

**PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN DEL CENTRO DE SALUD ABRANTES
DE LA GERENCIA ASISTENCIAL ATENCIÓN PRIMARIA – SERMAS. C/
ABRANTES, 113 MADRID.**

JULIO 2021

**4.12 ANEJO 12.6 PROYECTO CENTRO
SECCIONAMIENTO, CENTRO TRANSFORMACIÓN 250 Kvas
Y LINEAS SUBTERRANEAS MEDIA TENSIÓN**

PROMOTOR:



**Comunidad
de Madrid**

Gerencia Asistencial
de Atención Primaria
CONSEJERÍA DE SANIDAD

REDACTOR:

MIGUEL SAN JUAN

CONTRATISTA DEL PROYECTO:

SAN JUAN ARQUITECTURA S.L.

ÍNDICE

ÍNDICE

1. MEMORIA CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.

- 1.1. OBJETO DEL PROYECTO.
 - 1.1.1. Reglamentación y disposiciones oficiales.
- 1.2. TITULAR.
- 1.3. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO.
- 1.4. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.
- 1.5. PROGRAMA DE NECESIDADES Y POTENCIA INSTALADA EN kVA.
- 1.6. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.
 - 1.6.1. Obra civil.
 - 1.6.2. Instalación Eléctrica.
 - 1.6.3. Medida de la Energía Eléctrica.
 - 1.6.4. Puesta a Tierra.
 - 1.6.5. Instalaciones Secundarias.

2. MEMORIA CENTRO DE SECCIONAMIENTO.

- 2.1. OBJETO DEL PROYECTO.
 - 2.1.1. Reglamentación y disposiciones oficiales.
- 2.2. TITULAR.
- 2.3. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO.
- 2.4. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.
- 2.5. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.
 - 2.5.1. Obra civil.
 - 2.5.2. Instalación eléctrica
 - 2.5.3. Puesta a tierra
 - 2.5.4. Instalaciones secundarias

3. LINEA SUBTERRANEA MEDIA TENSIÓN A CENTRO SECCIONAMIENTO

- 3.1 Diseño de la línea.
- 3.2 Características de los materiales.
- 3.3 Normas de ejecución y recepción.
- 3.4 Longitud del trazado de la instalación.
- 3.5 Tipo de conductor
- 3.6 Potencia a transportar.
- 3.7 Caída de tensión.
- 3.8 Intensidad de cortocircuito.

4. LINEA SUBTERRANEA MEDIA TENSIÓN CENTRO SECCIONAMIENTO A CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

- 3.1 Diseño de la línea.
- 3.2 Características de los materiales.
- 3.3 Normas de ejecución y recepción.
- 3.4 Longitud del trazado de la instalación.
- 3.5 Tipo de conductor
- 3.6 Potencia a transportar.
- 3.7 Caída de tensión.
- 3.8 Intensidad de cortocircuito.

5. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.

- 5.1. INTENSIDAD DE ALTA TENSIÓN.
- 5.2. INTENSIDAD DE BAJA TENSIÓN.
- 5.3. CORTOCIRCUITOS.

- 5.3.1. Observaciones.
- 5.3.2. Cálculo de las Corrientes de Cortocircuito.
- 5.3.3. Cortocircuito en el lado de Alta Tensión.
- 5.3.4. Cortocircuito en el lado de Baja Tensión.
- 5.4. SELECCIÓN DE LAS PROTECCIONES DE ALTA Y BAJA TENSIÓN.
- 5.5. DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL C.T.
- 5.6. DIMENSIONES DEL POZO APAGAFUEGOS.
- 5.7. CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA.
 - 5.7.1. Investigación de las características del suelo.
 - 5.7.2. Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y tiempo máximo correspondiente de eliminación de defecto.
 - 5.7.3. Diseño preliminar de la instalación de tierra.
 - 5.7.4. Cálculo de la resistencia del sistema de tierras.
 - 5.7.5. Cálculo de las tensiones en el exterior de la instalación.
 - 5.7.6. Cálculo de las tensiones en el interior de la instalación.
 - 5.7.7. Cálculo de las tensiones aplicadas.
 - 5.7.8. Investigación de tensiones transferibles al exterior.
 - 5.7.9. Corrección y ajuste del diseño inicial estableciendo el definitivo.

6. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS CENTRO DE SECCIONAMIENTO.

- 6.1. INTENSIDAD DE ALTA TENSIÓN.
- 6.2. CORTOCIRCUITOS.
 - 6.2.1. Observaciones.
 - 6.2.2. Cálculo de las Corrientes de Cortocircuito.
 - 6.2.3. Cortocircuito en el lado de Alta Tensión.
- 6.3. DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL CENTRO.
- 6.4. DIMENSIONES DEL EMBARRADO.
 - 6.4.1. Comprobación por densidad de corriente.
 - 6.4.2. Comprobación por sollicitación electrodinámica.
 - 6.4.3. Comprobación por sollicitación térmica. Sobreintensidad térmica admisible.
- 6.5. CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA.
 - 6.5.1. Investigación de las características del suelo.
 - 6.5.2. Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y tiempo máximo correspondiente de eliminación de defecto.
 - 6.5.3. Diseño preliminar de la instalación de tierra.
 - 6.5.4. Cálculo de la resistencia del sistema de tierras.
 - 6.5.5. Cálculo de las tensiones en el exterior de la instalación.
 - 6.5.6. Cálculo de las tensiones en el interior de la instalación.
 - 6.5.7. Cálculo de las tensiones aplicadas.
 - 6.5.8. Investigación de tensiones transferibles al exterior.
 - 6.5.9. Corrección y ajuste del diseño inicial estableciendo el definitivo.

1. MEMORIA

1. MEMORIA CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.

1.1. OBJETO DEL PROYECTO.

El objeto del presente proyecto es especificar las condiciones técnicas, de ejecución y económicas de un centro de seccionamiento, centro de transformación y líneas subterráneas en media tensión de características normalizadas cuyo fin es suministrar energía eléctrica en baja tensión.

1.1.1. Reglamentación y disposiciones oficiales.

Para la elaboración del proyecto se ha tenido en cuenta la siguiente normativa:

NORMATIVA ESTATAL

- **Resolución de 17 de abril de 2021**, de la Dirección General de Industria y de la Pequeña y Mediana Empresa, por la que se actualiza el listado de normas de la instrucción técnica complementaria ITC-LAT-02 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión, aprobado por el Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero.
- **Real Decreto 299/2016**, de 22 de julio, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a campos electromagnéticos. (SI PROCEDE).
- **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.
- **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 1109/2007**, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la **Ley 32/2006**, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.
- **Ley 32/2006**, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.
- **Real Decreto 842/2002**, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.
- **Real Decreto 614/2001**, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- **Real Decreto 1955/2000**, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- **Real Decreto 1627/1997**, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.
- **Real Decreto 1215/1997**, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- **Real Decreto 773/1997**, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- **Real Decreto 486/1997**, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- **Real Decreto 485/1997**, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- **Ley 31/1995**, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- **Ley 21/1992**, de 16 de julio, de Industria.
- **Orden de 18 de octubre de 1984** complementaria de la de 6 de julio que aprueba las instrucciones técnicas complementarias del reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación (MIE-RAT 20).
- **Normas UNE incluidas en la ITC-RAT 02** aprobado por el **Real Decreto 337/2014**.

1.2. TITULAR.

La titularidad de la instalación que se describe corresponde a la Gerencia Asistencial de Atención Primaria del Servicio Madrileño de Salud (SERMAS), dependiente de la Consejería de Sanidad.

1.3. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO.

La parcela elegida para la construcción del nuevo Centro de Salud Abrantes se sitúa en la calle Abrantes nº 113 de Madrid, en el distrito de Carabanchel, con referencia catastral 8102122VK3780A0001WW y con una superficie de 3.020 m².

1.4. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.

El centro de transformación objeto del presente proyecto será de tipo interior, empleando para su aparellaje celdas prefabricadas bajo envoltente metálica según norma UNE-EN 62271-200.

La acometida al mismo será subterránea, alimentando al centro mediante una red de Media Tensión, y el suministro de energía se efectuará a una tensión de servicio de 20 kV y una frecuencia de 50 Hz, siendo la Compañía Eléctrica suministradora IBERDROLA.

*** CARACTERÍSTICAS CELDAS SM6**

Las celdas a emplear serán de la serie SM6 de Schneider Electric, celdas modulares de aislamiento en aire equipadas de aparellaje fijo que utiliza el hexafluoruro de azufre como elemento de corte y extinción de arco.

Responderán en su concepción y fabricación a la definición de apartamento bajo envoltente metálica compartimentada de acuerdo con la norma UNE-EN 62271-200.

Los compartimentos diferenciados serán los siguientes:

- a) Compartimento de aparellaje.
- b) Compartimento del juego de barras.
- c) Compartimento de conexión de cables.
- d) Compartimento de mando.
- e) Compartimento de control

1.5. PROGRAMA DE NECESIDADES Y POTENCIA INSTALADA EN KVA.

La potencia total prevista de las instalaciones asciende a **193,6 kW**.

