

## **PROYECTO TIPO** **CENTROS DE TRANSFORMACION** **EN CASETA**

|          |  |            |
|----------|--|------------|
| <b>1</b> | <b>MEMORIA .....</b>   | <b>2</b>   |
| <b>2</b> | <b>CALCULOS .....</b>  | <b>146</b> |
| <b>3</b> | <b>PLIEGO DE CONDICIONES .....</b>                                 | <b>166</b> |
| <b>4</b> | <b>PLANOS .....</b>  | <b>194</b> |
| <b>5</b> | <b>PRESUPUESTO .....</b>   | <b>230</b> |
| <b>6</b> | <b>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD .....</b>                          | <b>233</b> |
| <b>7</b> | <b>PRESCRIPCIONES MEDIOAMBIENTALES .....</b>                       | <b>261</b> |
| <b>8</b> | <b>PRESCRIPCIONES PARA LA GESTION DE RESIDUOS DE LA OBRA .....</b> | <b>271</b> |

| Revisión | Fecha      | Motivo y descripción   |
|----------|------------|------------------------|
| 0        | 04/07/2023 | Creación del documento |
|          |            |                        |
|          |            |                        |
|          |            |                        |

**MEMORIA**

## Índice

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1 OBJETIVO Y ÁMBITO DE APLICACIÓN .....</b>   | <b>5</b>  |
| <b>2 REFERENCIAS .....</b>   | <b>6</b>  |
| <b>3 CARACTERÍSTICAS GENERALES .....</b>   | <b>8</b>  |
| 3.1 UBICACIÓN .....  | 8         |
| 3.2 ACCESOS .....  | 9         |
| 3.2.1 Canalizaciones y Entradas de Cables .....  | 10        |
| 3.3 SEGURIDAD DE LAS PERSONAS.....   | 10        |
| 3.4 MANTENIMIENTO .....  | 11        |
| 3.5 CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS BÁSICAS .....   | 11        |
| 3.5.1 Tensión Previstas Más Elevada para el Material de AT .....                         | 11        |
| 3.5.2 Potencia Máxima de Transformación.....   | 12        |
| 3.5.3 Intensidad Nominal de la Instalación de AT .....                                   | 12        |
| 3.5.4 Intensidad de Cortocircuito en AT .....  | 12        |
| 3.5.5 Tensión Soportada en Baja Tensión.....   | 13        |
| 3.5.6 Intensidad de Cortocircuito en BT .....  | 13        |
| 3.5.7 Esquemas Eléctricos Básicos .....  | 13        |
| 3.6 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS .....  | 20        |
| 3.7 VENTILACIÓN, INSONORIZACIÓN, IMPACTO VISUAL .....                                    | 20        |
| <b>4 CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS.....</b>  | <b>20</b> |
| 4.1 DIMENSIONAMIENTO DE LA CASETA .....  | 21        |
| 4.2 ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS QUE CONFORMAN EL CT/CS .....                                 | 22        |
| 4.3 MAMPARA PROTECCIÓN TRANSFORMADOR .....   | 23        |
| 4.4 CONDICIONES ACÚSTICAS .....  | 23        |
| 4.5 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS .....  | 24        |
| 4.6 FOSO DE RECOGIDA DE LÍQUIDO DIELECTRICO .....  | 24        |
| 4.7 REDUCCIÓN DE CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS .....  | 25        |
| 4.8 CASETA PREFABRICADA DE HORMIGÓN DE MANIOBRA INTERIOR EN SUPERFICIE .....             | 25        |
| 4.8.1 Sistema Constructivo .....   | 25        |
| 4.8.2 Puertas de Acceso .....  | 27        |
| 4.8.3 Canalizaciones y Entradas de Cables .....  | 27        |
| 4.8.4 Ventilación .....  | 28        |
| 4.9 CASETA PREFABRICADA DE HORMIGÓN DE MANIOBRA INTERIOR SUBTERRÁNEO .....               | 28        |
| 4.9.1 Sistema Constructivo .....   | 28        |
| 4.9.2 Tapas de Acceso .....  | 29        |
| 4.9.3 Canalizaciones y Entradas de Cables .....  | 30        |
| 4.9.4 Ventilación .....  | 30        |
| 4.10 CASETA PREFABRICADA DE HORMIGÓN DE MANIOBRA EXTERIOR.....                           | 31        |
| 4.10.1 Sistema Constructivo .....  | 31        |
| 4.10.2 Puertas de Acceso .....   | 32        |
| 4.10.3 Canalizaciones y Entradas de Cables .....   | 32        |
| 4.10.4 Ventilación .....   | 33        |
| 4.11 CASETA PREFABRICADA DE HORMIGÓN DE MANIOBRA EXTERIOR DE TIPO RURAL BAJO POSTE ..... | 33        |
| 4.11.1 Sistema Constructivo .....  | 33        |
| 4.11.2 Puertas de Acceso .....   | 33        |
| 4.11.3 Canalizaciones y Entradas de Cables .....   | 34        |
| 4.11.4 Ventilación .....   | 34        |

|  |           |
|--|-----------|
| <b>5 CARACTERÍSTICAS DE LA APARAMENTA ELÉCTRICA .....</b>                        | <b>36</b> |
| 5.1 APARAMENTA DE ALTA TENSIÓN .....   | 36        |
| 5.1.1 Características Generales .....  | 36        |
| 5.1.2 Tensión Asignada .....   | 40        |
| 5.1.3 Nivel de Aislamiento Asignado.....   | 40        |
| 5.1.4 Intensidad Admisible Asignada de Corta Duración .....                      | 40        |
| 5.1.5 Valor de Cresta de la Intensidad Admisible Asignada de Corta Duración..... | 40        |
| 5.2 INTERCONEXIÓN LÍNEA DE ALTA TENSIÓN - TRAFÓ .....                            | 40        |
| 5.3 TRANSFORMADORES .....  | 41        |
| 5.3.1 Potencia Asignada .....  | 41        |
| 5.4 INTERCONEXIÓN TRAFÓ – CUADRO BAJA TENSIÓN .....                              | 42        |
| 5.5 CUADRO DE BAJA TENSIÓN.....  | 42        |
| 5.6 SERVICIOS AUXILIARES .....   | 45        |
| 5.6.1 Telegestión.....   | 45        |
| 5.6.2 Telemando y Control.....   | 45        |
| 5.6.3 Alumbrado General.....   | 47        |
| 5.6.4 Alumbrado de Emergencia .....  | 47        |
| <b>6 PROTECCIONES .....</b>  | <b>48</b> |
| 6.1 PROTECCIONES EN LA LÍNEA DE AT .....   | 48        |
| 6.2 PROTECCIONES EN EL CT/CS .....   | 48        |
| 6.2.1 Protección contra Cortocircuitos Externos.....                             | 50        |
| 6.2.2 Protección contra Cortocircuitos Internos .....                            | 50        |
| 6.2.3 Protección contra Sobrecargas .....  | 51        |
| <b>7 SEÑALIZACIONES Y MATERIAL DE SEGURIDAD .....</b>                            | <b>52</b> |
| <b>8 SISTEMAS DE PUESTAS A TIERRA.....</b>                                       | <b>52</b> |
| 8.1 PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN (HERRAJES) .....                               | 53        |
| 8.2 PUESTA A TIERRA DE SERVICIO (NEUTRO) .....                                   | 54        |
| 8.3 DISEÑO DE LA INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA .....                            | 54        |
| 8.4 INSTALACIÓN DE TIERRAS SEPARADAS.....  | 54        |
| 8.5 LÍNEAS DE TIERRAS .....  | 55        |
| 8.6 ELECTRODOS DE PUESTA A TIERRA .....  | 55        |
| 8.7 CONDICIONES DE INSTALACIÓN DE LOS ELECTRODOS .....                           | 56        |
| 8.8 EJECUCIÓN DE LA PUESTA A TIERRA.....   | 56        |
| 8.9 MEDIDAS ADICIONALES DE SEGURIDAD PARA LAS TENSIONES DE PASO Y CONTACTO ..... | 57        |
| <b>9 CONTENIDOS DEL PROYECTO SIMPLIFICADO.....</b>                               | <b>58</b> |
| 9.1 MEMORIA .....  | 58        |
| 9.2 CÁLCULOS .....   | 59        |
| 9.2.1 Cálculos Eléctricos .....  | 59        |
| 9.2.2 Cálculos del Sistema de Puesta a Tierra .....                              | 60        |
| 9.3 PLANOS .....   | 60        |
| 9.4 PRESUPUESTO .....  | 62        |
| 9.5 ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.....  | 62        |
| 9.6 ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN .....            | 64        |



## 1 Objetivo y Ámbito de Aplicación

El presente documento constituye el **Proyecto Tipo Barras Eléctricas Galaico Asturianas S.A. (BEGASA)**, en adelante **LA EMPRESA**, aplicable a **CENTROS DE TRANSFORMACION Y/O SECCIONAMIENTO (CT/CS) EN CASETAS PREFABRICADAS DE HORMIGON DE MANIOBRA INTERIOR, TANTO EN SUPERFICIE COMO EN SUBTERRÁNEO, O MANIOBRA EXTERIOR.**

Este Proyecto Tipo tiene por objeto, describir, establecer y justificar todos los datos constructivos que presenta la ejecución de cualquier obra que responda a las características indicadas anteriormente, aportando en cada proyecto concreto (en adelante Proyecto Simplificado) las particularidades específicas del mismo tales como situación, potencia proyectada, planos, cálculos, configuración del sistema de puesta a tierra, identificación y características de las redes de alimentación y presupuesto; además de la documentación en materia de seguridad y salud, de gestión de residuos y/o medioambiental que se requiera en cada caso.

Por otro lado, el presente documento servirá de base genérica para la tramitación oficial de la obra descrita, en cuanto a la Autorización Administrativa, Autorización de Ejecución, y para la concesión de declaración de Utilidad Pública en concreto, mediante la presentación en forma de Proyecto Simplificado, de las características particulares de la misma, haciendo constar que su diseño se ha realizado de acuerdo con el presente PROYECTO TIPO.

Los datos concretos de la instalación proyectada se recogerán en el referido Proyecto Simplificado, disponiendo del contenido mínimo que se refleja en el apartado final de la presente memoria.

El presente Proyecto Tipo se aplicará a Centros de Transformación y/o Seccionamiento ubicados en el interior de Casetas Prefabricadas, que pasen a formar parte de la red de distribución de LA EMPRESA, en condiciones normales de instalación, de tensión nominal igual o inferior a 36 kV y potencia instalada igual o inferior a 2x1000 kVA.

Este Proyecto tipo es aplicable a todas las nuevas instalaciones, ampliaciones y modificaciones de instalaciones existentes, tanto para las obras promovidas por LA EMPRESA, como para aquellas realizadas en colaboración con Organismos Oficiales, o por personas físicas o jurídicas, y que vayan a ser cedidas a LA EMPRESA.

El diseño de las nuevas instalaciones recogidas en el presente documento deberá tener en cuenta las mejores prácticas preventivas y medioambientales recogidas y disponibles en la documentación de referencia.

Previa autorización expresa por parte de LA EMPRESA, quedan fuera del ámbito de aplicación de este Proyecto Tipo todas aquellas instalaciones en las que concurren circunstancias singulares que aconsejen la redacción de un proyecto específico.

## 2 Referencias

En la redacción del presente Proyecto Tipo se ha tenido en cuenta toda la reglamentación vigente de aplicación, y en concreto:

- Real Decreto 1627/1997, por el que se establecen las Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción.
- Real Decreto 1955/2000 de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimiento de autorización de instalaciones de energía eléctrica y modificaciones posteriores.
- Real Decreto 614/2001, sobre Disposiciones Mínimas para la Protección de la Salud y Seguridad de los Trabajadores frente al Riesgo Eléctrico.
- Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas complementarias ITC-BT 01 a 51 y modificaciones posteriores.
- Real Decreto 314/2006, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación y modificaciones posteriores.
- Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.
- Real Decreto 223/2008 de 15 de febrero, por el que se aprueba 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.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- 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.

Asimismo, se han aplicado las normas UNE y EN de obligado cumplimiento.

Las Normas y Especificaciones de Materiales de referencia informativa de LA EMPRESA aplicables a este Proyecto Tipo son:

| <b>CATEGORIA</b>        | <b>CODIFICACION NORMA</b> |
|-------------------------|---------------------------|
| Casetas prefabricadas   | NT-EPHS.01                |
| Canalizaciones          | NT-TPCA.01                |
| Celdas AT               | NT-CGMT.01                |
| Cables aislados AT      | NT-CAMT.01<br>NT-CAMT.02  |
| Accesorios AT           | NT-ACMT.01                |
|                         |                           |
| <b>CATEGORIA</b>        | <b>CODIFICACION NORMA</b> |
| Transformadores AT/BT   | NT-TRMT.01                |
| Cables aislados BT      | NT-CABT.01                |
| Cajas y Cuadros BT      | NT-CCBT.01<br>NT-CBTI.01  |
|                         |                           |
| <b>CATEGORIA</b>        | <b>CODIFICACION NORMA</b> |
| Telemando y Telecontrol | NT-ERTU.01                |

Por otra parte, los Proyectos Simplificados redactados bajo el cumplimiento del presente Proyecto Tipo tendrán en cuenta y velarán por el cumplimiento de las Ordenanzas Municipales de los Ayuntamientos donde se ubique la instalación, así como de los condicionados impuestos por los Organismos Oficiales afectados. Sobre la base común que proporciona el presente Proyecto Tipo, cada Proyecto Simplificado deberá contemplar aquellas disposiciones legislativas de ámbito nacional, autonómico y local, que precisen de autorización en concreto, condicionen y/o determinen el diseño específico de la instalación, tal como puede ser: usos permitidos, autorizables, incompatibles o prohibidos en los tipos de suelo afectados por las instalaciones, distancias y/o retranqueos a caminos/carreteras autonómicas, dependientes de diputaciones o municipios, etc.

El presente Proyecto Tipo será sometido al cumplimiento de cualquier nueva reglamentación o modificación del actual marco normativo posterior a su aprobación, procediendo en su caso a la actualización del Proyecto Tipo con objeto de dar cumplimiento a la normativa vigente en cada momento.

### 3 Características Generales

Los Centros de Transformación y/o Seccionamiento del presente Proyecto Tipo serán de tipo maniobra interior o exterior en caseta prefabricada de hormigón de tipo superficie, o bien de tipo maniobra interior en caseta prefabricada de hormigón de tipo subterráneo, en las que se instalarán hasta dos transformadores de potencia unitaria hasta 1000 kVA, varias celdas de línea utilizables para el seccionamiento de las líneas de entrada y salida, celdas de protección para cada transformador, y cuadros de baja tensión necesarios. Además, se considerará el CT de maniobra exterior de tipo rural bajo poste en caseta prefabricada de hormigón, en el cual se instalará un sólo transformador de hasta 250kVA y cuadro de baja tensión.

Los aspectos de carácter general que deberán tenerse en consideración en el diseño e instalación de un Centro de Transformación son los siguientes:

- Ubicación
- Accesos
- Seguridad de las personas
- Mantenimiento de la instalación
- Características eléctricas básicas
- Protección contra incendios
- Ventilación, insonorización, y otros

#### 3.1 Ubicación

La ubicación del CT/CS será fijada por LA EMPRESA teniendo en cuenta las consideraciones de orden eléctrico, seguridad y mantenimiento de las instalaciones, y de garantía de servicio. A continuación, se indican los aspectos básicos de ubicación y accesos:

- Caseta tipo superficie prefabricada de maniobra interior se instalará a nivel de planta de calle.
- Caseta tipo superficie prefabricada de maniobra exterior (incluido tipo CT Rural bajo poste) se instalará al nivel definido por el fabricante o en su defecto por el proyectista.
- Caseta tipo subterráneo prefabricada de maniobra interior se instalará a cota final del terreno terminado.
- El emplazamiento será tal que su acceso se realice directamente desde la calle o vial público a través de la puerta o tapa directamente accesible. Cuando no exista otra posibilidad, en casos especialmente justificados de instalaciones privadas que vayan a cederse a LA EMPRESA, esta puerta o tapa podrá situarse sobre una vía privada de

libre acceso, en cuyo caso el titular de la instalación privada deberá comprometerse a garantizar este libre acceso en las condiciones descritas en el apartado de accesos.

- El emplazamiento deberá permitir la construcción de todas las canalizaciones subterráneas previstas, que entren o salgan del CT, hacia vías públicas o galerías de servicio.
- El nivel freático más alto se encontrará 0,3 metros por debajo del nivel inferior de la solera más profunda de la caseta.

### 3.2 Accesos

El acceso se realizará directamente desde la calle o vial público, de modo que en todo momento permita la libre y permanente entrada de personal y material, sin depender en ninguna circunstancia de terceros.

Excepcionalmente, el acceso podría realizarse desde una vía de uso restringido, debiendo ser accesible en todo momento y en cualquier circunstancia, al personal y equipos designados por LA EMPRESA, con la correspondiente servidumbre de paso para el transporte de los elementos que integran el CT. Quedará a juicio de LA EMPRESA la valoración del cumplimiento o no de todos los requisitos asociados al acceso del CT/CS.

El acceso al interior de la Caseta será exclusivo para el personal de LA EMPRESA, o personal expresamente designado y autorizado por LA EMPRESA (empresas colaboradoras de mantenimiento, montajes, revisión, etc.). Este acceso estará situado de forma que, con las puertas del CT/CS abierto, se deje paso libre permanente a bomberos, servicios de emergencia, salidas de urgencias o socorro, etc.

Las vías para los accesos de materiales deberán permitir el transporte en camión, hasta el lugar de ubicación del propio CT/CS, de los transformadores y demás elementos integrantes del mismo. Para permitir un desplazamiento y manejo fáciles de los materiales, los accesos por vía de uso restringido dispondrán de la correspondiente señalización de prohibición de aparcar.

Los suelos de las zonas por donde deba desplazarse el transformador para ir a su emplazamiento definitivo deberán soportar una carga rodante de 3.500 kg/m<sup>2</sup>.

Los huecos destinados a ventilaciones y accesos cumplirán las distancias reglamentarias y condiciones de seguridad indicadas en la ITC-RAT 14 y en el Código Técnico de la Edificación, cuando este sea aplicable.

### **3.2.1 Canalizaciones y Entradas de Cables**

El emplazamiento y acceso al CT/CS deberá permitir el tendido de conductores de alta y baja tensión, desde el interior de centro hasta las conducciones y canalizaciones subterráneas previstas o existentes en la vía pública, sin depender de condicionantes o autorizaciones de terceros. No se admitirán emplazamientos y ubicaciones del CT/CS que obliguen a cruzar espacios privados o comunes situados en el interior de la edificación.

Los canales y conducciones de entrada de cables tendrán unas dimensiones tales que permitan el tendido de los conductores (AT y BT) cumpliendo los radios mínimos de curvatura reglamentarios.

### **3.3 Seguridad de las Personas**

La caseta contará con el diseño adecuado que aporte seguridad pasiva al personal que acceda al CT/CS para su explotación, teniendo en cuenta los aspectos que se exponen a continuación:

- Guardar las distancias mínimas a los elementos susceptibles de estar en tensión previstas en la legislación y reglamentación vigente.
- No se deberán sobrepasar los límites recomendados para los Campos electromagnéticos (CEM).
- No deberán transmitirse al exterior niveles de ruido superiores a los establecidos en la legislación vigente.
- No deberán transmitirse tensiones peligrosas al exterior del CT/CS.
- Las casetas prefabricadas dispondrán de una superficie equipotencial en el interior del CT/CS.
- El CT/CS estará provisto de una instalación de puesta a tierra, con objeto de limitar las tensiones de defecto a tierra, paso y contacto que puedan producirse en la propia instalación.
- Perimetralmente a la caseta se construirá una acera exterior de anchura mínima 1 metro y un espesor de 10cm.
- Durante la construcción de la instalación del CT/CS proyectado, se aplicarán los criterios de seguridad que se establezcan en su correspondiente Estudio de Seguridad y Salud o Estudio Básico de Seguridad y Salud, así como los indicados por el fabricante.

### 3.4 Mantenimiento

La caseta contará con un diseño que facilite el mantenimiento y las revisiones periódicas, de modo que puedan realizarse con seguridad y sin perjudicar la calidad de servicio de la red.

Para facilitar la detección y el aislamiento de defectos en la red subterránea, se instalarán elementos de detección de paso de defecto adecuados a la tipología de red, para redes de neutro aislado o para redes de neutro puesto a tierra, y otro tipo de elementos con funciones que la tecnología vaya haciendo de uso habitual.

Asimismo, a fin de minimizar el número y la duración de los incidentes, y garantizar la calidad de servicio conveniente, se instalarán los elementos necesarios para telemandar la operación del CT/CS.

### 3.5 Características Eléctricas Básicas

#### 3.5.1 Tensión Previstas Más Elevada para el Material de AT

La tensión prevista más elevada de la red será de 24kV para tensiones nominales de explotación iguales o inferiores a 24kV, y de 36kV para tensiones superiores a 24kV.

Los transformadores de potencia, fusibles y pararrayos se adecuarán a la tensión nominal de explotación.

| Tensión nominal de explotación (valor eficaz)<br>$U$ (kV) | Tensión más elevada de la red (valor eficaz)<br>$U_m$ (kV) |
|---|--|
| 12 <sup>(1)</sup>   | 24   |
| 20  | 24   |
| 22  | 24   |
| 24  | 24   |
| 25  | 36   |
| 30  | 36   |

<sup>(1)</sup> Las instalaciones que se construyan para una tensión nominal de explotación igual o inferior a 24 kV deberán de estar diseñadas para una tensión más elevada de la red de 24 kV.

La tensión más elevada para el material deberá ser como mínimo la tensión más elevada de la red, indicada en la tabla anterior.

### **3.5.2 Potencia Máxima de Transformación**

Este proyecto tipo se dimensiona para una potencia máxima admisible de 2000 kVA en las casetas prefabricadas de hormigón de tipo superficie o tipo subterráneo, de maniobra interior, en las cuales cada CT podrá albergar hasta dos transformadores con una potencia máxima admisible de 1000 kVA cada uno. Si por razones excepcionales fuera necesaria la instalación de más de dos transformadores en un mismo CT, procederá la elaboración de un Proyecto específico para esa necesidad puntual.

Del mismo modo este proyecto tipo se dimensiona para una potencia máxima admisible de un transformador de 1000 kVA en las casetas prefabricadas de hormigón de tipo superficie de maniobra exterior.

Además, se considerará una potencia máxima admisible de 250kVA con un sólo transformador para el tipo maniobra exterior de tipo rural bajo poste en caseta prefabricada de hormigón.

La potencia final de cada uno de los transformadores a instalar será la correspondiente al escalón normalizado inmediatamente superior al necesario según la previsión de cargas. Esta información que será incluida en la memoria del Proyecto Simplificado de ejecución en concreto y en sus cálculos justificativos.

### **3.5.3 Intensidad Nominal de la Instalación de AT**

La intensidad nominal de embarrado y de la aparamenta de AT será como mínimo y de forma general de 400 A.

Las características finales de esta intensidad serán determinadas por LA EMPRESA, información que será incluida en la memoria del Proyecto Simplificado de ejecución en concreto y en sus cálculos justificativos.

### **3.5.4 Intensidad de Cortocircuito en AT**

Las corrientes de cortocircuito y los tiempos de duración del defecto serán facilitadas en cada caso por LA EMPRESA, en función de las características de la red de AT.

Este dato será incluido en la memoria del Proyecto Simplificado de ejecución en concreto, y en sus cálculos justificativos. Los materiales instalados en el CT/CS deberán ser capaces de soportar, como mínimo las siguientes sollicitaciones:



| <b>Tensión nominal de servicio (kV)</b> | <b>Intensidad asignada de corta duración (límite térmico) <math>I_s</math> (kA)</b> | <b>Valor de cresta de la Intensidad de cortocircuito admisible asignada (límite dinámico) (kA)</b> |
|---|---|--|
| 12 <sup>(1)</sup>                       | 16  | 40   |
| 20                                      | 16  | 40   |
| 22                                      | 16  | 40   |
| 24                                      | 16  | 40   |
| 25                                      | 20  | 50   |
| 30                                      | 20  | 50   |

- (1) Las instalaciones que se construyan para una tensión nominal de explotación igual o inferior a 24 kV deberán de estar diseñadas para una tensión más elevada de la red de 24 kV.

Las características finales de esta intensidad serán determinadas por LA EMPRESA, información que será incluida en la memoria del Proyecto Simplificado de ejecución en concreto y en sus cálculos justificativos.

### **3.5.5 Tensión Soportada en Baja Tensión**

El material y los equipos de baja tensión instalados en el CT/CS, cuyas envolventes sean metálicas y estén conectados a la instalación de tierra general, tendrán un nivel de aislamiento que les permita soportar por sí mismos, o mediante aislamiento suplementario, tensiones a masa de hasta 10 kV a 50Hz durante 1 minuto y 20 kV de onda tipo rayo.

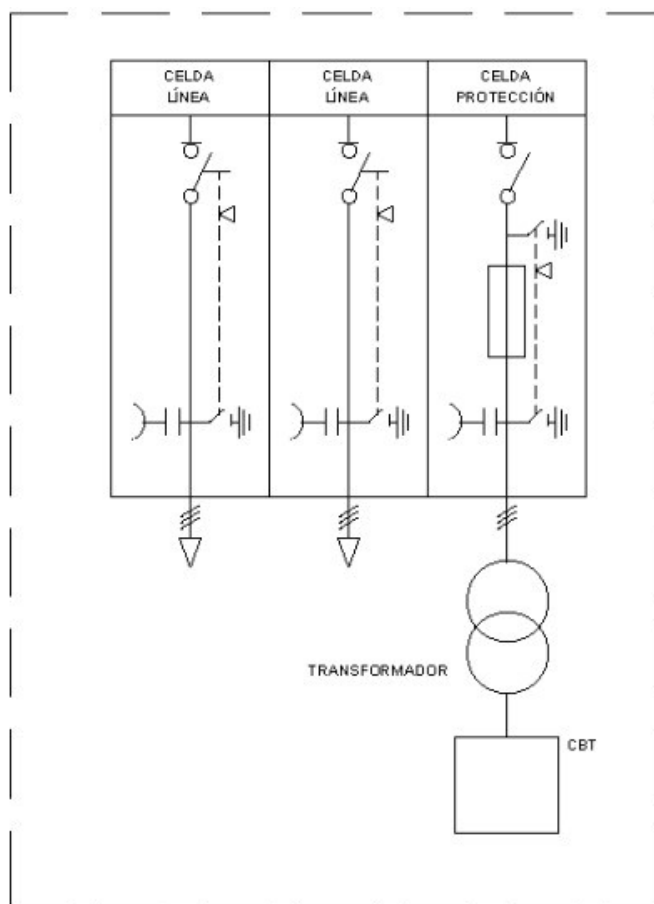
### **3.5.6 Intensidad de Cortocircuito en BT**

Los valores de corrientes de cortocircuito que como mínimo deberán soportar los circuitos de BT, serán los correspondientes al transformador de la máxima potencia que se pudiera instalar, es decir 1000 kVA. Será, por lo tanto 25,2 kA.

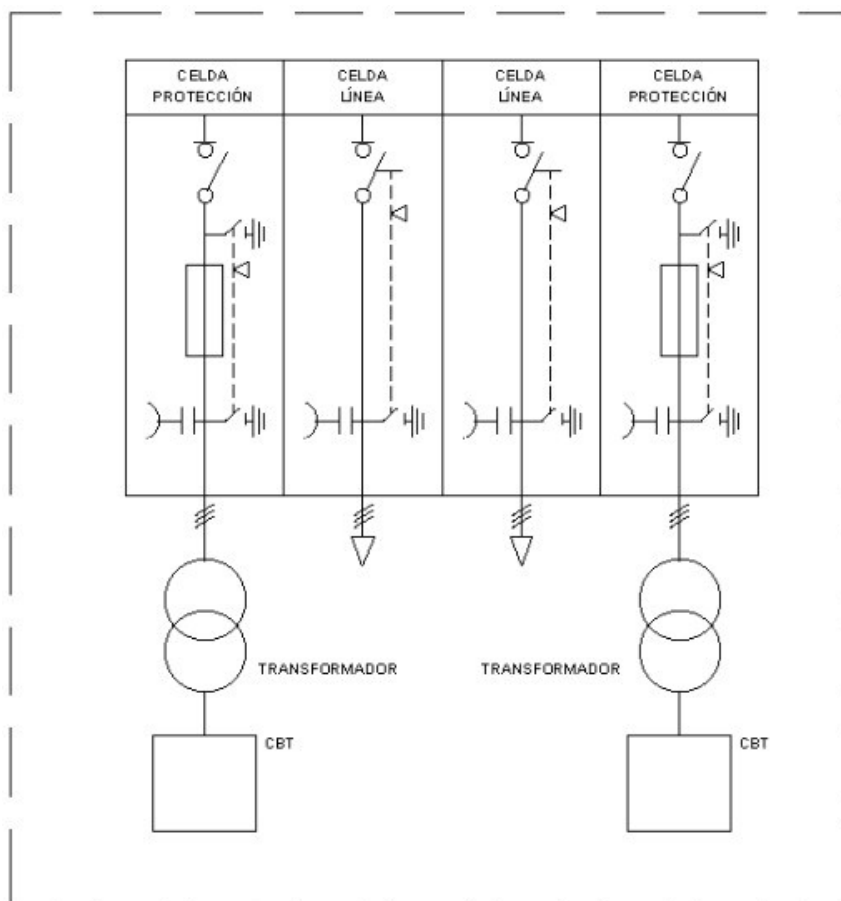
### **3.5.7 Esquemas Eléctricos Básicos**

Se indican a continuación los esquemas eléctricos básicos más comúnmente utilizados. Si bien el esquema eléctrico en cada caso se recogerá convenientemente en el Proyecto Simplificado correspondiente a cada instalación, y contemplando la necesidad de espacio de reserva según se indica en apartado 4.1.

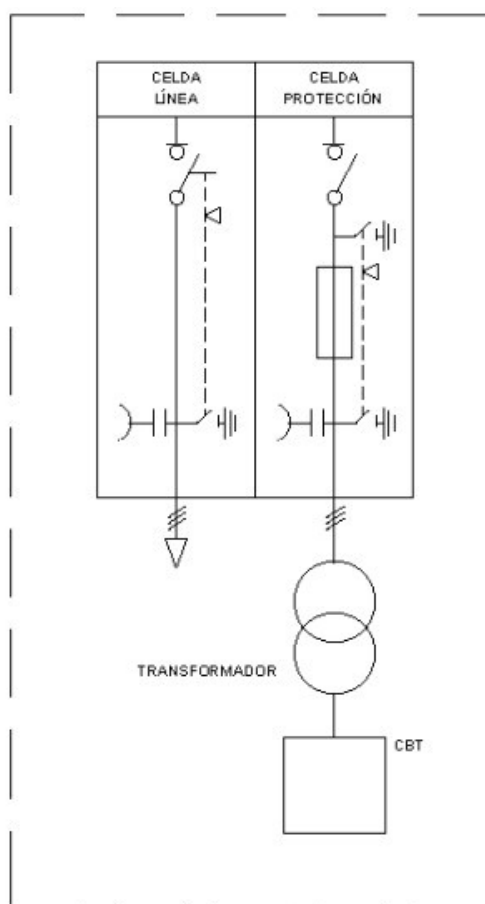
- Centro de Transformación con dos posiciones de línea y una de protección de transformador



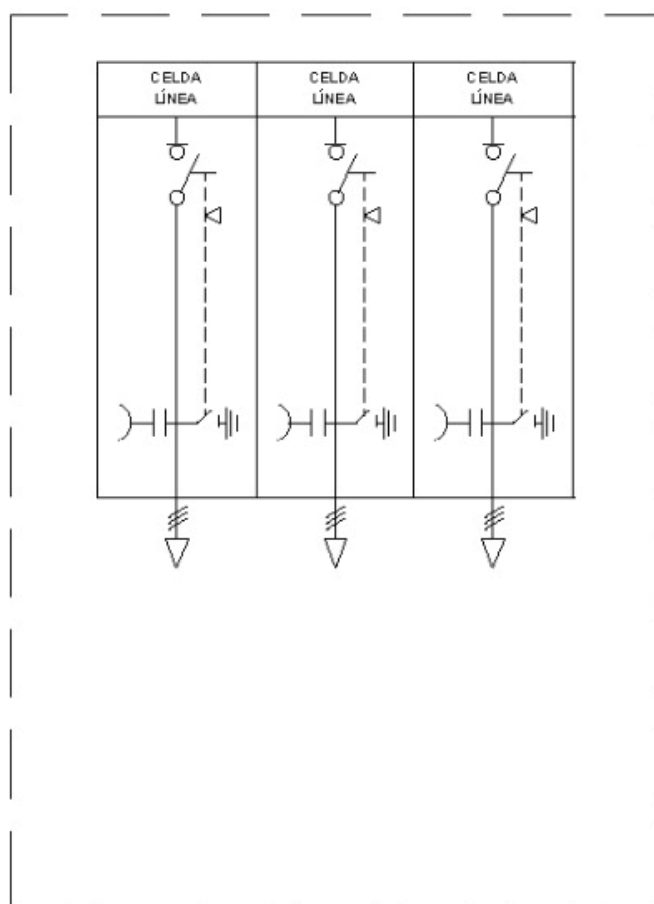
- Centro de Transformación con dos posiciones de línea y dos de protección de transformador



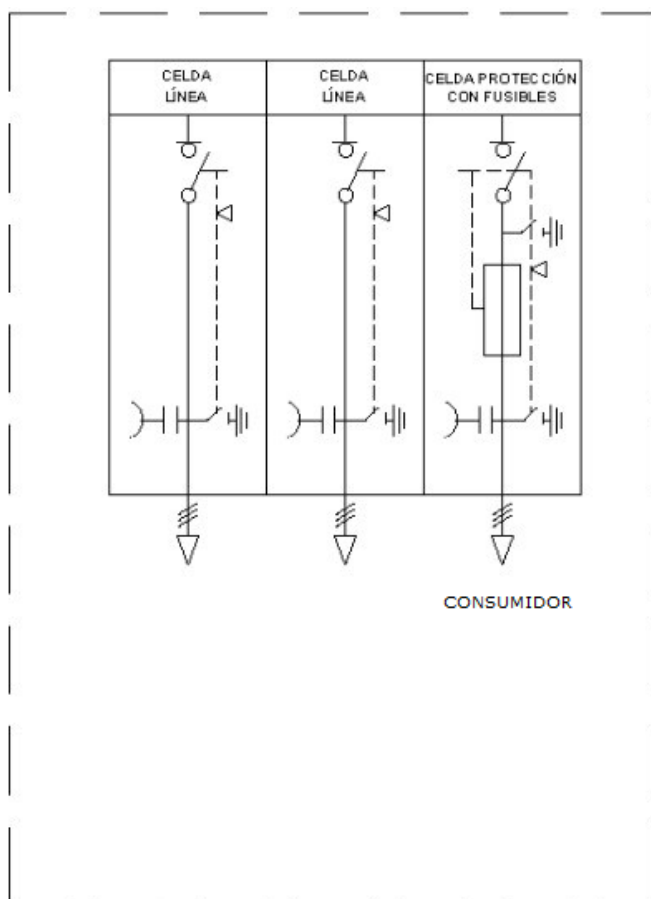
- Centro de Transformación con una posición de línea y una de protección de transformador.



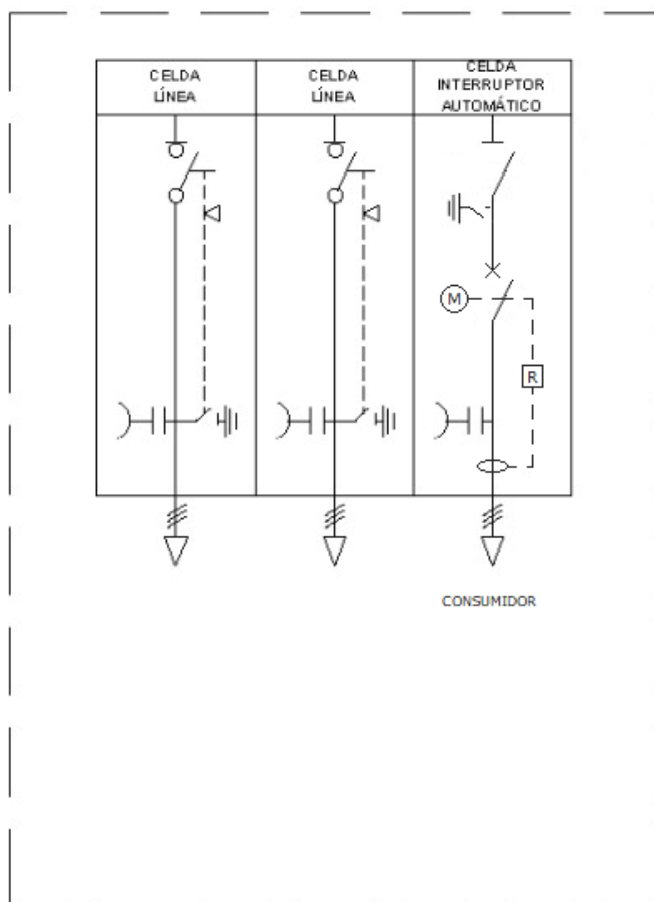
- Centro de Seccionamiento o reparto (con dos o más posiciones de línea según necesidades)



- Centro de Seccionamiento de instalación de consumidor de potencia máxima hasta 250 kVA (para tensión nominal  $\leq 25$  kV) y hasta 400 kVA (en 30 kV)



- Centro de Seccionamiento de instalación de consumidor de potencia superior a 250 kVA (para tensión nominal  $\leq 25$  kV) o superior a 400 kVA (en 30 kV)



### **3.6 Protección Contra Incendios**

El fabricante de la caseta dispondrá de los certificados correspondientes de cumplimiento de la normativa aplicable en materia de protección contra incendios.

### **3.7 Ventilación, Insonorización, Impacto Visual**

El fabricante de la caseta dispondrá de los certificados de ensayo sobre la clase de envolvente térmica del prefabricado y del nivel de ruido emitido al exterior.

Asimismo, el proyectista deberá verificar que los valores aportados por el fabricante en estos dos aspectos reúnen las condiciones mínimas exigidas según las circunstancias particulares de cada emplazamiento.

Con el fin de disminuir el impacto visual, la caseta se dotará de los acabados exteriores necesarios para armonizar con el entorno dónde está ubicado.

## **4 Características Constructivas**

Los centros de transformación y seccionamiento definidos en este Proyecto Tipo se alojarán en casetas prefabricadas de cuatro tipos y de características recogidas en la norma UNE-EN 62271-202:

- Casetas prefabricadas de hormigón de maniobra interior en superficie.
- Casetas prefabricadas de hormigón de maniobra interior subterráneo.
- Casetas prefabricadas de hormigón de maniobra exterior.
- Casetas prefabricadas de hormigón de maniobra exterior de tipo rural bajo poste.



#### **4.1 Dimensionamiento de la Caseta**

Las dimensiones de la caseta deberán permitir al menos:

- La colocación en su interior de los elementos y maquinaria necesarios para la realización adecuada de la instalación.
- La instalación de las celdas y apartamenta de AT necesarias según diseño y proyecto del CT/CS.
- La instalación del número de transformadores proyectados, y del tamaño necesario en función de la potencia máxima de los mismos a instalar.
- La instalación de los cuadros de baja tensión necesarios, considerando modelo básico de ocho salidas por cada transformador, exceptuando el caso del CTR cuyo cuadro de baja tensión contará únicamente con tres salidas.
- La instalación de los equipos asociados al telemando del CT, baterías, remota, rectificadores, etc., así como los equipos de telegestión y otros.
- 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.

A los espacios necesarios para la instalación de los diferentes equipos del centro, anteriormente definidos, hay que añadir los correspondientes a los previstos para las zonas de accesos, pasillos de maniobra y vigilancia, y zonas de paso señaladas en la ITC-RAT 14, que permitan que se cumplan las condiciones ya indicadas.

Del mismo modo, y con el fin de cubrir futuras necesidades de anillado de red o cambio tecnológico de los equipos, se ha de reservar un espacio que permita la ampliación de una posición de celda, adicional a las indicadas en los esquemas eléctricos en apartado 3.5.7.

Por todo ello, las dimensiones mínimas libres disponibles, serán las indicadas en los planos adjuntos.

En todo caso, la altura interior libre entre el piso y la cubierta de la caseta será como mínimo de 2,30 metros para Centros de Transformación y Centros de Seccionamiento de maniobra interior.

La distribución en planta de los diferentes elementos que componen el CT/CS se adecuará al emplazamiento, al esquema eléctrico y al espacio disponible. En todo caso, se respetarán los criterios establecidos anteriormente.

#### **4.2 Elementos Constructivos que Conforman el CT/CS**

Todos los elementos constructivos que conforman el Centro de Transformación y/o Centro de Seccionamiento, serán prefabricados y aportados por el fabricante de la caseta, no siendo necesario realizar trabajo alguno de obra civil o mecanizado, más allá de los ya mencionados de instalación del edificio prefabricado en su ubicación definitiva. Por tanto, una vez instalada la caseta, y apta para la instalación de la aparamenta eléctrica, ésta constará de los siguientes elementos prefabricados y/o premecanizados:

- Muros exteriores
- Cubierta superior
- Suelo
- Acabados interiores y exteriores
- Divisiones interiores
- Agujeros semi-perforados en paredes para el acceso de líneas de alimentación
- Desagües
- Carpintería y cerrajería
- Puertas y tapas de acceso
- Rejillas para ventilación
- Tapas de canales interiores
- Foso de recogida de líquido dieléctrico y rejilla/bandeja cortafuegos
- Superficie interior equipotencial

Todos los elementos mencionados, y la caseta prefabricada en su conjunto, serán conformes a la normativa vigente que sea de aplicación. El fabricante de la caseta dispondrá de los certificados aplicables, según la normativa vigente, en cuanto a sistemas de acceso, materiales constructivos, grados de protección, protección contra agentes externos, dimensiones, condiciones acústicas, sistemas de ventilación y protección contra incendios.

#### **4.3 Mampara protección transformador**

Se prescindirá de la Mampara de protección del transformador, ya que no existirán elementos en tensión susceptibles de tener un contacto accidental con ellos.

No se instalará por lo tanto la mampara ya que el transformador cuenta con conectores aislados en alta y protegidos en baja tensión, tal como se indica en los apartados 5.2, 5.3 y 5.5 de este documento.

En cualquier caso, los procedimientos de seguridad de los trabajos a realizar en el interior de los centros de transformación tendrán en cuenta que los conectores enchufables de los transformadores son elementos que, aunque estén aislados, tienen riesgo eléctrico y debe evitarse el contacto con ellos.

En el caso de centros con dos transformadores situados de manera contigua, se deberá instalar una pantalla de separación que evite que un transformador pudiera verse afectado por proyecciones de líquido dieléctrico del otro, en caso de derrame.

#### **4.4 Condiciones Acústicas**

Las casetas tendrán un aislamiento acústico de forma que no transmitan niveles sonoros superiores a los permitidos en las reglamentaciones vigentes: R.D. 1367/2007, Código Técnico de la Edificación, legislaciones de las comunidades autónomas y ordenanzas municipales.

Se instalarán los elementos de amortiguación de vibraciones de transformadores mediante el empleo de tacos de elastómeros o similar, específicos para esta función de uso generalizado, para minimizar y reducir la emisión de ruido y la transmisión de vibraciones producidas. En caso de sobrepasar esos límites se añadirán medidas de protección adicionales.

El Real Decreto 1367/2007 regula, en la tabla B1 del anexo III, los valores límite de inmisión de ruido al medio ambiente exterior del centro de transformación, siendo estos valores función del tipo de área acústica y del uso de la misma respectivamente. Estos niveles de ruido deben medirse de acuerdo con las indicaciones del anexo IV del RD 1367/2007. Siempre en cumplimiento con las Ordenanzas Municipales y Autonómicas aplicables en cada caso.

#### **4.5 Protección Contra Incendios**

El sistema de protección contra incendios a aplicar en el CT/CS es de tipo pasivo, y se basa en tres conceptos:

- Cumplimiento de la reglamentación correspondiente en la ejecución de la obra civil de la caseta que alberga el CT/CS, es decir, la del CTE correspondiente.
- Foso de recogida de líquido dieléctrico y rejilla/bandeja cortafuegos
- Personal itinerante de mantenimiento, vigilancia y control dotados de equipos de extinción portátiles.

Este proyecto tipo recoge la instalación de hasta dos transformadores de 1000 kVA y 36 kV. Estos transformadores, si no tienen regulación de tomas en carga, disponen de un volumen de líquido dieléctrico inferior a 600 litros, no siendo necesaria la instalación de sistemas fijos de extinción de incendios, según se indica en el apartado 5.1 de la ITC-RAT 14.

Cuando se empleen transformadores con regulación en carga, cuyo volumen de líquido dieléctrico sea superior a 600 litros, este líquido dieléctrico deberá tener un punto de combustión superior a 300°C. De esta forma, tampoco será necesaria la instalación de sistemas fijos de extinción de incendios.

En cuanto a la existencia de extintores móviles y dado que LA EMPRESA, como empresa distribuidora, dispone de personal itinerante de mantenimiento, vigilancia y control dotados de equipos de extinción portátiles de eficacia mínima 183B, no se requiere la existencia de extintores en el interior del CT, según indica el punto b.1 del apartado 5.1 de la ITC-RAT 14.

#### **4.6 Foso de Recogida de Líquido Dieléctrico**

Con la finalidad de permitir la evacuación y extinción del líquido dieléctrico en caso de fuga, se dispondrá de un foso de recogida de líquido dieléctrico, con revestimiento resistente al fuego y estanco, que tenga la resistencia estructural adecuada para las condiciones de empleo.

Para su dimensionamiento se ha tenido en cuenta el volumen de dieléctrico que pudiera recibir, de un transformador de la potencia máxima que admita el centro, con cambiador de tomas en carga.

La capacidad mínima del foso será de 900 litros, para cada transformador, en Centros de Transformación de maniobra interior (potencia máxima admisible de dos transformadores de 1000 kVA cada uno) y en Centros de Transformación de maniobra exterior (potencia máxima admisible de un transformador de 1000 kVA). En las casetas prefabricadas de hormigón de maniobra exterior de tipo rural bajo poste la capacidad mínima del foso será de 500 litros (potencia máxima admisible de un transformador de 250 kVA).

Sobre dicho foso se instalará rejilla/bandeja cortafuegos en la parte superior, incluyendo lecho de guijarros de aproximadamente 5 cm de diámetro.

#### **4.7 Reducción de Campos Electromagnéticos**

El diseño de los CT se realizará de forma que se minimicen en el exterior de la instalación los campos electromagnéticos creados por la circulación de corriente a 50 Hz en los diferentes elementos de las instalaciones según lo estipulado en el apartado 4.7 de ITC-RAT-14.

El límite de campo magnético en el exterior de un centro de transformación anexo a un edificio habitable se fija en el Real Decreto 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 emisiones radioeléctricas que, para la frecuencia de red de 50 Hz, corresponde a un valor de inducción magnética de 100uT.

#### **4.8 Caseta Prefabricada de Hormigón de Maniobra Interior en Superficie**

##### **4.8.1 Sistema Constructivo**

Las casetas prefabricadas de tipo superficie podrán estar formados por envoltentes de tipo panelable o monobloque, tomarán como referencia informativa la Norma NT-EPHS.01 de LA EMPRESA, y cumplirán las siguientes particularidades:

- Envoltente de hormigón de estructura monobloque. Habitualmente los fabricantes presentan esta solución constructiva formada por dos partes; una que aglutina el fondo y las paredes de la caseta donde se incorporan las puertas y las rejillas de ventilación natural, y otra que constituye el techo, estando el conjunto formado por elementos de hormigón armado vibrado.

Todas las armaduras del hormigón estarán unidas entre sí y al colector de tierra. Las puertas y rejillas presentarán una resistencia mínima de 10 k $\Omega$  respecto a la tierra de la envolvente.

Los acabados exteriores superficiales podrán ser variables en función del tipo de caseta elegida y del fabricante de la misma. Las piezas metálicas expuestas al exterior estarán tratadas adecuadamente contra la corrosión.

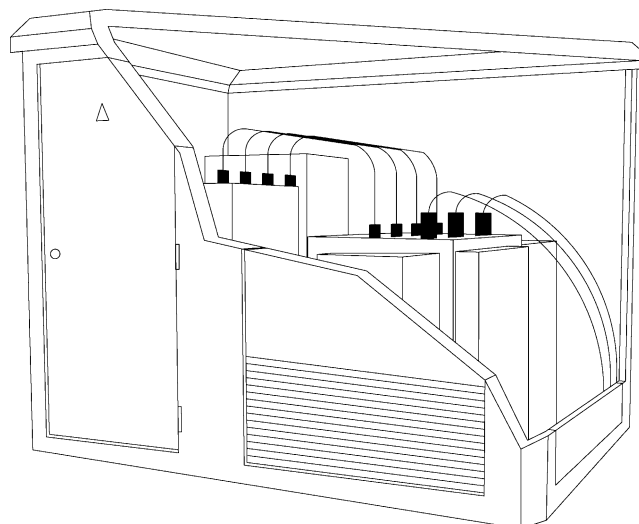
La instalación de este tipo de casetas se limita a su posicionamiento en una excavación realizada previamente con las dimensiones y características establecidas por el fabricante, al relleno posterior de la misma y a la construcción de la acera perimetral de caseta con una capa de hormigón seco ( $\rho_s = 3000$  Ohm.m), con una anchura de 1 metro y un espesor de 10 cm.

- Envolvente de hormigón de estructura modular. Estarán formados por elementos prefabricados de hormigón que se ensamblan para construir finalmente la caseta. La ventaja de este sistema constructivo es que pueden ser fácilmente transportados para ser instalados en lugares de difícil acceso.

Los paneles que forman la envolvente están compuestos por hormigón armado vibrado, estando las armaduras del hormigón unidas entre sí y al colector de tierra. Las puertas y rejillas presentarán una resistencia mínima de 10 k $\Omega$  respecto a la tierra de la envolvente.

Los acabados exteriores superficiales podrán ser variables en función del tipo de caseta elegido y del fabricante del mismo. Las piezas metálicas expuestas al exterior estarán tratadas adecuadamente contra la corrosión.

La instalación de este tipo de casetas se limita al ensamblado en obra de todos los elementos prefabricados y su posicionamiento en una excavación realizada previamente con las dimensiones y características establecidas por el fabricante, al relleno posterior de la misma y a la construcción de la acera perimetral de caseta con una capa de hormigón seco ( $\rho_s = 3000$  Ohm.m), con una anchura de 1 metro y un espesor de 10 cm.



#### **4.8.2 Puertas de Acceso**

Las puertas de acceso al CT/CS de tipo superficie maniobra interior se situarán preferentemente en una única fachada, se abrirán hacia el exterior y deberán poder abatirse sobre el paramento de la Caseta. Serán metálicas y estarán tratadas contra la corrosión y pintadas. Sus salientes se reducirán al mínimo, para lo que deberán poder abatirse 180°, estando provistas de dispositivos que impidan el cierre intempestivo.

La caseta contará con los dispositivos necesarios para permanecer habitualmente cerrado, con el fin de asegurar la inaccesibilidad de personas ajenas al servicio. El sistema de cierre se efectuará mediante cerraduras normalizadas por LA EMPRESA.

El fabricante de la caseta dispondrá de los certificados correspondientes de cumplimiento de la normativa aplicable en cuanto a sistemas de acceso, materiales constructivos, grados de protección y dimensiones de los mismos.

#### **4.8.3 Canalizaciones y Entradas de Cables**

El acceso de las canalizaciones de cable se realizará a través de agujeros semi-perforados en la base de la pared frontal o lateral de la caseta.

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

Los cables entrarán en el CT/CS a través de tubos, cuyas características tomarán como referencia informativa la Norma NT-TPCA.01 de LA EMPRESA. Se sellarán con espumas

MEMORIA

impermeables y expansibles, y serán al menos 4 para alta tensión, 8 para cada cuadro de baja tensión y un tritubo de fibra óptica.

Las características de los tubos se definen en el proyecto tipo de líneas subterráneas correspondiente.

En aquellos casos que se prevean problemas de filtraciones se utilizará un sistema de sellado de tipo mecánico por presión que asegure estanqueidad.

#### **4.8.4 Ventilación**

Los huecos para ventilación tendrán un sistema de rejillas que impida la entrada de agua, y en su caso tendrán una malla metálica que impida la entrada de insectos.

Dichas rejillas, estarán construidas por un marco y un sistema de lamas o angulares, con disposición laberíntica, con objeto de cumplir el grado de protección establecido en la norma UNE -EN 62271-202. Podrán ir instaladas en las paredes de la caseta o formando parte de las puertas de acceso.

### **4.9 Caseta Prefabricada de Hormigón de Maniobra Interior Subterráneo**

#### **4.9.1 Sistema Constructivo**

Las casetas prefabricadas de tipo subterráneo tomarán como referencia informativa la Norma NT-EPHS.01 de LA EMPRESA, y estarán formadas por una envolvente monobloque de hormigón. Habitualmente los fabricantes presentan esta solución constructiva formada por dos partes; una que aglutina el fondo y las paredes de la caseta, y otra que constituye la cubierta siendo generalmente amovible, estando el conjunto formado por elementos de hormigón armado vibrado.

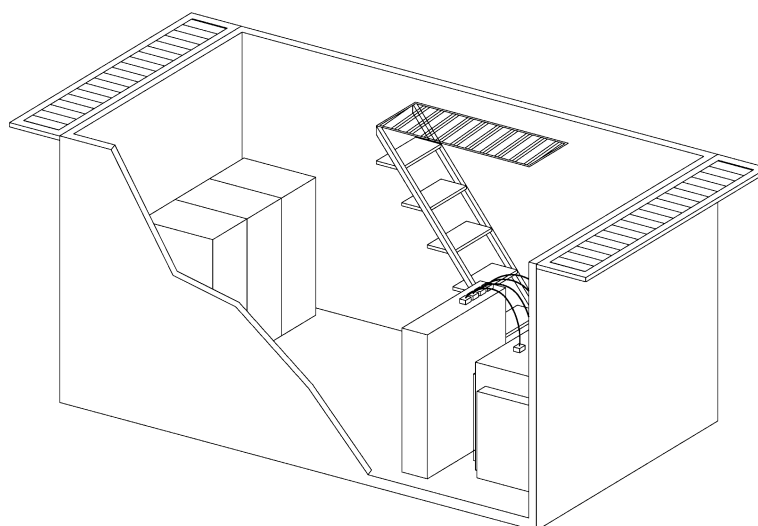
La construcción del fondo y las paredes en una sola pieza de hormigón evitará la filtración de agua desde el terreno. Esa estructura de hormigón será por tanto impermeable a la entrada de líquidos, lo que se logrará bien por aditivos, pinturas bituminosas o tratamientos alternativos.

Todas las armaduras de hormigón estarán unidas entre sí y al colector de tierra. Las tapas de acceso y rejillas presentarán una resistencia mínima de 10 kΩ respecto a la tierra de la envolvente.



Los acabados exteriores superficiales podrán ser variables en función del tipo de caseta elegido y del fabricante del mismo. Las piezas metálicas expuestas al exterior estarán tratadas adecuadamente contra la corrosión.

La instalación de este tipo de casetas se limita a su posicionamiento en una excavación realizada previamente con las dimensiones y características establecidas por el fabricante, y al relleno posterior de la misma. Si fuese necesario, se atenderán las Medidas Adicionales de Seguridad para las Tensiones de Paso y Contacto indicadas en el apartado 8.9.



#### **4.9.2 Tapas de Acceso**

Las tapas de acceso al CT/CS de tipo subterráneo se situarán en la cubierta con un hueco útil de 1.200x500 mm para el acceso del personal. Contarán con un sistema de apertura / cierre asistido mediante elementos amortiguadores y dispositivos que impidan el cierre intempestivo. Al abrir la tapa se desplegará una defensa perimetral de seguridad, de 0,90 m de altura, permitiendo el balizamiento del hueco y la delimitación y señalización de la zona de acceso. Al abrirla proporcionará una protección de seguridad en acceso practicado, y al mismo tiempo, protegerá del agua de lluvia vertical en la zona de maniobras. La tapa descenderá por gravedad, estando equilibrada en su movimiento. En su posición de cierre estará bloqueada por dos tornillos. La tapa llevará incorporada una placa de riesgo eléctrico. La maniobra de apertura y cierre de la tapa deberá poder efectuarla un solo operario. Asimismo, contará con una escalera reglamentaria para el acceso, la cual sobresaldrá al menos un metro de la cota de la cubierta una vez la tapa se encuentre abierta. La escalera será de peldaños con un ángulo de bajada máxima de 68º y carga admisible de 150 Kg.

Al igual que la tapa, la escalera de acceso, presentará una resistencia mínima de 10 kΩ respecto a la tierra de la envolvente.

Las tapas de acceso serán de piso antideslizante y dispondrán de juntas que impidan la entrada de agua.

La caseta contará con los dispositivos necesarios para permanecer habitualmente cerrada, con el fin de asegurar la inaccesibilidad de personas ajenas al servicio.

El fabricante de la caseta dispondrá de los certificados correspondientes de cumplimiento de la normativa aplicable en cuanto a sistemas de acceso, materiales constructivos, grados de protección y dimensiones de los mismos.

#### **4.9.3 Canalizaciones y Entradas de Cables**

El acceso de las canalizaciones de cable se realizará a través de agujeros previstos en la envolvente de hormigón que incorporarán juntas adecuadas para sellar e impermeabilizar la entrada de los cables, evitando de este modo la filtración de agua al interior.

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

Los cables entrarán en el CT/CS a través de tubos, cuyas características tomarán como referencia informativa la Norma NT-TPCA.01 de LA EMPRESA. Se sellarán con espumas impermeables y expansibles, y serán al menos 4 para alta tensión, 8 para cada cuadro de baja tensión y un tritubo de fibra óptica.

Las características de los tubos se definen en el proyecto tipo de líneas subterráneas correspondiente.

En aquellos casos que se prevean problemas de filtraciones se utilizará un sistema de sellado de tipo mecánico por presión que asegure estanqueidad.

#### **4.9.4 Ventilación**

En casetas de tipo subterráneo se podrán suministrar dos variantes de ventilación en función de necesidades de ubicación y entorno, y condicionadas a exigencias urbanísticas de la zona de emplazamiento:

- Ventilación vertical: realizada por medio de torretas sobre la cubierta para la entrada y salida natural del aire, impidiendo la entrada de aguas superficiales hasta una cota igual o superior a 25 cm sobre el acabado superficial.
- Ventilación horizontal: realizada mediante rejillas horizontales al nivel de cota cero, recogiendo en este caso las posibles aguas pluviales y desalojándolas a través de una conexión al colector general de alcantarillado urbano.

En cualquier caso, la ventilación natural garantizará, no solo la ventilación necesaria para la refrigeración de la aparamenta, sino también las renovaciones de aire necesarias para que la caseta no adquiera las características propias de un espacio confinado.

En aquellos en que no se cumplan las garantías anteriores se adoptará el sistema de ventilación forzada. En este caso la instalación proyectada estará fuera del ámbito del presente Proyecto Tipo, precisándose un proyecto específico donde se justificará y resolverá la solución apropiada.

#### **4.10 Caseta Prefabricada de Hormigón de Maniobra Exterior**

##### **4.10.1 Sistema Constructivo**

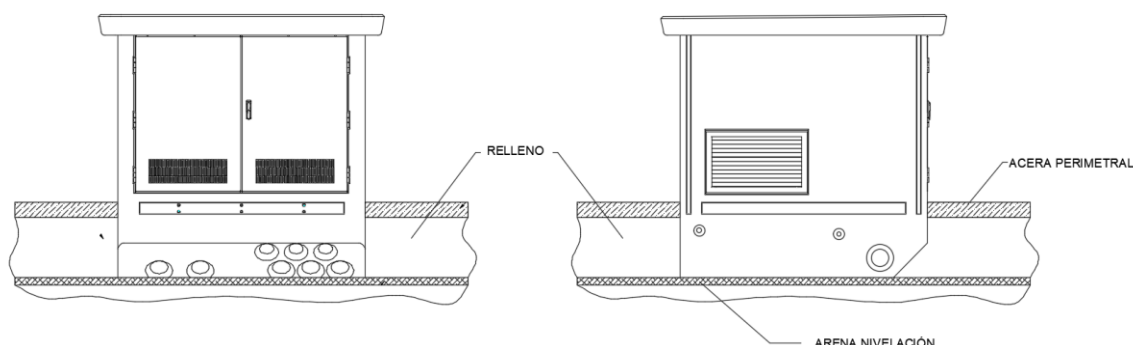
Las casetas prefabricadas de tipo maniobra exterior compactas deben tomar como referencia informativa la Norma NT-EPHS.01 de LA EMPRESA, y estarán formados por envoltentes monobloque que cumplan las siguientes particularidades:

- Envoltente de hormigón de estructura monobloque. Habitualmente los fabricantes presentan esta solución constructiva formada por un único conjunto con cuerpo de hormigón armado vibrado, puertas de acceso y ventilaciones metálicas.

Todas las armaduras del hormigón estarán unidas entre sí y al colector de tierra. Las puertas y rejillas presentarán una resistencia mínima de 10 k $\Omega$  respecto a la tierra de la envoltente.

Los acabados exteriores superficiales podrán ser variables en función del tipo de caseta elegido y del fabricante del mismo. Las piezas metálicas expuestas al exterior estarán tratadas adecuadamente contra la corrosión.

La instalación de este tipo de casetas se limita a su posicionamiento en una excavación realizada previamente con las dimensiones y características establecidas por el fabricante, al relleno posterior de la misma y a la construcción de la acera perimetral de caseta con una capa de hormigón seco ( $\rho_s = 3000$  Ohm.m), con una anchura de 1 metro y un espesor de 10 cm.



#### 4.10.2 Puertas de Acceso

Las puertas de acceso al CT/CS de tipo maniobra exterior, se abrirán hacia el exterior y deberán poder abatirse sobre el paramento de la caseta. Serán metálicas y estarán tratadas contra la corrosión y pintadas. Sus salientes se reducirán al mínimo, para lo que deberán poder abatirse 180°, estando provistas de dispositivos que impidan el cierre intempestivo.

La caseta contará con los dispositivos necesarios para permanecer habitualmente cerrada, con el fin de asegurar la inaccesibilidad de personas ajenas al servicio. El sistema de cierre se efectuará mediante cerraduras normalizadas por LA EMPRESA.

El fabricante de la caseta dispondrá de los certificados correspondientes de cumplimiento de la normativa aplicable en cuanto a sistemas de acceso, materiales constructivos, grados de protección y dimensiones de los mismos.

#### 4.10.3 Canalizaciones y Entradas de Cables

El acceso de las canalizaciones de cable se realizará a través de agujeros previstos en la envolvente de hormigón que incorporarán juntas adecuadas para sellar e impermeabilizar la entrada de los cables, evitando de este modo la filtración de agua al interior.

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

Los cables entrarán en el CT/CS a través de tubos, cuyas características tomarán como referencia informativa la Norma NT-TPCA.01 de LA EMPRESA. Se sellarán con espumas

impermeables y expansibles, y serán al menos 4 para alta tensión, 8 para cada cuadro de baja tensión y un tritubo de fibra óptica.

Las características de los tubos se definen en el proyecto tipo de líneas subterráneas correspondiente.

En aquellos casos que se prevean problemas de filtraciones se utilizará un sistema de sellado de tipo mecánico por presión que asegure estanqueidad.

#### **4.10.4 Ventilación**

Los huecos para ventilación tendrán un sistema de rejillas que impida la entrada de agua, y en su caso tendrán una malla metálica que impida la entrada de insectos.

Dichas rejillas, estarán construidas por un marco y un sistema de lamas o angulares, con disposición laberíntica, con objeto de cumplir el grado de protección establecido en la norma UNE -EN 62271-202. Podrán ir instaladas en las paredes de la caseta o formando parte de las puertas de acceso.

### **4.11 Caseta Prefabricada de Hormigón de Maniobra Exterior de tipo rural bajo poste**

#### **4.11.1 Sistema Constructivo**

Las casetas prefabricadas maniobra exterior de tipo rural bajo poste estarán compuestas por envoltentes monobloque que cumplirán con las particularidades ya indicadas en el apartado 4.9.1. Tomarán como referencia informativa la Norma NT-EPHS.01 de LA EMPRESA indicadas en el apartado Referencias.

Del mismo modo estarán dimensionadas para alojar un transformador y un CBT tomándose como referencia informativa para este último la Norma NT-CCBT.01 de LA EMPRESA.

#### **4.11.2 Puertas de Acceso**

Se mantienen las especificaciones técnicas aplicables descritas en el apartado 4.10.2 para el caso de caseta Prefabricada de Hormigón de Maniobra Exterior.

#### **4.11.3 Canalizaciones y Entradas de Cables**

El acceso de las canalizaciones de cable se realizará a través de agujeros previstos en la envolvente de hormigón que incorporarán juntas adecuadas para sellar e impermeabilizar la entrada de los cables, evitando de este modo la filtración de agua al interior.

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

Los cables entrarán en el CT a través de tubos, cuyas características tomarán como referencia informativa la Norma NT-TPCA.01 de LA EMPRESA. Se sellarán con espumas impermeables y expansibles, y serán al menos 2 para alta tensión, 4 para baja tensión y un tritubo de fibra óptica.

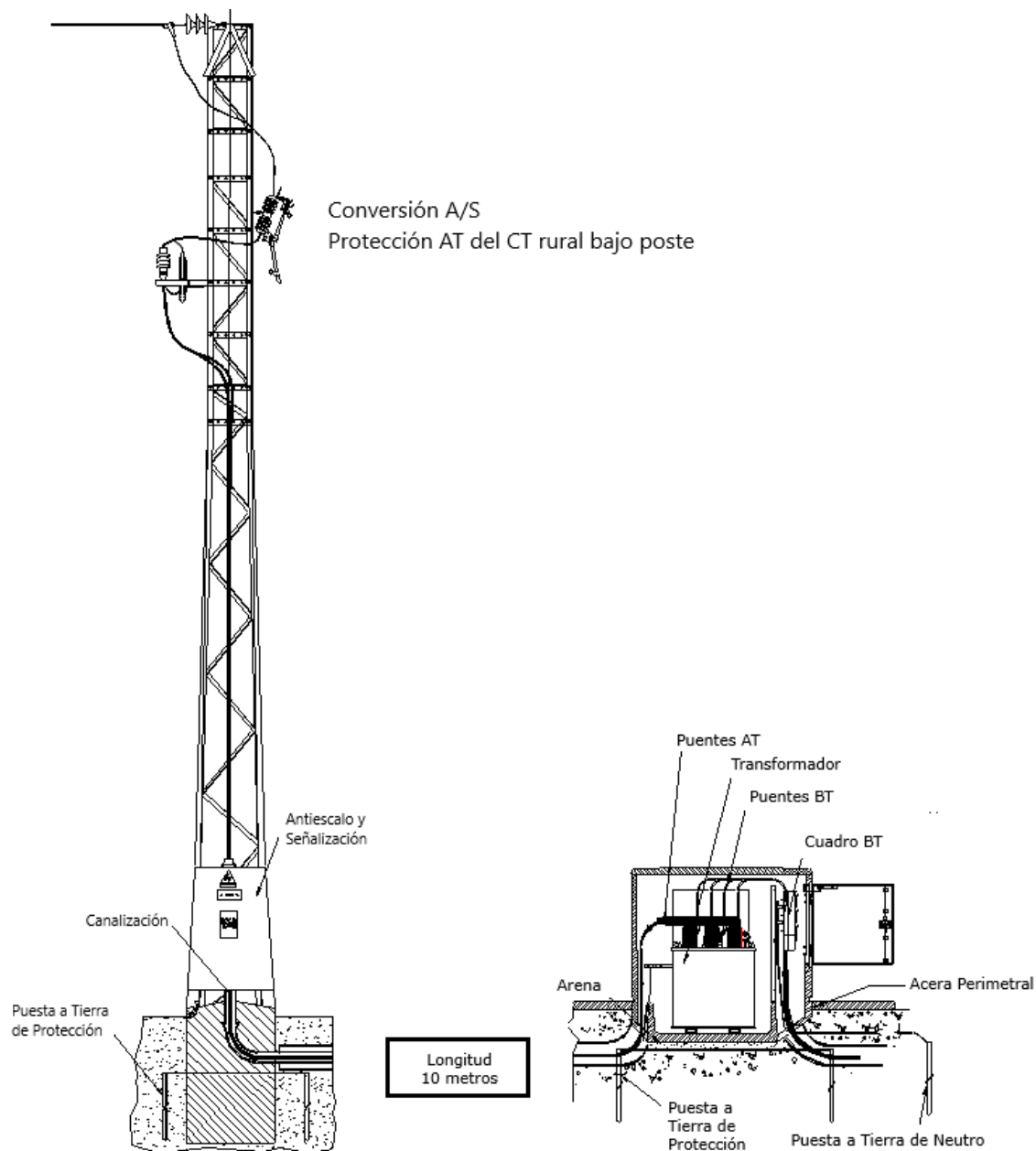
Las características de los tubos se definen en el proyecto tipo de líneas subterráneas correspondiente.

En aquellos casos que se prevean problemas de filtraciones se utilizará un sistema de sellado de tipo mecánico por presión que asegure estanqueidad.

#### **4.11.4 Ventilación**

Se mantienen las especificaciones técnicas aplicables descritas en el apartado 4.9.4 para el caso de caseta Prefabricada de Hormigón de Maniobra Exterior compacta.

A continuación, a modo de ejemplo se expone una visión gráfica orientativa del esquema eléctrico aplicable, incluso el apoyo origen de la acometida de alta tensión con los elementos de protección de la caseta prefabricada maniobra exterior de tipo rural bajo poste. Las condiciones para la protección de la avifauna necesarias para este apoyo y sus elementos de protección se detallan en el proyecto tipo de líneas de alta tensión aéreas (hasta 36 kV) PT\_LMTA de LA EMPRESA.



Dispondrá de aparamenta contigua para protección contra sobrecorrientes instalada a una distancia máxima aproximada de 10m de la caseta.

## **5 Características de la Aparamenta Eléctrica**

### **5.1 Aparamenta de Alta Tensión**

La aparamenta de alta tensión estará formada por un conjunto de celdas con aislamiento integral en SF<sub>6</sub> o gas alternativo equivalente y conectores enchufables de forma que se permita configurar cualquier esquema eléctrico en redes de distribución hasta 36 kV y que cumplan con la normativa UNE-EN 62271-212 ó UNE-EN 62271-200.

La disposición de celdas a considerar en los CT/CS se corresponden con:

- 1L+P: 1 Celda de línea + 1 Celda de Protección para el caso de 1 transformador
- 2L+P: 2 Celdas de línea + 1 Celda de Protección para el caso de 1 transformador
- 2L+2P: 2 Celdas de línea + 2 Celda de Protección para el caso de 2 transformadores.
- 3L: 3 celdas de línea (caso de centro de seccionamiento)

Cuando se utilicen conjuntos monobloque para centros de transformación estos deberán cumplir con la norma UNE-EN 62271-212.

#### **5.1.1 Características Generales**

Los tipos de celdas a utilizar en los CT/CS serán las de línea y las de protección y tomarán como referencia informativa la Norma NT-CGMT.01 de LA EMPRESA, cuyas funciones son las siguientes:

- Celdas de línea: Se utilizan para las operaciones de maniobra, conectadas a los conductores de entrada o salida, que constituyen el circuito de alimentación al CT/CS. Disponen de interruptor-seccionador de corte en carga, y seccionador de puesta a tierra.
- Celdas de protección: Se utilizan para la función protección mediante ruptofusible de una salida, normalmente destinada a la protección de un transformador o línea de cliente. Permite la maniobra de la misma mediante interruptor-seccionador. Dispone además de dos seccionadores de puesta a tierra.



Asimismo, para garantizar la continuidad del suministro en la red de LA EMPRESA, se instalarán las protecciones indicadas en el punto 6.2.

- Celdas de interruptor automático: Al igual que la anterior, se utilizan para la función de protección de líneas de AT, mediante interruptor automático de corte en vacío. Permite la apertura en carga de potencias superiores a 250 kVA (para tensión nominal  $\leq 25$  kV) o a 400 kVA (en 30 kV). Dispone además de seccionador de puesta a tierra de tres posiciones.

Del mismo modo, para garantizar la continuidad del suministro en la red de LA EMPRESA, se instalarán las protecciones indicadas en el punto 6.2.

- Celdas de cierre de barras: Se utilizan para las funciones de maniobra de acoplamiento de líneas en un CT/CS.

Las celdas de línea y de cierre de barras serán todas motorizables en campo para instalaciones no telemandadas. Del mismo modo dispondrán de estos sistemas las celdas de protección en caso de Centros de Seccionamiento. Posteriormente en función de la necesidad, se podrán motorizar para telemandar.

En aquellas zonas en las que exista un plan aprobado de digitalización y supervisión avanzada, las celdas de línea incluirán dispositivos para la medición de descargas parciales en los cables (sensores de descargas parciales).

En estos casos, además, si las celdas son telemandadas, deberá incluir elementos de medida para la supervisión remota de la instalación desde el centro de control, tales como:

- Medida de tensión: Mediante sensores capacitivos en pasatapas para su integración en los sistemas de supervisión avanzada.
- Medida de corriente: Mediante transformadores de intensidad de medida indirecta o integrados en la propia aparamenta

A continuación, se describen los elementos interiores que pueden estar incorporados a las celdas:

- **Seccionador de puesta a tierra:**

En el caso de celdas de línea, el seccionador de puesta a tierra estará situado entre los terminales de los cables y el interruptor- seccionador.

En el caso de las celdas de protección, los seccionadores de puesta a tierra accionados por un mando único, pondrán a tierra ambos extremos del fusible.

El seccionador de puesta a tierra deberá cumplir la norma UNE EN-62271-102.

#### - **Interruptor – Seccionador**

Deben estar concebidos de forma tal que ninguna corriente de fuga peligrosa pueda circular entre los bornes de un lado y cualquiera de los bornes de otro lado del aparato.

El interruptor – seccionador cumplirá las normas UNE-EN IEC 62271-102 y UNE-EN 62271-103. Será del tipo de frecuencia de maniobra elevada, además en su posición de apertura y en las condiciones de servicio, satisfará los valores indicados en el apartado de cálculos.

Tendrá en su interior hexafluoruro de azufre como medio de aislamiento y de extinción, con una presión superior a la atmosférica o gas alternativo equivalente, y conectores enchufables. Será del sistema de sellado a presión.

El interruptor – seccionador dispondrá de accionamiento manual, y además deberá incorporar un sistema de accionamiento por bobina de disparo en el caso de función de protección del transformador; y estar preparada para instalación del sistema de accionamiento motorizado. Este sistema deberá poder ser instalado "in situ" sin interrupción del servicio.

#### - **Interruptor Automático**

Interruptor automático de corte en vacío en serie con el seccionador de tres posiciones (conectado, seccionado y puesto a tierra). Se utiliza para las maniobras de conexión, desconexión y protección general de la instalación, permitiendo comunicar con el embarrado del conjunto general de celdas.

Esta función tiene capacidad de conexión y desconexión, incluso en condiciones de falta (sobreintensidad y cortocircuito) en la red general de AT. Esta unidad interviene frente a sobreintensidades, faltas a tierra, cortocircuitos entre fases y fases y tierra.

#### - **Fusibles**

La celda de protección dispondrá de bases para fusibles limitadores de corriente que cumplan la Norma UNE- EN IEC 60282-1.

Los contactos de la base estarán plateados, con un espesor medio de 6 mm.

Los fusibles tendrán la función de fusible-combinado de manera que se asegure la apertura del interruptor seccionador en carga con la fusión de cualquiera de ellos.

Deberá existir una función de protección parametrizable para la zona comprendida entre la intensidad nominal del primario del transformador y la intensidad mínima de corte (I<sub>3</sub>) del fusible limitador de corriente asociado al transformador, con capacidad de ejecutar órdenes de apertura de bobina de disparo. En caso de que la intensidad sea superior a la capacidad de corte del interruptor-seccionador, la función de protección deberá bloquear la orden de apertura.

#### - **Embarrado**

El embarrado de cada celda, así como el sistema de unión entre ellas, además de soportar la intensidad admisible asignada de corta duración, estará dimensionado para soportar sin deformación permanente el esfuerzo dinámico de cortocircuito correspondiente al valor de cresta de dicha intensidad.

#### - **Circuitos auxiliares**

Todos los circuitos auxiliares y aparatos de baja tensión que estén situados en el interior de la envolvente, cuando atraviesen zonas en las que existan elementos conectados a alta tensión, estarán apantallados eléctricamente, y las pantallas conectadas a tierra.

#### - **Terminales de cables de AT**

Los terminales de cables cumplirán las especificaciones de la norma UNE-EN 61210.

### 5.1.2 Tensión Asignada

La tensión de aislamiento asignada a las celdas a instalar será de 24 kV o 36 kV.

### 5.1.3 Nivel de Aislamiento Asignado

| Tensión asignada más elevada para el material (valor eficaz) kV | Tensión asignada a impulso tipo rayo (Valor de cresta) kV |                               | Tensión asignada soportada a frecuencia industrial durante 1 minuto (valor eficaz) kV |                               |
|---|---|-------------------------------|---|-------------------------------|
|   | A tierra y entre fases                                    | A distancia de Seccionamiento | A tierra y entre fases  | A distancia de Seccionamiento |
| 24  | 125   | 145                           | 50  | 60                            |
| 36  | 170   | 195                           | 70  | 80                            |

### 5.1.4 Intensidad Admisible Asignada de Corta Duración

| Tensión asignada $U_m$ (kV) | Intensidad asignada en servicio continuo A(ef) | Intensidad admisible asignada de corta duración kA (ef) | Poder de cierre asignado sobre cortocircuito kA (cresta) | Poder de corte asignado de transformadores de vacío A (ef) | Poder de corte de cables en vacío A (ef) |
|-----------------------------|--|---|--|--|--|
| 24                          | 400  | 16  | 40   | 10   | 25                                       |
| 36                          | 630  | 20  | 50   | 16   | 40                                       |

### 5.1.5 Valor de Cresta de la Intensidad Admisible Asignada de Corta Duración

El valor de cresta de la intensidad admisible asignada de corta duración será igual a 2,5 veces el valor de la intensidad térmica admisible de corta duración

## 5.2 Interconexión Línea de Alta Tensión - Trafo

La conexión eléctrica entre la línea de Alta Tensión y el transformador se realizará con cable unipolar seco de 95 mm<sup>2</sup> de sección del tipo HEPRZ1, empleándose la tensión

MEMORIA

asignada del cable 12/20 kV para tensiones de hasta 24 kV, y 18/30 kV para tensiones de hasta 36 kV.

Para los conductores a utilizar, se tomarán como referencia informativa las Normas NT-CAMT.01 y NT-CAMT.02 de LA EMPRESA.

Los conectores serán de tipo enchufable, se tomarán como referencia informativa la Norma NT-ACMT.01 de LA EMPRESA, acorde con las características de las celdas y el tipo de pasatapas del transformador.

### 5.3 Transformadores

Los transformadores serán trifásicos de clase B2, con el núcleo y arrollamientos sumergidos en líquido dieléctrico aislante, previsto para instalación interior o exterior indistintamente, 50 Hz, servicio continuo, refrigeración natural (ONAN según norma UNE-EN 60076-1); tomarán como referencia informativa la Norma y NT-TRMT.01 de LA EMPRESA.

Cuando se empleen transformadores con regulación en carga, cuyo volumen de líquido dieléctrico sea superior a 600 litros, el líquido dieléctrico deberá tener una temperatura de combustión superior a 300°. De esta manera no será necesaria la instalación de sistemas fijos de extinción de incendios.

Los transformadores de la clase B2 están previstos para alimentar únicamente redes trifásicas con neutro, a 400 V. La tensión asignada en vacío de estos transformadores es de 420 V entre fases.

Los transformadores de interior de todas las potencias dispondrán de pasatapas enchufables.

Las salidas de baja tensión se protegerán con capuchones o similar, de forma que queden aisladas eléctricamente, impidiendo así que se puedan producir contactos accidentales.

#### 5.3.1 Potencia Asignada

La potencia unitaria de los transformadores a instalar será de hasta 1.000 kVA, siendo la potencia total del Centro de Transformación de hasta 2.000 kVA.

La potencia final de cada uno de los transformadores a instalar será determinada por LA EMPRESA, información que será incluida en la memoria del Proyecto Simplificado de ejecución en concreto y en sus cálculos justificativos.

#### 5.4 Interconexión Trafo – Cuadro Baja tensión

Para la conexión entre el cuadro de baja tensión y el transformador, una vez verificadas secciones por cortocircuito y caída de tensión, se considera la intensidad máxima admisible en las siguientes condiciones:

- Conductor unipolar de aluminio o cobre con aislamiento de polietileno reticulado.
- Disposición en ternas sobre bandeja en contacto mutuo.
- Temperatura ambiente máxima de 40º en el interior del Centro de Transformación.

Las características de los circuitos de interconexión en función de la potencia del transformador serán las siguientes:

| <b>Potencia<br/>transformador<br/>kVA</b> | <b>Número y sección de los conductores<br/>Unipolares</b> |                          |
|---|---|--------------------------|
|   | <b>Por Fase</b>   | <b>Neutro</b>            |
| Hasta 250                                 | 1x240 mm <sup>2</sup> Al                                  | 1x240 mm <sup>2</sup> Al |
| 400                                       | 2x240 mm <sup>2</sup> Al                                  | 1x240 mm <sup>2</sup> Al |
| 630                                       | 3x240 mm <sup>2</sup> Al                                  | 2x240 mm <sup>2</sup> Al |
| 1000                                      | 4x240 mm <sup>2</sup> Cu                                  | 2x240 mm <sup>2</sup> Cu |

Los cables a utilizar tomarán como referencia informativa la Norma NT-CABT.01 de LA EMPRESA.

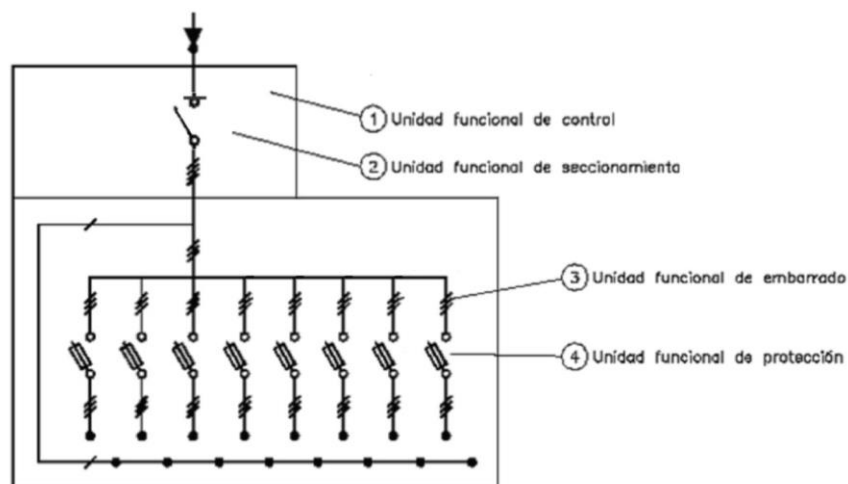
#### 5.5 Cuadro de Baja Tensión

El CT irá dotado de uno o varios cuadros modulares de distribución cuya función es la de recibir el circuito principal de baja tensión procedente del transformador y distribuirlo en un número de circuitos individuales.

El cuadro de baja tensión a instalar constará de un modelo básico de ocho salidas por cada transformador, excepto en el Centro de Transformación de Tipo Rural, cuyo modelo contará únicamente con tres salidas.

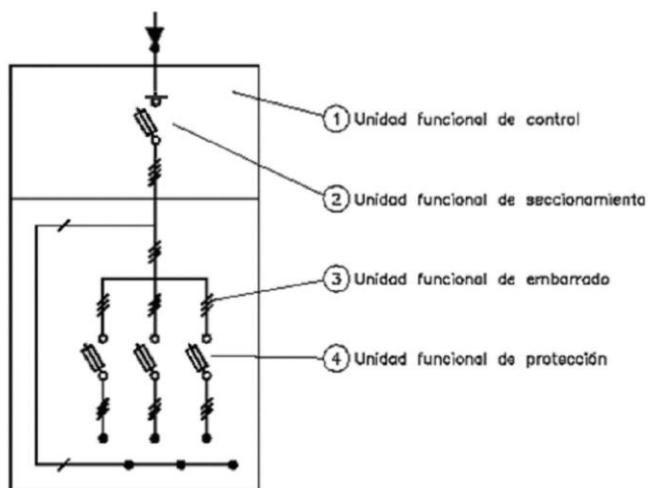
A continuación, se indican los esquemas eléctricos:

- Esquema del modelo básico de ocho salidas:



Nota: La unidad funcional de seccionamiento se llevará a cabo mediante interruptor-seccionador conforme a documento de referencia informativa NT-CCBT.01

- Esquema del modelo de tres salidas para CT de Tipo Rural:



Nota: La unidad funcional de seccionamiento se llevará a cabo mediante interruptor-seccionador conforme a documento de referencia informativa NT-CBTI.01

La conexión externa entre las barras verticales y los conductores procedentes del transformador deberá estar sellada mediante un capuchón aislante. Los cuadros irán montados sobre bastidor metálico de 300 mm de altura. La intensidad nominal del embarrado del cuadro de baja tensión y del módulo de ampliación será de 1.600 A.

Incorporará transformadores de intensidad de doble arrollamiento con la función de análisis de carga y de telegestión de la RBT.

Los cuadros de baja tensión a utilizar tomarán como referencia informativa la Norma NT-CCBT.01 de LA EMPRESA, según UNE-EN IEC 61439-1 y UNE-EN 61439-5.

Los terminales a utilizar para la conexión de los conductores al cuadro de baja tensión serán de tipo monometálico, aptos para los pares galvánicos que pudieran producirse en la conexión.



## **5.6 Servicios Auxiliares**

### **5.6.1 Telegestión**

La función de telegestión será la lectura a distancia de los consumos u otros datos de los contadores de baja tensión de los suministros asociados al CT, así como los del propio transformador.

Los contadores y concentradores, que serán conectados a los cuadros de baja tensión del Centro de Transformación tomarán como referencia informativa las Normas ET5037 y NT-CCBT.01 de LA EMPRESA.

Todos los Centros de Transformación contruidos bajo el cumplimiento del presente proyecto tipo dispondrán del espacio necesario para montaje de los elementos de telegestión necesarios, que será definido previamente por LA EMPRESA y deberá ser tenido en cuenta en la confección del Proyecto Simplificado correspondiente.

### **5.6.2 Telemando y Control**

Las celdas de línea y de cierre de barras serán todas motorizables en campo para instalaciones no telemandadas. Del mismo modo dispondrán de estos sistemas las celdas de protección en caso de Centros de Seccionamiento. Posteriormente en función de la necesidad, se podrán motorizar para telemandar.

Se definen dos sistemas:

- Control integrado: es aquel que, a través de un relé instalado en la celda, monitoriza y almacena los parámetros de la red. Estos parámetros son tratados en un CPU y enviados al centro de control de redes.
- Telemando de celdas: sirve para maniobrar la celda a distancia desde el centro de control de redes. Compuesto por la propia motorización de la celda, su regleta de conexión, el armario de telemando y el módulo rectificador de batería.

Las instalaciones de telemando y control tomarán como referencia informativa la Norma NT-ERTU.01 de LA EMPRESA.

Todos los CT/CS contruidos bajo el cumplimiento del presente proyecto tipo dispondrán del espacio necesario para montaje de los elementos de telemando y control necesarios, que serán definidos previamente por LA EMPRESA y deberán ser tenidos en cuenta en la confección del Proyecto Simplificado correspondiente.

Desde el punto de vista de los niveles de control podemos clasificar los CT/CS de la siguiente manera:

- Centro de seccionamiento Básico:

Este CS estará formado únicamente por Aparamenta de MT en la cual no se incorporarán ni sensores, ni motorización de interruptores.

- Centro de transformación con Telegestión.

Este CT comprenderá un sistema de Telegestión compuesto por los sistemas de:

- **Telemedida:** Sistema que permite gestionar los puntos finales de suministro asociados a un centro de transformación proporcionando funcionalidades tales como lecturas o modificaciones de contratos.
- **Balance de Baja Tensión:** Esta funcionalidad permite realizar el balance de energía de un CT. Es capaz de totalizar la energía que pasa por un CBT comparándola con la suma de todos los puntos finales.

- Centro de transformación con supervisión avanzada:

Este CT comprenderá además del sistema de Telegestión reflejado en el punto anterior, un sistema de supervisión avanzada definido como:

- **Supervisión de red:** solución escalable y flexible para monitorizar y analizar parámetros y medidas en MT/BT; además permitirá incorporar sensores al sistema para la gestión de alarmas y realizar la desconexión del transformador.
- **Supervisión de instalación:** además de las funcionalidades descritas anteriormente, incorporará un mayor número de sensores para gestión de alarmas (inundación, intrusión, temperatura, incendios, llave maestra, vigilancia, ...) mediante instalación de equipo remota y relé temporizador.

