.18 01	ud	<b>Seguridad y Salud</b> Seguridad y salud		3.850,00
				<i>TRES MIL OCHOCIENTOS CINCUENTA EUROS</i>	
0002	C2.1 02	m3	<b>Excavación en zanjas o emplazamientos</b> Excavación en zanjas o emplazamientos, en cualquier clase de terreno, incluido roca, con medios mecánicos o manuales, incluso apilado y acopio de los productos de la excavación, así como las eventuales entibaciones, agotamiento y bombeos en el caso de que fueran necesarias debido a la presencia de agua y el mantenimiento de los servicios existentes. Transporte de los productos sobrantes a vertedero autorizado o acopios. Medida en su perfil natural.		8,70
				<i>OCHO EUROS con SETENTA CÉNTIMOS</i>	
0003	d009	tn	<b>Transporte y canon residuos de la construcción</b> Tn Transporte y Gestión de residuos. Gestión de residuos. Expresamente, se incluye: - Selección en obra según normativa vigente (artículo 30 de la Ley 7/2022, de 8 de abril), incluso maquinaria necesaria. - Camión, conductor y tiempo necesario en ir y volver al vertedero, cumpliendo la carga máxima establecida por normativa. - Gestión de cualquier tipo de residuo generado: escombros sucio, mixto, limpio, tierras yesíferas, RCDs, materiales de baja valorización e impropios. También se incluyen residuos peligrosos. - Caracterización inicial y gastos de aceptación. - Gestión administrativa de los documentos de control y seguimiento de los residuos gestionados y documentación complementaria necesaria.		19,57
				<i>DIECINUEVE EUROS con CINCUENTA Y SIETE CÉNTIMOS</i>	
0004	d044	m3	<b>HM-20/IIb</b> Hormigón en masa HM-20+IIb, puesto en obra incluso p.p de limpieza de fondos y vibrado, para rellenos, construido según EHE. Medido el volumen colocado.		62,28
				<i>SESENTA Y DOS EUROS con VEINTIOCHO CÉNTIMOS</i>	

## CUADRO DE PRECIOS 1

Nº	CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO EN LETRA	IMPORTE
0005	d1100	m2	<b>Losa hormigón HA-25</b> Losa de hormigón armado HA-25 de 15 cm de espesor, extendida sobre el terreno compactado, incluida malla electrosoldada 15-15 fi 10, perfectamente nivelada.		17,25

*DIECISIETE EUROS con VEINTICINCO CÉNTIMOS*

0006	d6102	ud	<b>Celda de línea.</b> Celda de línea Schneider Electric gama SM6, modelo LJJIM3620A, de dimensiones: 750 mm de anchura, 1.500 mm de profundidad y 2.250 mm de altura. Equipada con: - Juego de barras tripolar 630 A. - Interruptor-seccionador de corte en SF6 de 630 A, tensión 36 kV y 16 kA. - Seccionador de puesta a tierra en SF6. - Indicadores de presencia de tensión. - Mando CIT de actuación accionado de forma manual. - Embarrado de puesta a tierra. Totalmente montada y conexionado.		6.045,91
------	-------	----	--	--	----------

*SEIS MIL CUARENTA Y CINCO EUROS con NOVENTA Y UN CÉNTIMOS*

## CUADRO DE PRECIOS 1

Nº	CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO EN LETRA	IMPORTE
0007	d6103	ud	<b>Celda de protección de interruptor automático</b> Celda Schneider Electric de protección con interruptor automático gama SM6, o similar, modelo DM1C3616 o similar de dimensiones: 750 mm de anchura, 1.632 mm de profundidad, 2.250 mm de altura. Equipada con: - Juego de barras tripolares 630A para conexión superior con celdas adyacentes. - Seccionador en SF6 de 630 A, tensión 36 kV y 20 kA. - Mando CS1 manual. - Interruptor automático de corte en SF6, tipo Fluarc SF1 de 630 A, tensión 36 kV y poder de corte 20 kA, con bobina de disparo a emisión de tensión 220 V c.a. 50 Hz. - Mando RI manual. - Indicadores de presencia de tensión. - Seccionador de puesta a tierra. - Embarrado de puesta a tierra. - 3 TI de protección . - Relé SEPAM 1000 T20 con interfaz de comunicaciones Modbus RTU - Tres toroidales para alimentación de señal de intensidad a Totalmente instalada.	<i>VEINTITRÉS MIL OCHOCIENTOS CUARENTA Y SIETE EUROS</i>	23.847,00
0008	d6104	ud	<b>Kit toroidal de protección</b> Conjunto de tres toroidales para la alimentación de señal de intensidad a relé de protección Sepam.	<i>TRES MIL DOSCIENTOS NOVENTA EUROS</i>	3.290,00
0009	d6105	ud	<b>Kit CBT + relé de protección</b> Suministro e instalación de cajón BT sobre celda DM1 36kV con relé de protección Sepam T20 para la protección a transformador.	<i>TRES MIL DOSCIENTOS SETENTA Y DOS EUROS</i>	3.272,00
0010	d6106	ud	<b>Puentes B.T.</b> Juego de puentes de cables de BT, de sección y material 0,6/1 kV tipo RZ1 de 1x240Al sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 10xfase + 5xneutro de 3,0 m de longitud.	<i>DOS MIL TRESCIENTOS CUARENTA Y SEIS EUROS</i>	2.346,00