1.6. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.

1.6.1. Obra civil.

1.6.1.1. Local.

. El Centro estará ubicado en una caseta independiente destinada únicamente a esta finalidad.

Será de las dimensiones necesarias para alojar las celdas correspondientes y transformadores de potencia, respetándose en todo caso las distancias mínimas entre los elementos que se detallan en el vigente reglamento de alta tensión.

Las dimensiones del local, accesos, así como la ubicación de las celdas se indican en los

planos correspondientes.

1.6.1.2. Características del local.

Se detallan a continuación las condiciones mínimas que debe cumplir el local para poder albergar el C.T.:

- Acceso de personas: El acceso al C.T. estará restringido al personal de la Cía Eléctrica suministradora y al personal de mantenimiento especialmente autorizado. Se dispondrá de una puerta peatonal cuyo sistema de cierre permitirá el acceso a ambos tipos de personal, teniendo en cuenta que el primero lo hará con la llave normalizada por la Cía Eléctrica. La(s) puerta(s) se abrirá(n) hacia el exterior y tendrán como mínimo 2.10 m. de altura y 0.90 m. de anchura.

- Acceso de materiales: las vías para el acceso de materiales deberá permitir el transporte, en camión, de los transformadores y demás elementos pesados hasta el local. Las puertas se abrirán hacia el exterior y tendrán una luz mínima de 2.30 m. de altura y de 1.40 m. de anchura.

- Dimensiones interiores y disposición de los diferentes elementos: ver planos correspondientes.

- Paso de cables A.T.: para el paso de cables de A.T. (acometida a las celdas de llegada y salida) se proveerá un foso de dimensiones adecuadas cuyo trazado figura en los planos correspondientes.

Las dimensiones del foso en la zona de celdas serán las siguientes: una anchura libre de 600 mm., y una altura que permita darles la correcta curvatura a los cables. Se deberá respetar una distancia mínima de 100 mm. entre las celdas y la pared posterior a fin de permitir el escape de gas SF6 (en caso de sobrepresión demasiado elevada) por la parte debilitada de las celdas sin poner en peligro al operador.

Fuera de las celdas, el foso irá recubierta por tapas de chapa estriada apoyadas sobre un cerco bastidor, constituido por perfiles recibidos en el piso.

- Acceso a transformadores: una malla de protección impedirá el acceso directo de personas a la zona de transformador. Dicha malla de protección irá enclavada mecánicamente por cerradura con el seccionador de puesta tierra de la celda de protección correspondiente, de tal manera que no se pueda acceder al transformador sin haber cerrado antes el seccionador de puesta a tierra de la celda de protección.

- Ventilación: se dispondrá de ventilación natural.

El C.T. no contendrá otras canalizaciones ajenas al mismo y deberá cumplir las exigencias que se indican en el pliego de condiciones respecto a resistencia al fuego, condiciones acústicas, etc.

1.6.2. Instalación Eléctrica.

1.6.2.1. Características de la Red de Alimentación.

La red de alimentación al centro de transformación será de tipo subterráneo a una tensión de 20 kV y 50 Hz de frecuencia.

La potencia de cortocircuito máxima de la red de alimentación será de 500 MVA, según datos proporcionados por la Compañía suministradora.

1.6.2.2. Características de la Aparamenta de Alta Tensión.

*** CARACTERÍSTICAS GENERALES CELDAS SM6**

- Tensión asignada: 24 kV.
- Tensión soportada entre fases, y entre fases y tierra:
 - a frecuencia industrial (50 Hz), 1 minuto: 50 kV ef.
 - a impulso tipo rayo: 125 kV cresta.
- Intensidad asignada en funciones de línea: 400-630 A.
- Intensidad asignada en interrup. automat. 400-630 A.
- Intensidad asignada en ruptofusibles. 200 A.
- Intensidad nominal admisible durante un segundo: 16 kA ef.
- Valor de cresta de la intensidad nominal admisible: 40 Ka cresta, es decir, 2.5 veces la intensidad nominal admisible de corta duración.
- Grado de protección de la envolvente: IP2X / IK08.
- Puesta a tierra.

El conductor de puesta a tierra estará dispuesto a todo lo largo de las celdas según UNE-EN 62271-200 , y estará dimensionado para soportar la intensidad admisible de corta duración.

- Embarrado.

El embarrado estará sobredimensionado para soportar sin deformaciones permanentes los esfuerzos dinámicos que en un cortocircuito se puedan presentar y que se detallan en el apartado de cálculos.

*** CELDAS:**

*** CELDA DE LINEA**

Celda Schneider Electric de interruptor-seccionador gama SM6, modelo IM, de dimensiones: 375 mm. de anchura, 940 mm. de profundidad, 1.600 mm. de altura, y conteniendo:

- Juego de barras tripolar de 400 A.
- Interruptor-seccionador de corte en SF6 de 400 A, tensión de 24 kV y 16 kA.
- Seccionador de puesta a tierra en SF6.
- Indicadores de presencia de tensión.
- Mando CIT manual.
- Embarrado de puesta a tierra.
- Bornes para conexión de cable.

Estas celdas estarán preparadas para una conexión de cable seco monofásico de sección máxima de 240 mm².

*** CELDA DE PROTECCIÓN CON INTERRUPTOR-FUSIBLES COMBINADOS.**

Celda Schneider Electric de protección general con interruptor y fusibles combinados gama SM6, modelo QM, de dimensiones: 375 mm. de anchura, 940 mm. de profundidad y 1.600 mm.

de altura, conteniendo:

- Juego de barras tripolar de 400 A, para conexión superior con celdas adyacentes.
- Interruptor-seccionador en SF6 de 400 A, tensión de 24 kV y 16 kA., equipado con bobina de apertura a emisión de tensión a 220 V 50 Hz.
- Mando CI1 manual de acumulación de energía.
- Tres cortacircuitos fusibles de alto poder de ruptura con baja disipación térmica tipo MESA CF (DIN 43625), de 24kV, y calibre 20 A.
- Señalización mecánica de fusión fusibles.
- Indicadores de presencia de tensión con lámparas.
- Embarrado de puesta a tierra.
- Seccionador de puesta a tierra de doble brazo (aguas arriba y aguas abajo de los fusibles).
- Enclavamiento por cerradura tipo C4 impidiendo el cierre del seccionador de puesta a tierra y el acceso a los fusibles en tanto que el disyuntor general B.T. no esté abierto y enclavado. Dicho enclavamiento impedirá además el acceso al transformador si el seccionador de puesta a tierra de la celda QM no se ha cerrado previamente.

*** CELDA DE MEDIDA.**

Celda Schneider Electric de medida de tensión e intensidad con entrada y salida inferior por cable gama SM6, modelo GBC2C, de dimensiones: 750 mm de anchura, 1.038 mm. de profundidad, 1.600 mm. de altura, y conteniendo:

- Juegos de barras tripolar de 400 A y 16 kA.
- Entrada y salida por cable seco.
- 3 Transformadores de intensidad de relación 5-10/ 5 A cl.10VA CL. 0.5S, Ith= 200 In, gama extendida al 150% y aislamiento 24 kV.
- 3 Transformadores de tensión unipolares, de relación 22000:V3/110:V3 10VA CL. 0.2, potencia a contratar de 250 kW, Ft= 1,9 y aislamiento 24 kV.

*** TRANSFORMADOR:**

Será una máquina trifásica reductora de tensión, referencia TRFAC250-24, siendo la tensión entre fases a la entrada de 20 kV y la tensión a la salida en vacío de 420V entre fases y 242V entre fases y neutro(*).

El transformador a instalar tendrá el neutro accesible en baja tensión y refrigeración natural (ONAN), marca Schneider Electric, en seco.

Sus características mecánicas y eléctricas se ajustarán a la Norma UNE 21428 y al Reglamento Europeo (UE) 548/2014 de ecodiseño de transformadores, siendo las siguientes:

- Potencia nominal: 250 kVA.
- Tensión nominal primaria: 20.000 V.
- Regulación en el primario: +/-2,5%, +/-5%, +10%.

- Tensión nominal secundaria en vacío: 420 V.
- Tensión de cortocircuito: 4 %.
- Grupo de conexión: Dyn11.
- Nivel de aislamiento:
Tensión de ensayo a onda de choque 1,2/50 s 125 kV.
Tensión de ensayo a 50 Hz, 1 min, 50 kV.

(*)Tensiones según:

- UNE 21301
- UNE 21428

CONEXIÓN EN EL LADO DE ALTA TENSIÓN:

- Juego de puentes III de cables AT unipolares de aislamiento seco RHZ1, aislamiento 12/20 kV, de 95 mm² en Al con sus correspondientes elementos de conexión.

CONEXIÓN EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN:

- Juego de puentes III de cables BT unipolares de aislamiento seco tipo RV, aislamiento 0.6/1 kV, de 1x240 mm² Al para las fases y de 1x240 mm² Al para el neutro.

DISPOSITIVO TÉRMICO DE PROTECCIÓN.