- Centro de transformación/Seccionamiento Telemandado:

En el caso de CT, comprenderá además de los sistemas de telegestión y supervisión avanzada reflejados en el punto anterior, un sistema de telemando con control digital definido como:

- Elementos que permiten operar y supervisar la apartamenta instalada en el centro instalado.

Se incluyen en los CT/CS los siguientes elementos constitutivos:

- Unidad de Telemando:
  - Equipo cargador-rectificador y baterías
  - Equipo de registro y envío de datos
  - Comunicaciones
  - Motorizaciones
- Cuadro de Servicios Auxiliares
- Transformador de aislamiento, con secundario puesto a tierra de Herrajes CT.

### **5.6.3 Alumbrado General**

Para el alumbrado interior del CT se instalarán los puntos de luz necesarios para conseguir, al menos, un nivel mínimo de iluminación de 150 lux, en cualquier caso, el número mínimo de luminarias será de 2 y 3 para el caso de 1 ó 2 transformadores, respectivamente, estas luminarias serán estancas y estarán equipadas con tubos LED.

Los puntos de luz se situarán de manera que pueda efectuarse la sustitución de los tubos de iluminación sin peligro de contacto con otros elementos en tensión.

El accionamiento del alumbrado general se realizará con interruptores que estarán situados en la proximidad de las puertas de acceso.

Los servicios de alumbrado general del CT se alimentarán mediante una salida asignada para tal fin en el cuadro de SSAA.

### **5.6.4 Alumbrado de Emergencia**

Independientemente del alumbrado general, existirá un alumbrado de emergencia con alimentación autónoma, estanco, de tecnología LED, el cual entrará en funcionamiento automáticamente ante una falta de servicio. Se alimentará mediante una salida asignada para tal fin en el cuadro de SSAA.

El alumbrado de emergencia deberá tener un flujo luminoso tal que en los pasillos del CT se garantice un nivel de iluminación no inferior a 5 lux, con una autonomía mínima de una hora.

## **6 Protecciones**

### **6.1 Protecciones en la Línea de AT**

En el caso de defecto en el embarrado de AT del CT/CS la protección se realiza mediante los dispositivos correspondientes en la cabecera de la línea de AT de alimentación.

En el caso de alimentación mediante línea aérea, la protección contra sobretensiones en alta tensión se realizará mediante la instalación de pararrayos. Se colocará un juego de pararrayos en el punto de transición de la línea aérea a subterránea. La conexión de la línea al pararrayos se hará mediante conductor desnudo y de las mismas características que el de la línea. Siendo dicha conexión lo más corta posible. Los pararrayos se instalarán lo más cerca posible de elementos a proteger, sin intercalar ningún dispositivo de seccionamiento.

En el caso de alimentación mediante líneas aéreas la protección contra sobreintensidades se realizará generalmente mediante la instalación de cortacircuitos fusibles en la derivación de la línea que alimenta al Centro de Transformación o Seccionamiento.

En el caso de alimentación mediante líneas subterráneas, las líneas que alimentan el CT/CS dispondrán de los dispositivos necesarios para que, cuando se produce un defecto, éste se elimine mediante la apertura de un interruptor automático que actúa por la orden que le transmite un relé que controla la intensidad de defecto.

### **6.2 Protecciones en el CT/CS**

#### **Centro de Transformación**

Los transformadores están protegidos tanto en AT como en BT. En AT la protección la efectúan las celdas asociadas a esos transformadores, mientras que en BT la protección se incorpora en los cuadros de baja tensión de las líneas de salida.

La protección en AT de cada transformador se realiza generalmente utilizando una celda de interruptor-seccionador con fusibles, siendo éstos los que efectúan la protección ante eventuales cortocircuitos.

Estos fusibles realizan su función de protección de forma ultrarrápida (de tiempos inferiores a los de los interruptores automáticos), ya que su fusión evita incluso el paso del máximo de las corrientes de cortocircuitos por toda la instalación

Los fusibles se seleccionan para:

- Permitir el funcionamiento continuado a la intensidad nominal, requerida para esta aplicación.
- No producir disparos durante el arranque en vacío de los transformadores, tiempo en el que la intensidad es muy superior a la nominal y de una duración intermedia.
- No producir disparos cuando se producen corrientes de entre 10 y 20 veces la nominal, siempre que su duración sea inferior a 0,1 s, evitando así que los fenómenos transitorios provoquen interrupciones del suministro.

Además de los fusibles, la celda de protección llevará un relé contra sobrecargas y que además implementará las funcionalidades descritas en el punto 5.1.1, apartado fusibles (I3), y una protección térmica del transformador.

Las salidas de BT contarán con fusibles en todas las salidas, con una intensidad nominal igual al valor de la intensidad nominal exigida a esa salida y un poder de corte como mínimo igual a la corriente de cortocircuito correspondiente.

### **Centro de Seccionamiento**

En el caso de Centros de Seccionamiento, para garantizar la continuidad del suministro en la red de LA EMPRESA, se instalarán las protecciones indicadas a continuación.

En los centros de seccionamiento en los que no se disponga de alimentación auxiliar las protecciones serán autoalimentadas contra cortocircuito, sobrecarga y tierra.

Como norma general, en los CS con redes de tensión nominal menor de 36kV con neutro aislado, y en ausencia de alimentación auxiliar, se instalarán protecciones autoalimentadas contra defectos a tierra (51N) con intensidad umbral de 0,5 A; regulable en pasos de 0,2 A hasta 3 A.

En el caso de que el centro de seccionamiento sirva de alimentación a una instalación particular, para garantizar el correcto funcionamiento de las protecciones en el centro de consumidor, se solicitará a LA EMPRESA el tarado de sus protecciones, asegurando así que las protecciones del consumidor mantienen la selectividad con las protecciones de la red.

### 6.2.1 Protección contra Cortocircuitos Externos

La protección contra cortocircuitos externos en el puente de interconexión que une los bornes del secundario del transformador y el cuadro de baja tensión en el embarrado de éste estará asignada a la celda de AT.

Los cortocircuitos que puedan producirse en las líneas de BT que parten del Centro de Transformación en ningún caso deberán repercutir en el transformador, por lo cual el calibre de los fusibles que protegen las salidas desde el cuadro de BT se dimensionarán en función de las características de las líneas que alimentan. En ningún caso superarán los valores que se indican en la siguiente tabla:

| Cable                  | Fusible |
|------------------------|---------|
| 50 mm <sup>2</sup> Al  | 100 A   |
| 95 mm <sup>2</sup> Al  | 160 A   |
| 150 mm <sup>2</sup> Al | 200 A   |
| 240 mm <sup>2</sup> Al | 250 A   |

Se comprobará que existe selectividad entre los fusibles de AT y los de BT.

### 6.2.2 Protección contra Cortocircuitos Internos

La protección contra defectos internos se efectuará mediante fusible de AT cuya característica de tiempo / corriente se ajustará a la Norma UNE-EN IEC 60282-1, o relé de sobreintensidad (asociados a interruptor automático).

En el caso de fusibles, las curvas de actuación dependerán del fabricante. A modo orientativo estarán comprendidas entre los siguientes parámetros:

Tiempo de interrupción del circuito:

$$2 I_{nt} < 2 \text{ horas}$$

$$10 I_{nt} < 2 \text{ segundos}$$

$$25 I_{nt} < 0,1 \text{ segundos}$$

$I_{nt}$  = Intensidad nominal en AT del transformador

Los calibres de los fusibles a utilizar en función de la tensión nominal de explotación de la red y la potencia del transformador se indican en la siguiente tabla:

| Potencia del transformador<br>kVA | 12 kV<br>A | 20 kV<br>A | 22 kV<br>A | 24 kV<br>A | 25 kV<br>A | 30 kV<br>A |
|-----------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 50                                | 10         | 10         | ---        | ---        | ---        | 10         |
| 100                               | 16         | 10         | 10         | 10         | 10         | 10         |
| 250                               | 25         | 25         | 16         | 16         | 16         | 16         |
| 400                               | 40         | 40         | 25         | 25         | 25         | 25         |
| 630                               | 63         | 63         | 40         | 31,5       | 31,5       | 32         |
| 1000                              | 100        | 100        | 63         | 63         | 63         | 40         |

### 6.2.3 Protección contra Sobrecargas

Se efectuará mediante los siguientes dispositivos, que produzcan la desconexión del interruptor de AT:

- Termómetro provisto de indicador de máxima temperatura y contacto de disparo, que detecte la temperatura del medio refrigerante y, al alcanzar el valor de regulación, active la bobina de disparo colocada en la celda de protección de transformador, provocando la desconexión del transformador. El termómetro estará provisto de señal de disparo y señal de alarma por temperatura. El termómetro estará regulado para disparar a 95 °C, de forma que el punto más caliente del bobinado no supere los 115 °C.
- Relé de sobreintensidad del primario del transformador que al mismo tiempo que efectúa la función de protección parametrizable para la zona I3 (funcionalidad descrita en el punto 5.1.1, apartado fusibles), también dé la orden de desconexión cuando ésta supere en un 20 % la nominal del transformador.

## **7 Señalizaciones y Material de Seguridad**

Los CT/CS cumplirán con las siguientes prescripciones:

- a) La puerta o tapa de acceso estará provista de los elementos de identificación del Centro (Nº de CT/CS y alias de acuerdo con la norma correspondiente de LA EMPRESA).
- b) Las puertas o tapas de acceso al CT/CS llevarán el cartel con la correspondiente señal triangular distintiva de riesgo eléctrico, modelo W012 según UNE-EN ISO 7010.
- c) En un lugar bien visible del interior se situará un cartel con las instrucciones de primeros auxilios a prestar en caso de accidente. Su tamaño será como mínimo UNE A-3.
- d) La instalación para el servicio propio del CT/CS dispondrá de un interruptor diferencial de alta sensibilidad de acuerdo con la serie de normas UNE-EN 61008 o serie UNE-EN 61009.
- e) En un lugar bien visible del interior se situará un cartel con las 5 reglas de oro de la seguridad.
- f) En un lugar bien visible del interior se situará el esquema unifilar.
- g) En un lugar bien visible próximo a la puerta de acceso se dispondrá de la cartelería relativa a la identificación de riesgos del CT/CS.
- h) Se dispondrá en el interior del CT/CS de una banqueta aislante para las operaciones de maniobra.

## **8 Sistemas de Puestas a Tierra**

El CT/CS estará provisto de instalaciones de puesta a tierra independientes, con objeto de limitar las tensiones de defecto a tierra que puedan producirse en la propia instalación. Esta puesta a tierra, complementada con los dispositivos de interrupción de corriente, deberá asegurar la descarga a tierra de la intensidad homopolar de defecto, contribuyendo a la eliminación del riesgo eléctrico debido a la aparición de tensiones peligrosas en el caso de contacto con las masas puestas en tensión.

Se realizará el estudio del sistema óptimo de puesta a tierra con objeto de que en ningún punto normalmente accesible de la instalación eléctrica donde las personas puedan circular o permanecer, exista el riesgo de estar sometidas a una tensión peligrosa durante cualquier defecto en la instalación eléctrica o en la red unida a ella.



El sistema de puesta a tierra adoptado cumplirá las prescripciones recogidas en la Reglamentación Vigente ITC-RAT 13.

### **8.1 Puesta a Tierra de Protección (Herrajes)**

Tiene por finalidad limitar la tensión a tierra de aquellas partes de la instalación eléctrica, normalmente sin tensión, pero que pueden, eventualmente, ser puestas en tensión a causa de un defecto.

Comprende las puestas a tierra de:

- Mallazo equipotencial existente del CT.
- Masas de alta tensión.
- Masas de baja tensión.
- Pantallas metálicas de los cables de alta tensión.
- Armaduras metálicas interiores de la edificación y tapas de las canaletas.
- Cuba metálica y carriles de los transformadores de distribución.
- Bandejas metálicas de cables.
- Pararrayos de alta tensión (si existiesen).
- Bornes de tierra y neutro del secundario de los transformadores de aislamiento BT/BT (con aislamiento 10 kV) de separación de circuitos.
- etc.

No se unirán, por contra, las rejillas y puertas metálicas del centro, si son accesibles desde el exterior.

La línea de tierra recorrerá todo el perímetro interior del CT e irá sujeto a las paredes mediante bridas de sujeción y conexión.

Dada la importancia de esta instalación y con el fin de garantizar la perfecta conservación de la misma, evitando la corrosión de los materiales por formación de pares galvánicos, los conductores de la red de tierra interior del centro de transformación serán de cobre de sección 50 mm<sup>2</sup>, conectando la línea de tierra interior del centro de transformación a la parte superior de una caja de seccionamiento.

MEMORIA

La parte inferior de esta caja de seccionamiento se unirá mediante conductor de cable unipolar también de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup> de sección a los electrodos de puesta a tierra de protección y mallazo equipotencial.

## 8.2 Puesta a Tierra de Servicio (Neutro)

Con objeto de evitar tensiones peligrosas en Baja Tensión, debido a faltas en la red de Alta Tensión, el neutro del sistema de Baja Tensión se conecta a una toma de tierra independiente del sistema de Alta Tensión, de tal forma que no exista influencia en la red general de tierra.

Esta red de tierra conectará el borne del neutro de los transformadores de distribución, mediante conductor de cobre aislado 0,6/1 kV de 50 mm<sup>2</sup> de sección a la parte superior de una caja de seccionamiento. La parte inferior de esta caja se unirá, mediante conductor de cobre aislado 0,6/1 kV de 50 mm<sup>2</sup> de sección, con el primer electrodo del circuito de puesta a tierra de servicio exterior, efectuándose las uniones entre los electrodos con conductor de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup> de sección y con una separación mínima entre ellos de 4 m. Todas las conexiones se realizarán mediante soldadura aluminotérmica.

A esta tierra se conectarán:

- Neutros de los transformadores de distribución.
- Bornes de puesta a tierra de los transformadores de intensidad de baja tensión.

## 8.3 Diseño de la Instalación de Puesta a Tierra

Los datos de corriente de falta y duración de falta serán aportados por LA EMPRESA para cada proyecto simplificado, con el fin de definir el dimensionamiento de los sistemas de tierra. Estos datos quedarán claramente reflejados en cada proyecto simplificado.

## 8.4 Instalación de Tierras Separadas

Dado que no se puede garantizar que la tensión de puesta a tierra en el CT no sea superior a 1000 V, se diseñará un sistema de tierras separadas.

Se prescribe la separación de la tierra de protección y de la tierra de servicio. En función de las intensidades de defecto y de la resistividad del terreno, deberá determinarse mediante procedimiento de cálculo la distancia que como mínimo debe mantenerse entre

MEMORIA

las instalaciones de puesta a tierra de protección y de servicio. En virtud de lo indicado en el punto 4.3.3.5 de la ITC-RAT 14, se dispondrá de un nivel de aislamiento de 10 kV a frecuencia industrial (1 min) y de 20 kV a impulso tipo rayo (onda 1,2/50  $\mu$ s) entre ambas instalaciones de tierra.

### 8.5 Líneas de Tierras

Los conductores empleados en las líneas de tierra tendrán una resistencia mecánica adecuada y ofrecerán una elevada resistencia a la corrosión.

Su sección será tal, que la máxima corriente que circule por ellos en caso de defecto o de descarga atmosférica no lleve a estos conductores a una temperatura cercana a la de fusión, ni ponga en peligro sus empalmes y conexiones.

Dada la importancia de esta instalación y con el fin de garantizar la perfecta conservación de la misma, evitando la corrosión de los materiales por formación de pares galvánicos, no se admitirán secciones inferiores a 50 mm<sup>2</sup> de cobre.

### 8.6 Electrodo de Puesta a Tierra

Estarán constituidos por cualquiera de los siguientes elementos o por una combinación de ellos:

- a) Pica de acero-cobre de 14,6 mm de diámetro y 2 m de longitud, dispuestas generalmente en hilera con una separación mínima entre ellas de 4 m y unidas mediante conductor de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup> de sección, realizándose todas las conexiones con soldadura aluminotérmica. Su número será determinado por procedimientos de cálculo a fin de que no se sobrepasen los valores de las tensiones de paso y contacto máximos reglamentarios.
- b) Electrodo profundo en pozo de perforación con conductor de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup> de sección. Su profundidad será determinada por procedimientos de cálculo a fin de que no se sobrepasen los valores de las tensiones de paso y contacto máximos reglamentarios.
- c) Conductor enterrado horizontalmente, formado por cable de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup> de sección. Su longitud será determinada por procedimientos de cálculo a fin de que no se sobrepasen los valores de las tensiones de paso y contacto máximos reglamentarios.

Se podrán utilizar otras configuraciones de puesta a tierra siempre que se justifiquen técnicamente en el proyecto simplificado.

### **8.7 Condiciones de instalación de los electrodos**

Las picas se hincarán verticalmente quedando la parte superior a una profundidad no inferior a 0,5 m. En terrenos donde se prevean heladas, se aconseja una profundidad mínima de 0,8 m.

Los electrodos horizontales se enterrarán a una profundidad igual a la de la parte superior de las picas.

Los electrodos profundos se dispondrán verticalmente.

### **8.8 Ejecución de la Puesta a Tierra**

Las instalaciones de puesta a tierra y los elementos conectados a ellas, cumplirán las siguientes condiciones:

- Las cajas de seccionamiento a instalar, una para la tierra de protección y otra para la de servicio, llevarán un borne accesible para la medida de la resistencia de tierra. Estas cajas, estarán debidamente señalizadas y protegidas. A su parte superior se conectará la red interior del centro y a la inferior la parte que conecta con los electrodos. Se instalarán en lugar accesible, a una altura de 20 cm. aproximadamente por encima del nivel de la solera, y con una separación mínima entre ellas, de al menos 10 cm.
- Todos los elementos que constituyen la instalación de puesta a tierra estarán protegidos adecuadamente contra deterioros por acciones mecánicas o de cualquier otra índole.

Además, en la red de tierra de protección (o herrajes) se cumplirá que:

- Los elementos conectados a la red no estarán intercalados en el circuito como elementos eléctricos en serie, sino que su conexión al mismo se efectuará mediante derivaciones individuales desde la red interior general.
- La resistencia eléctrica entre cualquier punto de la masa o cualquier elemento metálico unido a ella y el conductor de la línea de tierra, en el punto de penetración

en el terreno, será tal que el producto de la misma por la intensidad de defecto máxima prevista sea igual o inferior a 50 V.

- No se unirá a la instalación de puesta a tierra ningún elemento metálico situado en los paramentos exteriores del CT/CS, evitando así la transferencia de tensiones al exterior.

En la red de tierra de servicio (o neutro) se cumplirá que:

- Se instalará un número de picas suficiente para que la resistencia de puesta a tierra sea inferior a 37 ohmios.

Las instalaciones de puesta a tierra deberán aislarse entre sí para la diferencia de tensiones que pueda aparecer entre ambas.

La distancia mínima entre los electrodos de la 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 documento de cálculos justificativos.

## **8.9 Medidas Adicionales de Seguridad para las Tensiones de Paso y Contacto**

Una vez construida la instalación de puesta a tierra, se procederá a la realización de las verificaciones correspondientes a fin de comprobar el cumplimiento de la reglamentación vigente tal como se prescribe en la instrucción ITC-RAT 13, apartado 8.1.

En las mediciones a realizar, se prestará especial atención a las tensiones de paso y contacto en las proximidades de los elementos aislados de la red de tierras, tales como puertas y rejillas de ventilación.

Si fuese necesario, a la vista de los valores obtenidos, se harán las modificaciones necesarias en el sistema de puesta a tierra con la finalidad de obtener unos valores que se mantengan dentro de los rangos reglamentarios. Asimismo, y de acuerdo con lo prescrito en el apartado 8.2. de la misma instrucción se comprobará periódicamente el estado de las instalaciones de puesta a tierra.

En caso de no obtenerse los valores reglamentarios en lo que se refiere a las tensiones de paso y contacto se adoptarán medidas encaminadas debiendo certificarse finalmente la obtención de dichos valores. Se proponen las siguientes:

|    | <b>Procedimiento</b>  | <b>Efectos sobre</b>         |
|----|---|------------------------------|
| 1º | Reducir el valor de la resistencia de puesta a tierra, aumentando la longitud del electrodo y/o disminuyendo la resistividad del terreno.             | Tensiones de paso y contacto |
| 2º | Realizar acera aislante perimetral con una capa de hormigón seco ( $\rho_s = 3000 \text{ Ohm.m}$ ), con una anchura de 1 metro y un espesor de 10 cm. | Tensiones de paso y contacto |
| 3º | Situar el punto superior del electrodo a una profundidad superior a 0,80 m.   | Tensión de paso              |
| 4º | Instalación de anillos difusores de dimensiones crecientes, enterrados en disposición piramidal.  | Tensión de paso              |

## 9 Contenidos del Proyecto Simplificado

Cada Proyecto Simplificado, diseñado en base al presente Proyecto Tipo, deberá aportar los siguientes documentos, de cara a su legalización ante los distintos organismos sustantivos, mediante el que se solicitará la correspondiente Autorización Administrativa, Aprobación de Proyecto, Declaración de Utilidad Pública si procede, y posteriormente la Puesta en Marcha de las instalaciones.

El contenido del Proyecto Simplificado debe ser conforme a la legislación vigente que sea de aplicación y a lo prescrito en el presente Proyecto Tipo, considerándose los relacionados a continuación, documentos mínimos de que debe constar el Proyecto Simplificado, sin perjuicio de otros que por características de la instalación, de su emplazamiento o de exigencias de organismos competentes o afectados puedan considerarse necesarios, tal es el caso de documentos relacionados con la protección del medio ambiente, de salvaguarda bienes de interés cultural o patrimonial, de la seguridad de los servicios públicos, etc.

### 9.1 Memoria

Justificará la finalidad de la instalación razonando su necesidad o conveniencia y el objetivo final.

Se describirá el CT/CS identificando:

- Denominación de la instalación
- Ubicación y accesos

- Organismos afectados por la instalación y medidas propuestas (separatas)
- Características constructivas de la caseta prefabricada, tipo, dimensiones, peso.
- Descripción de la obra civil necesaria para la instalación de la caseta prefabricada.
- Línea o líneas de alimentación
- Aparamenta eléctrica de AT y configuración
- Número de transformadores y potencia instalada
- Potencia máxima admisible
- Sistemas de protección a instalar
- Dimensionamiento de los cables de interconexión AT/AT
- Dimensionamiento de los cables de interconexión AT/BT
- Número de cuadros de baja tensión y módulos de ampliación, así como número de salidas disponibles
- Sistema de puesta a tierra elegido y su justificación

## **9.2 Cálculos**

### **9.2.1 Cálculos Eléctricos**

Se realizarán los cálculos eléctricos precisos aportando lo resultados siguientes:

- Intensidad de Alta Tensión
- Intensidad de Baja Tensión
- Intensidad de cortocircuito en el lado de Alta Tensión
- Intensidad de cortocircuito en el lado de Baja Tensión

### 9.2.2 Cálculos del Sistema de Puesta a Tierra

Se realizarán los cálculos del sistema de puesta a tierra en base al sistema elegido, indicando:

- Datos de partida tenidos en cuenta para el cálculo
- Intensidad de defecto
- Reactancia capacitiva
- Separación entre instalaciones de puesta a tierra de servicio y protección
- Resistencia de puesta a tierra
- Tensiones de paso y contacto admisibles
- Tensión de paso máxima
- Tensión de contacto máxima
- Tensión de defecto admisible por el aislamiento de los equipos de BT.
- Tensión de defecto

### 9.3 Planos

Cada Proyecto Simplificado contendrá al menos los siguientes planos:

- Planos de situación (plano general) y emplazamiento

Podrán formar parte de un mismo plano con sus correspondientes escalas o bien presentarse en planos separados. En cualquier caso se indicará el Norte Geográfico y la escala a utilizar será no inferior a 1:50.000 (y no superior a 1/100.000) para el plano de situación, y no inferior a 1:5.000 para el de emplazamiento. En el plano se indicará la ubicación del CT/CS de tal modo que se refleje de forma inequívoca su localización y accesos. Se utilizará preferentemente el formato A4 para ambos.

- Plano de implantación de CT

Plano de planta a escala no inferior a 1:100 (y no superior a 1/1.000) donde se reflejará la implantación del CT/CS en relación con el entorno y con las instalaciones de alimentación del mismo. Se utilizará preferentemente el formato A3.



- Plano de obra civil de CT

Plano de planta a escala no inferior a 1:25 (y no superior a 1/50), donde se identificarán las características constructivas de la caseta que alberga al CT/CS, fosos de aparamenta, canalizaciones de cables, foso de recogida de líquido dieléctrico, puertas o tapas de acceso, sistemas de ventilación, elementos de protección, etc. Se identificarán las cotas de las distintas partes de la caseta con respecto al exterior, así como la altura útil de la misma. Se representará la obra civil necesaria para la instalación y correcto asentamiento de la caseta prefabricada. El plano se presentará a escala y debidamente acotado. Podrá completarse con secciones y detalles de los distintos elementos a escala apropiada. Se utilizarán preferentemente los formatos A3 ó A1, según escala.

- Plano de distribución de aparamenta (Montaje de CT)

Plano de planta a escala no inferior a 1:25 (y no superior a 1/50), donde se identificará la distribución, características y dimensiones de la aparamenta dentro de la caseta, disposición de las celdas, transformador, cuadro (s) de baja tensión y cables de interconexión de AT y BT. Se indicarán los pasillos de servicio y maniobra y se acotarán las distancias de la aparamenta eléctrica entre sí, a los elementos constructivos y a los elementos de protección. En caso de reforma de CT/CS existente se presentará este plano tanto en su situación primitiva como proyectada. El plano se presentará a escala y debidamente acotado. Podrá completarse con secciones y detalles de los distintos elementos a escala apropiada. Se utilizarán preferentemente los formatos A3 ó A1, según escala.

- Plano de instalación de puesta a tierra

Plano de planta a escala no inferior a 1:25 (y no superior a 1/50), donde se reflejará tanto la instalación interior como exterior de puesta a tierra, identificando por separado cada una de las instalaciones de puesta a tierra así como la separación entre ellas. El plano se presentará a escala y debidamente acotado. Podrá completarse con secciones y detalles de los distintos elementos a escala apropiada. Podrá ser un plano independiente (utilizando preferentemente los formatos A3 ó A1, según escala) o formar parte del plano de Montaje CT.

- Plano de servicios auxiliares

Plano de planta a escala no inferior a 1:50 donde se reflejará los servicios auxiliares del CT/CS, sistemas de alumbrado, elementos de seguridad, servicios eléctricos para mantenimiento, sistemas de telegestión, telemando y control, dispositivos de protección, etc. Se utilizarán preferentemente los formatos Formato A3 ó A1, según escala.

- Plano de esquema Unifilar

Esquema unifilar de la instalación desde la alimentación al CT/CS hasta las salidas de BT. Simbología según Norma UNE. Se utilizará preferentemente el formato A4.

#### **9.4 Presupuesto**

Cada Proyecto Simplificado dispondrá de un presupuesto donde se desarrolle cada uno de los capítulos recogidos en el documento correspondiente de este Proyecto Tipo.

El documento Presupuesto que figura en el presente Proyecto Tipo contiene una capitulación orientativa de los apartados del presupuesto del Proyecto Simplificado, sin perjuicio de que el proyectista los extienda a cuantas partidas presupuestarias sean necesarias en cada caso.

#### **9.5 Estudio de Seguridad y Salud**

Según el Real Decreto 1627/1.997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción, y más en concreto en su Art. 4, "Obligatoriedad del Estudio de Seguridad y Salud o del Estudio Básico de Seguridad y Salud en las obras", el promotor estará obligado a que en la fase de redacción se elabore un Estudio de Seguridad y Salud en los proyectos de obras en las que se den alguno de los supuestos que más abajo se exponen"

Los supuestos específicos que obligarían a que se elabore un Estudio de Seguridad y Salud y no un Estudio Básico de Seguridad y Salud serían:

- Que el presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto sea igual o superior a 450.760 euros.
- Que la duración estimada sea superior a 30 días laborables, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- Que el volumen de mano de obra estimada, entendiéndose por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, sea superior a 500.
- Las obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas.

Sea Básico o no, el estudio de seguridad y salud tiene que ser coherentes con el proyecto, formando parte de este y partiendo de todos los elementos proyectados y de

unas hipótesis de ejecución, debe contener las medidas de prevención y protección técnicas necesarias para la realización de la obra en condiciones de seguridad y salud.

En este sentido ambos tipos de estudios de seguridad y salud deberán contemplar la totalidad de las actividades que se prevea realizar en la obra, incluidas aquellas para las que administrativamente se exija un proyecto específico, una memoria valorada o cualquier otro documento de similares características.

Ambos tipos de estudios de seguridad y salud (elaborados junto con el proyecto) deberán ser realizado por un técnico competente designado por el promotor.

Principios generales aplicables al proyecto:

De conformidad con la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, los principios generales de prevención en materia de seguridad y de salud previstos en su artículo 15 deberán ser tomados en consideración por el proyectista en las fases de concepción, estudio y elaboración del proyecto de obra y en particular:

- a) Al tomar las decisiones constructivas, técnicas y de organización con el fin de planificar los distintos trabajos o fases de trabajo que se desarrollarán simultánea o sucesivamente.
- b) Al estimar la duración requerida para la ejecución de estos distintos trabajos o fases del trabajo.

Los principios generales de prevención en materia de seguridad y de salud previstos en el artículo 15 mencionado, de aplicación por el proyectista, serán:

- a) Evitar los riesgos.
- c) Evaluar los riesgos que no se puedan evitar.
- d) Combatir los riesgos en su origen.
- e) Adaptar el trabajo a la persona, en particular en lo que respecta a la concepción de puestos de trabajo, así como a la elección de los equipos y los métodos de trabajo y de producción, con miras, en particular, a atenuar el trabajo monótono y repetitivo y a reducir los efectos del mismo en la salud.
- f) Tener en cuenta la evolución de la técnica.
- g) Sustituir lo peligroso por lo que entrañe poco o ningún peligro.

- h) Planificar la prevención, buscando un conjunto coherente que integre en ella la técnica, la organización del trabajo, las condiciones de trabajo, las relaciones sociales y la influencia de los factores ambientales en el trabajo.
- i) Adoptar medidas que antepongan la protección colectiva a la individual.
- j) Dar las debidas instrucciones a los trabajadores.

## **9.6 Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición**

De acuerdo con el RD 105/2008 por la que se regula la gestión de los residuos de construcción y demolición, será imprescindible la confección de un Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición, conforme a lo dispuesto en el art 4, de obligaciones del productor de residuos de construcción y demolición.

Este estudio servirá de base para que la empresa que en un futuro sea la encargada de realizar la ejecución de las obras, redacte y presente al Promotor del Proyecto específico y a su vez de la Obra a ejecutar, un Plan de Gestión en el que refleje como 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, en cumplimiento del Artículo 5, de obligaciones del poseedor de residuos de construcción y demolición, del citado Real Decreto.

Dicho Plan de Gestión de Residuos, una vez aprobado por la Dirección Facultativa y aceptado por LA EMPRESA, pasará a formar parte de los documentos contractuales de la obra.

**ANEXO:****CÁLCULO DE LA DISTRIBUCIÓN DE LA DENSIDAD DE FLUJO MAGNÉTICO  
EN EL ENTORNO DE CT's EN CASETA MEDIANTE SIMULACIÓN COMPUTACIONAL**

# INFORME

## Cálculo de la distribución de la densidad de flujo magnético en el entorno de centros de transformación en caseta mediante simulación computacional (flux 11.1)

### CTC (Centro de Transformación en Caseta)


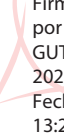

|  |   |  |  |
|--|---|--|--|
| <u>Escenario 1.1 (CTC-02):</u><br><b>2L + 1T</b><br>(Sup)  | <u>Escenario 1.2 (CTC-03):</u><br><b>2L + 2T</b><br>(Sup) | <u>Escenario 1.3 (CTCS-04):</u><br><b>2L + 1T</b><br>(Sub) | <u>Escenario 1.4 (CTCS-06):</u><br><b>2L + 2T</b><br>(Sub) |
| <u>Escenario 1.5 (CTC-19):</u><br><b>2L + 1T</b><br>(Semi) | <u>Escenario 1.6 (CTCR-22):</u><br><b>1T</b><br>(Rural)   | <u>Escenario 1.7 (CTC-01):</u><br><b>3L</b><br>(Sup)       | <u>Escenario 1.8 (CTC-25):</u><br><b>3L</b><br>(Semi)      |

### Grupo de Tecnologías Electro-Energéticas Avanzadas (GTEA)

Departamento de Ingeniería Eléctrica y Energética (DIE<sup>2</sup>)  
Universidad de Cantabria

Septiembre de 2022

| Revisión | Fecha                    | Descripción            |
|----------|--------------------------|------------------------|
| 0        | 18 de agosto de 2022     | Creación del documento |
| 1        | 21 de septiembre de 2022 | 1ª Revisión            |
| 2        | 7 de octubre de 2022     | 2ª Revisión            |

| Elaboración  |   | Aprobación   |
|--|---|--|
| Sergio Bustamante  | Alberto Arroyo  | Mario Mañana   |
| BUSTAMANTE<br>SANCHEZ<br>SERGIO -<br>72075906R<br><br>Firmado digitalmente por<br>BUSTAMANTE SANCHEZ<br>SERGIO - 72075906R<br>Fecha: 2023.06.13<br>14:33:21 +02'00' | ARROYO<br>GUTIERREZ<br>ALBERTO -<br>20216769E<br><br>Firmado digitalmente<br>por ARROYO<br>GUTIERREZ ALBERTO -<br>20216769E<br>Fecha: 2023.06.29<br>13:23:23 +02'00' | <br>Firmado<br>digitalmente por<br>MAÑANA CANTELI<br>MARIO - 52615922H<br>Fecha: 2023.06.27<br>23:48:32 +02'00' |



942 201 378



[mananam@unican.es](mailto:mananam@unican.es)  
[alberto.arroyo@unican.es](mailto:alberto.arroyo@unican.es)

El presente informe se ampara bajo el contrato de I+D titulado “Análisis de Campos Electromagnéticos en Centros de Transformación de Distribución Eléctrica”.

El informe es de carácter consultivo y no vinculante, y a tal efecto la UC no asume ninguna responsabilidad frente a terceros por el uso de los resultados por parte de BARRAS ELÉCTRICAS GALAICO ASTURIANAS S.A.

Santander, a 13 de junio de 2023

## Contenido

|  |    |
|--|----|
| Contenido .....  | 2  |
| lista de figuras .....   | 4  |
| lista de tablas .....  | 7  |
| 1. Introducción .....  | 8  |
| 2. Datos de partida .....  | 9  |
| 3. Escenario 1.1: dos líneas + un transformador en instalación de superficie .....     | 9  |
| 3.1. Descripción general de la instalación .....                                       | 9  |
| 3.2. Plano de la instalación .....   | 9  |
| 3.3. Secciones de cable y corrientes de circulación .....                              | 12 |
| 3.4. Consideraciones .....   | 12 |
| 3.5. Resultados .....  | 12 |
| 3.5.1. Gráficos de distribución de flujo magnético (B[T]) en planos .....              | 12 |
| 3.5.2. Gráficos de distribución de flujo magnético (B[T]) en líneas .....              | 16 |
| 4. Escenario 1.2: dos líneas + dos transformadores en instalación de superficie .....  | 17 |
| 4.1. Descripción general de la instalación .....                                       | 17 |
| 4.2. Plano de la instalación .....   | 18 |
| 4.3. Secciones de cable y corrientes de circulación .....                              | 19 |
| 4.4. Consideraciones .....   | 20 |
| 4.5. Resultados .....  | 20 |
| 4.5.1. Gráficos de distribución de flujo magnético (B[T]) en planos .....              | 20 |
| 4.5.2. Gráficos de distribución de flujo magnético (B[T]) en líneas .....              | 23 |
| 5. Escenario 1.3: dos líneas + un transformador en instalación subterránea .....       | 25 |
| 5.1. Descripción general de la instalación .....                                       | 25 |
| 5.2. Plano de la instalación .....   | 26 |
| 5.3. Secciones de cable y corrientes de circulación .....                              | 28 |
| 5.4. Consideraciones .....   | 29 |
| 5.5. Resultados .....  | 29 |
| 5.5.1. Gráficos de distribución de flujo magnético (B[T]) en planos .....              | 29 |
| 5.5.2. Gráficos de distribución de flujo magnético (B[T]) en líneas .....              | 31 |
| 6. Escenario 1.4: dos líneas + dos transformadores en instalación subterránea .....    | 33 |
| 6.1. Descripción general de la instalación .....                                       | 33 |
| 6.2. Plano de la instalación .....   | 33 |
| 6.3. Secciones de cable y corrientes de circulación .....                              | 36 |
| 6.4. Consideraciones .....   | 36 |
| 6.5. Resultados .....  | 36 |
| 6.5.1. Gráficos de distribución de flujo magnético (B[T]) en planos .....              | 36 |
| 6.5.2. Gráficos de distribución de flujo magnético (B[T]) en líneas .....              | 38 |
| 7. Escenario 1.5: dos líneas + un transformador en instalación semienterrada .....     | 40 |
| 7.1. Descripción general de la instalación .....                                       | 41 |
| 7.2. Plano de la instalación .....   | 41 |
| 7.3. Secciones de cable y corrientes de circulación .....                              | 43 |
| 7.4. Consideraciones .....   | 44 |
| 7.5. Resultados .....  | 44 |
| 7.5.1. Gráficos de distribución de flujo magnético (B[T]) en planos .....              | 44 |
| 7.5.2. Gráficos de distribución de flujo magnético (B[T]) en líneas .....              | 48 |
| 8. Escenario 1.6: un transformador en instalación de superficie rural bajo poste ..... | 50 |



|         |   |    |
|---------|---|----|
| 8.1.    | Descripción general de la instalación .....   | 50 |
| 8.2.    | Plano de la instalación .....   | 51 |
| 8.3.    | Secciones de cable y corrientes de circulación .....  | 53 |
| 8.4.    | Consideraciones .....   | 53 |
| 8.5.    | Resultados .....  | 54 |
| 8.5.1.  | Gráficos de distribución de flujo magnético (B[T]) en planos .....  | 54 |
| 8.5.2.  | Gráficos de distribución de flujo magnético (B[T]) en líneas.....   | 58 |
| 9.      | Escenario 1.7: tres líneas en centro de seccionamiento maniobra interior en instalación de superficie ..... | 60 |
| 9.1.    | Descripción general de la instalación .....   | 60 |
| 9.2.    | Plano de la instalación .....   | 60 |
| 9.3.    | Secciones de cable y corrientes de circulación .....  | 63 |
| 9.4.    | Consideraciones .....   | 63 |
| 9.5.    | Resultados .....  | 64 |
| 9.5.1.  | Gráficos de distribución de flujo magnético (B[T]) en planos .....  | 64 |
| 9.5.2.  | Gráficos de distribución de flujo magnético (B[T]) en líneas.....   | 67 |
| 10.     | Escenario 1.8: tres líneas en centro de seccionamiento maniobra exterior en instalación semienterrada ..... | 68 |
| 10.1.   | Descripción general de la instalación .....   | 68 |
| 10.2.   | Plano de la instalación .....   | 68 |
| 10.3.   | Secciones de cable y corrientes de circulación .....  | 72 |
| 10.4.   | Consideraciones .....   | 72 |
| 10.5.   | Resultados .....  | 73 |
| 10.5.1. | Gráficos de distribución de flujo magnético (B[T]) en planos .....  | 73 |
| 10.5.2. | Gráficos de distribución de flujo magnético (B[T]) en líneas.....   | 77 |

## Lista de figuras

|   |    |
|---|----|
| Figura 1. Vista isométrica de la instalación (2L+1T [Sup]) (cotas en mm).....   | 10 |
| Figura 2. Vista en planta de la instalación (2L+1T [Sup]) (cotas en mm). ....   | 11 |
| Figura 3. Vista en perfil de la instalación (2L+1T [Sup]) (cotas en mm). ....   | 11 |
| Figura 4. Densidad de flujo magnético ( $B[T] = \text{Magnitud } B$ ) en la envolvente del CT (2L+1T [Sup]). ...  | 13 |
| Figura 5. Densidad de flujo magnético ( $B[T] = \text{Magnitud } B$ ) en el panel frontal (2L+1T [Sup]). ....   | 14 |
| Figura 6. Densidad de flujo magnético ( $B[T] = \text{Magnitud } B$ ) en el panel derecho (2L+1T [Sup]). ....   | 14 |
| Figura 7. Densidad de flujo magnético ( $B[T] = \text{Magnitud } B$ ) en el panel trasero (2L+1T [Sup]).....  | 15 |
| Figura 8. Densidad de flujo magnético ( $B[T] = \text{Magnitud } B$ ) en el panel izquierdo (2L+1T [Sup]). ....   | 15 |
| Figura 9. Densidad de flujo magnético ( $B[T] = \text{Magnitud } B$ ) en envolvente situada a 0,5 metros (2L+1T [Sup]). ....  | 16 |
| Figura 10. Densidad de flujo magnético ( $B[T] = \text{Magnitud } B$ ) en envolvente situada a 1 metro (2L+1T [Sup]). ....  | 16 |
| Figura 11. Densidad de flujo magnético ( $B[T] = \text{Magnitud } B$ ) en envolvente situada a 1,5 metros (2L+1T [Sup]). ....   | 17 |
| Figura 12. Vista isométrica de la instalación (2L+2T [Sup]) (cotas en mm).....  | 18 |
| Figura 13. Vista en planta de la instalación (2L+2T [Sup]) (cotas en mm). ....  | 18 |
| Figura 14. Vista en perfil de la instalación (2L+2T [Sup]) (cotas en mm). ....  | 19 |
| Figura 15. Densidad de flujo magnético ( $B[T] = \text{Magnitud } B$ ) en la envolvente del CT (2L+2T [Sup]). .   | 20 |
| Figura 16. Densidad de flujo magnético ( $B[T] = \text{Magnitud } B$ ) en el panel frontal (2L+2T [Sup]). ....  | 21 |
| Figura 17. Densidad de flujo magnético ( $B[T] = \text{Magnitud } B$ ) en el panel derecho (2L+2T [Sup]). ....  | 22 |
| Figura 18. Densidad de flujo magnético ( $B[T] = \text{Magnitud } B$ ) en el panel trasero (2L+2T [Sup]).....   | 22 |
| Figura 19. Densidad de flujo magnético ( $B[T] = \text{Magnitud } B$ ) en el panel izquierdo (2L+2T [Sup]). ....  | 23 |
| Figura 20. Densidad de flujo magnético ( $B[T] = \text{Magnitud } B$ ) en envolvente situada a 0,5 metros (2L+2T [Sup]). ....   | 24 |
| Figura 21. Densidad de flujo magnético ( $B[T] = \text{Magnitud } B$ ) en envolvente situada a 1 metro (2L+2T [Sup]). ....  | 24 |
| Figura 22. Densidad de flujo magnético ( $B[T] = \text{Magnitud } B$ ) en envolvente situada a 1,5 metros (2L+2T [Sup]). ....   | 25 |
| Figura 23. Vista isométrica de la instalación (2L+1T [Sub]) (cotas en mm).....  | 26 |
| Figura 24. Vista frontal de la instalación (2L+1T [Sub]) (cotas en mm).....   | 27 |
| Figura 25. Vista en planta de la instalación (2L+1T [Sub]) (cotas en mm). ....  | 27 |
| Figura 26. Vista en perfil de la instalación (2L+1T [Sub]) (cotas en mm). ....  | 28 |
| Figura 27. Densidad de flujo magnético ( $B[T] = \text{Magnitud } B$ ) en el plano situado a 200 mm del techo (2L+1T [Sub]). Isométrico. ....   | 30 |
| Figura 28. Densidad de flujo magnético ( $B[T] = \text{Magnitud } B$ ) en el plano situado a 200 mm del techo (2L+1T [Sub]). Planta. ....   | 31 |
| Figura 29. Densidad de flujo magnético ( $B[T] = \text{Magnitud } B$ ) en el plano situado a 200 mm del techo (2L+1T [Sub]). Representación de línea longitudinal y transversal. .... | 32 |
| Figura 30. Densidad de flujo magnético ( $B[T] = \text{Magnitud } B$ ) en línea 1 (2L+1T [SUB]). ....   | 32 |
| Figura 31. Densidad de flujo magnético ( $B[T] = \text{Magnitud } B$ ) en línea 2 (2L+1T [SUB]). ....   | 33 |
| Figura 32. Vista isométrica de la instalación (2L+2T [Sub]) (cotas en mm).....  | 34 |
| Figura 33. Vista frontal de la instalación (2L+2T [Sub]) (cotas en mm).....   | 34 |
| Figura 34. Vista en planta de la instalación (2L+2T [Sub]) (cotas en mm). ....  | 35 |

|  |    |
|--|----|
| Figura 35. Vista en perfil de la instalación (2L+2T [Sub]) (cotas en mm).  | 35 |
| Figura 36. Densidad de flujo magnético (B[T] = Magnitud B) en el plano situado a 200 mm del techo (2L+2T [Sub]). Isométrico.   | 37 |
| Figura 37. Densidad de flujo magnético (B[T] = Magnitud B) en el plano situado a 200 mm del techo (2L+2T [Sub]). Planta.   | 38 |
| Figura 38. Densidad de flujo magnético (B[T] = Magnitud B) en el plano situado a 200 mm del techo (2L+1T [Sub]). Representación de línea longitudinal y transversal. | 39 |
| Figura 39. Densidad de flujo magnético (B[T] = Magnitud B) en línea 1 (2L+2T [SUB]).   | 39 |
| Figura 40. Densidad de flujo magnético (B[T] = Magnitud B) en línea 2 (2L+2T [SUB]).   | 40 |
| Figura 41. Densidad de flujo magnético (B[T] = Magnitud B) en línea 3 (2L+2T [SUB]).   | 40 |
| Figura 42. Vista isométrica de la instalación (2L+1T [Semi]) (cotas en mm).  | 41 |
| Figura 43. Vista frontal de la instalación (2L+1T [Semi]) (cotas en mm).   | 42 |
| Figura 44. Vista en planta de la instalación (2L+1T [Semi]) (cotas en mm).   | 42 |
| Figura 45. Vista en perfil de la instalación (2L+1T [Semi]) (cotas en mm).   | 43 |
| Figura 46. Densidad de flujo magnético (B[T] = Magnitud B) en la envolvente del CT (2L+1T [Sup]).  | 44 |
| Figura 47. Densidad de flujo magnético (B[T] = Magnitud B) en el panel frontal (2L+1T [Semi]).   | 45 |
| Figura 48. Densidad de flujo magnético (B[T] = Magnitud B) en el panel derecho (2L+1T [Semi]).   | 46 |
| Figura 49. Densidad de flujo magnético (B[T] = Magnitud B) en el panel trasero (2L+1T [Semi]).   | 47 |
| Figura 50. Densidad de flujo magnético (B[T] = Magnitud B) en el panel izquierdo (2L+1T [Semi]).   | 48 |
| Figura 51. Densidad de flujo magnético (B[T] = Magnitud B) en envolvente situada a 0,5 metros (2L+1T [Semi]).  | 49 |
| Figura 52. Densidad de flujo magnético (B[T] = Magnitud B) en envolvente situada a 1 metro (2L+1T [Semi]).   | 49 |
| Figura 53. Densidad de flujo magnético (B[T] = Magnitud B) en envolvente situada a 1,5 metros (2L+1T [Semi]).  | 50 |
| Figura 54. Vista isométrica de la instalación (1T [Rural]) (cotas en mm).  | 51 |
| Figura 55. Vista frontal de la instalación (1T [Rural]) (cotas en mm).   | 52 |
| Figura 56. Vista en planta de la instalación (1T [Rural]) (cotas en mm).   | 52 |
| Figura 57. Vista en perfil de la instalación (1T [Rural]) (cotas en mm).   | 53 |
| Figura 58. Densidad de flujo magnético (B[T] = Magnitud B) en la envolvente del CT (1T [Rural]).   | 54 |
| Figura 59. Densidad de flujo magnético (B[T] = Magnitud B) en el panel frontal (1T [Rural]).   | 55 |
| Figura 60. Densidad de flujo magnético (B[T] = Magnitud B) en el panel derecho (1T [Rural]).   | 56 |
| Figura 61. Densidad de flujo magnético (B[T] = Magnitud B) en el panel trasero (1T [Rural]).   | 57 |
| Figura 62. Densidad de flujo magnético (B[T] = Magnitud B) en el panel izquierdo (1T [Rural]).   | 58 |
| Figura 63. Densidad de flujo magnético (B[T] = Magnitud B) en envolvente situada a 0,5 metros (1T [Rural]).  | 59 |
| Figura 64. Densidad de flujo magnético (B[T] = Magnitud B) en envolvente situada a 1 metro (1T [Rural]).   | 59 |
| Figura 65. Densidad de flujo magnético (B[T] = Magnitud B) en envolvente situada a 1,5 metros (1T [Rural]).  | 60 |
| Figura 66. Vista isométrica de la instalación (3L [Sup]) (cotas en mm).  | 61 |
| Figura 67. Vista frontal de la instalación (3L [Sup]) (cotas en mm).   | 62 |
| Figura 68. Vista en planta de la instalación (3L [Sup]) (cotas en mm).   | 62 |
| Figura 69. Vista en perfil de la instalación (3L [Sup]) (cotas en mm).   | 63 |
| Figura 70. Densidad de flujo magnético (B[T] = Magnitud B) en la envolvente del CT (3L [Sup]).   | 64 |

|  |    |
|--|----|
| Figura 71. Densidad de flujo magnético ( $B[T] = \text{Magnitud } B$ ) en el panel frontal (3L [Sup]).                 | 65 |
| Figura 72. Densidad de flujo magnético ( $B[T] = \text{Magnitud } B$ ) en el panel derecho (3L [Sup]).                 | 65 |
| Figura 73. Densidad de flujo magnético ( $B[T] = \text{Magnitud } B$ ) en el panel trasero (3L [Sup]).                 | 66 |
| Figura 74. Densidad de flujo magnético ( $B[T] = \text{Magnitud } B$ ) en el panel izquierdo (3L [Sup]).               | 66 |
| Figura 75. Densidad de flujo magnético ( $B[T] = \text{Magnitud } B$ ) en envolvente situada a 0,5 metros (3L [Sup]).  | 67 |
| Figura 76. Densidad de flujo magnético ( $B[T] = \text{Magnitud } B$ ) en envolvente situada a 1 metro (3L [Sup]).     | 67 |
| Figura 77. Densidad de flujo magnético ( $B[T] = \text{Magnitud } B$ ) en envolvente situada a 1,5 metros (3L [Sup]).  | 68 |
| Figura 78. Vista isométrica de la instalación (3L [Semi]) (cotas en mm).   | 69 |
| Figura 79. Vista frontal de la instalación (3L [Semi]) (cotas en mm).  | 70 |
| Figura 80. Vista en planta de la instalación (3L [Semi]) (cotas en mm).  | 71 |
| Figura 81. Vista en perfil de la instalación (3L [Semi]) (cotas en mm).  | 72 |
| Figura 82. Densidad de flujo magnético ( $B[T] = \text{Magnitud } B$ ) en la envolvente del CT (3L [Semi]).            | 73 |
| Figura 83. Densidad de flujo magnético ( $B[T] = \text{Magnitud } B$ ) en el panel frontal (3L [Semi]).                | 74 |
| Figura 84. Densidad de flujo magnético ( $B[T] = \text{Magnitud } B$ ) en el panel derecho (3L [Semi]).                | 75 |
| Figura 85. Densidad de flujo magnético ( $B[T] = \text{Magnitud } B$ ) en el panel trasero (3L [Semi]).                | 76 |
| Figura 86. Densidad de flujo magnético ( $B[T] = \text{Magnitud } B$ ) en el panel izquierdo (3L [Semi]).              | 77 |
| Figura 87. Densidad de flujo magnético ( $B[T] = \text{Magnitud } B$ ) en envolvente situada a 0,5 metros (3L [Semi]). | 78 |
| Figura 88. Densidad de flujo magnético ( $B[T] = \text{Magnitud } B$ ) en envolvente situada a 1 metro (3L [Semi]).    | 78 |
| Figura 89. Densidad de flujo magnético ( $B[T] = \text{Magnitud } B$ ) en envolvente situada a 1,5 metros (3L [Semi]). | 79 |

## Lista de tablas

|  |    |
|--|----|
| Tabla 1. Escenarios para los centros de transformación en caseta. ....   | 8  |
| Tabla 2. Secciones y corrientes asignadas a los cables de la instalación en la simulación (2L+1T [Sup]).<br>.....                                | 12 |
| Tabla 3. Valores máximos de la densidad de flujo magnético ( $B[T] = \text{Magnitud } B$ ) a diferentes alturas (2L+1T [Sup]) ( $\mu T$ ). ....  | 17 |
| Tabla 4. Secciones y corrientes asignadas a los cables de la instalación en la simulación (2L+2T [Sup]).<br>.....                                | 19 |
| Tabla 5. Valores máximos de la densidad de flujo magnético ( $B[T] = \text{Magnitud } B$ ) a diferentes alturas (2L+2T [Sup]) ( $\mu T$ ). ....  | 25 |
| Tabla 6. Secciones y corrientes asignadas a los cables de la instalación en la simulación (2L+1T [Sub]).<br>.....                                | 28 |
| Tabla 7. Secciones y corrientes asignadas a los cables de la instalación en la simulación (2L+2T [Sub]).<br>.....                                | 36 |
| Tabla 8. Secciones y corrientes asignadas a los cables de la instalación en la simulación (2L+1T [Semi]).<br>.....                               | 43 |
| Tabla 9. Valores máximos de la densidad de flujo magnético ( $B[T] = \text{Magnitud } B$ ) a diferentes alturas (2L+1T [Semi]) ( $\mu T$ ). .... | 50 |
| Tabla 10. Secciones y corrientes asignadas a los cables de la instalación en la simulación (1T [Rural]).<br>.....                                | 53 |
| Tabla 11. Valores máximos de la densidad de flujo magnético ( $B[T] = \text{Magnitud } B$ ) a diferentes alturas (1T [Rural]) ( $\mu T$ ). ....  | 60 |
| Tabla 12. Secciones y corrientes asignadas a los cables de la instalación en la simulación (3L [Sup]).   | 63 |
| Tabla 13. Valores máximos de la densidad de flujo magnético ( $B[T] = \text{Magnitud } B$ ) a diferentes alturas (3L [Sup]) ( $\mu T$ ). ....    | 68 |
| Tabla 14. Secciones y corrientes asignadas a los cables de la instalación en la simulación (3L [Semi]).<br>.....                                 | 72 |
| Tabla 15. Valores máximos de la densidad de flujo magnético ( $B[T] = \text{Magnitud } B$ ) a diferentes alturas (3L [Semi]) ( $\mu T$ ). ....   | 79 |

## 1. Introducción

Los centros de transformación y subestaciones son instalaciones que en condiciones de explotación originan campos eléctricos y magnéticos. Los límites o niveles máximos de emisión para los cuales sus efectos se consideran nocivos para la salud de las personas, o para el correcto funcionamiento de equipos eléctricos y electrónicos de su entorno, quedan definidos por normas de carácter nacional e internacional.

En lo referente a las personas, la Recomendación del Consejo de la Unión Europea (199/519/CE) asumida por todos los estados miembros (en España a través del R.D. 1066/2001), establece para la frecuencia de 50 Hz, el valor de 100  $\mu$ T como el límite máximo admitido. Por otra parte, el R.D. 337/2014 establece que se deben limitar los campos magnéticos en la proximidad de los centros de transformación, sin referirse a su interior. Finalmente, la Norma UNE-EN 62110 establece una distancia de 200 mm, a contar a partir de la cara externa de la envolvente del CT, para la medida de este campo magnético

A partir de lo expuesto, el presente informe muestra los valores que toma la distribución de flujo magnético (B[T]) en los ocho escenarios diferentes (Tabla 1) recogidos en el **PROYECTO TIPO DE CENTROS DE TRANSFORMACION EN CASETA** redactado por BARRAS ELÉCTRICAS GALAICO ASTURIANAS S.A., con el fin de comprobar la idoneidad de las instalaciones. Para la elaboración de este informe se han utilizado los valores más restrictivos de tensión nominal de servicio y potencia de los transformadores de los recogidos en el proyecto tipo.

Tabla 1. Escenarios para los centros de transformación en caseta.

| Nº | Escenario     |  | Denominación   |
|----|---------------|--|----------------|
| 1  | 1.1 (CTC-02)  | Dos líneas (entrada/salida) + un transformador en instalación de superficie            | 2L + 1T (Sup)  |
| 2  | 1.2 (CTC-03)  | Dos líneas (entrada/salida) + dos transformadores en instalación de superficie         | 2L + 2T (Sup)  |
| 3  | 1.3 (CTCS-04) | Dos líneas (entrada/salida) + un transformador en instalación subterránea              | 2L + 1T (Sub)  |
| 4  | 1.4 (CTCS-06) | Dos líneas (entrada/salida) + dos transformadores en instalación subterránea           | 2L + 2T (Sub)  |
| 5  | 1.5 (CTC-19)  | Dos líneas (entrada/salida) + un transformador en instalación semienterrada            | 2L + 1T (Semi) |
| 6  | 1.6 (CTCR-22) | Un transformador en instalación de superficie rural bajo poste                         | 1T (Rural)     |
| 7  | 1.7 (CTC-01)  | Tres líneas en centro de seccionamiento maniobra interior en instalación de superficie | 3L (Sup)       |
| 8  | 1.8 (CTC-25)  | Tres líneas en centro de seccionamiento maniobra exterior en instalación semienterrada | 3L (Semi)      |

El estudio, en todos los casos descritos, se lleva a cabo mediante simulación computacional a través del programa Flux 11.1 (firma Cedrat). Flux 11.1 es un programa modular de Diseño Asistido por Ordenador basado en el método de elementos finitos (método numérico para la resolución de ecuaciones diferenciales). Es capaz de calcular en 2D y 3D el estado magnético, eléctrico, y térmico de dispositivos electrotécnicos. Estos estados permiten el acceso a numerosas magnitudes físicas locales y globales: campo, potencial, flujo, corrientes, potencia, energía, fuerza, etc.; además, permite la posibilidad de llevar a cabo análisis en régimen estático, armónico, y transitorio.

Los datos de partida y las consideraciones oportunas aplicadas a las condiciones de las instalaciones para la simulación se exponen individualmente en cada uno de los escenarios.

## 2. Datos de partida

Por datos de partida se entienden aquellos básicos para llevar a cabo la simulación computacional:

- I. Plano dimensional de la instalación, ya sea centro de transformación o seccionamiento, prestando especial atención a la trayectoria que siguen los cables desde su entrada en MT, su conexión con los distintos equipos dentro de la misma (transformadores y celdas) y finalmente, su salida en MT/BT. La trayectoria de todos los cables debe estar correctamente acotada.
- II. Descripción general de la instalación tanto física como eléctricamente.
- III. Sección de los cables de MT y BT, así como la intensidad que los atraviesa (a efectos de simulación esta intensidad no tiene por qué coincidir con la nominal, generalmente en las simulaciones se toman los valores, razonablemente, más desfavorables).

## 3. Escenario 1.1: dos líneas + un transformador en instalación de superficie

**2L + 1T (Sup)**

### 3.1. Descripción general de la instalación

La instalación es un centro de transformación en caseta (CTC) en instalación de superficie que consta de un transformador de una potencia de 1000 kVA en conexión triángulo en el lado de MT y estrella en el lado de BT. Siendo su relación de transformación 12 kV / 0,4 kV.

La acometida de MT, de 12 kV, se realiza a través de una canalización soterrada hasta el embarrado de las celdas de línea, para posteriormente pasar a la celda de protección, y de ahí al transformador. La línea MT vuelve a salir desde el embarrado de las celdas de línea para continuar el anillo de conexión.

Los cables de salida en BT del transformador (3F (4 cables por fase) + N (2 cables)) van conectados a un armario de salida de BT que dispone de un embarrado. En el embarrado se disponen ocho salidas de BT (3F + N) que salen de la instalación a través de una canalización soterrada.

### 3.2. Plano de la instalación

Las Figuras 1, 2, y 3 muestran en isométrico, planta, y perfil, respectivamente, la disposición de los elementos de la instalación junto con la trayectoria seguida por los cables de MT y BT.



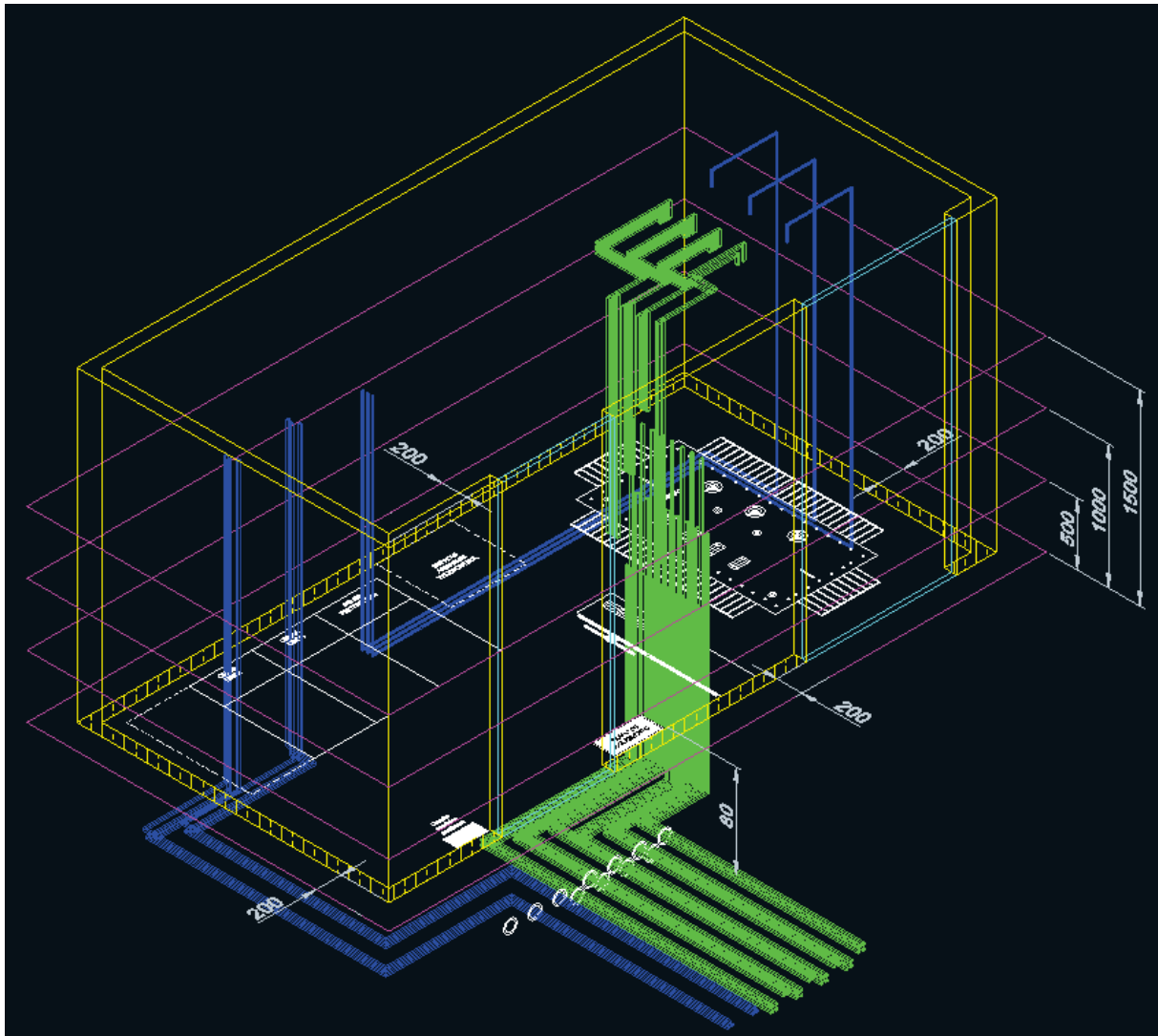


Figura 1. Vista isométrica de la instalación (2L+1T [Sup]) (cotas en mm).





### 3.3. Secciones de cable y corrientes de circulación

La Tabla 2 muestra la nomenclatura asignada a las entradas y salidas de la instalación junto a las secciones de cables y las corrientes asignadas a cada uno de ellos en la simulación.

Tabla 2. Secciones y corrientes asignadas a los cables de la instalación en la simulación (2L+1T [Sup]).

| Entradas/Salidas | Cable                           | Corriente (A)   |
|------------------|---------------------------------|---|
| MT_IN            | Cables MT entrada al CT         | Cable Unipolar HEPRZ1 12/20 kV Al 240 mm <sup>2</sup>                 |
| MT_OUT           | Cables MT salida del CT         | Cable Unipolar HEPRZ1 12/20 kV Al 240 mm <sup>2</sup>                 |
| TRAFO_IN         | Cables MT conexión Cabina-Trafo | Cable Unipolar HEPRZ1 12/20 kV Al 95 mm <sup>2</sup>                  |
| TRAFO_OUT        | Cables BT conexión Trafo-CBT    | 3 Fases: 4x240 mm <sup>2</sup> Cu<br>Neutro: 2x240 mm <sup>2</sup> Cu |
| BT_1             | Cables BT salida 1 del CT       | XZ1 0,6/1kV 3(1x240) + 1x150 mm <sup>2</sup> Al                       |
| BT_2             | Cables BT salida 2 del CT       | XZ1 0,6/1kV 3(1x240) + 1x150 mm <sup>2</sup> Al                       |
| BT_3             | Cables BT salida 3 del CT       | XZ1 0,6/1kV 3(1x240) + 1x150 mm <sup>2</sup> Al                       |
| BT_4             | Cables BT salida 4 del CT       | XZ1 0,6/1kV 3(1x240) + 1x150 mm <sup>2</sup> Al                       |
| BT_5             | Cables BT salida 5 del CT       | XZ1 0,6/1kV 3(1x240) + 1x150 mm <sup>2</sup> Al                       |
| BT_6             | Cables BT salida 6 del CT       | XZ1 0,6/1kV 3(1x240) + 1x150 mm <sup>2</sup> Al                       |
| BT_7             | Cables BT salida 7 del CT       | XZ1 0,6/1kV 3(1x240) + 1x150 mm <sup>2</sup> Al                       |
| BT_8             | Cables BT salida 8 del CT       | XZ1 0,6/1kV 3(1x240) + 1x150 mm <sup>2</sup> Al                       |

### 3.4. Consideraciones

- 1º.- Los cables (FLU\_ALUMINIUM o FLU\_COPPER) se modelizan como prismas rectangulares de sección igual a la asignada.
- 2º.- Se han eliminado los embarrados (simplifica los esquemas y no influye en los resultados).
- 3º.- En la simulación, se ha asignado a los cables de la acometida de MT la máxima corriente que puede ser soportada por los mismos (caso más desfavorable).
- 4º.- Se supone sistema equilibrado y por tanto no hay circulación de corriente por los neutros de BT.
- 5º.- Los resultados a 200 mm del cerramiento exterior son obtenidos en presencia física de las paredes de la caseta (FLU\_CERAMICS5) y las puertas (FLU\_STEEL\_1010\_XC10).

### 3.5. Resultados

#### 3.5.1. Gráficos de distribución de flujo magnético (B[T]) en planos

Los gráficos de distribución de densidad de flujo (B[T]) en planos, representan los valores que toma este parámetro **[B = Magnitud B = MODV(MODC(B))]** en los planos (volúmenes de aire en la simulación) situados a 200 milímetros del cerramiento exterior de la instalación.

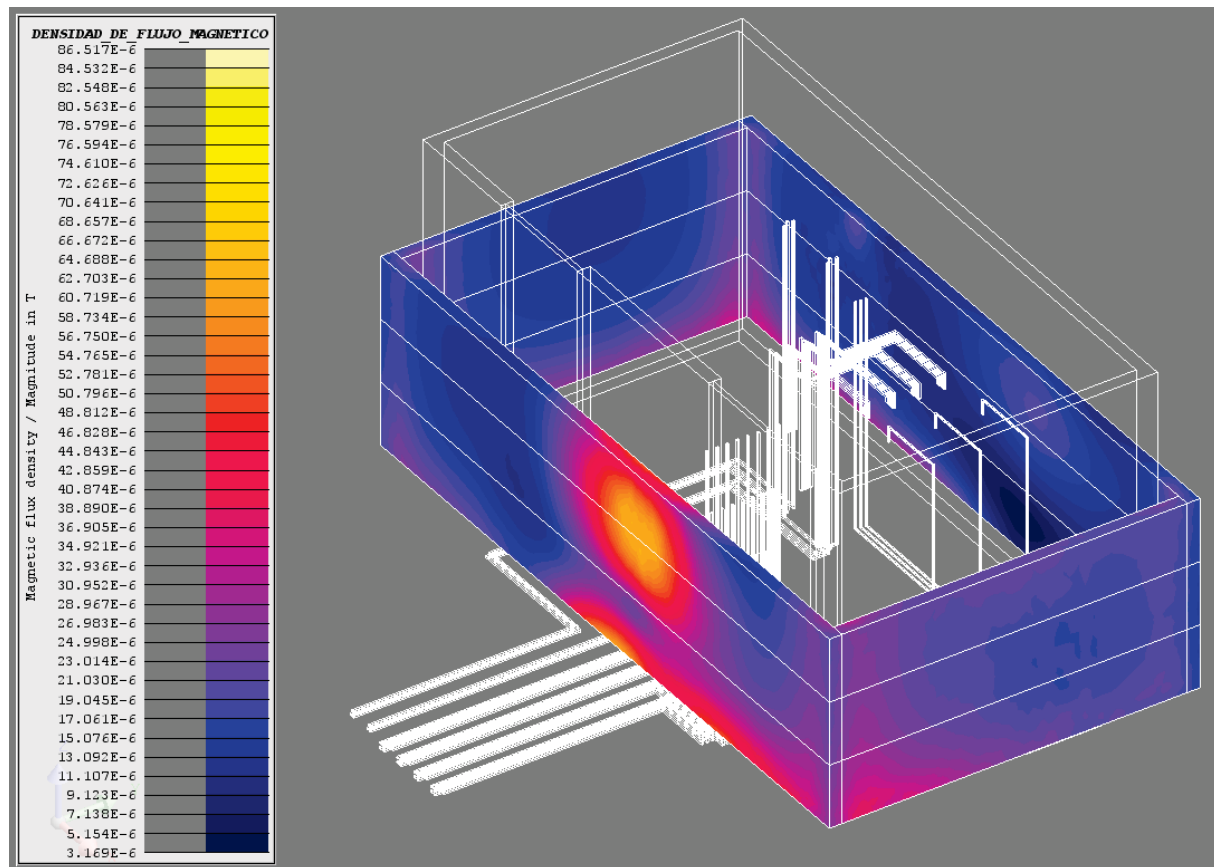


Figura 4. Densidad de flujo magnético ( $B[T] = \text{Magnitud } B$ ) en la envolvente del CT (2L+1T [Sup]).

Las Figuras 5, 6, 7, y 8 muestran la misma distribución de densidad de flujo magnético en los paneles de aire vistos en la Figura 4, pero de forma separada. La nomenclatura utilizada es la siguiente:

- Panel Frontal: corresponde al muro por donde se realiza la entrada de las líneas de MT y la salida de las líneas de BT.
- Panel Derecho: situado en el lateral derecho vista la envolvente desde el panel frontal.
- Panel Trasero: el opuesto al Panel Frontal.
- Panel Izquierdo: situado en el lateral izquierdo vista la envolvente desde el panel frontal.

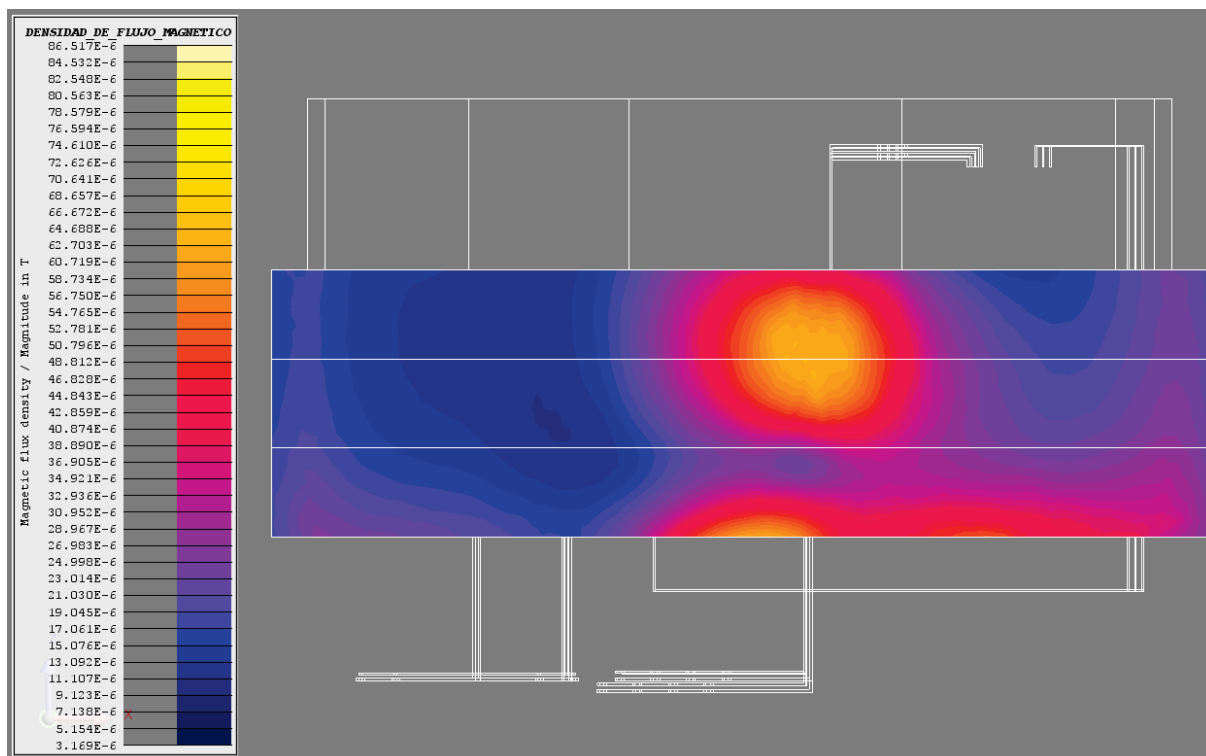


Figura 5. Densidad de flujo magnético ( $B[T] = \text{Magnitud } B$ ) en el panel frontal (2L+1T [Sup]).

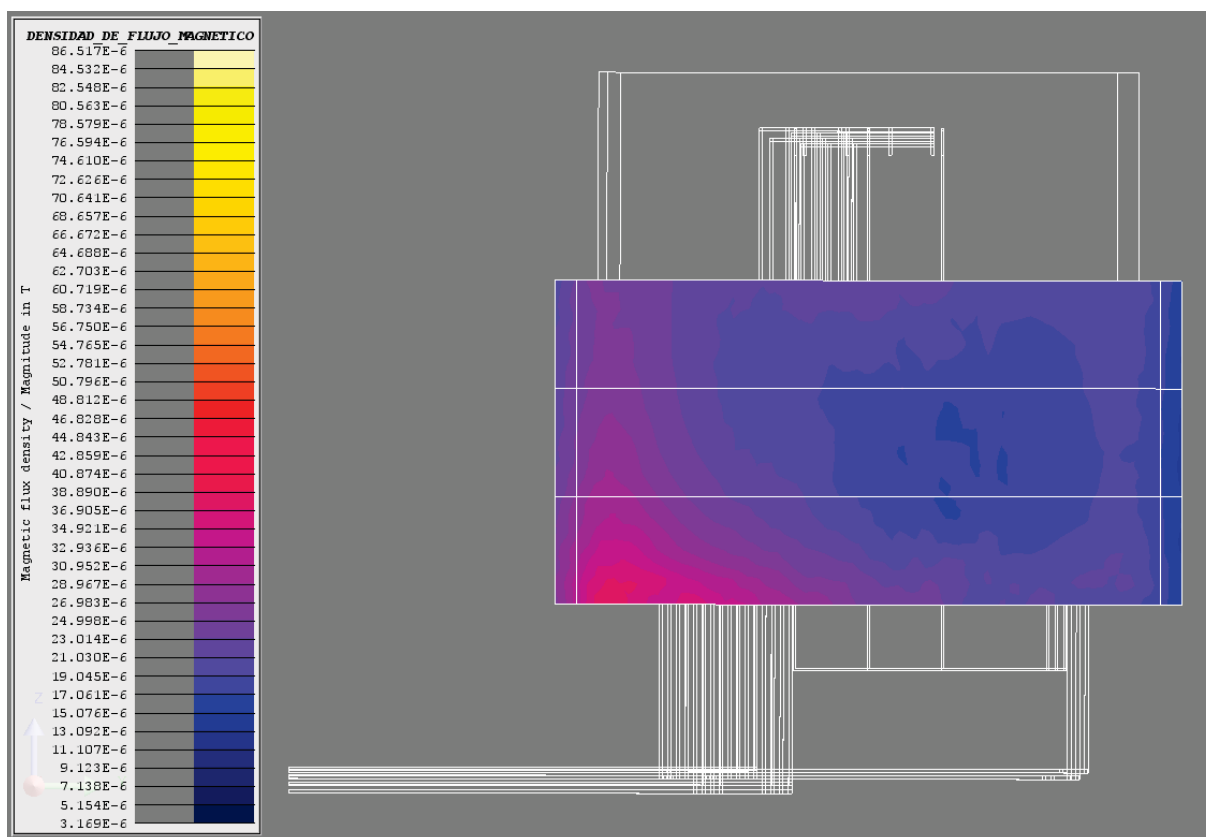


Figura 6. Densidad de flujo magnético ( $B[T] = \text{Magnitud } B$ ) en el panel derecho (2L+1T [Sup]).

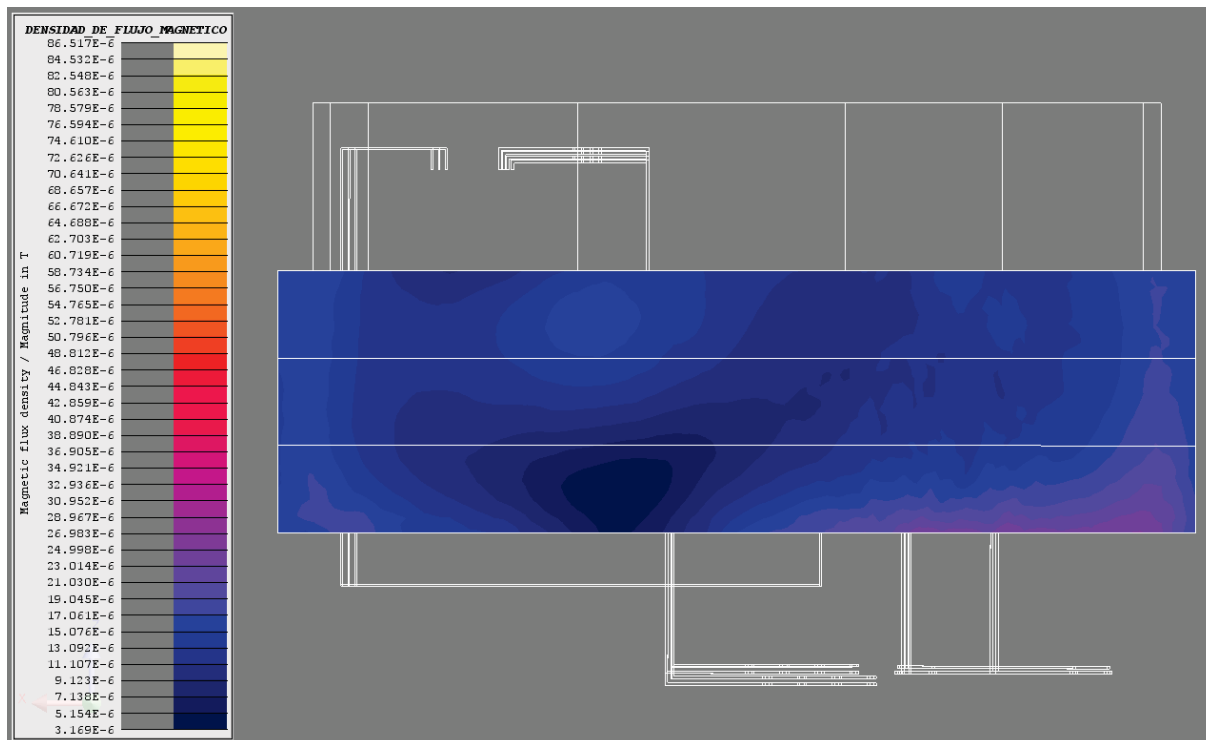


Figura 7. Densidad de flujo magnético ( $B[T] = \text{Magnitud } B$ ) en el panel trasero (2L+1T [Sup]).

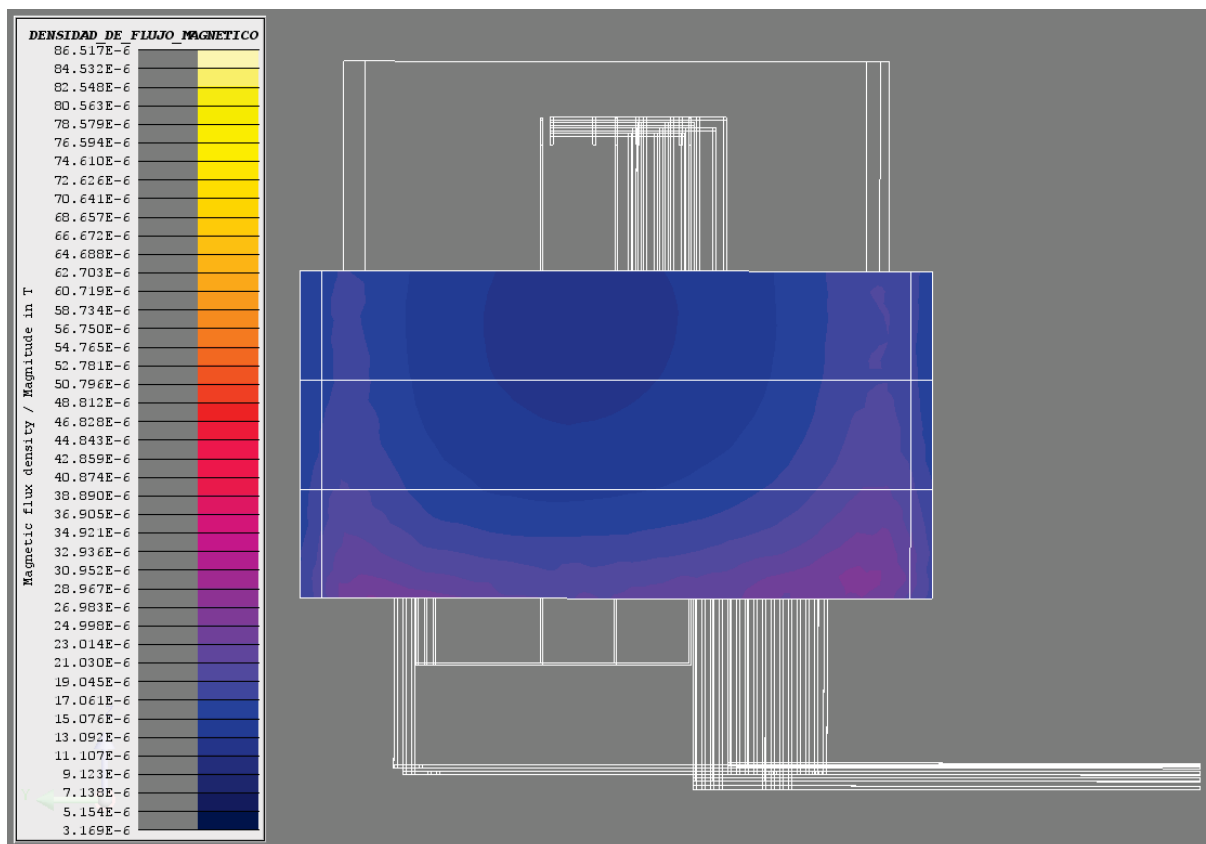


Figura 8. Densidad de flujo magnético ( $B[T] = \text{Magnitud } B$ ) en el panel izquierdo (2L+1T [Sup]).

### 3.5.2. Gráficos de distribución de flujo magnético (B[T]) en líneas

Los gráficos de distribución del flujo (B[T]) en líneas, representan los valores que toma este parámetro a lo largo de líneas imaginarias trazadas sobre un perímetro situado a 200 mm del cerramiento exterior de la instalación, y a diferentes alturas, concretamente a 0,5, 1, y 1,5 metros.

Estos gráficos permiten localizar, a la altura dada, valores máximos, mínimos, o localizar el punto del perímetro donde se produce la máxima densidad de flujo magnético (B[T]).

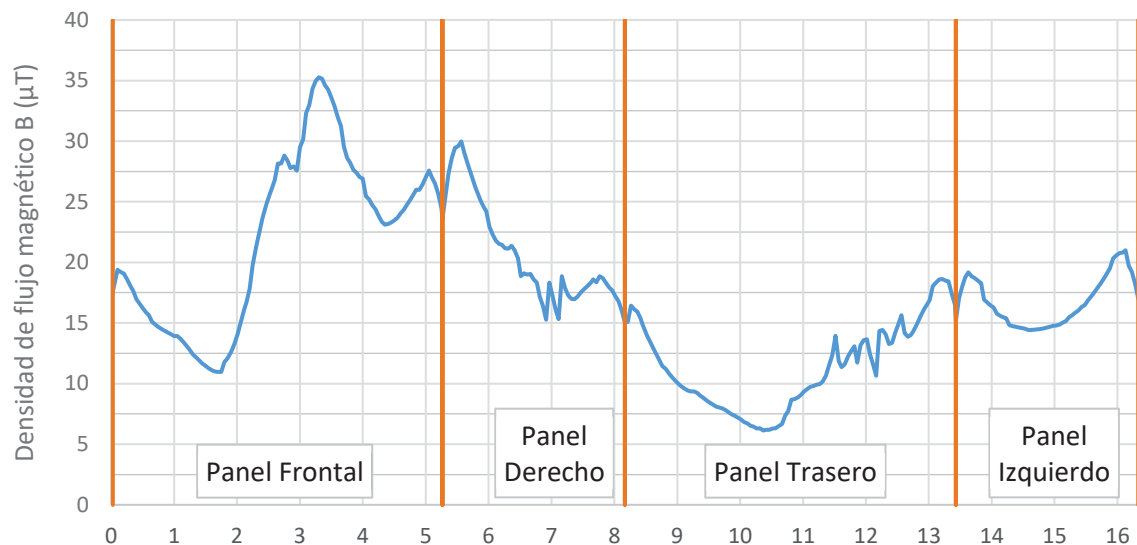


Figura 9. Densidad de flujo magnético ( $B[T] = \text{Magnitud } B$ ) en envolvente situada a 0,5 metros ( $2L+1T$  [Sup]).

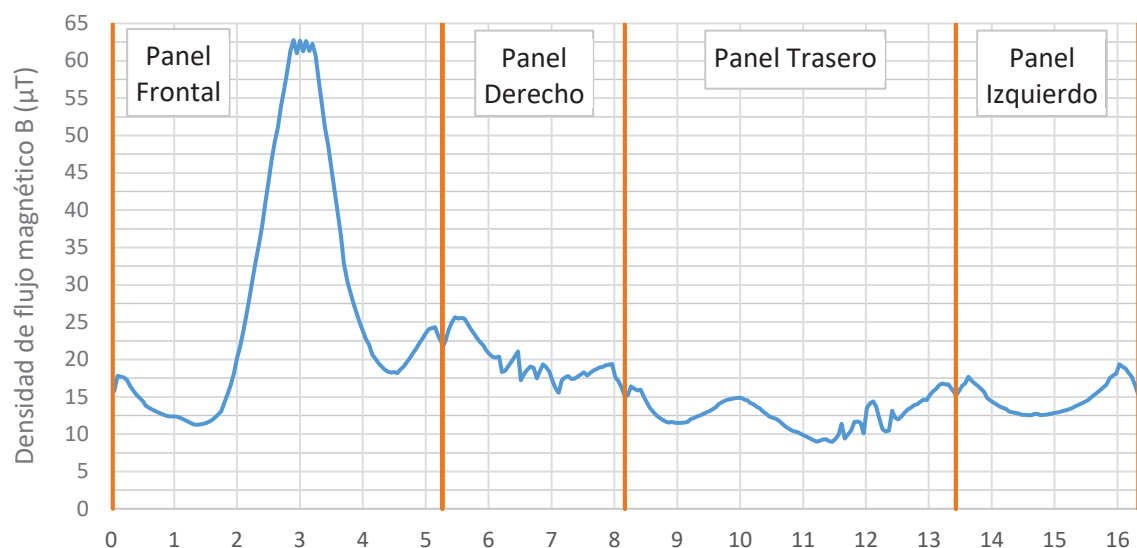


Figura 10. Densidad de flujo magnético ( $B[T] = \text{Magnitud } B$ ) en envolvente situada a 1 metro ( $2L+1T$  [Sup]).