## CUADRO DE PRECIOS 1

Nº	CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO EN LETRA	IMPORTE
0011	d6107	ud	<b>Instalación de tierras exteriores código 5/32</b> Ud. de tierras exteriores código 5/32 Unesa, incluyendo 3 picas de 2,00 m. de longitud, cable de cobre desnudo, cable de cobre aislado de 0,6/1kV y elementos de conexión, instalado, según se describe en proyecto.	<i>MIL CUATROCIENTOS OCHENTA Y CINCO EUROS con SETENTA CÉNTIMOS</i>	1.485,70
0012	d6108	ud	<b>Instalación de tierras exteriores código 80-40/5/42</b> Ud. de tierras exteriores código 80-35/5/42 Unesa, incluyendo 4 picas de 2,00 m. de longitud, cable de cobre desnudo, cable de cobre aislado de 0,6/1kV y elementos de conexión, instalado, según se describe en proyecto.	<i>OCHOCIENTOS VEINTINUEVE EUROS con CINCUENTA Y DOS CÉNTIMOS</i>	829,52
0013	d6109	ud	<b>Instalación de tierras interiores.</b> Ud. tierras interiores para poner en continuidad con las tierras exteriores, formado por cable de 50mm <sup>2</sup> de Cu desnudo para la tierra de protección y aislado para la de servicio, con sus conexiones y cajas de seccionamiento, instalado, según memoria.	<i>MIL QUINIENTOS NOVENTA Y SEIS EUROS</i>	1.596,00
0014	d6112	ud	<b>Equipos de iluminación. Ilum. Centro transformación.</b> Equipo de iluminación compuesto de: · 2 Puntos de luz incandescente adecuado para proporcionar nivel de iluminación suficiente para la revisión y manejo del centro, incluidos sus elementos de mando y protección, instalado. · Punto de luz de emergencia autónomo para la señalización de los accesos al centro, instalado.	<i>MIL OCHENTA Y TRES EUROS</i>	1.083,00
0015	d7251	ud	<b>Equipo de potencia. Transformador 1000 KVA.</b> Transformador trifásico de distribución tipo seco, TRIHAL de Schneider Electric o similar, 50 Hz para instalación en interior o exterior (s/ IEC 60076-1). 33 kV. 1.000 kVA secund. 420V/B2, con rele DGPT-2 Y Pasatapas enchufable en A.T.	<i>SESENTA Y SEIS MIL SETECIENTOS OCHENTA EUROS</i>	66.780,00

## CUADRO DE PRECIOS 1

Nº	CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO EN LETRA	IMPORTE
0016	d7252	ud	<b>Puentes de MT</b> 2 Interconexiones en AT borna-bornas entre celda de protección de 36 kV a trafo bornas enchufables. Cables MT 18/30 kV del tipo HEPRZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x95 Al empleando 3 de 10 m de longitud, y terminaciones de 30 kV del tipo enchufable acodada. En el otro extremo son del tipo atornillable.	<i>TRES MIL TRESCIENTOS CINCUENTA EUROS</i>	3.350,00
0017	d7257	ud	<b>Conectores atornillables</b> juego de 6 conectores atornillables en T apantallado para cable seco de sección hasta 240 mm <sup>2</sup> , 400-630 A tipo K440TB+11TL incluso montaje y conexionado.	<i>NOVECIENTOS TREINTA Y DOS EUROS</i>	932,00
0018	d7258	ud	<b>Equipos de seguridad y maniobra.</b> Equipo de operación que permite tanto la realización de maniobras con aislamiento suficiente para proteger al personal durante la operación, tanto de maniobras como de mantenimiento, compuesto por: · Banquillo aislante · Par de guantes de amianto · Extintor de eficacia 89B · Una palanca de accionamiento Armario de primeros auxilios	<i>CUATROCIENTOS OCHENTA Y OCHO EUROS con SETENTA Y TRES CÉNTIMOS</i>	488,73

En Zaragoza, diciembre 2023.



Pilar Baigorri Soler  
Ingeniero Industrial. COIAR 1619

PROYECTO DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN CON TRES TRANSFORMADORES  
DE 1000 KVAS, PARA SUMINISTRO ELÉCTRICO A LA ESTACIÓN DE REBOMBEO  
FOZ DE CALANDA

---

## RESUMEN DEL PRESUPUESTO

## RESUMEN DE PRESUPUESTO

CAPITULO	RESUMEN	IMPORTE
<b>C-01</b>	<b>CENTRO DE TRANSFORMACIÓN .....</b>	<b>330.079,64</b>
<b>C-02</b>	<b>SEGURIDAD Y SALUD.....</b>	<b>3.850,00</b>
<b>C-03</b>	<b>GESTIÓN DE RESIDUOS .....</b>	<b>116,44</b>
	<b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL</b>	<b>334.046,08</b>
	21% I.V.A.....	70.149,68
	<b>PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN</b>	<b>404.195,76</b>

Asciende el presupuesto a la expresada cantidad de CUATROCIENTOS CUATRO MIL CIENTO NOVENTA Y CINCO EUROS con SETENTA Y SEIS CÉNTIMOS

En Zaragoza, diciembre 2023.



Pilar Baigorri Soler  
Ingeniero Industrial. COIIAR 1619