- Termómetro para protección térmica de transformador, incorporado en el mismo, y sus conexiones a la alimentación y al elemento disparador de la protección correspondiente, debidamente protegidas contra sobreintensidades, instalados.

1.6.2.3. Características material vario de Alta Tensión.

* EMBARRADO GENERAL CELDAS SM6.

El embarrado general de las celdas SM6 se construye con tres barras aisladas de cobre dispuestas en paralelo.

* PIEZAS DE CONEXIÓN CELDAS SM6.

La conexión del embarrado se efectúa sobre los bornes superiores de la envolvente del interruptor-seccionador con la ayuda de repartidores de campo con tornillos imperdibles integrados de cabeza allen de M8. El par de apriete será de 2.8 m.da.N.

1.6.2.4. Características de la aparamenta de Baja Tensión.

Transformador 1:

La salida de Baja Tensión estará protegida mediante un interruptor automático de las siguientes características:

contra sobrecargas (con umbral térmico regulable) y contra cortocircuitos (con umbral magnético fijo).

1.6.3. Medida de la Energía Eléctrica.

La medida de energía se realizará mediante un cuadro de contadores conectado al secundario de los transformadores de intensidad y de tensión de la celda de medida.

El cuadro de contadores estará formado por un armario de doble aislamiento de HIMEL modelo PLA-753/AT-ID de dimensiones 750 mm de alto x 500 mm de ancho y 320 mm de fondo, equipado de los siguientes elementos:

- Contador electrónico de energía eléctrica clase 0.5 con medida:
- Activa: bidireccional.
- Reactiva: dos cuadrantes.
- Registrador local de medidas con capacidad de lectura directa de la memoria del contado. Registro de curvas de carga horaria y cuartohoraria.
- Modem para comunicación remota.
- Regleta de comprobación homologada.
- Elementos de conexión.
- Equipos de protección necesarios.

1.6.4. Puesta a Tierra.

1.6.4.1. Tierra de Protección.

Se conectarán a tierra los elementos metálicos de la instalación que no estén en tensión normalmente, pero que puedan estarlo a causa de averías o circunstancias externas.

Las celdas dispondrán de una pletina de tierra que las interconectará, constituyendo el colector de tierras de protección.

1.6.4.2. Tierra de Servicio.

Se conectarán a tierra el neutro del transformador y los circuitos de baja tensión de los transformadores del equipo de medida, según se indica en el apartado de "Cálculo de la instalación de puesta a tierra" del capítulo 2 de este proyecto.

1.6.4.3. Tierras interiores.

Las tierras interiores del centro de transformación tendrán la misión de poner en continuidad eléctrica todos los elementos que deban estar conectados a tierra con sus correspondientes tierras exteriores.

La tierra interior de protección se realizará con cable de 50 mm² de cobre desnudo. Este cable conectará a tierra los elementos indicados en el apartado anterior e irá sujeto a las paredes mediante bridas de sujeción y conexión, conectado a una caja de seccionamiento con un grado de protección IP54.

La tierra interior de servicio se realizará con cable de 50 mm² de cobre aislado. Este cable conectará a tierra los elementos indicados en el apartado anterior e irá sujeto a las paredes mediante bridas de sujeción y conexión, conectado a una caja de seccionamiento con un grado de protección IP54.

Las cajas de seccionamiento de la tierra de servicio y protección estarán separadas por una

distancia mínima de 1m.

1.6.5. Instalaciones Secundarias.

1.6.5.1. Alumbrado.

En el interior del centro de transformación se instalará un mínimo de dos puntos de luz capaces de proporcionar un nivel de iluminación suficiente para la comprobación y maniobra de los elementos del mismo. El nivel medio será como mínimo de 150 lux .

Los focos luminosos estarán colocados sobre soportes rígidos y dispuestos de tal forma que se mantenga la máxima uniformidad posible en la iluminación. Además, se deberá poder efectuar la sustitución de lámparas sin peligro de contacto con otros elementos en tensión.

Se dispondrá también un punto de luz de emergencia de carácter autónomo que señalará los accesos al centro de transformación.

1.6.5.2. Baterías de Condensadores.

No se instalarán baterías de condensadores.

1.6.5.3. Protección contra Incendios.

De acuerdo con la instrucción MIERAT 14, se dispondrá como mínimo de un extintor de eficacia equivalente 89 B.

1.6.5.4. Ventilación.

La ventilación de los edificios prefabricados se realizará de forma natural.

1.6.5.5. Medidas de Seguridad.

*** SEGURIDAD EN CELDAS SM6**

Las celdas tipo SM6 dispondrán de una serie de enclavamientos funcionales que responden a los definidos por la Norma UNE-EN 62271-200, y que serán los siguientes:

- Sólo será posible cerrar el interruptor con el seccionador de tierra abierto y con el panel de acceso cerrado.
- El cierre del seccionador de puesta a tierra sólo será posible con el interruptor abierto.
- La apertura del panel de acceso al compartimento de cables sólo será posible con el seccionador de puesta a tierra cerrado.
- Con el panel delantero retirado, será posible abrir el seccionador de puesta a tierra para realizar el ensayo de cables, pero no será posible cerrar el interruptor.

Además de los enclavamientos funcionales ya definidos, algunas de las distintas funciones se enclavarán entre ellas mediante cerraduras según se indica en anteriores apartados.

2. MEMORIA CENTRO DE SECCIONAMIENTO.

2.1. OBJETO DEL PROYECTO.

El objeto del presente proyecto es especificar las condiciones técnicas, de ejecución y económicas de un centro de seccionamiento de características normalizadas.

2.1.1. Reglamentación y disposiciones oficiales.

NORMATIVA ESTATAL

- **Resolución de 17 de abril de 2021**, de la Dirección General de Industria y de la Pequeña y Mediana Empresa, por la que se actualiza el listado de normas de la instrucción técnica complementaria ITC-LAT-02 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión, aprobado por el Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero.

- **Real Decreto 299/2016**, de 22 de julio, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a campos electromagnéticos. (SI PROCEDE).

- **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.

- **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 1109/2007**, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la **Ley 32/2006**, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.

- **Ley 32/2006**, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.

- **Real Decreto 842/2002**, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.

- **Real Decreto 614/2001**, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

- **Real Decreto 1955/2000**, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.

- **Real Decreto 1627/1997**, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.

- **Real Decreto 1215/1997**, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

- **Real Decreto 773/1997**, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

- **Real Decreto 486/1997**, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

- **Real Decreto 485/1997**, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

- **Ley 31/1995**, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

- **Ley 21/1992**, de 16 de julio, de Industria.

- **Orden de 18 de octubre de 1984** complementaria de la de 6 de julio que aprueba las instrucciones técnicas complementarias del reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación (MIE-RAT 20).

- **Normas UNE incluidas en la ITC-RAT 02** aprobado por el **Real Decreto 337/2014**.

2.2. TITULAR.

La titularidad de la instalación que se describe corresponde a la Gerencia Asistencial de

Atención Primaria del Servicio Madrileño de Salud (SERMAS), dependiente de la Consejería de Sanidad.

2.3. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO.

La parcela elegida para la construcción del nuevo Centro de Salud Abrantes se sitúa en la calle Abrantes nº 113 de Madrid, en el distrito de Carabanchel, con referencia catastral 8102122VK3780A0001WW y con una superficie de 3.020 m².

2.4. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CENTRO DE SECCIONAMIENTO.

El centro de seccionamiento objeto del presente proyecto será de tipo interior, empleando para su aparellaje celdas prefabricadas bajo envoltente metálica según norma UNE-EN 62271-200, y telemandadas según las especificaciones del apartado 1.6.2.2 del presente capítulo.

La acometida al mismo será subterránea, alimentando al centro mediante una red de Media Tensión, y el suministro de energía se efectuará a una tensión de servicio de 20 kV y una frecuencia de 50 Hz, siendo la Compañía Eléctrica suministradora IBERDROLA.

*** CARACTERÍSTICAS CELDAS RM6**

Las celdas a emplear serán de la serie RM6 de Schneider Electric, un conjunto de celdas compactas equipadas con aparataje de alta tensión, bajo envoltente única metálica con aislamiento integral, para una tensión admisible hasta 24 kV, acorde a las siguientes normativas:

- UNE-EN ISO 9001, UNE-EN 60420.
- UNE-EN 62271-102, UNE-EN 60265-1.
- UNE-EN 62271-200, UNE-EN 62271-105, IEC 62271-103, UNE-EN 62271-102.
- UNESA Recomendación 6407 B

Toda la aparataje estará agrupada en el interior de una cuba metálica estanca rellena de hexafluoruro de azufre con una presión relativa de 0.1 bar (sobre la presión atmosférica), sellada de por vida y acorde a la norma UNE-EN 62271-1.

2.5. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.

2.5.1. Obra civil.

2.5.1.1. Local.

El Centro estará ubicado en una caseta independiente destinada únicamente a esta finalidad.