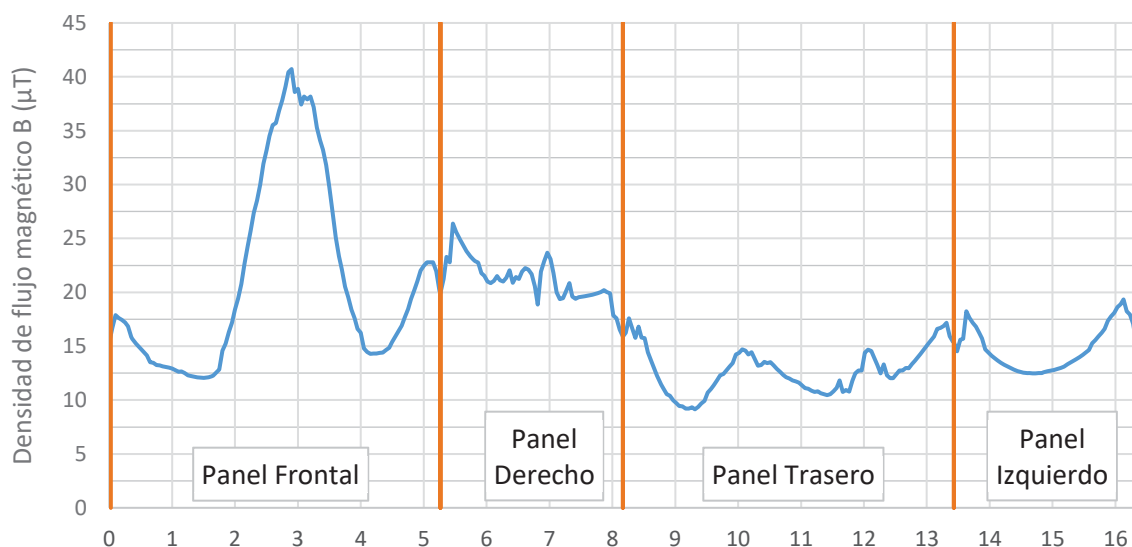


Figura 11. Densidad de flujo magnético ( $B[T] = \text{Magnitud } B$ ) en envolvente situada a 1,5 metros ( $2L+1T$  [Sup]).

La Tabla 3 muestra los valores máximos que toma la densidad de flujo magnético a diferentes alturas.

Tabla 3. Valores máximos de la densidad de flujo magnético ( $B[T] = \text{Magnitud } B$ ) a diferentes alturas ( $2L+1T$  [Sup]) ( $\mu T$ ).

|                 | Alturas             |                   |                     |
|-----------------|---------------------|-------------------|---------------------|
|                 | $h = 0,5 \text{ m}$ | $h = 1 \text{ m}$ | $h = 1,5 \text{ m}$ |
| Panel Frontal   | 35,27               | 62,76             | 40,72               |
| Panel Derecho   | 29,96               | 25,64             | 26,39               |
| Panel Trasero   | 18,62               | 16,76             | 17,59               |
| Panel Izquierdo | 21,00               | 19,33             | 19,34               |

## 4. Escenario 1.2: dos líneas + dos transformadores en instalación de superficie

**2L + 2T (Sup)**

### 4.1. Descripción general de la instalación

La instalación es un CTC en instalación de superficie que consta de dos transformadores de una potencia individual de 1000 kVA. Ambos poseen conexión triángulo en el lado de MT y estrella en el lado de BT. Siendo la relación de transformación 12 kV/0,4 kV.

La acometida de MT, de 12 kV, se realiza a través de una canalización soterrada hasta un embarrado en donde se bifurca en dos líneas, cada una de las cuales llega a las celdas de línea del transformador correspondiente, para luego pasar a las celdas de protección de cada transformador; finalmente, de ahí, parten hacia los transformadores. La línea MT vuelve a salir desde el embarrado de las celdas de línea para continuar el anillo de conexión.

Los cables de salida en BT de cada transformador (3F (4 cables por fase) + N (2 cables)) van conectados a sendos armarios de salida de BT que disponen de un embarrado. En los embarrados se disponen

## 4.2. Plano de la instalación

This 3D perspective view illustrates the physical layout of the PCB. It shows the placement of components such as the microcontroller, memory modules, and connectors. The routing of signals is depicted with green lines, and the dimensions of the board and components are indicated in millimeters. Key dimensions include 200mm, 600mm, 1000mm, and 1500mm.

The diagram illustrates a complex system architecture, possibly a PDP-11 computer. It features two main processing units, each labeled 'TRMFO', connected by a central bus. The bus is labeled '200' at several points. The units are connected to a central control and memory section. This section includes a 'CPU' (Central Processing Unit) and 'MEMORY'. The 'CPU' is further divided into 'CPU1' and 'CPU2'. The 'MEMORY' is divided into 'MEMORY1' and 'MEMORY2'. The diagram also shows various other components like 'I/O', 'CONTROL', and '200' labels, indicating a bus or data path. The diagram is a technical drawing with various lines, boxes, and labels.

Grupo de Tecnologías Electro-Energéticas Avanzadas (GTEA)  
Departamento de Ingeniería Eléctrica y Energética, Universidad de Cantabria



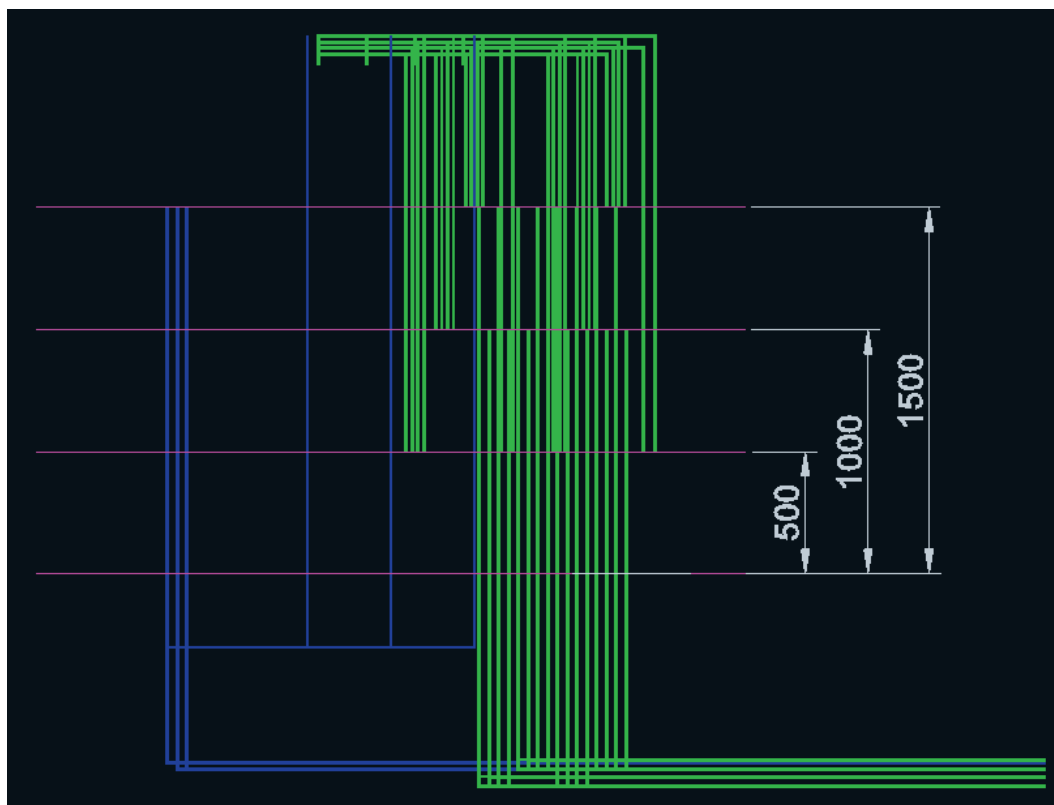


Figura 14. Vista en perfil de la instalación (2L+2T [Sup]) (cotas en mm).

#### 4.3. Secciones de cable y corrientes de circulación

La Tabla 4 muestra la nomenclatura asignada a las entradas y salidas de la instalación junto a las secciones de cables y las corrientes asignadas a cada uno de ellos en la simulación (BT\_1, BT\_2, BT\_3, BT\_4, BT\_5, BT\_6, BT\_7, BT\_8, TRAFO\_IN, y TRAFO\_OUT, por transformador).

Tabla 4. Secciones y corrientes asignadas a los cables de la instalación en la simulación (2L+2T [Sup]).

| Entradas/Salidas |                                 | Cable   | Corriente (A) |
|------------------|---------------------------------|---|---------------|
| MT_IN            | Cables MT entrada al CT         | Cable Unipolar HEPRZ1 12/20 kV Al 240 mm <sup>2</sup>                 | 345           |
| MT_OUT           | Cables MT salida del CT         | Cable Unipolar HEPRZ1 12/20 kV Al 240 mm <sup>2</sup>                 | 248,78        |
| TRAFO_IN         | Cables MT conexión Cabina-Trafo | Cable Unipolar HEPRZ1 12/20 kV Al 95 mm <sup>2</sup>                  | 48,11         |
| TRAFO_OUT        | Cables BT conexión Trafo-CBT    | 3 Fases: 4x240 mm <sup>2</sup> Cu<br>Neutro: 2x240 mm <sup>2</sup> Cu | 1443,42       |
| BT_1             | Cables BT salida 1 del CT       | XZ1 0,6/1kV 3(1x240) + 1x150 mm <sup>2</sup> Al                       | 180,4275      |
| BT_2             | Cables BT salida 2 del CT       | XZ1 0,6/1kV 3(1x240) + 1x150 mm <sup>2</sup> Al                       | 180,4275      |
| BT_3             | Cables BT salida 3 del CT       | XZ1 0,6/1kV 3(1x240) + 1x150 mm <sup>2</sup> Al                       | 180,4275      |
| BT_4             | Cables BT salida 4 del CT       | XZ1 0,6/1kV 3(1x240) + 1x150 mm <sup>2</sup> Al                       | 180,4275      |
| BT_5             | Cables BT salida 5 del CT       | XZ1 0,6/1kV 3(1x240) + 1x150 mm <sup>2</sup> Al                       | 180,4275      |
| BT_6             | Cables BT salida 6 del CT       | XZ1 0,6/1kV 3(1x240) + 1x150 mm <sup>2</sup> Al                       | 180,4275      |
| BT_7             | Cables BT salida 7 del CT       | XZ1 0,6/1kV 3(1x240) + 1x150 mm <sup>2</sup> Al                       | 180,4275      |
| BT_8             | Cables BT salida 8 del CT       | XZ1 0,6/1kV 3(1x240) + 1x150 mm <sup>2</sup> Al                       | 180,4275      |

#### 4.4. Consideraciones

- 1º.- Los cables (FLU\_ALUMINIUM o FLU\_COPPER) se modelizan como prismas rectangulares de sección igual a la asignada.
- 2º.- Se han eliminado los embarrados (simplifica los esquemas y no influye en los resultados).
- 3º.- En la simulación, se ha asignado a los cables de la acometida de MT la máxima corriente que puede ser soportada por los mismos (caso más desfavorable).
- 4º.- Se supone sistema equilibrado y por tanto no hay circulación de corriente por los neutros de BT.
- 5º.- Los resultados a 200 mm del cerramiento exterior son obtenidos en presencia física de las paredes de la caseta (FLU\_CERAMICS5) y las puertas (FLU\_STEEL\_1010\_XC10).

#### 4.5. Resultados

##### 4.5.1. Gráficos de distribución de flujo magnético (B[T]) en planos

Los gráficos de distribución de densidad de flujo (B[T]) en planos, representan los valores que toma este parámetro [**B = Magnitud B = MODV(MODC(B))**] en los planos (volúmenes de aire en la simulación) situados a 200 milímetros del cerramiento exterior de la instalación.

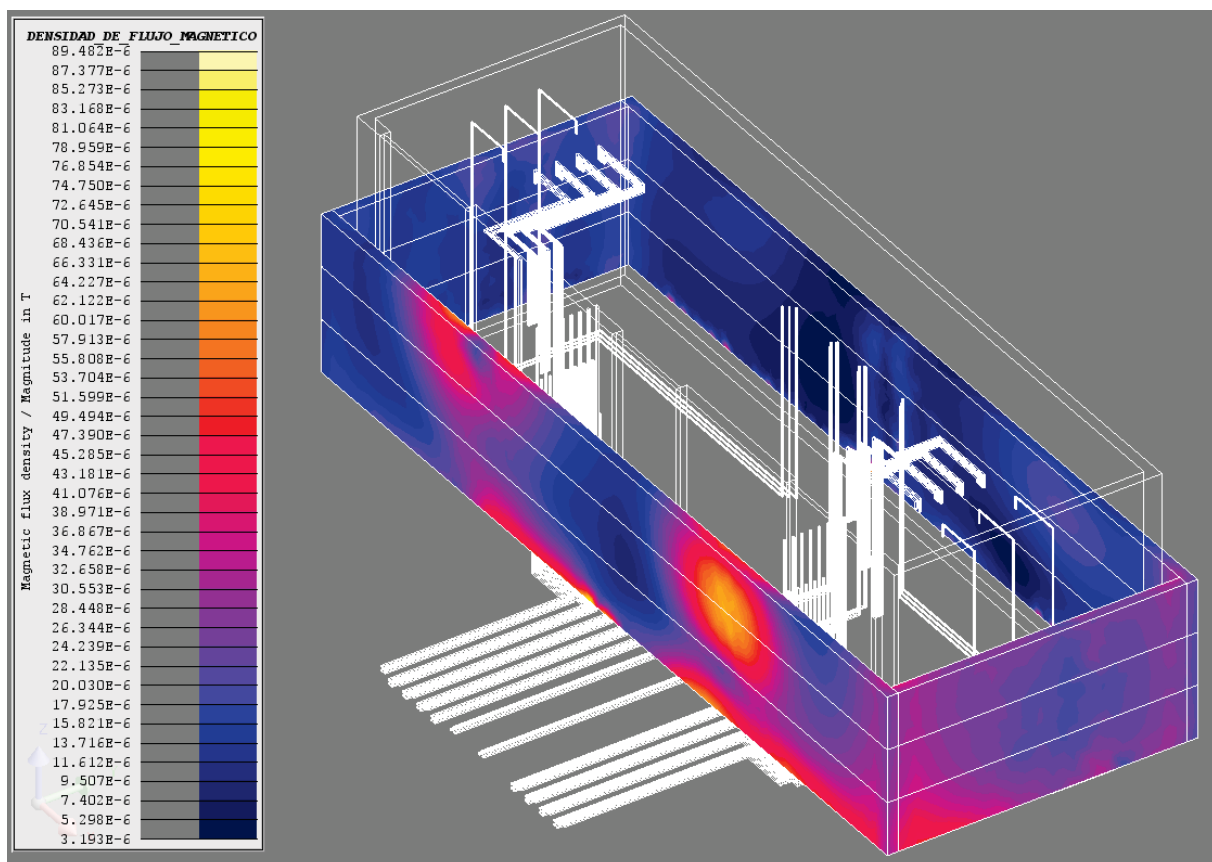


Figura 15. Densidad de flujo magnético (B[T] = Magnitud B) en la envolvente del CT (2L+2T [Sup]).

Las Figuras 16, 17, 18, y 19 muestran la misma distribución de densidad de flujo magnético en los paneles de aire vistos en la Figura 15, pero de forma separada. La nomenclatura utilizada es la siguiente:

- Panel Frontal: corresponde al muro por donde se realiza la entrada de las líneas de MT y la salida de las líneas de BT.
- Panel Derecho: situado en el lateral derecho vista la envolvente desde el panel frontal.
- Panel Trasero: el opuesto al Panel Frontal.
- Panel Izquierdo: situado en el lateral izquierdo vista la envolvente desde el panel frontal.

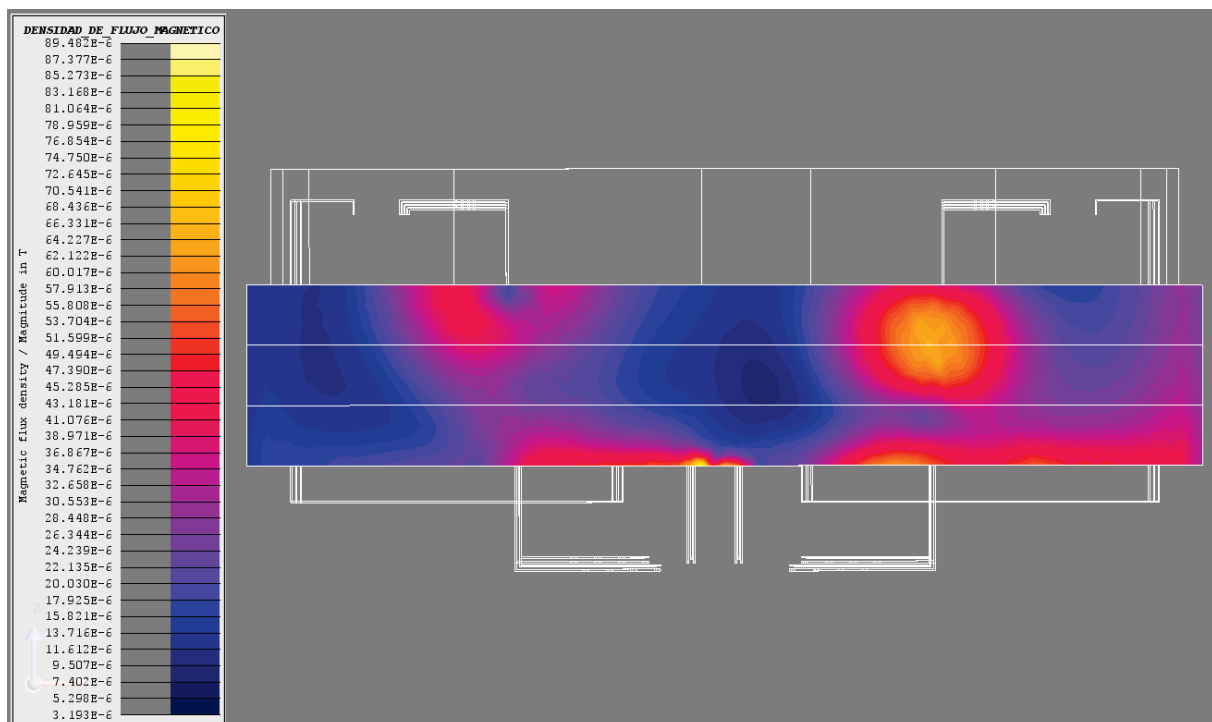


Figura 16. Densidad de flujo magnético ( $B[T] = \text{Magnitud } B$ ) en el panel frontal (2L+2T [Sup]).

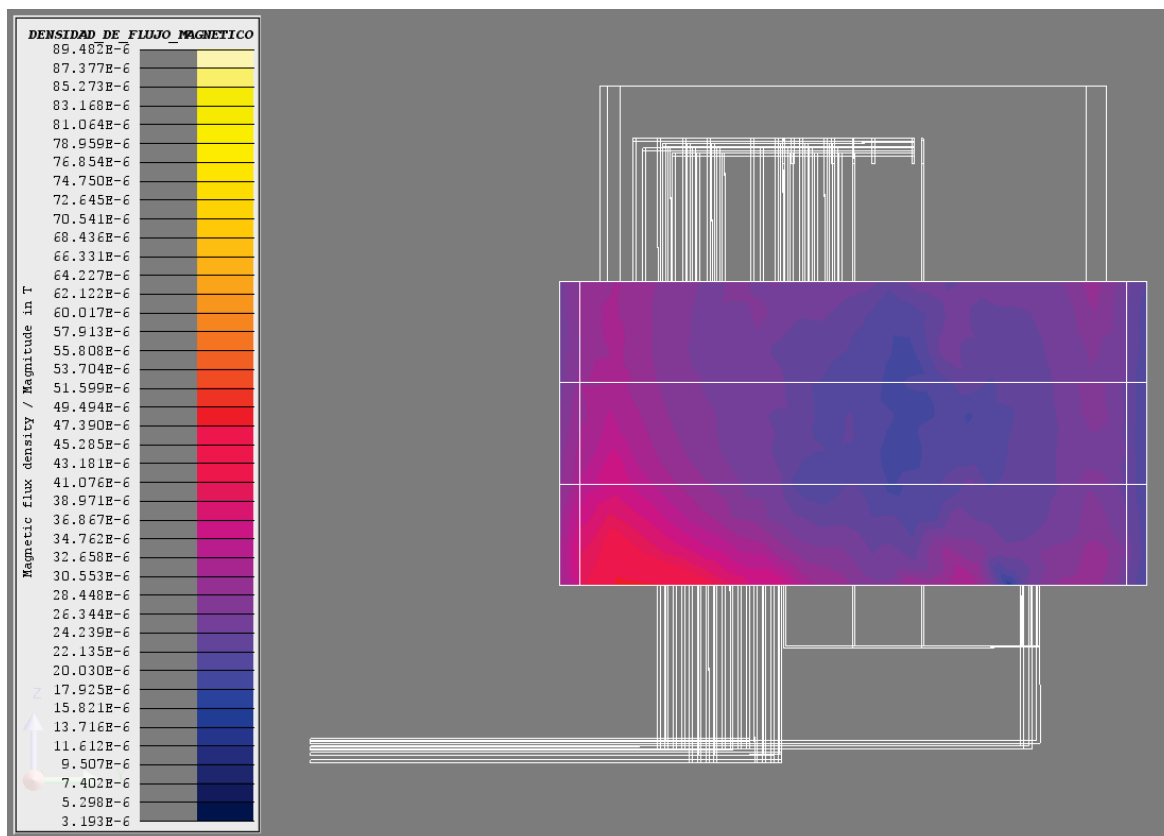


Figura 17. Densidad de flujo magnético ( $B[T] = \text{Magnitud } B$ ) en el panel derecho (2L+2T [Sup]).

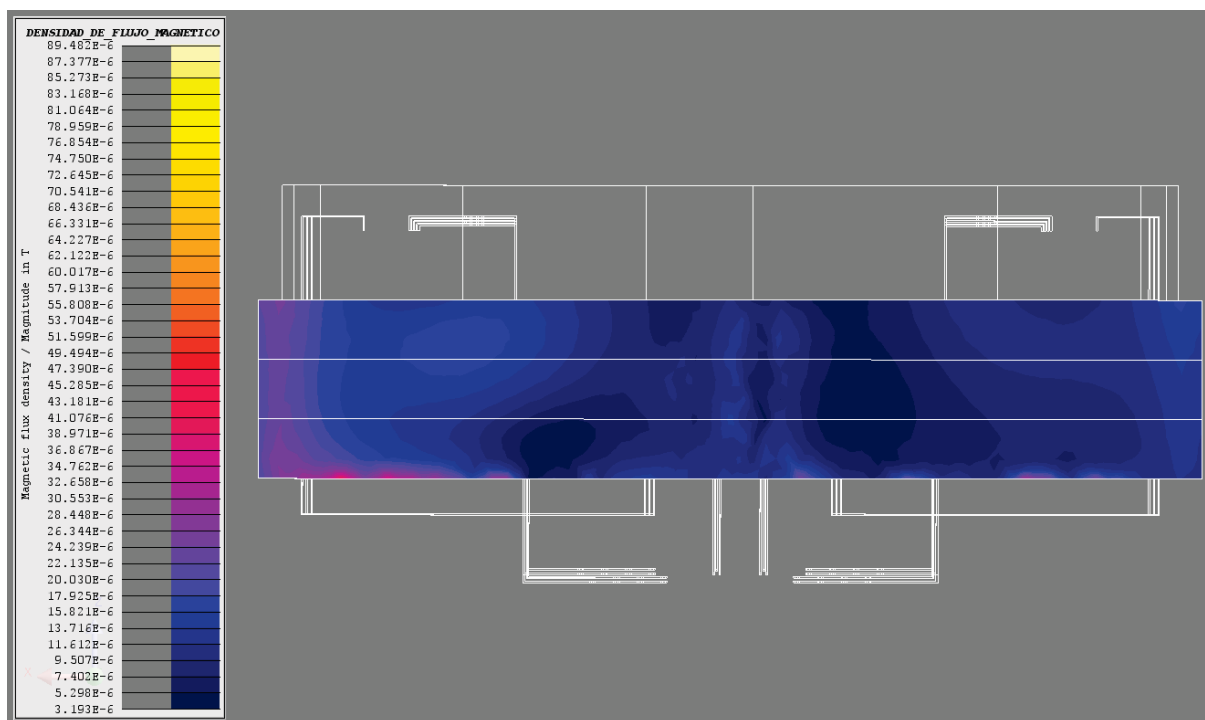


Figura 18. Densidad de flujo magnético ( $B[T] = \text{Magnitud } B$ ) en el panel trasero (2L+2T [Sup]).

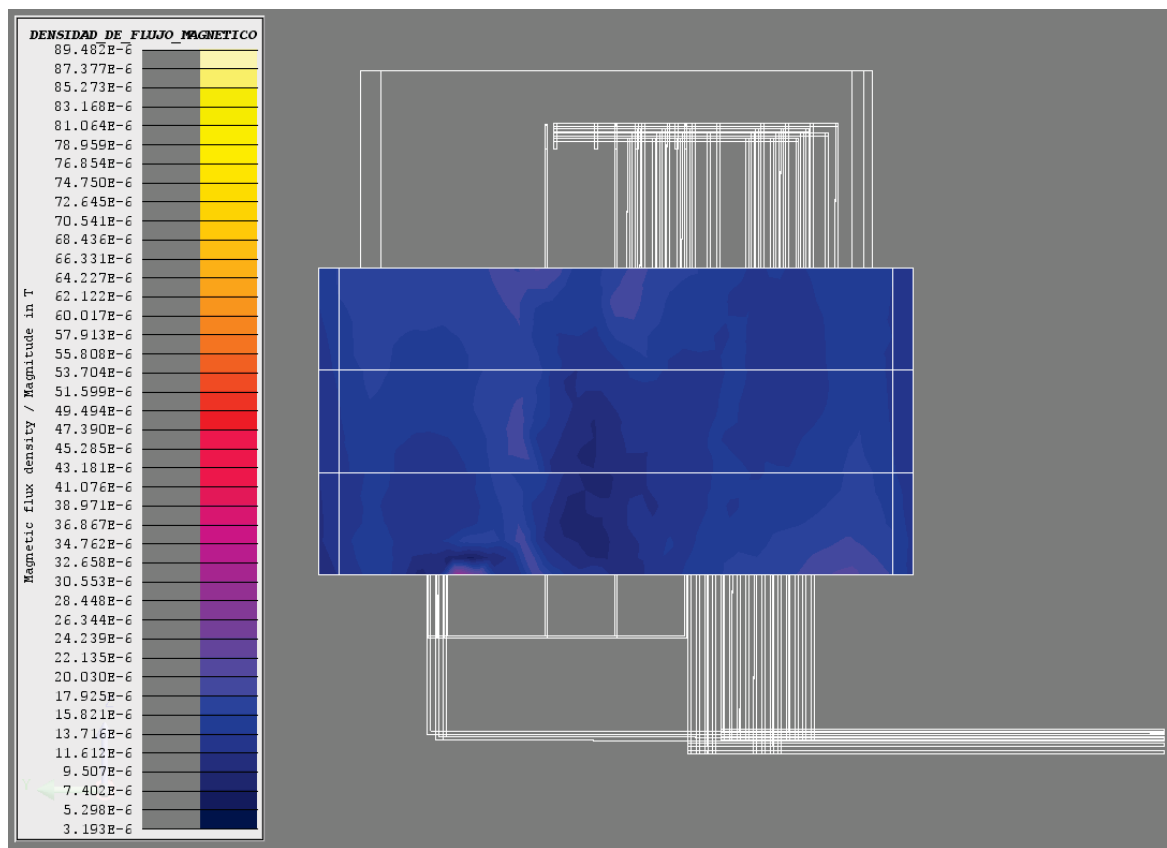


Figura 19. Densidad de flujo magnético ( $B[T] = \text{Magnitud } B$ ) en el panel izquierdo ( $2L+2T$  [Sup]).

#### 4.5.2. Gráficos de distribución de flujo magnético ( $B[T]$ ) en líneas

Los gráficos de distribución del flujo ( $B[T]$ ) en líneas, representan los valores que toma este parámetro a lo largo de líneas imaginarias trazadas sobre un perímetro situado a 200 mm del cerramiento exterior de la instalación, y a diferentes alturas, concretamente a 0,5, 1, y 1,5 metros.

Estos gráficos permiten localizar, a la altura dada, valores máximos, mínimos, o localizar el punto del perímetro donde se produce la máxima densidad de flujo magnético ( $B[T]$ ).

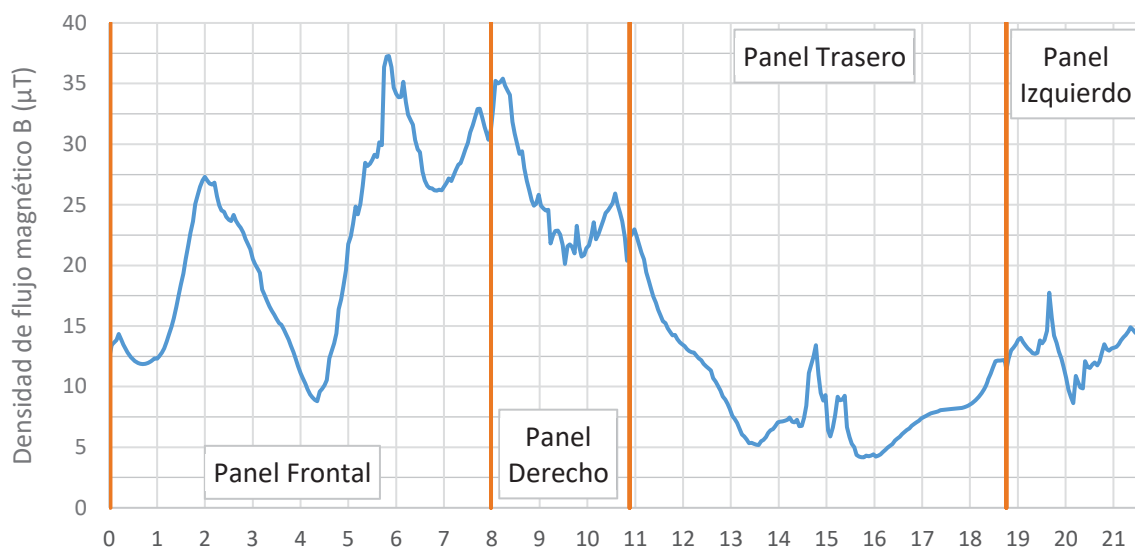


Figura 20. Densidad de flujo magnético ( $B[T] = \text{Magnitud } B$ ) en envolvente situada a 0,5 metros ( $2L+2T$  [Sup]).

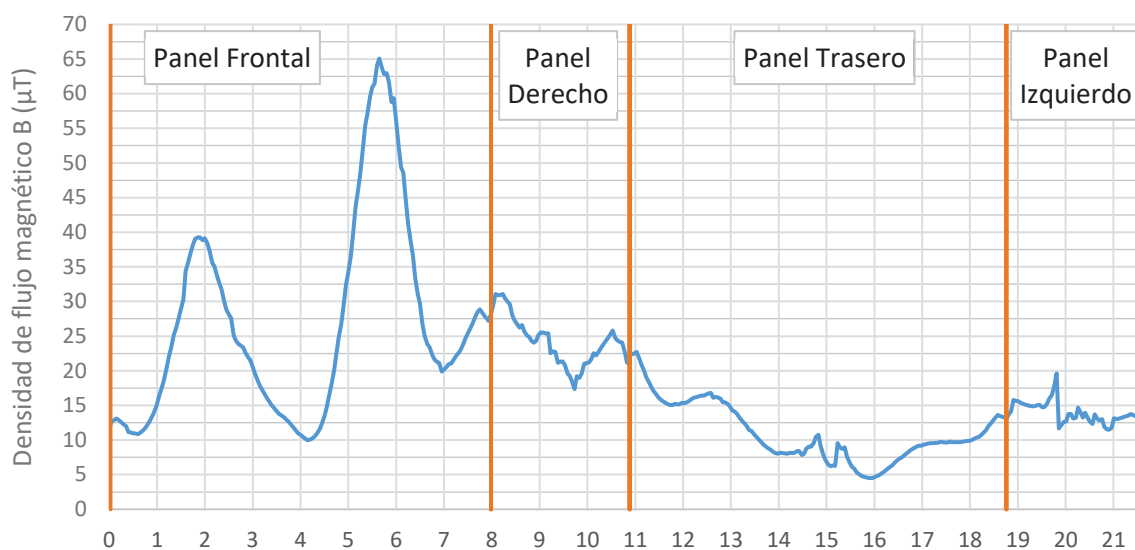


Figura 21. Densidad de flujo magnético ( $B[T] = \text{Magnitud } B$ ) en envolvente situada a 1 metro ( $2L+2T$  [Sup]).

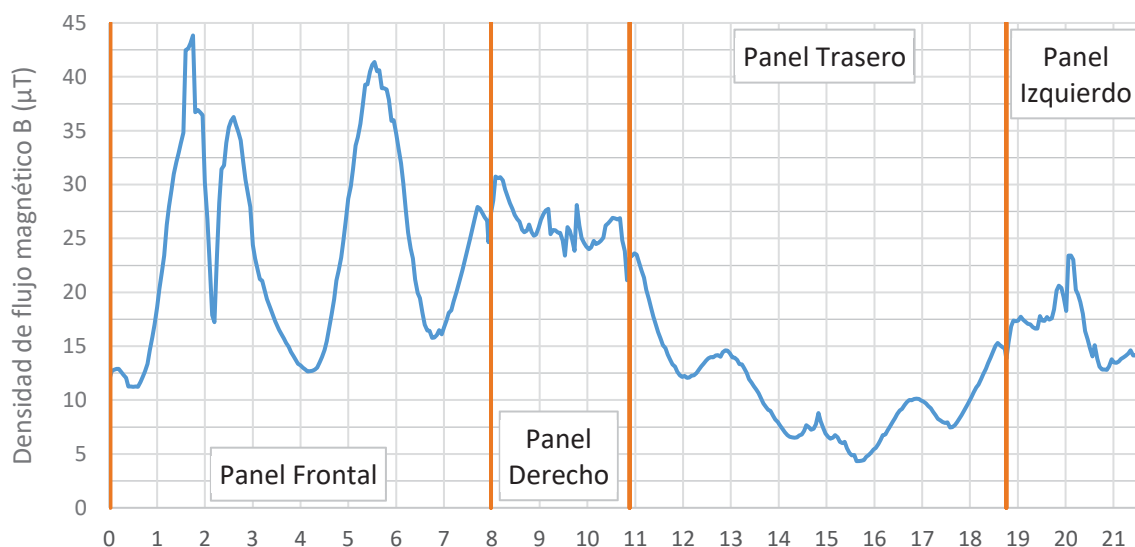


Figura 22. Densidad de flujo magnético ( $B[T] = \text{Magnitud } B$ ) en envoltura situada a 1,5 metros ( $2L+2T$  [Sup]).

La Tabla 5 muestra los valores máximos que toma la densidad de flujo magnético a diferentes alturas.

Tabla 5. Valores máximos de la densidad de flujo magnético ( $B[T] = \text{Magnitud } B$ ) a diferentes alturas ( $2L+2T$  [Sup]) ( $\mu T$ ).

|                 | Alturas             |                   |                     |
|-----------------|---------------------|-------------------|---------------------|
|                 | $h = 0,5 \text{ m}$ | $h = 1 \text{ m}$ | $h = 1,5 \text{ m}$ |
| Panel Frontal   | 37,28               | 65,07             | 43,84               |
| Panel Derecho   | 35,40               | 31,07             | 30,73               |
| Panel Trasero   | 22,98               | 22,72             | 23,61               |
| Panel Izquierdo | 17,75               | 19,64             | 23,42               |

## 5. Escenario 1.3: dos líneas + un transformador en instalación subterránea

### 2L + 1T (Sub)

#### 5.1. Descripción general de la instalación

La instalación es un centro de transformación en caseta en instalación subterránea (CTCS) que consta de un transformador de una potencia de 1000 kVA en conexión triángulo en el lado de MT y estrella en el lado de BT. Siendo su relación de transformación 12 kV / 0,4 kV.

La acometida de MT, de 12 kV, se realiza a través de una canalización soterrada hasta el embarrado de las celdas de línea, para posteriormente pasar a la celda de protección, y de ahí al transformador. La línea MT vuelve a salir desde el embarrado de las celdas de línea para continuar el anillo de conexión.

Los cables de salida en BT del transformador (3F (4 cables por fase) + N (2 cables)) van conectados a un armario de salida de BT que dispone de un embarrado. En el embarrado se disponen ocho salidas de BT (3F + N) que salen de la instalación a través de una canalización soterrada.

## 5.2. Plano de la instalación

Las Figuras 23, 24, 25, y 26 muestran en isométrico, planta, y perfil, respectivamente, la disposición de los elementos de la instalación junto con la trayectoria seguida por los cables de MT y BT.

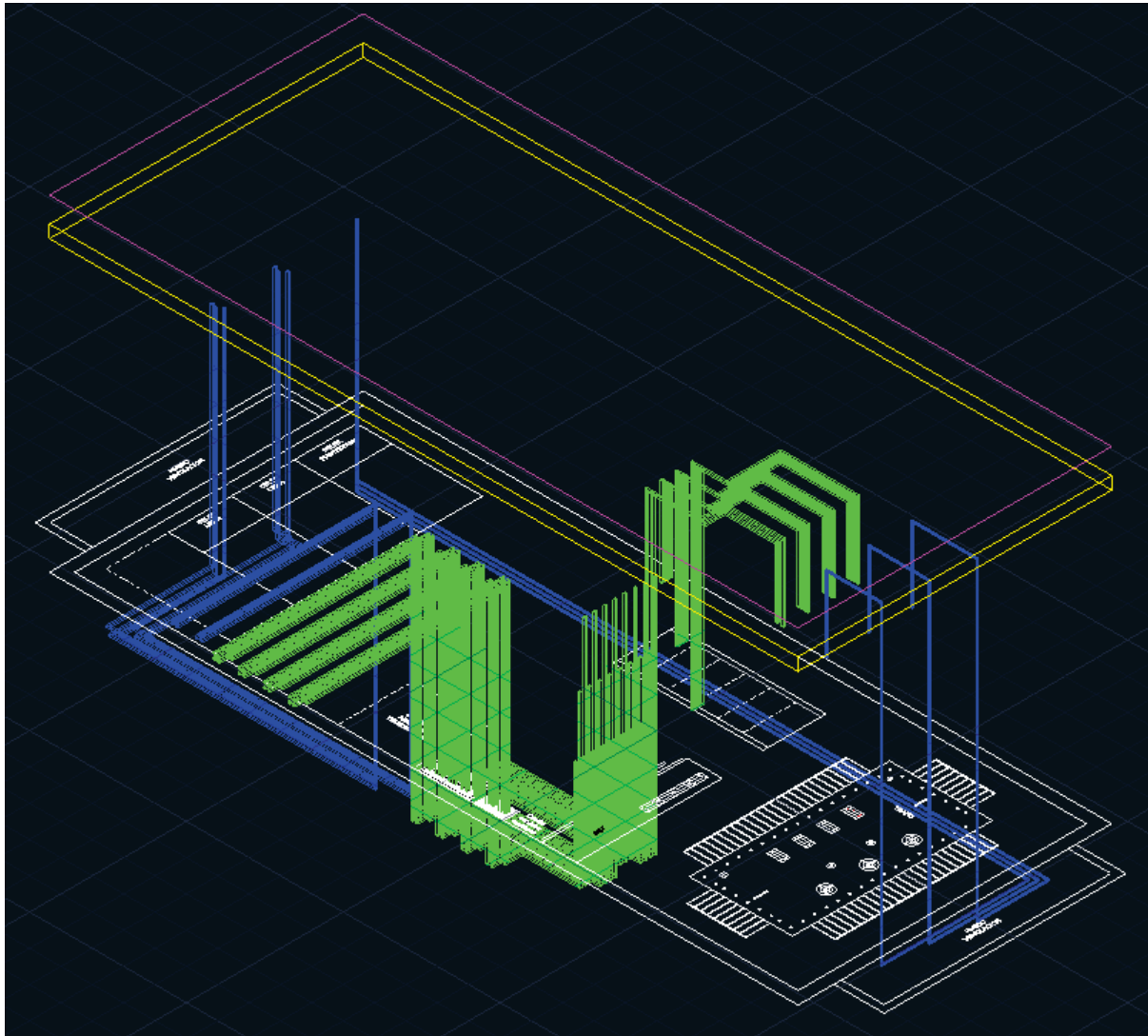


Figura 23. Vista isométrica de la instalación (2L+1T [Sub]) (cotas en mm).



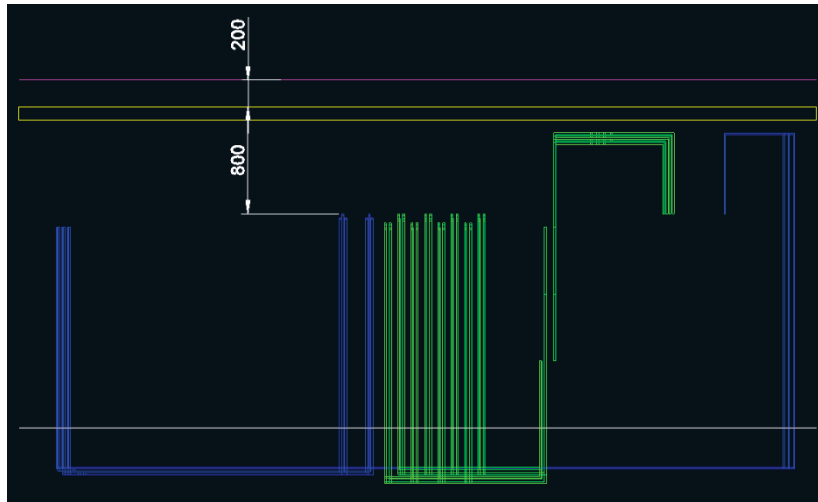


Figura 24. Vista frontal de la instalación (2L+1T [Sub]) (cotas en mm).

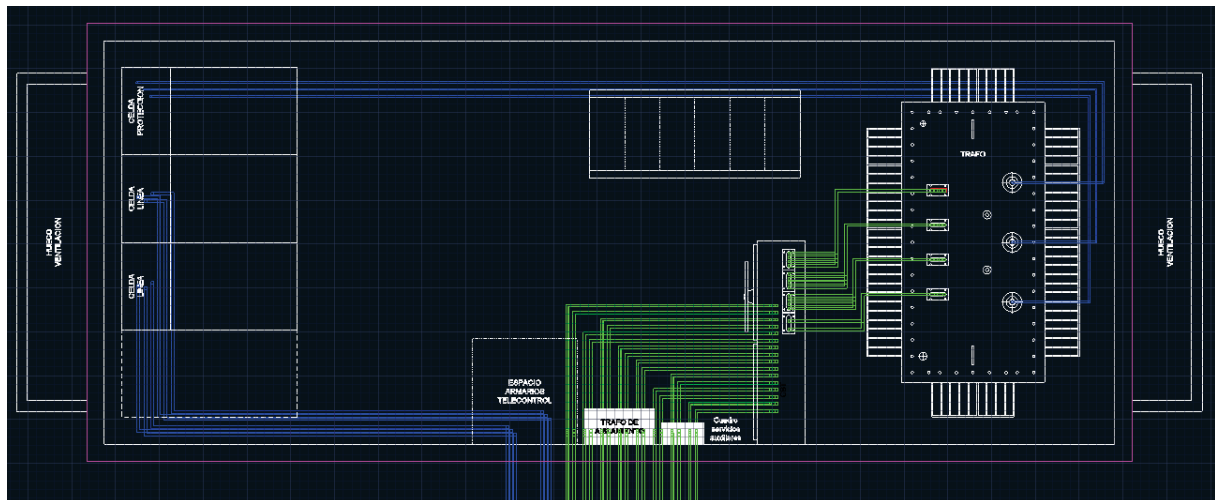


Figura 25. Vista en planta de la instalación (2L+1T [Sub]) (cotas en mm).

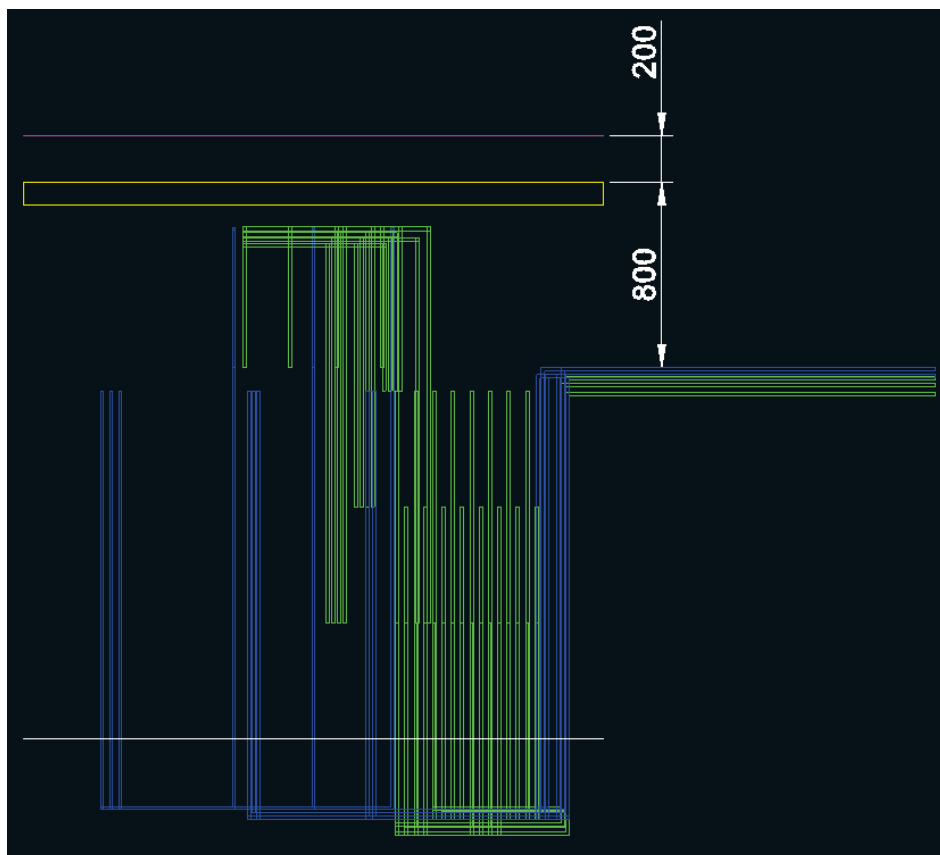


Figura 26. Vista en perfil de la instalación (2L+1T [Sub]) (cotas en mm).

### 5.3. Secciones de cable y corrientes de circulación

La Tabla 6 muestra la nomenclatura asignada a las entradas y salidas de la instalación junto a las secciones de cables y las corrientes asignadas a cada uno de ellos en la simulación.

Tabla 6. Secciones y corrientes asignadas a los cables de la instalación en la simulación (2L+1T [Sub]).

| Entradas/Salidas |                                 | Cable   | Corriente (A) |
|------------------|---------------------------------|---|---------------|
| MT_IN            | Cables MT entrada al CT         | Cable Unipolar HEPRZ1 12/20 kV Al 240 mm <sup>2</sup>                 | 345           |
| MT_OUT           | Cables MT salida del CT         | Cable Unipolar HEPRZ1 12/20 kV Al 240 mm <sup>2</sup>                 | 296,89        |
| TRAFO_IN         | Cables MT conexión Cabina-Trafo | Cable Unipolar HEPRZ1 12/20 kV Al 95 mm <sup>2</sup>                  | 48,11         |
| TRAFO_OUT        | Cables BT conexión Trafo-CBT    | 3 Fases: 4x240 mm <sup>2</sup> Cu<br>Neutro: 2x240 mm <sup>2</sup> Cu | 1443,42       |
| BT_1             | Cables BT salida 1 del CT       | XZ1 0,6/1kV 3(1x240) + 1x150 mm <sup>2</sup> Al                       | 180,4275      |
| BT_2             | Cables BT salida 2 del CT       | XZ1 0,6/1kV 3(1x240) + 1x150 mm <sup>2</sup> Al                       | 180,4275      |
| BT_3             | Cables BT salida 3 del CT       | XZ1 0,6/1kV 3(1x240) + 1x150 mm <sup>2</sup> Al                       | 180,4275      |
| BT_4             | Cables BT salida 4 del CT       | XZ1 0,6/1kV 3(1x240) + 1x150 mm <sup>2</sup> Al                       | 180,4275      |
| BT_5             | Cables BT salida 5 del CT       | XZ1 0,6/1kV 3(1x240) + 1x150 mm <sup>2</sup> Al                       | 180,4275      |
| BT_6             | Cables BT salida 6 del CT       | XZ1 0,6/1kV 3(1x240) + 1x150 mm <sup>2</sup> Al                       | 180,4275      |
| BT_7             | Cables BT salida 7 del CT       | XZ1 0,6/1kV 3(1x240) + 1x150 mm <sup>2</sup> Al                       | 180,4275      |
| BT_8             | Cables BT salida 8 del CT       | XZ1 0,6/1kV 3(1x240) + 1x150 mm <sup>2</sup> Al                       | 180,4275      |

## 5.4. Consideraciones

- 1º.- Los cables (FLU\_ALUMINIUM o FLU\_COPPER) se modelizan como prismas rectangulares de sección igual a la asignada.
- 2º.- Se han eliminado los embarrados (simplifica los esquemas y no influye en los resultados).
- 3º.- En la simulación, se ha asignado a los cables de la acometida de MT la máxima corriente que puede ser soportada por los mismos (caso más desfavorable).
- 4º.- Se supone sistema equilibrado y por tanto no hay circulación de corriente por los neutros de BT.
- 5º.- La densidad de flujo magnético es calculada en un plano situado 200 mm por encima de la superficie que cubre la instalación (FLU\_CERAMICS5).

## 5.5. Resultados

### 5.5.1. Gráficos de distribución de flujo magnético (B[T]) en planos

Los gráficos de distribución de densidad de flujo (B[T]) representan el valor que toma este parámetro **[B = Magnitud B = MODV(MODC(B))]** en un plano (volumen de aire) situado a 200 milímetros por encima del cerramiento superior de la instalación.

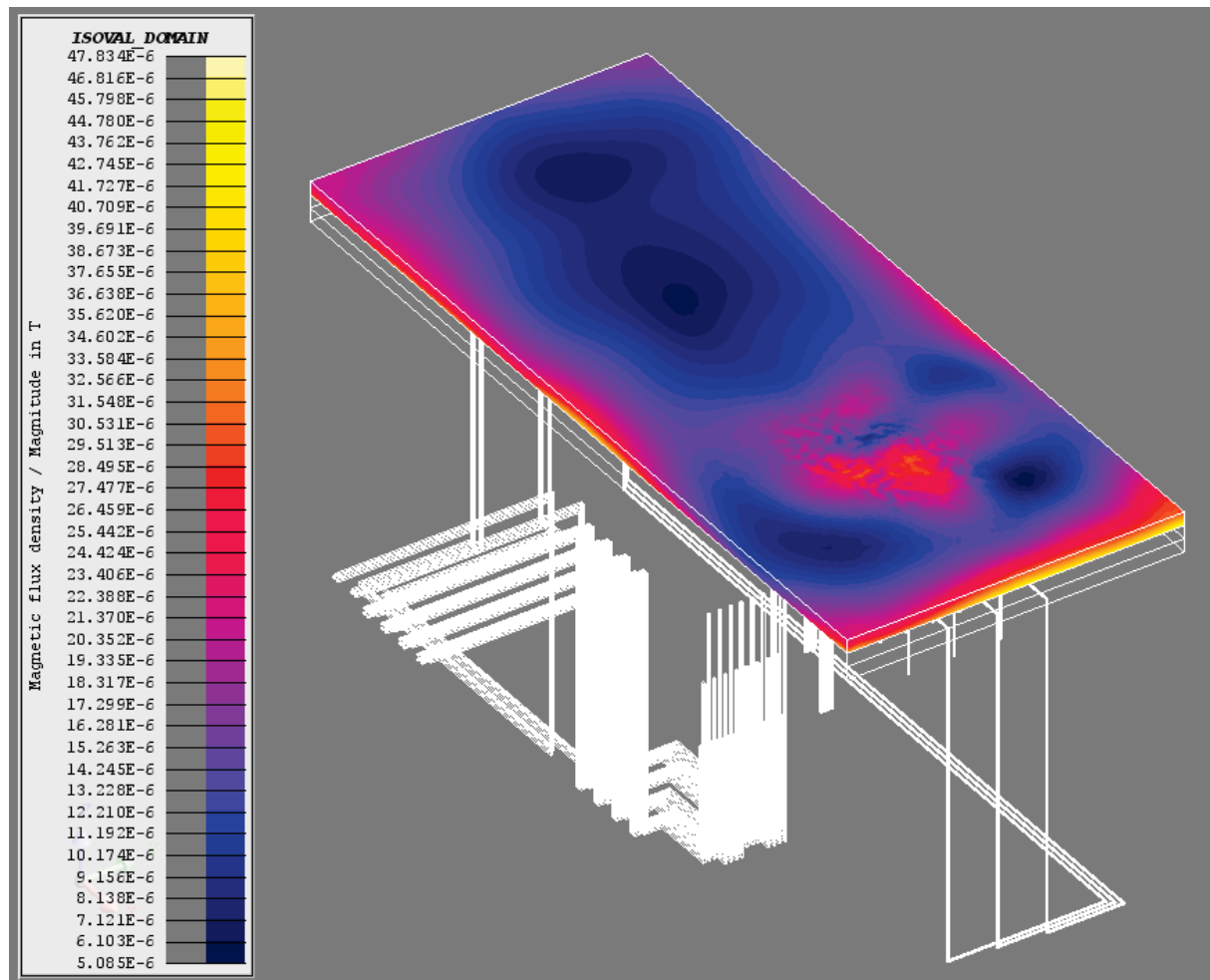


Figura 27. Densidad de flujo magnético ( $B[T] = \text{Magnitud } B$ ) en el plano situado a 200 mm del techo (2L+1T [Sub]). Isométrico.

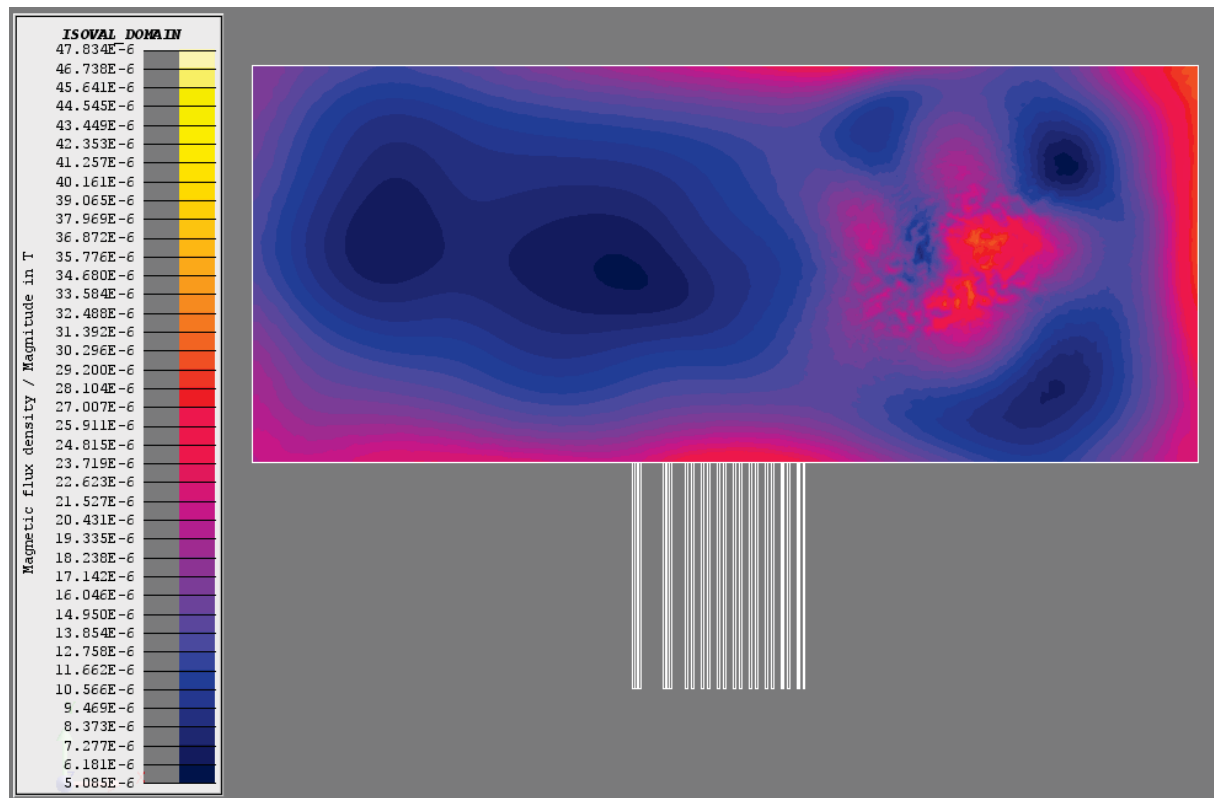


Figura 28. Densidad de flujo magnético ( $B[T] = \text{Magnitud } B$ ) en el plano situado a 200 mm del techo (2L+1T [Sub]). Planta.

### 5.5.2. Gráficos de distribución de flujo magnético ( $B[T]$ ) en líneas

Los gráficos de distribución del flujo ( $B[T]$ ) en líneas, representan los distintos valores que toma este parámetro a lo largo de líneas imaginarias trazadas, para este escenario, longitudinal y transversalmente sobre el plano de medida (líneas 1 y 2 respectivamente de la Figura 39).

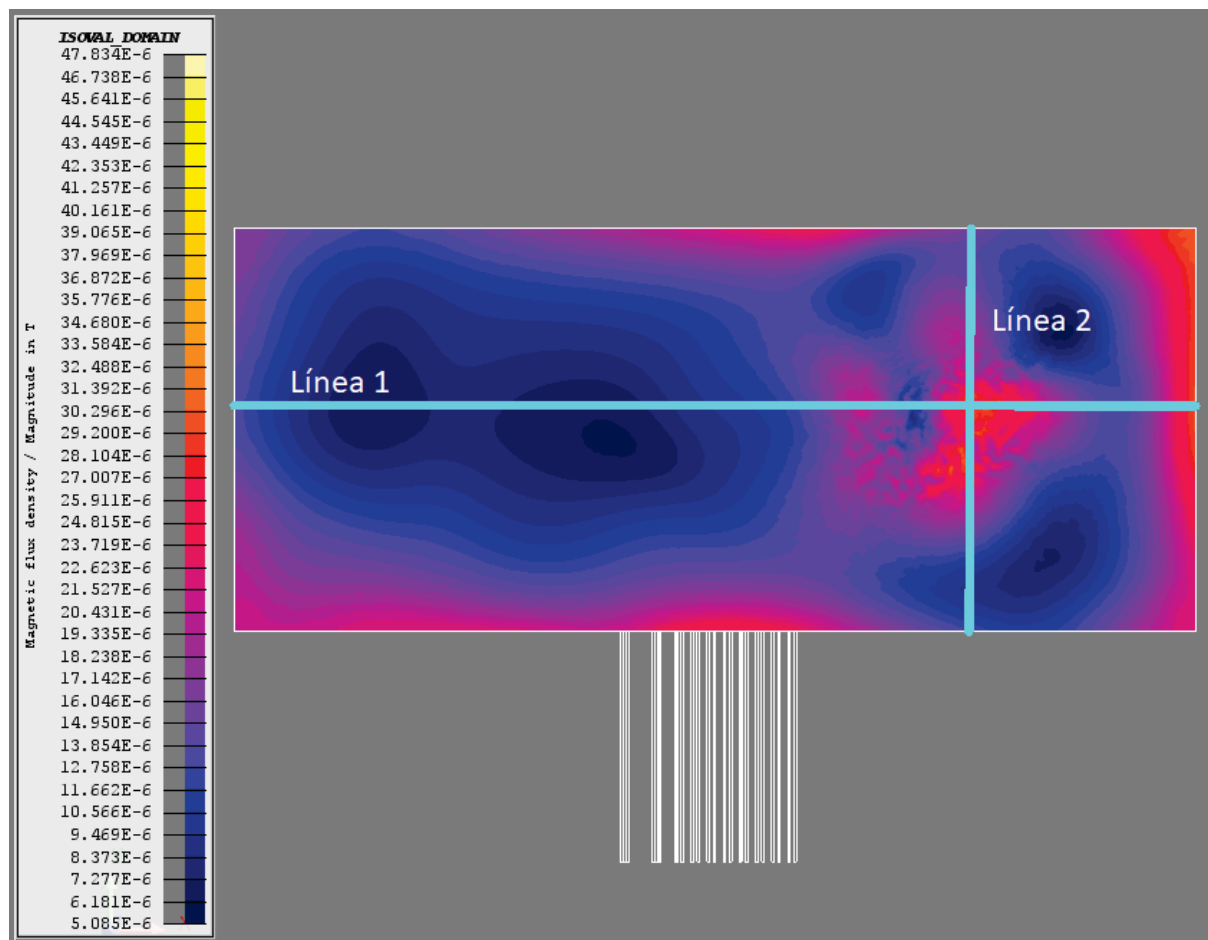


Figura 29. Densidad de flujo magnético ( $B[T] = \text{Magnitud } B$ ) en el plano situado a 200 mm del techo (2L+1T [Sub]). Representación de línea longitudinal y transversal.

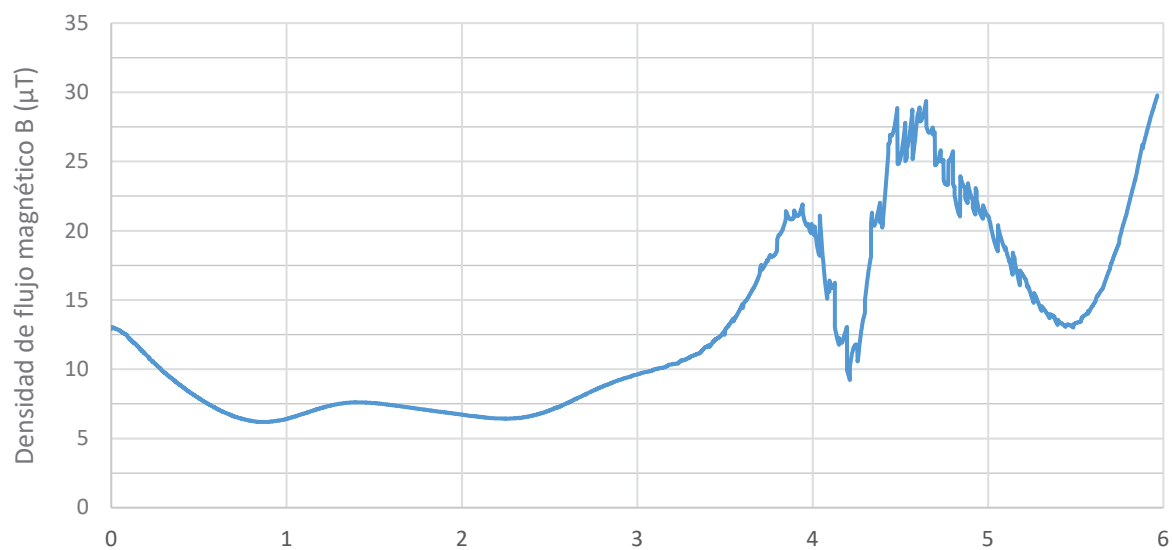


Figura 30. Densidad de flujo magnético ( $B[T] = \text{Magnitud } B$ ) en línea 1 (2L+1T [SUB]).

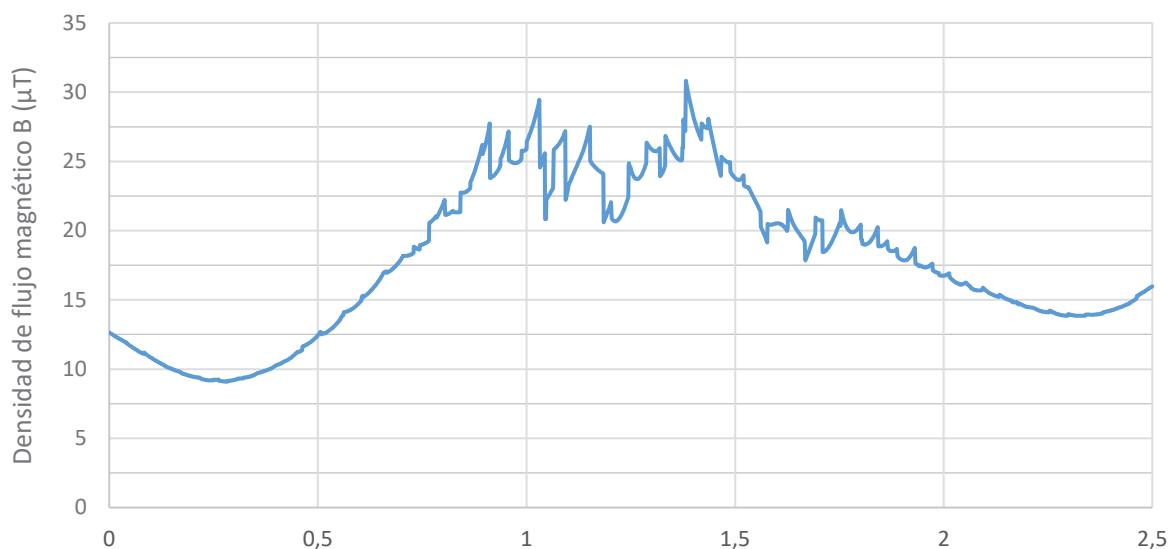


Figura 31. Densidad de flujo magnético ( $B[T] = \text{Magnitud } B$ ) en línea 2 (2L+1T [SUB]).

Como se observa, para la línea 1, el valor máximo de la densidad de flujo magnético está entorno a los 30  $\mu T$ , y para la línea 2 entorno a los 31  $\mu T$ .

## 6. Escenario 1.4: dos líneas + dos transformadores en instalación subterránea

2L + 2T (Sub)

### 6.1. Descripción general de la instalación

La instalación es un CTCS que consta de un transformador de una potencia de 1000 kVA en conexión triángulo en el lado de MT y estrella en el lado de BT. Siendo su relación de transformación 12 kV / 0,4 kV.

La acometida de MT, de 12 kV, se realiza a través de una canalización soterrada hasta el embarrado de las celdas de línea, para posteriormente pasar a la celda de protección, y de ahí al transformador. La línea MT vuelve a salir desde el embarrado de las celdas de línea para continuar el anillo de conexión.

Los cables de salida en BT del transformador (3F (4 cables por fase) + N (2 cables)) van conectados a un armario de salida de BT que dispone de un embarrado. En el embarrado se disponen ocho salidas de BT (3F + N) que salen de la instalación a través de una canalización soterrada.

### 6.2. Plano de la instalación

Las Figuras 32, 33, 34, y 35 muestran en isométrico, frontal, planta, y perfil, respectivamente, la disposición de los elementos de la instalación junto con la trayectoria seguida por los cables de MT y BT.

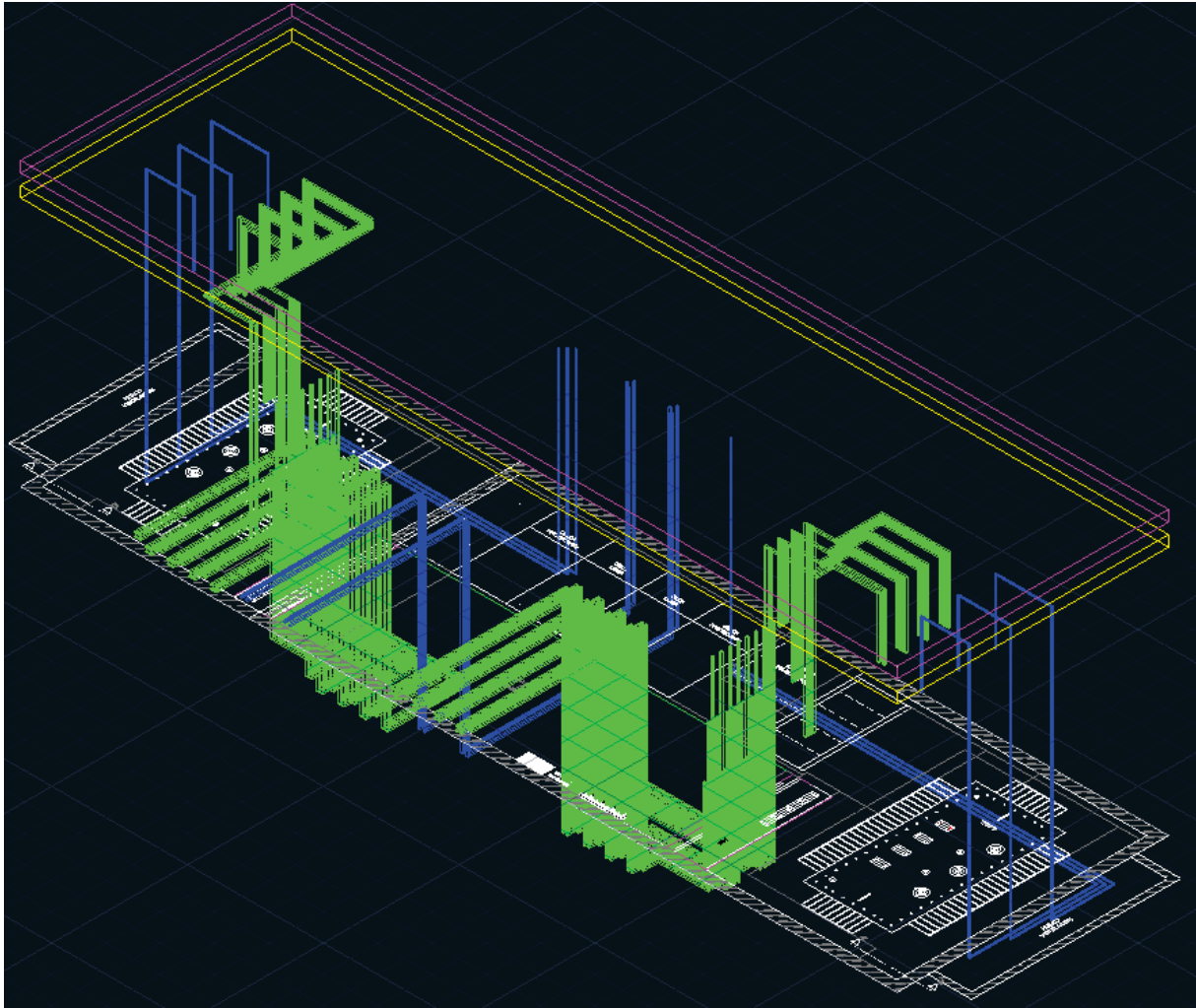


Figura 32. Vista isométrica de la instalación (2L+2T [Sub]) (cotas en mm).

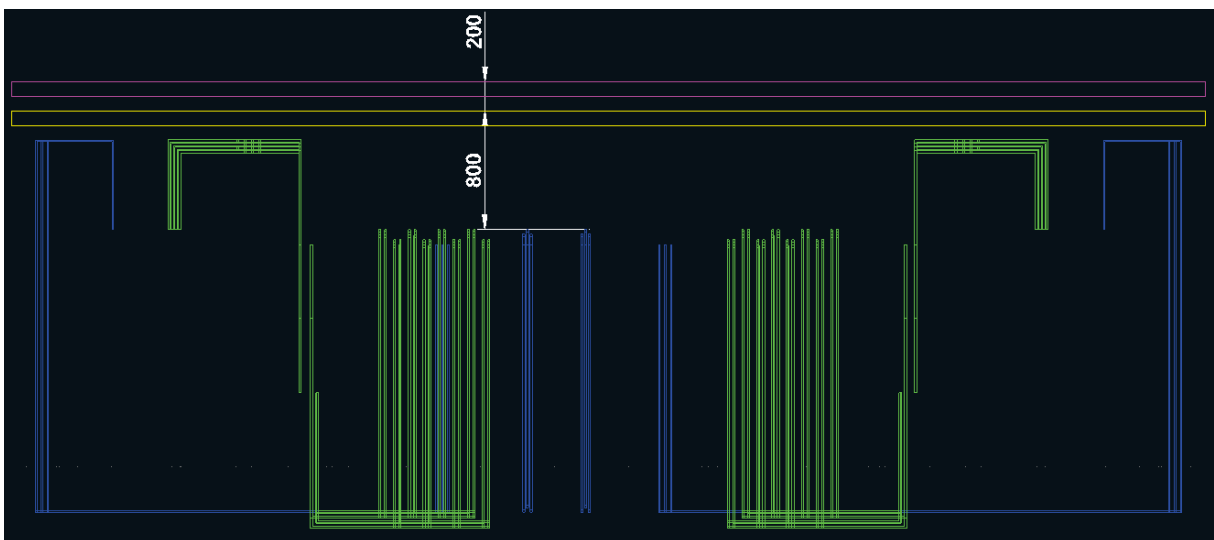


Figura 33. Vista frontal de la instalación (2L+2T [Sub]) (cotas en mm).



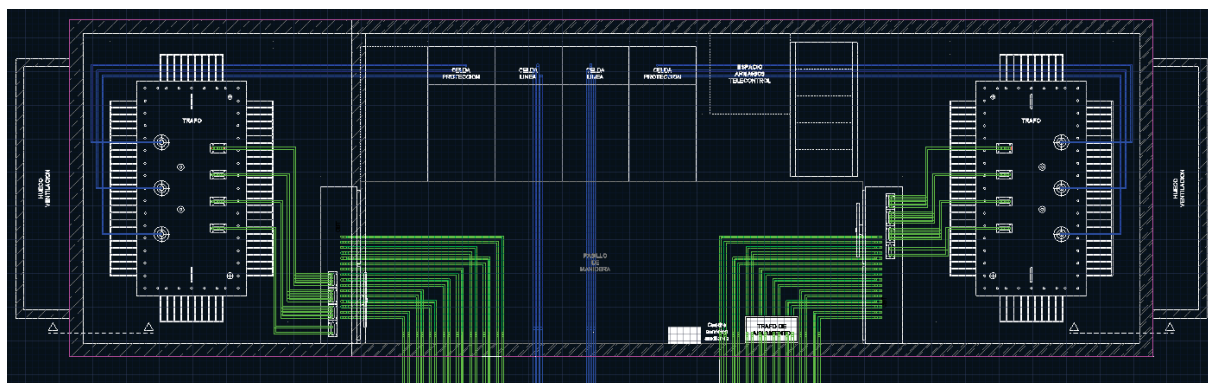


Figura 34. Vista en planta de la instalación (2L+2T [Sub]) (cotas en mm).

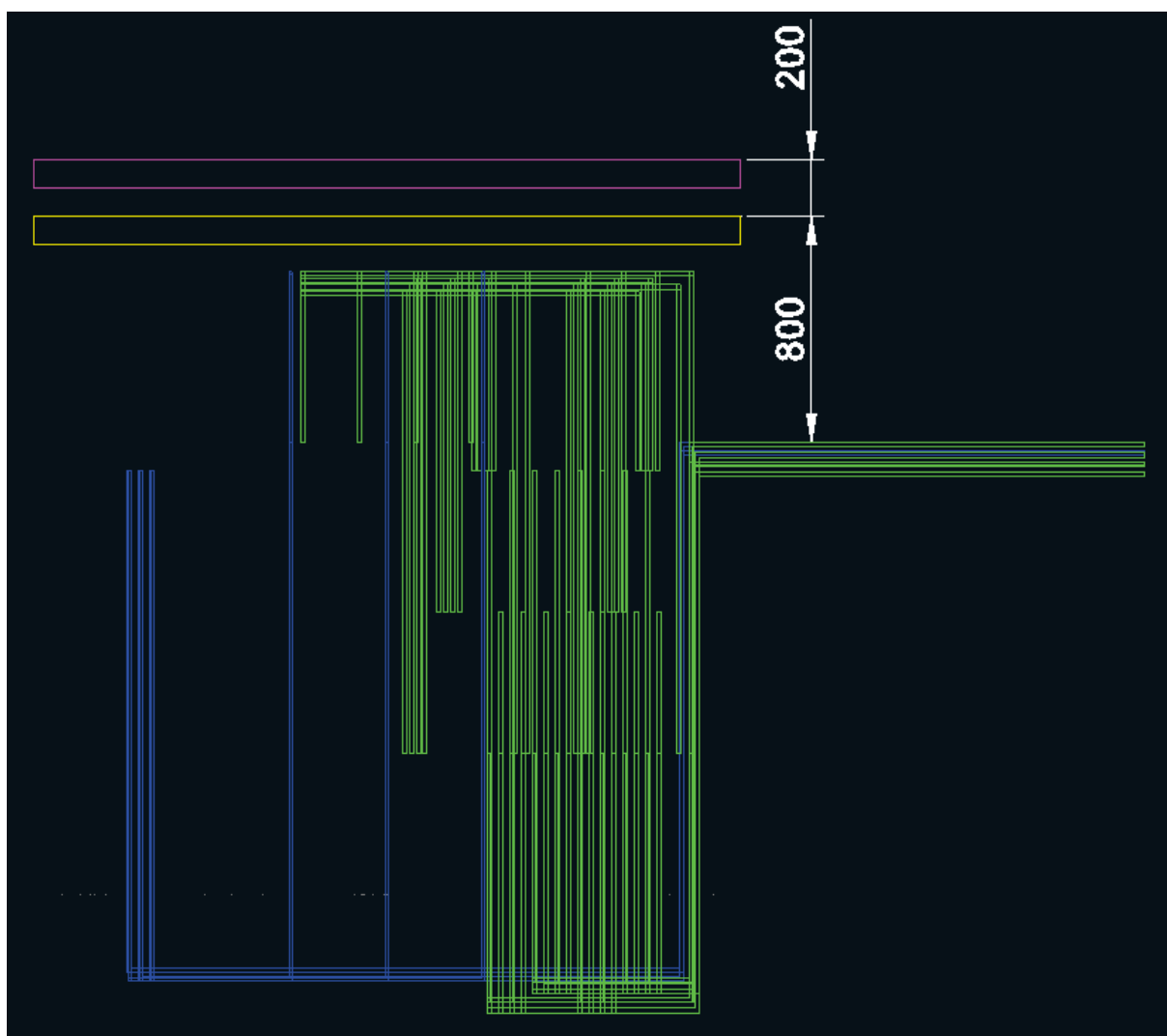


Figura 35. Vista en perfil de la instalación (2L+2T [Sub]) (cotas en mm).

### 6.3. Secciones de cable y corrientes de circulación

La Tabla 7 muestra la nomenclatura asignada a las entradas y salidas de la instalación junto a las secciones de cables y las corrientes asignadas a cada uno de ellos en la simulación (BT\_1, BT\_2, BT\_3, BT\_4, BT\_5, BT\_6, BT\_7, BT\_8, TRAFO\_IN, y TRAFO\_OUT, por transformador).

Tabla 7. Secciones y corrientes asignadas a los cables de la instalación en la simulación (2L+2T [Sub]).

| Entradas/Salidas | Cable                           | Corriente (A)   |
|------------------|---------------------------------|---|
| MT_IN            | Cables MT entrada al CT         | Cable Unipolar HEPRZ1 12/20 kV Al 240 mm <sup>2</sup>                 |
| MT_OUT           | Cables MT salida del CT         | Cable Unipolar HEPRZ1 12/20 kV Al 240 mm <sup>2</sup>                 |
| TRAFO_IN         | Cables MT conexión Cabina-Trafo | Cable Unipolar HEPRZ1 12/20 kV Al 95 mm <sup>2</sup>                  |
| TRAFO_OUT        | Cables BT conexión Trafo-CBT    | 3 Fases: 4x240 mm <sup>2</sup> Cu<br>Neutro: 2x240 mm <sup>2</sup> Cu |
| BT_1             | Cables BT salida 1 del CT       | XZ1 0,6/1kV 3(1x240) + 1x150 mm <sup>2</sup> Al                       |
| BT_2             | Cables BT salida 2 del CT       | XZ1 0,6/1kV 3(1x240) + 1x150 mm <sup>2</sup> Al                       |
| BT_3             | Cables BT salida 3 del CT       | XZ1 0,6/1kV 3(1x240) + 1x150 mm <sup>2</sup> Al                       |
| BT_4             | Cables BT salida 4 del CT       | XZ1 0,6/1kV 3(1x240) + 1x150 mm <sup>2</sup> Al                       |
| BT_5             | Cables BT salida 5 del CT       | XZ1 0,6/1kV 3(1x240) + 1x150 mm <sup>2</sup> Al                       |
| BT_6             | Cables BT salida 6 del CT       | XZ1 0,6/1kV 3(1x240) + 1x150 mm <sup>2</sup> Al                       |
| BT_7             | Cables BT salida 7 del CT       | XZ1 0,6/1kV 3(1x240) + 1x150 mm <sup>2</sup> Al                       |
| BT_8             | Cables BT salida 8 del CT       | XZ1 0,6/1kV 3(1x240) + 1x150 mm <sup>2</sup> Al                       |

### 6.4. Consideraciones

- 1º.- Los cables (FLU\_ALUMINIUM o FLU\_COPPER) se modelizan como prismas rectangulares de sección igual a la asignada.
- 2º.- Se han eliminado los embarrados (simplifica los esquemas y no influye en los resultados).
- 3º.- En la simulación, se ha asignado a los cables de la acometida de MT la máxima corriente que puede ser soportada por los mismos (caso más desfavorable).
- 4º.- Se supone sistema equilibrado y por tanto no hay circulación de corriente por los neutros de BT.
- 5º.- La densidad de flujo magnético es calculada en un plano situado 200 mm por encima de la superficie que cubre la instalación (FLU\_CERAMICS5).

### 6.5. Resultados

#### 6.5.1. Gráficos de distribución de flujo magnético (B[T]) en planos

Los gráficos de distribución de densidad de flujo (B[T]) [**B = Magnitud B = MODV(MODC(B))**] representan el valor que toma este parámetro en un plano (volumen de aire) situado a 200 milímetros por encima del cerramiento superior de la instalación.

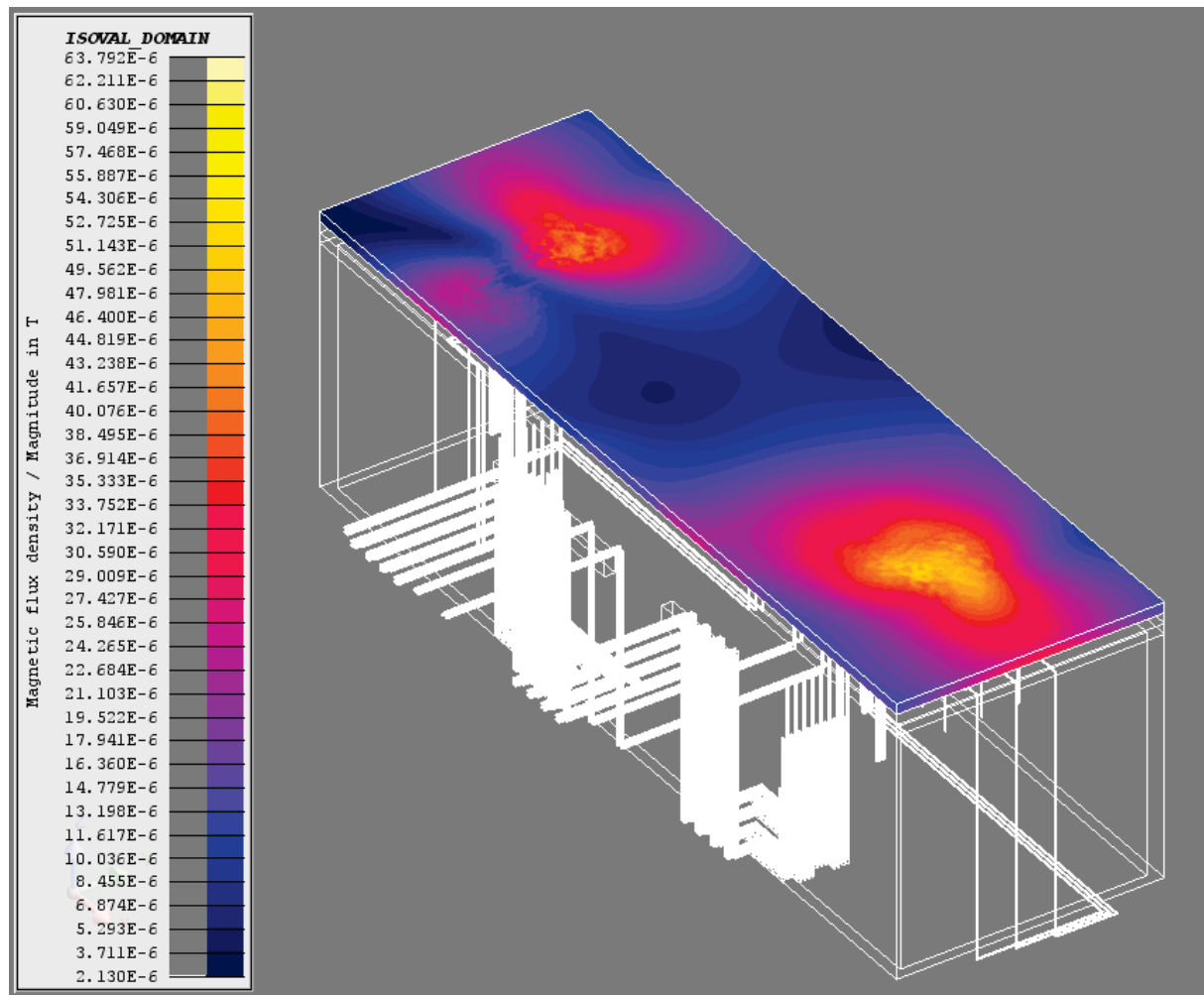


Figura 36. Densidad de flujo magnético ( $B[T] = \text{Magnitud } B$ ) en el plano situado a 200 mm del techo (2L+2T [Sub]). Isométrico.

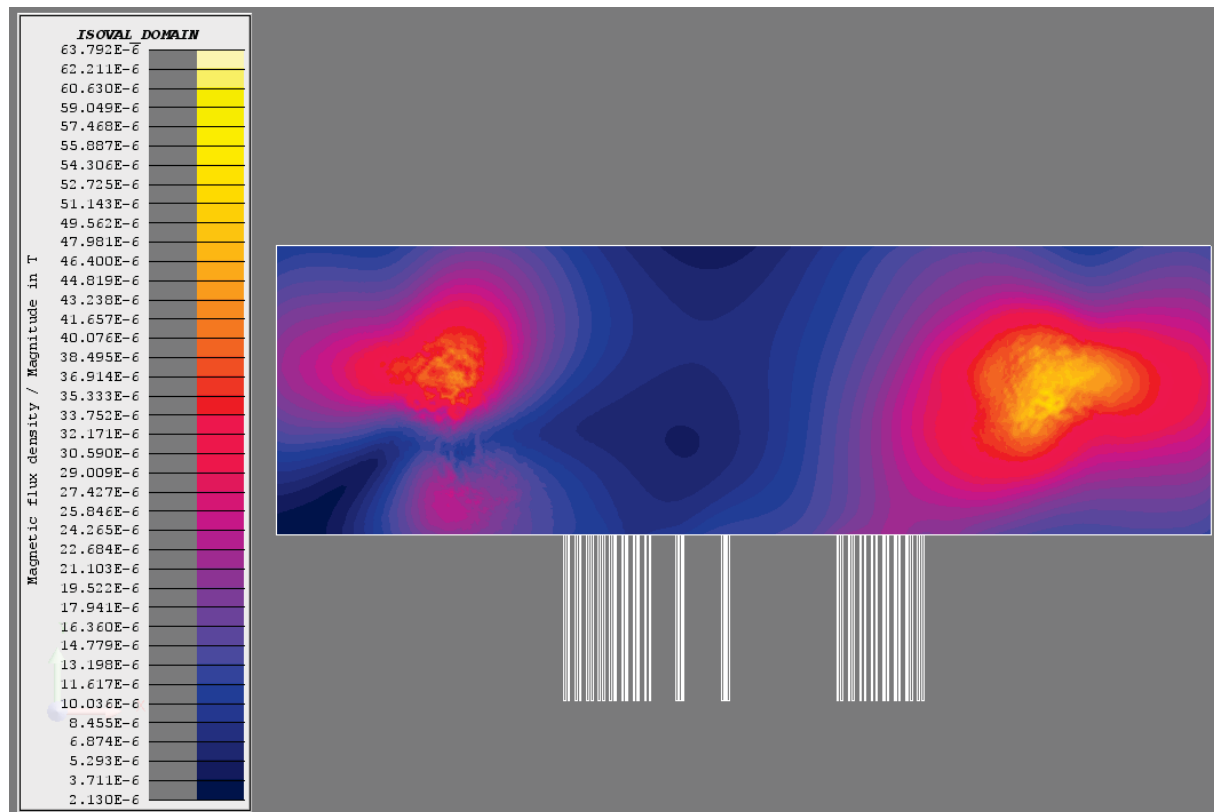


Figura 37. Densidad de flujo magnético ( $B[T] = \text{Magnitud } B$ ) en el plano situado a 200 mm del techo (2L+2T [Sub]). Planta.