La caseta será de construcción prefabricada de hormigón tipo EHACSIB de Schneider Electric, de dimensiones 2.230 x 2.190 y altura vista 1.745 mm., cuyas características se describen en esta memoria.

2.5.1.2. Características del local.

Se tratará de una construcción prefabricada de hormigón COMPACTO modelo EHACSIB de Schneider Electric.

Las características más destacadas del prefabricado de la serie EHA, de seccionamiento (sin

transformador) serán:

El centro está en conformidad con:

- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación.

Las características más destacadas del prefabricado compacto serán:

*** COMPACIDAD.**

Esta serie de prefabricados se montarán enteramente en fábrica. Realizar el montaje en la propia fábrica supondrá obtener:

- Una solución compacta de exterior que, debido a sus reducidas dimensiones, minimiza el impacto medioambiental,
- Calidad en origen,
- Una solución llave en mano,
- Cómoda y fácil instalación sin necesidad de cimentación,
- Posibilidad de posteriores traslados.

*** FACILIDAD DE INSTALACIÓN.**

La innecesaria cimentación y el montaje en fábrica permitirán asegurar una cómoda y fácil instalación.

Para la instalación del conjunto se requerirá realizar previamente una excavación en el terreno de dimensiones:

- longitud frontal (mm):
 - entrada/salida de cables por el frontal: 3140 mm,
 - entrada/salida de cables por el lateral: añadir 500 mm por el lateral afectado.
- anchura (mm): 3100 mm,
- profundidad total (mm): 940 mm,

en el fondo de la cual se debe disponer de un lecho de arena lavada y nivelada de 150mm de espesor.

El montaje del prefabricado se realiza en fábrica, por lo que en obra se deberá prever:

- El fácil acceso de un camión-grúa de 24 Tm (ancho del camino mayor de 3 metros),
- La zona de ubicación del centro debe estar libre, en sus zonas limítrofes, de obstáculos que impidan las descargas de los materiales y el montaje del centro.

*** EQUIPOTENCIALIDAD.**

Envoltorio de hormigón armado con una resistencia característica superior a 250 Kg/cm². La propia armadura de mallazo electrosoldado garantiza una perfecta equipotencialidad.

*** TECHOS.**

El techo está estudiado de forma que impide filtraciones y la acumulación de agua, desagüando directamente al exterior desde su perímetro.

*** PAREDES.**

El acabado exterior se realiza con un revoco de pintura que ha sido especialmente escogida para integrar el prefabricado en el entorno que lo rodea.

*** PREROTURAS.**

Orificios de paso de cables (vista frontal del edificio).

- 9 orificios frontales de 160 mm de diámetro.
- 2 orificios de 30 mm de diámetro para el paso de cables de tierra.
- 1 orificio de 160 mm de diámetro en cada lateral.

*** PUERTAS Y REJILLAS DE VENTILACIÓN.**

Las rejillas de ventilación están fabricadas en poliéster recubiertas de pintura poliuretano. El grado de protección general es IP23D con malla interior de protección metálica con luz 6x6 mm, e IK10 en protección contra daños mecánicos. El centro está equipado una rejilla, una rejilla lateral superior, de tal manera que se garantiza la ventilación natural del centro

Existe una puerta de acceso de 1932 mm x 1400 mm (anchura x altura), con dos hojas desiguales (abatibles 180° pudiendo mantenerlas en las posiciones de 90° y 180° con un retenedor metálico en su parte superior) que permiten la cómoda explotación de la aparamenta MT. La cerradura es una cerradura Iberdrola NI 50.20.03.

*** DIMENSIONES.**

Dimensiones :

- Longitud exterior entre paredes (mm) = 2140
- Anchura exterior entre paredes (mm) = 2100
- Altura total (mm) = 2290
- Altura vista (mm) = 1750
- Superficie total (m2) = 4.5 m2
- Peso (Kg) de la envolvente vacía = 4835

2.5.2. Instalación eléctrica

2.5.2.1. Características de la Red de Alimentación.

La red de alimentación al centro de seccionamiento será de tipo subterráneo a una tensión de 20 kV y 50 Hz de frecuencia.

La potencia de cortocircuito máxima de la red de alimentación será de 500 MVA, según datos proporcionados por la Compañía suministradora.

2.5.2.2. Características de la Aparamenta de Alta Tensión.

*** CARACTERÍSTICAS GENERALES CELDAS RM6**

- Tensión asignada: 24 kV.
- Tensión soportada entre fases, y entre fases y tierra:
 - a frecuencia industrial (50 Hz), 1 minuto: 50 kV e.
 - a impulso tipo rayo: 125 kV cresta.
- Intensidad asignada en funciones de línea: 400 A.
- Intensidad asignada en funciones de protección: 200 A (400 A en interrump. automat).
- Intensidad nominal admisible durante un segundo: 16 kA ef.

*** CELDAS:**

*** CELDA DE ENTRADA, SALIDA Y PROTECCIÓN.**

Celda RM6 de aislamiento y corte en SF₆, referencia RM62LPAIBTC20 con cajón de automatización Iberdrola (STAR), con dos funciones de línea (motorizadas) de la gama RM6 2L2P de Schneider Electric. 24kV 400A 16kA con dos funciones ruptofusible (una de ellas de salida a un transformador de tensión 20kV para la alimentación de los equipos de automatización). Celda compacta no extensible de tecnología GIS en SF₆ con seccionador de puesta a tierra e indicadores presencia de tensión en todas sus funciones. Resistencia al arco interno IAC AFL 16kA 0.5 seg. Conforme a la normativa de Iberdrola NI.50.42.11.

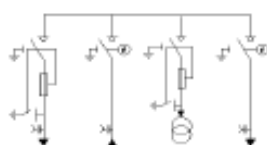
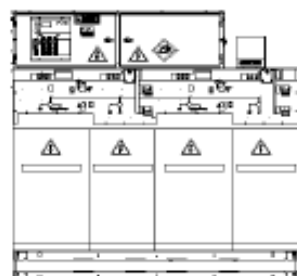
Gama RM6

FICHA TÉCNICA CELDA TIPO: REFERENCIA COMERCIAL:

RM6 2LPA
RM62LPA1BTC

Rev. 07/2017

Función: Bucle + 2 protecciones por fusible



Descripción:

Celda compacta no extensible de aislamiento integral y corte en SF₆ con tres funciones de línea. Acomodada de cables inferior y conexión frontal mediante pasatapas.

Equipamiento:

Interruptor seccionador SF₆
Mando motorizado 48Vcc.
Indicador de presión de gas (manómetro)
Seccionador puesta a tierra con poder de cierre (SF₆)
Cubierta estanca e individual de fusibles MT
3 lámparas presencia de tensión (VPIS) por función.
Pasatapas atornillables tipo C 400 A para funciones de línea.
Pasatapas enchufables tipo B 200 A para funciones interruptor ruptofusible
Transformador bipolar de 600 VA para la alimentación a la automatización.
Enclavamiento entre el mando seccionador y la puesta a tierra en las funciones de línea.
Enclavamiento entre la palanca de mando y la motorización en las funciones de línea.
Conjunto de 3 fusibles MT no incluidos en la referencia comercial.

El conjunto estará equipado para la automatización (telomando) conforme a las especificaciones de automatización de Iberdrola, incorporando:

- 2 funciones de líneas motorizadas.
- 1 función de línea equipada con 3 toroidales 1000/1 A, gama extendida 150%.
- 1 función de línea equipada con 3 divisores de tensión MT de relación 10.000:1

Cajón de automatización sobre celda compacta contenido:

- 1 unidad de relé URT con detector de paso de falta para la automatización.
- 1 conjunto rectificador-cargador de baterías
- 4 baterías para la alimentación de equipos.

CARACTERÍSTICAS GENERALES

Norma	IEC/UNE-EN 62271-200
Uso	Interior
Envoltorio	Metálica
Continuidad de servicio	LSC 2A
Clase de separación	PI
Grado de protección	IP2X
Grado IK	IK 09 (cuba) / IK 08 envoltorio
Color	Blanco (RAL 9003) / Negro (RAL 9011)
Resistencia arco interno	IAC AFL 12,5kA 0,5seg

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

Tensión asignada	kV	24
Frecuencia asignada	Hz	50 / 60
Corriente asignada		
Embarado	A	400
Función línea	A	400
Función ruptofusible	A	N.A.
Función interruptor automático	A	N.A.
Tensión ensayo a frecuencia industrial		
Aislamiento	kV	50
Seccionamiento	kV	60
Tensión a impulso de tipo rayo		
Aislamiento	kV	125
Seccionamiento	kV	145
Corriente asignada de corta duración (1s.)	kA ef	12,5
Poder de corte corriente activa		
Función línea	A	400
Función ruptofusible	A	N.A.
Función interruptor automático	A	N.A.
Poder de corte en cortocircuito		
Función ruptofusible	kA ef	N.A.
Función interruptor automático	kA ef	N.A.
Poder de corte en vacío		
Interruptor transf. en vacío	A	16
Interruptor cables en vacío	A	30
Poder de cierre		
Interruptor-seccionador	kA crosta	31,5
Seccionador de puesta a tierra	kA crosta	31,5
Endurancia mecánica		
Interruptor-seccionador		M1: 1000 maniobras
Seccionador de puesta a tierra		M0: 1000 maniobras
Endurancia eléctrica		
Interruptor-seccionador		E3: 100 ciclos a In cos φ=0,7
Seccionador de puesta a tierra		E2: 5 maniobras cierre en cortocircuito

DIMENSIONES Y PESO

Ancho	mm	1.619
Alto	mm	1.697
Fondo	mm	890
Peso	kg	540

* ARMARIO DE COMUNICACIONES ACOMSTAR

Armario de comunicaciones ACOMSTAR con cubierta transparente equipado con magnetotérmico tetrapolar, bornas seccionables, auxiliares y router GPRS modelo 4DRN

2.5.3. Puesta a tierra

2.5.3.1. Tierra exterior.

Se conectarán a tierra los elementos metálicos de la instalación que no estén en tensión normalmente, pero que puedan estarlo a causa de averías o circunstancias externas.