### 6.5.2. Gráficos de distribución de flujo magnético ( $B[T]$ ) en líneas

Los gráficos de distribución del flujo ( $B[T]$ ) en líneas, representan los distintos valores que toma este parámetro a lo largo de líneas imaginarias trazadas, para este escenario, una longitudinal y dos transversales sobre el plano de medida (líneas 1, 2, y 3, respectivamente de la Figura 38).

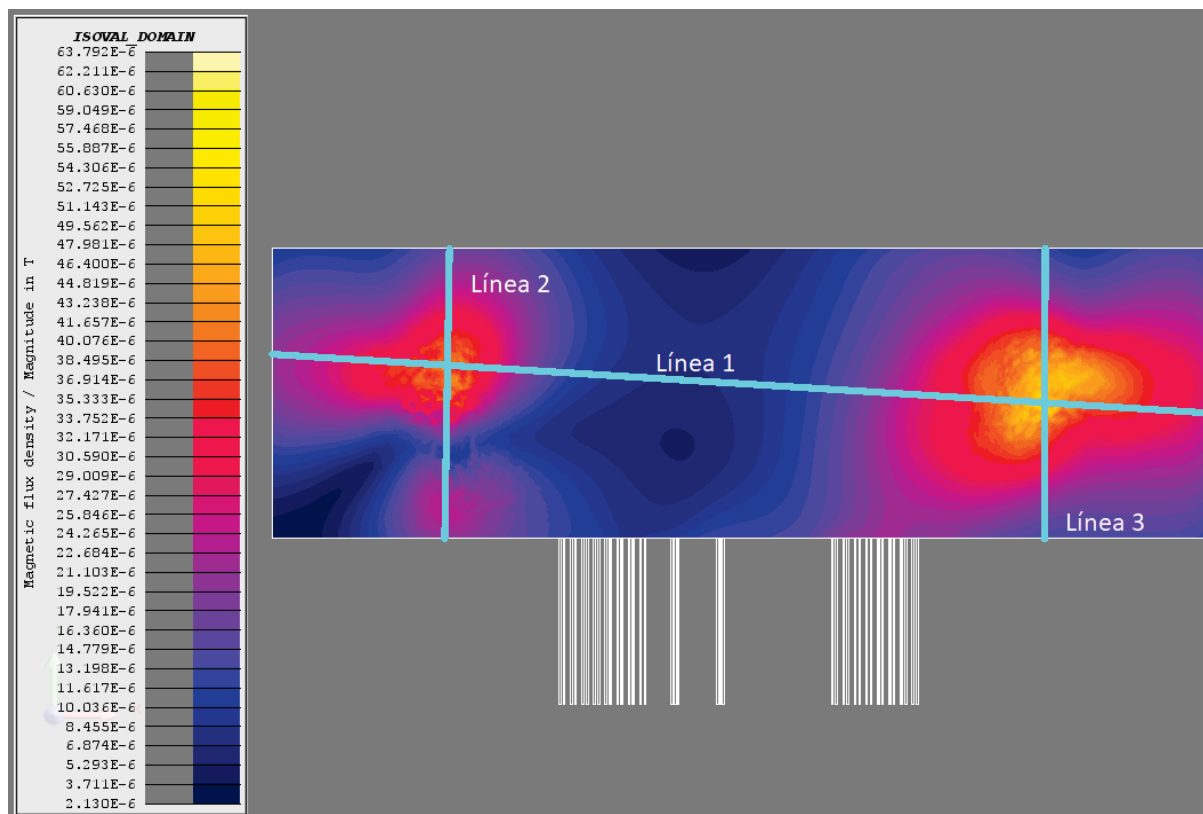


Figura 38. Densidad de flujo magnético ( $B[T] = \text{Magnitud } B$ ) en el plano situado a 200 mm del techo (2L+1T [Sub]). Representación de línea longitudinal y transversal.

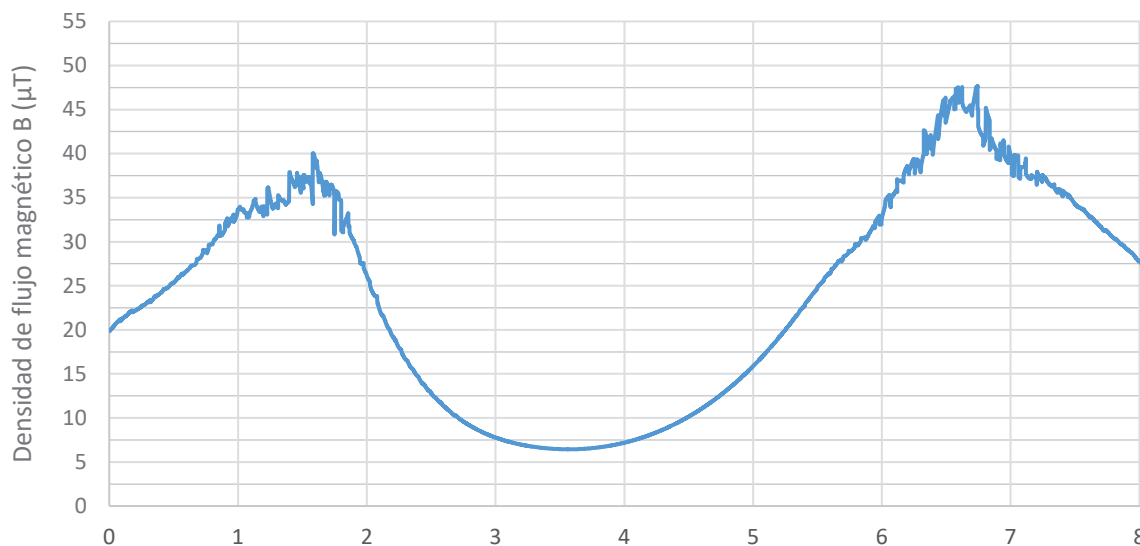


Figura 39. Densidad de flujo magnético ( $B[T] = \text{Magnitud } B$ ) en línea 1 (2L+2T [SUB]).



Figura 40. Densidad de flujo magnético ( $B[T] = \text{Magnitud } B$ ) en línea 2 (2L+2T [SUB]).

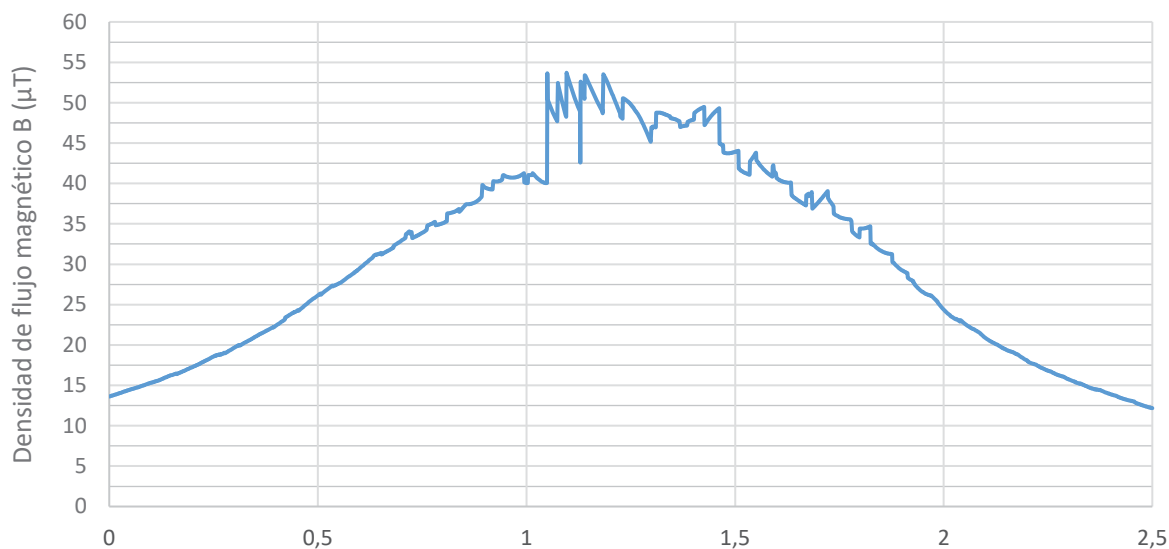


Figura 41. Densidad de flujo magnético ( $B[T] = \text{Magnitud } B$ ) en línea 3 (2L+2T [SUB]).

Como se observa, para la línea 1, el valor máximo de la densidad de flujo magnético está entorno a los 48  $\mu\text{T}$ , para la línea 2 entorno a los 47  $\mu\text{T}$ , y para la línea 3 entorno a los 54  $\mu\text{T}$ .

## 7. Escenario 1.5: dos líneas + un transformador en instalación semienterrada

2L + 1T (Semi)

### 7.1. Descripción general de la instalación

La instalación es un CTC en instalación semienterrada que consta de un transformador de una potencia de 1000 kVA en conexión triángulo en el lado de MT y estrella en el lado de BT. Siendo su relación de transformación 12 kV / 0,4 kV.

La acometida de MT, de 12 kV, se realiza a través de una canalización soterrada hasta el embarrado de las celdas de línea, para posteriormente pasar a la celda de protección, y de ahí al transformador. La línea MT vuelve a salir desde el embarrado de las celdas de línea para continuar el anillo de conexión.

Los cables de salida en BT del transformador (3F (4 cables por fase) + N (2 cables)) van conectados a un armario de salida de BT que dispone de un embarrado. En el embarrado se disponen ocho salidas de BT (3F + N) que salen de la instalación a través de una canalización soterrada.

## 7.2. Plano de la instalación

Las Figuras 42, 43, 44, y 45 muestran en isométrico, planta, y perfil, respectivamente, la disposición de los elementos de la instalación junto con la trayectoria seguida por los cables de MT y BT.

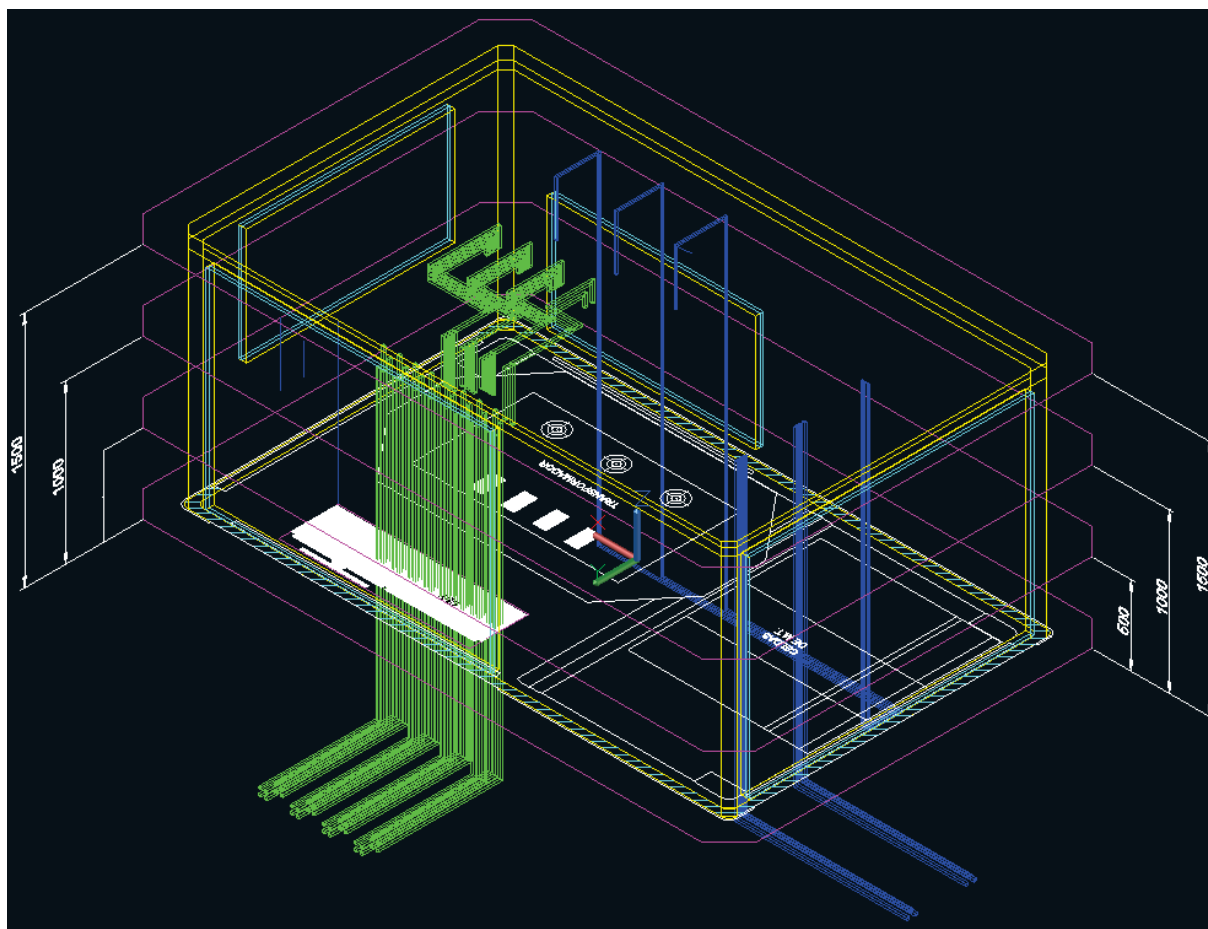


Figura 42. Vista isométrica de la instalación (2L+1T [Semi]) (cotas en mm).

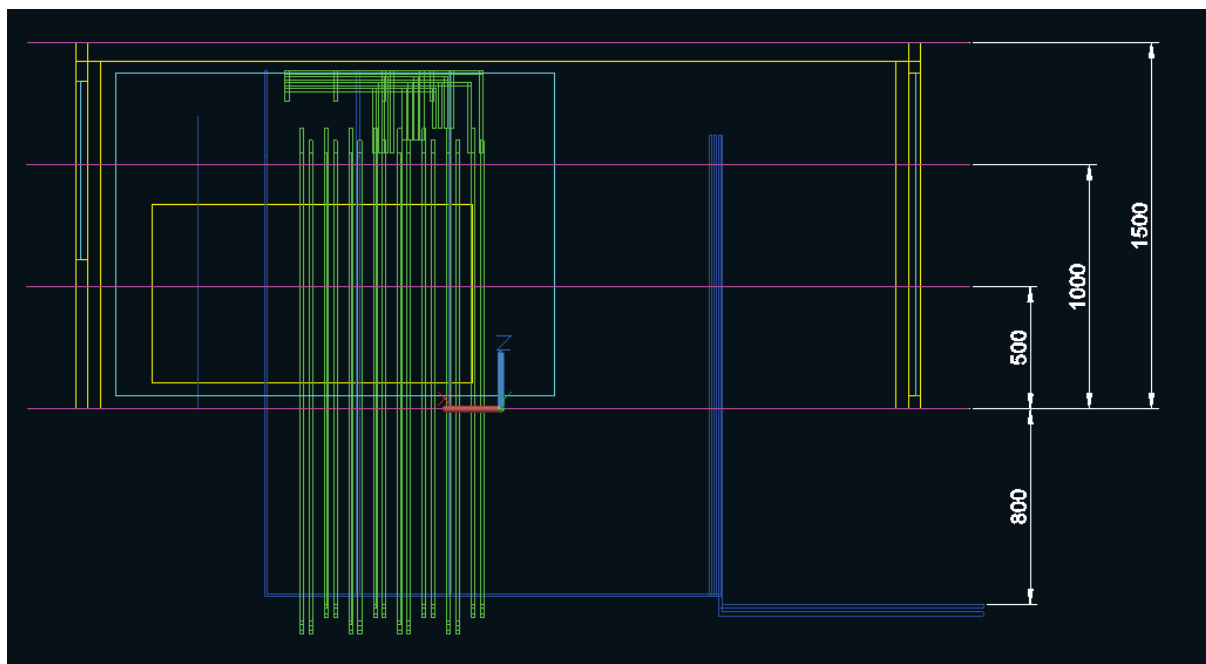


Figura 43. Vista frontal de la instalación (2L+1T [Semi]) (cotas en mm).

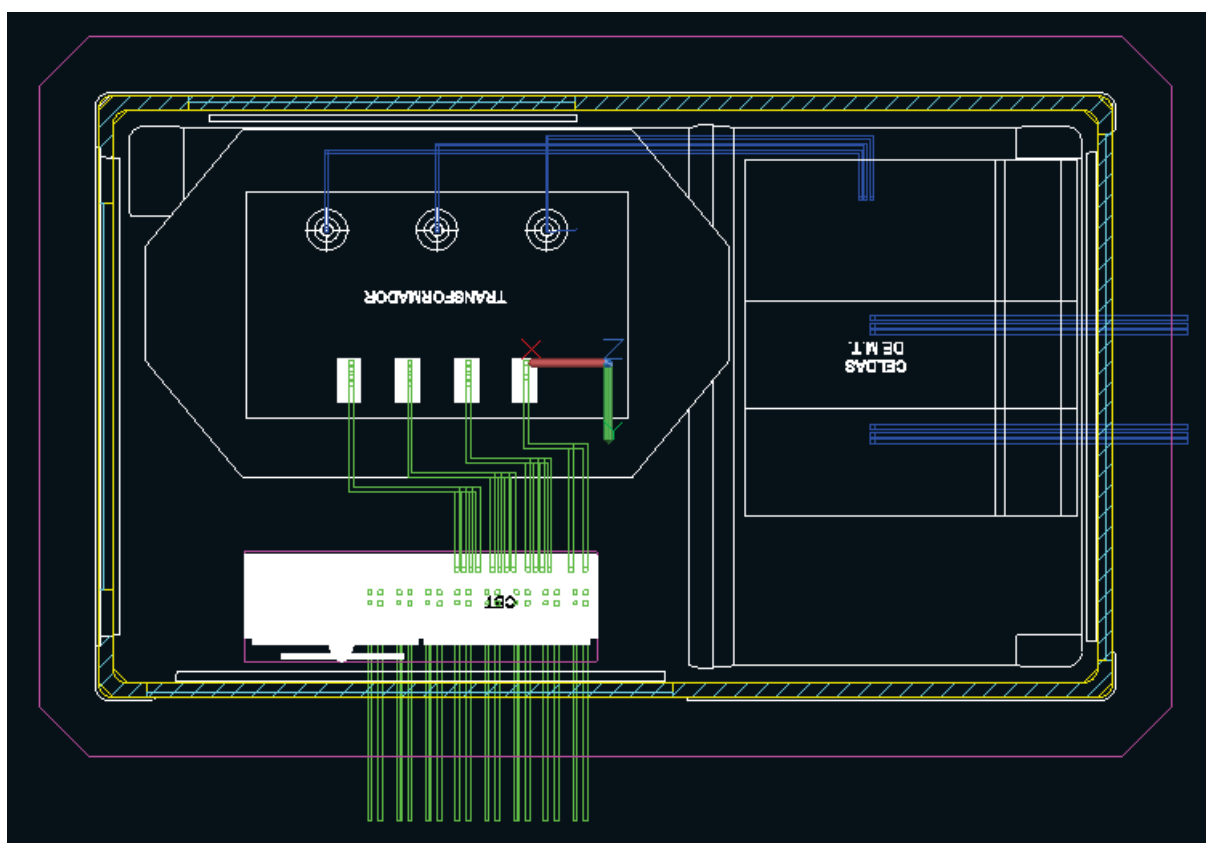


Figura 44. Vista en planta de la instalación (2L+1T [Semi]) (cotas en mm).



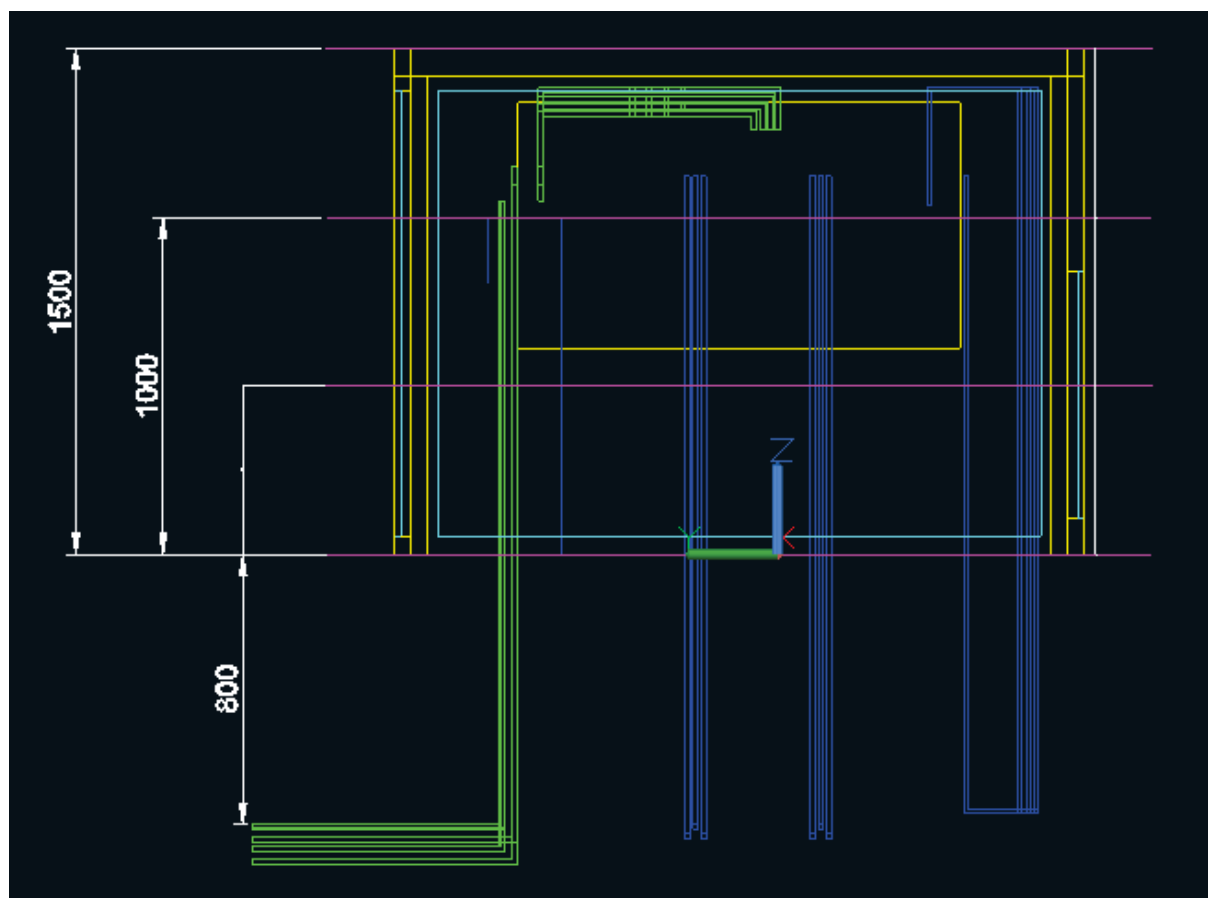


Figura 45. Vista en perfil de la instalación (2L+1T [Semi]) (cotas en mm).

### 7.3. Secciones de cable y corrientes de circulación

La Tabla 8 muestra la nomenclatura asignada a las entradas y salidas de la instalación junto a las secciones de cables y las corrientes asignadas a cada uno de ellos en la simulación.

Tabla 8. Secciones y corrientes asignadas a los cables de la instalación en la simulación (2L+1T [Semi]).

| Entradas/Salidas |                                 | Cable   | Corriente (A) |
|------------------|---------------------------------|---|---------------|
| MT_IN            | Cables MT entrada al CT         | Cable Unipolar HEPRZ1 12/20 kV Al 240 mm <sup>2</sup>                 | 345           |
| MT_OUT           | Cables MT salida del CT         | Cable Unipolar HEPRZ1 12/20 kV Al 240 mm <sup>2</sup>                 | 296,89        |
| TRAFO_IN         | Cables MT conexión Cabina-Trafo | Cable Unipolar HEPRZ1 12/20 kV Al 95 mm <sup>2</sup>                  | 48,11         |
| TRAFO_OUT        | Cables BT conexión Trafo-CBT    | 3 Fases: 4x240 mm <sup>2</sup> Cu<br>Neutro: 2x240 mm <sup>2</sup> Cu | 1443,42       |
| BT_1             | Cables BT salida 1 del CT       | XZ1 0,6/1kV 3(1x240) + 1x150 mm <sup>2</sup> Al                       | 180,4275      |
| BT_2             | Cables BT salida 2 del CT       | XZ1 0,6/1kV 3(1x240) + 1x150 mm <sup>2</sup> Al                       | 180,4275      |
| BT_3             | Cables BT salida 3 del CT       | XZ1 0,6/1kV 3(1x240) + 1x150 mm <sup>2</sup> Al                       | 180,4275      |
| BT_4             | Cables BT salida 4 del CT       | XZ1 0,6/1kV 3(1x240) + 1x150 mm <sup>2</sup> Al                       | 180,4275      |
| BT_5             | Cables BT salida 5 del CT       | XZ1 0,6/1kV 3(1x240) + 1x150 mm <sup>2</sup> Al                       | 180,4275      |
| BT_6             | Cables BT salida 6 del CT       | XZ1 0,6/1kV 3(1x240) + 1x150 mm <sup>2</sup> Al                       | 180,4275      |
| BT_7             | Cables BT salida 7 del CT       | XZ1 0,6/1kV 3(1x240) + 1x150 mm <sup>2</sup> Al                       | 180,4275      |
| BT_8             | Cables BT salida 8 del CT       | XZ1 0,6/1kV 3(1x240) + 1x150 mm <sup>2</sup> Al                       | 180,4275      |

## 7.4. Consideraciones

- 1º.- Los cables (FLU\_ALUMINIUM o FLU\_COPPER) se modelizan como prismas rectangulares de sección igual a la asignada.
- 2º.- Se han eliminado los embarrados (simplifica los esquemas y no influye en los resultados).
- 3º.- En la simulación, se ha asignado a los cables de la acometida de MT la máxima corriente que puede ser soportada por los mismos (caso más desfavorable).
- 4º.- Se supone sistema equilibrado y por tanto no hay circulación de corriente por los neutros de BT.
- 5º.- Los resultados a 200 mm del cerramiento exterior son obtenidos en presencia física de las paredes de la caseta (FLU\_CERAMICS5) y las puertas (FLU\_STEEL\_1010\_XC10).

## 7.5. Resultados

### 7.5.1. Gráficos de distribución de flujo magnético (B[T]) en planos

Los gráficos de distribución de densidad de flujo (B[T]) en planos, representan los valores que toma este parámetro [**B = Magnitud B = MODV(MODC(B))**] en los planos (volúmenes de aire en la simulación) situados a 200 milímetros del cerramiento exterior de la instalación.

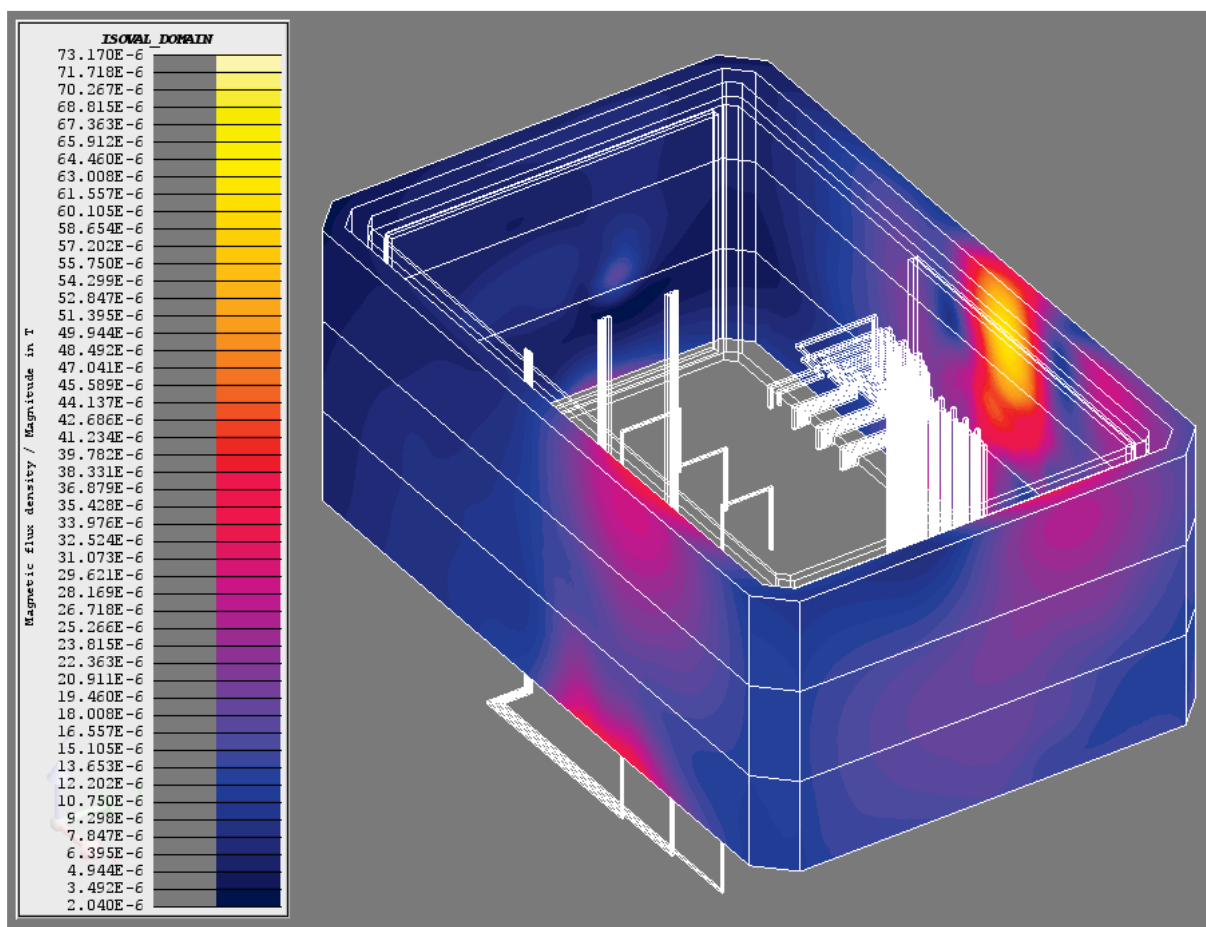


Figura 46. Densidad de flujo magnético (B[T] = Magnitud B) en la envolvente del CT (2L+1T [Sup]).

Las Figuras 47, 48, 49, y 50 muestran la misma distribución de densidad de flujo magnético en los paneles de aire vistos en la Figura 46, pero de forma separada. La nomenclatura utilizada es la siguiente:

- Panel Frontal: corresponde al muro por donde se realiza la salida de las líneas de BT.
- Panel Derecho: corresponde al muro por donde se realiza la entrada y salida de las líneas de MT.
- Panel Trasero: el opuesto al Panel Frontal.
- Panel Izquierdo: situado en el lateral izquierdo vista la envolvente desde el panel frontal.

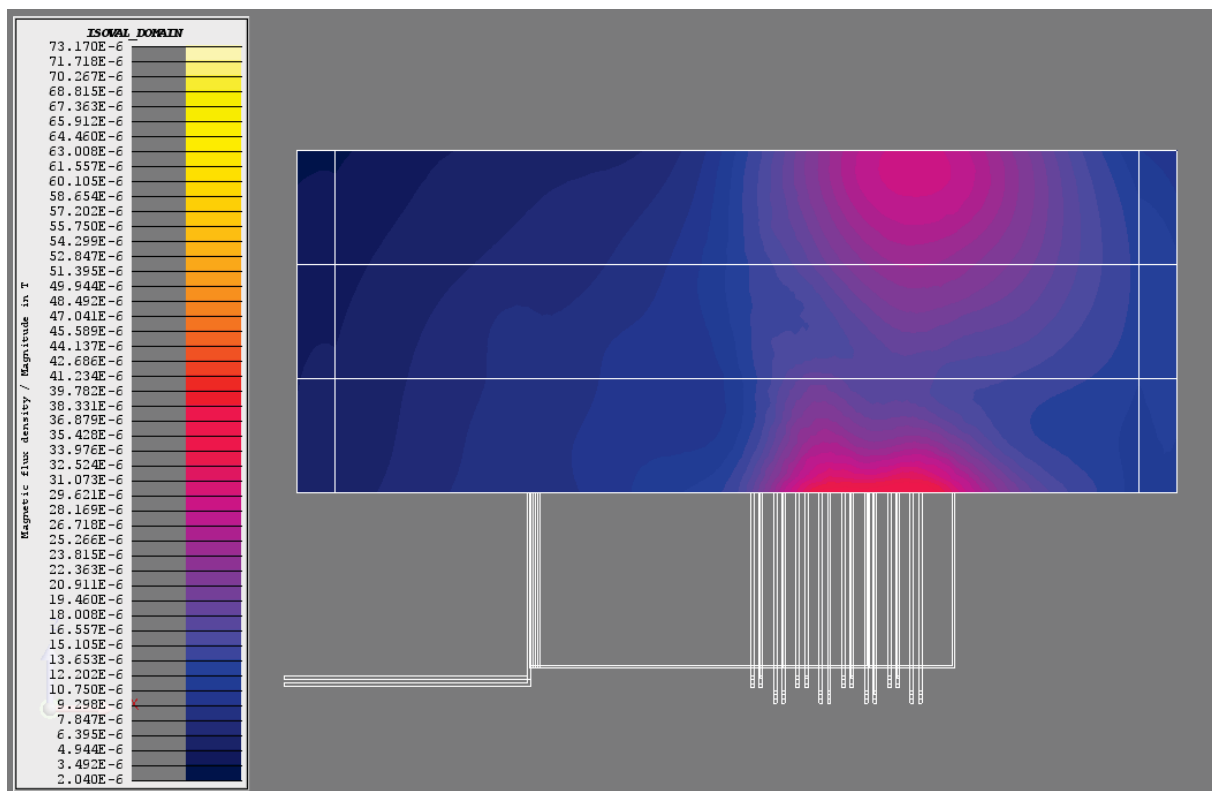


Figura 47. Densidad de flujo magnético ( $B[T] = \text{Magnitud } B$ ) en el panel frontal (2L+1T [Semi]).

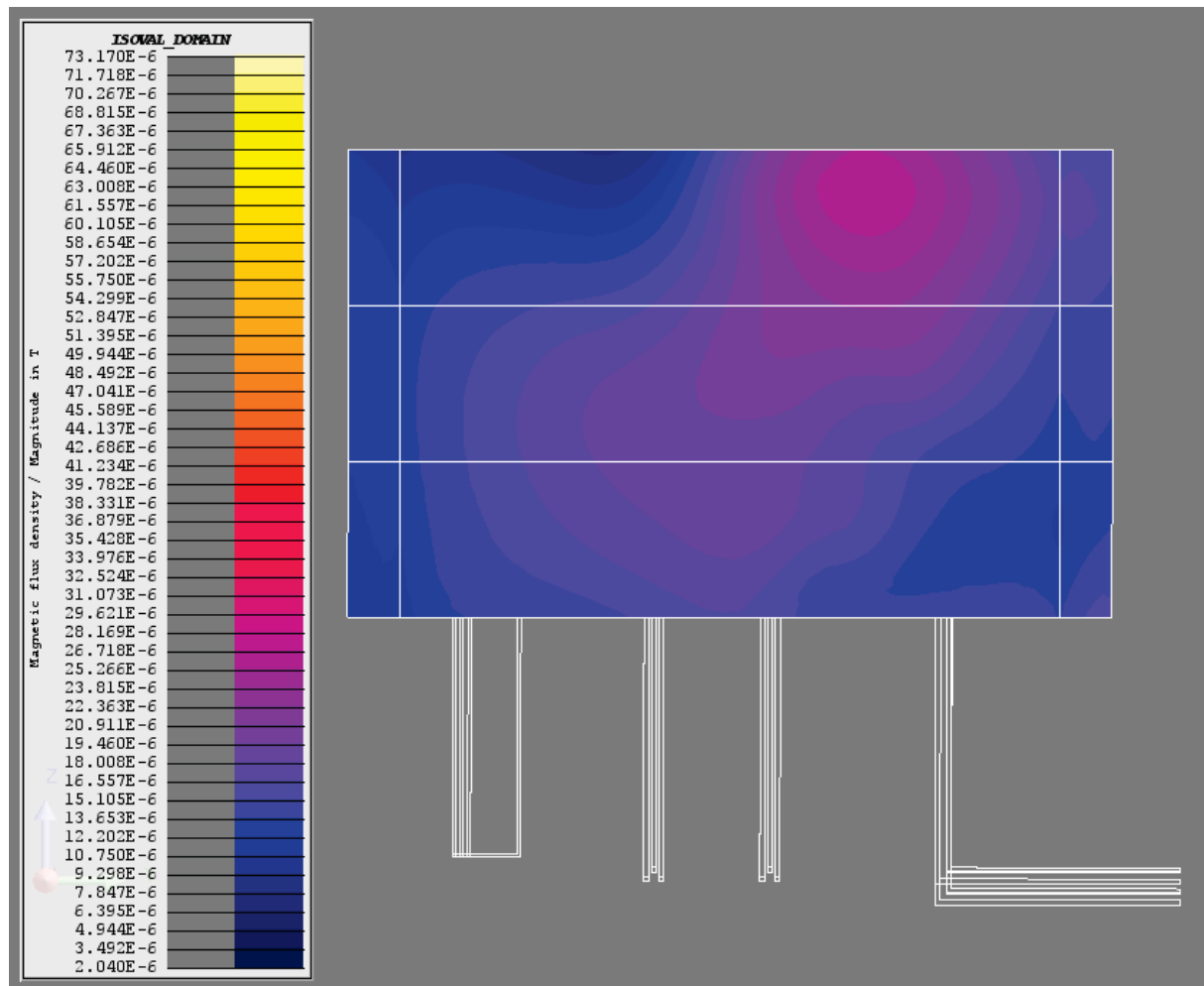


Figura 48. Densidad de flujo magnético ( $B[T] = \text{Magnitud } B$ ) en el panel derecho ( $2L+1T [\text{Semi}]$ ).

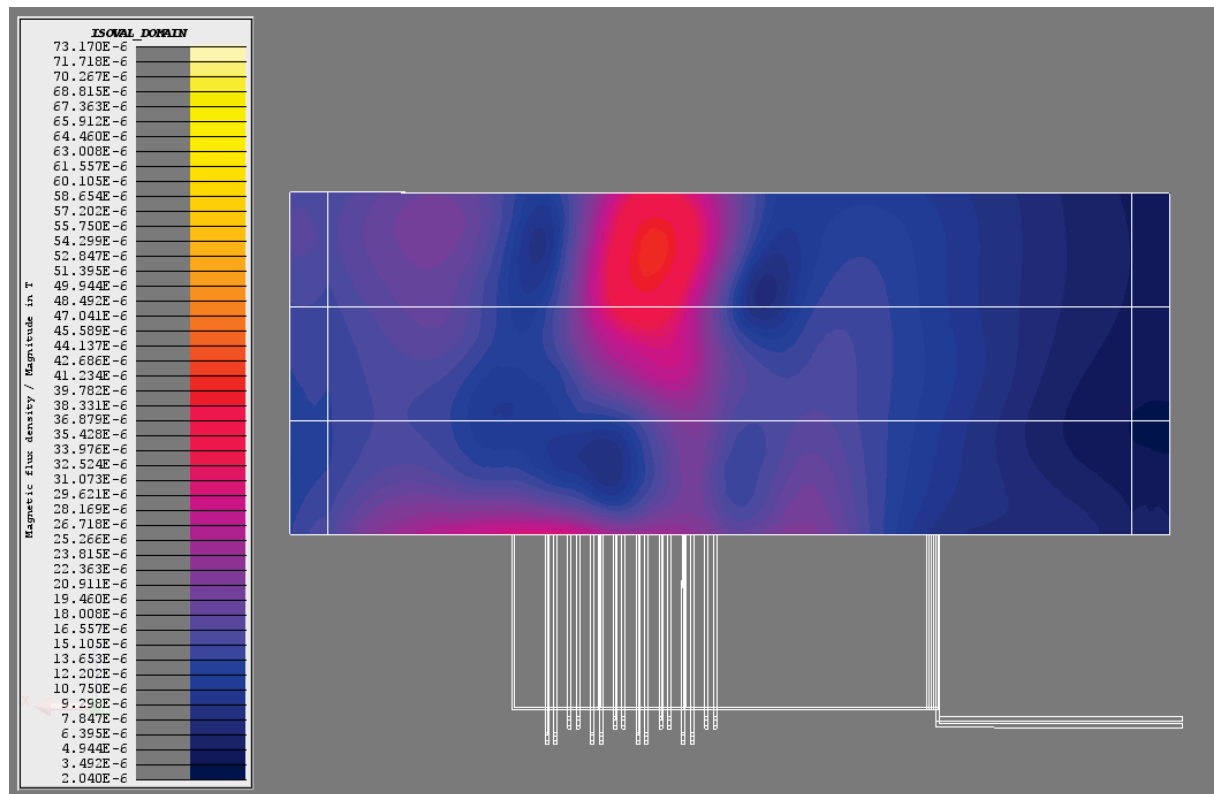


Figura 49. Densidad de flujo magnético ( $B[T] = \text{Magnitud } B$ ) en el panel trasero (2L+1T [Semi]).

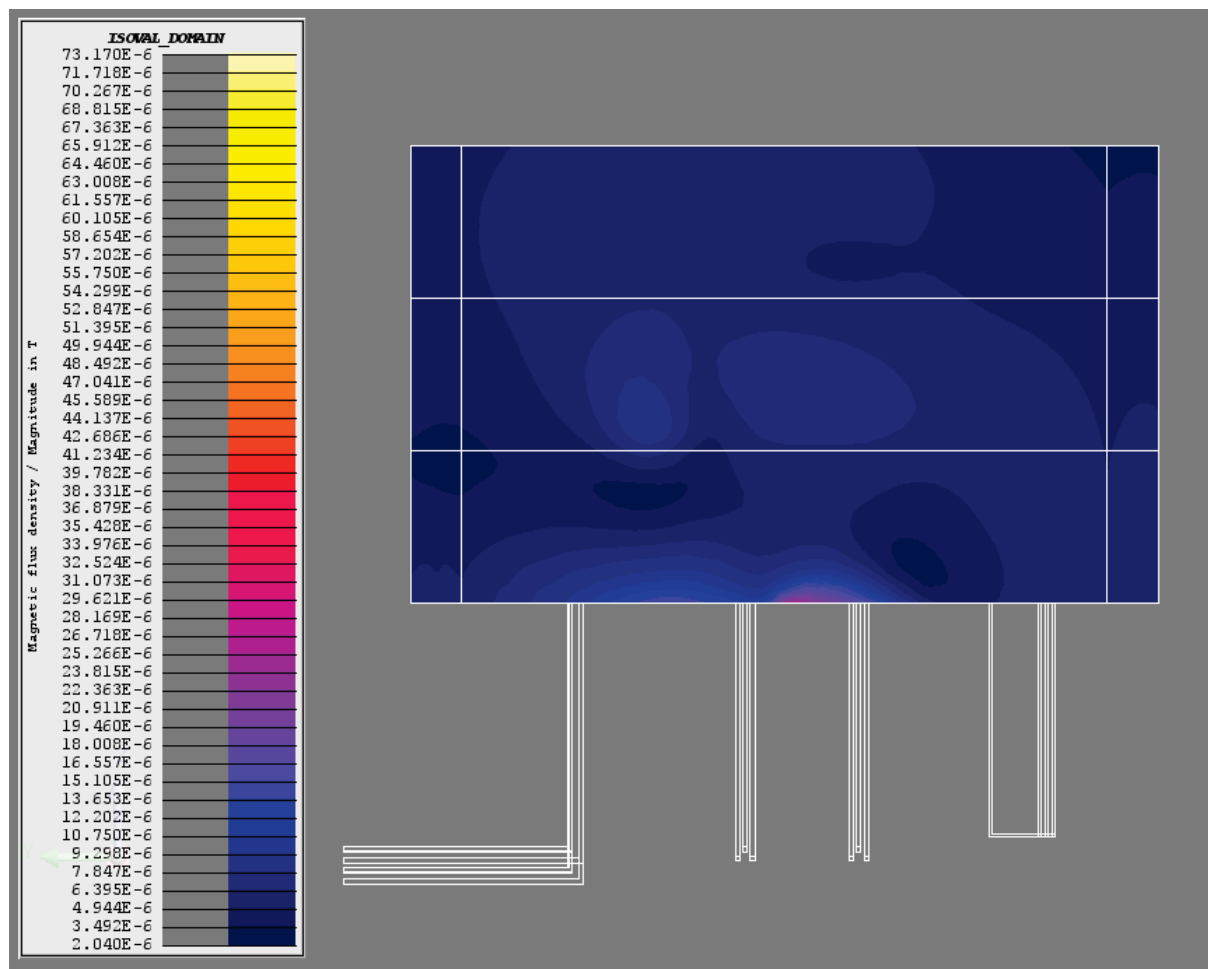


Figura 50. Densidad de flujo magnético ( $B[T] = \text{Magnitud } B$ ) en el panel izquierdo ( $2L+1T$  [Semi]).

### 7.5.2. Gráficos de distribución de flujo magnético ( $B[T]$ ) en líneas

Los gráficos de distribución del flujo ( $B[T]$ ) en líneas, representan los valores que toma este parámetro a lo largo de líneas imaginarias trazadas sobre un perímetro situado a 200 mm del cerramiento exterior de la instalación, y a diferentes alturas, concretamente a 0,5, 1, y 1,5 metros.

Estos gráficos permiten localizar, a la altura dada, valores máximos, mínimos, o localizar el punto del perímetro donde se produce la máxima densidad de flujo magnético ( $B[T]$ ).

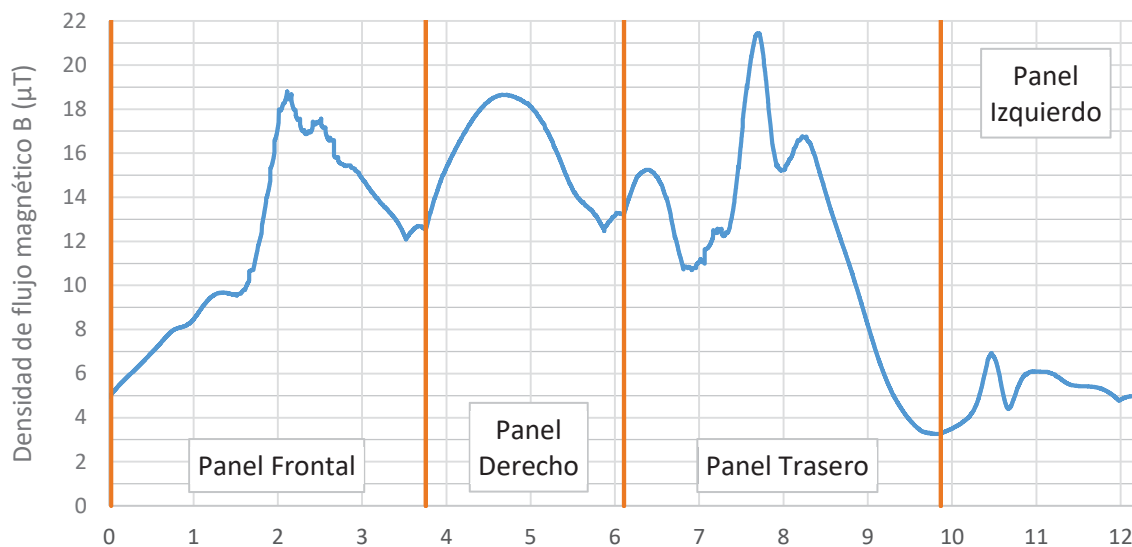


Figura 51. Densidad de flujo magnético ( $B[T] = \text{Magnitud } B$ ) en envolvente situada a 0,5 metros (2L+1T [Semi]).

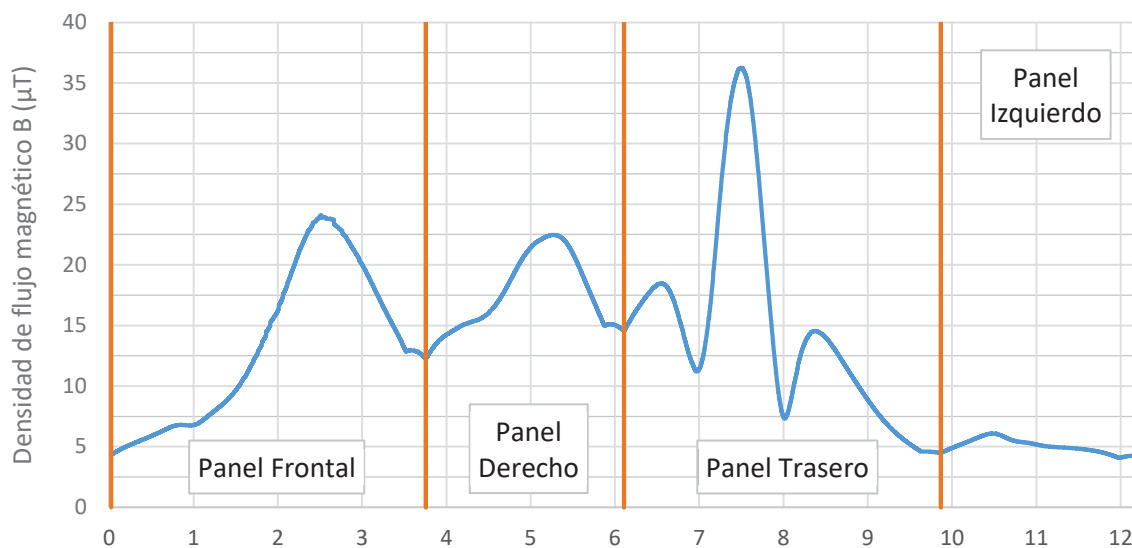


Figura 52. Densidad de flujo magnético ( $B[T] = \text{Magnitud } B$ ) en envolvente situada a 1 metro (2L+1T [Semi]).

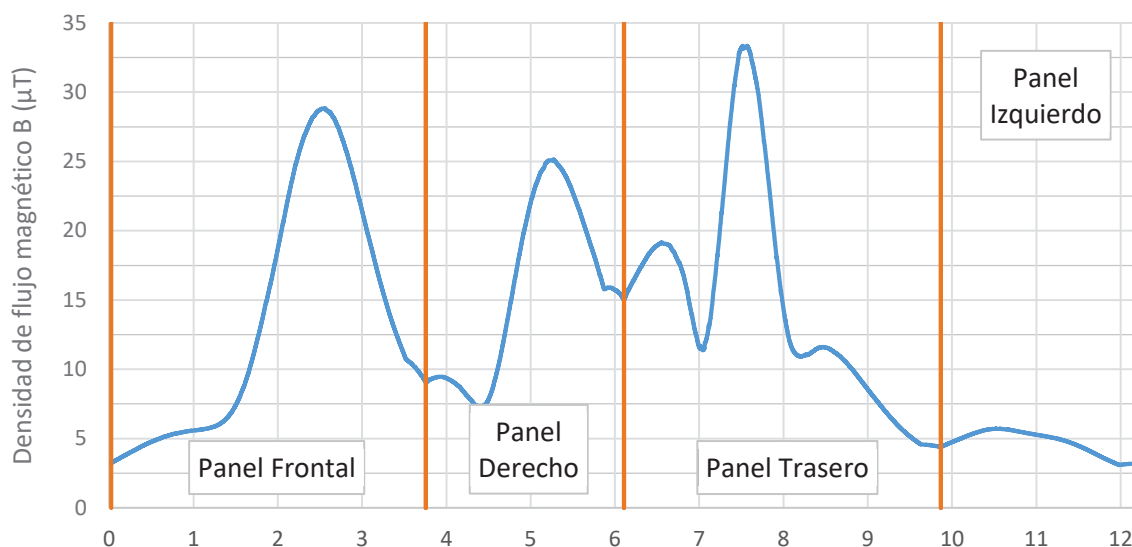


Figura 53. Densidad de flujo magnético ( $B[T] = \text{Magnitud } B$ ) en envolvente situada a 1,5 metros (2L+1T [Semi]).

La Tabla 9 muestra los valores máximos que toma la densidad de flujo magnético a diferentes alturas.

Tabla 9. Valores máximos de la densidad de flujo magnético ( $B[T] = \text{Magnitud } B$ ) a diferentes alturas (2L+1T [Semi]) ( $\mu T$ ).

|                 | Alturas             |                   |                     |
|-----------------|---------------------|-------------------|---------------------|
|                 | $h = 0,5 \text{ m}$ | $h = 1 \text{ m}$ | $h = 1,5 \text{ m}$ |
| Panel Frontal   | 18,80               | 24,11             | 28,84               |
| Panel Derecho   | 18,66               | 22,47             | 25,16               |
| Panel Trasero   | 21,44               | 36,25             | 33,35               |
| Panel Izquierdo | 6,93                | 6,09              | 5,71                |

## 8. Escenario 1.6: un transformador en instalación de superficie rural bajo poste

1T (Rural)

### 8.1. Descripción general de la instalación

La instalación es un centro de transformación en caseta en instalación bajo poste rural (CTCR) que consta de un transformador de una potencia de 250 kVA en conexión triángulo en el lado de MT y estrella en el lado de BT. Siendo su relación de transformación 12 kV / 0,4 kV.

La acometida de MT, de 12 kV, se realiza a través de una canalización soterrada hasta el transformador.

Los cables de salida en BT del transformador (3F + N) van conectados a un armario de salida de BT que dispone de un embarrado. En el embarrado se disponen tres salidas de BT (3F + N) que salen de la instalación a través de una canalización soterrada.



## 8.2. Plano de la instalación

Las Figuras 54, 55, 56, y 57 muestran en isométrico, planta, y perfil, respectivamente, la disposición de los elementos de la instalación junto con la trayectoria seguida por los cables de MT y BT.

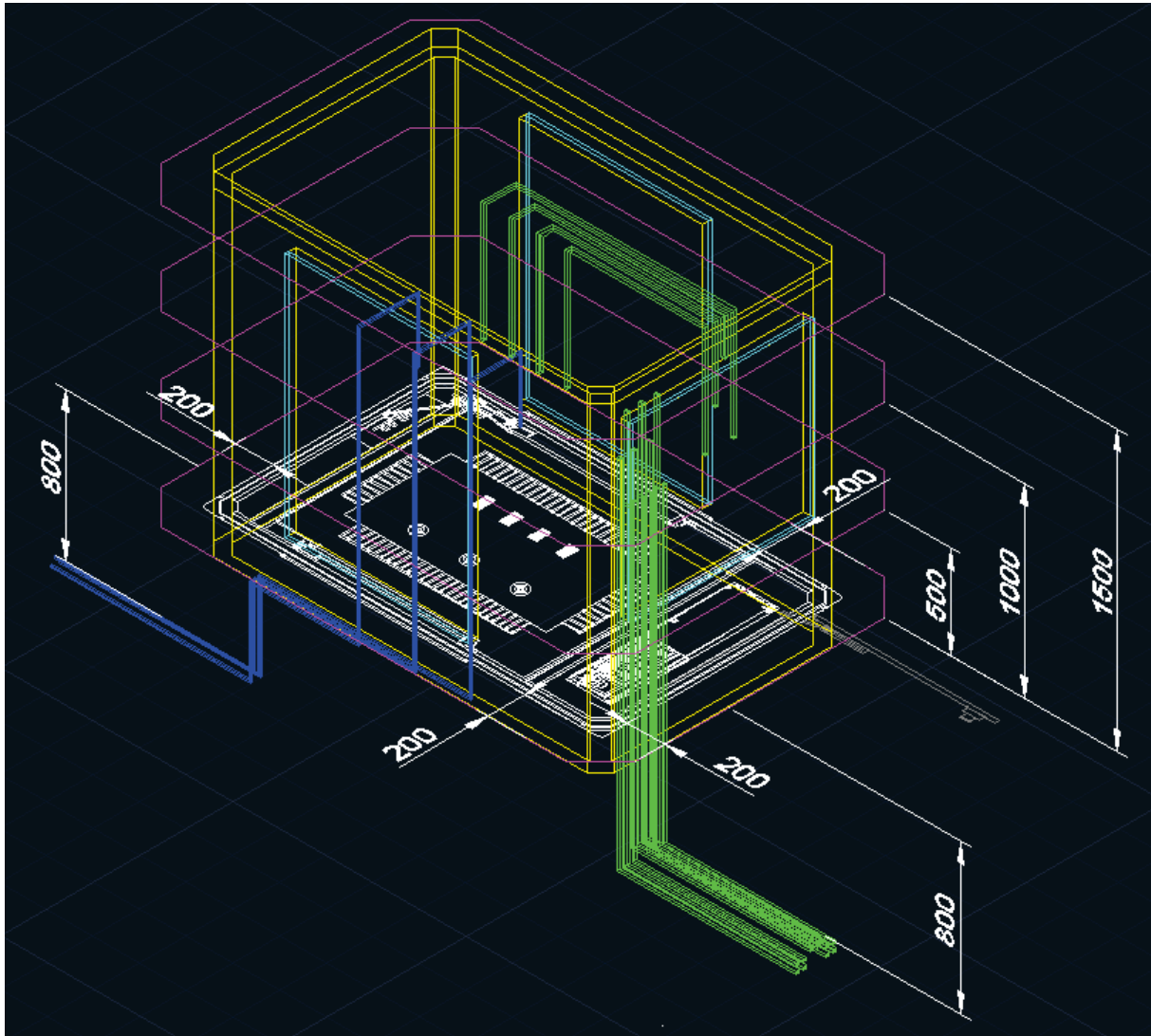


Figura 54. Vista isométrica de la instalación (1T [Rural]) (cotas en mm).

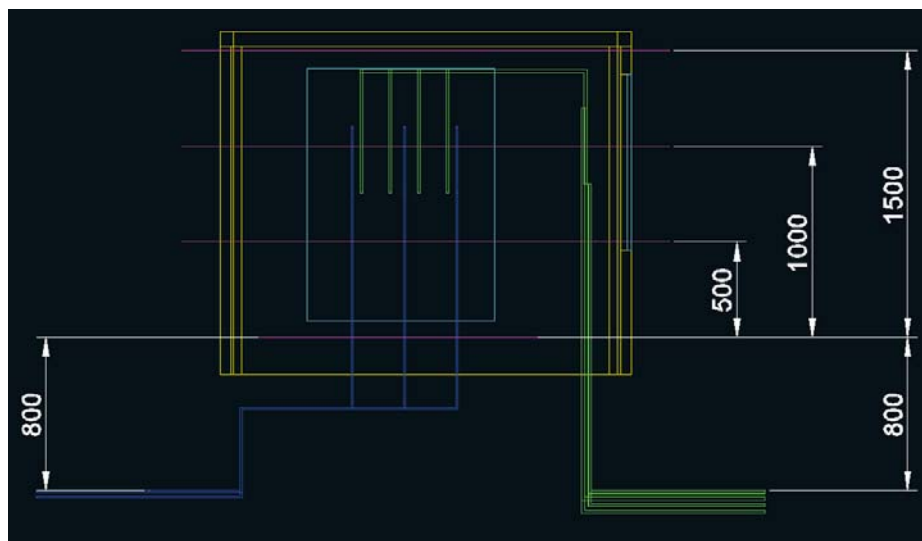


Figura 55. Vista frontal de la instalación (1T [Rural]) (cotas en mm).

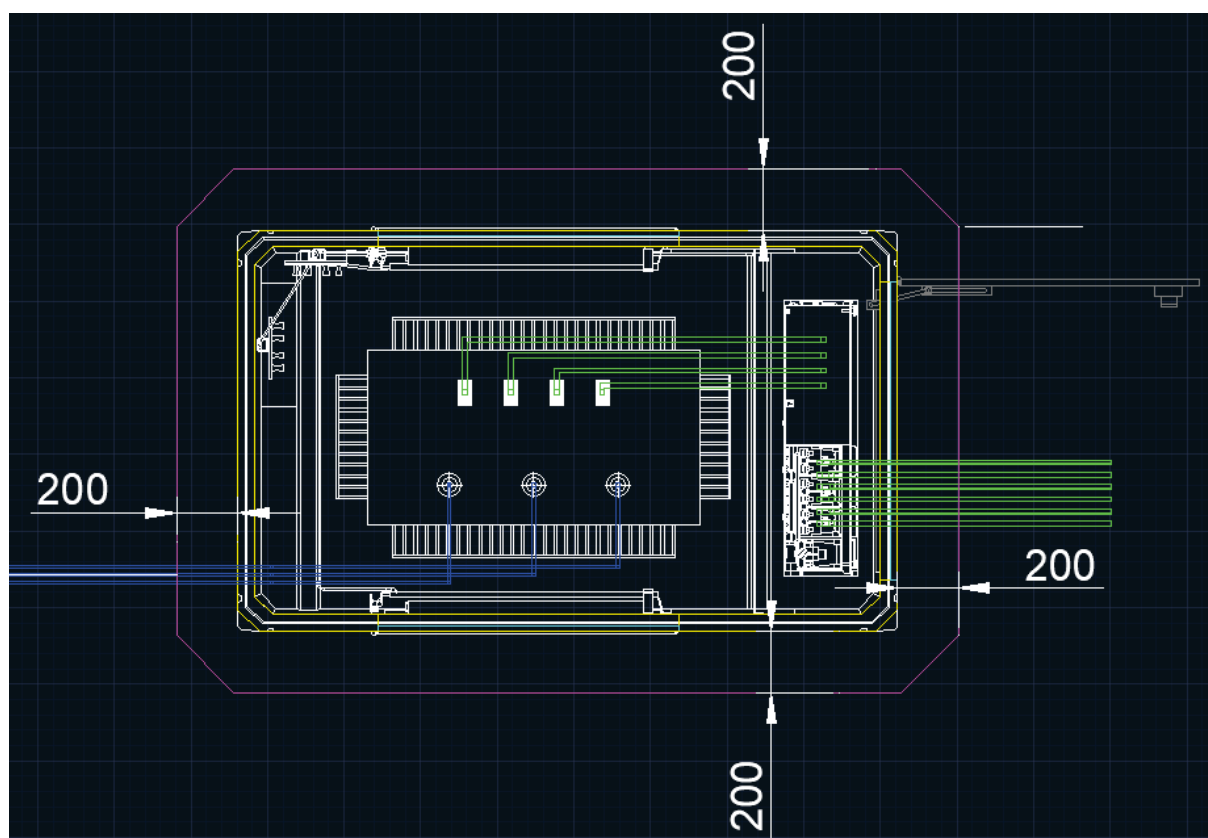


Figura 56. Vista en planta de la instalación (1T [Rural]) (cotas en mm).

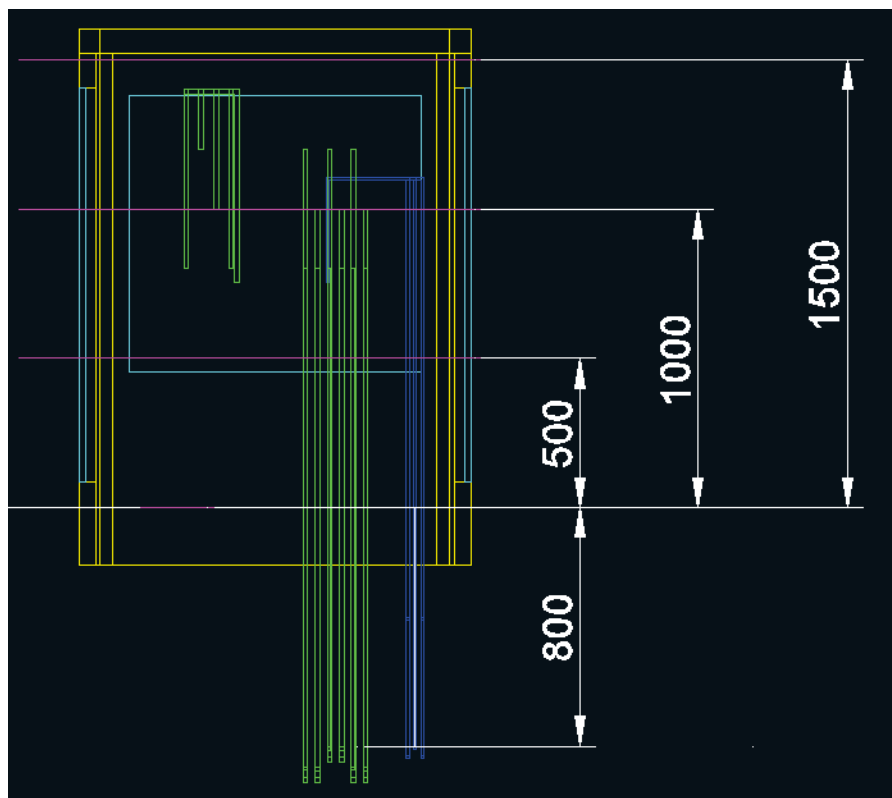


Figura 57. Vista en perfil de la instalación (1T [Rural]) (cotas en mm).

### 8.3. Secciones de cable y corrientes de circulación

La Tabla 10 muestra la nomenclatura asignada a las entradas y salidas de la instalación junto a las secciones de cables y las corrientes asignadas a cada uno de ellos en la simulación.

Tabla 10. Secciones y corrientes asignadas a los cables de la instalación en la simulación (1T [Rural]).

| Entradas/Salidas | Cable                        |  | Corriente (A) |
|------------------|------------------------------|--|---------------|
| <b>TRAFO_IN</b>  | Cables MT conexión Trafo     | Cable Unipolar HEPRZ1 12/20 kV Al 95 mm <sup>2</sup>               | 12,03         |
| <b>TRAFO_OUT</b> | Cables BT conexión Trafo-CBT | Fase: 1x240 mm <sup>2</sup> Al<br>Neutro: 1x240 mm <sup>2</sup> Al | 360,85        |
| <b>BT_1</b>      | Cables BT salida 1 del CT    | XZ1 0,6/1kV 3(1x240) + 1x150 mm <sup>2</sup> Al                    | 120,285       |
| <b>BT_2</b>      | Cables BT salida 2 del CT    | XZ1 0,6/1kV 3(1x240) + 1x150 mm <sup>2</sup> Al                    | 120,285       |
| <b>BT_3</b>      | Cables BT salida 3 del CT    | XZ1 0,6/1kV 3(1x240) + 1x150 mm <sup>2</sup> Al                    | 120,285       |

### 8.4. Consideraciones

- 1º.- Los cables (FLU\_ALUMINIUM o FLU\_COPPER) se modelizan como prismas rectangulares de sección igual a la asignada.
- 2º.- Se han eliminado los embarrados (simplifica los esquemas y no influye en los resultados).
- 3º.- En la simulación, se ha asignado a los cables de la acometida de MT la máxima corriente que puede ser soportada por los mismos (caso más desfavorable).

- 4º.- Se supone sistema equilibrado y por tanto no hay circulación de corriente por los neutros de BT.
- 5º.- Los resultados a 200 mm del cerramiento exterior son obtenidos en presencia física de las paredes de la caseta (FLU\_CERAMICS5) y las puertas (FLU\_STEEL\_1010\_XC10).

## 8.5. Resultados

### 8.5.1. Gráficos de distribución de flujo magnético (B[T]) en planos

Los gráficos de distribución de densidad de flujo (B[T]) en planos, representan los valores que toma este parámetro [**B = Magnitud B = MODV(MODC(B))**] en los planos (volúmenes de aire en la simulación) situados a 200 milímetros del cerramiento exterior de la instalación.

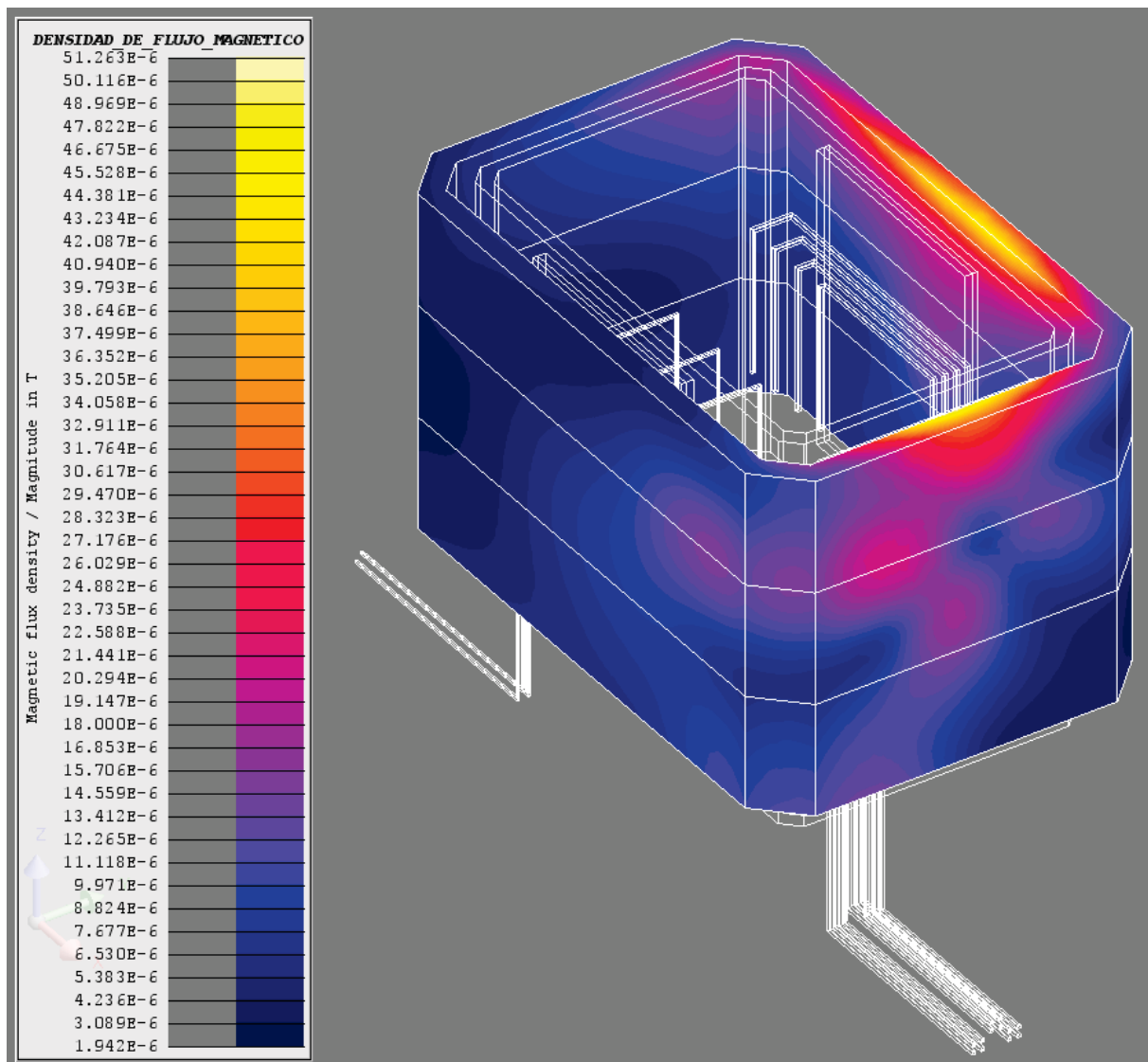


Figura 58. Densidad de flujo magnético (B[T] = Magnitud B) en la envolvente del CT (1T [Rural]).

Las Figuras 59, 60, 61, y 62 muestran la misma distribución de densidad de flujo magnético en los paneles de aire vistos en la Figura 58, pero de forma separada. La nomenclatura utilizada es la siguiente:

- Panel Frontal: corresponde al muro frontal de la vista isométrica de la Figura 58.
- Panel Derecho: situado en el lateral derecho vista la envolvente desde el panel frontal, por donde salen las líneas de BT.
- Panel Trasero: el opuesto al Panel Frontal.
- Panel Izquierdo: situado en el lateral izquierdo vista la envolvente desde el panel frontal, por donde entra la línea de MT.

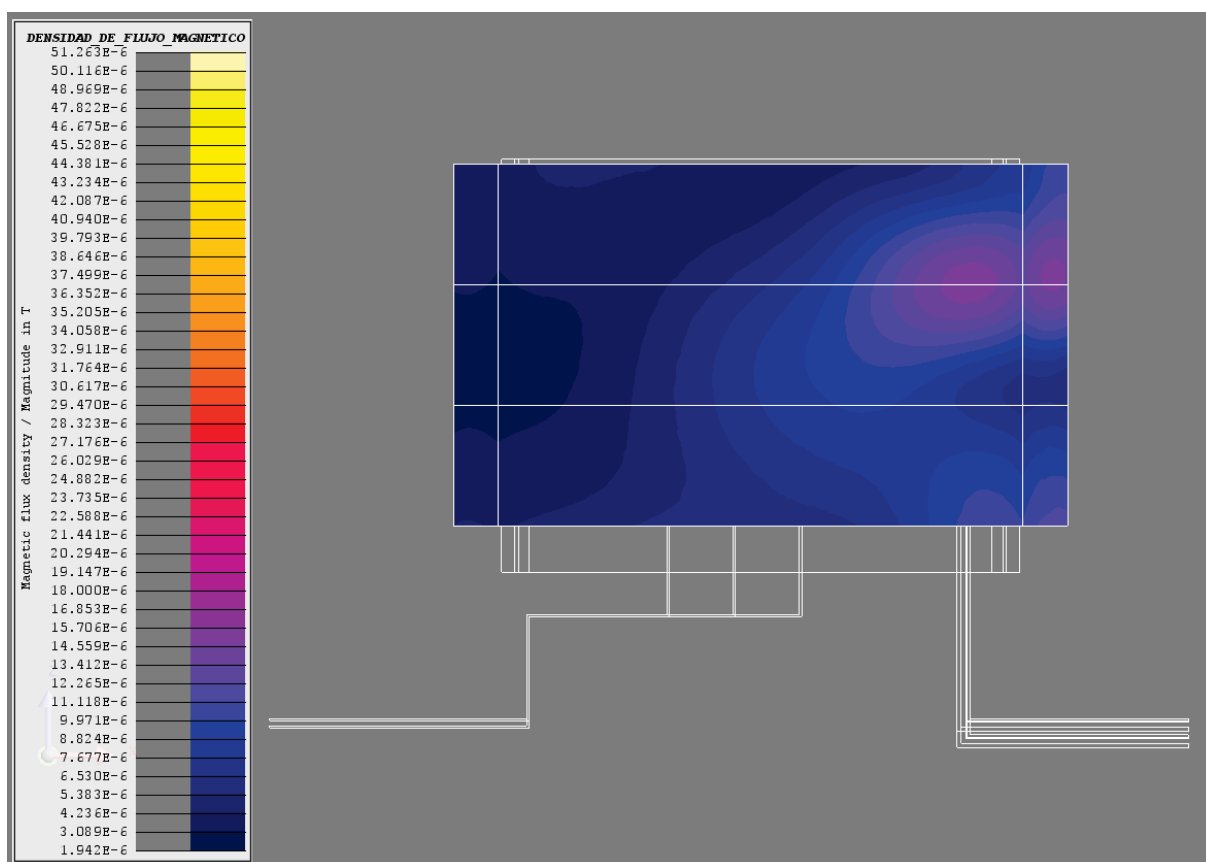


Figura 59. Densidad de flujo magnético ( $B[T] = \text{Magnitud } B$ ) en el panel frontal (1T [Rural]).

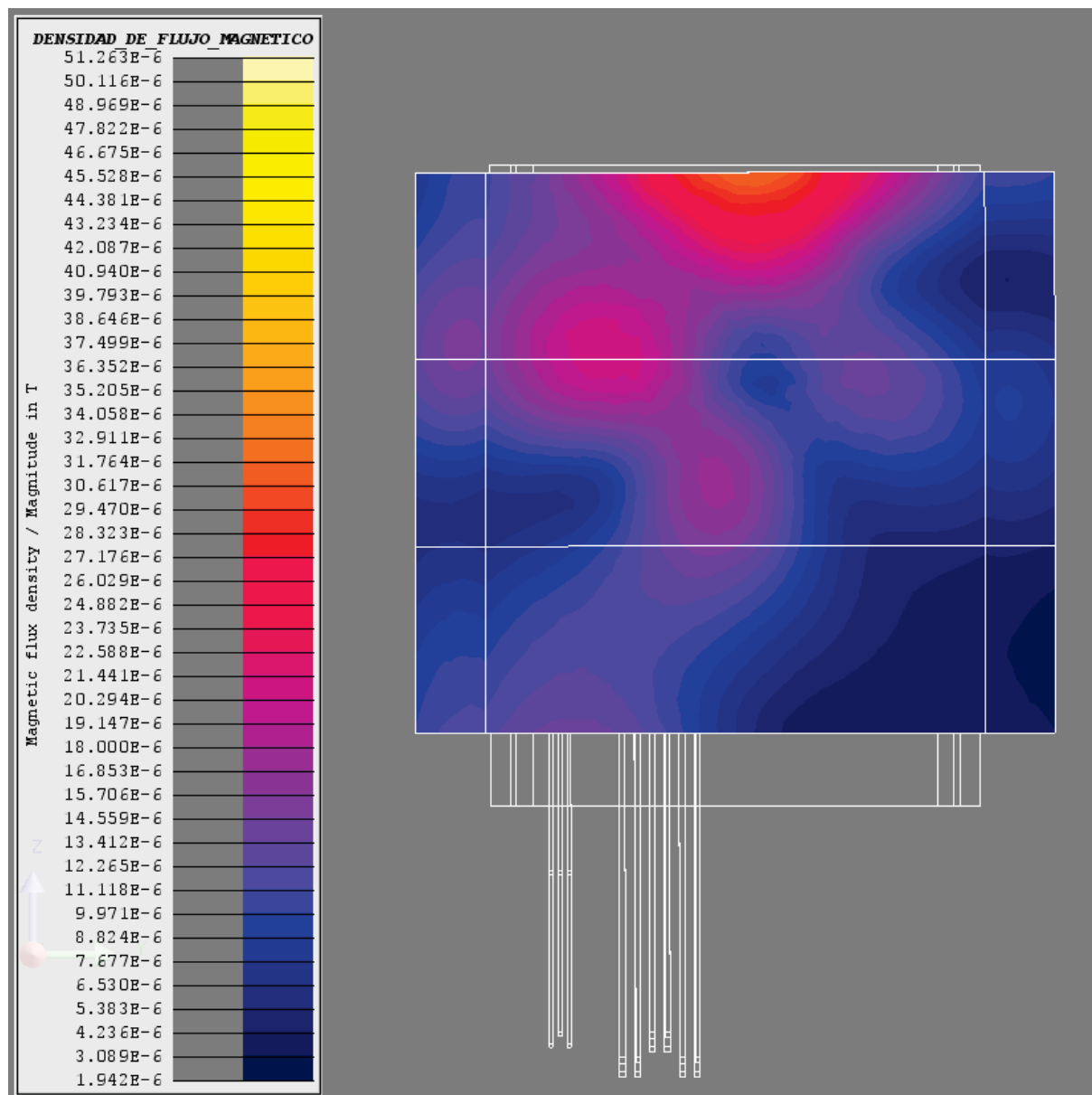


Figura 60. Densidad de flujo magnético ( $B[T] = \text{Magnitud } B$ ) en el panel derecho (1T [Rural]).

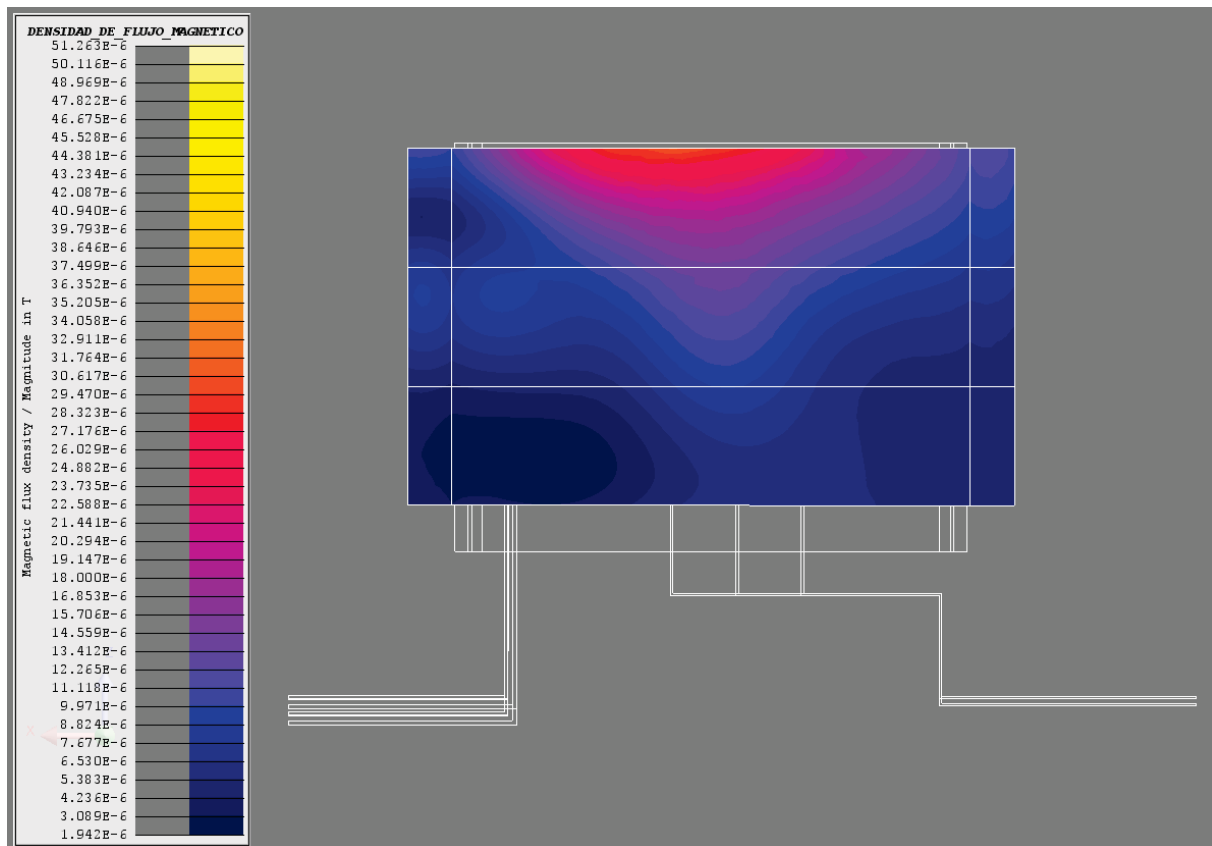


Figura 61. Densidad de flujo magnético ( $B[T] = \text{Magnitud } B$ ) en el panel trasero (1T [Rural]).

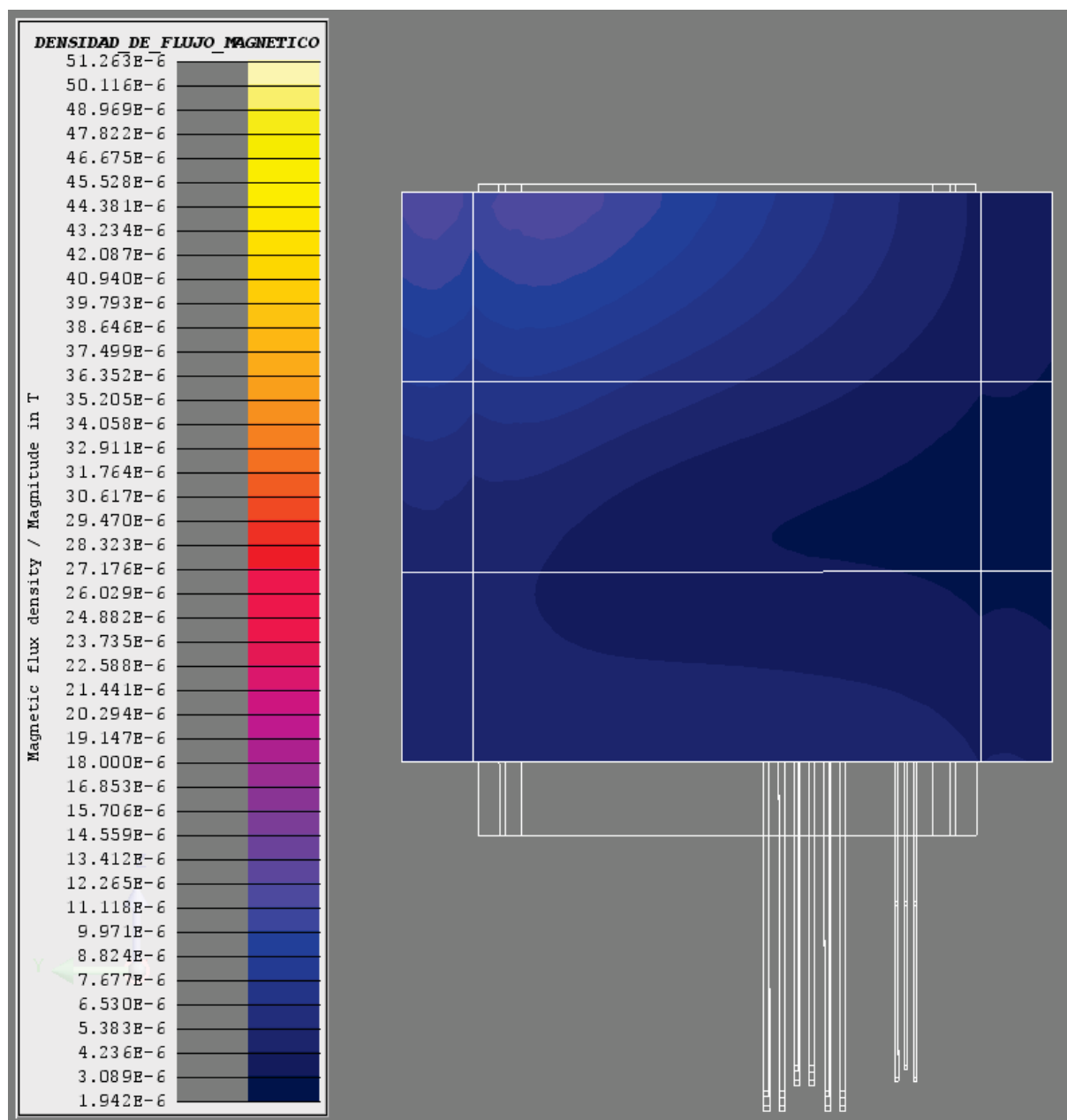


Figura 62. Densidad de flujo magnético ( $B[T] = \text{Magnitud } B$ ) en el panel izquierdo (1T [Rural]).

### 8.5.2. Gráficos de distribución de flujo magnético ( $B[T]$ ) en líneas

Los gráficos de distribución del flujo ( $B[T]$ ) en líneas, representan los valores que toma este parámetro a lo largo de líneas imaginarias trazadas sobre un perímetro situado a 200 mm del cerramiento exterior de la instalación, y a diferentes alturas, concretamente a 0,5, 1, y 1,5 metros.

Estos gráficos permiten localizar, a la altura dada, valores máximos, mínimos, o localizar el punto del perímetro donde se produce la máxima densidad de flujo magnético ( $B[T]$ ).



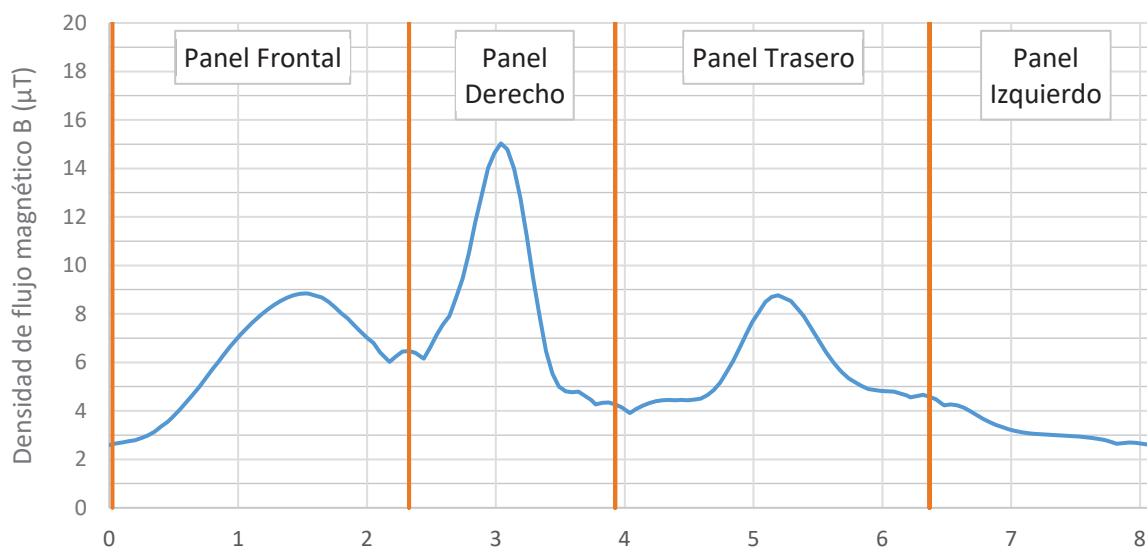


Figura 63. Densidad de flujo magnético ( $B[T] = \text{Magnitud } B$ ) en envolvente situada a 0,5 metros (1T [Rural]).

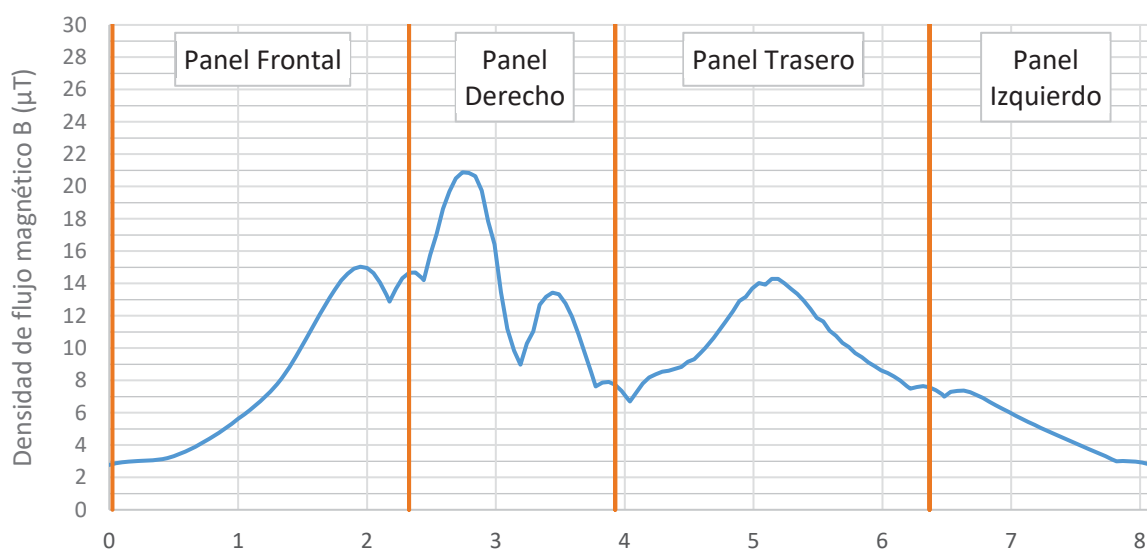


Figura 64. Densidad de flujo magnético ( $B[T] = \text{Magnitud } B$ ) en envolvente situada a 1 metro (1T [Rural]).

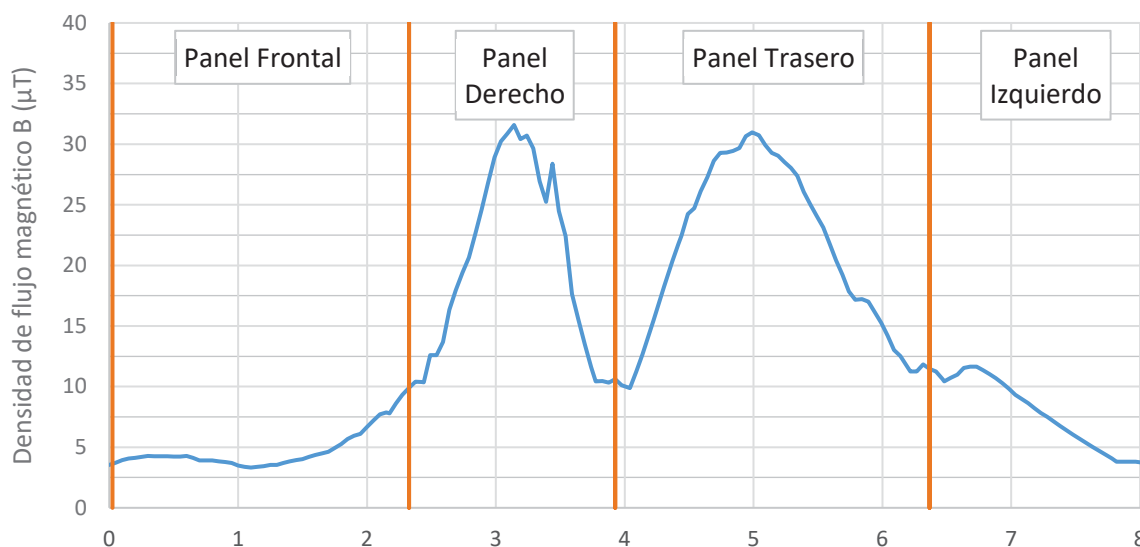


Figura 65. Densidad de flujo magnético ( $B[T] = \text{Magnitud } B$ ) en envolvente situada a 1,5 metros (1T [Rural]).

La **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** muestra los valores máximos que toma la densidad de flujo magnético a diferentes alturas.

Tabla 11. Valores máximos de la densidad de flujo magnético ( $B[T] = \text{Magnitud } B$ ) a diferentes alturas (1T [Rural]) ( $\mu T$ ).

|                 | Alturas             |                   |                     |
|-----------------|---------------------|-------------------|---------------------|
|                 | $h = 0,5 \text{ m}$ | $h = 1 \text{ m}$ | $h = 1,5 \text{ m}$ |
| Panel Frontal   | 8,84                | 15,05             | 9,91                |
| Panel Derecho   | 15,03               | 20,88             | 31,58               |
| Panel Trasero   | 8,76                | 14,29             | 30,97               |
| Panel Izquierdo | 4,48                | 7,40              | 11,65               |

## 9. Escenario 1.7: tres líneas en centro de seccionamiento maniobra interior en instalación de superficie

3L (Sup)

### 9.1. Descripción general de la instalación

La instalación es un centro de seccionamiento en caseta en instalación de superficie. La acometida de MT, de 12 kV, se realiza a través de una canalización soterrada hasta el embarrado de las celdas de línea, para posteriormente volver a salir desde el embarrado de las celdas de línea para continuar el anillo de conexión.

### 9.2. Plano de la instalación

Las Figuras 66, 67, 68, y 69 muestran en isométrico, planta, y perfil, respectivamente, la disposición de los elementos de la instalación junto con la trayectoria seguida por los cables de MT.

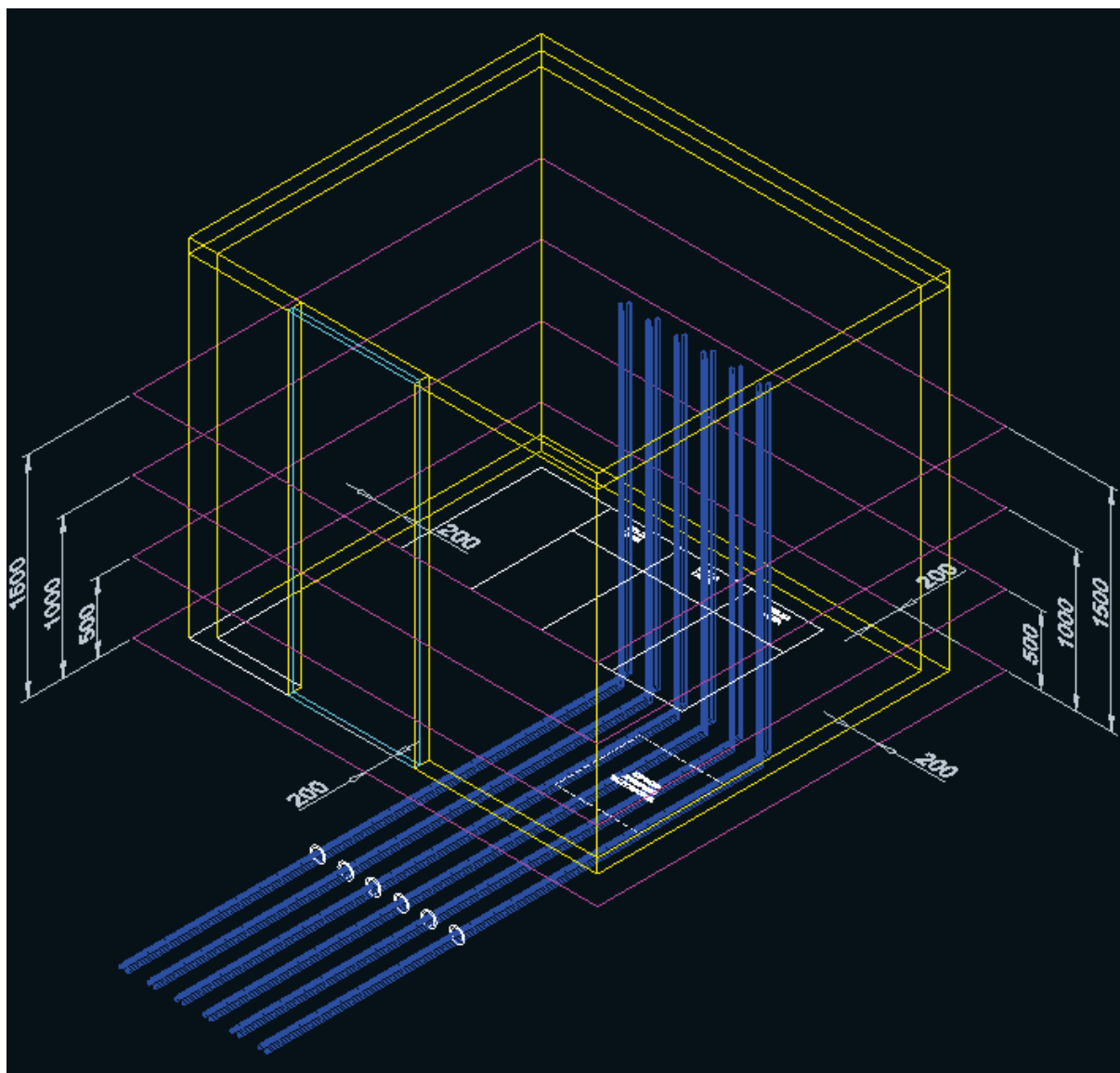


Figura 66. Vista isométrica de la instalación (3L [Sup]) (cotas en mm).

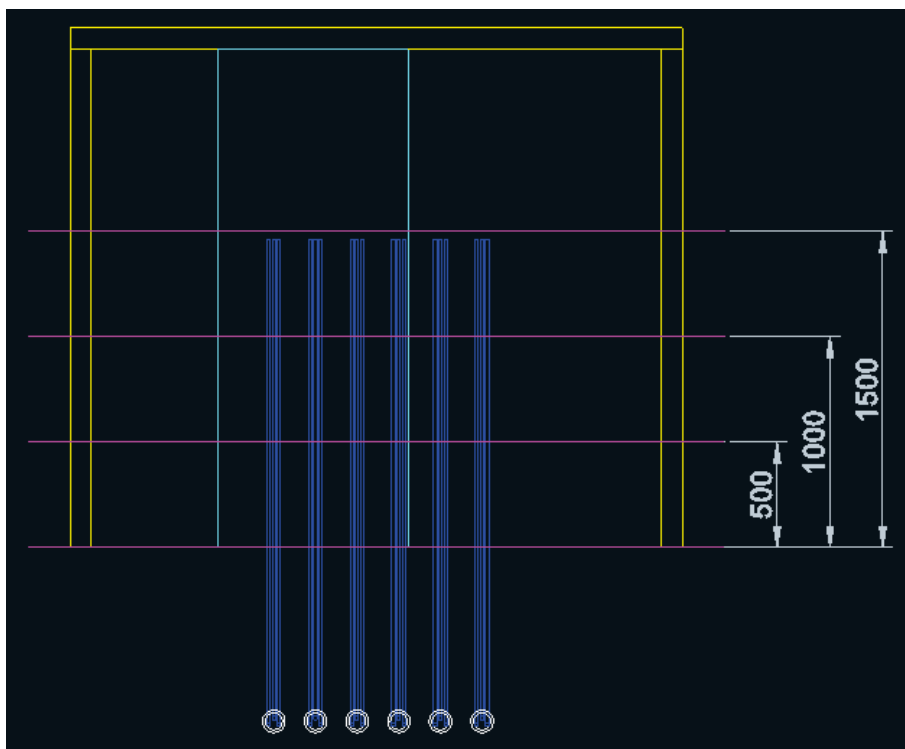


Figura 67. Vista frontal de la instalación (3L [Sup]) (cotas en mm).

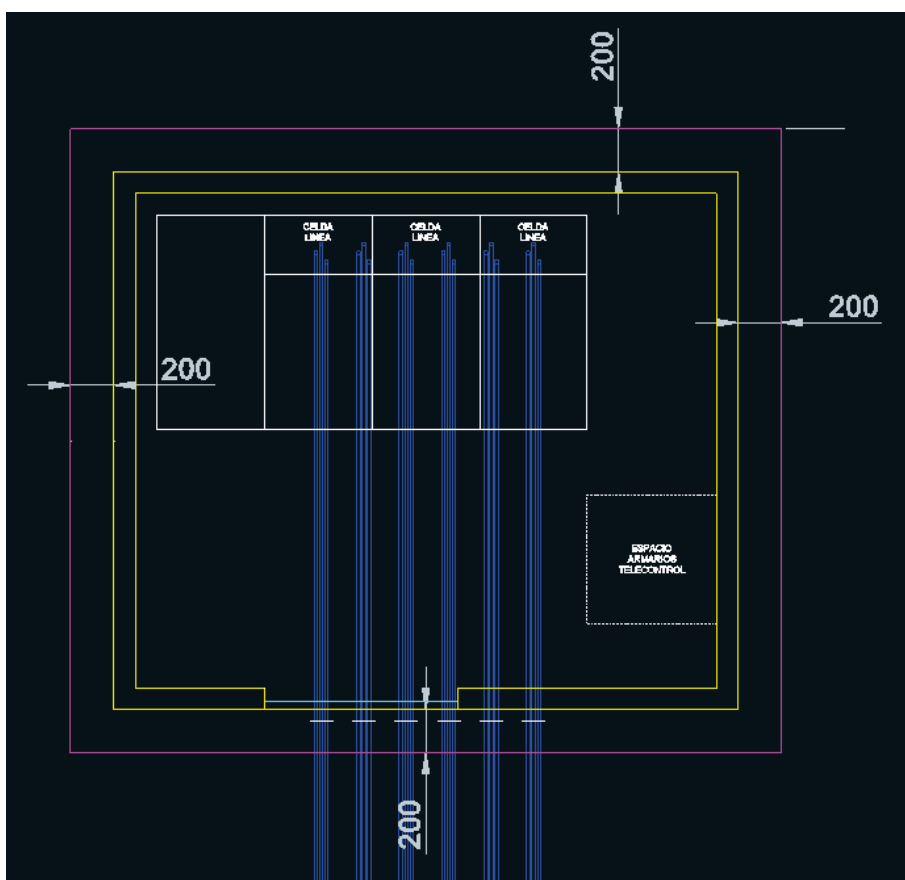


Figura 68. Vista en planta de la instalación (3L [Sup]) (cotas en mm).

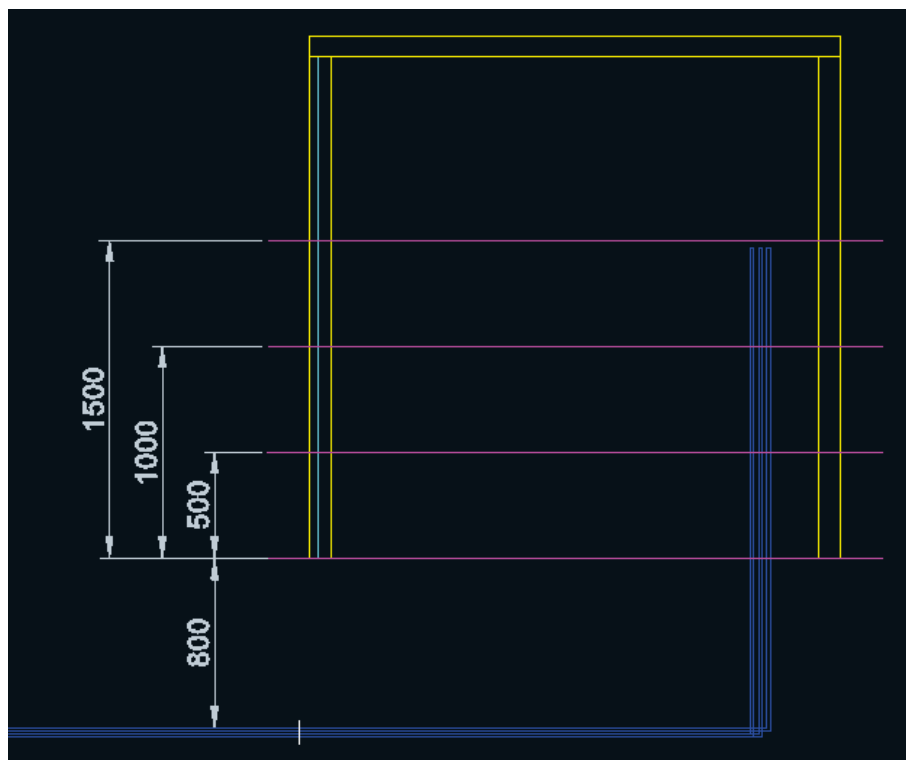


Figura 69. Vista en perfil de la instalación (3L [Sup]) (cotas en mm).

### 9.3. Secciones de cable y corrientes de circulación

La Tabla 12 muestra la nomenclatura asignada a las entradas y salidas de la instalación junto a las secciones de cables y las corrientes asignadas a cada uno de ellos en la simulación.

Tabla 12. Secciones y corrientes asignadas a los cables de la instalación en la simulación (3L [Sup]).

| Entradas/Salidas | Cable                     | Corriente (A)   |
|------------------|---------------------------|---|
| MT_IN_1          | Cables MT entrada 1 al CT | Cable Unipolar HEPRZ1 12/20 kV Al 240 mm <sup>2</sup> |
| MT_IN_2          | Cables MT entrada 2 al CT | Cable Unipolar HEPRZ1 12/20 kV Al 240 mm <sup>2</sup> |
| MT_IN_3          | Cables MT entrada 3 al CT | Cable Unipolar HEPRZ1 12/20 kV Al 240 mm <sup>2</sup> |
| MT_OUT_1         | Cables MT salida 1 del CT | Cable Unipolar HEPRZ1 12/20 kV Al 240 mm <sup>2</sup> |
| MT_OUT_2         | Cables MT salida 2 del CT | Cable Unipolar HEPRZ1 12/20 kV Al 240 mm <sup>2</sup> |
| MT_OUT_3         | Cables MT salida 3 del CT | Cable Unipolar HEPRZ1 12/20 kV Al 240 mm <sup>2</sup> |

### 9.4. Consideraciones

- 1º.- Los cables (FLU\_ALUMINIUM) se modelizan como prismas rectangulares de sección igual a la asignada.
- 2º.- Se han eliminado los embarrados (simplifica los esquemas y no influye en los resultados).
- 3º.- En la simulación, se ha asignado a los cables de la acometida de MT la máxima corriente que puede ser soportada por los mismos (caso más desfavorable).
- 4º.- Los resultados a 200 mm del cerramiento exterior son obtenidos en presencia física de las paredes de la caseta (FLU\_CERAMICS5) y las puertas (FLU\_STEEL\_1010\_XC10).

## 9.5. Resultados

### 9.5.1. Gráficos de distribución de flujo magnético (B[T]) en planos

Los gráficos de distribución de densidad de flujo (B[T]) en planos, representan los valores que toma este parámetro [**B = Magnitud B = MODV(MODC(B))**] en los planos (volúmenes de aire en la simulación) situados a 200 milímetros del cerramiento exterior de la instalación.

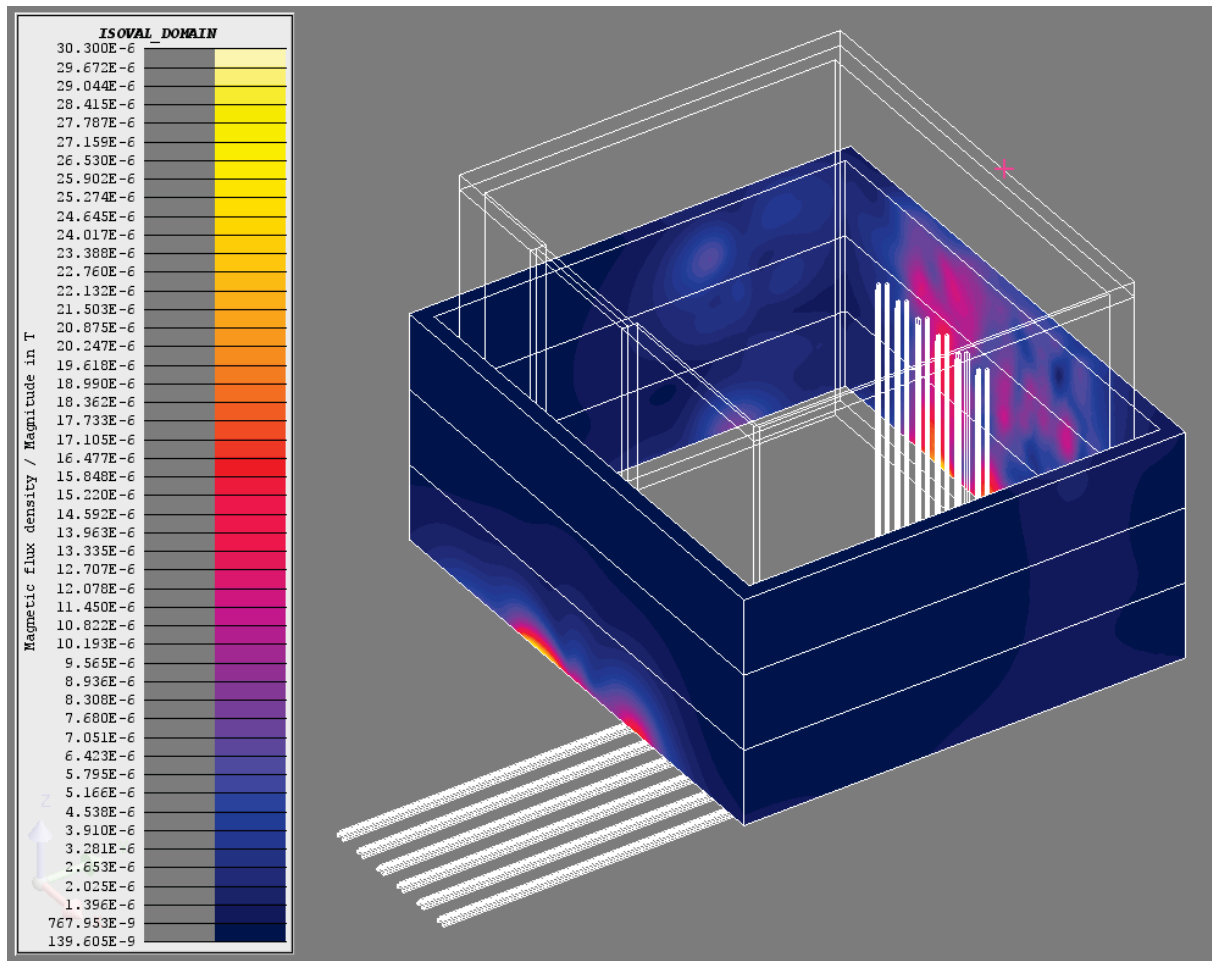


Figura 70. Densidad de flujo magnético (B[T] = Magnitud B) en la envolvente del CT (3L [Sup]).

Las Figuras 71, 72, 73, y 74 muestran la misma distribución de densidad de flujo magnético en los paneles de aire vistos en la Figura 70, pero de forma separada. La nomenclatura utilizada es la siguiente:

- Panel Frontal: corresponde al muro por donde se realiza la entrada de las líneas de MT y la salida de las líneas de BT.
- Panel Derecho: situado en el lateral derecho vista la envolvente desde el panel frontal.
- Panel Trasero: el opuesto al Panel Frontal.
- Panel Izquierdo: situado en el lateral izquierdo vista la envolvente desde el panel frontal.

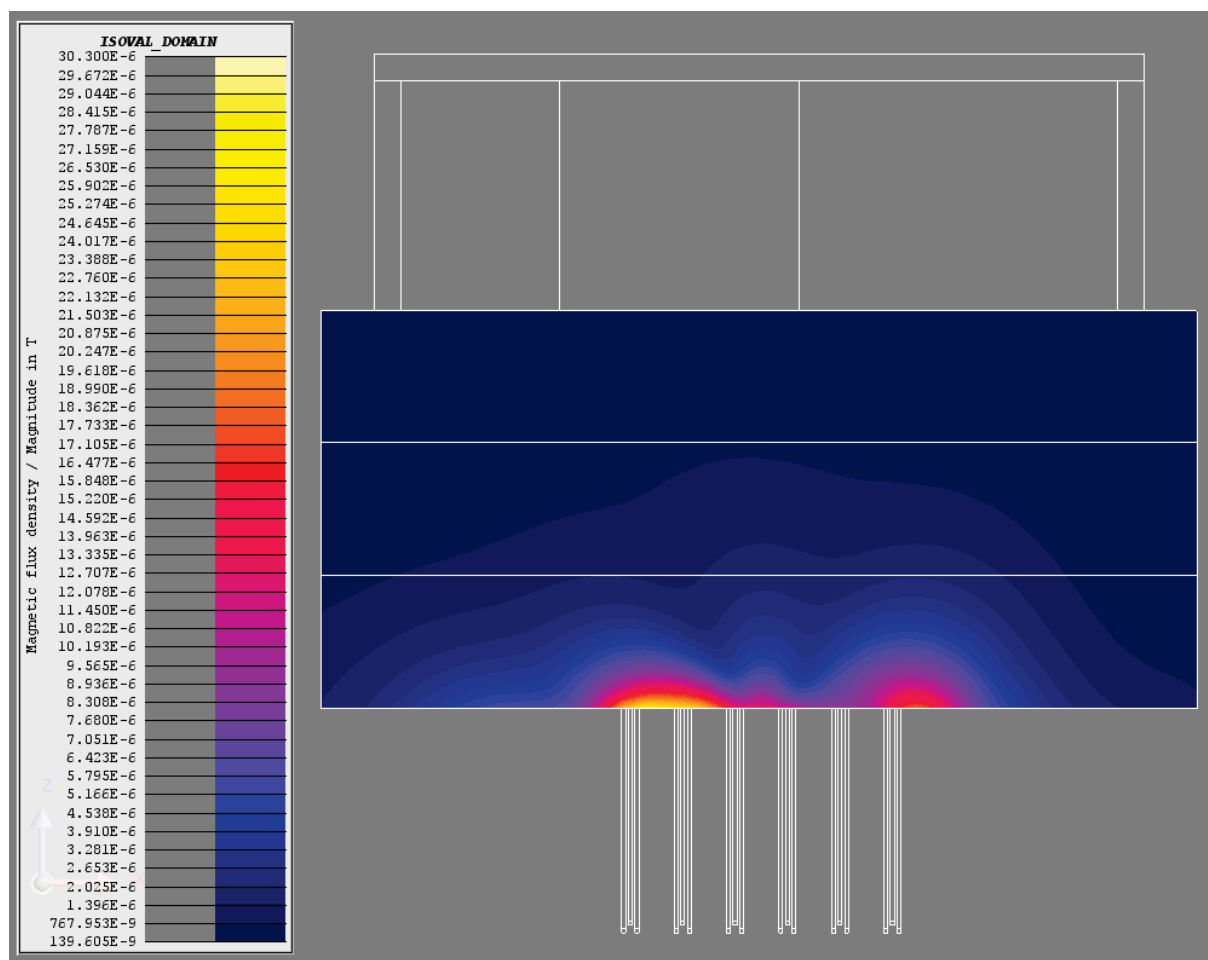


Figura 71. Densidad de flujo magnético ( $B[T] = \text{Magnitud } B$ ) en el panel frontal (3L [Sup]).

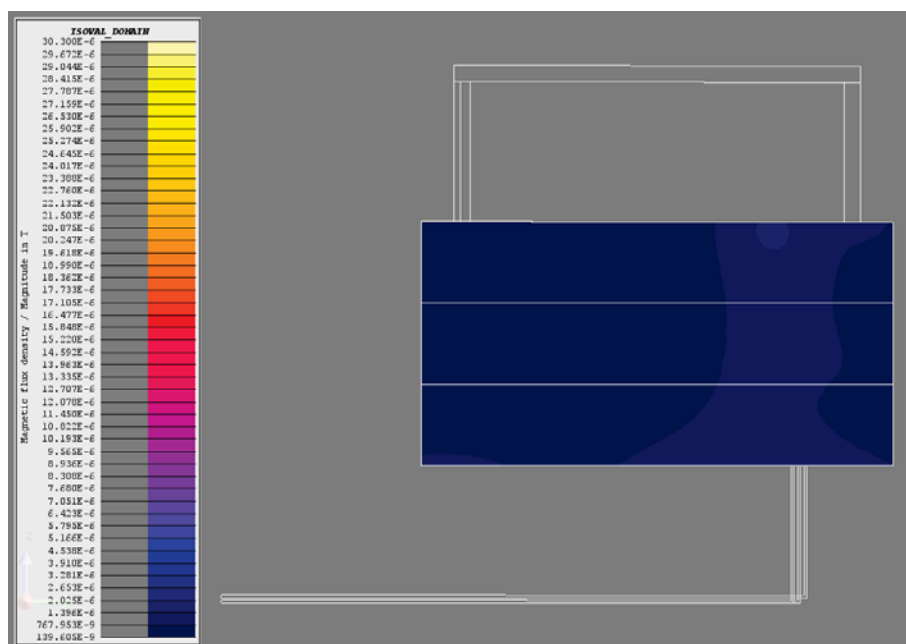


Figura 72. Densidad de flujo magnético ( $B[T] = \text{Magnitud } B$ ) en el panel derecho (3L [Sup]).

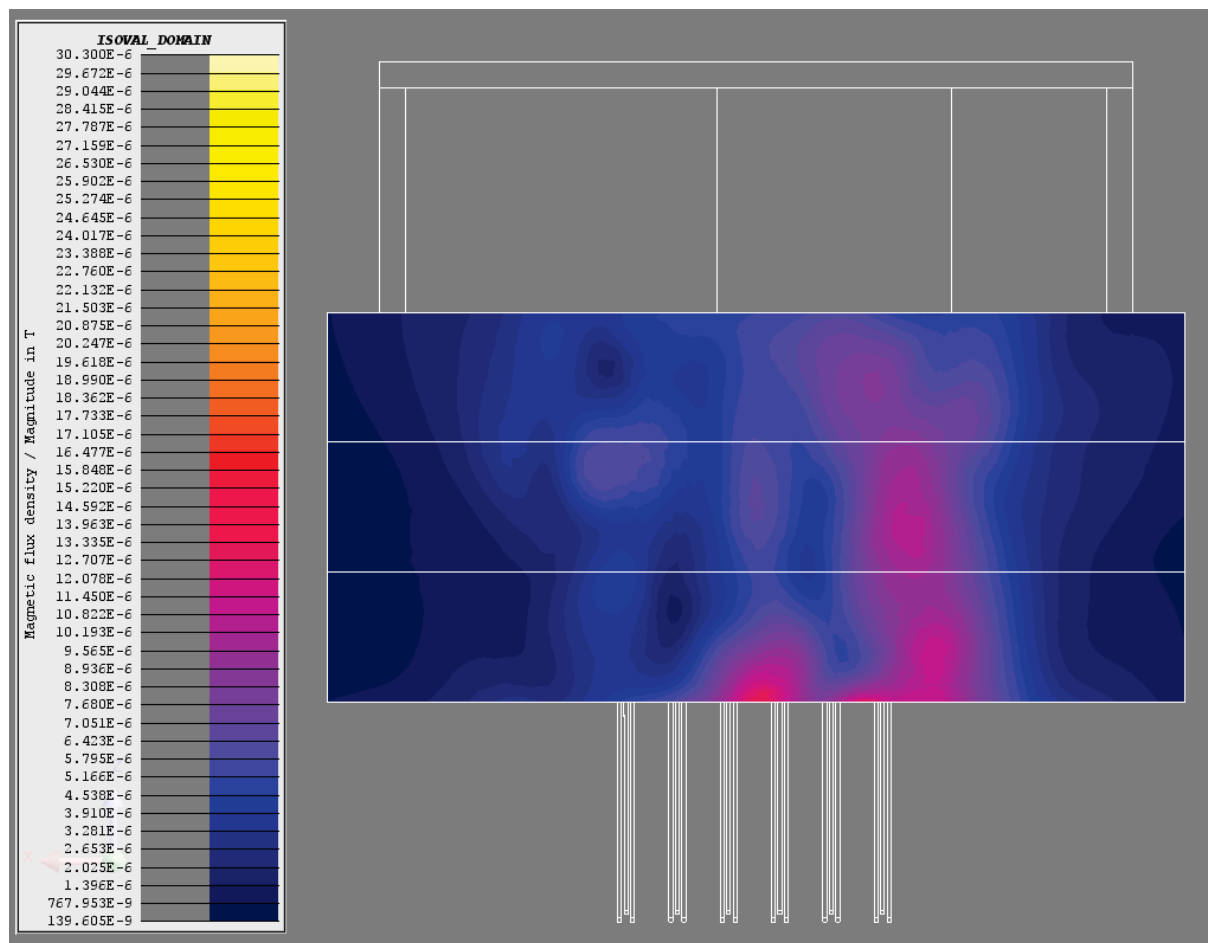


Figura 73. Densidad de flujo magnético ( $B[T] = \text{Magnitud } B$ ) en el panel trasero (3L [Sup]).

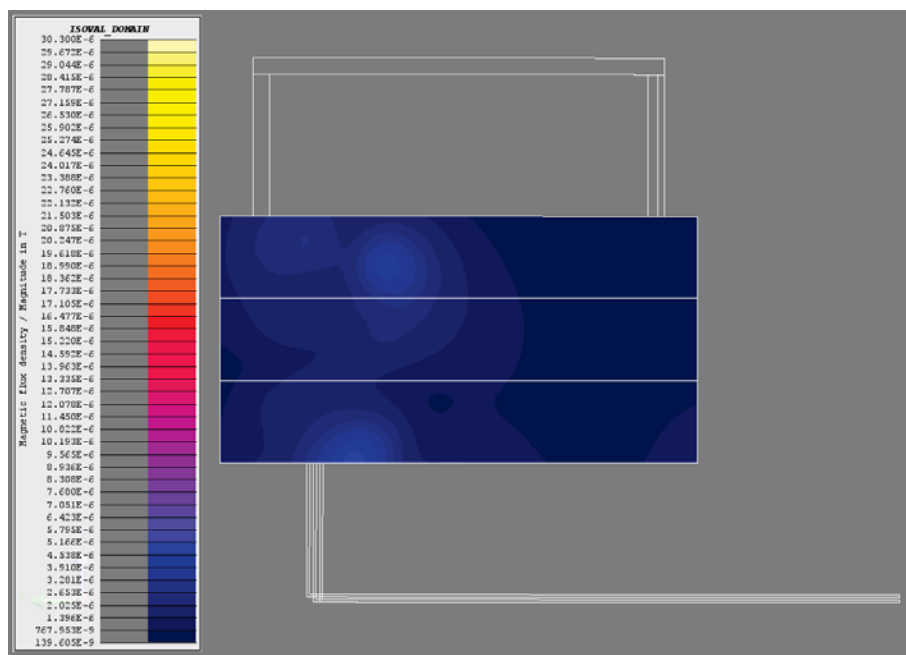


Figura 74. Densidad de flujo magnético ( $B[T] = \text{Magnitud } B$ ) en el panel izquierdo (3L [Sup]).



### 9.5.2. Gráficos de distribución de flujo magnético (B[T]) en líneas

Los gráficos de distribución del flujo (B[T]) en líneas, representan los valores que toma este parámetro a lo largo de líneas imaginarias trazadas sobre un perímetro situado a 200 mm del cerramiento exterior de la instalación, y a diferentes alturas, concretamente a 0,5, 1, y 1,5 metros.

Estos gráficos permiten localizar, a la altura dada, valores máximos, mínimos, o localizar el punto del perímetro donde se produce la máxima densidad de flujo magnético (B[T]).

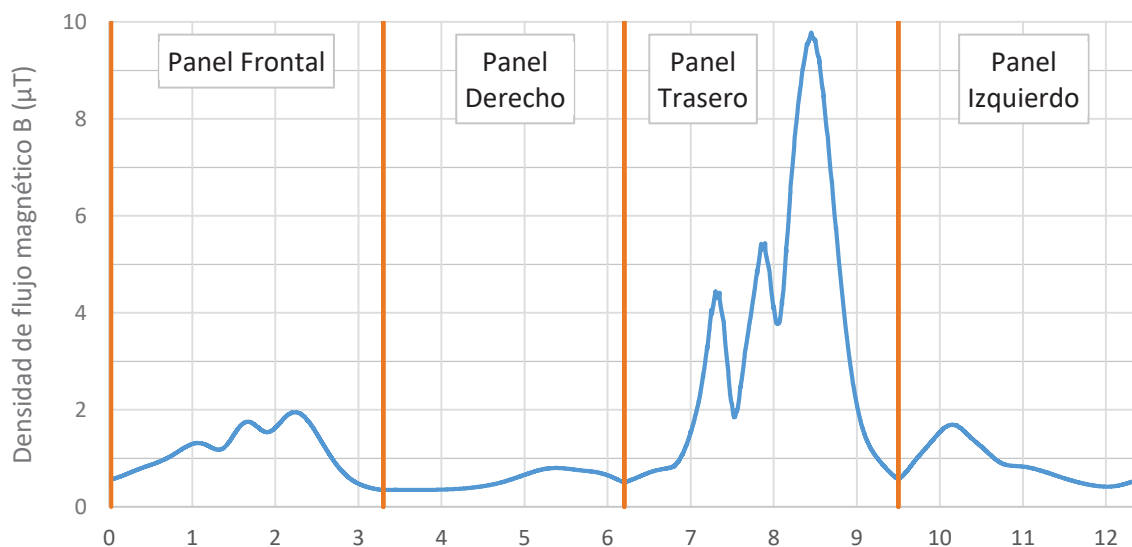


Figura 75. Densidad de flujo magnético (B[T] = Magnitud B) en envolvente situada a 0,5 metros (3L [Sup]).

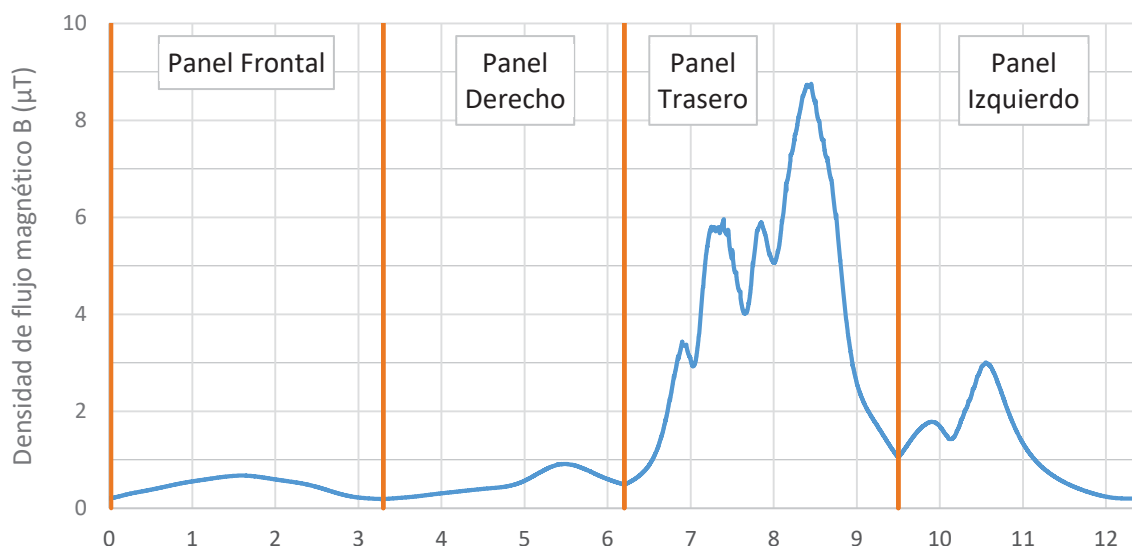


Figura 76. Densidad de flujo magnético (B[T] = Magnitud B) en envolvente situada a 1 metro (3L [Sup]).

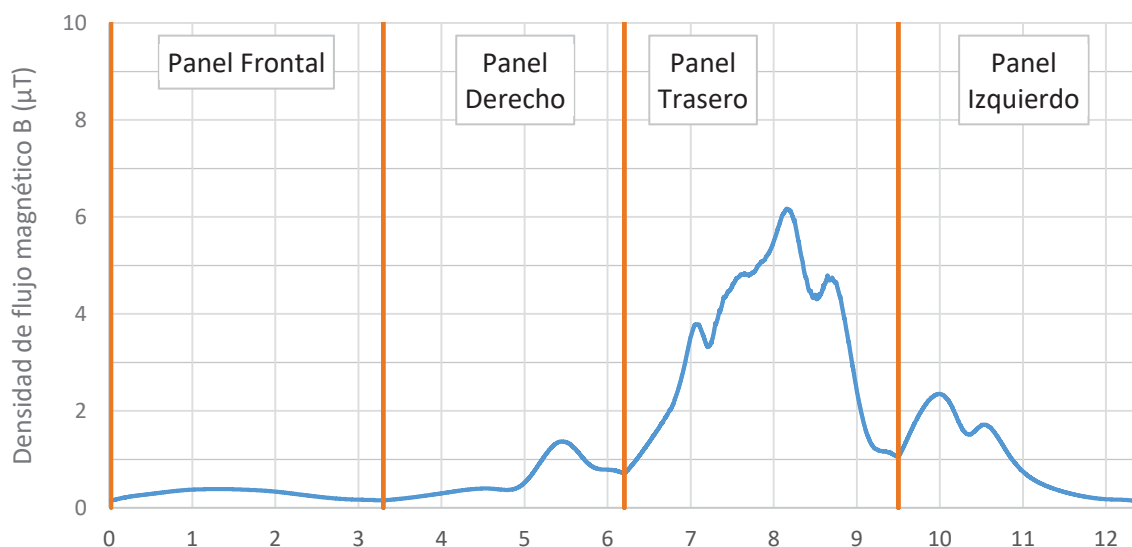


Figura 77. Densidad de flujo magnético ( $B[T] = \text{Magnitud } B$ ) en envolvente situada a 1,5 metros (3L [Sup]).

La Tabla 13 muestra los valores máximos que toma la densidad de flujo magnético a diferentes alturas.

Tabla 13. Valores máximos de la densidad de flujo magnético ( $B[T] = \text{Magnitud } B$ ) a diferentes alturas (3L [Sup]) ( $\mu T$ ).

|                 | Alturas             |                   |                     |
|-----------------|---------------------|-------------------|---------------------|
|                 | $h = 0,5 \text{ m}$ | $h = 1 \text{ m}$ | $h = 1,5 \text{ m}$ |
| Panel Frontal   | 1,95                | 0,68              | 0,39                |
| Panel Derecho   | 0,80                | 0,91              | 1,37                |
| Panel Trasero   | 9,78                | 8,76              | 6,17                |
| Panel Izquierdo | 1,70                | 3,01              | 2,35                |

## 10. Escenario 1.8: tres líneas en centro de seccionamiento maniobra exterior en instalación semienterrada

3L (Semi)

### 10.1. Descripción general de la instalación

La instalación es un centro de seccionamiento en caseta en instalación semienterrada. La acometida de MT, de 12 kV, se realiza a través de una canalización soterrada hasta el embarrado de las celdas de línea, para posteriormente volver a salir desde el embarrado de las celdas de línea para continuar el anillo de conexión.

### 10.2. Plano de la instalación

Las Figuras 78, 79, 80, y 81 muestran en isométrico, planta, y perfil, respectivamente, la disposición de los elementos de la instalación junto con la trayectoria seguida por los cables de MT.

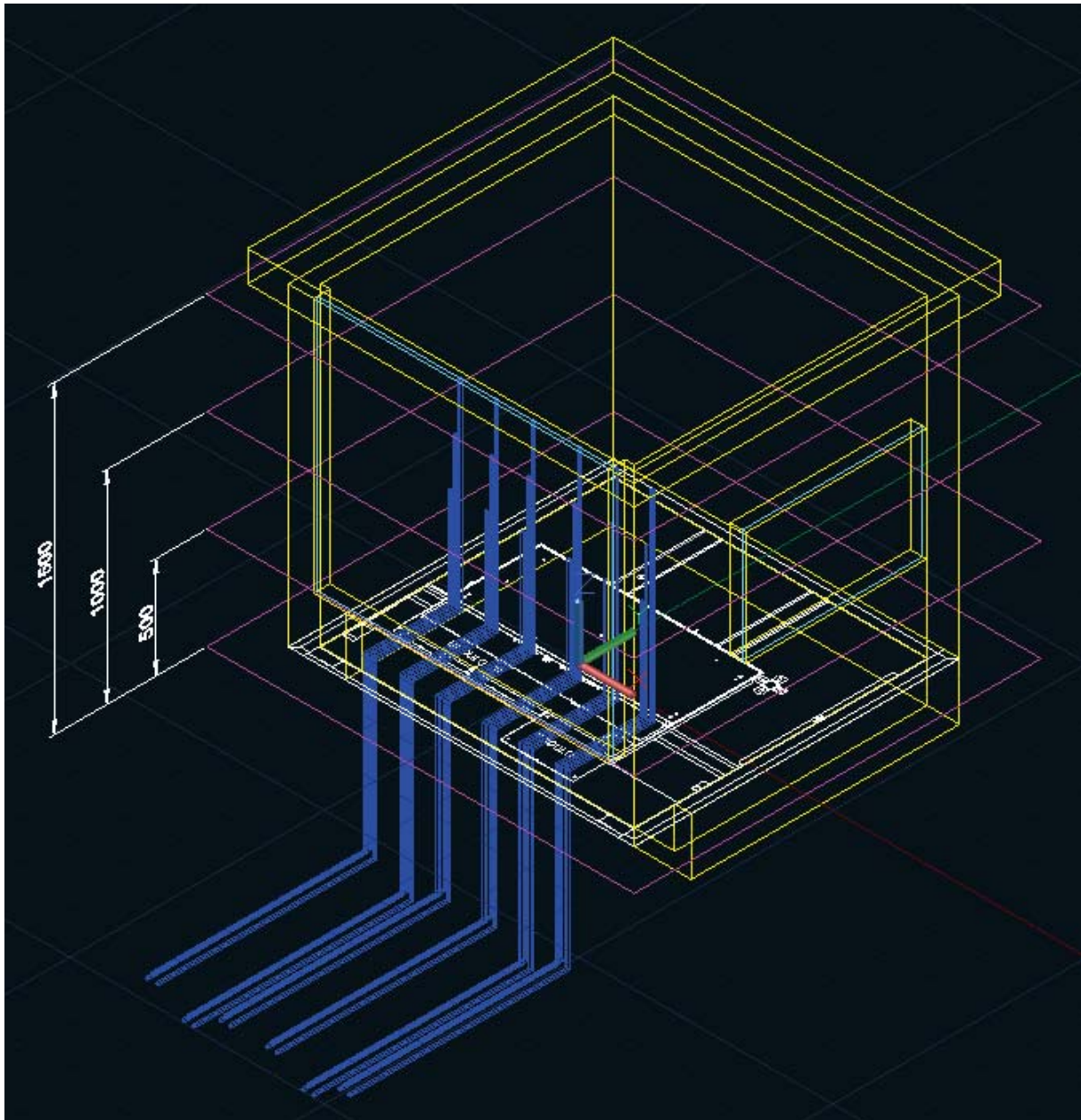


Figura 78. Vista isométrica de la instalación (3L [Semi]) (cotas en mm).

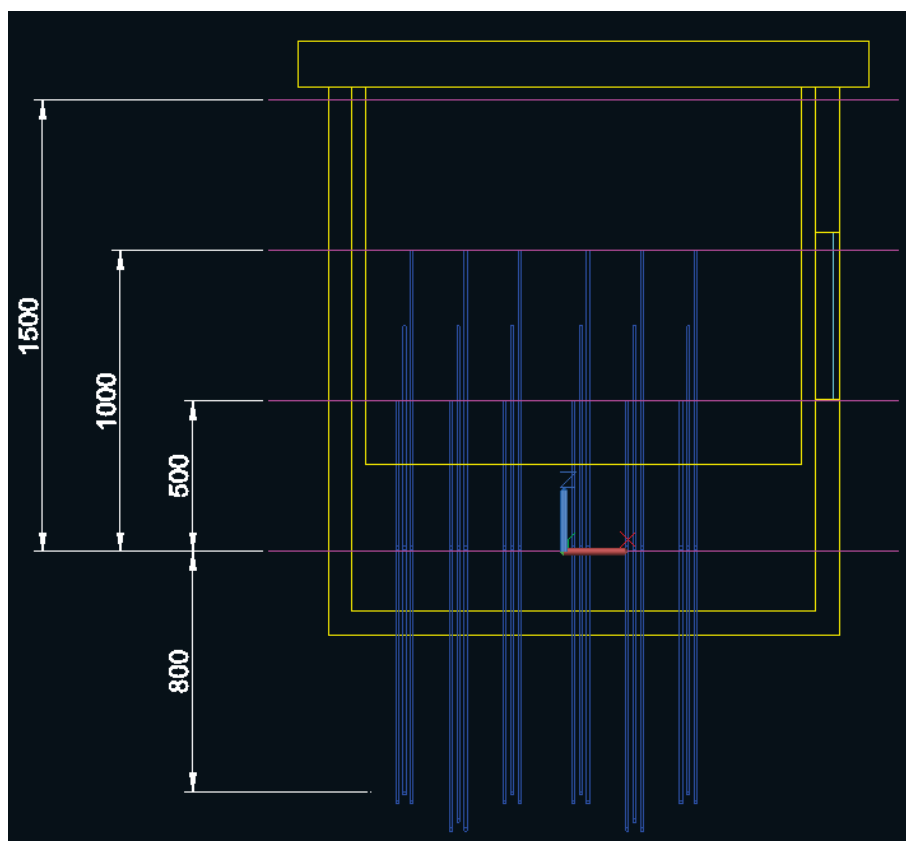


Figura 79. Vista frontal de la instalación (3L [Semi]) (cotas en mm).

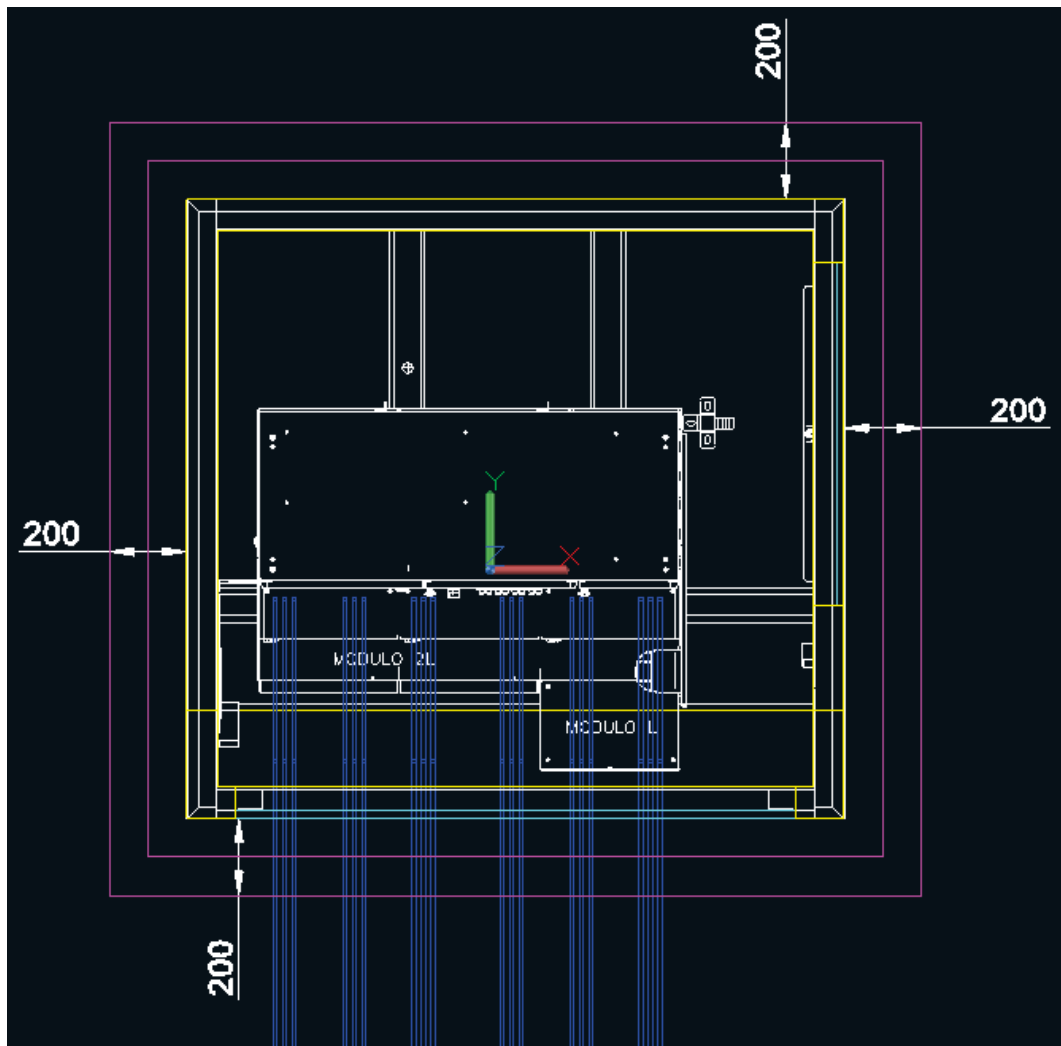


Figura 80. Vista en planta de la instalación (3L [Semi]) (cotas en mm).

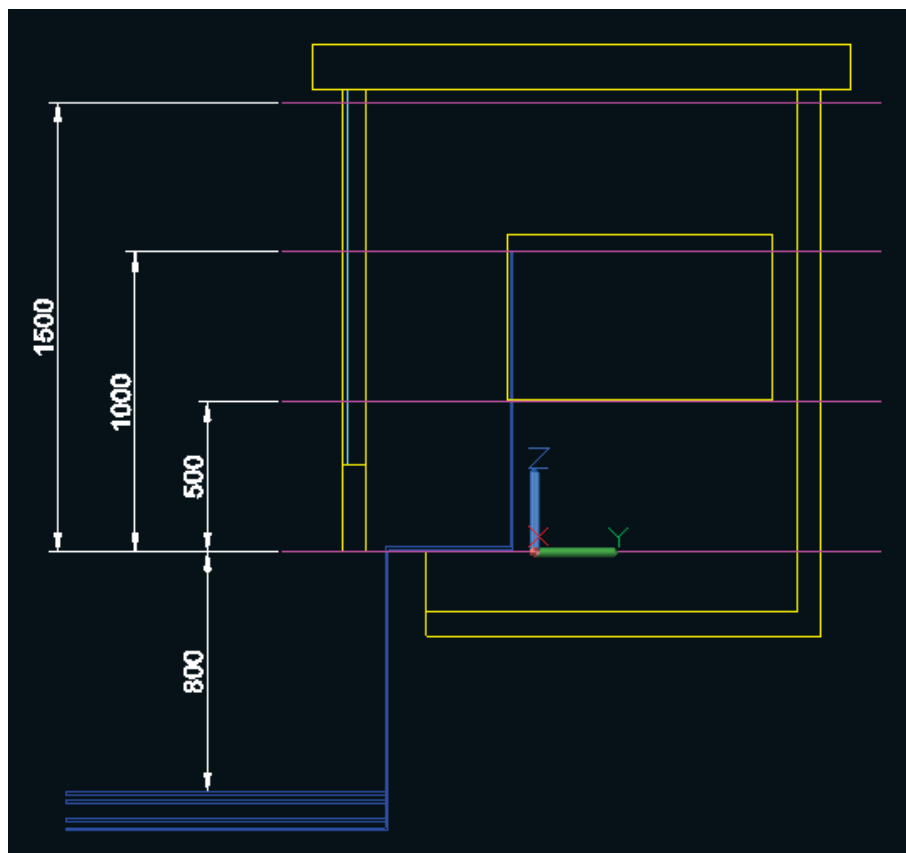


Figura 81. Vista en perfil de la instalación (3L [Semi]) (cotas en mm).

### 10.3. Secciones de cable y corrientes de circulación

La Tabla 14 muestra la nomenclatura asignada a las entradas y salidas de la instalación junto a las secciones de cables y las corrientes asignadas a cada uno de ellos en la simulación.

Tabla 14. Secciones y corrientes asignadas a los cables de la instalación en la simulación (3L [Semi]).

| Entradas/Salidas | Cable                     | Corriente (A)   |
|------------------|---------------------------|---|
| MT_IN_1          | Cables MT entrada 1 al CT | Cable Unipolar HEPRZ1 12/20 kV Al 240 mm <sup>2</sup> 345 |
| MT_IN_2          | Cables MT entrada 2 al CT | Cable Unipolar HEPRZ1 12/20 kV Al 240 mm <sup>2</sup> 345 |
| MT_IN_3          | Cables MT entrada 3 al CT | Cable Unipolar HEPRZ1 12/20 kV Al 240 mm <sup>2</sup> 345 |
| MT_OUT_1         | Cables MT salida 1 del CT | Cable Unipolar HEPRZ1 12/20 kV Al 240 mm <sup>2</sup> 345 |
| MT_OUT_2         | Cables MT salida 2 del CT | Cable Unipolar HEPRZ1 12/20 kV Al 240 mm <sup>2</sup> 345 |
| MT_OUT_3         | Cables MT salida 3 del CT | Cable Unipolar HEPRZ1 12/20 kV Al 240 mm <sup>2</sup> 345 |

### 10.4. Consideraciones

- 1º.- Los cables (FLU\_ALUMINIUM) se modelizan como prismas rectangulares de sección igual a la asignada.
- 2º.- Se han eliminado los embarrados (simplifica los esquemas y no influye en los resultados).
- 3º.- En la simulación, se ha asignado a los cables de la acometida de MT la máxima corriente que puede ser soportada por los mismos (caso más desfavorable).

- 49.- Los resultados a 200 mm del cerramiento exterior son obtenidos en presencia física de las paredes de la caseta (FLU\_CERAMICS5) y las puertas (FLU\_STEEL\_1010\_XC10).

## 10.5. Resultados

### 10.5.1. Gráficos de distribución de flujo magnético (B[T]) en planos

Los gráficos de distribución de densidad de flujo (B[T]) en planos, representan los valores que toma este parámetro [**B = Magnitud B = MODV(MODC(B))**] en los planos (volúmenes de aire en la simulación) situados a 200 milímetros del cerramiento exterior de la instalación.

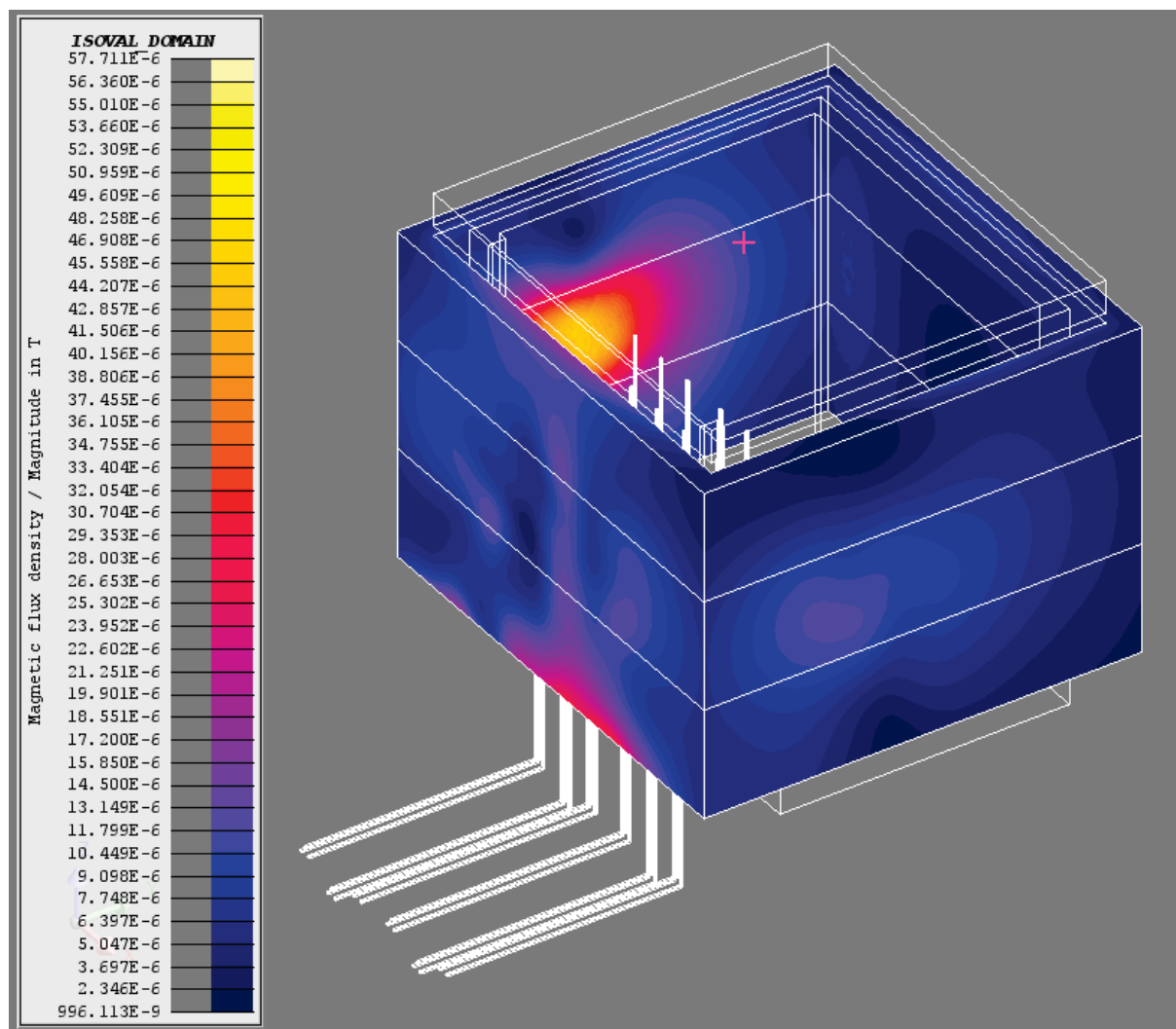


Figura 82. Densidad de flujo magnético (B[T] = Magnitud B) en la envolvente del CT (3L [Semi]).

Las Figuras 83, 84, 85, y 86 muestran la misma distribución de densidad de flujo magnético en los paneles de aire vistos en la Figura 82, pero de forma separada. La nomenclatura utilizada es la siguiente:

- **Panel Frontal:** corresponde al muro por donde se realiza la entrada de las líneas de MT y la salida de las líneas de BT.

- Panel Derecho: situado en el lateral derecho vista la envolvente desde el panel frontal.
- Panel Trasero: el opuesto al Panel Frontal.
- Panel Izquierdo: situado en el lateral izquierdo vista la envolvente desde el panel frontal.

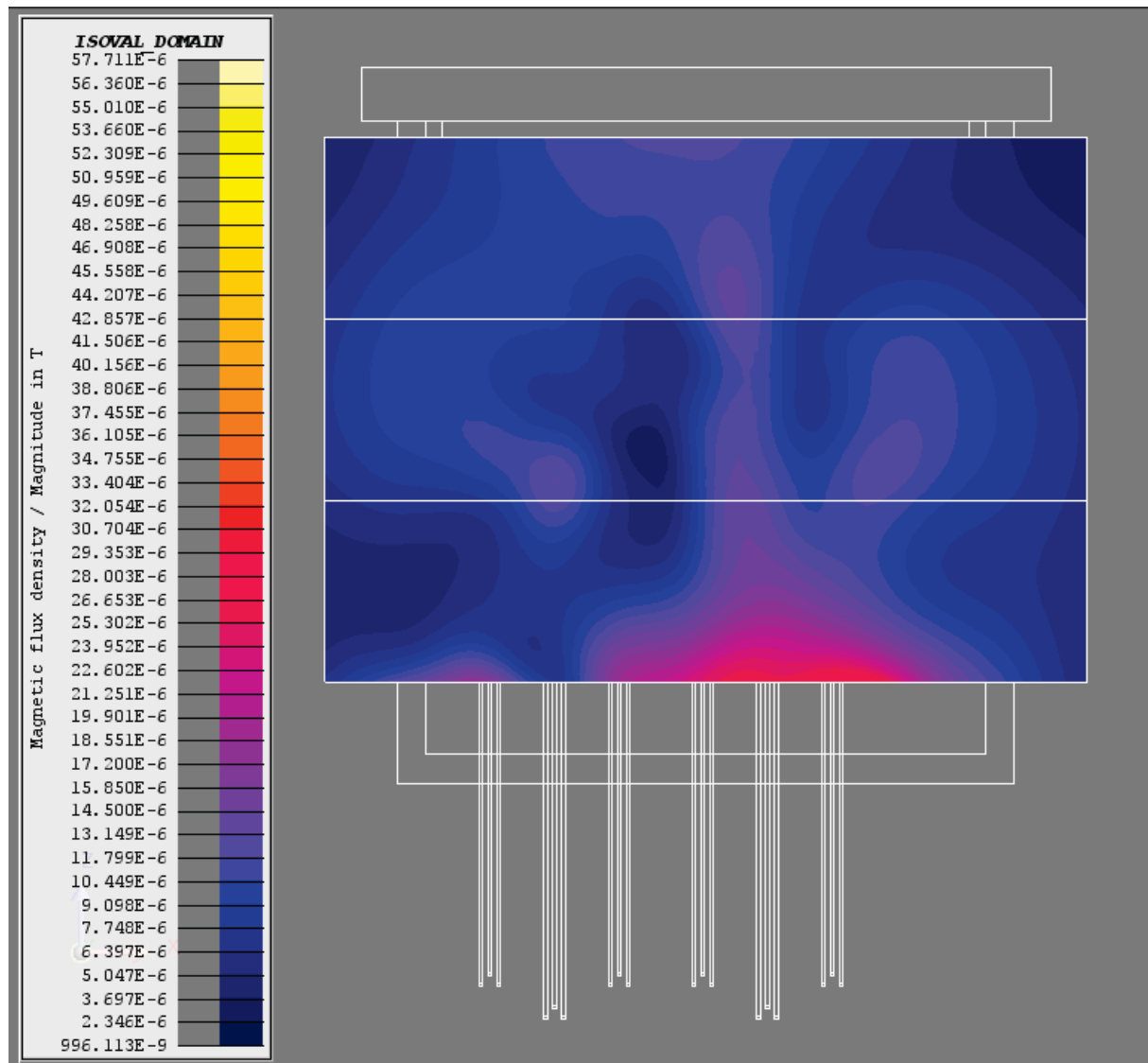


Figura 83. Densidad de flujo magnético ( $B[T] = \text{Magnitud } B$ ) en el panel frontal (3L [Semi]).



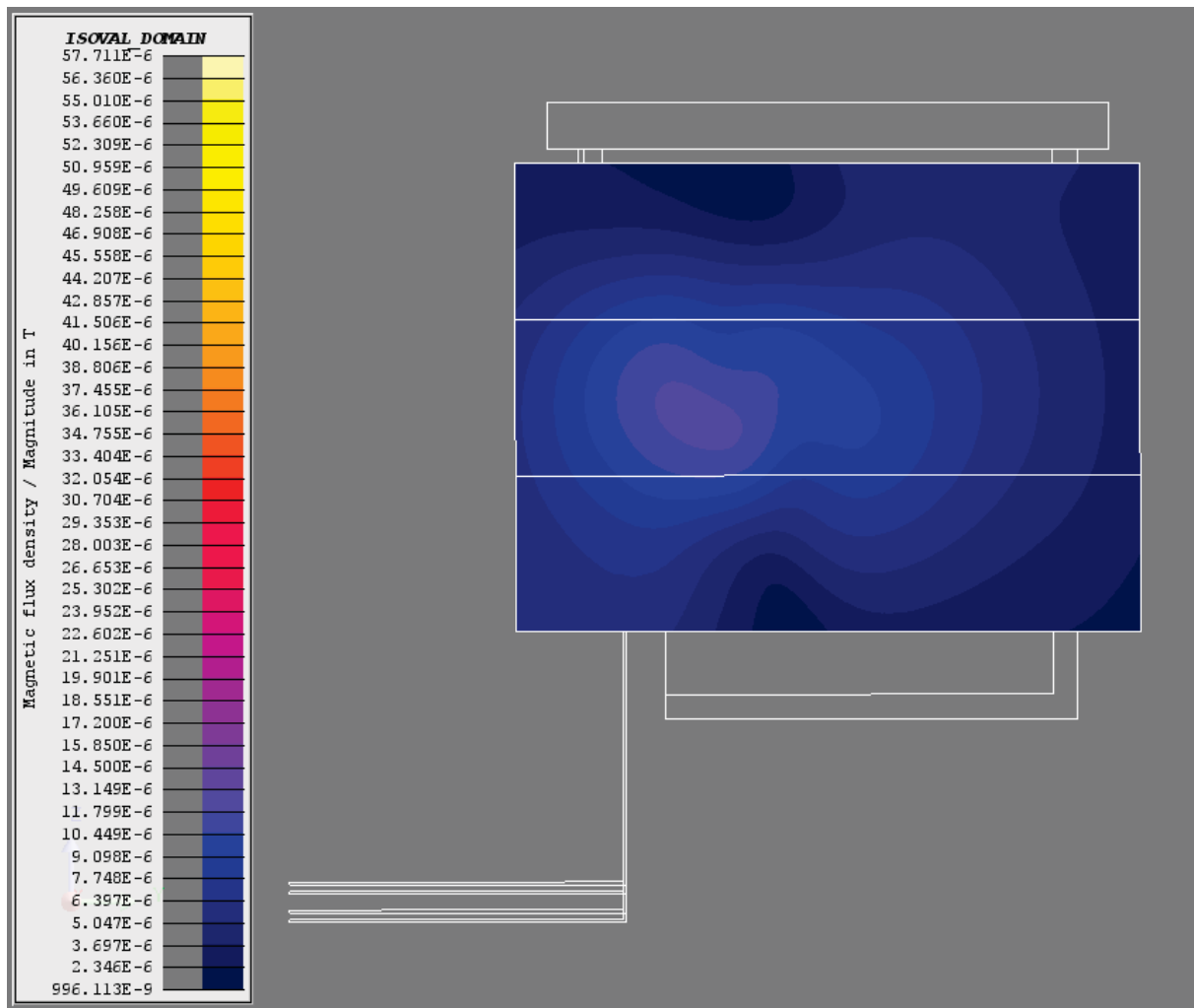


Figura 84. Densidad de flujo magnético ( $B[T] = \text{Magnitud } B$ ) en el panel derecho (3L [Semi]).

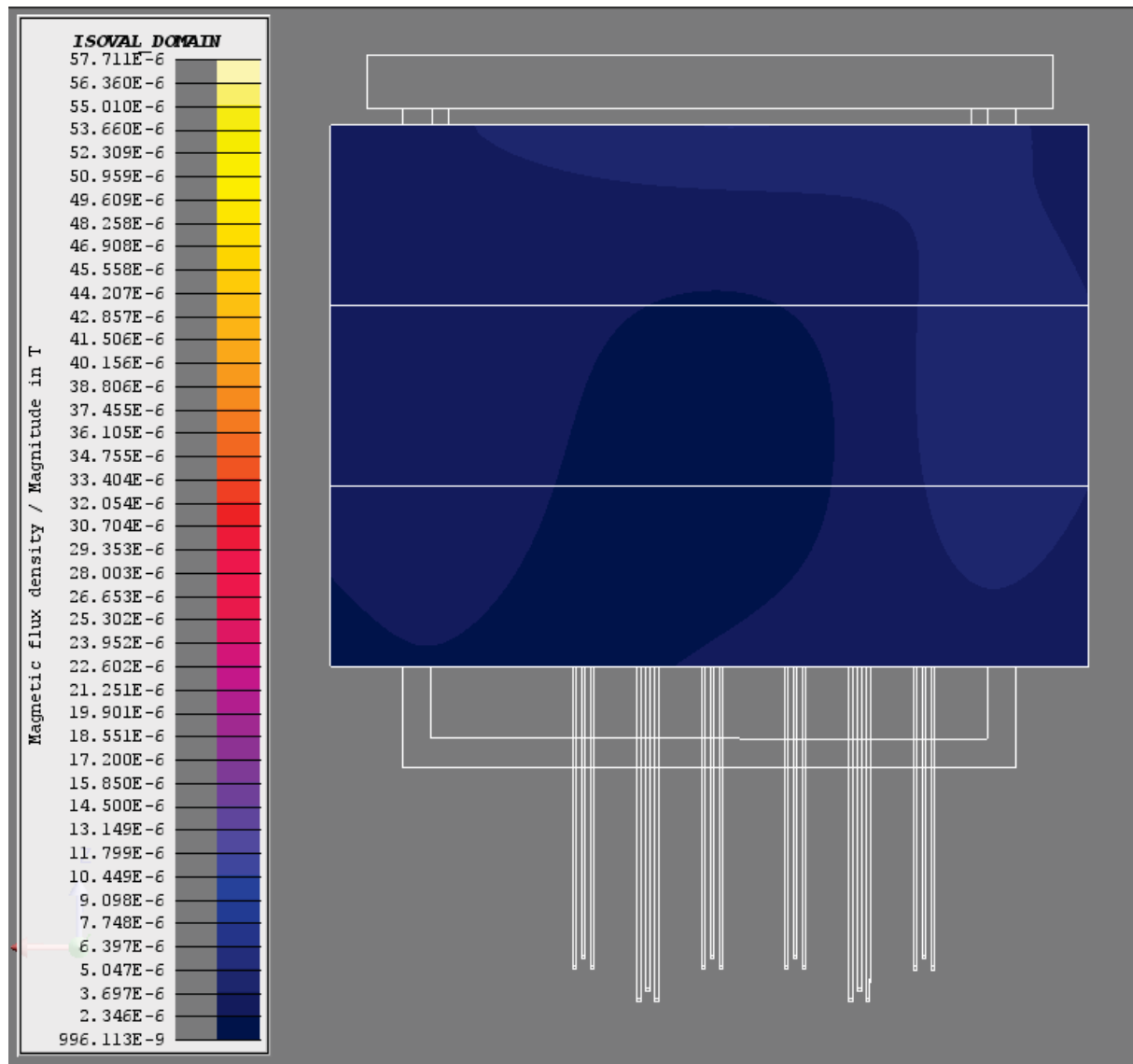


Figura 85. Densidad de flujo magnético ( $B[T] = \text{Magnitud } B$ ) en el panel trasero (3L [Semi]).

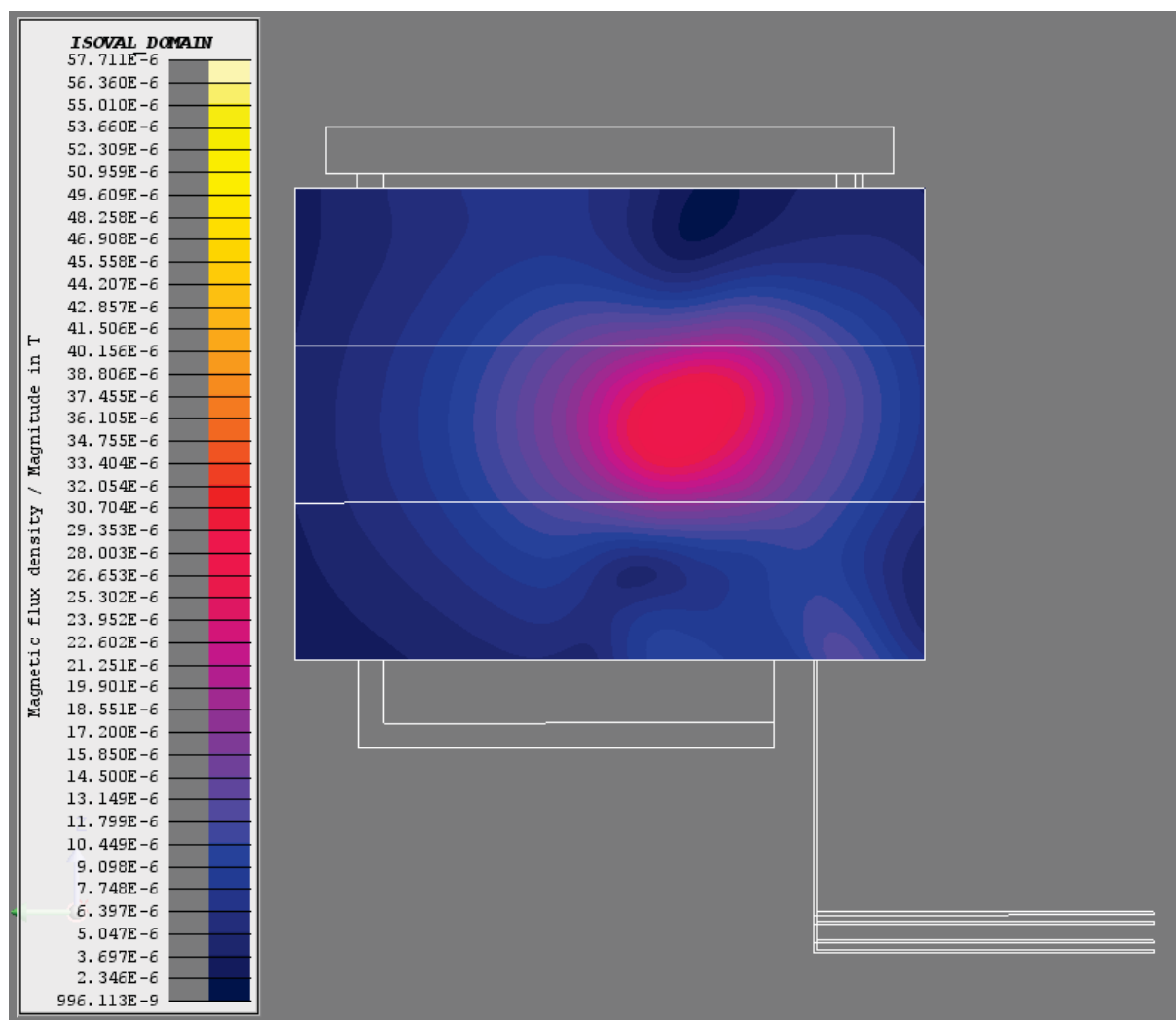


Figura 86. Densidad de flujo magnético ( $B[T] = \text{Magnitud } B$ ) en el panel izquierdo (3L [Semi]).

### 10.5.2. Gráficos de distribución de flujo magnético ( $B[T]$ ) en líneas

Los gráficos de distribución del flujo ( $B[T]$ ) en líneas, representan los valores que toma este parámetro a lo largo de líneas imaginarias trazadas sobre un perímetro situado a 200 mm del cerramiento exterior de la instalación, y a diferentes alturas, concretamente a 0,5, 1, y 1,5 metros.

Estos gráficos permiten localizar, a la altura dada, valores máximos, mínimos, o localizar el punto del perímetro donde se produce la máxima densidad de flujo magnético ( $B[T]$ ).

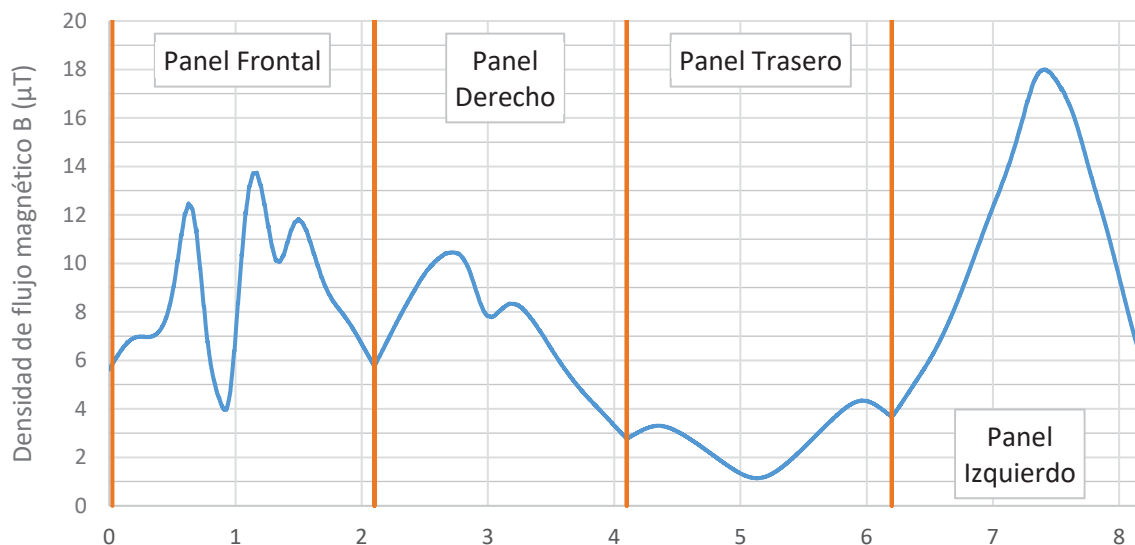


Figura 87. Densidad de flujo magnético ( $B[T] = \text{Magnitud } B$ ) en envolvente situada a 0,5 metros (3L [Semi]).

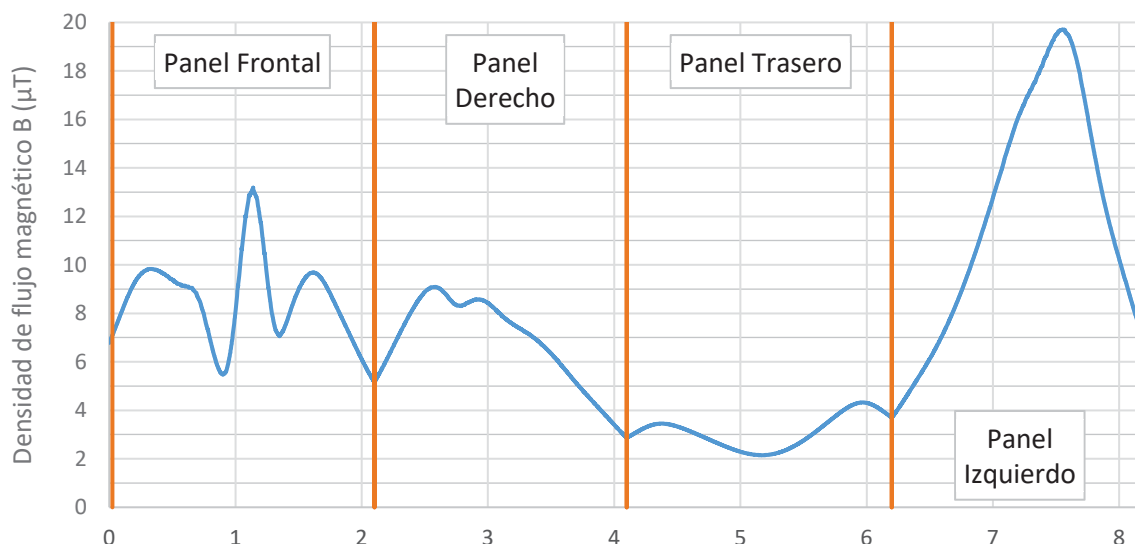


Figura 88. Densidad de flujo magnético ( $B[T] = \text{Magnitud } B$ ) en envolvente situada a 1 metro (3L [Semi]).

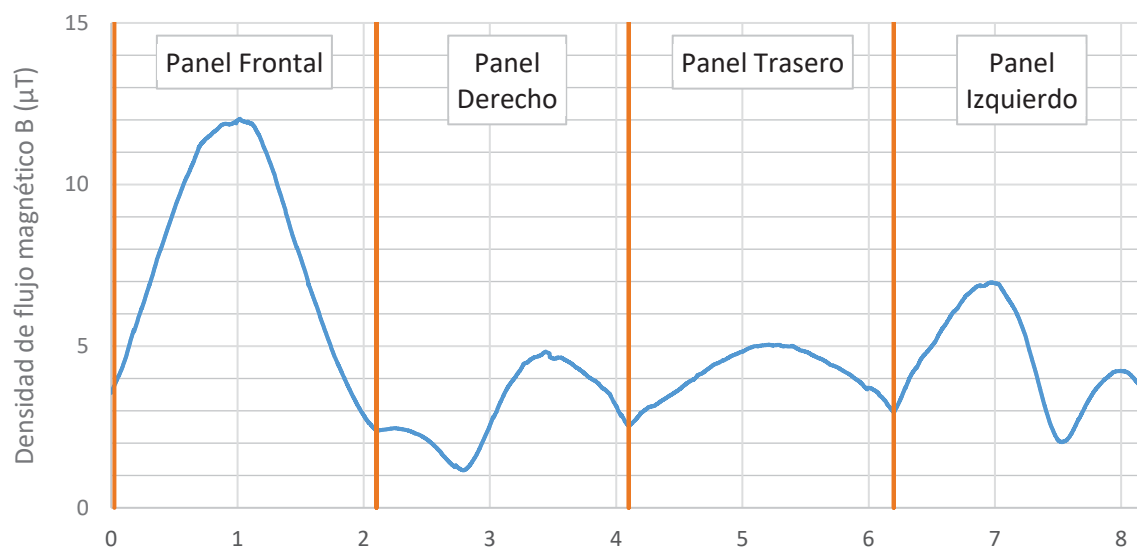


Figura 89. Densidad de flujo magnético ( $B[T] = \text{Magnitud } B$ ) en envolvente situada a 1,5 metros (3L [Semi]).

La Tabla 15 muestra los valores máximos que toma la densidad de flujo magnético a diferentes alturas.

Tabla 15. Valores máximos de la densidad de flujo magnético ( $B[T] = \text{Magnitud } B$ ) a diferentes alturas (3L [Semi]) ( $\mu T$ ).

|                 | Alturas             |                   |                     |
|-----------------|---------------------|-------------------|---------------------|
|                 | $h = 0,5 \text{ m}$ | $h = 1 \text{ m}$ | $h = 1,5 \text{ m}$ |
| Panel Frontal   | 13,74               | 13,18             | 12,04               |
| Panel Derecho   | 10,46               | 9,10              | 4,83                |
| Panel Trasero   | 4,34                | 4,32              | 5,05                |
| Panel Izquierdo | 17,99               | 19,71             | 6,98                |

**CÁLCULOS**

## Índice

|   |            |
|---|------------|
| <b>1 OBJETIVO Y ÁMBITO DE APLICACIÓN. ....</b>                          | <b>148</b> |
| <b>2 CÁLCULOS ELÉCTRICOS .....</b>                                      | <b>148</b> |
| 2.1 INTENSIDAD DE ALTA TENSIÓN .....                                    | 148        |
| 2.2 INTENSIDAD DE BAJA TENSIÓN .....                                    | 149        |
| 2.3 CORTOCIRCUITOS.....   | 149        |
| 2.4 CÁLCULO DE LAS INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO .....                  | 150        |
| 2.4.1 Cortocircuito en el lado de Alta Tensión .....                    | 150        |
| 2.4.2 Cortocircuito en el lado de Baja Tensión.....                     | 150        |
| 2.5 COMPROBACIÓN POR DENSIDAD DE CORRIENTE .....                        | 151        |
| 2.6 COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN ELECTRODINÁMICA.....                  | 152        |
| <b>3 CÁLCULOS DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA .....</b>                  | <b>152</b> |
| 3.1 DATOS DE PARTIDA .....  | 152        |
| 3.2 INTENSIDAD DE DEFECTO Y REACTANCIA CAPACITIVA .....                 | 153        |
| 3.3 INSTALACIÓN DE TIERRAS SEPARADAS.....                               | 154        |
| 3.4 LÍNEAS DE TIERRA.....   | 155        |
| 3.5 CONDICIONES DE INSTALACIÓN DE LOS ELECTRODOS .....                  | 156        |
| 3.6 CONDICIONES QUE DEBE CUMPLIR EL ELECTRODO DE PUESTA A TIERRA.....   | 156        |
| 3.7 OBTENCIÓN DE DATOS DE RESISTIVIDAD DEL TERRENO .....                | 157        |
| 3.8 CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DE LOS ELECTRODOS DE PUESTA A TIERRA..... | 158        |
| 3.9 RESISTENCIA A TIERRA DE LA INSTALACIÓN.....                         | 159        |
| 3.10 TENSIONES DE PASO Y CONTACTO ADMISIBLES .....                      | 160        |
| 3.11 Tensión de Paso MÁXIMA.....  | 161        |
| 3.12 Tensión de Contacto MÁXIMA .....                                   | 163        |
| 3.13 Tensión de Defecto.....  | 164        |
| <b>4 CÁLCULO DE CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS. ....</b>                      | <b>164</b> |

## 1 Objetivo y Ámbito de Aplicación.

El presente documento tiene por objeto establecer los criterios de cálculo que han de tenerse en cuenta a la hora de diseñar y dimensionar las instalaciones recogidas en el Proyecto Tipo al que hace referencia.