Las celdas dispondrán de una pletina de tierra que las interconectará, constituyendo el colector de tierras de protección.

2.5.3.2. Tierra interior.

La tierra interior del centro de seccionamiento tendrá la misión de poner en continuidad eléctrica todos los elementos que deban estar conectados a la tierra exterior.

La tierra interior se realizará con cable de 50 mm² de cobre desnudo. Este cable conectará a tierra los elementos indicados en el apartado anterior e irá sujeto a las paredes mediante bridas de sujeción y conexión, conectado a una caja de seccionamiento con un grado de protección IP54.

2.5.4. Instalaciones secundarias

2.5.4.1. Alumbrado.

En el interior del centro de transformación se instalará un mínimo de dos puntos de luz capaces de proporcionar un nivel de iluminación suficiente para la comprobación y maniobra de los elementos del mismo. El nivel medio será como mínimo de 150 lux .

Los focos luminosos estarán colocados sobre soportes rígidos y dispuestos de tal forma que se mantenga la máxima uniformidad posible en la iluminación. Además, se deberá poder efectuar la sustitución de lámparas sin peligro de contacto con otros elementos en tensión.

2.5.4.2. Protección contra incendios.

Al no existir líquidos inflamables en el sistema propuesto, no se consideran necesarias medidas especiales de protección contra incendios.

2.5.4.3. Medidas de seguridad.

* SEGURIDAD EN CELDAS RM6

Los conjuntos compactos RM6 estarán provistos de enclavamientos de tipo MECÁNICO que relacionan entre sí los elementos que la componen.

El sistema de funcionamiento del interruptor con tres posiciones, impedirá el cierre simultáneo del mismo y su puesta a tierra, así como su apertura y puesta inmediata a tierra.

En su posición cerrado se bloqueará la introducción de la palanca de accionamiento en el eje de la maniobra para la puesta a tierra, siendo asimismo bloqueables por candado todos los ejes de accionamiento.

Un dispositivo anti-reflex impedirá toda tentativa de reapertura inmediata de un interruptor.

Asimismo es de destacar que la posición de puesta a tierra será visible, así como la instalación de dispositivos para la indicación de presencia de tensión.

El compartimento de fusibles, totalmente estanco, será inaccesible mediante bloqueo mecánico en la posición de interruptor cerrado, siendo posible su apertura únicamente cuando éste se sitúe en la posición de puesta a tierra y, en este caso, gracias a su metalización exterior, estará colocado a tierra todo el compartimento, garantizándose así la total ausencia de tensión cuando sea accesible.

Madrid, julio de 2021

A handwritten signature in black ink, consisting of a series of fluid, overlapping loops and strokes, positioned above the printed name.

Miguel San Juan
SAN JUAN ARQUITECTURA S.L.

3. LINEA SUBTERRANEA MEDIA TENSIÓN A CENTRO SECCIONAMIENTO

3.1 Diseño de la línea.

El presente proyecto se ajusta al Proyecto Tipo Iberdrola Distribución Eléctrica SAU, MT 2.31.01 Ed.10 del año 2019 de Línea Subterránea de AT hasta 30 kV, y demás especificaciones Particulares de Iberdrola.

3.2 Características de los materiales.

Los materiales a instalar en la línea proyectada se encuentran recogidos en las Normas Internas (NI) de Iberdrola Distribución Eléctrica SAU que se detallan del Capítulo III de la MT 2.03.20.

3.3 Normas de ejecución y recepción.

La ejecución y recepción de la instalación proyectada se realizará con arreglo al Capítulo IV de las Normas Particulares de Iberdrola Distribución Eléctrica SAU del MT 2.03.20.

3.4 Longitud del trazado de la instalación.

Longitud total de la línea: 20 metros

Longitud de la zanja: 10 metros

Las longitudes indicadas, afectan a los términos municipales siguientes:

Termino Municipal	Longitud Línea	Longitud Zanja
Madrid	20	10

3.5 Tipo de conductor

El conductor será cable del tipo HEPRZ1 de Aluminio de 3x1x240 mm² de sección.

3.6 Potencia a transportar.

Debiéndose integrar esta instalación en la red de la empresa distribuidora, la potencia a transportar será variable en función de la demanda y disposición de la red, pero siempre dentro de la capacidad de transporte y la caída de tensión admisibles por el conductor.

Dada la capacidad de transporte del conductor correspondiente a este Proyecto Tipo, y que no se aplicaran coeficientes de corrección por tratarse de cables enterrados en zanja en el interior de tubos de corta longitud (MT2.31.01 apart.10.3), y la longitud total definida para esta instalación en el apartado 3.4., la potencia a transportar por circuito es de **10.756 kW**, siendo 1 el número total de circuitos a tender.

3.7 Caída de tensión.

Para la potencia a transportar expuesta en el punto anterior, la caída de tensión será inferior al 5 % sobre la tensión de 20 kV.

3.8 Intensidad de cortocircuito.

La intensidad de cortocircuito es de **21,36** kA durante **1** seg.

Madrid, julio de 2021

A handwritten signature in black ink, consisting of several loops and a long horizontal stroke extending to the right.

Miguel San Juan
SAN JUAN ARQUITECTURA S.L.

4. LINEA SUBTERRANEA MEDIA TENSION CENTRO SECCIONAMIENTO A CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

3.1 Diseño de la línea.

El presente proyecto se ajusta al Proyecto Tipo Iberdrola Distribución Eléctrica SAU, MT 2.31.01 Ed.10 del año 2019 de Línea Subterránea de AT hasta 30 kV, y demás especificaciones Particulares de Iberdrola.

3.2 Características de los materiales.

Los materiales a instalar en la línea proyectada se encuentran recogidos en las Normas Internas (NI) de Iberdrola Distribución Eléctrica SAU que se detallan del Capítulo III de la MT 2.03.20.

3.3 Normas de ejecución y recepción.

La ejecución y recepción de la instalación proyectada se realizará con arreglo al Capítulo IV de las Normas Particulares de Iberdrola Distribución Eléctrica SAU del MT 2.03.20.

3.4 Longitud del trazado de la instalación.

Longitud total de la línea: 10 metros

Longitud de la zanja: 2 metros

Las longitudes indicadas, afectan a los términos municipales siguientes:

Termino Municipal	Longitud Línea	Longitud Zanja
Madrid	10	2

3.5 Tipo de conductor

El conductor será cable del tipo HEPRZ1 de Aluminio de 3x1x240 mm² de sección.

3.6 Potencia a transportar.

Debiéndose integrar esta instalación en la red de la empresa distribuidora, la potencia a transportar será variable en función de la demanda y disposición de la red, pero siempre dentro de la capacidad de transporte y la caída de tensión admisibles por el conductor.

Dada la capacidad de transporte del conductor correspondiente a este Proyecto Tipo, y que no se aplicaran coeficientes de corrección por tratarse de cables enterrados en zanja en el interior de tubos de corta longitud (MT2.31.01 apart.10.3), y la longitud total definida para esta instalación en el apartado 3.4., la potencia a transportar por circuito es de **10.756 kW**, siendo 1 el número total de circuitos a tender.

3.7 Caída de tensión.

Para la potencia a transportar expuesta en el punto anterior, la caída de tensión será inferior al 5 % sobre la tensión de 20 kV.

3.8 Intensidad de cortocircuito.

La intensidad de cortocircuito es de **21,36** kA durante **1** seg.

3. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

5. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.

5.1. INTENSIDAD DE ALTA TENSIÓN.

En un sistema trifásico, la intensidad primaria I_p viene determinada por la expresión:

$$I_p = \frac{S}{\sqrt{3} * U}$$

Siendo:

S = Potencia del transformador en kVA.

U = Tensión compuesta primaria en kV = 20 kV.

I_p = Intensidad primaria en Amperios.

Sustituyendo valores, tendremos:

Potencia del transformador (kVA)	I_p (A)
250	7.22

siendo la intensidad total primaria de 7.22 Amperios.