Será de obligado cumplimiento en todas las nuevas instalaciones, ampliaciones y modificaciones de instalaciones existentes, tanto para las obras promovidas por la distribuidora, como para aquellas realizadas en colaboración con Organismos Oficiales, o por personas físicas o jurídicas, y que vayan a ser cedidas a LA EMPRESA.

## 2 Cálculos Eléctricos

### 2.1 Intensidad de Alta Tensión

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

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

Donde:

S = potencia asignada del transformador, en kVA

U = tensión nominal de la red de distribución, en kV

I<sub>p</sub> = intensidad primaria, en A

En función de la tensión de la red y de la potencia del transformador se obtiene los siguientes valores:

| Potencia del transformador (kVA) | I <sub>p</sub> (A) |       |       |       |       |       |
|----------------------------------|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                  | 12 kV              | 20 kV | 22 kV | 24 kV | 25 kV | 30 kV |
| 50                               | 2,41               | 1,44  | 1,31  | 1,20  | 1,15  | 0,96  |
| 100                              | 4,81               | 2,89  | 2,62  | 2,41  | 2,31  | 1,92  |
| 250                              | 12,03              | 7,22  | 6,56  | 6,01  | 5,77  | 4,81  |
| 400                              | 19,25              | 11,55 | 10,50 | 9,62  | 9,24  | 7,70  |
| 630                              | 30,31              | 18,19 | 16,53 | 15,16 | 14,55 | 12,13 |
| 1000                             | 48,11              | 28,87 | 26,24 | 24,06 | 23,09 | 19,25 |

CÁLCULOS



## 2.2 Intensidad de Baja Tensión

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

$$I_s = \frac{S}{U_{BT} \cdot \sqrt{3}}$$

Donde:

S = potencia asignada del transformador, en kVA

U<sub>BT</sub> = tensión nominal en el lado de baja tensión (0,400 kV)

I<sub>s</sub> = intensidad secundaria, en A

En función de la potencia del transformador se obtiene los siguientes valores:

| Potencia del transformador<br>(kVA) | I <sub>s</sub> (A) |
|-------------------------------------|--------------------|
| 50                                  | 72,17              |
| 100                                 | 144,34             |
| 250                                 | 360,85             |
| 400                                 | 577,37             |
| 630                                 | 909,35             |
| 1000                                | 1.443,42           |

## 2.3 Cortocircuitos

Para el cálculo de las intensidades que origina un cortocircuito, se tendrá en cuenta la potencia de cortocircuito de la red de AT, valor especificado por LA EMPRESA en cada caso particular y que deberá ser tenido en cuenta en la confección del Proyecto Simplificado correspondiente.

## 2.4 Cálculo de las intensidades de cortocircuito

### 2.4.1 Cortocircuito en el lado de Alta Tensión

Para el cálculo de la corriente de cortocircuito en el primario, se utiliza la expresión:

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

Donde:

$S_{cc}$  = potencia de cortocircuito de la red [MVA], valor especificado por LA EMPRESA en cada caso

$U$  = tensión nominal de la red de distribución, en kV

$I_{ccp}$  = corriente de cortocircuito en el primario, en kA

Según los valores de la potencia de cortocircuito existentes en las redes de LA EMPRESA, las corrientes de cortocircuito resultan:

- Para tensión asignada  $U_m$  (kV) = 24,  $I_{ccp} \leq 16$  kA.
- Para tensión asignada  $U_m$  (kV) = 36,  $I_{ccp} \leq 20$  kA.

### 2.4.2 Cortocircuito en el lado de Baja Tensión

Para los cortocircuitos secundarios, se considerará que la potencia de cortocircuito en el primario es infinita, considerando solo la impedancia interna del transformador de AT/BT, siendo por ello más conservadores que en las consideraciones reales y situándonos en el lado de la seguridad.

La corriente de cortocircuito del secundario de un transformador trifásico viene dada por la expresión:

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

Donde:

$c$  = factor de tensión según norma UNE-EN 60909-0 ( $c=1,1$ )

$S$  = potencia asignada del transformador [kVA]

$U_{cc}$  = tensión de cortocircuito del transformador [%]

$U_s$  = tensión asignada en el secundario, 420 V

$I_{ccs}$  = corriente de cortocircuito [kA]

Siendo la tensión de cortocircuito:

| Potencia del transformador<br>(kVA) | Tensión de cortocircuito (referida a 75°C)<br>en función de la tensión más elevada para el material |                       |
|-------------------------------------|---|-----------------------|
|                                     | $U_m = 24 \text{ kV}$   | $U_m = 36 \text{ kV}$ |
| 50                                  | 4 %   | 4,5 %                 |
| 100                                 | 4 %   | 4,5 %                 |
| 250                                 | 4 %   | 4,5 %                 |
| 400                                 | 4 %   | 4,5 %                 |
| 630                                 | 4 %   | 4,5 %                 |
| 1000                                | 6 %   | 6 %                   |

En función de la tensión más elevada para el material y la potencia del transformador se obtienen los siguientes valores:

| Potencia del transformador<br>(kVA) | $I_{ccs} \text{ (kA)}$ |                       |
|-------------------------------------|------------------------|-----------------------|
|                                     | $U_m = 24 \text{ kV}$  | $U_m = 36 \text{ kV}$ |
| 50                                  | 1,89                   | 1,68                  |
| 100                                 | 3,78                   | 3,36                  |
| 250                                 | 9,45                   | 8,40                  |
| 400                                 | 15,12                  | 13,44                 |
| 630                                 | 23,82                  | 21,17                 |
| 1000                                | 25,20                  | 25,2                  |

Los valores de la intensidad de cortocircuito están referidos al lado de baja tensión. Para pasarlos al lado de alta tensión basta con dividirlos por la relación de transformación asignada del transformador de distribución.

## 2.5 Comprobación por densidad de corriente

La comprobación por densidad de corriente tiene por objeto verificar que el conductor indicado es capaz de conducir la corriente nominal máxima sin superar la densidad máxima posible para el material conductor. Esto, además de mediante cálculos teóricos, puede comprobarse realizando un ensayo de intensidad nominal que, con objeto de disponer de suficiente margen de seguridad, se considerará que es la intensidad del bucle.

CÁLCULOS

Las celdas a instalar en el CT/CS dispondrán de certificación correspondiente que cubre el valor indicado.

## **2.6 Comprobación por solicitación electrodinámica**

La intensidad dinámica de cortocircuito se valora en aproximadamente 2,5 veces la intensidad eficaz de cortocircuito calculada anteriormente, debiendo ser:

- Para tensión asignada  $U_m$  (kV) = 24,  $I_{ccp} \leq 40$  kA.
- Para tensión asignada  $U_m$  (kV) = 36,  $I_{ccp} \leq 50$  kA.

## **3 Cálculos del Sistema de Puesta a Tierra**

Este apartado tiene por objeto el diseño y cálculo de las tomas de tierra del CT/CS, determinando las tensiones de paso y contacto máximas admisibles, en función de la resistividad del terreno en donde está ubicado y dimensionando la puesta a tierra de forma que no se sobrepasen dichas tensiones de acuerdo con la ITC-RAT 13.

No obstante, después de construida la instalación de puesta a tierra, se procederá a la realización de las verificaciones correspondientes a fin de comprobar el cumplimiento de la reglamentación vigente tal como se prescribe en la instrucción ITC-RAT 13, apartado 8.1.

Si fuese necesario, a la vista de los valores obtenidos, se harán las modificaciones necesarias en el sistema de puesta a tierra con la finalidad de obtener unos valores que se mantengan dentro de los rangos reglamentarios.

### **3.1 Datos de Partida**

Para el diseño y cálculo de la puesta a tierra son necesarios los siguientes datos de partida, que serán facilitados por LA EMPRESA, debiendo ser tenidos en cuenta en la confección del Proyecto Simplificado:

- Subestación de la que se alimenta el CT/CS.
- Tensión de explotación de AT.

CÁLCULOS

- Conexión del neutro de la subestación.
- Tipo de protección de faltas a tierra.
- Sensibilidad de la protección.
- Tiempo de duración del defecto.
- Número de reenganches.
- Reenganches rápidos.
- Nivel de aislamiento de los circuitos de BT del CT.
- Resistividad del terreno (superficial y media según electrodo).
- Geometría del dispersor de tierra elegido.
- Longitud de la red aérea y subterránea de AT conectada a la misma red que alimenta el CT/CS.

### 3.2 Intensidad de Defecto y Reactancia Capacitiva

Sin perjuicio de los datos concretos que para cada instalación facilitará LA EMPRESA al proyectista (ver apartado 8.3 de la memoria), se especifica a continuación el método de cálculo de la intensidad de defecto y de la reactancia capacitiva, de ser necesario.

#### Neutro aislado

$$I_d = 1,1 \cdot \frac{U}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{R_T^2 + X_C^2}}$$

siendo:

$$X_C = \frac{1}{3 \cdot \omega \cdot (L_a \cdot C_a + L_c \cdot C_c)}$$

#### Neutro a tierra

$$I_d = 1,1 \cdot \frac{U}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_n + R_T)^2 + X_n^2}}$$

expresiones en las que:

$I_d$  = intensidad máxima de defecto, en A

$U$  = tensión compuesta de servicio de la red, en V

$R_n$  = resistencia de puesta a tierra del neutro de la red de AT en subestación, en  $\Omega$

$X_n$  = reactancia de puesta a tierra del neutro de la red de AT en subestación, en  $\Omega$

$X_c$  = reactancia capacitiva, en  $\Omega$

$R_T$  = resistencia de la tierra de protección, en  $\Omega$

$L_a$  = longitud total de las líneas aéreas de alta tensión, subsidiarias de la misma transformación AT/AT de la subestación, en km

$L_c$  = longitud total de las líneas subterráneas de alta tensión, subsidiarias de la misma transformación AT/AT de la subestación, en km

$C_a$  = Capacidad homopolar de las líneas aéreas ( $\sim 0,005 \mu\text{F/km}$ )

$C_c$  = Capacidad homopolar de los cables subterráneos ( $\sim 0,282 \mu\text{F/km}$ )

$\omega = 2\pi f = 314$  pulsación de la corriente alterna.

### 3.3 Instalación de Tierras Separadas

Se prescribe la separación de la tierra de protección y de la tierra de servicio. En función de las intensidades de defecto ( $I_d$ ) y de la resistividad del terreno ( $\rho$ ), las distancias que como mínimo deben mantenerse entre las instalaciones de tierras separadas se obtendrán a partir de la siguiente expresión:

$$D = \frac{\rho \cdot I_d}{2\pi \cdot U_i}$$

Donde:

$D$  = distancia, en m

$I_d$  = intensidad máxima de defecto en el CT, en A

$\rho$  = resistividad media del terreno, en  $\Omega \cdot \text{m}$

$U_i$  = tensión máxima inducida para la distancia,  $D$ , en la tierra de servicio, debido a un defecto en la instalación de alta tensión,  $U_i = 1000 \text{ V}$ .

### 3.4 Líneas de Tierra

Estarán constituidas por conductores de cobre. Para corrientes de defecto que son interrumpidas en menos de 5 s, la sección del conductor de tierra o del electrodo de tierra debe calcularse a partir de la siguiente fórmula, de acuerdo con la norma UNE-EN 50522:

$$A = \frac{I}{K} \cdot \sqrt{\frac{t_f}{\ln \frac{\theta_f + \beta}{\theta_i + \beta}}}$$

Donde:

A = sección del conductor, en mm<sup>2</sup>

I = es la corriente (valor eficaz) en el conductor, en A

t = tiempo de duración de la corriente de defecto, en s

K = constante que depende del material del componente conductor de corriente, según la tabla siguiente, asumiendo una temperatura inicial de 20 °C

β = recíproco del coeficiente por temperatura de la resistencia del conductor a 0°C, según la tabla siguiente

θ<sub>i</sub> = es la temperatura inicial en grados centígrados, se adoptará 20°C como la temperatura ambiente a 1 m de profundidad

θ<sub>f</sub> = es la temperatura final en grados centígrados

| Material | β en °C | K en A·√s/mm <sup>2</sup> |
|----------|---------|---------------------------|
| Cobre    | 234,5   | 226                       |

Una vez calculada la sección, se elegirá de las normalizadas, el valor igual o inmediatamente superior al calculado. En cualquier caso, esta sección nunca será menor de 50 mm<sup>2</sup>.

Se prescribe la separación de la tierra de protección y de la tierra de servicio. En virtud de lo indicado en el punto 4.3.3.5 de la ITC-RAT 14, dispondrá de un nivel de aislamiento de 10 kV a frecuencia industrial (1 min) y de 20 kV a impulso tipo rayo (onda 1,2/50 μs) entre ambas instalaciones de tierras.

### 3.5 Condiciones de Instalación de los Electrodo

La sección del electrodo se calculará igual que la de las líneas de tierra (ver apartado 3.4).

El valor mínimo de la superficie total del electrodo será tal que la densidad de corriente disipada (que es igual al cociente entre la intensidad de defecto y la superficie total del electrodo de puesta a tierra) sea inferior al valor dado por la expresión:

$$\delta = \frac{11600}{\sqrt{\rho \cdot t}}$$

Donde:

$\delta$  = densidad de corriente disipada, en A/m<sup>2</sup>

$\rho$  = resistividad media del terreno, en  $\Omega \cdot m$

$t$  = tiempo de duración de la falta, en s

### 3.6 Condiciones que debe cumplir el Electrodo de Puesta a Tierra

#### Seguridad de las personas

Tensión de paso calculada  $\leq$  Tensión de paso máxima admisible

Tensión de contacto calculada  $\leq$  Tensión de contacto máxima admisible

#### Protección del material

Nivel de aislamiento de BT  $\geq$  Tensión de defecto

#### Limitación de la corriente de defecto

Intensidad de defecto  $>$  Intensidad de arranque protecciones

Tensión inducida máxima en tierra de neutro  $\leq 1000$  V

Resistencia global máxima de la puesta a tierra del neutro considerando todas las tomas de tierra existentes en la red  $\leq 37 \Omega$ .



Este criterio consigue que un defecto a tierra en una instalación interior, 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:

$$V = R_T \cdot I_d = 37 \cdot 0,650 = 24V$$

### 3.7 Obtención de datos de Resistividad del Terreno

Los datos de resistividad del terreno se podrán obtener por dos métodos:

- Por investigación de las características del suelo mediante medición in situ por el Método Wenner de Prospección Geo-eléctrica, empleando un telurómetro de 4 bornas, resultando:

$$\rho = 2 \cdot \pi \cdot a \cdot R$$

Donde:

$\rho$  = resistividad media del terreno a la profundidad  $3/4 \cdot a$ , en  $\Omega \cdot m$

$R$  = resistividad medida, en  $\Omega$

$a$  = distancia entre picas al realizar la medición, en m

debiendo realizarse mediciones a distancias entre picas de 1, 2, 4, 6, 8, 10, 15, 20, 25 y 30 m y obteniendo el valor de la resistividad media.

Se deberá realizar las mediciones de la resistividad in situ para intensidades de cortocircuito a tierra superiores a 1500 A, o entre 1000 A y 1500 A cuando el proyectista utilice en sus cálculos resistividades del terreno inferiores a 200  $\Omega \cdot m$ , de acuerdo con el apartado 4.1 de ITC-RAT-13.

- De acuerdo con el apartado 4.1 de ITC-RAT-13, en las instalaciones de tercera categoría y de intensidad de cortocircuito a tierra inferior o igual a 1500 A no será imprescindible realizar la citada investigación previa de la resistividad del suelo, bastando el examen visual del terreno, pudiéndose estimar su resistividad por medio de la tabla siguiente, en las que se dan unos valores orientativos:

| NATURALEZA DEL TERRENO                    | RESISTIVIDAD ( $\Omega \cdot m$ ) |
|---|-----------------------------------|
| Terrenos pantanosos                       | de algunas unidades a 30          |
| Limo                                      | 20 a 100                          |
| Humus                                     | 10 a 150                          |
| Turba húmeda                              | 5 a 100                           |
| Arcilla plástica                          | 50                                |
| Margas y arcillas compactas               | 100 a 200                         |
| Margas del jurásico                       | 30 a 40                           |
| Arena arcillosa                           | 50 a 500                          |
| Arena silíceas                            | 200 a 3.000                       |
| Suelo pedregoso cubierto de césped        | 300 a 500                         |
| Suelo pedregoso desnudo                   | 1.500 a 3.000                     |
| Calizas blandas                           | 100 a 300                         |
| Calizas compactas                         | 1.000 a 5.000                     |
| Calizas agrietadas                        | 500 a 1.000                       |
| Pizarras                                  | 50 a 300                          |
| Rocas de mica y cuarzo                    | 800                               |
| Granitos y gres procedentes de alteración | 1.500 a 10.000                    |
| Granitos y gres muy alterados             | 100 a 600                         |
| Hormigón                                  | 2.000 a 3.000                     |
| Balasto o grava                           | 3.0      5.000                    |

### 3.8 Cálculo de la Resistencia de los Electrodo de Puesta a Tierra

a) Pica de acero-cobre.

$$R = \frac{\rho}{L}$$

Donde:

R = resistencia de tierra del electrodo, en  $\Omega$

$\rho$  = resistividad del terreno, en  $\Omega \cdot m$

L = longitud de la pica, en m

b) Electrodo profundo (con la cabeza de la pica a ras del suelo)

$$R = \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot L} \cdot \ln \frac{L+a}{a}$$

Donde:

R = resistencia de tierra del electrodo, en  $\Omega$

$\rho$  = resistividad del terreno, en  $\Omega \cdot m$

L = Longitud de la pica, en m

a = radio del electrodo, en m

c) Conductor enterrado horizontalmente.

$$R = \frac{2 \cdot \rho}{L}$$

Donde:

R = resistencia de tierra del electrodo, en  $\Omega$

$\rho$  = resistividad del terreno, en  $\Omega \cdot m$

L = longitud del conductor, en m

### 3.9 Resistencia a Tierra de la Instalación

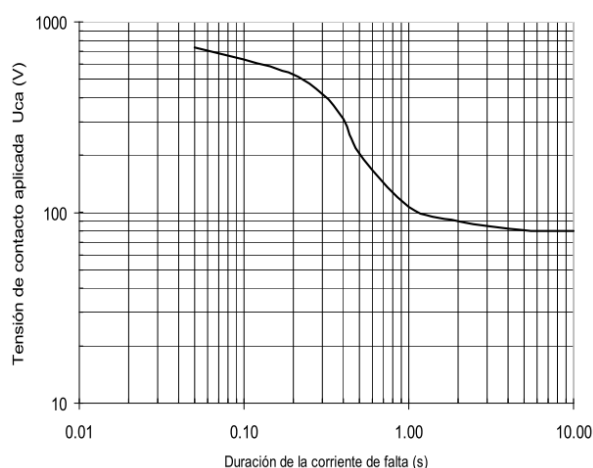
La admitancia total resultante aproximada, en caso de picas en hilera, para la instalación de tierra será el resultado de la suma de las admitancias correspondientes al electrodo de tierra y al conductor de tierra respectivamente.

Esta aproximación es válida siempre que la distancia entre las picas sea mayor que el doble de su longitud.

### 3.10 Tensiones de Paso y Contacto Admisibles

Una vez conocida la resistividad superficial del terreno y las características del neutro de del centro de transformación se determinan las tensiones de paso y contacto admisibles de acuerdo con la ITC-RAT 13.

Los valores admisibles de la tensión de contacto aplicada ( $U_{ca}$ ) a la que puede estar sometido el cuerpo humano entre la mano y los pies, en función de la duración de corriente de falta, se presentan la curva en la Figura 1 de ITC-RAT 13:



A partir de los valores admisibles de la tensión de contacto o paso aplicada se pueden determinar las máximas de tensiones de contacto o paso admisibles en la instalación,  $V_{Cadm}$  y  $V_{Padm}$ , a partir de las ecuaciones:

$$V_{Cadm} = U_{ca} \cdot \left( 1 + \frac{\frac{R_{a1}}{2} + 1,5 \cdot \rho_s}{Z_B} \right)$$

$$V_{Padm} = 10 \cdot U_{ca} \cdot \left( 1 + \frac{2 \cdot R_{a1} + 6 \cdot \rho_s}{Z_B} \right)$$

Donde:

$U_{ca}$ : valor admisible de la tensión de contacto aplicada que es función de la duración de la corriente de falta. [V]

$Z_b$ : Impedancia del cuerpo humano. [se tomará un valor de  $1000\Omega$ ]

$R_{a1}$ : Resistencia equivalente del calzado de un pie cuya suela sea aislante. [Se tomará un valor de  $2000\Omega$ ]

$\rho_s$ : resistividad superficial aparente del terreno [ $\Omega \cdot m$ ]

### 3.11 Tensión de Paso Máxima

a) Conjunto de picas de acero-cobre.

Se calcula por la expresión:

$$V_p = k_p \cdot I_d \cdot \rho$$

Donde:

$V_p$  = tensión de paso, en V

$k_p$  = valor característico en función de la configuración del electrodo, en  $V/\Omega \cdot A \cdot m$

$I_d$  = intensidad máxima de defecto en el CT, en A

$\rho$  = resistividad del terreno, en  $\Omega \cdot m$

debiendo ser inferior a  $V_{padm}$ .

b) Electrodo profundo (una única pica con la cabeza a ras del suelo)

Para obtener la tensión de paso se deberá obtener la diferencia de potencial entre dos puntos del terreno separados entre sí la distancia de 1 metro.

Se considera el potencial entre dos puntos situados a 1 y 2 metros del electrodo situados en la dirección de gradiente máximo (caso más desfavorable).

El potencial en cualquier punto del terreno separado una distancia A del electrodo se obtiene mediante la expresión:

$$V_p = \frac{\rho \cdot I_d}{2 \cdot \pi \cdot L} \cdot \ln \frac{A+L}{A}$$

Donde:

$\rho$  = resistividad del terreno, en  $\Omega \cdot m$

$I_d$  = intensidad máxima de defecto en el CT, en A

A = distancia entre el punto donde está enterrado el electrodo y el punto donde se determina el potencial

L = Longitud del electrodo, en m

La diferencia de potencial entre los dos puntos medidos separados un metro entre sí, debe ser inferior a  $V_{Padm}$ .

c) Conductor enterrado horizontalmente.

Se calcula por la expresión:

$$V_p = k_p \cdot I_d \cdot \rho$$

Donde:

$V_p$  = tensión de paso, en V

$K_p$  = valor característico en función de la configuración del electrodo, en  $V/\Omega \cdot A \cdot m$

$I_d$  = intensidad máxima de defecto en el CT, en A

$\rho$  = resistividad del terreno, en  $\Omega \cdot m$

debiendo ser inferior a  $V_{Padm}$ .

### 3.12 Tensión de Contacto Máxima

a) Conjunto de picas de acero-cobre.

Se calcula por la expresión:

$$V_c = k_c \cdot I_d \cdot \rho$$

Donde:

$V_c$  = tensión de contacto, en V

$K_c$  = valor característico en función de la configuración del electrodo, en  $V/\Omega \cdot A \cdot m$

$I_d$  = intensidad máxima de defecto en el CT, en A

$\rho$  = resistividad del terreno, en  $\Omega \cdot m$

debiendo ser inferior a  $V_{Cadm}$ .

b) Electrodo profundo (una única pica con la cabeza a ras del suelo)

$$V_c = \frac{\rho \cdot I_d}{2 \cdot \pi \cdot L} \ln \frac{A \cdot (L + a)}{a \cdot (L + A)}$$

Donde:

$\rho$  = resistividad del terreno, en  $\Omega \cdot m$

$I_d$  = intensidad máxima de defecto en el CT, en A

$A$  = distancia entre los dos puntos del terreno (1 metro)

$a$  = diámetro del electrodo, en m

$L$  = Profundidad del electrodo, en m

debiendo ser inferior a  $V_{Cadm}$ .

c) Conductor enterrado horizontalmente.

Se calcula por la expresión:

$$V_c = k_c \cdot I_d \cdot \rho$$

Donde:

$V_c$  = tensión de contacto, en V

$K_c$  = valor característico en función de la configuración del electrodo, en  $V/\Omega \cdot A \cdot m$

$I_d$  = intensidad máxima de defecto en el CT, en A

$\rho$  = resistividad del terreno, en  $\Omega \cdot m$

debiendo ser inferior a  $V_{Cadm}$ .

### 3.13 Tensión de Defecto

Se calcula por la expresión:

$$V_d = R_T \cdot I_d$$

Debiendo ser inferior al nivel de aislamiento de las instalaciones de BT fijado en 10 kV. Si  $V_d \leq 1000$  V se podrá disponer una sola tierra para protección y neutro de BT.

## 4 Cálculo de campos electromagnéticos.

El diseño de los CT se realizará de forma que se minimicen en el exterior de la instalación los campos electromagnéticos creados por la circulación de corriente a 50 Hz en los diferentes elementos de las instalaciones según lo estipulado en el apartado 4.7 de ITC-RAT-14.

Para ello se toman los valores establecidos en el Real Decreto 1066/2001 de 28 de Septiembre (transposición a nuestra legislación de la Recomendación 1999/519/CE del Consejo, de 12 de Julio), 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 emisiones radioeléctricas, que



establece, para una frecuencia de 50 Hz, un límite de campo magnético de 100  $\mu$ Teslas en el exterior de la instalación.

En la documentación anexa al presente Documento nº2 "Cálculos" se confirma el cumplimiento de los valores establecidos en la normativa vigente para los diferentes modelos de centros de transformación que se recogen en el presente documento.

**PLIEGO DE CONDICIONES**

## Índice

|   |            |
|---|------------|
| <b>1 OBJETIVO Y ÁMBITO DE APLICACIÓN .....</b>                | <b>169</b> |
| <b>2 CONDICIONES DE ÍNDOLE FACULTATIVO .....</b>              | <b>170</b> |
| 2.1 DIRECCIÓN FACULTATIVA .....                               | 170        |
| 2.2 EMPRESA INSTALADORA O CONTRATISTA .....                   | 170        |
| <b>3 CONDICIONES DE ÍNDOLE ADMINISTRATIVO .....</b>           | <b>171</b> |
| 3.1 ANTES DEL INICIO DE LAS OBRAS .....                       | 171        |
| 3.2 PROYECTO DE LA INSTALACIÓN .....                          | 171        |
| 3.3 DOCUMENTACIÓN FINAL .....                                 | 172        |
| <b>4 CONSIDERACIONES GENERALES.....</b>                       | <b>173</b> |
| 4.1 INSPECCIÓN .....  | 173        |
| 4.2 CONSIDERACIONES PREVIAS .....                             | 173        |
| 4.3 UBICACIÓN .....   | 174        |
| 4.4 ACCESOS .....   | 175        |
| 4.5 ORDEN DE LOS TRABAJOS .....                               | 176        |
| 4.6 REPLANTEO .....   | 176        |
| 4.7 MARCHA DE LA OBRAS .....                                  | 176        |
| <b>5 CONDICIONES DE EJECUCIÓN Y MONTAJE .....</b>             | <b>177</b> |
| 5.1 RECEPCIÓN Y ACOPIO .....                                  | 177        |
| 5.2 OBRA CIVIL .....  | 177        |
| 5.2.1 Puertas y Tapas de Acceso.....                          | 178        |
| 5.2.2 Ventilación .....                                       | 179        |
| 5.2.3 Dimensiones.....  | 179        |
| 5.2.4 Galvanizado .....                                       | 179        |
| 5.2.5 Depósito de Recogida de líquido dieléctrico .....       | 179        |
| 5.2.6 Instalación de Tubos de Entrada de Líneas AT y BT ..... | 179        |
| 5.3 OBRA ELÉCTRICA .....                                      | 180        |
| 5.3.1 Celdas de Maniobra y Protección.....                    | 180        |
| 5.3.2 Interconexión Línea de Alta Tensión - Trafo.....        | 180        |
| 5.3.3 Transformador de Potencia .....                         | 181        |
| 5.3.4 Interconexión Trafo – Cuadro Baja tensión.....          | 181        |
| 5.3.5 Cuadro de Baja Tensión.....                             | 182        |
| 5.3.6 Protección contra sobrecargas.....                      | 183        |
| 5.4 INSTALACIONES SECUNDARIAS .....                           | 183        |
| 5.4.1 Pasillos .....  | 183        |
| 5.4.2 Telegestión.....  | 183        |
| 5.4.3 Telemando y Control.....                                | 184        |
| 5.4.4 Alumbrado General.....                                  | 184        |
| 5.4.5 Alumbrado de Emergencia .....                           | 184        |
| 5.4.6 Señalizaciones y Material de Seguridad.....             | 185        |
| 5.5 SISTEMAS DE PUESTAS A TIERRA .....                        | 185        |
| 5.5.1 Puesta a Tierra de Protección (Herrajes) .....          | 186        |
| 5.5.2 Puesta a Tierra de Servicio (Neutro).....               | 187        |
| 5.5.3 Líneas de Tierras.....                                  | 187        |
| 5.5.4 Electrodo de Puesta a Tierra .....                      | 188        |
| 5.5.5 Condiciones de instalación de los electrodos .....      | 188        |
| 5.5.6 Ejecución de la Puesta a Tierra .....                   | 189        |

PLIEGO DE CONDICIONES

|       |  |     |
|-------|--|-----|
| 5.5.7 | Medidas Adicionales de Seguridad para las Tensiones de Paso y Contacto ..... | 189 |
|-------|--|-----|

|          |   |            |
|----------|---|------------|
| <b>6</b> | <b>RECONOCIMIENTOS, PRUEBAS Y ENSAYOS .....</b> | <b>190</b> |
|----------|---|------------|

|     |   |     |
|-----|---|-----|
| 6.1 | RECONOCIMIENTO DE LA OBRAS .....                              | 190 |
| 6.2 | PRUEBAS Y ENSAYOS .....                                       | 191 |
| 6.3 | PRUEBA DE OPERACIÓN MECÁNICA .....                            | 191 |
| 6.4 | VERIFICACIÓN DE CABLEADO .....                                | 192 |
| 6.5 | ENSAYO A FRECUENCIA INDUSTRIAL .....                          | 192 |
| 6.6 | ENSAYO DE LA RED DE AT .....                                  | 192 |
| 6.7 | ENSAYO DIELECTRICO DE CIRCUITOS AUXILIARES Y DE CONTROL ..... | 192 |

|          |  |            |
|----------|--|------------|
| <b>7</b> | <b>CONDICIONES DE SEGURIDAD EN LA PUESTA EN SERVICIO .....</b> | <b>192</b> |
|----------|--|------------|

## **1 Objetivo y Ámbito de Aplicación**

Este Pliego tiene por objeto establecer los criterios que han de cumplirse en la ejecución de Centros de Transformación y/o Seccionamiento (CT/CS) en Interior de Casetas Prefabricadas, así como los requisitos de los materiales constructivos cuando estos centros vayan a pasar a formar parte de la red de distribución de LA EMPRESA, en condiciones normales de instalación, de tensión nominal inferior a 36 kV y potencia instalada igual o inferior a 2x1000 kVA.

Será de obligado cumplimiento en todas las nuevas instalaciones, ampliaciones y modificaciones de instalaciones existentes, tanto para las obras promovidas por la distribuidora, como para aquellas realizadas en colaboración con Organismos Oficiales, o por personas físicas o jurídicas, y que vayan a ser cedidas a LA EMPRESA.

Las condiciones técnicas y operaciones a realizar que se indican en cada apartado no tienen carácter limitativo. La empresa que ejecute el trabajo recogerá en su procedimiento, además de las aquí indicadas, todas las necesarias para la ejecución correcta del trabajo.

Este Pliego de Condiciones Técnicas Particulares forma parte de la documentación del Proyecto Tipo de referencia y determina las condiciones mínimas aceptables para la ejecución de las obras.

Las dudas que se planteasen en su aplicación o interpretación serán dilucidadas por la Dirección Facultativa y siempre previa aceptación expresa de LA EMPRESA. Por el mero hecho de intervenir en la obra, se presupone que la empresa instaladora y las subcontratistas conocen y admiten el presente Pliego de Condiciones.

Este Pliego de Condiciones Técnicas Particulares se refiere al suministro, instalación, pruebas, ensayos, mantenimiento, características y calidades de los materiales necesarios en la construcción de Centros de Transformación y/o Seccionamiento en Casetas Prefabricadas, con el fin de garantizar la seguridad de las personas, el bienestar social y la protección del medio ambiente, siendo necesario que dichas instalaciones eléctricas se proyecten, construyan, mantengan y conserven de tal forma que se satisfagan los fines básicos de la funcionalidad, es decir de la utilización o adecuación al uso, y de la seguridad, concepto que incluye la seguridad estructural y la seguridad de utilización, de tal forma que el uso normal de la instalación no suponga ningún riesgo de accidente para las personas y cumpla la finalidad para la cual es diseñada y construida.

A tal efecto, todos los materiales deberán de disponer de una marca de calidad o certificación de conformidad, por parte del fabricante, que garantice la producción de los mismos bajo la normativa aplicable.

## **2 Condiciones de Índole Facultativo**

### **2.1 Dirección Facultativa**

La Dirección Facultativa es la máxima autoridad en la obra o instalación. Con independencia de las responsabilidades y obligaciones que le asisten legalmente, será el único con capacidad legal para adoptar o introducir las modificaciones de diseño, constructivas o de cambio de materiales que considere justificadas y sean necesarias en virtud del desarrollo de la obra.

En el caso de que la dirección de obra sea compartida por varios técnicos competentes, se estará a lo dispuesto en la normativa vigente.

La Dirección Facultativa velará porque los productos, sistemas y equipos que formen parte de la instalación dispongan de la documentación que acredite las características de los mismos, así como de los certificados de conformidad con las normas UNE, EN, CEI u otras que le sean exigibles por normativa o por prescripción del proyectista, así como las garantías que ostente.

### **2.2 Empresa Instaladora o Contratista**

La empresa instaladora o Contratista es la persona física o jurídica legalmente establecida e inscrita en el Registro Industrial correspondiente del órgano competente en materia de energía, que usando sus medios y organización y bajo la dirección técnica de un profesional realiza las actividades industriales relacionadas con la ejecución, montaje, reforma, ampliación, revisión, reparación, mantenimiento y desmantelamiento de las instalaciones eléctricas que se le encomiende.

La empresa instaladora contará con la debida solvencia reconocida por la Dirección Facultativa.

El Contratista se obliga a mantener contacto con LA EMPRESA o a través del Director de Obra, para aplicar las normas que le afecten y evitar criterios dispares.

El Contratista estará obligado al cumplimiento de lo dispuesto en la reglamentación de Seguridad y Salud en el Trabajo y cuantas disposiciones legales de carácter social estén en vigor y le afecten.

El Contratista deberá adoptar las máximas medidas de seguridad en el acopio de materiales y en la ejecución, conservación y reparación de las obras, para proteger a los obreros, público, vehículos, animales y propiedades ajenas de daños y perjuicios.

El Contratista deberá obtener todos los permisos, licencias y dictámenes necesarios para la ejecución de las obras y puesta en servicio, debiendo abonar los cargos, tasas e impuestos derivados de ellos.

Asimismo, el Contratista deberá incluir en la contrata la utilización de los medios y la construcción de las obras auxiliares que sean necesarias para la buena ejecución de las obras principales y garantizar la seguridad de las mismas

El Contratista cuidará de la perfecta conservación y reparación de las obras, subsanando cuantos daños o desperfectos aparezcan en las obras, procediendo al arreglo, reparación o reposición de cualquier elemento de la obra.

### **3 Condiciones de Índole Administrativo**

#### **3.1 Antes del Inicio de las Obras**

Antes de comenzar la ejecución de esta instalación, la Propiedad o titular deberá designar a un técnico titulado competente como responsable de la Dirección Facultativa de la obra, quién, una vez finalizada la misma y realizadas las pruebas y verificaciones preceptivas, emitirá el correspondiente Certificado de Dirección y Finalización de Obra.

#### **3.2 Proyecto de la Instalación**

El proyecto constará de los documentos y contenidos preceptivamente establecidos en las normativas específicas que le son de aplicación, y como mínimo contemplará la documentación descriptiva que se recoge en el correspondiente apartado del Proyecto Tipo considerada necesaria para la ejecución de una instalación con la calidad, funcionalidad y seguridad requerida.

El desarrollo de los apartados que componen el Proyecto Tipo presupone dar contenido al Proyecto Simplificado hasta el nivel de detalle que considere el proyectista, sin perjuicio de las omisiones, fallos o incumplimientos que pudieran existir en dicho documento y que en cualquier caso son responsabilidad del autor del mismo.

El Proyecto deberá ser elaborado y entregado a LA EMPRESA antes del comienzo de las obras.

### 3.3 Documentación Final

Concluidas las obras necesarias de la instalación eléctrica, ésta deberá quedar perfectamente documentada y a disposición de LA EMPRESA, incluyendo sus características técnicas, el nivel de calidad alcanzado, así como las instrucciones de uso y mantenimiento adecuadas a la misma, la cual contendrá como mínimo con lo siguiente:

- a) Documentación administrativa y jurídica: datos de identificación de los profesionales y empresas intervinientes en la obra, acta de recepción de obra o documento equivalente, autorizaciones administrativas y cuantos otros documentos se determinen en la legislación.
- b) Documentación técnica: el documento técnico de diseño correspondiente, los certificados técnicos y de instalación, así como otra información técnica sobre la instalación, equipos y materiales instalados. Se deberá incluir, además, tanto el esquema unifilar, como la documentación gráfica necesaria.
- c) Certificado de Dirección de Obra: Es el documento emitido por el Técnico Facultativo competente, en el que certifica que ha dirigido eficazmente los trabajos de la instalación proyectada, asistiendo con la frecuencia que su deber de vigilancia del desarrollo de los trabajos ha estimado necesario, comprobando finalmente que la obra está completamente terminada y que se ha realizado de acuerdo con las especificaciones contenidas en el proyecto de ejecución presentado, con las modificaciones de escasa importancia que se indiquen, cumpliendo, así mismo, con la legislación vigente relativa a los Reglamentos de Seguridad que le sean de aplicación.
- d) Certificado de Instalación: Es el documento emitido por la empresa instaladora autorizada y firmado por el profesional habilitado adscrito a la misma que ha ejecutado la correspondiente instalación eléctrica, en el que se certifica que la misma está terminada y ha sido realizada de conformidad con la reglamentación vigente y con el documento técnico de diseño correspondiente, habiendo sido verificada satisfactoriamente en los términos que establece dicha normativa específica, y utilizando materiales y equipos que son conformes a las normas y especificaciones técnicas declaradas de obligado cumplimiento.
- e) En función de la singularidad de la caseta, distancia a zonas habitadas y residenciales, etc.; se podrá exigir la aportación para su recepción definitiva por LA EMPRESA de la siguiente documentación:
  - Informe emitido por técnico competente que garantice que la caseta cumple con la normativa aplicable en materia de protección contra incendios.



- Informe de medición y certificado de cumplimiento emitidos por técnico competente que garantice que la caseta cumple con la normativa aplicable en materia de aislamiento acústico, ruidos y vibraciones.
- Informe de medición de campos electromagnéticos emitidos por la instalación.

## **4 Consideraciones Generales**

Se prohíbe toda variación sobre el contenido del proyecto y sobre las prescripciones de este documento, salvo que la Dirección Facultativa lo autorice expresamente por escrito, y cuente con la aprobación previa y expresa de LA EMPRESA.

La construcción de Centros de transformación en caseta prefabricada requiere el conocimiento de toda la normativa vigente de aplicación, así como de las Normas y Especificaciones de LA EMPRESA referidas a materiales, Proyectos Tipo, y otros documentos normativos de criterios de ejecución, tales como UNE-EN, UNE, etc.

### **4.1 Inspección**

En el proceso de ejecución de todas aquellas obras que pretendan ser cedidas a LA EMPRESA, el promotor estará obligado a comunicar el inicio de los trabajos a fin de que LA EMPRESA pueda realizar las labores de inspección precisas.

### **4.2 Consideraciones Previas**

Las instalaciones serán ejecutadas por empresas instaladoras legalmente constituidas, para el ejercicio de esta actividad, y deberán realizarse conforme a lo que establece el presente Pliego de Condiciones Técnicas y a la reglamentación vigente, cumpliéndose además todas las disposiciones legales que sean de aplicación en materia de seguridad y salud en el trabajo.

Como regla general, todas las obras se ejecutarán con materiales de calidad reconocida, de acuerdo con los planos del proyecto, y cualquier modificación sólo podrá realizarse previa autorización por escrito de la Dirección Facultativa.

La Dirección Facultativa rechazará todas aquellas partes de la instalación que no cumplan los requisitos reglamentarios, obligándose la empresa instaladora o Contratista a sustituirlas.

Antes de la instalación, el Contratista presentará a la Dirección Facultativa y Gestor de obra de LA EMPRESA los catálogos, muestras, etc., que se precisen para la recepción de los distintos materiales.

A estos efectos, el Gestor de obra, será la persona designada por LA EMPRESA que realizará labores de interlocución con la Dirección Facultativa, asesorando en la supervisión y coordinación de los trabajos en los que intervengan tanto el personal propio como de las contratas participantes, para asegurar el cumplimiento de la normativa aplicable, pudiendo actuar en su caso por delegación de la Dirección Facultativa.

No se podrán emplear materiales sin que previamente hayan sido aceptados por la Dirección Facultativa.

Se realizarán cuantos análisis y pruebas se ordenen por la Dirección Facultativa, aunque no estén indicadas en este Pliego.

Este control previo no constituye recepción definitiva, pudiendo ser rechazados por la Dirección Facultativa aún después de colocado, si no cumpliese con las condiciones exigidas en este Proyecto Tipo, debiendo ser reemplazados por el Contratista por otros que cumplan con las calidades exigidas.

Se comprobará que todos los elementos y componentes de la instalación coinciden con su desarrollo en el proyecto, y en caso contrario se redefinirán en presencia de la Dirección Facultativa y Gestor de obra de LA EMPRESA. Una vez iniciadas las obras deberán continuarse sin interrupción y en plazo estipulado.

#### **4.3 Ubicación**

La ubicación del CT/CS será fijada por LA EMPRESA teniendo en cuenta las consideraciones de orden eléctrico, seguridad y mantenimiento de las instalaciones, y de garantía de servicio. A continuación, se desarrollan los aspectos básicos de su ubicación y accesos:

- Caseta tipo superficie prefabricada de maniobra interior se instalará a nivel de planta de calle.

- Caseta tipo superficie prefabricada de maniobra exterior se instalará a nivel definido por el fabricante o en su defecto por el proyectista.
- Caseta tipo subterráneo prefabricada de maniobra interior se instalará a cota final del terreno terminado.
- El emplazamiento será tal que su acceso se realice directamente desde la calle o vial público a través de la puerta o tapa directamente accesible.
- El emplazamiento deberá permitir el tendido de todas las canalizaciones subterráneas previstas, que entren o salgan de él, hacia vías públicas o galerías de servicio.
- El nivel freático más alto se encontrará 0,3 metros por debajo del nivel inferior de la solera más profunda de la caseta.

#### **4.4 Accesos**

El acceso se realizará directamente desde la calle o vial público, de modo que en todo momento permita la libre y permanente entrada de personal y material, sin depender en ninguna circunstancia de terceros.

Excepcionalmente, el acceso podría realizarse desde una vía de uso restringido, debiendo ser accesible en todo momento y en cualquier circunstancia, al personal y equipos designados por LA EMPRESA, con la correspondiente servidumbre de paso para el transporte de los elementos que integran la caseta. Quedará a juicio de LA EMPRESA la valoración del cumplimiento o no de todos los requisitos asociados al acceso del CT/CS.

El acceso al interior de la caseta será exclusivo para el personal de LA EMPRESA, o personal expresamente designado y autorizado por LA EMPRESA (empresas colaboradoras de mantenimiento, montajes, revisión, etc.). Este acceso estará situado en una zona que, con el CT/CS abierto, deje paso libre permanente a bomberos, servicios de emergencia, salidas de urgencia o socorro, etc.

Las vías para los accesos de materiales deberán permitir el transporte en camión, hasta el lugar de ubicación del propio CT/CS, de los transformadores y demás elementos integrantes del mismo. Para permitir un desplazamiento y manejo fáciles de los materiales, los accesos por vía de uso restringido dispondrán de la correspondiente señalización de prohibición de aparcar.

Los suelos de las zonas por donde deba desplazarse el transformador para ir a su emplazamiento definitivo deberán soportar una carga rodante de 3.500 kg/m<sup>2</sup>.

Los huecos destinados a ventilaciones y accesos cumplirán las distancias reglamentarias y condiciones de seguridad indicadas en la ITC-RAT 14 y en el Código Técnico de la Edificación, cuando este sea aplicable.

#### **4.5 Orden de los Trabajos**

La Dirección Facultativa en coordinación con el Gestor de obra de LA EMPRESA fijará el orden que deben llevar los trabajos y el Contratista estará obligado a cumplir exactamente cuánto se disponga sobre el particular.

#### **4.6 Replanteo**

Para estos trabajos, la Dirección facultativa deberá actuar en coordinación con el Gestor de obra de LA EMPRESA.

El replanteo de la obra será llevado a cabo por parte la Dirección Facultativa con el contratista, y será el encargado de la vigilancia y dar cumplimiento a lo estipulado.

Antes de comenzar los trabajos, la Empresa Instaladora en presencia de la Dirección Facultativa, marcará en el terreno la zona donde se ubicará el CT/CS así como la excavación a realizar. Se procederá a la identificación de los servicios que puedan resultar afectados o que puedan condicionar y limitar la ejecución de la instalación de acuerdo con el proyecto, siendo responsable el Contratista de los accidentes o desperfectos que se pudieran derivar del incumplimiento de lo señalado. Se estudiará la señalización de acuerdo con las normas municipales y se determinarán las protecciones que se precisen.

#### **4.7 Marcha de la Obras**

Una vez iniciadas las obras deberán continuarse sin interrupción y en plazo estipulado.

## **5 Condiciones de Ejecución y Montaje**

### **5.1 Recepción y Acopio**

Se deberá realizar el transporte, carga y descarga de los materiales sin que éstos sufran daño alguno ni en su estructura ni en su aparamenta; para ello deberán usarse los medios de fijación previstos por el fabricante para su traslado y ubicación.

Las operaciones de acopio y transporte (incluida la carga y descarga) se efectuarán de modo que los materiales dispongan en todo momento de los embalajes de protección para evitar golpes que puedan alterar su integridad.

El material se descargará en el lugar más adecuado para facilitar los trabajos y no se efectuará en terrenos inadecuados que puedan deteriorar el material. Todo material quedará debidamente señalizado y delimitado.

El acopio de materiales se hará de forma que éstos no sufran alteración durante su depósito en la obra, debiendo retirar y reemplazar todos los que hubieran sufrido alguna descomposición o defecto durante su estancia, manipulación o colocación en la obra.

Será obligación del Contratista la ejecución de los trabajos necesarios para la correcta recepción del material.

### **5.2 Obra Civil**

Los trabajos de obra civil para el asentamiento de la caseta prefabricado estarán realizados con los materiales adecuados y de acuerdo con el proyecto, esquemas o planos, así como con las indicaciones del fabricante de la caseta.

Se realizará una acera perimetral en todo el perímetro de la caseta prefabricada, con una anchura mínima de un metro y un espesor de 10cm. El acabado superficial de esta acera será hormigón, baldosa o el consensuado con la Dirección Facultativa. En casos excepcionales las dimensiones de esta acera podrán ser modificadas bajo aprobación de la Dirección Facultativa.

Los acabados exteriores podrán ser aportados por el fabricante de la caseta prefabricada, o bien aplicados directamente en obra, debiendo ser variables en función del tipo de Caseta elegida y del fabricante de la misma y en cualquier caso acordes a las exigencias

y condicionados por los organismos públicos afectados. Las piezas metálicas expuestas al exterior estarán tratadas adecuadamente contra la corrosión.

### **5.2.1 Puertas y Tapas de Acceso**

El acceso al centro de transformación será desde la calle o vial público, de manera que sea posible la entrada de personal, vehículos y material en todo momento. En todo caso será de acuerdo con proyecto entregado al promotor.

Las puertas de acceso al CT/CS de tipo superficie se situarán preferentemente en una única fachada, se abrirán hacia el exterior y deberán poder abatirse sobre el paramento de la Caseta. Serán metálicas y estarán tratadas contra la corrosión y pintadas. Sus salientes se reducirán al mínimo, para lo que deberán poder abatirse 180°, estando provistas de dispositivos que impidan el cierre intempestivo.

Las tapas de acceso al CT/CS de tipo subterráneo se situarán en la cubierta con un hueco útil de 1.200x500 mm para el acceso del personal. Contarán con un sistema de apertura / cierre asistido mediante elementos amortiguadores y dispositivos que impidan el cierre intempestivo. Al abrir la tapa se desplegará una defensa perimetral de seguridad, de 0,90 m de altura, permitiendo el balizamiento del hueco y la delimitación y señalización de la zona de acceso. Al abrirla proporcionará una protección de seguridad en acceso practicado, y al mismo tiempo, protegerá del agua de lluvia vertical en la zona de maniobras. La tapa descenderá por gravedad, estando equilibrada en su movimiento. En su posición de cierre estará bloqueada por dos tornillos. La tapa llevará incorporada una placa de riesgo eléctrico. La maniobra de apertura y cierre de la tapa deberá poder efectuarla un solo operario. Asimismo, contará con una escalera reglamentaria para el acceso, la cual sobresaldrá al menos un metro de la cota de la cubierta una vez la tapa se encuentre abierta. La escalera será de peldaños con un ángulo de bajada máxima de 68° y carga admisible de 150 Kg.

Se comprobará el buen funcionamiento de la puerta de acceso al CT/CS, tanto para personal como para materiales, o de la tapa de acceso para personal en CT tipo subterráneo. Se verificará el correcto sellado de la tapa de acceso al transformador en CT tipo subterráneo.

La caseta contará con los dispositivos necesarios para permanecer habitualmente cerrado, con el fin de asegurar la inaccesibilidad de personas ajenas al servicio. El sistema de cierre se efectuará mediante cerraduras normalizadas por LA EMPRESA.

El fabricante de la caseta dispondrá de los certificados correspondientes de cumplimiento de la normativa aplicable en cuanto a sistemas de acceso, materiales constructivos, grados de protección y dimensiones de los mismos.

### 5.2.2 Ventilación

La superficie y colocación de las rejillas de ventilación se corresponderán con lo indicado en el plano del proyecto. Las rejillas darán siempre al exterior de la caseta y no podrá haber ningún obstáculo que impida la entrada y salida del aire. Las rejillas no permitirán la entrada de objetos desde el exterior.

Las rejillas estarán construidas por un marco y un sistema de lamas o angulares, con disposición laberíntica, con objeto de cumplir el grado de protección establecido en la norma UNE-EN 62271-202. Podrán ir instaladas en las paredes de la caseta o formando parte de las puertas de acceso.

### 5.2.3 Dimensiones

Se verificarán las dimensiones generales del CT, que deberán ser las indicadas en el proyecto. En ningún caso se reducirán las distancias mínimas reglamentarias.

### 5.2.4 Galvanizado

Se comprobará que el galvanizado es el correcto y que no presentan desconchones.

### 5.2.5 Depósito de Recogida de líquido dieléctrico

La capacidad del depósito de recogida de fluido dieléctrico debe ser la indicada en los planos.

El depósito de recogida de líquido dieléctrico que se encuentre bajo el transformador directamente estará dotado de rejilla/bandeja cortafuegos, incluyendo lecho de guijarros de aproximadamente 5 cm de diámetro.

### 5.2.6 Instalación de Tubos de Entrada de Líneas AT y BT

Se comprobará el número y diámetro de los tubos de entrada al CT/CS, y que sus cantos estén redondeados en ambos extremos.

El sellado de los tubos se efectuará siempre por la vía pública, mediante mortero ignífugo o sistema equivalente en los tubos vacíos, y, en los que están ocupados por una línea se rellenará con mortero ignífugo o sistema equivalente previa separación de los cables entre sí a fin de poder introducirlo entre ellos. En aquellos casos que se prevean problemas de filtraciones se utilizará un sistema de sellado de tipo mecánico por presión que asegure estanqueidad.

### 5.3 Obra Eléctrica

#### 5.3.1 Celdas de Maniobra y Protección

Las celdas de media tensión a utilizar tomarán como referencia informativa las prescripciones establecidas en la Norma NT-CGMT.01 de LA EMPRESA.

La instalación se realizará de acuerdo con los detalles especificados en los planos. Se comprobará de forma especial la nivelación de las celdas con el fin de poder realizar correctamente la apertura y cierre de los elementos que componen la celda.

Asimismo, se verificará toda la secuencia de maniobras y enclavamientos propios de cada celda.

Se comprobará la presión SF<sub>6</sub> o gas alternativo equivalente en celdas con manómetro al objeto de verificar el correcto funcionamiento de las celdas.

Cuando se hayan instalado, se comprobarán y verificarán los dispositivos para la medición de descargas parciales en los cables.

En caso las celdas telemandadas, se comprobarán y verificarán los elementos de medida de tensión (sensores capacitivos en pasatapas) e intensidad (transformadores de medida indirecta o integrados en la propia aparamenta).

Se comprobará y verificará la función de protección parametrizable para la zona comprendida entre la intensidad nominal del primario del transformador y la intensidad mínima de corte (I<sub>3</sub>) del fusible limitador de corriente asociado al transformador, en el caso de celdas de protección con fusibles.

Se verificará la correcta instalación y conexionado de los transformadores de intensidad y su sistema de tierras en la celda de protección para consumidor.

Se verificará la correcta identificación y marcado de cada una de las celdas de AT.

#### 5.3.2 Interconexión Línea de Alta Tensión - Trafo

La conexión eléctrica entre la línea de Alta Tensión y el transformador se realizará con cable unipolar seco de 95 mm<sup>2</sup> de sección del tipo HEPRZ1, empleándose la tensión



asignada del cable 12/20 kV para tensiones de hasta 24 kV, y 18/30 kV para tensiones de hasta 36 kV.

Los cables a utilizar tomarán como referencia informativa las Normas NT-CAMT.01 y NT-CAMT.02 de LA EMPRESA

Estos cables dispondrán en sus extremos de conectadores enchufables que tomarán como referencia informativa la Norma de LA EMPRESA NT-ACMT.01, acorde con las características de las celdas y el tipo de pasatapas del transformador.

Su instalación y conexión se efectuará de acuerdo con las indicaciones reflejadas en el proyecto y bajo las indicaciones de la Dirección Facultativa.

### **5.3.3 Transformador de Potencia**

Las operaciones de carga, descarga y entrada a la caseta del CT deberán efectuarse con el cuidado requerido para que no resulten dañados sus elementos más frágiles (pasatapas, mirilla de líquido dieléctrico, termómetro, etc.).

El transformador de potencia será instalado sobre el soporte correspondiente. Con el fin de reducir y eliminar la transmisión de las vibraciones de los transformadores de distribución a la estructura de la caseta, se instalará en cada punto de apoyo un amortiguador de baja frecuencia, hasta 5 Hz, especialmente diseñado para la suspensión de transformadores (tacos de elastómeros o similar). Los amortiguadores a instalar serán los adecuados en función de la carga estática a soportar, que será función del peso del transformador a instalar. 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 de la caseta.

Los transformadores serán trifásicos de clase B2, con el núcleo y arrollamientos sumergidos en líquido dieléctrico aislante, previsto para instalación interior o exterior indistintamente, 50 Hz, servicio continuo, refrigeración natural (ONAN según norma UNE-EN 60076-1), tomándose como referencia informativa la Norma NT-TRMT.01 de LA EMPRESA.

Los transformadores de interior de todas las potencias dispondrán de pasatapas enchufables como criterio general.

### **5.3.4 Interconexión Trafo – Cuadro Baja tensión**

Las características de los circuitos de interconexión en función de la potencia del transformador serán las siguientes:

| Potencia<br>transformador<br>kVA | Número y sección de los conductores<br>Unipolares |                          |
|----------------------------------|---|--------------------------|
|                                  | Por Fase  | Neutro                   |
| Hasta 250                        | 1x240 mm <sup>2</sup> Al                          | 1x240 mm <sup>2</sup> Al |
| 400                              | 2x240 mm <sup>2</sup> Al                          | 1x240 mm <sup>2</sup> Al |
| 630                              | 3x240 mm <sup>2</sup> Al                          | 2x240 mm <sup>2</sup> Al |
| 1000                             | 4x240 mm <sup>2</sup> Cu                          | 2x240 mm <sup>2</sup> Cu |

Los cables a utilizar tomarán como referencia informativa la Norma NT-CABT.01 de LA EMPRESA.

La tornillería será de acero galvanizado o inoxidable.

### 5.3.5 Cuadro de Baja Tensión

Con el objetivo de mejorar la calidad de suministro, así como los índices de calidad de la red, se determina que el cuadro de baja tensión a instalar conste de un modelo básico de ocho salidas por cada transformador. De esta manera se permitirá el anillado de las redes de baja tensión entre diferentes centros, disminuyendo así el tiempo de reposición del servicio ante interrupciones imprevistas o trabajos de mantenimiento.

Debido a sus reducidas dimensiones, en el caso de los centros de transformación de tipo Rural Bajo poste, los cuadros contarán únicamente con tres salidas.

Se ubicará en la parte indicada en el proyecto y quedará correctamente fijado y nivelado.

Se verificará la presencia de placa de protección aislante en el embarrado de baja tensión del cuadro, y capuchones aislantes en las pletinas de conexión de los puentes de BT.

Se revisarán los trafos de intensidad del cuadro de BT, comprobando que están preparados para el sistema de telegestión y analizador de redes del propio cuadro.

Se comprobará la correcta identificación y marcado de cada una de las salidas de BT del cuadro.

Dichos cuadros tomarán como referencia informativa la Norma NT-ERTU.01 de LA EMPRESA, según UNE-EN 61439-1 y UNE-EN 61439-5.

PLIEGO DE CONDICIONES

### 5.3.6 Protección contra sobrecargas

Será ajustada según las indicaciones del Gestor de LA EMPRESA, y se efectuará mediante los siguientes dispositivos, que producirán la desconexión del interruptor de AT:

- Termómetro provisto de indicador de máxima temperatura y contacto de disparo, que detecte la temperatura del medio refrigerante y, al alcanzar el valor de regulación, active la bobina de disparo colocada en la celda de protección de transformador, provocando la desconexión del transformador. El termómetro estará provisto de señal de disparo y señal de alarma por temperatura. El termómetro estará regulado para disparar a 95 °C, de forma que el punto más caliente del bobinado no supere los 115 °C.
- Relé de sobreintensidad del primario del transformador que al mismo tiempo que efectúa la función de protección parametrizable para la zona I3, también dé la orden de desconexión cuando ésta supere en un 20 % la nominal del transformador.

## 5.4 Instalaciones Secundarias

### 5.4.1 Pasillos

La anchura de los pasillos de servicio será tal que permita la fácil maniobra de las instalaciones, así como el libre movimiento por los mismos de las personas y el transporte de los aparatos en las operaciones de montaje o revisión de los mismos. Cumplirán con lo expuesto en ITC-RAT 14.

### 5.4.2 Telegestión

Los contadores y concentradores, que serán conectados a los cuadros de baja tensión del Centro de Transformación estarán alojados en envoltorio formada por un módulo de poliéster, en cuyo interior sobre una placa de fijación irán montados y cableados de fábrica los elementos del cuadro, los equipos contador, concentrador, modem, antena, etc. Podrán ser montados en fábrica o in situ y tomarán como referencia informativa las Normas NT-CCBT.01 y NT-CBTI.01 de LA EMPRESA.

En su caso, se comprobará la existencia en la caseta del espacio de reserva necesario para el montaje de los elementos de Telegestión necesarios.

### **5.4.3 Telemando y Control**

Las celdas de línea y de cierre de barras serán todas motorizables en campo para instalaciones no telemandadas. Del mismo modo dispondrán de estos sistemas las celdas de protección en caso de Centros de Seccionamiento. Posteriormente en función de la necesidad, se podrán motorizar para telemandar.

Las instalaciones de telemando y control tomarán como referencia informativa la Norma NT-ERTU.01 de LA EMPRESA.

En su caso, se comprobará la existencia en la caseta del espacio de reserva necesario para el montaje de los elementos de telemando y control necesarios.

### **5.4.4 Alumbrado General**

El circuito de alumbrado y la situación de los puntos de luz se realizarán siguiendo el trazado y la ubicación marcados en el plano correspondiente y deberán responder a los detalles constructivos para cada tipo de CT/CS.

Para el alumbrado interior del CT se instalarán los puntos de luz necesarios para conseguir, al menos, un nivel mínimo de iluminación de 150 lux, en cualquier caso, el número mínimo de luminarias será de 2 y 3 para el caso de 1 ó 2 transformadores, respectivamente, estas luminarias serán estancas y estarán equipadas con pantalla formada por tubos LED de 18,4W.

Los puntos de luz se situarán de manera que pueda efectuarse la sustitución de los tubos de iluminación sin peligro de contacto con otros elementos en tensión.

El accionamiento del alumbrado general se realizará con interruptores que estarán situados en la proximidad de las puertas de acceso

Los servicios de alumbrado general del CT se alimentarán mediante una salida asignada para tal fin en el cuadro de SSAA.

### **5.4.5 Alumbrado de Emergencia**

Independientemente del alumbrado general, existirá un alumbrado de emergencia con alimentación autónoma, estanco, de tecnología LED, el cual entrará en funcionamiento automáticamente ante una falta de servicio. Se alimentará mediante una salida asignada para tal fin en el cuadro de SSAA.

El alumbrado de emergencia deberá tener un flujo luminoso tal que en los pasillos del CT se garantice un nivel de iluminación no inferior a 5 lux, con una autonomía mínima de una hora.

#### **5.4.6 Señalizaciones y Material de Seguridad**

Se comprobará la disposición de cada uno de los siguientes elementos:

- a) La puerta o tapa de acceso estará provista de los elementos de identificación del Centro (Nº de CT/CS y alias de acuerdo con la norma correspondiente de LA EMPRESA).
- b) Las puertas o tapas de acceso al CT/CS llevarán el cartel con la correspondiente señal triangular distintiva de riesgo eléctrico, según las dimensiones y colores que especifica la Recomendación AMYS 1.4.10, modelo AE-10.
- c) En un lugar bien visible del interior se situará un cartel con las instrucciones de primeros auxilios a prestar en caso de accidente. Su tamaño será como mínimo UNE A-3.
- d) La instalación para el servicio propio del CT/CS dispondrá de un interruptor diferencial de alta sensibilidad de acuerdo con la serie de Normas UNE-EN 61008 o UNE-EN 61009.
- e) En un lugar bien visible del interior se situará un cartel con las 5 reglas de oro de la seguridad.
- f) En un lugar bien visible del interior se situará el esquema unifilar.
- g) En un lugar bien visible próximo a la puerta de acceso se dispondrá de la cartelería relativa a la identificación de riesgos del CT/CS.
- h) Se dispondrá en el interior del CT/CS de una banqueta aislante para las operaciones de maniobra.

#### **5.5 Sistemas de Puestas a Tierra**

El CT/CS estará provisto de instalaciones de puesta a tierra independientes, con objeto de limitar las tensiones de defecto a tierra que puedan producirse en la propia instalación. Esta puesta a tierra, complementada con los dispositivos de interrupción de corriente, deberá asegurar la descarga a tierra de la intensidad homopolar de defecto, contribuyendo a la eliminación del riesgo eléctrico debido a la aparición de tensiones peligrosas en el caso de contacto con las masas puestas en tensión.

Se realizará el estudio del sistema óptimo de puesta a tierra con objeto de que en ningún punto normalmente accesible de la instalación eléctrica donde las personas puedan circular o permanecer, exista el riesgo de estar sometidas a una tensión peligrosa durante cualquier defecto en la instalación eléctrica o en la red unida a ella.

El sistema de puesta a tierra adoptado cumplirá las prescripciones recogidas en la Reglamentación Vigente ITC-RAT 13.

### **5.5.1 Puesta a Tierra de Protección (Herrajes)**

Tiene por finalidad limitar la tensión a tierra de aquellas partes de la instalación eléctrica, normalmente sin tensión, pero que pueden, eventualmente, ser puestas en tensión a causa de un defecto.

Comprende las puestas a tierra de:

- Mallazo equipotencial existente del CT.
- Masas de alta tensión.
- Masas de baja tensión.
- Pantallas metálicas de los cables de alta tensión.
- Armaduras metálicas interiores de la edificación y tapas de las canaletas.
- Cuba metálica y carriles de los transformadores de distribución.
- Bandejas metálicas de cables.
- Pararrayos de alta tensión (si existiesen).
- Bornes de tierra y neutro del secundario de los transformadores de aislamiento BT/BT (con aislamiento 10 kV) de separación de circuitos.
- Etc.

No se unirán, por contra, las rejillas y puertas metálicas del centro, si son accesibles desde el exterior.

La línea de tierra recorrerá todo el perímetro interior del CT y estará formada por un cable de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup> de sección que irá sujeto a las paredes mediante bridas de sujeción y conexión, conectando el anillo al final en una caja de seccionamiento. Esta red de tierras se unirá mediante conductor de cable unipolar de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup> de sección al electrodo de puesta a tierra de protección.

PLIEGO DE CONDICIONES

Además, se dejará previsto un punto accesible de la red de tierras de protección para la medida de esta. Este punto estará debidamente protegido, señalizado y conectará con la red exterior de puesta a tierra de protección, pudiendo seccionar la misma. Se instalará en lugar accesible, colocada a una altura de 20 cm aproximadamente por encima del nivel de la solera.

### **5.5.2 Puesta a Tierra de Servicio (Neutro)**

Con objeto de evitar tensiones peligrosas en Baja Tensión, debido a faltas en la red de Alta Tensión, el neutro del sistema de Baja Tensión se conecta a una toma de tierra independiente del sistema de Alta Tensión, de tal forma que no exista influencia en la red general de tierra.

Esta toma de tierra conectará el borne del neutro de los transformadores de distribución, mediante conductor de cobre aislado 0,6/1 kV de 50 mm<sup>2</sup> de sección, a un dispositivo de seccionamiento amovible, el cual se unirá mediante conductor de cobre aislado 0,6/1 kV de 50 mm<sup>2</sup> de sección hasta la primera pica del circuito de puesta a tierra de servicio exterior, efectuándose las uniones entre picas con conductor de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup> de sección y con una separación mínima entre ellas de 4 m y realizándose todas las conexiones con soldadura aluminotérmica.

A esta tierra se conectarán:

- Neutros de los transformadores de distribución.
- Bornes de puesta a tierra de los transformadores de intensidad de baja tensión.

### **5.5.3 Líneas de Tierras**

Los conductores empleados en las líneas de tierra tendrán una resistencia mecánica adecuada y ofrecerán una elevada resistencia a la corrosión.

Su sección será tal, que la máxima corriente que circule por ellos en caso de defecto o de descarga atmosférica no lleve a estos conductores a una temperatura cercana a la de fusión, ni ponga en peligro sus empalmes y conexiones.

Dada la importancia de esta instalación y con el fin de garantizar la perfecta conservación de la misma, evitando la corrosión de los materiales por formación de pares galvánicos, los conductores de la red de tierra interior del centro de transformación serán de cobre de sección 50 mm<sup>2</sup>, conectando el anillo interior a la parte superior de una caja de seccionamiento.

Debido a que no se puede garantizar que la tensión de puesta a tierra en el CT no sea superior a 1000 V, se diseñará un sistema de tierras separadas.

Se prescribe la separación de la tierra de protección y de la tierra de servicio. En función de las intensidades de defecto y de la resistividad del terreno, deberá determinarse mediante procedimiento de cálculo la distancia que como mínimo debe mantenerse entre las instalaciones de puesta a tierra de protección y de servicio. En virtud de lo indicado en el punto 4.3.3.5 de la ITC-RAT 14, dispondrá de un nivel de aislamiento de 10 kV a frecuencia industrial (1 min) y de 20 kV a impulso tipo rayo (onda 1,2/50  $\mu$ s) entre ambas instalaciones de tierras.

#### **5.5.4 Electrodo de Puesta a Tierra**

Estarán constituidos por cualquiera de los siguientes elementos o por una combinación de ellos:

- a) Conjunto de picas de acero-cobre de 14,6 mm de diámetro y 2 m de longitud, dispuestas generalmente en hilera con una separación mínima entre ellas de 4 m y unidas mediante conductor de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup> de sección, realizándose todas las conexiones con soldadura aluminotérmica. Su número será determinado por procedimientos de cálculo a fin de que no se sobrepasen los valores de las tensiones de paso y contacto máximos reglamentarios.
- b) Electrodo profundo en pozo de perforación con conductor de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup> de sección. Su profundidad será determinada por procedimientos de cálculo a fin de que no se sobrepasen los valores de las tensiones de paso y contacto máximos reglamentarios.
- c) Conductor enterrado horizontalmente, formado por cable de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup> de sección. Su longitud será determinada por procedimientos de cálculo a fin de que no se sobrepasen los valores de las tensiones de paso y contacto máximos reglamentarios.

#### **5.5.5 Condiciones de instalación de los electrodos**

Las picas se hincarán verticalmente quedando la parte superior a una profundidad no inferior a 0,5 m. En terrenos donde se prevean heladas, se aconseja una profundidad mínima de 0,8 m.

Los electrodos horizontales se enterrarán a una profundidad igual a la de la parte superior de las picas.

Los electrodos profundos se dispondrán verticalmente.



### 5.5.6 Ejecución de la Puesta a Tierra

En la instalación de puesta a tierra de masas y elementos a ella conectados, se cumplirán las siguientes condiciones:

- a) Llevarán un borne accesible para la medida de la resistencia de tierra.
- b) Todos los elementos que constituyen la instalación de puesta a tierra estarán protegidos adecuadamente contra deterioros por acciones mecánicas o de cualquier otra índole.
- c) 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.
- d) La resistencia eléctrica entre cualquier punto de la masa o cualquier elemento metálico unido a ella y el conductor de la línea de tierra, en el punto de penetración en el terreno, será tal que el producto de la misma por la intensidad de defecto máxima prevista sea igual o inferior a 50 V.
- e) No se unirá a la instalación de puesta a tierra ningún elemento metálico situado en los paramentos exteriores del CT/CS.

### 5.5.7 Medidas Adicionales de Seguridad para las Tensiones de Paso y Contacto

Después de construida la instalación de puesta a tierra, se procederá a la realización de las verificaciones correspondientes a fin de comprobar el cumplimiento de la reglamentación vigente tal como se prescribe en la instrucción ITC-RAT 13, apartado 8.1. Si fuese necesario, a la vista de los valores obtenidos, se harán las modificaciones necesarias en el sistema de puesta a tierra con la finalidad de obtener unos valores que se mantengan dentro de los rangos reglamentarios. Asimismo, y de acuerdo con lo prescrito en el apartado 8.2. de la misma instrucción se comprobará periódicamente el estado de las instalaciones de puesta a tierra.

En caso de no obtenerse los valores reglamentarios en lo que se refiere a las tensiones de paso y contacto se adoptarán medidas encaminadas, debiendo certificarse finalmente la obtención de dichos valores. Se proponen las siguientes:

|    | <b>Procedimiento</b>  | <b>Efectos sobre</b>         |
|----|---|------------------------------|
| 1º | Reducir el valor de la resistencia de puesta a tierra, aumentando la longitud del electrodo y/o disminuyendo la resistividad del terreno.             | Tensiones de paso y contacto |
| 2º | Realizar acera aislante perimetral con una capa de hormigón seco ( $\rho_s = 3000 \text{ Ohm.m}$ ), con una anchura de 1 metro y un espesor de 10 cm. | Tensiones de paso y contacto |
| 3º | Situar el punto superior del electrodo a una profundidad superior a 0,80 m.   | Tensión de paso              |
| 4º | Instalación de anillos difusores de dimensiones crecientes, enterrados en disposición piramidal.  | Tensión de paso              |

## 6 Reconocimientos, Pruebas y Ensayos

Para la recepción provisional de las obras una vez terminadas, la Dirección Facultativa procederá, en presencia de los representantes del Contratista o empresa instaladora eléctrica, a efectuar los reconocimientos y ensayos precisos para comprobar que las obras han sido ejecutadas con sujeción al proyecto y cumplen las condiciones técnicas exigidas.

No se recibirá ninguna instalación eléctrica que no haya sido probada con su tensión normal y demostrado su correcto funcionamiento.

### 6.1 Reconocimiento de la Obras

Antes del reconocimiento de las obras el Contratista retirará de las mismas, hasta dejarlas totalmente limpias y despejadas, todos los materiales sobrantes, restos, embalajes, bobinas de cables, medios auxiliares, tierras sobrantes de las excavaciones y rellenos, escombros, etc.

Se comprobará que los materiales coinciden con los admitidos por la Dirección Facultativa en el control previo, se corresponden con las muestras que tenga en su poder, si las hubiere, y no sufran deterioro en su aspecto o funcionamiento.

Igualmente se comprobará que la construcción de las obras de fábrica, la realización de las obras de tierra y el montaje de todas las instalaciones eléctricas ha sido ejecutada de modo correcto, terminado y rematado completamente.

En particular, se prestará especial atención a la verificación de los siguientes puntos:

- Secciones y tipos de los conductores y cables utilizados.
- Formas de ejecución de los terminales, empalmes, derivaciones y conexiones en general.
- Tipo, tensión e intensidad nominal y funcionamiento de los aparatos de maniobra, mando, protección y medida.
- Geometría de las obras de fábrica, foso del Transformador y del propio CT/CS.
- Estado de los revestimientos, pinturas y pavimentos y ausencia en estos de grietas, humedades y penetración de agua.
- Acabado, pintura y estado de la carpintería metálica.
- Ejecución de los sistemas de ventilación.
- Ejecución de sistema de iluminación.

Después de efectuado este reconocimiento y de acuerdo con las conclusiones obtenidas, se procederá a realizar los ensayos pertinentes.

## **6.2 Pruebas y Ensayos**

Una vez ejecutada la instalación, se procederá por parte de la entidad acreditada por los Organismos Públicos competentes, a la medición de los siguientes valores:

- Resistencia de aislamiento de la instalación
- Resistencia del sistema de tierra.
- Tensiones de Paso y Contacto.

## **6.3 Prueba de Operación Mecánica**

Se realizarán pruebas de funcionamiento mecánico sin tensión en el circuito principal de interruptores, seccionadores y demás aparellaje, así como todos los elementos móviles y enclavamientos. Se probarán cinco veces en ambos sentidos.

#### **6.4 Verificación de Cableado**

El cableado será verificado conforme a los esquemas eléctricos.

#### **6.5 Ensayo a Frecuencia Industrial**

Se someterá el circuito principal a la tensión de frecuencia industrial especificada en la norma UNE-EN 62271-202 durante un minuto.

#### **6.6 Ensayo de la Red de AT**

No se contemplarán pruebas o ensayos sobre la red exterior de acometida al centro. Se realizarán sucesivamente los siguientes ensayos: Se medirá la resistencia de aislamiento entre conductores y entre estos y tierra. Si fuera posible se procederá a la puesta en tensión de la red en vacío y volviendo a medir la resistencia de aislamiento.

#### **6.7 Ensayo Dieléctrico de Circuitos Auxiliares y de Control**

Este ensayo se realizará sobre los circuitos de control y se hará de acuerdo con la norma UNE-EN 62271-202.

### **7 Condiciones de Seguridad en la Puesta en Servicio**

Para la protección del personal y equipos en las operaciones que deban realizarse, se garantizará que:

- No será posible acceder a las zonas en tensión, si éstas no han sido puestas a tierra. Por ello, el sistema de enclavamiento interno de las celdas debe interesar al mando del aparato principal del seccionador de puesta a tierra y a las tapas de acceso de los cables.
- Las celdas de entrada y salida serán con aislamiento integral y corte en SF6 o gas alternativo equivalente. El diseño de las celdas impedirá la incidencia de

PLIEGO DE CONDICIONES

los gases de escape producidos en el caso de un arco interno, sobre los cables de AT y BT y especialmente sobre el operador.

- Las bornas de conexión de cables y fusibles serán fácilmente accesibles a los operarios. Los mandos de la aparamenta estarán situados frente al operario en el momento de realizar la maniobra.

Asimismo, el CT/CS deberá estar siempre perfectamente cerrado, de forma que impida el acceso de las personas ajenas al servicio.

La anchura de los pasillos debe observar el Reglamento (ITC-RAT 14), e igualmente, debe permitir la extracción total de cualquiera de las celdas instaladas.

En el interior de la caseta no se podrá almacenar ningún elemento que no pertenezca a la propia instalación.

La instalación eléctrica debe estar correctamente señalizada y deben disponerse las advertencias e instrucciones necesarias de modo que se impidan los errores de interrupción, maniobras incorrectas y contactos accidentales con los elementos en tensión o cualquier otro tipo de accidente.

Antes de la puesta en servicio en carga, se realizará una puesta en servicio en vacío para la comprobación del correcto funcionamiento de las máquinas.

Se realizarán unas comprobaciones de las resistencias de aislamiento y de tierra de los diferentes componentes de la instalación eléctrica.

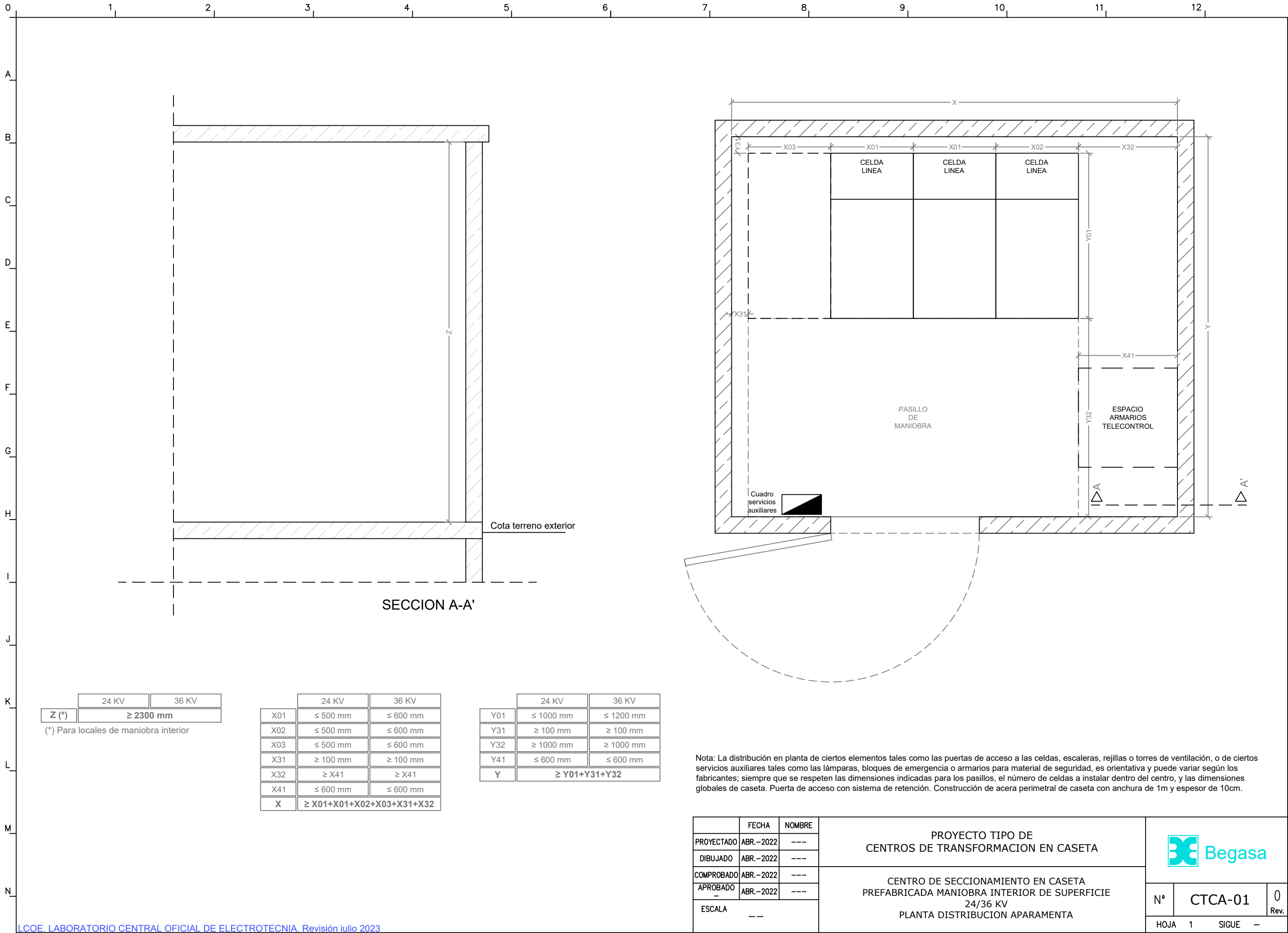
**PLANOS**

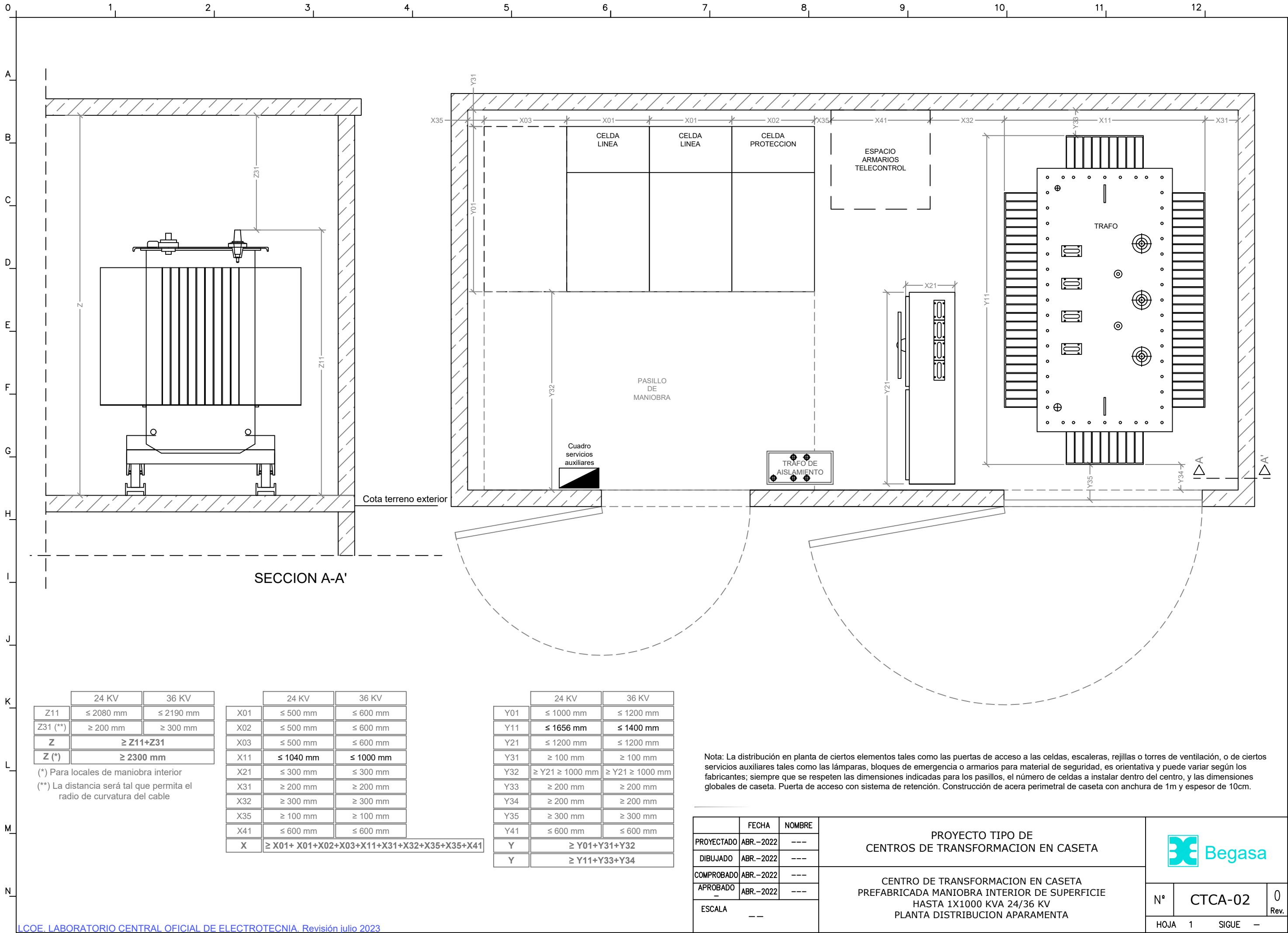
## Índice

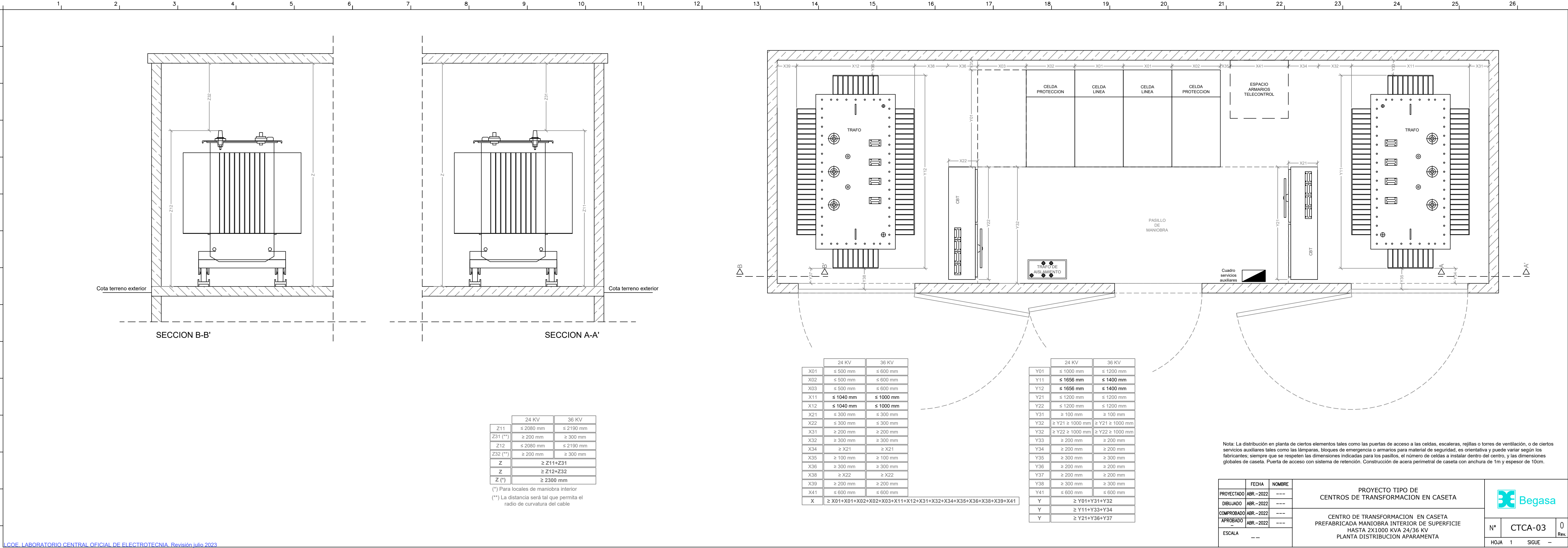
- CTCA-01** CSCA MANIOBRA INTERIOR Superficie 24/36 KV Planta Distribución  
Aparamenta
- CTCA-02** CTCA MANIOBRA INTERIOR Superficie hasta 1x1000 kVA 24/36 KV  
Planta Distribución Aparamenta
- CTCA-03** CTCA MANIOBRA INTERIOR Superficie hasta 2x1000 kVA 24/36 KV  
Planta Distribución Aparamenta
- CTCA-04** CTCA MANIOBRA INTERIOR Subterráneo Ventilación Horizontal hasta  
1x1000 kVA 24/36 KV Planta Distribución Aparamenta
- CTCA-05** CTCA MANIOBRA INTERIOR Subterráneo Ventilación Vertical hasta  
1x1000 kVA 24/36 KV Planta Distribución Aparamenta
- CTCA-06** CTCA MANIOBRA INTERIOR Subterráneo Ventilación Horizontal hasta  
2x1000 kVA 24/36 KV Planta Distribución Aparamenta
- CTCA-07** CTCA MANIOBRA INTERIOR Subterráneo Ventilación Vertical hasta  
2x1000 kVA 24/36 KV Planta Distribución Aparamenta
- CTCA-08** CSCA MANIOBRA INTERIOR Superficie 24/36 KV Planta Distribución  
Servicios Auxiliares
- CTCA-09** CTCA MANIOBRA INTERIOR Superficie hasta 1x1000 kVA 24/36 KV  
Planta Distribución Servicios Auxiliares
- CTCA-10** CTCA MANIOBRA INTERIOR Superficie hasta 2x1000 kVA 24/36 KV  
Planta Distribución Servicios Auxiliares
- CTCA-11** CTCA MANIOBRA INTERIOR Subterráneo hasta 1x1000 kVA 24/36 KV  
Planta Distribución Servicios Auxiliares
- CTCA-12** CTCA MANIOBRA INTERIOR Subterráneo hasta 1x2000 kVA 24/36 KV  
Planta Distribución Servicios Auxiliares
- CTCA-13** CSCA MANIOBRA INTERIOR Superficie 24/36 KV Puesta a Tierra
- CTCA-14** CTCA MANIOBRA INTERIOR Superficie hasta 1x1000 kVA 24/36 KV  
Puesta a Tierra
- CTCA-15** CTCA MANIOBRA INTERIOR Superficie hasta 2x1000 kVA 24/36 KV  
Puesta a Tierra
- CTCA-16** CTCA MANIOBRA INTERIOR Subterráneo hasta 1x1000 kVA 24/36 KV  
Puesta a Tierra

- CTCA-17** CTCA MANIOBRA INTERIOR Subterráneo hasta 1x2000 kVA 24/36 KV  
Puesta a Tierra
- CTCA-18** CTCA MANIOBRA EXTERIOR COMPACTO Superficie hasta 1x1000 kVA  
24/36 KV
- CTCA-19** CTCA MANIOBRA EXTERIOR COMPACTO Superficie hasta 1x1000 kVA  
24/36 KV. Planta Distribución Aparamenta
- CTCA-20** CTCA MANIOBRA EXTERIOR COMPACTO Superficie hasta 1x1000 kVA  
24/36 KV. Puesta a Tierra.
- CTCA-21** CTCA MANIOBRA EXTERIOR Superficie Rural bajo poste hasta 1x250  
kVA 24/36 KV.
- CTCA-22** CTCA MANIOBRA EXTERIOR Superficie Rural bajo poste hasta 1x250  
kVA 24/36 KV. Planta Distribución Aparamenta.
- CTCA-23** CTCA MANIOBRA EXTERIOR Superficie Rural bajo poste hasta 1x250  
kVA 24/36 KV. Puesta a Tierra.
- CTCA-24** CSCA MANIOBRA EXTERIOR COMPACTO Superficie 24/36 KV.
- CTCA-25** CSCA MANIOBRA EXTERIOR COMPACTO Superficie 24/36 KV. Planta  
Distribución Aparamenta.
- CTCA-26** CSCA MANIOBRA EXTERIOR COMPACTO Superficie 24/36 KV. Puesta a  
Tierra
- CTCA-27** CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EN CASETA PREFABRICADA ESQUEMA  
ELECTRICO CT 2L+P
- CTCA-28** CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EN CASETA PREFABRICADA ESQUEMA  
ELECTRICO CT 2L+P
- CTCA-29** CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EN CASETA PREFABRICADA ESQUEMA  
ELECTRICO CT L+P
- CTCA-30** CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EN CASETA PREFABRICADA ESQUEMA  
ELECTRICO CS SECCIONAMIENTO HASTA 250 KVA (24 KV) O HASTA  
400 KVA (36 KV)
- CTCA-31** CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EN CASETA PREFABRICADA ESQUEMA  
ELECTRICO CS SECCIONAMIENTO SUPERIOR A 250 KVA (24 KV) O  
SUPERIOR A 400 KVA (36 KV)
- CTCA-32** CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EN CASETA PREFABRICADA ESQUEMA  
ELECTRICO CS O REPARTO
- CTCA-33** ESQUEMA UNIFILAR DEL CUADRO DE SSAA









SECCION B-B'

SECCION A-A'

|          | 24 KV     | 36 KV     |
|----------|-----------|-----------|
| Z11      | ≤ 2080 mm | ≤ 2190 mm |
| Z31 (**) | ≥ 200 mm  | ≥ 300 mm  |
| Z12      | ≤ 2080 mm | ≤ 2190 mm |
| Z32 (**) | ≥ 200 mm  | ≥ 300 mm  |
| Z        | ≥ Z11+Z31 |           |
| Z        | ≥ Z12+Z32 |           |
| Z (*)    | ≥ 2300 mm |           |

(\*) Para locales de maniobra interior  
(\*\*) La distancia será tal que permita el radio de curvatura del cable

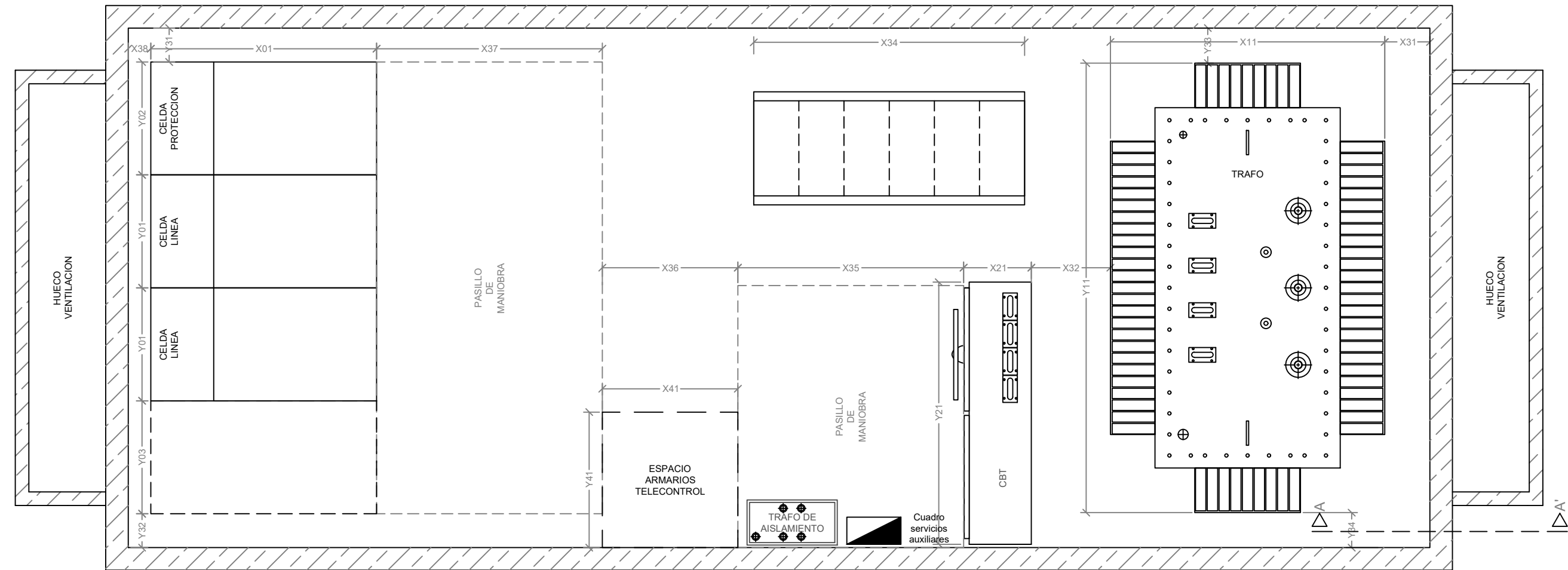
|     | 24 KV   | 36 KV     |
|-----|---|-----------|
| X01 | ≤ 500 mm  | ≤ 600 mm  |
| X02 | ≤ 500 mm  | ≤ 600 mm  |
| X03 | ≤ 500 mm  | ≤ 600 mm  |
| X11 | ≤ 1040 mm   | ≤ 1000 mm |
| X12 | ≤ 1040 mm   | ≤ 1000 mm |
| X21 | ≤ 300 mm  | ≤ 300 mm  |
| X22 | ≤ 300 mm  | ≤ 300 mm  |
| X31 | ≥ 200 mm  | ≥ 200 mm  |
| X32 | ≥ 300 mm  | ≥ 300 mm  |
| X34 | ≥ X21   | ≥ X21     |
| X35 | ≥ 100 mm  | ≥ 100 mm  |
| X36 | ≥ 300 mm  | ≥ 300 mm  |
| X38 | ≥ X22   | ≥ X22     |
| X39 | ≥ 200 mm  | ≥ 200 mm  |
| X41 | ≤ 600 mm  | ≤ 600 mm  |
| X   | ≥ X01+X01+X02+X02+X03+X11+X12+X31+X32+X34+X35+X36+X38+X39+X41 |           |

|     | 24 KV           | 36 KV           |
|-----|-----------------|-----------------|
| Y01 | ≤ 1000 mm       | ≤ 1200 mm       |
| Y11 | ≤ 1656 mm       | ≤ 1400 mm       |
| Y12 | ≤ 1656 mm       | ≤ 1400 mm       |
| Y21 | ≤ 1200 mm       | ≤ 1200 mm       |
| Y22 | ≤ 1200 mm       | ≤ 1200 mm       |
| Y31 | ≥ 100 mm        | ≥ 100 mm        |
| Y32 | ≥ Y21 ≥ 1000 mm | ≥ Y21 ≥ 1000 mm |
| Y32 | ≥ Y22 ≥ 1000 mm | ≥ Y22 ≥ 1000 mm |
| Y33 | ≥ 200 mm        | ≥ 200 mm        |
| Y34 | ≥ 200 mm        | ≥ 200 mm        |
| Y35 | ≥ 300 mm        | ≥ 300 mm        |
| Y36 | ≥ 200 mm        | ≥ 200 mm        |
| Y37 | ≥ 200 mm        | ≥ 200 mm        |
| Y38 | ≥ 300 mm        | ≥ 300 mm        |
| Y41 | ≤ 600 mm        | ≤ 600 mm        |
| Y   | ≥ Y01+Y31+Y32   |                 |
| Y   | ≥ Y11+Y33+Y34   |                 |
| Y   | ≥ Y21+Y36+Y37   |                 |

Nota: La distribución en planta de ciertos elementos tales como las puertas de acceso a las celdas, escaleras, rejillas o torres de ventilación, o de ciertos servicios auxiliares tales como las lámparas, bloques de emergencia o armarios para material de seguridad, es orientativa y puede variar según los fabricantes; siempre que se respeten las dimensiones indicadas para los pasillos, el número de celdas a instalar dentro del centro, y las dimensiones globales de caseta. Puerta de acceso con sistema de retención. Construcción de acero perimetral de caseta con anchura de 1m y espesor de 10cm.

|            | FECHA     | NOMBRE | PROYECTO TIPO DE CENTROS DE TRANSFORMACION EN CASETA  |   |          |
|------------|-----------|--------|---|---|----------|
| PROYECTADO | ABR.-2022 | ---    | CENTRO DE TRANSFORMACION EN CASETA<br>PREFABRICADA MANIOBRA INTERIOR DE SUPERFICIE<br>HASTA 2X1000 KVA 24/36 KV<br>PLANTA DISTRIBUCION APARAMENTA |   |          |
| DIBUJADO   | ABR.-2022 | ---    |   |   |          |
| COMPROBADO | ABR.-2022 | ---    |   |   |          |
| APROBADO   | ABR.-2022 | ---    |   |   |          |
| ESCALA     | --        | ---    |   |   |          |
| Nº         | CTCA-03   | 0      | HOJA  | 1 | SIGUE -- |





|          |                            |           |
|----------|----------------------------|-----------|
|          | 24 KV                      | 36 KV     |
| Z11      | ≤ 2080 mm                  | ≤ 2190 mm |
| Z31 (*)  | ≥ 200 mm                   | ≥ 300 mm  |
| <b>Z</b> | <b>≥ Z11+Z31 ≥ 2300 mm</b> |           |

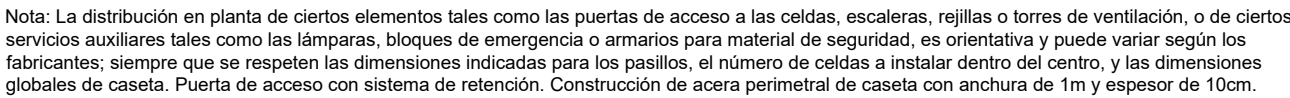
|          | 24 KV  | 36 KV            |
|----------|--|------------------|
| X01      | ≤ 1000 mm                                    | ≤ 1200 mm        |
| X11      | <b>≤ 1040 mm</b>                             | <b>≤ 1000 mm</b> |
| X21      | ≤ 300 mm                                     | ≤ 300 mm         |
| X31      | ≥ 200 mm                                     | ≥ 200 mm         |
| X32      | ≥ 300 mm                                     | ≥ 300 mm         |
| X34      | ≤ 1200 mm                                    | ≤ 1200 mm        |
| X35      | ≥ 1000 mm                                    | ≥ 1000 mm        |
| X36      | ≥ X41  | ≥ X41            |
| X37      | ≥ 1000 mm                                    | ≥ 1000 mm        |
| X38      | ≥ 100 mm                                     | ≥ 100 mm         |
| X41      | ≤ 600 mm                                     | ≤ 600 mm         |
| <b>X</b> | <b>≥ X01+X11+X21+X31+X32+X35+X36+X37+X38</b> |                  |

|               |           |        |  |  |  |         |           |
|---------------|-----------|--------|--|--|--|---------|-----------|
|               | FECHA     | NOMBRE | <div>PROYECTO TIPO DE<br/>CENTROS DE TRANSFORMACION EN CASETA</div> <div>CENTRO DE TRANSFORMACION EN CASETA<br/>PREFABRICADA MANIOBRA INTERIOR SUBTERRANEA<br/>VENTILACION HORIZONTAL HASTA 1X1000 KVA 24/36 KV<br/>PLANTA DISTRIBUCION APARAMENTA</div> |  | <div></div> |         |           |
| PROYECTADO    | ABR.-2022 | ---    |  |  |  |         |           |
| DIBUJADO      | ABR.-2022 | ---    |  |  |  |         |           |
| COMPROBADO    | ABR.-2022 | ---    |  |  | Nº   | CTCA-04 | 0<br>Rev. |
| APROBADO<br>— | ABR.-2022 | ---    |  |  |  |         |           |
| ESCALA        | — —       |        |  |  |  |         |           |
|               |           |        |  |  | HOJA   | 1       | SIGUE —   |



(\*) La distancia será tal que permita el radio de curvatura del cable

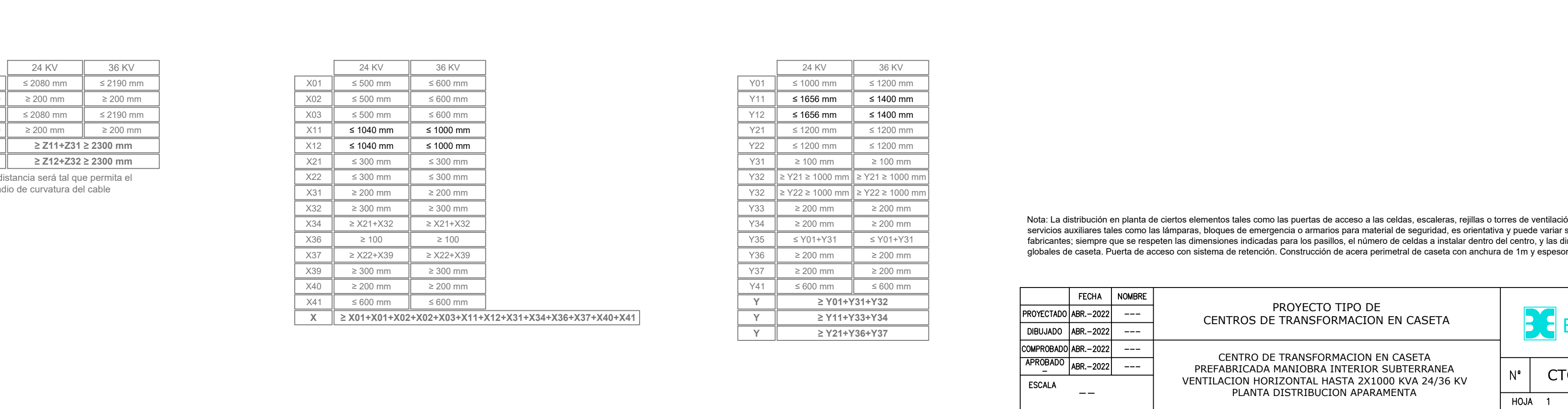
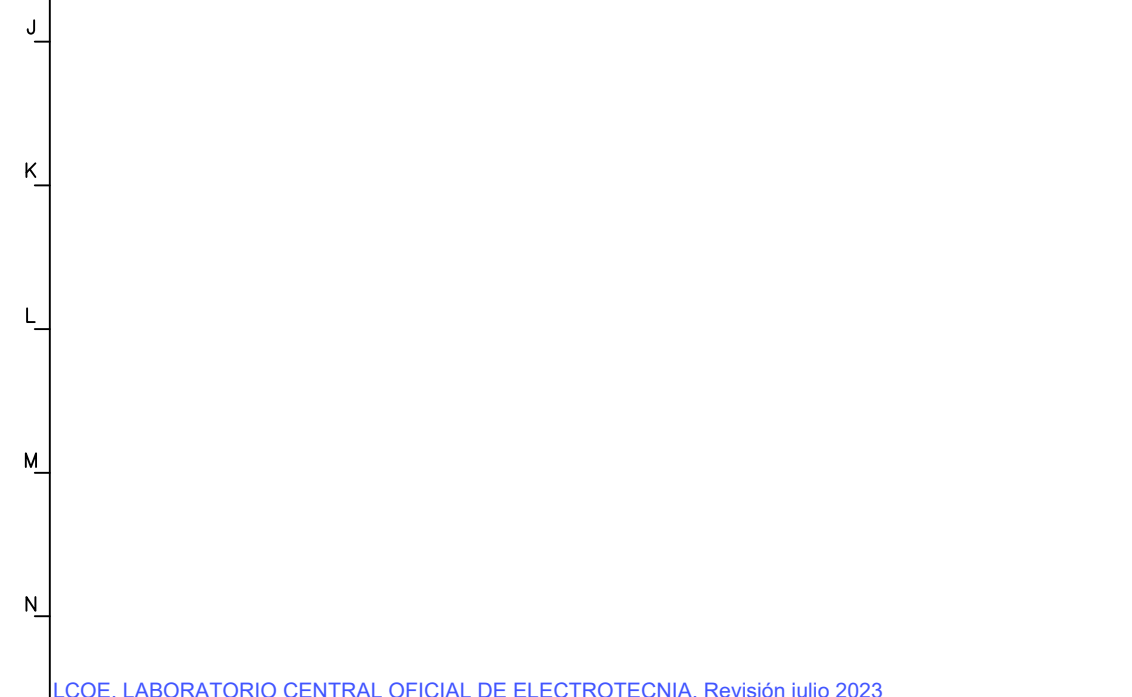
|   |   |
|---|---|
| X | $\geq X_{01}+X_{11}+X_{21}+X_{31}+X_{32}+X_{35}+X_{36}+X_{37}+X_{38}$ |
|---|---|



|   |                             |
|---|-----------------------------|
| Y | $\geq Y_{11}+Y_{33}+Y_{34}$ |
|---|-----------------------------|



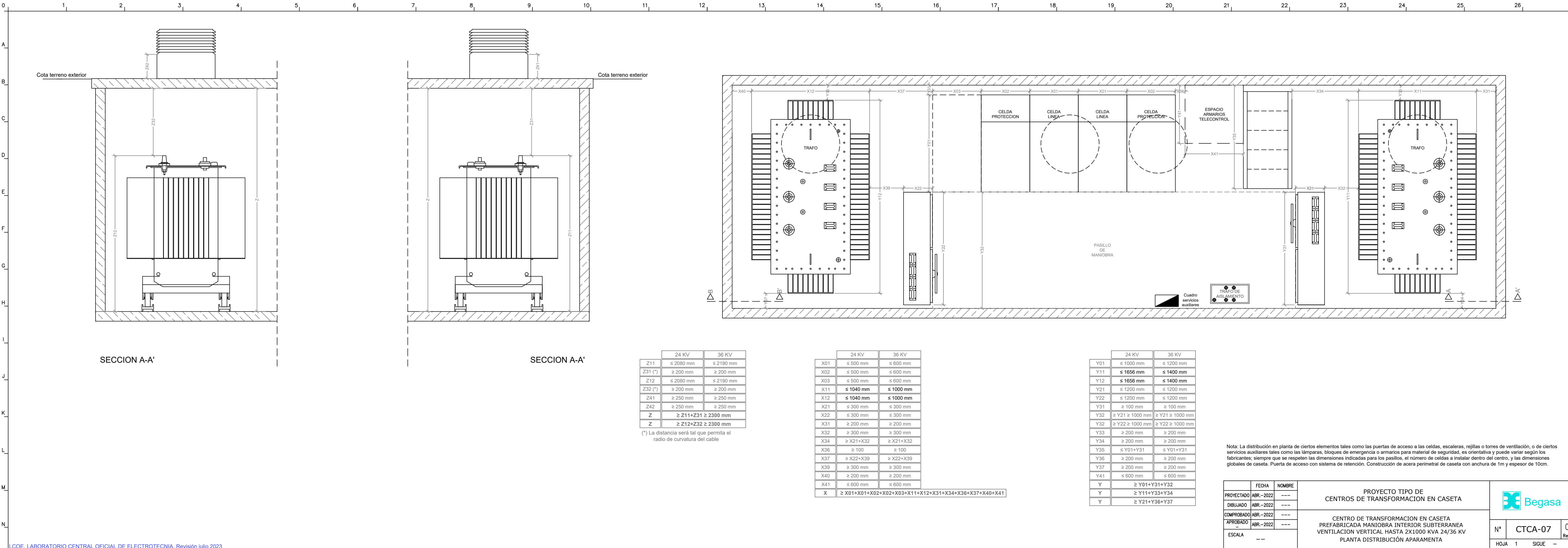
Begasa



Nota: La distribución en planta de ciertos elementos tales como las puertas de acceso a las celdas, escaleras, rejillas o torres de ventilación, o de ciertos servicios auxiliares tales como las lámparas, bloques de emergencia o armarios para material de seguridad, es orientativa y puede variar según los fabricantes; siempre que se respeten las dimensiones indicadas para los pasillos, el número de celdas a instalar dentro del centro, y las dimensiones globales de caseta. Puerta de acceso con sistema de retención. Construcción de acera perimetral de caseta con anchura de 1m y espesor de 10cm.

|   |           |        |   |  |   |         |
|---|-----------|--------|---|--|---|---------|
|   | FECHA     | NOMBRE | <div style="text-align: center;"> <b>PROYECTO TIPO DE<br/>CENTROS DE TRANSFORMACION EN CASETA</b> </div>  |  |  |         |
| PROYECTADO  | ABR.-2022 | ---    |   |  |   |         |
| DIBUJADO  | ABR.-2022 | ---    | <div style="text-align: center;"> <b>CENTRO DE TRANSFORMACION EN CASETA<br/>PREFABRICADA MANIOBRA INTERIOR SUBTERRANEA<br/>VENTILACION HORIZONTAL HASTA 2X1000 KVA 24/36 KV<br/>PLANTA DISTRIBUCION APARAMENTA</b> </div> |  | N°  | CTCA-06 |
| COMPROBADO  | ABR.-2022 | ---    |   |  |   |         |
| APROBADO  | ABR.-2022 | ---    |   |  |   |         |
| <div style="text-align: center;"> <b>ESCALA</b><br/>--         </div> |           |        |   |  | HOJA  | 1       |
|   |           |        |   |  | SIGUE   | --      |





SECCION A-A'

SECCION A-A'

|         | 24 KV               | 36 KV     |
|---------|---------------------|-----------|
| Z11     | ≤ 2080 mm           | ≤ 2190 mm |
| Z31 (*) | ≥ 200 mm            | ≥ 200 mm  |
| Z12     | ≤ 2080 mm           | ≤ 2190 mm |
| Z32 (*) | ≥ 200 mm            | ≥ 200 mm  |
| Z41     | ≥ 250 mm            | ≥ 250 mm  |
| Z42     | ≥ 250 mm            | ≥ 250 mm  |
| Z       | ≥ Z11+Z31 ≥ 2300 mm |           |
| Z       | ≥ Z12+Z32 ≥ 2300 mm |           |

(\*) La distancia será tal que permita el radio de curvatura del cable

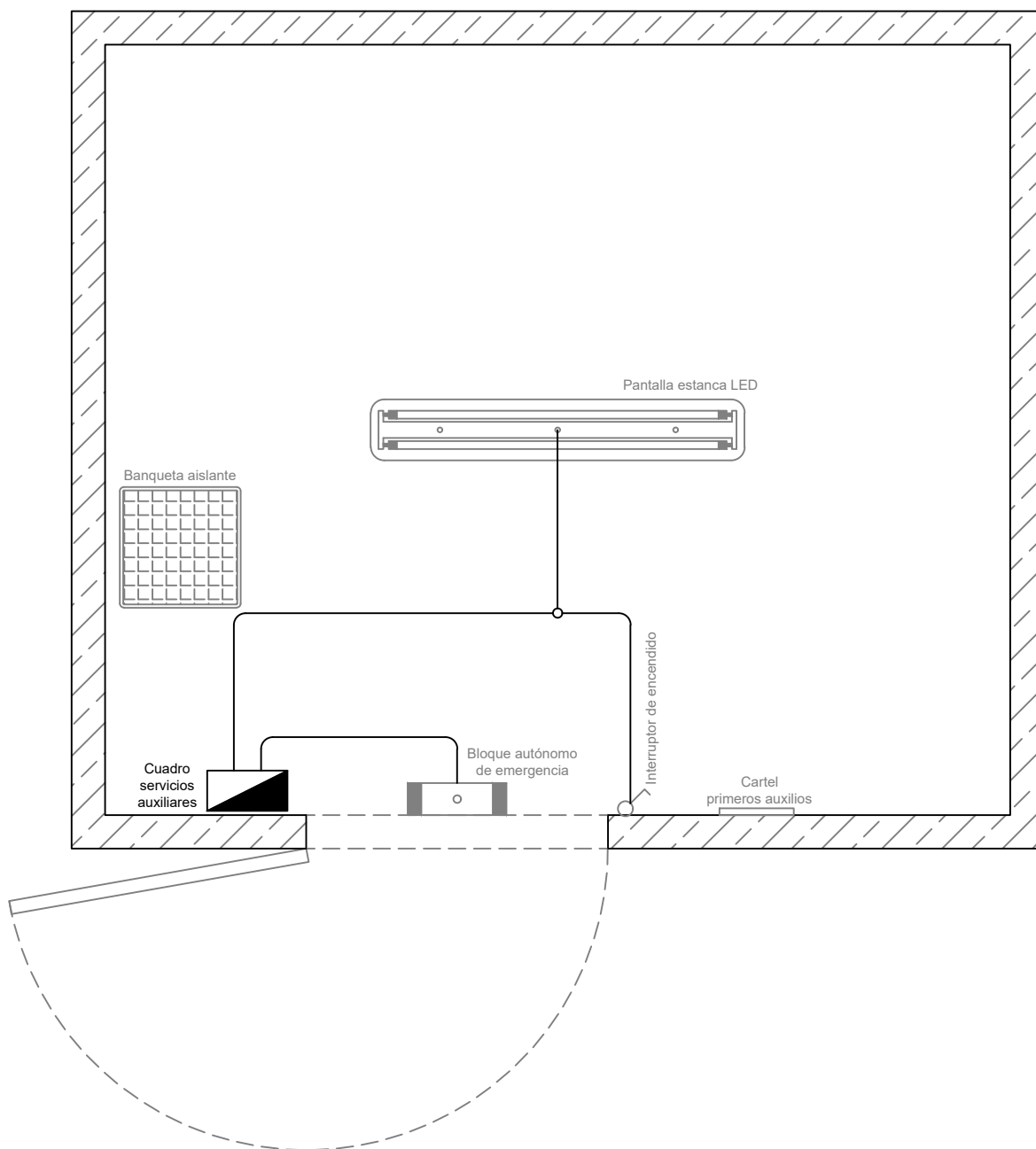
|     | 24 KV     | 36 KV     |
|-----|-----------|-----------|
| X01 | ≤ 500 mm  | ≤ 600 mm  |
| X02 | ≤ 500 mm  | ≤ 600 mm  |
| X03 | ≤ 500 mm  | ≤ 600 mm  |
| X11 | ≤ 1040 mm | ≤ 1000 mm |
| X12 | ≤ 1040 mm | ≤ 1000 mm |
| X21 | ≤ 300 mm  | ≤ 300 mm  |
| X22 | ≤ 300 mm  | ≤ 300 mm  |
| X31 | ≥ 200 mm  | ≥ 200 mm  |
| X32 | ≥ 300 mm  | ≥ 300 mm  |
| X34 | ≥ X21+X32 | ≥ X21+X32 |
| X36 | ≥ 100     | ≥ 100     |
| X37 | ≥ X22+X39 | ≥ X22+X39 |
| X39 | ≥ 300 mm  | ≥ 300 mm  |
| X40 | ≥ 200 mm  | ≥ 200 mm  |
| X41 | ≤ 600 mm  | ≤ 600 mm  |

X ≥ X01+X01+X02+X02+X03+X11+X12+X31+X34+X36+X37+X40+X41


|     | 24 KV           | 36 KV           |
|-----|-----------------|-----------------|
| Y01 | ≤ 1000 mm       | ≤ 1200 mm       |
| Y11 | ≤ 1656 mm       | ≤ 1400 mm       |
| Y12 | ≤ 1656 mm       | ≤ 1400 mm       |
| Y21 | ≤ 1200 mm       | ≤ 1200 mm       |
| Y22 | ≤ 1200 mm       | ≤ 1200 mm       |
| Y31 | ≥ 100 mm        | ≥ 100 mm        |
| Y32 | ≥ Y21 ≥ 1000 mm | ≥ Y21 ≥ 1000 mm |
| Y32 | ≥ Y22 ≥ 1000 mm | ≥ Y22 ≥ 1000 mm |
| Y33 | ≥ 200 mm        | ≥ 200 mm        |
| Y34 | ≥ 200 mm        | ≥ 200 mm        |
| Y35 | ≤ Y01+Y31       | ≤ Y01+Y31       |
| Y36 | ≥ 200 mm        | ≥ 200 mm        |
| Y37 | ≥ 200 mm        | ≥ 200 mm        |
| Y41 | ≤ 600 mm        | ≤ 600 mm        |
| Y   | ≥ Y01+Y31+Y32   |                 |
| Y   | ≥ Y11+Y33+Y34   |                 |
| Y   | ≥ Y21+Y36+Y37   |                 |

Nota: La distribución en planta de ciertos elementos tales como las puertas de acceso a las celdas, escaleras, rejillas o torres de ventilación, o de ciertos servicios auxiliares tales como las lámparas, bloques de emergencia o armarios para material de seguridad, es orientativa y puede variar según los fabricantes; siempre que se respeten las dimensiones indicadas para los pasillos, el número de celdas a instalar dentro del centro, y las dimensiones globales de caseta. Puerta de acceso con sistema de retención. Construcción de acera perimetral de caseta con anchura de 1m y espesor de 10cm.

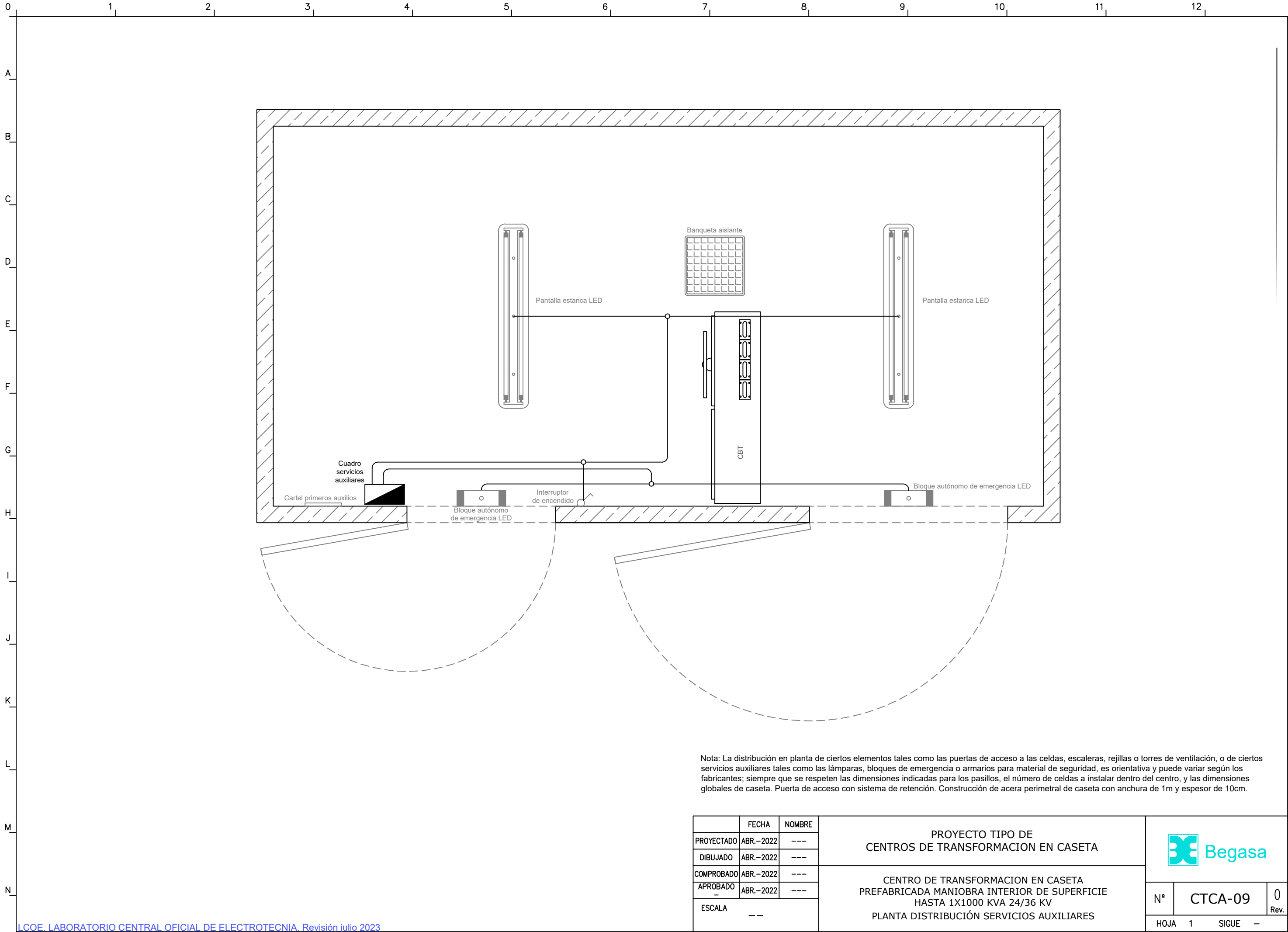
|            | FECHA     | NOMBRE | PROYECTO TIPO DE CENTROS DE TRANSFORMACION EN CASETA   |         |          |
|------------|-----------|--------|--|---------|----------|
| PROYECTADO | ABR.-2022 | ---    | CENTRO DE TRANSFORMACION EN CASETA<br>PREFABRICADA MANIOBRA INTERIOR SUBTERRANEA<br>VENTILACION VERTICAL HASTA 2X1000 KVA 24/36 KV<br>PLANTA DISTRIBUCIÓN APARAMENTA |         |          |
| DIBUJADO   | ABR.-2022 | ---    |  |         |          |
| COMPROBADO | ABR.-2022 | ---    |  |         |          |
| APROBADO   | ABR.-2022 | ---    |  |         |          |
| ESCALA     | --        |        |  |         |          |
|            |           |        | Nº   | CTCA-07 | 0 Rev.   |
|            |           |        | HOJA   | 1       | SIGUE -- |

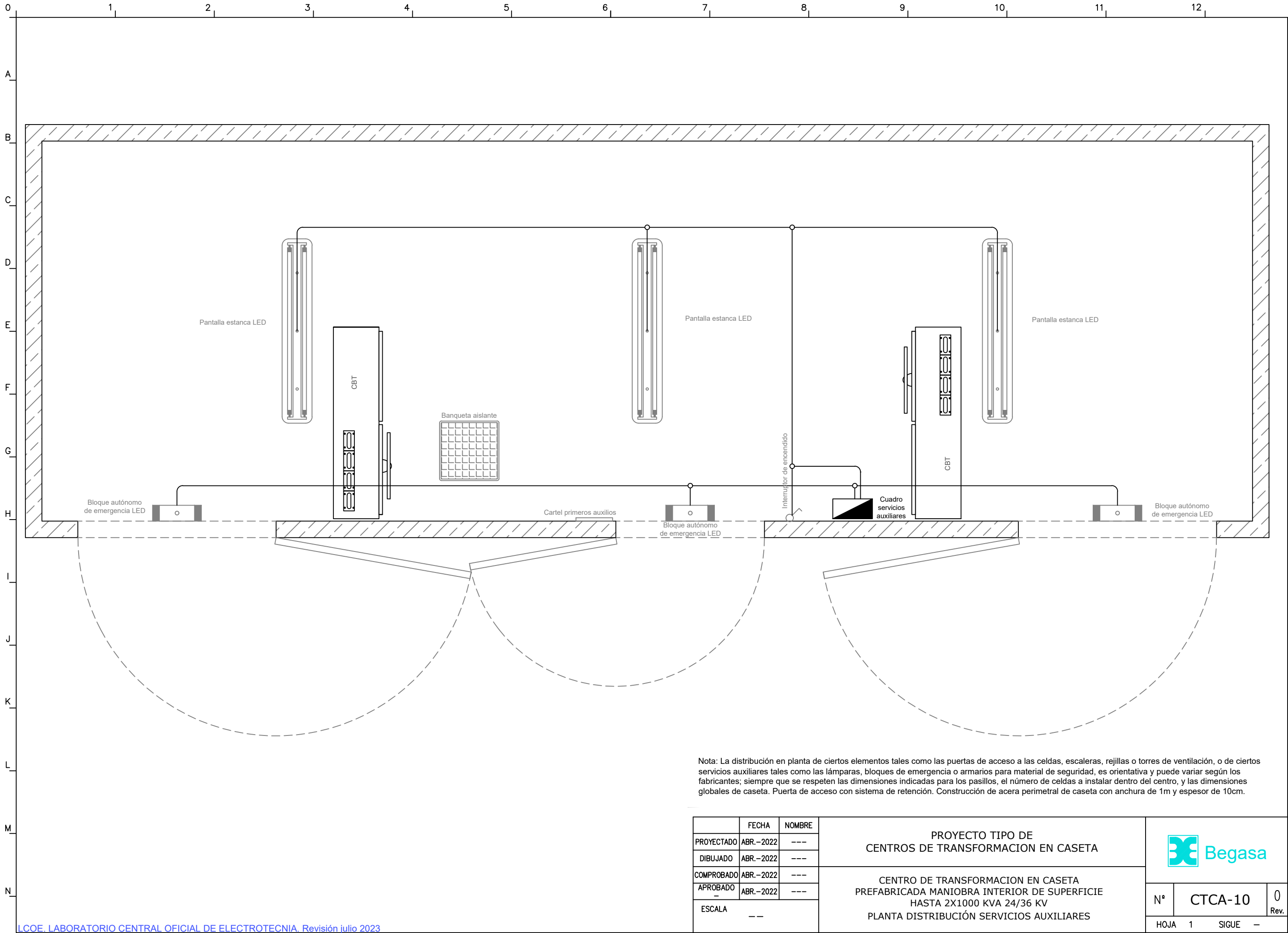


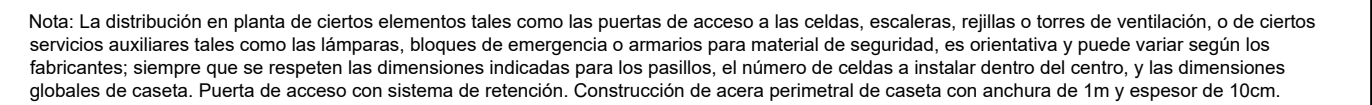
Nota: La distribución en planta de ciertos elementos tales como las puertas de acceso a las celdas, escaleras, rejillas o torres de ventilación, o de ciertos servicios auxiliares tales como las lámparas, bloques de emergencia o armarios para material de seguridad, es orientativa y puede variar según los fabricantes; siempre que se respeten las dimensiones indicadas para los pasillos, el número de celdas a instalar dentro del centro, y las dimensiones globales de caseta. Puerta de acceso con sistema de retención. Construcción de acera perimetral de caseta con anchura de 1m y espesor de 10cm.

|            |           |        |   |  |   |         |           |
|------------|-----------|--------|---|--|---|---------|-----------|
|            | FECHA     | NOMBRE | PROYECTO TIPO DE<br>CENTROS DE TRANSFORMACION EN CASETA   |  |  |         |           |
| PROYECTADO | ABR.-2022 | ---    |   |  |   |         |           |
| DIBUJADO   | ABR.-2022 | ---    |   |  |   |         |           |
| COMPROBADO | ABR.-2022 | ---    | CENTRO DE SECCIONAMIENTO EN CASETA<br>PREFABRICADA MANIOBRA INTERIOR DE SUPERFICIE 24/36 KV<br>PLANTA DISTRIBUCIÓN SERVICIOS AUXILIARES |  | Nº  | CTCA-08 | 0<br>Rev. |
| APROBADO   | ABR.-2022 | ---    |   |  |   |         |           |
| ESCALA     | ---       | ---    |   |  | HOJA  | 1       | SIGUE -   |

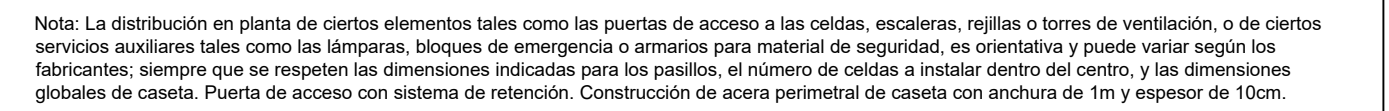




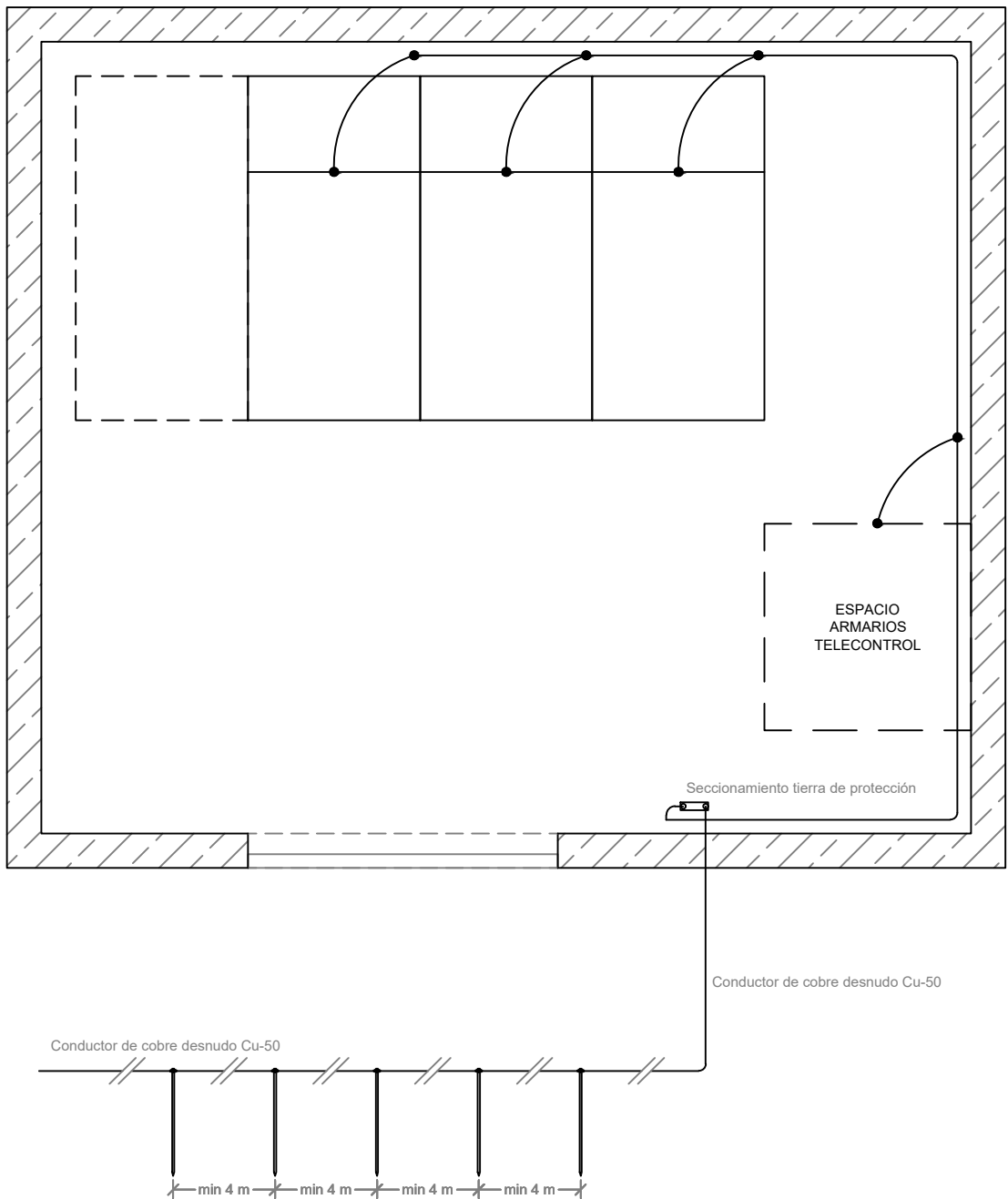





|               |           |        |   |  |         |           |
|---------------|-----------|--------|---|--|---------|-----------|
|               | FECHA     | NOMBRE | PROYECTO TIPO DE<br>CENTROS DE TRANSFORMACION EN CASETA   |  Begasa |         |           |
| PROYECTADO    | ABR.-2022 | ---    |   |  |         |           |
| DIBUJADO      | ABR.-2022 | ---    |   |  |         |           |
| COMPROBADO    | ABR.-2022 | ---    | CENTRO DE TRANSFORMACION EN CASETA<br>PREFABRICADA MANIOBRA INTERIOR SUBTERRANEA<br>HASTA 1X1000 KVA 24/36 KV<br>PLANTA DISTRIBUCIÓN SERVICIOS AUXILIARES | Nº   | CTCA-11 | 0<br>Rev. |
| APROBADO<br>— | ABR.-2022 | ---    |   |  |         |           |
| ESCALA<br>— — |           |        |   |  |         |           |
|               |           |        |   | HOJA   | 1       | SIGUE —   |

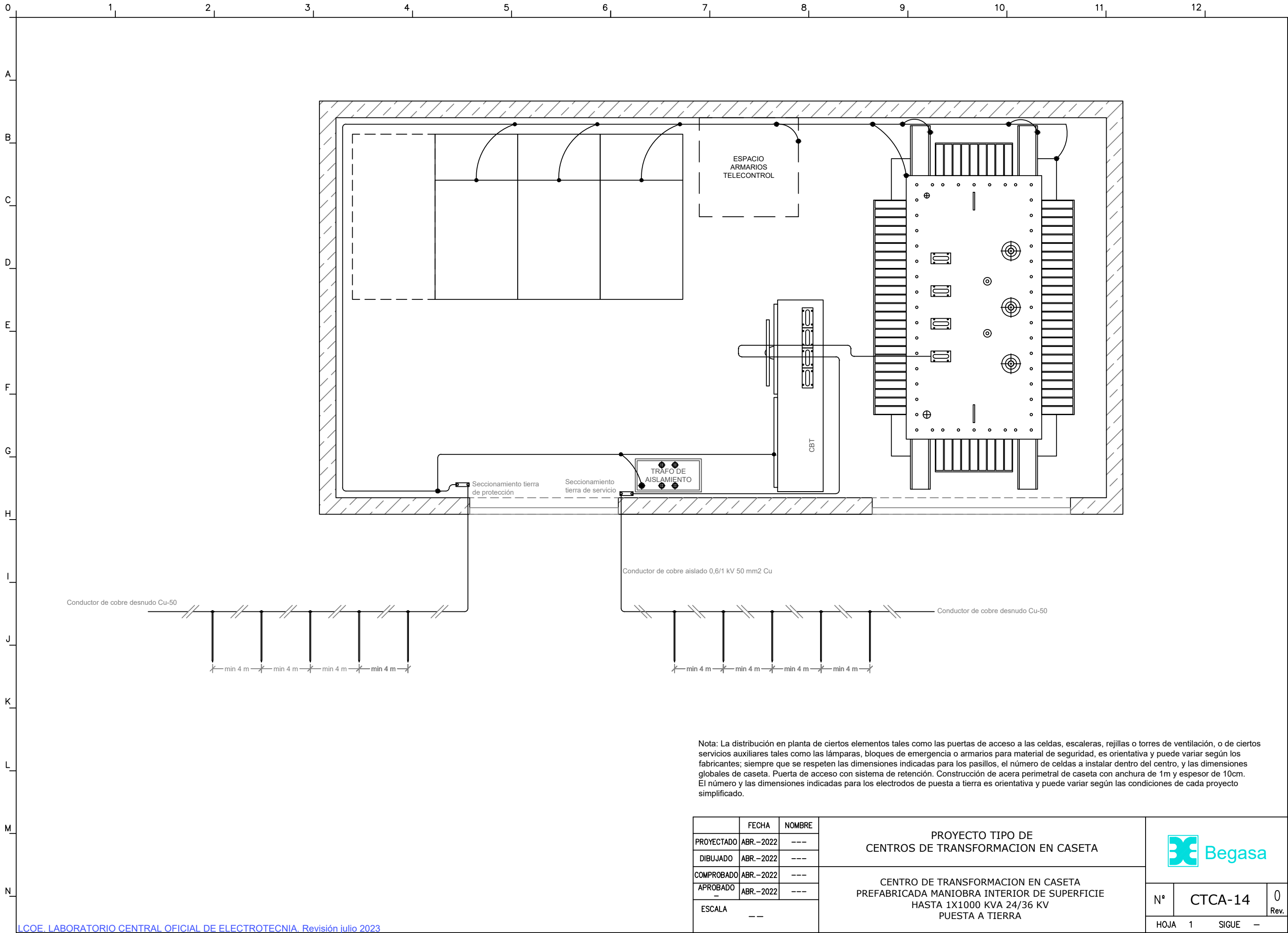


LCOE. LABORATORIO CENTRAL OFICIAL DE ELECTROTECNIA. Revisión julio 2023



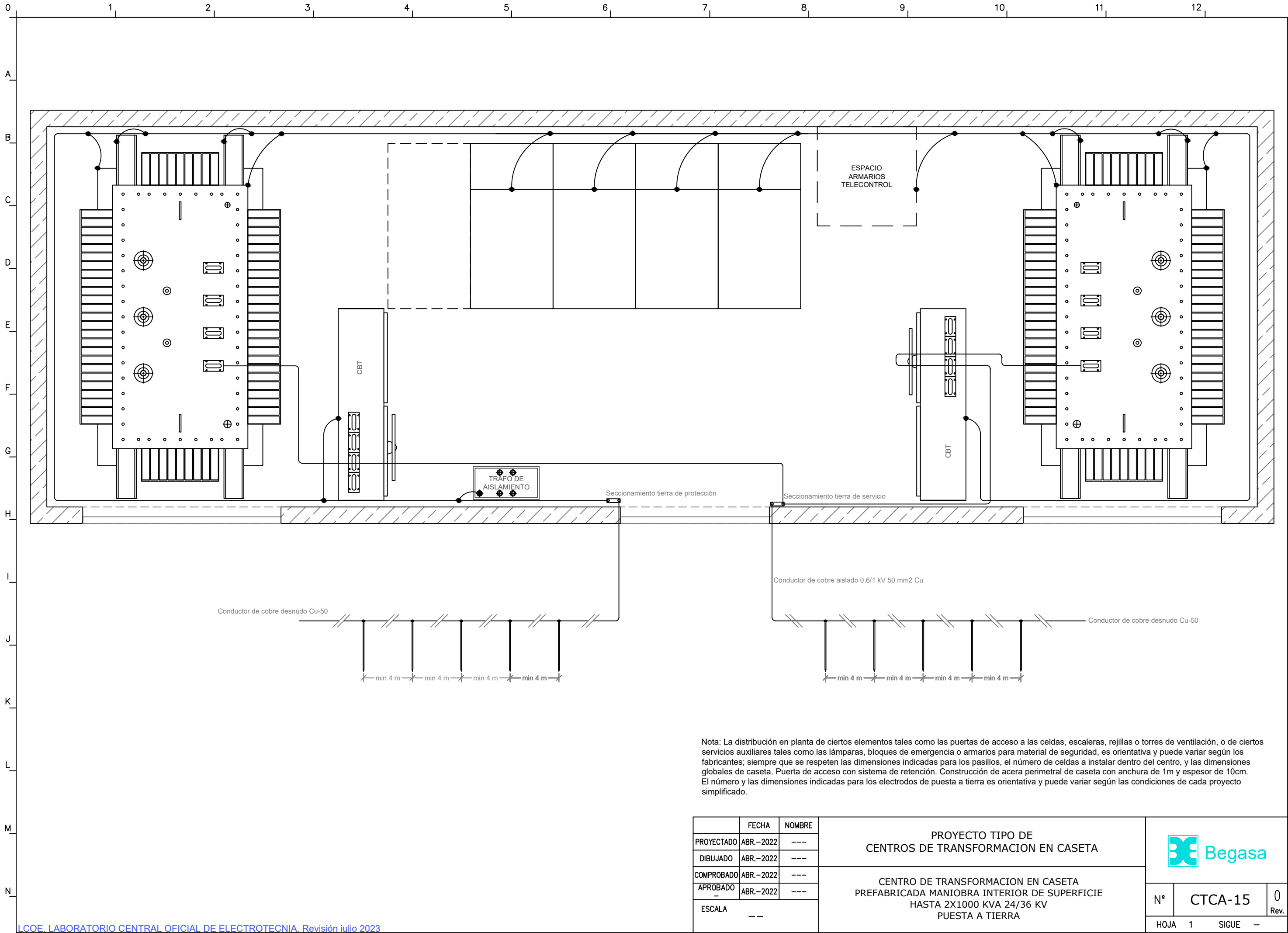
Nota: La distribución en planta de ciertos elementos tales como las puertas de acceso a las celdas, escaleras, rejillas o torres de ventilación, o de ciertos servicios auxiliares tales como las lámparas, bloques de emergencia o armarios para material de seguridad, es orientativa y puede variar según los fabricantes; siempre que se respeten las dimensiones indicadas para los pasillos, el número de celdas a instalar dentro del centro, y las dimensiones globales de caseta. Puerta de acceso con sistema de retención. Construcción de acera perimetral de caseta con anchura de 1m y espesor de 10cm. El número y las dimensiones indicadas para los electrodos de puesta a tierra es orientativa y puede variar según las condiciones de cada proyecto simplificado.

|            |           |        |   |  |   |         |           |
|------------|-----------|--------|---|--|---|---------|-----------|
|            | FECHA     | NOMBRE | PROYECTO TIPO DE<br>CENTROS DE TRANSFORMACION EN CASETA                                     |  |  |         |           |
| PROYECTADO | ABR.-2022 | ---    |   |  |   |         |           |
| DIBUJADO   | ABR.-2022 | ---    |   |  |   |         |           |
| COMPROBADO | ABR.-2022 | ---    | CENTRO DE SECCIONAMIENTO EN CASETA<br>PREFABRICADA MANIOBRA INTERIOR DE SUPERFICIE 24/36 KV |  | Nº  | CTCA-13 | 0<br>Rev. |
| APROBADO   | ABR.-2022 | ---    |   |  |   |         |           |
| ESCALA     | ---       | ---    |   |  | HOJA  | 1       | SIGUE -   |



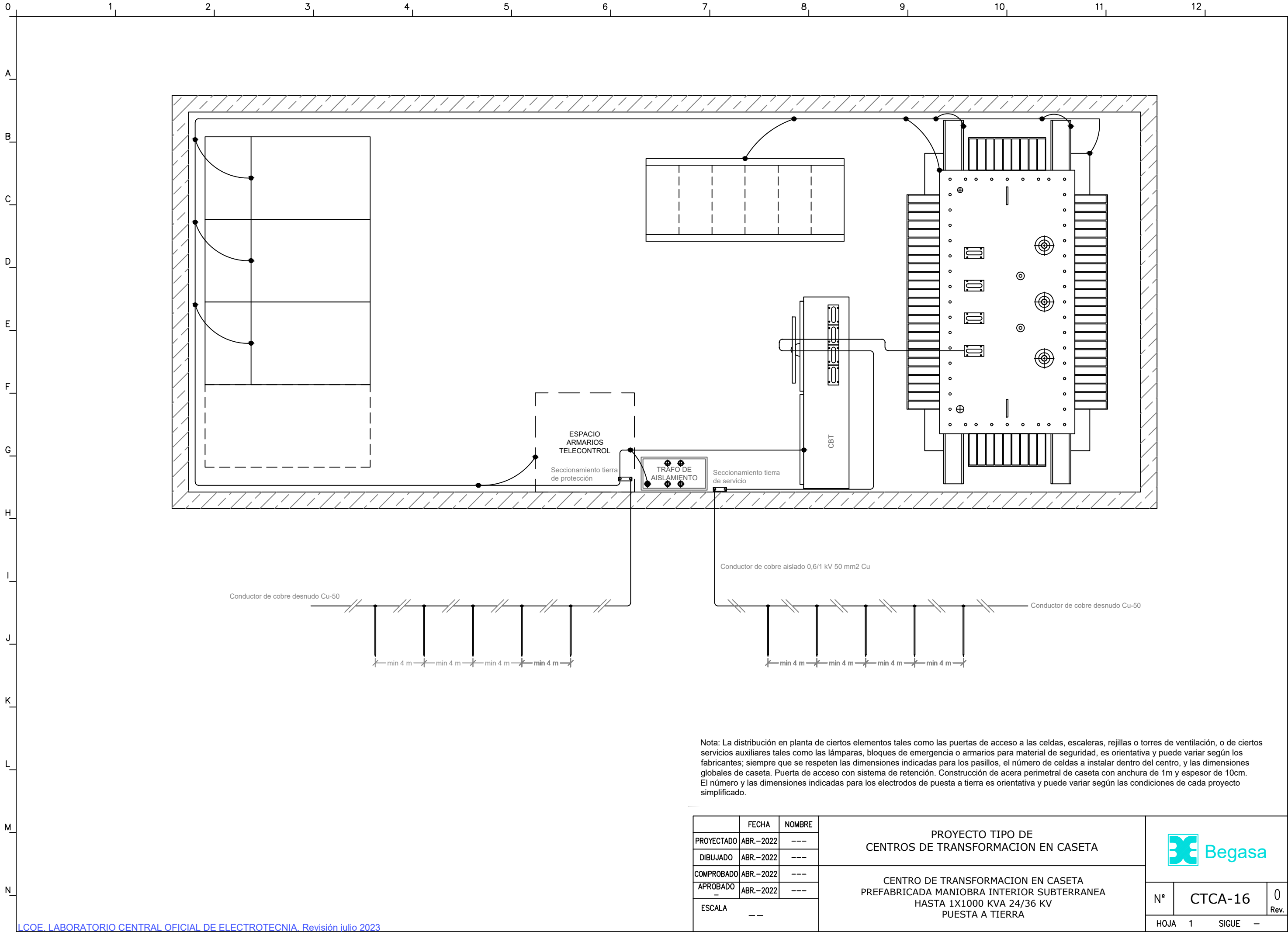
|            |           |        |  |  |  |
|------------|-----------|--------|--|--|--|
|            | FECHA     | NOMBRE | PROYECTO TIPO DE<br>CENTROS DE TRANSFORMACION EN CASETA  |  |  |
| PROYECTADO | ABR.-2022 | ---    |  |  |  |
| DIBUJADO   | ABR.-2022 | ---    | CENTRO DE TRANSFORMACION EN CASETA<br>PREFABRICADA MANIOBRA INTERIOR DE SUPERFICIE<br>HASTA 1X1000 KVA 24/36 KV<br>PUESTA A TIERRA |  |  |
| COMPROBADO | ABR.-2022 | ---    |  |  |  |
| APROBADO   | ABR.-2022 | ---    |  |  |  |
| ESCALA     | ---       | ---    |  |  |  |

|      |         |   |      |
|------|---------|---|------|
|      |         |  |      |
| Nº   | CTCA-14 | 0   | Rev. |
| HOJA | 1       | SIGUE   | —    |



|            |           |        |  |         |           |
|------------|-----------|--------|--|---------|-----------|
|            | FECHA     | NOMBRE | PROYECTO TIPO DE<br>CENTROS DE TRANSFORMACION EN CASETA  |         |           |
| PROYECTADO | ABR.-2022 | ---    |  |         |           |
| DIBUJADO   | ABR.-2022 | ---    | CENTRO DE TRANSFORMACION EN CASETA<br>PREFABRICADA MANIOBRA INTERIOR DE SUPERFICIE<br>HASTA 2X1000 KVA 24/36 KV<br>PUESTA A TIERRA |         |           |
| COMPROBADO | ABR.-2022 | ---    |  |         |           |
| APROBADO   | ABR.-2022 | ---    |  |         |           |
| ESCALA     | ---       |        |  |         |           |
|            |           |        | Nº   | CTCA-15 | 0<br>Rev. |
|            |           |        | HOJA   | 1       | SIGUE --  |

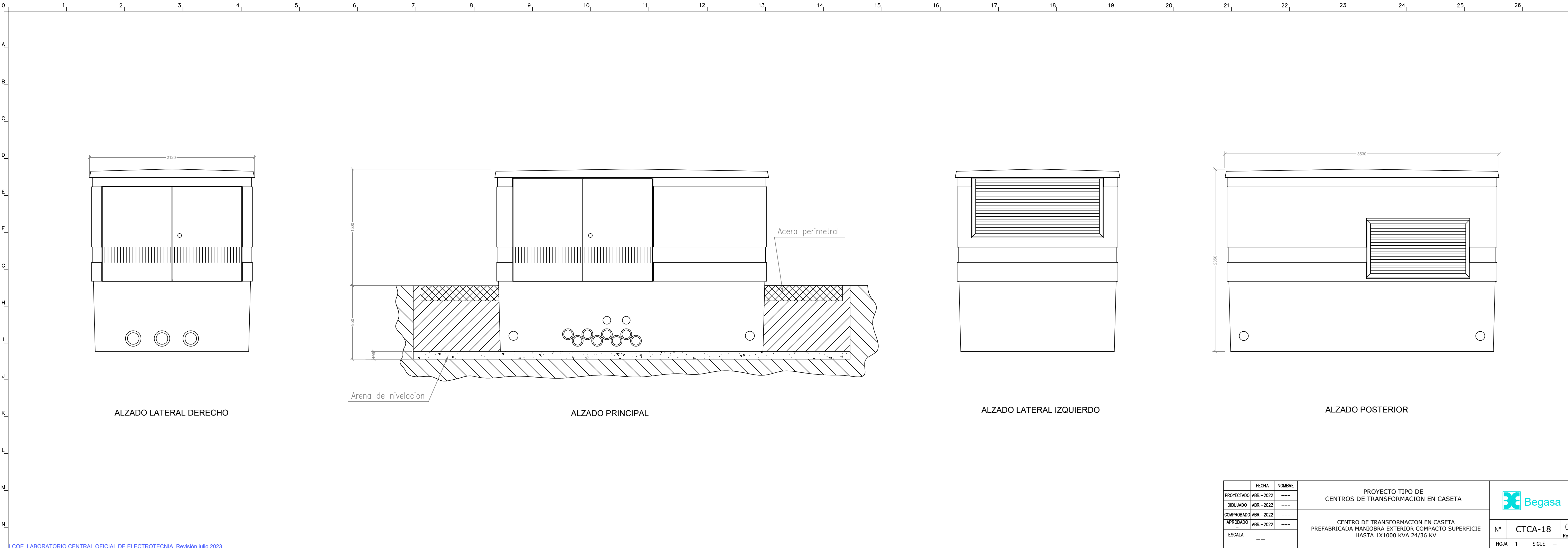




|            |           |        |  |         |           |
|------------|-----------|--------|--|---------|-----------|
|            | FECHA     | NOMBRE | PROYECTO TIPO DE<br>CENTROS DE TRANSFORMACION EN CASETA  |         |           |
| PROYECTADO | ABR.-2022 | ---    |  |         |           |
| DIBUJADO   | ABR.-2022 | ---    | CENTRO DE TRANSFORMACION EN CASETA<br>PREFABRICADA MANIOBRA INTERIOR SUBTERRANEA<br>HASTA 1X1000 KVA 24/36 KV<br>PUESTA A TIERRA |         |           |
| COMPROBADO | ABR.-2022 | ---    |  |         |           |
| APROBADO   | ABR.-2022 | ---    |  |         |           |
| ESCALA     | ---       | ---    |  |         |           |
|            |           |        | Nº   | CTCA-16 | 0<br>Rev. |
|            |           |        | HOJA   | 1       | SIGUE --  |



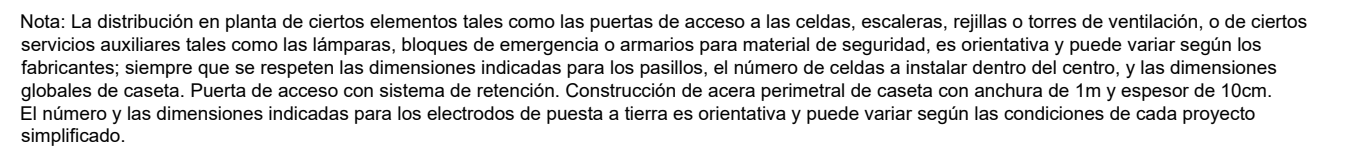




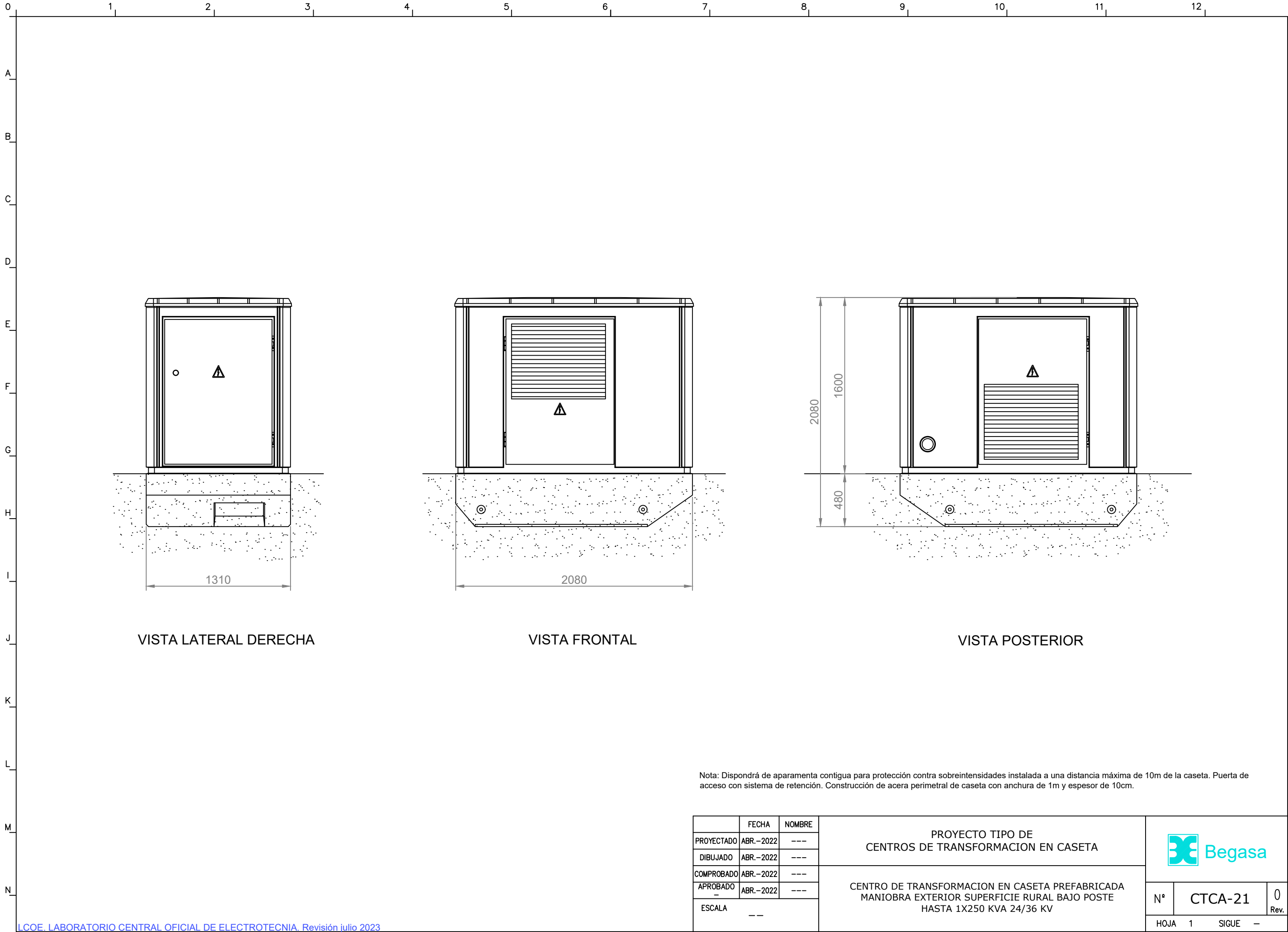
LCOF, LABORATORIO CENTRAL OFICIAL DE ELECTROTECNIA. Revisión julio 2023

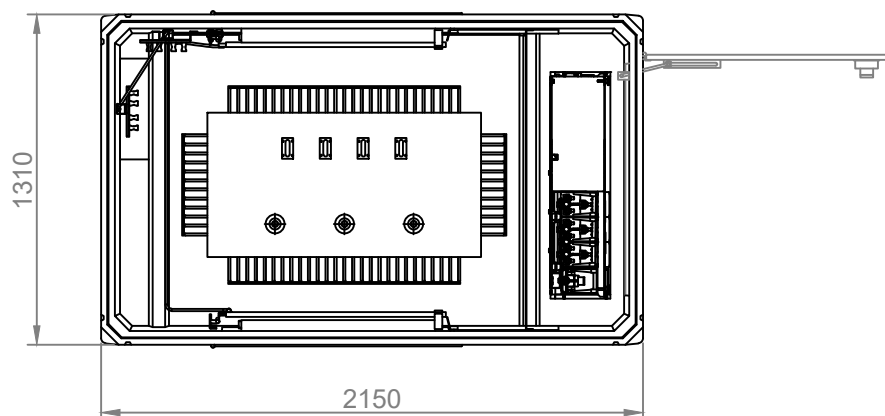
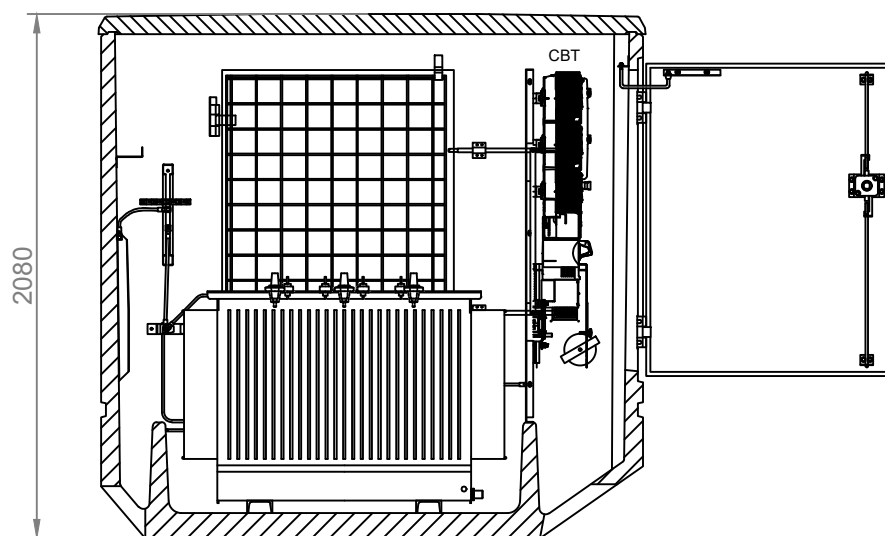
|            |           |        |   |  |  |   |         |           |    |
|------------|-----------|--------|---|--|--|---|---------|-----------|----|
|            | FECHA     | NOMBRE | PROYECTO TIPO DE<br>CENTROS DE TRANSFORMACION EN CASETA   |  |  |  |         |           |    |
| PROYECTADO | ABR.-2022 | ---    |   |  |  |   |         |           |    |
| DIBUJADO   | ABR.-2022 | ---    | CENTRO DE TRANSFORMACION EN CASETA<br>PREFABRICADA MANIOBRA EXTERIOR COMPACTO SUPERFICIE<br>HASTA 1X1000 KVA 24/36 KV |  |  | Nº  | CTCA-18 | 0<br>Rev. |    |
| COMPROBADO | ABR.-2022 | ---    |   |  |  |   |         |           |    |
| APROBADO   | ABR.-2022 | ---    |   |  |  |   |         |           |    |
| ESCALA     | --        |        |   |  |  | HOJA  | 1       | SIGUE     | -- |






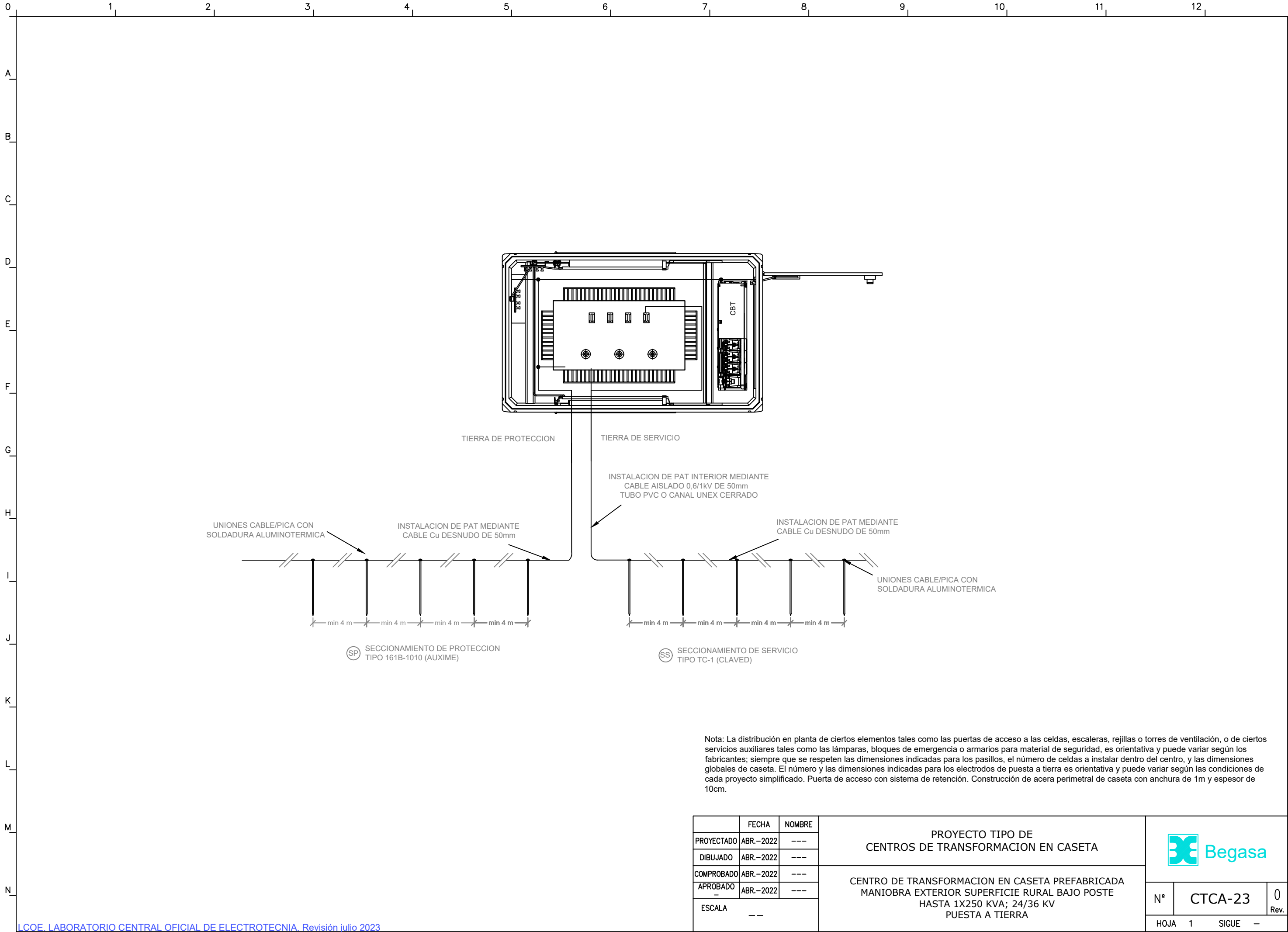
|               |           |        |   |  |         |           |
|---------------|-----------|--------|---|--|---------|-----------|
|               | FECHA     | NOMBRE | PROYECTO TIPO DE<br>CENTROS DE TRANSFORMACION EN CASETA   |  Begasa |         |           |
| PROYECTADO    | ABR.-2022 | ---    |   |  |         |           |
| DIBUJADO      | ABR.-2022 | ---    |   |  |         |           |
| COMPROBADO    | ABR.-2022 | ---    | CENTRO DE TRANSFORMACION EN CASETA<br>PREFABRICADA MANIOBRA EXTERIOR COMPACTO SUPERFICIE<br>HASTA 1X1000 KVA; 24/36 KV<br>PUESTA A TIERRA | Nº   | CTCA-20 | 0<br>Rev. |
| APROBADO<br>— | ABR.-2022 | ---    |   |  |         |           |
| ESCALA<br>— — |           |        |   |  | HOJA    | 1         |



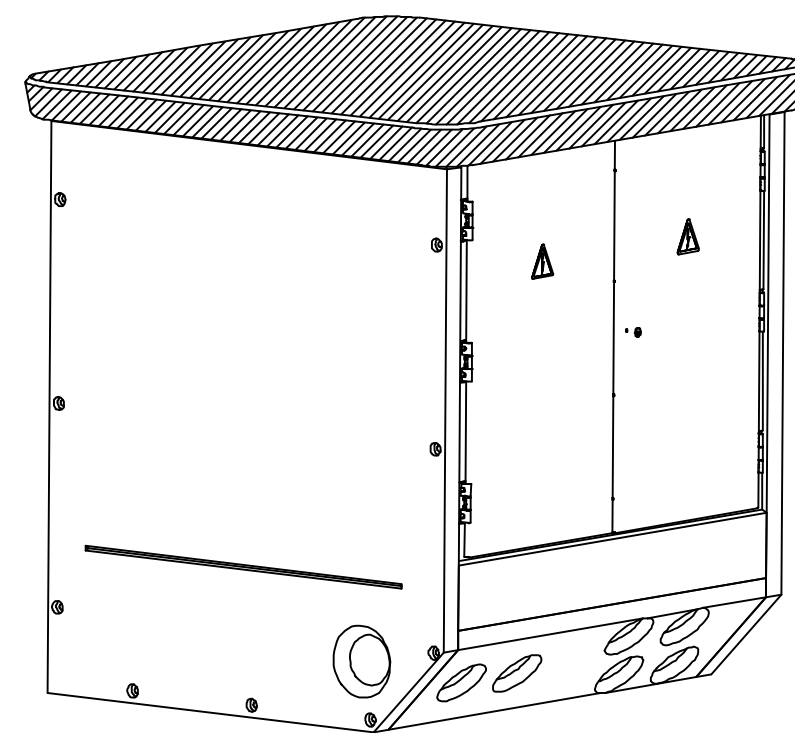
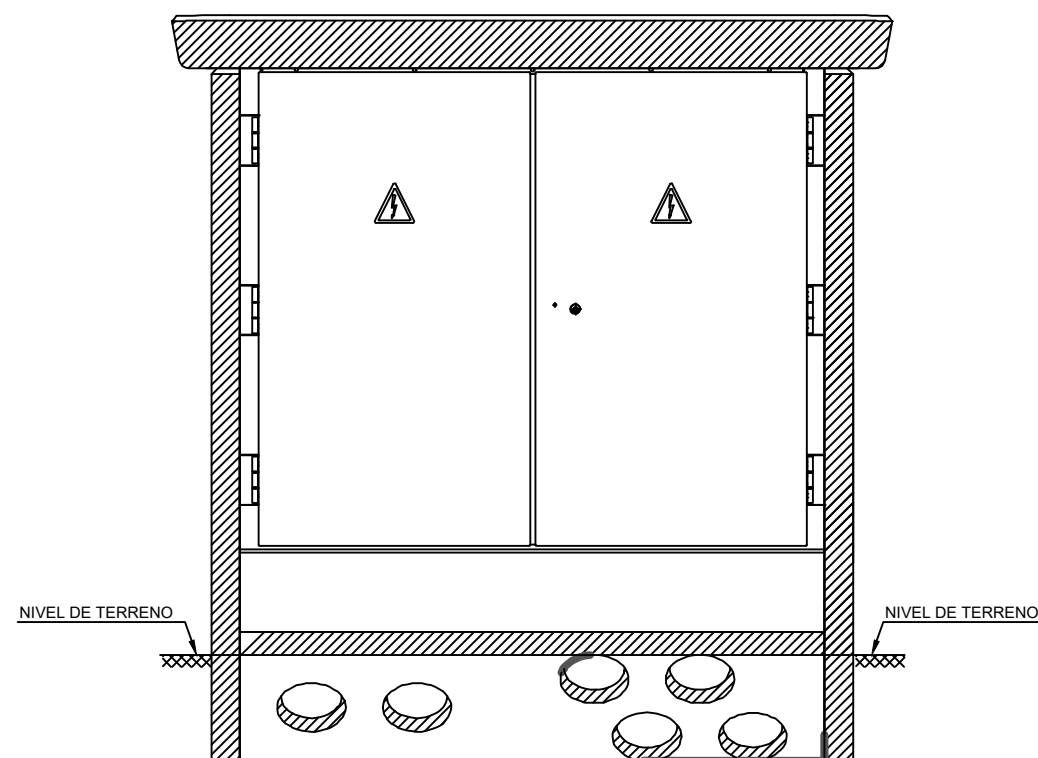
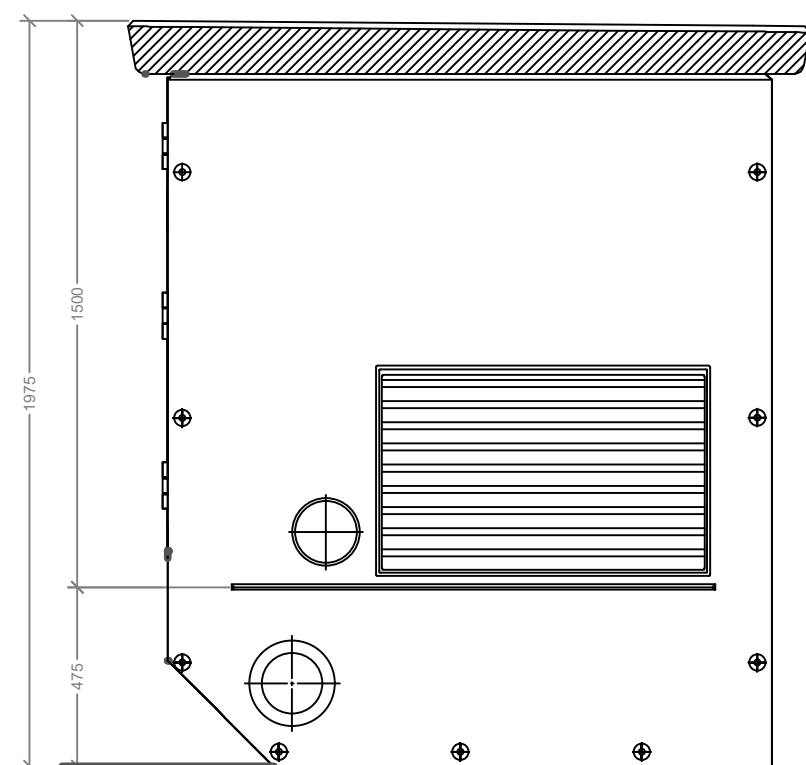


Nota: La distribución en planta de ciertos elementos tales como las puertas de acceso a las celdas, escaleras, rejillas o torres de ventilación, o de ciertos servicios auxiliares tales como las lámparas, bloques de emergencia o armarios para material de seguridad, es orientativa y puede variar según los fabricantes; siempre que se respeten las dimensiones indicadas para los pasillos, el número de celdas a instalar dentro del centro, y las dimensiones globales de caseta. Dispondrá de aparamenta contigua para protección contra sobrecorrientes instalada a una distancia máxima de 10m de la caseta. Puerta de acceso con sistema de retención. Construcción de acero perimetral de caseta con anchura de 1m y espesor de 10cm.


|            |           |        |   |  |   |         |           |
|------------|-----------|--------|---|--|---|---------|-----------|
|            | FECHA     | NOMBRE | <b>PROYECTO TIPO DE<br/>CENTROS DE TRANSFORMACION EN CASETA</b>   |  |  |         |           |
| PROYECTADO | ABR.-2022 | ---    |   |  |   |         |           |
| DIBUJADO   | ABR.-2022 | ---    |   |  |   |         |           |
| COMPROBADO | ABR.-2022 | ---    | <b>CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EN CASETA PREFABRICADA<br/>MANIOBRA EXTERIOR SUPERFICIE RURAL BAJO POSTE<br/>HASTA 1X250 kVA; 24/36 KV<br/>PLANTA DISTRIBUCIÓN APARAMENTA</b> |  | Nº  | CTCA-22 | 0<br>Rev. |
| APROBADO   | ABR.-2022 | ---    |   |  |   |         |           |
| ESCALA     | ---       | ---    |   |  | HOJA  | 1       | SIGUE -   |



|            |           |        |  |         |           |
|------------|-----------|--------|--|---------|-----------|
|            | FECHA     | NOMBRE | PROYECTO TIPO DE<br>CENTROS DE TRANSFORMACION EN CASETA  |         |           |
| PROYECTADO | ABR.-2022 | ---    |  |         |           |
| DIBUJADO   | ABR.-2022 | ---    | CENTRO DE TRANSFORMACION EN CASETA PREFABRICADA<br>MANIOBRA EXTERIOR SUPERFICIE RURAL BAJO POSTE<br>HASTA 1X250 KVA; 24/36 KV<br>PUESTA A TIERRA |         |           |
| COMPROBADO | ABR.-2022 | ---    |  |         |           |
| APROBADO   | ABR.-2022 | ---    |  |         |           |
| ESCALA     | ---       | ---    |  |         |           |
|            |           |        | Nº   | CTCA-23 | 0<br>Rev. |
|            |           |        | HOJA   | 1       | SIGUE -   |



Nota: Puerta de acceso con sistema de retención. Construcción de acera perimetral de caseta con anchura de 1m y espesor de 10cm.