5.2. INTENSIDAD DE BAJA TENSIÓN.

En un sistema trifásico la intensidad secundaria I_s viene determinada por la expresión:

$$I_s = \frac{S - W_{fe} - W_{cu}}{\sqrt{3} * U}$$

Siendo:

S = Potencia del transformador en kVA.

W_{fe} = Pérdidas en el hierro.

W_{cu} = Pérdidas en los arrollamientos.

U = Tensión compuesta en carga del secundario en kilovoltios = 0.4 kV.

I_s = Intensidad secundaria en Amperios.

Sustituyendo valores, tendremos:

Potencia del transformador (kVA)	Pérdidas totales en transformador (kW)	I_s (A)
250	4.32	354.61

5.3. CORTOCIRCUITOS.

5.3.1. Observaciones.

Para el cálculo de la intensidad de cortocircuito se determina una potencia de cortocircuito de 500 MVA en la red de distribución, dato proporcionado por la Compañía suministradora.

5.3.2. Cálculo de las Corrientes de Cortocircuito.

Para la realización del cálculo de las corrientes de cortocircuito utilizaremos las expresiones:

- Intensidad primaria para cortocircuito en el lado de alta tensión:

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} * U}$$

Siendo:

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

U = Tensión primaria en kV.

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

- Intensidad primaria para cortocircuito en el lado de baja tensión:

No la vamos a calcular ya que será menor que la calculada en el punto anterior.

- Intensidad secundaria para cortocircuito en el lado de baja tensión (despreciando la impedancia de la red de alta tensión):

$$I_{ccs} = \frac{S}{\sqrt{3} * \frac{U_{cc}}{100} * U_s}$$

Siendo:

S = Potencia del transformador en kVA.

U_{cc} = Tensión porcentual de cortocircuito del transformador.

U_s = Tensión secundaria en carga en voltios.

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

5.3.3. Cortocircuito en el lado de Alta Tensión.

Utilizando la fórmula expuesta anteriormente con:

$S_{cc} = 500$ MVA.

$U = 20$ kV.

y sustituyendo valores tendremos una intensidad primaria máxima para un cortocircuito en el lado de A.T. de:

$I_{ccp} = 14.43$ kA.

5.3.4. Cortocircuito en el lado de Baja Tensión.

Utilizando la fórmula expuesta anteriormente y sustituyendo valores, tendremos:

Potencia del transformador (kVA)	Ucc (%)	Iccs (kA)
250	6	6.01

Siendo:

- Ucc: Tensión de cortocircuito del transformador en tanto por ciento.
- Iccs: Intensidad secundaria máxima para un cortocircuito en el lado de baja tensión.

5.4. SELECCIÓN DE LAS PROTECCIONES DE ALTA Y BAJA TENSIÓN.

* ALTA TENSIÓN.

No se instalarán fusibles de alta tensión al utilizar como interruptor de protección un disyuntor en atmósfera de hexafluoruro de azufre, y ser éste el aparato destinado a interrumpir las corrientes de cortocircuito cuando se produzcan.

* BAJA TENSIÓN.

La salida de Baja Tensión de cada transformador se protegerá mediante un interruptor automático.

La intensidad nominal y el poder de corte de dicho interruptor serán como mínimo iguales a los valores de intensidad nominal de Baja Tensión e intensidad máxima de cortocircuito de Baja Tensión indicados en los apartados 2.2 y 2.3.4. respectivamente.

5.5. DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL C.T.

La ventilación de los edificios prefabricados se realizará de forma natural.

5.6. DIMENSIONES DEL POZO APAGAFUEGOS.

No procede por tratarse de un CT en seco.

5.7. CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA.

5.7.1. Investigación de las características del suelo.

Según la investigación previa del terreno donde se instalará este Centro de Transformación, se determina una resistividad media superficial $\sigma = 200 \Omega.m$.

5.7.2. Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y tiempo máximo correspondiente de eliminación de defecto.

Según los datos de la red proporcionados por la compañía suministradora (IBERDROLA), el tiempo máximo de desconexión del defecto es de 0.1s.

Por otra parte, los valores de la impedancia de puesta a tierra del neutro, corresponden a:

$R_n = 0 \, \Omega$ y $X_n = 5.7 \, \Omega$. Con

$$|Z_n| = \sqrt{R_n^2 + X_n^2}$$

La intensidad máxima de defecto se producirá en el caso hipotético de que la resistencia de puesta a tierra del Centro de Transformación sea nula. Dicha intensidad será, por tanto igual a:

$$I_{d(máx)} = \frac{U_{s(máx)}}{\sqrt{3} Z_n}$$

con lo que el valor obtenido es $I_d = 2025.79 \, A$, valor que la Compañía redondea o toma como valor genérico de $2228 \, A$.

5.7.3. Diseño preliminar de la instalación de tierra.

* TIERRA DE PROTECCIÓN.

Se conectarán a este sistema las partes metálicas de la instalación que no estén en tensión normalmente pero puedan estarlo a consecuencia de averías o causas fortuitas, tales como los chasis y los bastidores de los aparatos de maniobra, envolventes metálicas de las cabinas prefabricadas y carcasas de los transformadores.

Para los cálculos a realizar emplearemos las expresiones y procedimientos según el "Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de tercera categoría", editado por UNESA, conforme a las características del centro de transformación objeto del presente cálculo, siendo, entre otras, las siguientes:

Para la tierra de protección optaremos por un sistema de las características que se indican a continuación:

- Identificación: código 5/64 del método de cálculo de tierras de UNESA.

- Parámetros característicos:

$K_r = 0.0399 \, \Omega/(\Omega \cdot m)$.

$K_p = 0.00588 \, V/(\Omega \cdot m \cdot A)$.

- Descripción:

Estará constituida por 6 picas en hilera unidas por un conductor horizontal de cobre desnudo de $50 \, mm^2$ de sección.

Las picas tendrán un diámetro de $14 \, mm$. y una longitud de $4.00 \, m$. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de $0.5 \, m$. y la separación entre cada pica y la siguiente será de $6.00 \, m$. Con esta configuración, la longitud de conductor desde la primera pica a la última será de $30 \, m$., dimensión que tendrá que haber disponible en el terreno.

Nota: se pueden utilizar otras configuraciones siempre y cuando los parámetros K_r y K_p de la configuración escogida sean inferiores o iguales a los indicados en el párrafo anterior.

La conexión desde el Centro hasta la primera pica se realizará con cable de cobre aislado de $0.6/1 \, kV$ protegido contra daños mecánicos.

* TIERRA DE SERVICIO.

Se conectarán a este sistema el neutro del transformador, así como la tierra de los secundarios de los transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida.

Las características de las picas serán las mismas que las indicadas para la tierra de protección. La configuración escogida se describe a continuación:

- Identificación: código 5/62 del método de cálculo de tierras de UNESA.

- Parámetros característicos:

$$K_r = 0.073 \Omega/(\Omega \cdot m).$$

$$K_p = 0.012 V/(\Omega \cdot m \cdot A).$$

- Descripción:

Estará constituida por 6 picas en hilera unidas por un conductor horizontal de cobre desnudo de 50 mm² de sección.

Las picas tendrán un diámetro de 14 mm. y una longitud de 2.00 m. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0.5 m. y la separación entre cada pica y la siguiente será de 3.00 m. Con esta configuración, la longitud de conductor desde la primera pica a la última será de 15 m., dimensión que tendrá que haber disponible en el terreno.

Nota: se pueden utilizar otras configuraciones siempre y cuando los parámetros K_r y K_p de la configuración escogida sean inferiores o iguales a los indicados en el párrafo anterior.

La conexión desde el Centro hasta la primera pica se realizará con cable de cobre aislado de 0.6/1 kV protegido contra daños mecánicos.

El valor de la resistencia de puesta a tierra de este electrodo deberá ser inferior a 37 Ω . Con este criterio se consigue que un defecto a tierra en una instalación de Baja Tensión protegida contra contactos indirectos por un interruptor diferencial de sensibilidad 650 mA., no ocasione en el electrodo de puesta a tierra una tensión superior a 24 Voltios ($=37 \times 0,650$).

Existirá una separación mínima entre las picas de la tierra de protección y las picas de la tierra de servicio a fin de evitar la posible transferencia de tensiones elevadas a la red de Baja Tensión. Dicha separación está calculada en el apartado 2.8.8.

5.7.4. Cálculo de la resistencia del sistema de tierras.

* TIERRA DE PROTECCIÓN.

Para el cálculo de la resistencia de la puesta a tierra de las masas del Centro (R_t), intensidad y tensión de defecto correspondientes (I_d , U_d), utilizaremos las siguientes fórmulas:

- Resistencia del sistema de puesta a tierra, R_t :

$$R_t = K_r \cdot \sigma.$$

- Intensidad de defecto, I_d :

$$I_d = \frac{U_{\max} V}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_n + R_t)^2 + X_n^2}}$$

donde $U_{\max}=20$

- Tensión de defecto, U_d :

$$U_d = I_d \cdot R_t.$$

Siendo:

$$\sigma = 150 \Omega \cdot m.$$

$$K_r = 0.135 \, \Omega / (\Omega \cdot m).$$

se obtienen los siguientes resultados:

$$R_t = 8 \, \Omega.$$

$$I_d = 1177.47 \, A.$$

$$U_d = 9396.2 \, V.$$

El aislamiento de las instalaciones de baja tensión del C.T. deberá ser mayor o igual que la tensión máxima de defecto calculada (U_d), por lo que deberá ser como mínimo de 10000 Voltios.

De esta manera se evitará que las sobretensiones que aparezcan al producirse un defecto en la parte de Alta Tensión deterioren los elementos de Baja Tensión del centro, y por ende no afecten a la red de Baja Tensión.

Comprobamos asimismo que la intensidad de defecto calculada es superior a 100 Amperios, lo que permitirá que pueda ser detectada por las protecciones normales.

* TIERRA DE SERVICIO.

$$R_t = K_r \cdot \sigma = 0.073 \cdot 200 = 14.6 \, \Omega.$$

que vemos que es inferior a $37 \, \Omega$.

5.7.5. Cálculo de las tensiones en el exterior de la instalación.

Con el fin de evitar la aparición de tensiones de contacto elevadas en el exterior de la instalación, las puertas y rejillas de ventilación 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.

Los muros, entre sus paramentos tendrán una resistencia de 100.000 ohmios como mínimo (al mes de su realización).

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

Por otra parte, la tensión de paso en el exterior vendrá determinada por las características del electrodo y de la resistividad del terreno, por la expresión:

$$U_p = K_p \cdot \sigma \cdot I_d = 0.00588 \cdot 200 \cdot 1177.47 = 1384.7 \, V.$$

5.7.6. Cálculo de las tensiones en el interior de la instalación.

El piso del Centro estará constituido por un mallazo electrosoldado con redondos de diámetro no inferior a 4 mm. formando una retícula no superior a $0,30 \times 0,30 \, m$. Este mallazo se conectará como mínimo en dos puntos preferentemente opuestos a la puesta a tierra de protección del Centro. Con esta disposición se consigue que la persona que deba acceder a una parte que pueda quedar en tensión, de forma eventual, está sobre una superficie equipotencial, con lo que desaparece el riesgo inherente a la tensión de contacto y de paso interior. Este mallazo se cubrirá con una capa de hormigón de 10 cm. de espesor como mínimo.

En el caso de existir en el paramento interior una armadura metálica, ésta estará unida a la

estructura metálica del piso.

Así pues, no será necesario el cálculo de las tensiones de paso y contacto en el interior de la instalación, puesto que su valor será prácticamente nulo.

No obstante, y según el método de cálculo empleado, la existencia de una malla equipotencial conectada al electrodo de tierra implica que la tensión de paso de acceso es equivalente al valor de la tensión de defecto, que se obtiene mediante la expresión:

$$U_p \text{ acceso} = U_d = R_t \cdot I_d = 8 \cdot 1177.47 = 9396.2 \text{ V.}$$

5.7.7. Cálculo de las tensiones aplicadas.

La tensión máxima de contacto aplicada, en voltios que se puede aceptar, será conforme a la Tabla 1 de la ITC-RAT 13 de instalaciones de puestas a tierra que se transcribe a continuación:

Duración de la corriente de 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
1.0	107

El valor de tiempo de duración de la corriente de falta proporcionada por la compañía eléctrica suministradora es de 0.1 seg., dato que aparece en la tabla adjunta, por lo que la máxima tensión de contacto aplicada admisible al cuerpo humano es:

$$U_{ca} = 633 \text{ V}$$

Para la determinación de los valores máximos admisibles de la tensión de paso en el exterior, y en el acceso al Centro, emplearemos las siguientes expresiones:

Siendo:

$$U_{ca} = \text{Tensiones de contacto aplicada} = 633 \text{ V}$$

$$R_{a1} = \text{Resistencia del calzado} = 2.000 \, \Omega.m$$

$$\sigma = \text{Resistividad del terreno} = 200 \, \Omega.m$$

$$\sigma_h = \text{Resistividad del hormigón} = 3.000 \, \Omega.m$$

obtenemos los siguientes resultados:

$$U_p(\text{exterior}) = 39246 \text{ V}$$

$$U_p(\text{acceso}) = 92418 \text{ V}$$

Así pues, comprobamos que los valores calculados son inferiores a los máximos admisibles:

- en el exterior:

$$U_p = 1384.7 \text{ V.} < U_p(\text{exterior}) = 39246 \text{ V.}$$

- en el acceso al C.T.:

$$U_d = 9396.2 \text{ V.} < U_p(\text{acceso}) = 92418 \text{ V.}$$

5.7.8. Investigación de tensiones transferibles al exterior.

Al no existir medios de transferencia de tensiones al exterior no se considera necesario un estudio previo para su reducción o eliminación.

No obstante, con el objeto de 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 $D_{mín}$, entre los electrodos de los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio, determinada por la expresión:

$$D_{mín} = \frac{\sigma * I_d}{2.000 * \pi}$$

con:

$$\sigma = 200 \, \Omega.m.$$

$$I_d = 1177.47 \, A.$$

obtenemos el valor de dicha distancia:

$$D_{mín} = 37.49 \, m.$$

5.7.9. Corrección y ajuste del diseño inicial estableciendo el definitivo.

No se considera necesario la corrección del sistema proyectado. No obstante, si el valor medido de las tomas de tierra resultara elevado y pudiera dar lugar a tensiones de paso o contacto excesivas, se corregirían estas mediante la disposición de una alfombra aislante en el suelo del Centro, o cualquier otro medio que asegure la no peligrosidad de estas tensiones.

6. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS CENTRO DE SECCIONAMIENTO.

6.1. INTENSIDAD DE ALTA TENSIÓN.

La intensidad nominal del centro es la máxima que podrá circular por la aparamenta, es decir $I_n = 400 \text{ A}$.

6.2. CORTOCIRCUITOS.

6.2.1. Observaciones.

Para el cálculo de la intensidad de cortocircuito se determina una potencia de cortocircuito de 500 MVA en la red de distribución, dato proporcionado por la Compañía suministradora.

6.2.2. Cálculo de las Corrientes de Cortocircuito.

Para la realización del cálculo de las corrientes de cortocircuito utilizaremos las expresiones:

- Intensidad primaria para cortocircuito en el lado de alta tensión:

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} * U}$$

Siendo:

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

U = Tensión primaria en kV.

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

- Intensidad primaria para cortocircuito en el lado de baja tensión:

No la vamos a calcular ya que será menor que la calculada en el punto anterior.

- Intensidad secundaria para cortocircuito en el lado de baja tensión (despreciando la impedancia de la red de alta tensión):

$$I_{ccs} = \frac{S}{\sqrt{3} * \frac{U_{cc}}{100} * U_s}$$

Siendo:

S = Potencia del transformador en kVA.

U_{cc} = Tensión porcentual de cortocircuito del transformador.

U_s = Tensión secundaria en carga en voltios.

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

6.2.3. Cortocircuito en el lado de Alta Tensión.

Utilizando la fórmula expuesta anteriormente con:

$S_{cc} = 500 \text{ MVA}$.

$U = 20 \text{ kV}$.

y sustituyendo valores tendremos una intensidad primaria máxima para un cortocircuito en el

lado de A.T. de:

$I_{ccp} = 14.43 \text{ kA}$.

6.3. DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL CENTRO.

A pesar de la inexistencia de transformadores de potencia y por tanto de focos de calor en el interior del prefabricado de hormigón, en el prefabricado del centro compacto EHACSIB, se ha previsto una rejilla de aireación situada en una pared lateral en la parte superior.

La rejilla de aireación es de chapa de acero galvanizado con pintura poliéster de color azul RAL 5003.

6.4. DIMENSIONES DEL EMBARRADO.

Como resultado de los ensayos que han sido realizados a las celdas fabricadas por Schneider Electric no son necesarios los cálculos teóricos ya que con los certificados de ensayo ya se justifican los valores que se indican tanto en esta memoria como en las placas de características de las celdas.

6.4.1. Comprobación por densidad de corriente.

La comprobación por densidad de corriente tiene como objeto verificar que no se supera la máxima densidad de corriente admisible por el elemento conductor cuando por el circule una corriente igual a la corriente nominal máxima.

Para las celdas modelo RM6 seleccionadas para este proyecto se ha obtenido la correspondiente certificación que garantiza cumple con la especificación citada mediante el protocolo de ensayo 51168218XB realizado por VOLTA.

6.4.2. Comprobación por sollicitación electrodinámica.

La comprobación por sollicitación electrodinámica tiene como objeto verificar que los elementos conductores de las celdas incluidas en este proyecto son capaces de soportar el esfuerzo mecánico derivado de un defecto de cortocircuito entre fase.

Para las celdas modelo RM6 seleccionadas para este proyecto se ha obtenido la correspondiente certificación que garantiza cumple con la especificación citada mediante el protocolo de ensayo 51168210XB realizado por VOLTA.

El ensayo garantiza una resistencia electrodinámica de 40kA.

6.4.3. Comprobación por sollicitación térmica. Sobreintensidad térmica admisible.

La comprobación por sollicitación térmica tienen como objeto comprobar que por motivo de la aparición de un defecto o cortocircuito no se producirá un calentamiento excesivo del elemento conductor principal de las celdas que pudiera así dañarlo.

Para las celdas modelo RM6 seleccionadas para este proyecto se ha obtenido la correspondiente certificación que garantiza cumple con la especificación citada mediante el protocolo de ensayo 51168210XB realizado por VOLTA.

El ensayo garantiza una resistencia térmica de 16kA 1 segundo.

6.5. CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA.

6.5.1. Investigación de las características del suelo.

Según la investigación previa del terreno donde se instalará este Centro de Transformación, se determina una resistividad media superficial $\sigma = 200 \Omega.m$.

6.5.2. Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y tiempo máximo correspondiente de eliminación de defecto.

Según los datos de la red proporcionados por la compañía suministradora (IBERDROLA), el tiempo máximo de desconexión del defecto es de 0.1s.

Por otra parte, los valores de la impedancia de puesta a tierra del neutro, corresponden a:

$R_n = 0 \Omega$ y $X_n = 5.7 \Omega$. Con

$$|Z_n| = \sqrt{R_n^2 + X_n^2}$$

La intensidad máxima de defecto se producirá en el caso hipotético de que la resistencia de puesta a tierra del Centro de Transformación sea nula. Dicha intensidad será, por tanto igual a:

$$I_{d(máx)} = \frac{U_{s(máx)}}{\sqrt{3} Z_n}$$

con lo que el valor obtenido es $I_d = 2025.79 A$, valor que la Compañía redondea o toma como valor genérico de 2228 A.

6.5.3. Diseño preliminar de la instalación de tierra.

Se conectarán a este sistema las partes metálicas de la instalación que no estén en tensión normalmente pero puedan estarlo a consecuencia de averías o causas fortuitas, tales como los chasis y los bastidores de los aparatos de maniobra, envolventes metálicas de las cabinas prefabricadas y carcasas de los transformadores.

Para los cálculos a realizar emplearemos las expresiones y procedimientos según el "Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de tercera categoría", editado por UNESA, conforme a las características del centro de transformación objeto del presente cálculo, siendo, entre otras, las siguientes:

Optaremos por un sistema de las características que se indican a continuación:

- Identificación: código 5/64 del método de cálculo de tierras de UNESA.

- Parámetros característicos:

$$K_r = 0.0399 \Omega/(\Omega \cdot m).$$

$$K_p = 0.00588 V/(\Omega \cdot m \cdot A).$$

- Descripción:

Estará constituida por 6 picas en hilera unidas por un conductor horizontal de cobre desnudo de 50 mm² de sección.

Las picas tendrán un diámetro de 14 mm. y una longitud de 4.00 m. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0.5 m. y la separación entre cada pica y la siguiente será de 6.00 m. Con esta configuración, la longitud de conductor desde la primera pica a la última será de 30 m., dimensión que tendrá que haber disponible en el terreno.

Nota: se pueden utilizar otras configuraciones siempre y cuando los parámetros Kr y Kp de la configuración escogida sean inferiores o iguales a los indicados en el párrafo anterior.

La conexión desde el Centro hasta la primera pica se realizará con cable de cobre aislado de 0.6/1 kV protegido contra daños mecánicos.

6.5.4. Cálculo de la resistencia del sistema de tierras.

* TIERRA DE PROTECCIÓN.

Para el cálculo de la resistencia de la puesta a tierra de las masas del Centro (Rt), intensidad y tensión de defecto correspondientes (Id, Ud), utilizaremos las siguientes fórmulas:

- Resistencia del sistema de puesta a tierra, Rt:

$$R_t = K_r \cdot \sigma .$$

- Intensidad de defecto, Id:

$$I_d = \frac{U_{\max} V}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_n + R_t)^2 + X_n^2}}$$

donde $U_{\max}=20$

- Tensión de defecto, Ud:

$$U_d = I_d \cdot R_t .$$

Siendo:

$$\sigma = 150 \, \Omega \cdot m.$$

$$K_r = 0.135 \, \Omega / (\Omega \cdot m).$$

se obtienen los siguientes resultados:

$$R_t = 8 \, \Omega.$$

$$I_d = 1177.47 \, A.$$

$$U_d = 9396.2 \, V.$$

6.5.5. Cálculo de las tensiones en el exterior de la instalación.

Con el fin de evitar la aparición de tensiones de contacto elevadas en el exterior de la instalación, las puertas y rejas de ventilación 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.

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

Por otra parte, la tensión de paso en el exterior vendrá determinada por las características del electrodo y de la resistividad del terreno, por la expresión:

$$U_p = K_p \cdot \sigma \cdot I_d = 0.00588 \cdot 200 \cdot 1177.47 = 1384.7 \, V.$$

6.5.6. Cálculo de las tensiones en el interior de la instalación.

El piso del Centro estará constituido por un mallazo electrosoldado con redondos de diámetro no inferior a 4 mm. formando una retícula no superior a 0,30 x 0,30 m. Este mallazo se conectará como mínimo en dos puntos preferentemente opuestos a la puesta a tierra de protección del Centro. Con esta disposición se consigue que la persona que deba acceder a una parte que pueda quedar en tensión, de forma eventual, está sobre una superficie equipotencial, con lo que desaparece el riesgo inherente a la tensión de contacto y de paso interior. Este mallazo se cubrirá con una capa de hormigón de 10 cm. de espesor como mínimo.

En el caso de existir en el paramento interior una armadura metálica, ésta estará unida a la estructura metálica del piso.

Así pues, no será necesario el cálculo de las tensiones de paso y contacto en el interior de la instalación, puesto que su valor será prácticamente nulo.

No obstante, y según el método de cálculo empleado, la existencia de una malla equipotencial conectada al electrodo de tierra implica que la tensión de paso de acceso es equivalente al valor de la tensión de defecto, que se obtiene mediante la expresión:

$$U_p \text{ acceso} = U_d = R_t \cdot I_d = 8 \cdot 1177.47 = 9396.2 \text{ V.}$$

6.5.7. Cálculo de las tensiones aplicadas.

La tensión máxima de contacto aplicada, en voltios que se puede aceptar, será conforme a la Tabla 1 de la ITC-RAT 13 de instalaciones de puestas a tierra que se transcribe a continuación:

Duración de la corriente de 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
1.0	107

El valor de tiempo de duración de la corriente de falta proporcionada por la compañía eléctrica suministradora es de 0.1 seg., dato que aparece en la tabla adjunta, por lo que la máxima tensión de contacto aplicada admisible al cuerpo humano es:

$$U_{ca} = 633 \text{ V}$$

Para la determinación de los valores máximos admisibles de la tensión de paso en el exterior, y en el acceso al Centro, emplearemos las siguientes expresiones:

Siendo:

$$U_{ca} = \text{Tensiones de contacto aplicada} = 633 \text{ V}$$

$$R_{a1} = \text{Resistencia del calzado} = 2.000 \text{ } \Omega \cdot \text{m}$$

$$\sigma = \text{Resistividad del terreno} = 200 \text{ } \Omega \cdot \text{m}$$

$$\sigma_h = \text{Resistividad del hormigón} = 3.000 \text{ } \Omega \cdot \text{m}$$

obtenemos los siguientes resultados:

$$U_p(\text{exterior}) = 39246 \text{ V}$$

$$U_p(\text{acceso}) = 92418 \text{ V}$$

Así pues, comprobamos que los valores calculados son inferiores a los máximos admisibles:

- en el exterior:

$$U_p = 1384.7 \text{ V.} < U_p(\text{exterior}) = 39246 \text{ V.}$$

- en el acceso al C.T.:

$$U_d = 9396.2 \text{ V.} < U_p(\text{acceso}) = 92418 \text{ V.}$$

6.5.8. Investigación de tensiones transferibles al exterior.

Al no existir medios de transferencia de tensiones al exterior no se considera necesario un estudio previo para su reducción o eliminación.

No obstante, con el objeto de 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 $D_{mín}$, entre los electrodos de los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio, determinada por la expresión:

$$D_{mín} = \frac{\sigma * I_d}{2.000 * \pi}$$

con:

$$\sigma = 200 \Omega.m.$$

$$I_d = 1177.47 \text{ A.}$$

obtenemos el valor de dicha distancia:

$$D_{mín} = 37.49 \text{ m.}$$

6.5.9. Corrección y ajuste del diseño inicial estableciendo el definitivo.

No se considera necesario la corrección del sistema proyectado. No obstante, si el valor medido de las tomas de tierra resultara elevado y pudiera dar lugar a tensiones de paso o contacto excesivas, se corregirían estas mediante la disposición de una alfombra aislante en el suelo del Centro, o cualquier otro medio que asegure la no peligrosidad de estas tensiones.

Madrid, julio de 2021



Miguel San Juan

SAN JUAN ARQUITECTURA S.L.