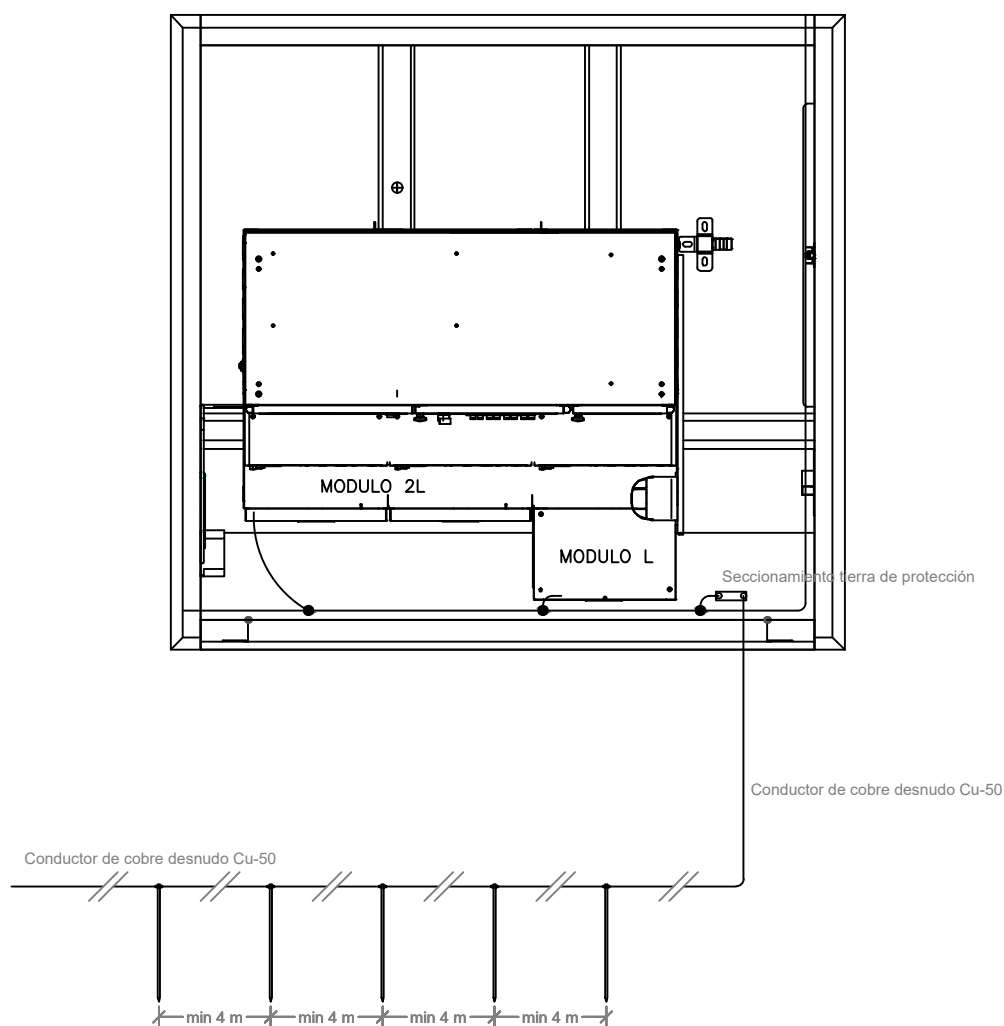
|              |           |        |  |  |      |         |       |
|--------------|-----------|--------|--|--|------|---------|-------|
|              | FECHA     | NOMBRE | <div><div>PROYECTO TIPO DE<br/>CENTROS DE TRANSFORMACION EN CASETA</div><div></div></div> |  |      |         |       |
| PROYECTADO   | ABR.-2022 | ---    |  |  |      |         |       |
| DIBUJADO     | ABR.-2022 | ---    |  |  |      |         |       |
| COMPROBADO   | ABR.-2022 | ---    |  |  |      |         |       |
| APROBADO     | ABR.-2022 | ---    | <div><div>CENTRO DE SECCIONAMIENTO EN CASETA<br/>PREFABRICADA MANIOBRA EXTERIOR COMPACTO SUPERFICIE<br/>24/36 KV</div></div>   |  | Nº   | CTCA-24 | 0     |
| ESCALA<br>-- |           |        |  |  | HOJA | 1       | SIGUE |






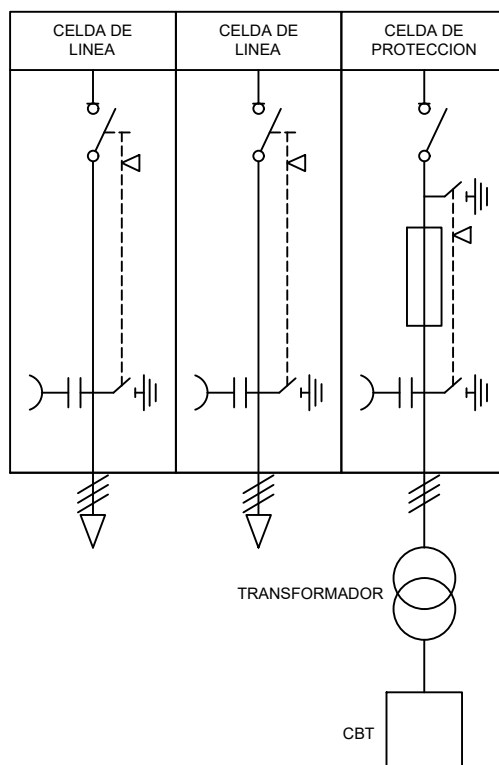
Nota: La distribución en planta de ciertos elementos tales como las puertas de acceso a las celdas, escaleras, rejas o torres de ventilación, o de ciertos servicios auxiliares tales como las lámparas, bloques de emergencia o armarios para material de seguridad, es orientativa y puede variar según los fabricantes; siempre que se respeten las dimensiones indicadas para los pasillos, el número de celdas a instalar dentro del centro, y las dimensiones globales de caseta. Puerta de acceso con sistema de retención. Construcción de acera perimetral de caseta con anchura de 1m y espesor de 10cm.


|               |           |        |  |         |           |
|---------------|-----------|--------|--|---------|-----------|
|               | FECHA     | NOMBRE | <div><div>PROYECTO TIPO DE<br/>CENTROS DE TRANSFORMACION EN CASETA</div><div><div><div></div></div><div>Begasa</div></div></div>                 |         |           |
| PROYECTADO    | ABR.-2022 | ---    |  |         |           |
| DIBUJADO      | ABR.-2022 | ---    |  |         |           |
| COMPROBADO    | ABR.-2022 | ---    |  |         |           |
| APROBADO<br>— | ABR.-2022 | ---    | <div><div>CENTRO DE SECCIONAMIENTO EN CASETA<br/>PREFABRICADA MANIOBRA EXTERIOR COMPACTO 24/36 KV<br/>PLANTA DISTRIBUCION APARAMENTA</div></div> |         |           |
| ESCALA<br>— — |           |        |  |         |           |
|               |           |        | Nº   | CTCA-25 | 0<br>Rev. |
|               |           |        | HOJA   | 1       | SIGUE —   |

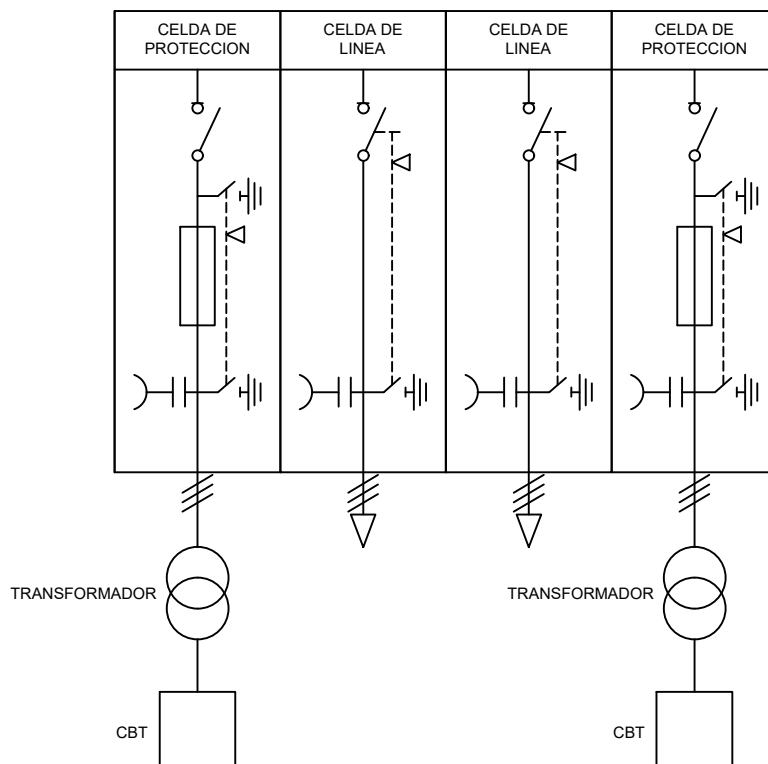



Nota: La distribución en planta de ciertos elementos tales como las puertas de acceso a las celdas, escaleras, rejillas o torres de ventilación, o de ciertos servicios auxiliares tales como las lámparas, bloques de emergencia o armarios para material de seguridad, es orientativa y puede variar según los fabricantes; siempre que se respeten las dimensiones indicadas para los pasillos, el número de celdas a instalar dentro del centro, y las dimensiones globales de caseta. El número y las dimensiones indicadas para los electrodos de puesta a tierra es orientativa y puede variar según las condiciones de cada proyecto simplificado. Puerta de acceso con sistema de retención. Construcción de acera perimetral de caseta con anchura de 1m y espesor de 10cm.

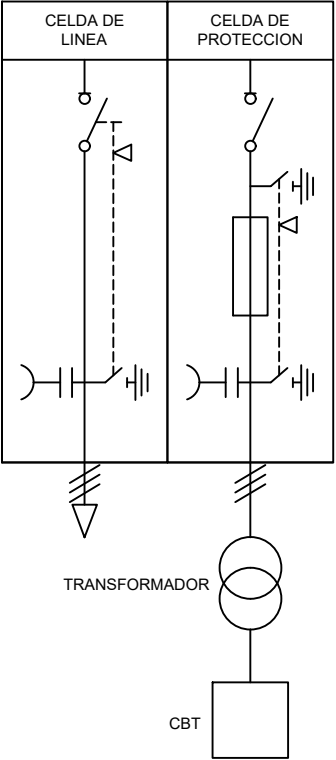
|            |           |        |   |  |  |   |         |         |
|------------|-----------|--------|---|--|--|---|---------|---------|
|            | FECHA     | NOMBRE | <b>PROYECTO TIPO DE<br/>CENTROS DE TRANSFORMACION EN CASETA</b>   |  |  |  |         |         |
| PROYECTADO | ABR.-2022 | ---    |   |  |  |   |         |         |
| DIBUJADO   | ABR.-2022 | ---    | <b>CENTRO DE SECCIONAMIENTO EN CASETA<br/>PREFABRICADA MANIOBRA EXTERIOR COMPACTO SUPERFICIE<br/>24/36 KV<br/>PUESTA A TIERRA</b> |  |  | Nº  | CTCA-26 | 0       |
| COMPROBADO | ABR.-2022 | ---    |   |  |  |   |         | Rev.    |
| APROBADO   | ABR.-2022 | ---    |   |  |  |   |         |         |
| ESCALA     | 1:1       |        |   |  |  | HOJA  | 1       | SIGUE - |




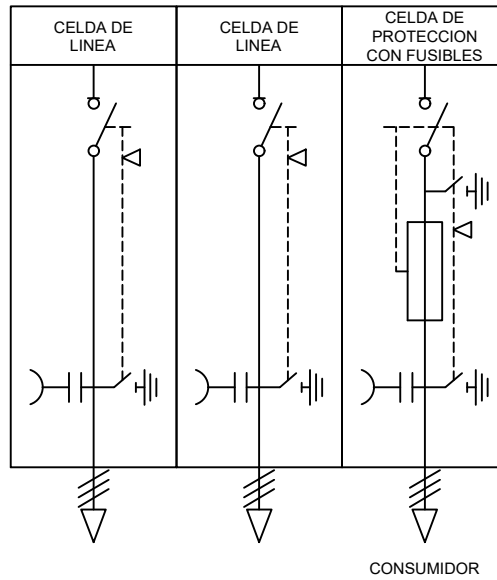
|            |           |        |  |  |   |         |
|------------|-----------|--------|--|--|---|---------|
|            | FECHA     | NOMBRE | PROYECTO TIPO DE<br>CENTROS DE TRANSFORMACION EN CASETA                      |  |  |         |
| PROYECTADO | ABR.-2022 | ---    |  |  |   |         |
| DIBUJADO   | ABR.-2022 | ---    | CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EN CASETA PREFABRICADA<br>ESQUEMA ELECTRICO CT 2L+P |  | Nº  | CTCA-27 |
| COMPROBADO | ABR.-2022 | ---    |  |  | 0   | Rev.    |
| APROBADO   | ABR.-2022 | ---    |  |  | HOJA  | 1       |
| ESCALA     | 1:1       |        | LSSC: LABORATORIO CENTRAL OFICIAL DE ELECTROTECNIA. Revision julio 2023      |  | SIGUE   | —       |




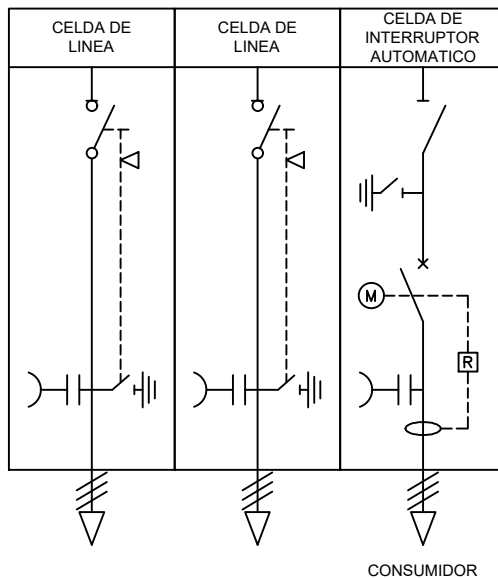
|            |           |        |   |  |   |         |
|------------|-----------|--------|---|--|---|---------|
|            | FECHA     | NOMBRE | PROYECTO TIPO DE<br>CENTROS DE TRANSFORMACION EN CASETA                       |  |  |         |
| PROYECTADO | ABR.-2022 | ---    |   |  |   |         |
| DIBUJADO   | ABR.-2022 | ---    | CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EN CASETA PREFABRICADA<br>ESQUEMA ELECTRICO CT 2L+2P |  | Nº  | CTCA-28 |
| COMPROBADO | ABR.-2022 | ---    |   |  | 0   | Rev.    |
| APROBADO   | ABR.-2022 | ---    |   |  |   |         |
| ESCALA     | 1:1       |        | HOJA 1 SIGUE -  |  |   |         |




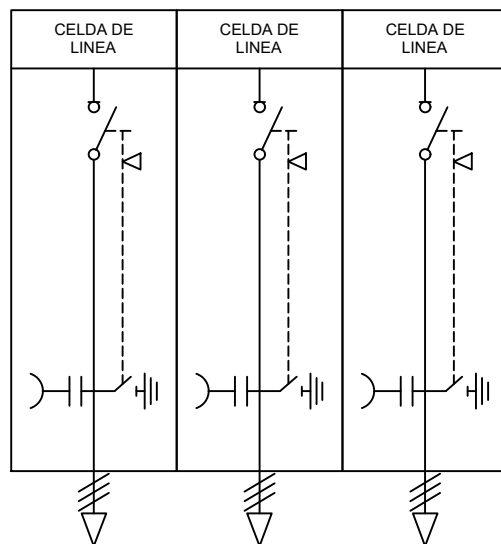
|            |           |        |   |  |   |         |
|------------|-----------|--------|---|--|---|---------|
|            | FECHA     | NOMBRE | PROYECTO TIPO DE<br>CENTROS DE TRANSFORMACION EN CASETA                     |  |  |         |
| PROYECTADO | ABR.-2022 | ---    |   |  |   |         |
| DIBUJADO   | ABR.-2022 | ---    | CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EN CASETA PREFABRICADA<br>ESQUEMA ELECTRICO CT L+P |  | Nº  | CTCA-29 |
| COMPROBADO | ABR.-2022 | ---    |   |  | 0   | Rev.    |
| APROBADO   | ABR.-2022 | ---    |   |  | HOJA  | 1       |
| ESCALA     | 1:1       |        | SIGUE   |  | —   |         |




|            |           |        |  |  |   |           |
|------------|-----------|--------|--|--|---|-----------|
|            | FECHA     | NOMBRE | PROYECTO TIPO DE<br>CENTROS DE TRANSFORMACION EN CASETA  |  |  |           |
| PROYECTADO | ABR.-2022 | ---    |  |  |   |           |
| DIBUJADO   | ABR.-2022 | ---    | CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EN CASETA PREFABRICADA<br>ESQUEMA ELECTRICO CS<br>SECCIONAMIENTO HASTA 250 KVA (24 kV)<br>O HASTA 400 KVA (36 kV) |  | Nº  | CTCA-30   |
| COMPROBADO | ABR.-2022 | ---    |  |  |   | 0         |
| APROBADO   | ABR.-2022 | ---    |  |  |   | Rev.      |
| ESCALA     | 1:1       |        |  |  | HOJA  | 1 SIGUE - |

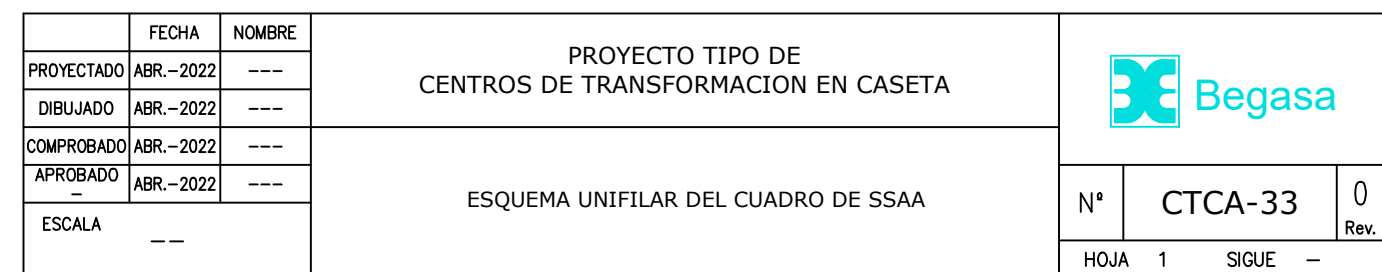


|            |           |        |  |  |   |           |
|------------|-----------|--------|--|--|---|-----------|
|            | FECHA     | NOMBRE | PROYECTO TIPO DE<br>CENTROS DE TRANSFORMACION EN CASETA  |  |  |           |
| PROYECTADO | ABR.-2022 | ---    |  |  |   |           |
| DIBUJADO   | ABR.-2022 | ---    | CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EN CASETA PREFABRICADA<br>ESQUEMA ELECTRICO CS<br>SECCIONAMIENTO SUPERIOR A 250 KVA (24 KV)<br>O SUPERIOR A 400 KVA (36 KV) |  | Nº  | CTCA-31   |
| COMPROBADO | ABR.-2022 | ---    |  |  | 0   | Rev.      |
| APROBADO   | ABR.-2022 | ---    |  |  |   |           |
| ESCALA     | ---       | ---    |  |  | HOJA  | 1 SIGUE - |



|  |           |        |   |  |   |         |           |   |
|--|-----------|--------|---|--|---|---------|-----------|---|
|  | FECHA     | NOMBRE | PROYECTO TIPO DE<br>CENTROS DE TRANSFORMACION EN CASETA                           |  |  |         |           |   |
| PROYECTADO   | ABR.-2022 | ---    |   |  |   |         |           |   |
| DIBUJADO   | ABR.-2022 | ---    |   |  |   |         |           |   |
| COMPROBADO   | ABR.-2022 | ---    | CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EN CASETA PREFABRICADA<br>ESQUEMA ELECTRICO CS O REPARTO |  | Nº  | CTCA-32 | 0<br>Rev. |   |
| APROBADO   | ABR.-2022 | ---    |   |  |   |         |           |   |
| ESCALA   |           |        |   |  |   |         |           |   |
| LOE. LABORATORIO CENTRAL OFICIAL DE ELECTROTECNIA. Revisión Julio 2023 |           |        |   |  | HOJA  | 1       | SIGUE     | - |





**PRESUPUESTO**

| POS                                 | CANTIDAD                       | UD | DESCRIPCION | P<br>UNITARIO | IMPORTE<br>TOTAL |
|-------------------------------------|--------------------------------|----|-------------|---------------|------------------|
| <b>1</b>                            | <b>BLOQUE 1: OBRA CIVIL</b>    |    |             |               |                  |
| 1.1                                 | EXCAVACION Y ACONDICIONAMIENTO |    |             |               |                  |
| 1.2                                 | EDIFICIO PREFABRICADO          |    |             |               |                  |
| 1.3                                 | ACERA PERIMETRAL               |    |             |               |                  |
| 1.4                                 | OTROS                          |    |             |               |                  |
| <b>IMPORTE TOTAL BLOQUE 1 .....</b> |                                |    |             |               |                  |

| POS                                 | CANTIDAD  | UD | DESCRIPCION | P<br>UNITARIO | IMPORTE<br>TOTAL |
|-------------------------------------|---|----|-------------|---------------|------------------|
| <b>2</b>                            | <b>BLOQUE 2: SUMINISTRO E INSTALACION DE APARAMENTA</b> |    |             |               |                  |
| 2.1                                 | APARAMENTA AT   |    |             |               |                  |
| 2.2                                 | TRANSFORMADOR   |    |             |               |                  |
| 2.3                                 | APARAMENTA BT   |    |             |               |                  |
| 2.4                                 | OTROS   |    |             |               |                  |
| <b>IMPORTE TOTAL BLOQUE 2 .....</b> |   |    |             |               |                  |

| POS                                 | CANTIDAD                             | UD | DESCRIPCION | P<br>UNITARIO | IMPORTE<br>TOTAL |
|-------------------------------------|--------------------------------------|----|-------------|---------------|------------------|
| <b>3</b>                            | <b>BLOQUE 3: MONTAJE</b>             |    |             |               |                  |
| 3.1                                 | CABLEADO Y CONEXIONES                |    |             |               |                  |
| 3.2                                 | DISPOSITIVOS DE PROTECCION Y CONTROL |    |             |               |                  |
| 3.3                                 | ALUMBRADO                            |    |             |               |                  |
| 3.4                                 | EQUIPOS AUXILIARES                   |    |             |               |                  |
| 3.5                                 | SEÑALIZACION Y SEGURIDAD             |    |             |               |                  |
| 3.6                                 | OTROS                                |    |             |               |                  |
| <b>IMPORTE TOTAL BLOQUE 3 .....</b> |                                      |    |             |               |                  |

| POS                                 | CANTIDAD                         | UD | DESCRIPCION | P<br>UNITARIO | IMPORTE<br>TOTAL |
|-------------------------------------|----------------------------------|----|-------------|---------------|------------------|
| <b>4</b>                            | <b>BLOQUE 4: PUESTA A TIERRA</b> |    |             |               |                  |
| 4.1                                 | TIERRAS INTERIORES               |    |             |               |                  |
| 4.2                                 | TIERRAS EXTERIORES               |    |             |               |                  |
| 4.3                                 | ELECTRODOS                       |    |             |               |                  |
| 4.4                                 | OTROS                            |    |             |               |                  |
| <b>IMPORTE TOTAL BLOQUE 4 .....</b> |                                  |    |             |               |                  |

| POS                                 | CANTIDAD                | UD | DESCRIPCION | P<br>UNITARIO | IMPORTE<br>TOTAL |
|-------------------------------------|-------------------------|----|-------------|---------------|------------------|
| <b>5</b>                            | <b>BLOQUE 5: VARIOS</b> |    |             |               |                  |
| 5.1                                 | ENSAYOS                 |    |             |               |                  |
| 5.2                                 | MEDICIONES              |    |             |               |                  |
| 5.3                                 | PUESTA EN MARCHA        |    |             |               |                  |
| 5.4                                 | OTROS                   |    |             |               |                  |
| <b>IMPORTE TOTAL BLOQUE 5 .....</b> |                         |    |             |               |                  |

| POS                                 | CANTIDAD                                     | UD | DESCRIPCION | P<br>UNITARIO | IMPORTE<br>TOTAL |
|-------------------------------------|--|----|-------------|---------------|------------------|
| <b>6</b>                            | <b>BLOQUE 6: SEGURIDAD Y SALUD</b>           |    |             |               |                  |
| 6.1                                 | PRESUPUESTO DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD |    |             |               |                  |
| <b>IMPORTE TOTAL BLOQUE 6</b> ..... |  |    |             |               |                  |

| POS                                 | CANTIDAD                                       | UD | DESCRIPCION | P<br>UNITARIO | IMPORTE<br>TOTAL |
|-------------------------------------|--|----|-------------|---------------|------------------|
| <b>7</b>                            | <b>BLOQUE 7: GESTION DE RESIDUOS</b>           |    |             |               |                  |
| 7.1                                 | PRESUPUESTO DEL ESTUDIO DE GESTION DE RESIDUOS |    |             |               |                  |
| <b>IMPORTE TOTAL BLOQUE 7</b> ..... |  |    |             |               |                  |

**ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD**

## Índice

|   |            |
|---|------------|
| <b>1. OBJETIVO Y ÁMBITO DE APLICACIÓN .....</b>                   | <b>235</b> |
| <b>2. DEFINICIONES .....</b>                                      | <b>235</b> |
| <b>3. REFERENCIAS .....</b>                                       | <b>238</b> |
| <b>4. OBLIGATORIEDAD DEL ESS O EBSS EN LAS OBRAS .....</b>        | <b>238</b> |
| <b>5. CONSIDERACIONES GENERALES.....</b>                          | <b>239</b> |
| <b>6. CONTENIDO DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD .....</b>        | <b>241</b> |
| 6.1. MEMORIA .....  | 242        |
| 6.2. PLIEGO DE CONDICIONES .....                                  | 246        |
| 6.3. PLANOS .....   | 248        |
| 6.4. MEDICIONES .....   | 249        |
| 6.5. PRESUPUESTO .....  | 250        |
| <b>7. CONTENIDO DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD .....</b> | <b>252</b> |
| 7.1. MEMORIA .....  | 252        |
| 7.2. PLIEGO DE CONDICIONES.....                                   | 256        |
| 7.3. PLANOS, DETALLES Y DIAGRAMAS .....                           | 258        |
| 7.4. DESGLOSE PRESUPUESTARIO.....                                 | 259        |
| <b>8. OTROS ASPECTOS A INCORPORAR EN LOS ESS Y EBSS .....</b>     | <b>259</b> |

## 1. Objetivo y Ámbito de Aplicación

LA EMPRESA ha acometido la tarea de Normalizar y estandarizar la realización de los proyectos tipo de sus centros de transformación.

Hay que destacar que, aunque en el título del presente documento se hace referencia explícita al Estudio de Seguridad y Salud lo expuesto a continuación engloban tanto los artículos 5 y 6 relativos al Estudio de seguridad y Salud y el Estudio Básico de Seguridad y Salud, del Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de construcción.

Con el propósito de gestionar adecuadamente los aspectos de seguridad y salud relacionados con las obras de construcción, se relatan a continuación los requisitos mínimos asociados al Estudio Básico de Seguridad y Salud (en adelante EBSS) o al Estudio de Seguridad y Salud (en adelante ESS) que según corresponda debe formar parte de cada proyecto para que las obras se desarrollen en las más adecuadas condiciones de seguridad y salud.

A nivel legal o normativo el cumplimiento de estas recomendaciones u obligaciones se realizará juntamente con las medidas correctoras o compensatorias recogidas en los Estudios de Impacto y Declaraciones de Impacto de la administración cuando la infraestructura conlleve la realización de trámite ambiental.

El contenido de este documento será de aplicación a todas las obras e instalaciones promovidas por LA EMPRESA y reguladas por el R.D. 1627/1997.

Según lo anterior, los perfiles formativos, instrucciones y procedimientos indicados en el presente documento serán de aplicación para las obras en las que LA EMPRESA sea la promotora de las mismas. En obras que sean realizadas por terceros que una vez terminadas sean cedidas a LA EMPRESA deberán de cumplir estrictamente lo indicado en la legislación vigente.

## 2. Definiciones

**Obra de construcción u obra:** cualquier obra, pública o privada, en la que se efectúen trabajos de construcción o ingeniería civil cuya relación no exhaustiva figura en el anexo I del Real Decreto 1627/97.

**Trabajos con riesgos especiales:** trabajos cuya realización exponga a los trabajadores a riesgos de especial gravedad para su seguridad y salud, comprendidos los indicados en la relación no exhaustiva que figura en el anexo II del Real Decreto 1627/97.

**Proyecto:** conjunto de documentos mediante los cuales se definen y determinan las exigencias técnicas de las obras de construcción, de acuerdo con las especificaciones requeridas por la normativa técnica aplicable a cada obra. Se considera que la documentación técnica y económica de un proyecto está formada, como mínimo, por: memoria, pliego de condiciones, planos, mediciones y presupuesto. Del mismo modo, formará parte de dicha documentación el estudio o estudio básico de seguridad y salud, según corresponda.

**Obras de construcción con proyecto:** Son aquellas donde es legalmente exigible un proyecto.

**Promotor:** cualquier persona física o jurídica por cuenta de la cual se realice una obra.

**Proyectista:** el autor o autores, por encargo del promotor, de la totalidad o parte del proyecto de obra.

**Coordinador en materia de seguridad y de salud durante la elaboración del proyecto de obra:** el técnico competente designado por el promotor para coordinar, durante la fase del proyecto de obra, la aplicación de los principios que se mencionan en el artículo 8 del Real decreto 1627/97. La designación de los coordinadores en materia de seguridad y salud durante la elaboración del proyecto de obra y durante la ejecución de la obra podrá recaer en la misma persona. En relación con la intervención de uno o varios proyectistas de cara, entre otros, a la designación de un coordinador en materia de seguridad y salud durante la elaboración del proyecto (artículo 3 del Real Decreto 1627/1997), se distinguen dos posibles situaciones:

- Cuando la totalidad del proyecto de obra sea encargado por el promotor mediante contrato a una persona física o jurídica cualificada, se entiende que esta es la autora o la responsable de la autoría del proyecto y que en la elaboración del mismo interviene un único proyectista. Tal consideración es independiente de que la firma del proyecto le corresponda, en todo caso, a personas físicas (proyectistas). En este caso no se precisa la designación del coordinador en materia de seguridad y de salud durante la elaboración del proyecto de obra por existir un único proyectista. Será necesario que sea este último quien aplique al proyecto de obra los principios generales especificados en el artículo 8, apartados 1 y 2, del Real Decreto 1627/1997.
- Cuando la totalidad del proyecto sea encargado por el promotor mediante contrato a varias personas físicas o jurídicas cualificadas, se entiende que estas son los autores del proyecto y, por lo tanto, que en la elaboración del mismo intervienen varios proyectistas. Igualmente, debe entenderse que existen varios proyectistas cuando el



promotor encarga (mediante contrato) partes de un mismo proyecto (cimentación, estructura, instalaciones, etc.) a diferentes personas físicas o jurídicas cualificadas. En ambos casos se mantendrá entre todos los proyectistas la necesaria coordinación, sin que se produzca duplicidad en la documentación. Tal consideración es independiente de que la firma del proyecto le corresponda, en todo caso, a personas físicas (proyectistas). Cuando en la elaboración del proyecto intervengan varios proyectistas, la coordinación entre ellos debe hacerse extensiva al ámbito de la prevención de riesgos laborales a través del correspondiente coordinador en materia de seguridad y salud durante la elaboración del proyecto de obra, designado por el promotor.

**Estudio de seguridad y salud:** documento será elaborado por el técnico competente designado por el promotor. Cuando deba existir un coordinador en materia de seguridad y salud durante la elaboración del proyecto de obra, le corresponderá a este elaborar o hacer que se elabore, bajo su responsabilidad, dicho estudio. Los documentos que configuran un estudio de seguridad y salud son los mismos que los que conforman el proyecto del que forma parte.

**Contratista:** la persona física o jurídica que asume contractualmente ante el promotor, con medios humanos y materiales, propios o ajenos, el compromiso de ejecutar la totalidad o parte de las obras con sujeción al proyecto y al contrato.

**Subcontratista:** la persona física o jurídica que asume contractualmente ante el contratista, empresario principal, el compromiso de realizar determinadas partes o instalaciones de la obra, con sujeción al proyecto por el que se rige su ejecución.

**Procedimientos:** forma especificada de realización de una actividad. Tiene que incluir, como mínimo, qué debe realizarse y cómo debe hacerse. Conviene especificar, además, su objetivo y otras precisiones relativas a su planificación y organización.

**Proceso constructivo:** secuencia ordenada de los trabajos a ejecutar en una obra organizada por fases, tareas y operaciones en las que se divide la misma.

**Orden de ejecución de los trabajos:** asignación de tiempos y ordenación de las posibles concurrencias, solapamientos y simultaneidades.

### 3. Referencias

Se incluye un listado, meramente orientativo y no exhaustivo, de la legislación aplicable en el ámbito de la seguridad y salud para la elaboración del presente documento.

- Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de Prevención de riesgos laborales, corrección de errores y modificaciones posteriores.
- Real Decreto 39/1997 de 17 de Enero, por el que se aprueba el Reglamento de los servicios de prevención, corrección de errores y modificaciones posteriores.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 171/2004 de 30 de Enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la LPRL en materia de coordinación de actividades empresariales.
- Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a las obras de construcción.

No obstante, y pese a las referencias legislativas indicadas en el presente punto se tendrá en cuenta que será siempre de aplicación la legislación vigente en el momento de redacción del proyecto.

### 4. Obligatoriedad del ESS o EBSS en las Obras

En el Estudio o Estudio Básico se establecerán las bases y, sobre todo, los niveles y requisitos preventivos mínimos a tener en cuenta por parte del contratista, por lo tanto debe de quedar claramente definido y desarrollado la obligatoriedad del ESS o del EBSS en las obras.

El promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un Estudio de Seguridad y Salud en los proyectos de obras en que se den alguno de los supuestos siguientes:

- Que el presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto sea igual o superior a 450.759,08 euros.
- Que la duración estimada sea superior a 30 días laborables, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- Que el volumen de mano de obra estimada, entendiendo por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, sea superior a 500.

- Las obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas. El concepto de "conducciones subterráneas" que se recoge en este apartado comprende las tareas relativas a cualquier tipo de trabajo que sea necesario ejecutar para la correcta instalación de conducciones enterradas, siempre que estas se realicen por debajo de la cota del terreno, no sean a cielo abierto y requieran la presencia de trabajadores en su interior.

En los proyectos de obras no incluidos en ninguno de los anteriores supuestos, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un EBSS.

## **5. Consideraciones generales**

El ESS o el EBSS de una determinada obra es un documento coherente con el proyecto, que formando parte del mismo y partiendo de todos los elementos proyectados y de unas hipótesis de ejecución (incluidos los previsibles trabajos posteriores), contiene las medidas de prevención y protección técnica necesarias para la realización de la obra en condiciones de seguridad y salud.

En este sentido el ESS y el EBSS deberá contemplar la totalidad de las actividades que se prevea realizar en la obra, incluidas aquellas para las que administrativamente se exija un proyecto específico, una memoria valorada o cualquier otro documento de similares características. Por ejemplo: instalación de grúa, montaje e instalación de andamios, instalación eléctrica de la obra, etc.

No obstante, y pese a todo lo anterior, existen determinadas obras en las que su especial envergadura y complejidad puede conllevar una inicial indefinición de la naturaleza y técnicas constructivas de algunos de los trabajos a realizar, y por tanto, el proyecto inicial de las mismas no dispone de la información necesaria que permita, en esa fase del proceso, la realización detallada del ESS o el EBSS de toda la obra. Consecuentemente, en estos casos, los requisitos de documentación que se citan en este apartado se cumplimentarán tomando como base la información disponible e incluyendo, cuando ésta no sea completa, los criterios y procedimientos de organización, coordinación, seguimiento y control que permitan, en cada fase de la obra, establecer de forma concreta y cuantificada las medidas de prevención y protección requeridas para el desarrollo de los distintos trabajos.

El ESS y el EBSS junto con el proyecto son elementos esenciales y punto de partida para la planificación preventiva de la obra.

Para dotar al ESS o el EBSS de su carácter preventivo en relación con el proyecto del que forma parte hay que tener presentes, entre otras, las siguientes premisas:

- El proyecto integra la prevención en su origen mediante la aplicación del artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- El proyecto define cómo ha de realizarse la obra (incluidos los medios técnicos y los materiales a utilizar) y establece un plan de ejecución para la misma.

Por lo tanto, y dado que el ESS y el EBSS debe contemplar los dos aspectos anteriores (realización y ejecución), se recomienda que ambos documentos (proyecto y estudio) se elaboren simultáneamente para conseguir la coherencia de los aspectos preventivos entre ellos.

El ESS al que se refiere el apartado 1 del artículo 4 del RD 1627/1997 y el EBSS al que se refiere el apartado 2 del artículo 4 del mismo real decreto, será elaborado por el técnico competente designado por el promotor. Cuando deba existir un coordinador en materia de seguridad y salud durante la elaboración del proyecto de obra, le corresponderá a éste elaborar o hacer que se elabore, bajo su responsabilidad, dicho estudio.

El ESS y el EBSS (elaborado junto con el proyecto) corresponde al proyectista y deberá ser realizado por un técnico competente, independientemente del hecho de que el promotor no esté obligado a designar coordinador en materia de seguridad y de salud durante la elaboración del proyecto.

Como se ha expresado, el ESS y el EBSS deberá tener en cuenta, en su caso, cualquier tipo de actividad que se lleve a cabo en la obra, debiendo estar localizadas e identificadas las zonas en las que se presten trabajos incluidos en uno o varios de los apartados del anexo II del RD 1627/1997, así como sus correspondientes medidas específicas.

Se tendrá en consideración cualquier actividad propia de la obra, tenga o no carácter constructivo, como puede ser: tareas de vigilancia, suministro de materiales, reuniones de coordinación, actividades de información, visitas de personas ajenas a la ejecución, etc.

El Real Decreto 1627/1997 hace nuevamente alusión a los trabajos con riesgos especiales incluidos en la lista no exhaustiva del anexo II. Por ello será preciso identificar y localizar estas zonas determinando las medidas específicas necesarias para eliminar o reducir cada uno de los riesgos que puedan presentarse. Resultaría conveniente concretar para cada zona qué trabajos con riesgos especiales existen y las correspondientes medidas preventivas a implantar para eliminar o reducir cada uno de ellos.

En todo caso, tanto en el ESS como en el EBSS se contemplarán también las previsiones y las informaciones útiles para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores.

Se entiende por trabajos posteriores los de reparación, conservación y mantenimiento de la totalidad de la obra en sí misma y de sus instalaciones una vez entregada (sustitución de material de cubrición, biondas, luminarias, equipos, limpieza de canalones, bajantes, muros cortina, lucernarios, cunetas, mantenimiento de instalaciones, desbroces, etc.).

Se deberán prever los elementos de seguridad y salud (medios auxiliares, puntos de anclaje, etc.) y la información necesarios para el desarrollo de los trabajos contemplados en este apartado, incluyendo el acceso a los lugares donde hayan de ejecutarse los mismos.

Como quiera que algunos tipos de trabajos no pueden preverse "a priori", en el caso de ser precisa la ejecución de alguno de éstos al cabo del tiempo, será ese el momento en el que se definirá su procedimiento de ejecución con las medidas de seguridad y salud necesarias.

En cualquier circunstancia para la realización de todos estos trabajos se tomará como referente la tecnología existente en ese momento. Llegado el caso concreto, si la evolución de la técnica permitiera utilizar otros equipos de trabajo que proporcionen un mayor nivel de seguridad y salud, de acuerdo con el contenido del artículo 15.1.e) de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, serán estos últimos los que deberán emplearse, independientemente de lo previsto en el ESS o en el EBSS.

Hay que resaltar que todas estas previsiones e informaciones para efectuar los trabajos posteriores debieran quedar en poder del promotor a fin de que éste proceda a su posterior traslado al futuro usuario o usuarios de la obra.

Como conclusión, para elaborar un ESS o un EBSS conforme a lo regulado en el RD 1627/1997, el proyectista y el redactor del estudio tendrán que coordinar sus acciones buscando la coherencia y complementariedad entre ambos documentos.

## **6. Contenido del Estudio de Seguridad y Salud**

Como se observará a continuación, los documentos que configuran un estudio de seguridad y salud son los mismos que los que conforman el proyecto del que forma parte.

### 6.1. Memoria

Memoria descriptiva de los procedimientos, equipos técnicos y medios auxiliares que hayan de utilizarse o cuya utilización pueda preverse; identificación de los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando a tal efecto las medidas técnicas necesarias para ello; relación de los riesgos laborales que no puedan eliminarse conforme a lo señalado anteriormente, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos y valorando su eficacia, en especial cuando se propongan medidas alternativas.

Asimismo, se incluirá la descripción de los servicios sanitarios y comunes de que deberá estar dotado el centro de trabajo de la obra, en función del número de trabajadores que vayan a utilizarlos.

En la elaboración de la memoria habrán de tenerse en cuenta las condiciones del entorno en que se realice la obra, así como la tipología y características de los materiales y elementos que hayan de utilizarse, determinación del proceso constructivo y orden de ejecución de los trabajos.

La memoria del estudio de seguridad y salud debería seguir un procedimiento para su redacción consistente en una descripción de la obra y un análisis detallado de los métodos de ejecución y de los materiales y equipos a utilizar. Todo ello encaminado a identificar los riesgos que pueden ser evitados, a relacionar los riesgos que no puedan eliminarse y a la adopción de las medidas preventivas necesarias para dicha eliminación o reducción.

Los riesgos derivados de la utilización de equipos de trabajo (máquinas, aparatos, o instrumentos) deberán ser identificados en relación con el entorno de la obra en la que se encuentren. No se considerarán por tanto los riesgos propios de dichos equipos que no tengan tal relación, evitándose así la redacción de listados genéricos.

Ejemplo:

Cuando se consideren los riesgos provenientes de la utilización de una grúa torre se identificarán únicamente los que se deriven de su ubicación en la obra, ya que los de la propia máquina deberán estar especificados con anterioridad a su utilización en la obra.

El contenido de la memoria deberá ser coherente con el resto de los documentos que componen el estudio de seguridad y salud.

Se considera que la Memoria de seguridad y salud debe hacer referencia a los siguientes aspectos:

- Conjunto de unidades de obra descritas según los métodos y sistemas de ejecución previstos en el proyecto. Ello implica analizar, desde el punto de vista preventivo, las tareas y operaciones a desarrollar durante la realización de dichas unidades de obra.
- Orden cronológico de ejecución de la obra.
- Localización en el centro de trabajo de las unidades de obra a ejecutar.
- Identificación de los riesgos laborales que puedan ser evitados y relación de aquellos que no puedan eliminarse.
- Descripción de las medidas preventivas, protecciones, equipos a utilizar y procedimientos a aplicar.

Entendiéndose por:

- "Procedimientos": secuencia de las operaciones a desarrollar para realizar un determinado trabajo, con inclusión de los medios materiales (de trabajo o de protección) y humanos (cualificación o formación del personal) necesarios para ejecutar de una forma segura y organizada las sucesivas fases y tareas de la obra. En esencia, estos procedimientos tienen que referirse a los aspectos que determinen las condiciones de seguridad y salud de la obra. Su grado de detalle dependerá del que tenga el proyecto de la obra correspondiente. Se deberá prestar especial atención a los trabajos incluidos en el anexo II del Real Decreto 1627/1997.
- "Equipos técnicos y medios auxiliares": cualquier máquina, herramienta, instrumento o instalación empleados en la obra que deberán cumplir las condiciones técnicas y de utilización que se determinan en el anexo IV del RD 1627/1997, así como en su reglamentación específica.

Una vez definidos los procedimientos, equipos técnicos y medios auxiliares necesarios para la ejecución de la obra, el RD 1627/1997 diferencia, como se ha dicho anteriormente y en consonancia con la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, entre dos tipos de riesgos: los que puedan ser evitados y los que no puedan eliminarse.

- No es necesaria la identificación de aquellos riesgos laborales que han sido evitados en el propio proyecto por la aplicación de decisiones técnicas tomadas por el proyectista - puesto que dichos riesgos ya no existen-. Aquellos riesgos no evitados en proyecto serán identificados en el estudio y, en su caso, evaluados.
- "Riesgos que puedan ser evitados": aquellos que mediante la aplicación de medidas técnicas desaparecen. Las medidas técnicas a las que se hace referencia son las que actúan sobre la tarea o agente mediante soluciones técnicas, organizativas, cambios en el proceso constructivo, sustitución de materiales peligrosos, etc. La utilización de

equipos de protección individual no se considerará, en ningún caso, medidas técnicas para evitar riesgos.

Ejemplos:

- Desviar una línea de alta tensión.
  - No habilitar puestos de trabajo fijos en áreas afectadas por desplazamientos de cargas.
  - Sustituir pinturas que contengan productos tóxicos y peligrosos por otras cuya composición no resulte lesiva.
- "Riesgos laborales que no pueden eliminarse": por exclusión, son aquellos que no han podido ser evitados. Estos riesgos que no han podido ser evitados deberán ser evaluados y, en función de los resultados de la evaluación, se procederá, en su caso, a adoptar las medidas necesarias para su reducción o control, dándose prioridad a las de protección colectiva frente a las de protección individual. Una vez adoptadas las medidas preventivas que correspondan se evaluará nuevamente el riesgo.
- En ocasiones puede darse la circunstancia de que existan varias "medidas alternativas" para el control de un determinado riesgo (\*). La valoración de estas alternativas se realizará teniendo en cuenta los principios de la acción preventiva establecidos en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

(\*) Ejemplo: durante la ejecución de la estructura de un edificio se pueden utilizar como medidas alternativas de protección colectiva, entre otras, las siguientes:

- Andamio fijo perimetral apoyado, arriostrado y anclado.
  - Redes de seguridad tipos S, T y V.
  - Plataformas fijas voladas y ancladas en la estructura.
  - Barandillas (sistemas periféricos temporales de protección).
- La memoria incluirá así mismo la descripción de "los servicios sanitarios y comunes" de los que estará dotada la obra aplicando las especificaciones contenidas en los apartados 14, 15, 16 y 19 apartado b) de la parte A del anexo IV del RD 1627/1997.
- El concepto "las condiciones del entorno" hacen referencia a los aspectos propios de la ubicación concreta de la obra que pueden influir en la generación de riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores. En este sentido cabe citar, por ejemplo, entre otros:
- Condiciones de los accesos y vías de acceso a la obra.
  - Presencia de líneas eléctricas aéreas en tensión.
  - Conducciones enterradas.



- Estado de las medianeras.
- Interferencias con otras edificaciones.
- Servidumbres de paso.
- Presencia de tráfico rodado.
- Presencia de peatones.
- Condiciones climáticas y ambientales.
- Condiciones orográficas.
- Contaminación del terreno.
- Trabajos en el interior o proximidad de cauces de ríos o en el mar.
- Trabajos en los conos de aproximación a las pistas de aterrizaje de los aeropuertos.
- Trabajos en zonas de montaña.
- Trabajos en carreteras o vías de ferrocarril en servicio.
- Trabajos próximos a carreteras o a vías de ferrocarriles.
- Trabajos en obras que se encuentren insertas en el ámbito de un centro de trabajo y éste mantenga su actividad o estén afectadas por actividades de otras empresas.

La expresión "tipología y características de los materiales y elementos, determinación del proceso constructivo y orden de ejecución de los trabajos" puede ser interpretada con los siguientes criterios:

- Tipología de los materiales y elementos: relativo a los aspectos que tienen que ver con el peso, la forma y el volumen de los materiales y elementos que vayan a utilizarse.
- Características del material: información sobre el mismo relacionada esencialmente con los riesgos derivados de su utilización y las medidas preventivas a adoptar. Por ejemplo, si se trata de una sustancia o preparado peligroso, la información correspondiente sería básicamente la aportada por la ficha de datos de seguridad exigida en la normativa sobre clasificación, envasado y etiquetado de dichos productos.
- Elementos: materiales que son partes o componentes integrantes de una pieza, dispuestos para ser montados o instalados en la obra. En función de la tipología y de las características de los materiales y elementos se deberán incluir todos los aspectos preventivos relativos a su manipulación y almacenaje.

- Proceso constructivo: secuencia ordenada de los trabajos de la obra organizado por fases, tareas y operaciones en las que se divide la misma.
- Orden de ejecución de los trabajos: asignación de tiempos y ordenación de las posibles concurrencias, solapamientos y simultaneidades.

## 6.2. Pliego de condiciones

Pliego de condiciones particulares en el que se tendrán en cuenta las normas legales y reglamentarias aplicables a las especificaciones técnicas propias de la obra de que se trate, así como las prescripciones que se habrán de cumplir en relación con las características, la utilización y la conservación de las máquinas, útiles, herramientas, sistemas y equipos preventivos.

Las expresiones "**normas legales y reglamentarias**", "**especificación técnica**" y "**prescripciones**" pueden ser interpretadas con los siguientes criterios:

- "Norma legal": cualquier disposición normativa con rango de Ley.
- "Norma reglamentaria": cualquier disposición normativa con rango de Reglamento (Reales Decretos, Decretos, órdenes Ministeriales).
- "Especificación técnica": documento que define las características requeridas de un producto o servicio.
- "Prescripciones": determinaciones y mandatos.

El Pliego de condiciones particulares hará referencia (en función de lo anterior) a:

- Normas y reglamentos que se vean afectados por las características de la obra y que deberán ser tenidas en cuenta durante la ejecución de la misma, evitando los listados generales de la normativa vigente.
- Criterios que se tomarán como base para realizar las mediciones, valoraciones, certificaciones, abonos (incluidas las partidas alzadas de seguridad y salud) de cada una de las unidades de obra, así como para la aplicación de posibles sanciones.
- Normas que afectan a los medios de protección colectiva que estén normalizados y que vayan a utilizarse en la obra.
- Cálculos, prescripciones, pruebas, etc. que sean necesarios realizar para el diseño o adecuación, instalación, utilización y mantenimiento de los medios de protección colectiva no normalizados que se prevean usar en la obra.

- Requisitos para la correcta instalación, utilización y mantenimiento de cada uno de los equipos, máquinas y medios auxiliares que se tenga previsto emplear en la obra.
- Se podría establecer un procedimiento que permita verificar, con carácter previo a su utilización en la obra, que dichos equipos, máquinas y medios auxiliares disponen de la documentación necesaria para ser catalogados como "seguros" desde la perspectiva de su fabricación o adaptación.
- Requisitos de los materiales y productos sometidos a reglamentación específica que vayan a ser utilizados en la obra.
- Requisitos de los equipos de protección individual y sus elementos complementarios en cuanto a su diseño, fabricación, utilización y mantenimiento.
- Requisitos respecto a la cualificación profesional, formación e información preventiva del personal de obra (jefes de obra, encargados, capataces, oficiales, ayudantes, peones y aprendices), así como la capacitación eléctrica, formación e información preventiva del personal de obra, de acuerdo con los requisitos dispuestos en la reglamentación y los perfiles existentes en LA EMPRESA.
- Procedimientos de seguridad y salud para la realización de trabajos con riesgos especiales señalados en la relación no exhaustiva del anexo II del RD 1627/1997 (trabajos en tensión, en espacios confinados, subacuáticos etc.) o de otro tipo de trabajos que no estando especificados en el mencionado anexo II, tras su evaluación, adquieran tal consideración.
- Requisitos de la señalización en materia de seguridad y salud, vial, conforme a la instrucción de LA EMPRESA de señalización y delimitación de trabajos, señalización vial, etc.
- Procedimientos para el control de acceso de personas a la obra. Cumpliendo lo establecido en procedimiento de gestión de contratistas y terceros en seguridad y salud de LA EMPRESA.
- Requisitos de los servicios higiénicos, locales de descanso y alojamiento, comedores y locales para la prestación de los primeros auxilios.
- Obligaciones específicas para la obra proyectada relativas a contratistas, subcontratistas y trabajadores autónomos.
- Requisitos técnicos o referencias a normativas específicas que pueden complementar cada uno de los procedimientos.
- Referencias específicas a los procedimientos generales o específicos de LA EMPRESA que sean de aplicación.

Ejemplo:

El pliego de condiciones particulares, en su parte correspondiente a la utilización y características de una grúa torre, deberá indicar, además de lo estipulado en la reglamentación específica que le afecte (máquinas, equipos de trabajo, reglamento de aparatos de elevación, ITC MIE-AEM-2), los procedimientos de seguridad y salud a establecer por las posibles incidencias de la grúa torre respecto a su lugar de ubicación como pueden ser: la propia obra; obras o edificios colindantes o próximos; presencia de otras grúas, líneas eléctricas aéreas en tensión, etc. en su área de acción; zonas sin visibilidad para realización de las maniobras, etc.

### 6.3. Planos

Planos en los que se desarrollarán los gráficos y esquemas necesarios para la mejor definición y comprensión de las medidas preventivas definidas en la Memoria, con expresión de las especificaciones técnicas necesarias.

Las medidas preventivas desarrolladas en la memoria deben ser identificadas para su puesta en práctica mediante planos generales que indiquen su ubicación, y planos de detalle que tienen como finalidad definir y facilitar la comprensión de los medios y equipos que vayan a ser utilizados, así como los elementos y dispositivos necesarios para su montaje e instalación en obra. En caso de que se precise acopiar medios de protección para su posterior utilización se determinará la zona de ubicación de los mismos.

Los planos deben ser descriptivos y coherentes con el proyecto de ejecución y el resto de los documentos que conforman el estudio de seguridad y salud, de tal modo que faciliten la ubicación de las protecciones en la obra y sean relevantes desde el punto de vista de la seguridad y salud de los trabajadores y de ellos puedan obtenerse las mediciones, de tal modo que:

- Su presentación sea adecuada.
- Los medios de protección y sus elementos se ubiquen de manera específica y concreta, especificándose los detalles constructivos necesarios para su montaje en obra.
- Figuren las fechas y firmas de los autores.
- Si los planos estuvieran contenidos en un apartado ajeno al estudio o estudio básico de seguridad y salud, deberá referenciarse tanto el apartado como la codificación de los planos que contienen la información.

Aspectos que deben figurar en los planos:

- Situación geográfica de la obra con identificación de las principales infraestructuras existentes en el entorno (carreteras, industrias, etc.).
- Cerramientos en el caso de que existan y accesos a la obra.
- Vías de circulación.
- Zonas de acopio de materiales o de equipos.
- Traza e identificación de los servicios afectados.
- Localización de anclajes para la colocación de soportes para los sistemas provisionales de protección de borde, en el caso de que existan.
- Puntos de anclaje necesarios que forman parte de los sistemas de protección individual/colectiva contra caídas, en el caso de que existan.

#### **6.4. Mediciones**

Contendrá las mediciones de todas aquellas unidades o elementos de seguridad y salud en el trabajo que hayan sido definidos o proyectados.

Se tendrán en cuenta los siguientes criterios:

- Las mediciones siempre están relacionadas con el presupuesto de tal modo que solamente deberán figurar en ellas aquellas partidas que sean objeto de valoración económica.
- En el artículo 5, apartado 4 de la guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a las obras de construcción del RD 1627/1997 se especifica que: "no se incluirán en el presupuesto del estudio de seguridad y salud los costes exigidos por la correcta ejecución profesional de los trabajos, conforme a las normas reglamentarias en vigor y los criterios técnicos generalmente admitidos, emanados de organismos especializados".

Existe una gran dificultad a la hora de discernir lo que debe incluirse en las mediciones. El autor del estudio de seguridad y salud es quien debe determinar cuál de las decisiones preventivas incluidas en el mencionado estudio tienen trascendencia económica.

Como criterio general, todo aquello que se ha valorado en el proyecto no debe ser medido y valorado nuevamente en el estudio de seguridad y salud.

A modo de orientación, y como consecuencia de todo lo anterior, deben ser medidos para ser presupuestados, siempre que proceda, los epígrafes de la lista no exhaustiva que se expresa a continuación que afecten exclusivamente a la propia ejecución de la obra:

- Dispositivos asociados a máquinas, equipos y medios auxiliares que requieran ser incorporados a los mismos por circunstancias específicas de la obra (exceptuando aquellos que deben tener agregados para cumplir con la reglamentación en materia de seguridad y salud y demás normas que les sean de aplicación).
- Medios de protección colectiva.
- Medios de delimitación física de la obra: vallado, barreras de seguridad rígidas portátiles, etc.
- Señalización y balizamiento.
- Iluminación de emergencia.
- Equipos de lucha contra incendios fijos o móviles.
- Material de primeros auxilios.
- Sistemas de ventilación y extracción de aire.
- Sistemas de detección de gases en recintos confinados (fijos o móviles).
- Servicios sanitarios y comunes incluidas sus infraestructuras y equipamiento.
- Mano de obra dedicada a la verificación, instalación y mantenimiento de las medidas preventivas previstas en la obra siempre y cuando dicha prestación se realice de manera exclusiva para tales labores.
- Reuniones de coordinación.
- Equipos de protección individual.

## 6.5. Presupuesto

Como se ha expresado con anterioridad el presupuesto del estudio de seguridad y salud se obtiene valorando cada una de las unidades medidas, según el cuadro de precios unitarios.

El presupuesto para la aplicación y ejecución del estudio de seguridad y salud deberá cuantificar el conjunto de gastos previstos, tanto por lo que se refiere a la suma total como a la valoración unitaria de elementos, con referencia al cuadro de precios sobre el

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

que se calcula. Sólo podrán figurar partidas alzadas en los casos de elementos u operaciones de difícil previsión.

Las mediciones, calidades y valoración recogidas en el presupuesto del estudio de seguridad y salud podrán ser modificadas o sustituidas por alternativas propuestas por el contratista en el plan de seguridad y salud a que se refiere el artículo 7, previa justificación técnica debidamente motivada, siempre que ello no suponga disminución del importe total ni de los niveles de protección contenidos en el estudio. A estos efectos, el presupuesto del estudio de seguridad y salud deberá ir incorporado al presupuesto general de la obra como un capítulo más del mismo.

No se incluirán en el presupuesto del estudio de seguridad y salud los costes exigidos por la correcta ejecución profesional de los trabajos, conforme a las normas reglamentarias en vigor y los criterios técnicos generalmente admitidos, emanados de Organismos especializados.

Para la obtención del presupuesto es recomendable seguir los siguientes pasos:

- Determinación de precios simples.
  - Costes de mano de obra y materiales a pie de obra.
  - Costes de las partidas alzadas.
- Elaboración del cuadro de precios unitarios.
- Elaboración del presupuesto de ejecución material.
- Resultado obtenido del sumatorio de cada unidad de obra (incluidas las partidas alzadas) por su precio unitario.

Las bases de precios y criterios de referencia que se establezcan en el presupuesto del estudio de seguridad y salud deben ser coherentes con las empleadas para la elaboración del proyecto.

El presupuesto del estudio de seguridad y salud tiene el mismo rango que el resto del presupuesto del proyecto, considerándose como una inversión necesaria para realizar la obra.

Los medios auxiliares y los equipos de trabajo (acordes con la normativa en materia de prevención por la que estén afectados) cuya utilización se prevea para la correcta ejecución de la obra, estarán incluidos en las correspondientes unidades del proyecto. Por tanto, el costo de los mismos no deberá tenerse en cuenta a la hora de elaborar el presupuesto del estudio de seguridad y salud.

Cuando sea necesario incorporar al medio auxiliar o equipo de trabajo correspondiente uno o varios elementos de seguridad específicos, para prevenir riesgos que no pueden eliminarse o reducirse con los elementos intrínsecos que dicho medio o equipo deben poseer para el cumplimiento de la normativa, el costo de estos elementos de seguridad se incluirá en el presupuesto del estudio de seguridad y salud.

Por otro lado, cuando existan modificados de proyecto que supongan la adopción de medidas preventivas distintas de las previstas o variaciones en la medición inicial de estas medidas, su valoración repercutirá en el presupuesto del estudio de seguridad y salud.

## **7. Contenido del Estudio Básico de Seguridad y Salud**

El estudio básico deberá precisar las normas de seguridad y salud aplicables a la obra. A tal efecto, deberá contemplar la identificación de los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias para ello; relación de los riesgos laborales que no puedan eliminarse conforme a lo señalado anteriormente, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos y valorando su eficacia, en especial cuando se propongan medidas alternativas. En su caso, tendrá en cuenta cualquier otro tipo de actividad que se lleve a cabo en la misma, y contendrá medidas específicas relativas a los trabajos incluidos en uno o varios de los apartados del anexo II.

Como se observará a continuación, la información que contendrá un estudio básico de seguridad y salud será la siguiente.

### **7.1. Memoria**

La memoria del estudio básico de seguridad y salud debería seguir un procedimiento para su redacción consistente en una descripción de la obra y un análisis detallado de los métodos de ejecución y de los materiales y equipos a utilizar. Todo ello encaminado a identificar los riesgos que pueden ser evitados, a relacionar los riesgos que no puedan eliminarse y a la adopción de las medidas preventivas necesarias para dicha eliminación o reducción.

Los riesgos derivados de la utilización de equipos de trabajo (máquinas, aparatos, o instrumentos) deberán ser identificados en relación con el entorno de la obra en la que se encuentren. No se considerarán por tanto los riesgos propios de dichos equipos que no tengan tal relación, evitándose así la redacción de listados genéricos.



Ejemplo:

Cuando se consideren los riesgos provenientes de la utilización de una grúa torre se identificarán únicamente los que se deriven de su ubicación en la obra, ya que los de la propia máquina deberán estar especificados con anterioridad a su utilización en la obra.

Se considera que la Memoria de seguridad y salud debe hacer referencia a los siguientes aspectos:

- Conjunto de unidades de obra descritas según los métodos y sistemas de ejecución previstos en el proyecto. Ello implica analizar, desde el punto de vista preventivo, las tareas y operaciones a desarrollar durante la realización de dichas unidades de obra.
- Orden cronológico de ejecución de la obra.
- Localización en el centro de trabajo de las unidades de obra a ejecutar.
- Identificación de los riesgos laborales que puedan ser evitados y relación de aquellos que no puedan eliminarse.
- Descripción de las medidas preventivas, protecciones, equipos a utilizar y procedimientos a aplicar.

Memoria descriptiva de los procedimientos, equipos técnicos y medios auxiliares que hayan de utilizarse o cuya utilización pueda preverse. Entendiéndose por:

- "Procedimientos": secuencia de las operaciones a desarrollar para realizar un determinado trabajo, con inclusión de los medios materiales (de trabajo o de protección) y humanos (cualificación o formación del personal) necesarios para ejecutar de una forma segura y organizada las sucesivas fases y tareas de la obra. En esencia, estos procedimientos tienen que referirse a los aspectos que determinen las condiciones de seguridad y salud de la obra. Su grado de detalle dependerá del que tenga el proyecto de la obra correspondiente. Se deberá prestar especial atención a los trabajos incluidos en el anexo II del Real Decreto 1627/1997.
- "Equipos técnicos y medios auxiliares": cualquier máquina, herramienta, instrumento o instalación empleados en la obra que deberán cumplir las condiciones técnicas y de utilización que se determinan en el anexo IV del RD 1627/1997, así como en su reglamentación específica.

Una vez definidos los procedimientos, equipos técnicos y medios auxiliares necesarios para la ejecución de la obra, el RD 1627/1997 diferencia, como se ha dicho anteriormente y en consonancia con la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, entre dos tipos de riesgos: los que puedan ser evitados y los que no puedan eliminarse.

No es necesaria la identificación de aquellos riesgos laborales que han sido evitados en el propio proyecto por la aplicación de decisiones técnicas tomadas por el proyectista - puesto que dichos riesgos ya no existen-. Aquellos riesgos no evitados en proyecto serán identificados en el estudio y, en su caso, evaluados.

- "Riesgos que puedan ser evitados": aquellos que mediante la aplicación de medidas técnicas desaparecen. Las medidas técnicas a las que se hace referencia son las que actúan sobre la tarea o agente mediante soluciones técnicas, organizativas, cambios en el proceso constructivo, sustitución de materiales peligrosos, etc. La utilización de equipos de protección individual no se considerará, en ningún caso, medidas técnicas para evitar riesgos.

Ejemplos:

- Desviar una línea de alta tensión.
- No habilitar puestos de trabajo fijos en áreas afectadas por desplazamientos de cargas.
- Sustituir pinturas que contengan productos tóxicos y peligrosos por otras cuya composición no resulte lesiva.
- "Riesgos laborales que no pueden eliminarse": por exclusión, son aquellos que no han podido ser evitados. Estos riesgos que no han podido ser evitados deberán ser evaluados y, en función de los resultados de la evaluación, se procederá, en su caso, a adoptar las medidas necesarias para su reducción o control, dándose prioridad a las de protección colectiva frente a las de protección individual. Una vez adoptadas las medidas preventivas que correspondan se evaluará nuevamente el riesgo.
- En ocasiones puede darse la circunstancia de que existan varias "medidas alternativas" para el control de un determinado riesgo (\*). La valoración de estas alternativas se realizará teniendo en cuenta los principios de la acción preventiva establecidos en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

(\*) Ejemplo: durante la ejecución de la estructura de un edificio se pueden utilizar como medidas alternativas de protección colectiva, entre otras, las siguientes:

- Andamio fijo perimetral apoyado, arriostrado y anclado.
- Redes de seguridad tipos S, T y V.
- Plataformas fijas voladas y ancladas en la estructura.
- Barandillas (sistemas periféricos temporales de protección).
- La memoria incluirá así mismo la descripción de "los servicios sanitarios y comunes" de los que estará dotada la obra aplicando las especificaciones contenidas en los apartados 14, 15, 16 y 19 apartado b) de la parte A del anexo IV del RD 1627/1997.

En la elaboración de la memoria habrán de tenerse en cuenta las condiciones del entorno en que se realice la obra, así como la tipología y características de los materiales y elementos que hayan de utilizarse, determinación del proceso constructivo y orden de ejecución de los trabajos.

- El concepto "las condiciones del entorno" hacen referencia a los aspectos propios de la ubicación concreta de la obra que pueden influir en la generación de riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores. En este sentido cabe citar, por ejemplo, entre otros:
  - Condiciones de los accesos y vías de acceso a la obra.
  - Presencia de líneas eléctricas aéreas en tensión.
  - Conducciones enterradas.
  - Estado de las medianeras.
  - Interferencias con otras edificaciones.
  - Servidumbres de paso.
  - Presencia de tráfico rodado.
  - Presencia de peatones.
  - Condiciones climáticas y ambientales.
  - Condiciones orográficas.
  - Contaminación del terreno.
  - Trabajos en el interior o proximidad de cauces de ríos o en el mar.
  - Trabajos en los conos de aproximación a las pistas de aterrizaje de los aeropuertos.
  - Trabajos en zonas de montaña.
  - Trabajos en carreteras o vías de ferrocarril en servicio.
  - Trabajos próximos a carreteras o a vías de ferrocarriles.
  - Trabajos en obras que se encuentren insertas en el ámbito de un centro de trabajo y éste mantenga su actividad o estén afectadas por actividades de otras empresas.

La expresión "tipología y características de los materiales y elementos, determinación del proceso constructivo y orden de ejecución de los trabajos" puede ser interpretada con los siguientes criterios:

- Tipología de los materiales y elementos: relativo a los aspectos que tienen que ver con el peso, la forma y el volumen de los materiales y elementos que vayan a utilizarse.
- Características del material: información sobre el mismo relacionada esencialmente con los riesgos derivados de su utilización y las medidas preventivas a adoptar. Por ejemplo, si se trata de una sustancia o preparado peligroso, la información correspondiente sería básicamente la aportada por la ficha de datos de seguridad exigida en la normativa sobre clasificación, envasado y etiquetado de dichos productos.
- Elementos: materiales que son partes o componentes integrantes de una pieza, dispuestos para ser montados o instalados en la obra. En función de la tipología y de las características de los materiales y elementos se deberán incluir todos los aspectos preventivos relativos a su manipulación y almacenaje.
- Proceso constructivo: secuencia ordenada de los trabajos de la obra organizado por fases, tareas y operaciones en las que se divide la misma.
- Orden de ejecución de los trabajos: asignación de tiempos y ordenación de las posibles concurrencias, solapamientos y simultaneidades.

## 7.2. Pliego de Condiciones

Pliego de condiciones particulares en el que se tendrán en cuenta las normas legales y reglamentarias aplicables a las especificaciones técnicas propias de la obra de que se trate, así como las prescripciones que se habrán de cumplir en relación con las características, la utilización y la conservación de las máquinas, útiles, herramientas, sistemas y equipos preventivos.

Las expresiones "**normas legales y reglamentarias**", "**especificación técnica**" y "**prescripciones**" pueden ser interpretadas con los siguientes criterios:

- "Norma legal": cualquier disposición normativa con rango de Ley.
- "Norma reglamentaria": cualquier disposición normativa con rango de Reglamento (Reales Decretos, Decretos, órdenes Ministeriales).
- "Especificación técnica": documento que define las características requeridas de un producto o servicio.

- "Prescripciones": determinaciones y mandatos.

El Pliego de condiciones particulares hará referencia (en función de lo anterior) a:

- Normas y reglamentos que se vean afectados por las características de la obra y que deberán ser tenidas en cuenta durante la ejecución de la misma, evitando los listados generales de la normativa vigente.
- Normas que afectan a los medios de protección colectiva que estén normalizados y que vayan a utilizarse en la obra.
- Cálculos, prescripciones, pruebas, etc. que sean necesarios realizar para el diseño o adecuación, instalación, utilización y mantenimiento de los medios de protección colectiva no normalizados que se prevean usar en la obra.
- Requisitos para la correcta instalación, utilización y mantenimiento de cada uno de los equipos, máquinas y medios auxiliares que se tenga previsto emplear en la obra.
- Se podría establecer un procedimiento que permita verificar, con carácter previo a su utilización en la obra, que dichos equipos, máquinas y medios auxiliares disponen de la documentación necesaria para ser catalogados como "seguros" desde la perspectiva de su fabricación o adaptación.
- Requisitos de los materiales y productos sometidos a reglamentación específica que vayan a ser utilizados en la obra.
- Requisitos de los equipos de protección individual y sus elementos complementarios en cuanto a su diseño, fabricación, utilización y mantenimiento.
- Procedimientos de seguridad y salud para la realización de trabajos con riesgos especiales señalados en la relación no exhaustiva del anexo II del RD 1627/1997 (trabajos en tensión, en espacios confinados, subacuáticos etc.) o de otro tipo de trabajos que no estando especificados en el mencionado anexo II, tras su evaluación, adquieran tal consideración.
- Requisitos de la señalización en materia de seguridad y salud, vial, conforme a la instrucción de LA EMPRESA de señalización y delimitación de trabajos, señalización vial, etc.
- Procedimientos para el control de acceso de personas a la obra. Cumpliendo lo establecido en procedimiento de gestión de contratistas y terceros en seguridad y salud de LA EMPRESA.
- Requisitos de los servicios higiénicos, locales de descanso y alojamiento, comedores y locales para la prestación de los primeros auxilios.
- Obligaciones específicas para la obra proyectada relativas a contratistas, subcontratistas y trabajadores autónomos.

- Referencias específicas a los procedimientos generales o específicos de LA EMPRESA que sean de aplicación.

Ejemplo:

El pliego de condiciones particulares, en su parte correspondiente a la utilización y características de una grúa torre, deberá indicar, además de lo estipulado en la reglamentación específica que le afecte (máquinas, equipos de trabajo, reglamento de aparatos de elevación, ITC MIE-AEM-2), los procedimientos de seguridad y salud a establecer por las posibles incidencias de la grúa torre respecto a su lugar de ubicación como pueden ser: la propia obra; obras o edificios colindantes o próximos; presencia de otras grúas, líneas eléctricas aéreas en tensión, etc. en su área de acción; zonas sin visibilidad para realización de las maniobras, etc.

### **7.3. Planos, Detalles y Diagramas**

Se desarrollarán los gráficos y esquemas necesarios para la mejor definición y comprensión de las medidas preventivas definidas en la memoria, con expresión de las especificaciones técnicas necesarias.

Las medidas preventivas desarrolladas en la memoria deben ser identificadas para su puesta en práctica mediante planos generales que indiquen su ubicación y planos de detalle que tienen como finalidad definir y facilitar la comprensión de los medios y equipos que vayan a ser utilizados, así como los elementos y dispositivos necesarios para su montaje e instalación en obra.

Los planos deben ser descriptivos y coherentes con el proyecto de ejecución, así como con el resto de los documentos que conforman el estudio básico de seguridad y salud, de tal modo que se facilite la localización y, en su caso, medición de aquellos elementos que puedan ser ubicados en la obra y sean relevantes desde el punto de vista de la seguridad y salud de los trabajadores. Si los planos estuvieran contenidos en un apartado ajeno al estudio básico de seguridad y salud, deberá referenciarse tanto el apartado como la codificación de los planos que contienen la información

Aspectos que deben figurar en los planos:

- Situación geográfica de la obra con identificación de las principales infraestructuras existentes en el entorno (carreteras, industrias, etc.)
- Cerramientos y accesos a la obra.
- Vías de circulación.

- Zonas de acopio de materiales o de equipos.
- Traza e identificación de los servicios afectados.
- Localización de anclajes para la colocación de soportes para los sistemas provisionales de protección de borde.
- Puntos de anclaje necesarios que forman parte de los sistemas de protección individual/colectiva contra caídas.

#### **7.4. Desglose Presupuestario.**

Debe cuantificar el conjunto de gastos previstos, para la aplicación y ejecución del estudio básico de seguridad y salud, tanto por lo que se refiere a la suma total como a la valoración unitaria de elementos, con referencia al cuadro de precios sobre el que se calcula. Sólo podrán figurar partidas alzadas en los casos de elementos u operaciones de difícil previsión.

El presupuesto del estudio básico de seguridad y salud forma parte del presupuesto del proyecto como un capítulo más del mismo. Todo aquello que se ha valorado en un capítulo del proyecto no debe ser cuantificado nuevamente en el capítulo correspondiente al estudio básico de seguridad y salud, y viceversa. Finalmente, toda unidad o elemento de seguridad y salud que sea necesaria en la obra debe ser presupuestada.

No se incluirán en el presupuesto del estudio básico de seguridad y salud los costes exigidos por la correcta ejecución profesional de los trabajos. Los medios auxiliares y los equipos de trabajo, cuya utilización se prevea para la correcta ejecución de la obra, estarán incluidos en las correspondientes unidades del proyecto.

#### **8. Otros Aspectos a Incorporar en los ESS y EBSS**

Derivado de la experiencia se enumeran los siguientes aspectos para que sean tenidos en consideración por el proyectista en la elaboración del ESS y EBSS:

- Se debe dejar reflejado la obligatoriedad de ejecutar únicamente trabajos valorados y planificados previamente, con la premisa básica de: "en caso de duda para y consulta".

- En caso de existir y ser de aplicación se hará mención a los procedimientos propios de LA EMPRESA.
- Debe reflejarse que la gestión documental durante la fase de ejecución de la obra se llevará a cabo a través de la plataforma que LA EMPRESA designe.



**PRESCRIPCIONES MEDIOAMBIENTALES**

## Índice

|  |            |
|--|------------|
| <b>1. OBJETIVO Y ÁMBITO DE APLICACIÓN.....</b>                         | <b>263</b> |
| <b>2. PRESCRIPCIONES AMBIENTALES.....</b>                              | <b>263</b> |
| 2.1. IDENTIFICACIÓN DE ASPECTOS AMBIENTALES .....                      | 263        |
| 2.2. EVALUACIÓN DE REQUISITOS LEGALES .....                            | 264        |
| 2.3. RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS .....                                  | 264        |
| 2.4. LISTADO DE ASPECTOS AMBIENTALES .....                             | 265        |
| 2.4.1. Producción de Residuos .....                                    | 265        |
| 2.4.2. Afecciones al Suelo y la Geomorfología de la Ubicación.....     | 266        |
| 2.4.3. Afecciones a la Red Hidrológica Superficial y Subterránea ..... | 267        |
| 2.4.4. Emisiones al Aire .....   | 268        |
| 2.4.5. Energía Emitida .....   | 268        |
| 2.4.6. Fauna, Flora, Espacios Protegidos y Paisaje .....               | 268        |
| 2.4.7. Utilización de Recursos, Materias Primas y Energía .....        | 269        |
| 2.4.8. Bienes culturales y arqueológicos.....                          | 270        |

## **1. Objetivo y Ámbito de Aplicación**

El objetivo de este documento es establecer las prescripciones medioambientales con el propósito de gestionar adecuadamente los aspectos ambientales ligados a la actividad de construcción de infraestructuras asociadas a la actividad y como componente fundamental del proyecto tipo.

Se ha prestado atención a la inclusión dentro del proyecto tipo de un apartado ambiental que recoja una serie de requerimientos mínimos a cumplir antes, durante y al finalizar la realización de las infraestructuras.

A nivel legal o normativo el cumplimiento de estas recomendaciones u obligaciones se realizará juntamente con las medidas correctoras o compensatorias recogidas en los Estudios de Impacto Ambiental y Declaraciones de Impacto de la administración, cuando la infraestructura conlleve la realización de trámite ambiental y según las posibles particularidades que se puedan producir en cada zona según la legislación vigente.

Dada la heterogeneidad de legislaciones autonómicas dentro del ámbito geográfico de distribución de LA EMPRESA es necesario que el proyectista que elabore el proyecto simplificado se informe de la necesidad de tramitación y tipo de la misma desde el punto de vista ambiental dentro de la comunidad autónoma en la que se desarrolla el proyecto técnico.

El contenido de estas prescripciones medioambientales se aplicará a todas las obras cuyo promotor sea LA EMPRESA susceptibles de generar una alteración ambiental apreciable y que pertenezcan al siguiente tipo de instalaciones:

- Centros de Transformación en Edificio Prefabricado

## **2. Prescripciones Ambientales**

Este apartado recoge una serie de prescripciones ambientales aplicables a los proyectos y actividades que realiza LA EMPRESA dentro de su ámbito geográfico de distribución.

### **2.1. Identificación de Aspectos Ambientales**

Independientemente de que la instalación o actividad descrita en el proyecto simplificado pueda someterse de forma obligatoria por normativa a Evaluación de Impacto Ambiental,

PRESCRIPCIONES MEDIOAMBIENTALES

en la redacción del proyecto simplificado se deberá realizar la identificación de los aspectos ambientales que se puedan controlar y sobre los que se pueda influir y determinar los que tienen o pueden tener impactos ambientales significativos.

Esta identificación ha de tener en cuenta todas las fases de la actividad: fase de construcción, fase de explotación y fase de desmantelamiento, según ISO 14001.

Se deberán proponer medidas preventivas y correctoras a todos los impactos negativos significativos que se identifiquen. De manera orientativa y no exhaustiva, se incluye en el apartado 2.4 de este documento una serie de potenciales aspectos ambientales, así como condicionantes que pueden aplicarse a cada uno.

Las acciones preventivas y correctoras se revisarán con la periodicidad establecida por LA EMPRESA y en cualquier caso si se producen ampliaciones o modificaciones al proyecto, y siempre después de haberse producido un incidente con consecuencias ambientales.

## **2.2.Evaluación de Requisitos Legales**

El proyecto habrá de contener un apartado en el que se recojan y evalúen los requisitos legales en materia de Medio Ambiente aplicables al mismo, así como otros requisitos que LA EMPRESA haya suscrito. Se deberá evaluar su cumplimiento, así como revisar el listado de requisitos en caso de ampliación o modificaciones del proyecto.

Se deberá asegurar en el momento de redacción del proyecto la vigencia de todo texto legal aplicable, analizando además las disposiciones nivel europeo si procede y local.

## **2.3. Respuesta Ante Emergencias**

En la redacción del proyecto se incluirá un apartado que identifique situaciones potenciales de emergencia y accidentes potenciales que puedan tener impactos sobre el medio y cómo responder ante ellos.

En función de la duración del proyecto se deberá analizar la necesidad de realizar pruebas periódicas de los protocolos de respuesta ante emergencias.

## **2.4. Listado de Aspectos Ambientales**

Con un fin meramente informativo y como guía no exhaustiva, a continuación se recogen potenciales aspectos ambientales, condicionantes, requisitos o recomendaciones que pueden resultar de aplicación y por tanto, en su caso, deberá contemplar el proyecto simplificado.

Se deberá garantizar que en la redacción del proyecto simplificado se incluyan las acciones necesarias para que se cumplan los puntos incluidos en cada apartado de los que se describen a continuación:

### **2.4.1. Producción de Residuos**

Respecto a la producción, generación o almacenamiento de residuos se tendrán en cuenta las siguientes medidas:

- La gestión de residuos debe hacerse siempre a través de gestores autorizados, habiendo formalizado con ellos un contrato de tratamiento previo a la recogida.
- Todos los residuos gestionados deben contar con su correspondiente Documento de Identificación.
- Se deberá redactar el Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición establecido por la normativa vigente; éste se adaptará al formato que cada comunidad autónoma haya determinado o bien contendrá los campos obligatorios contemplados en la normativa estatal en el caso de que aquella no exista.
- Se determinarán medidas de minimización de la producción de residuos en todas las fases de la actividad del proyecto.
- Las zonas de almacenamiento ("Puntos limpios") previo a la gestión siempre se situarán dentro de los terrenos afectados por la obra, quedando prohibido depositar residuos fuera de su emplazamiento. Los residuos se clasificarán según su peligrosidad y tipo, además se identificarán mediante sus correspondientes etiquetas según la legislación vigente, evitando las mezclas. Si es necesario se protegerá la superficie de almacenamiento para evitar potenciales contaminaciones al suelo, delimitando y señalando las áreas de almacenamiento para optimizar las prácticas de separación en origen y evitar las mezclas.
- Se asegurará el restablecimiento de las condiciones ambientales de partida de las zonas de almacenamiento temporal de residuos, pudiéndose dar el caso de tener que habilitar varias conforme avance la obra (ejemplo construcción de líneas). En todo caso, deben quedar completamente libres de residuos y de cualquier otra afección.

- Se tomarán las medidas necesarias para evitar todo vertido de hormigón; en el caso de que se produzca se tratará como residuo de construcción y demolición, siendo gestionado conforme a la normativa aplicable.

Si por necesidades derivadas de la ejecución de los trabajos, fuese necesario realizar el lavado de tejas de hormigones, cubilotes de hormigón, hormigoneras eléctricas o similar, dentro del recinto de obra, se deberá actuar de acuerdo con una de las siguientes opciones:

- Se habilitará un contenedor para almacenar los residuos de dichos lavados, previo a su recogida por gestor autorizado. Dicho contenedor deberá estar sobre una superficie impermeable que permita la recogida del material que pudiera caer fuera del mismo.
  - Si las características de la obra lo permitan y habiendo sido consultado y aprobado por la Dirección Facultativa y Medio Ambiente, se depositarán los residuos de hormigón de lavado en otras zonas de la obra, debidamente protegidas de la escorrentía (en zonas sin pendiente y protegidas), alejado de cauces o suelo desprotegido, siempre sobre superficies impermeables suficientemente resistentes como para soportar la retirada posterior sin afectar al suelo sobre el que se asienta.
- Se procurará reducir al mínimo las tierras de relleno, respetando en todo caso la legislación vigente para su reutilización y retirada.

#### **2.4.2. Afecciones al Suelo y la Geomorfología de la Ubicación**

Con el objeto de prevenir y evitar impactos sobre los suelos y su morfología se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- En el caso de emplazamientos de los que se tengan sospechas o constancia de que se hayan llevado a cabo actividades potencialmente contaminantes del suelo, se deberá tener en cuenta en fase de diseño la información contenida en el informe preliminar de situación de suelos aportado por el anterior propietario además del resto de aspectos incluidos en el Real Decreto 9/2005 y resto de normativa aplicable. Se establecerán cuantas medidas previas a la obra sean necesarias en caso de emplazamientos que hayan sido declarados suelos contaminados.
- Se evitará la invasión de terrenos fuera de los accesos ya existentes. Se utilizarán éstos en la medida que sea posible, como medio de garantizar el mejor acceso a la infraestructura en fase de explotación y minimizar el impacto por cambios de uso del suelo. Una vez finalizada la ejecución del proyecto se revisarán estos accesos y se procederá a su restauración si es necesario.
- Se tomarán las precauciones necesarias para evitar la contaminación con sustancias peligrosas de los suelos e indirectamente de las aguas subterráneas.

- Si es necesario se creará un área delimitada y acondicionada de aparcamiento para la maquinaria, que permita evitar la compactación y contaminación del suelo. Posteriormente a las obras ha de ser desmantelada.
- La tierra retirada durante los trabajos de excavación será conservada para favorecer su reutilización en la misma obra o en una posterior recuperación y aprovechamiento en trabajos posteriores de restauración paisajística, salvo en los casos en los que existan prohibiciones al respecto. Se dispondrá de los medios necesarios para preservar sus propiedades fisicoquímicas y se establecerán las condiciones necesarias de depósito, procurando la prevención de su contaminación no mezclándolas con residuos de ningún tipo. De resultar contaminadas con sustancias peligrosas se deberán tratar en todo caso como residuo peligroso.

#### **2.4.3. Afecciones a la Red Hidrológica Superficial y Subterránea**

Con el fin de evitar potenciales impactos sobre las aguas del entorno de las instalaciones se tendrán en cuenta las siguientes medidas:

- Los transformadores ubicados en locales deberán proyectarse con un foso de contención de dimensiones adecuadas y reglamentarias para evitar la dispersión de posibles fugas de aceite refrigerante que puedan contaminar aguas o suelos.
- Se respetará la normativa vigente de protección de las aguas, tanto en relación con la ocupación de zonas adyacentes de cauces o zonas de litoral, como en la prevención de su contaminación, evitando realizar operaciones que entrañen riesgo de contaminación por manipulación de productos químicos en las cercanías de medios receptores sensibles: cauces, sumideros, alcantarillas o cualquier tipo de conducción de agua, natural o artificial, superficial o subterránea.
- En las zonas de acopio de materiales o residuos de obra se deberá impedir el arrastre de materiales por escorrentía o erosión, así como lixiviaciones de cualquier tipo.
- Se evitará, siempre que sea posible, la modificación de la red hidrológica de la zona de actuación. Si durante la fase de construcción de los elementos del proyecto se detectasen surgencias o afloramientos de agua, se analizará en cada caso optando siempre por aquellas actuaciones que aseguren la continuidad de las mismas y que eviten su contaminación.
- Toda la maquinaria utilizada en la obra seguirá un adecuado plan de mantenimiento fuera del emplazamiento de la obra en talleres autorizados, con el fin de evitar pérdidas de aceite hidráulico, lubricante u otros fluidos contaminantes que puedan dar lugar a una contaminación del suelo o de aguas superficiales. Se realizarán comprobaciones visuales del estado de la misma antes de su utilización para constatar que no existe riesgo de derrames durante los trabajos.
- La limpieza de las cubas y canaletas de hormigón se realizará en la propia planta de hormigones, nunca en la obra. Si por necesidades derivadas de la ejecución de los trabajos, fuese necesario realizar el lavado de hormigón en la obra, se tendrá en

cuenta lo especificado en el punto 2.4.1 de Producción de Residuos, relativo a residuos de vertidos de hormigón.

#### **2.4.4. Emisiones al Aire**

Respecto a los potenciales impactos sobre la calidad del aire, se atenderán las siguientes prescripciones:

- Toda la maquinaria a emplear deberá estar dentro de los márgenes permitidos de emisión gases contaminantes procedentes de los motores.
- Se deberán adoptar las medidas necesarias para evitar la emisión de polvo a la atmósfera (como consecuencia, por ejemplo, de los movimientos de tierra y la circulación de vehículos por los viales de servicio de la obra), como la disminución de la velocidad de los vehículos y la aplicación de riesgos, disminuyendo así la liberación de partículas en suspensión a la atmósfera.
- Se deberá tener en cuenta la utilización de productos químicos con compuestos volátiles en la identificación de aspectos ambientales y sus impactos asociados.

#### **2.4.5. Energía Emitida**

Respecto a las posibles fuentes de emisión de energía al entorno, se atenderán las siguientes prescripciones:

- Se deberá tener en cuenta la legislación referente a emisión de ruido y vibraciones, tanto en la elección de los equipos a instalar (que deberán cumplir todos los requisitos de fabricación) como en el desarrollo de las obras en relación con el tránsito de vehículos, maquinaria empleada, etc. Se deberá analizar la situación de las instalaciones con respecto a receptores sensibles (ejemplo viviendas, espacios protegidos), y realizar los cálculos pertinentes del nivel de ruido y vibraciones emitido por el conjunto de la instalación, indicando medidas preventivas y correctoras en el caso de que se superen los límites. Se valorará el cambio de ubicación en el proyecto si las medidas correctoras son insuficientes para garantizar que la infraestructura cumple con los límites de emisión de ruidos y vibraciones.

#### **2.4.6. Fauna, Flora, Espacios Protegidos y Paisaje**

Al respecto del emplazamiento natural, la fauna y la vegetación presentes en la zona en la que se proyecte la instalación se deben seguir las siguientes pautas:

- Se identificará la zona en relación con su catalogación como espacio protegido o a la existencia de especies de fauna o comunidades de flora especialmente sensibles, así



como su situación en relación con los espacios protegidos adyacentes en el caso de no constituir el mismo una figura de protección.

- En el proyecto se incluirá un apartado que valore la inclusión del emplazamiento dentro del ámbito de actuación del R.D. 1432/2008, y de las áreas delimitadas por las comunidades autónomas, valorando y justificando las soluciones de protección de la avifauna.
- Las soluciones de protección de la avifauna serán las recogidas en el R.D. 1432/2008 o cualquier otra de probada eficacia y homologada por la administración competente.
- Se respetarán escrupulosamente las especies de flora y fauna así como su entorno anexos a la zona de obras, éste se restaurará en el caso que sea necesaria su alteración puntual.
- En el caso de tener constancia, ya sea por una comunicación oficial o por conocimiento de la existencia en el entorno de alguna especie animal catalogada, se evitará trabajar en su entorno, o si no es posible se procurará compaginar las labores constructivas con el ciclo vital de la especie catalogada.
- No se aplicará herbicidas ni pesticidas en las zonas de ocupación o trazado, quedando los tratamientos sobre la vegetación restringidos a actuaciones mecánicas preferentemente, como tratamientos de poda y roza.
- En el caso de ser necesaria la restauración de pasos o zonas de obra las especies vegetales a utilizar serán preferentemente autóctonas. En el caso de árboles y arbustos tendrán una o dos savias, presentadas en alvéolos forestales. La plantación se adecuará al ciclo vital de las especies con las que se realice la revegetación para garantizar el éxito de la misma.
- Se tendrán en cuenta las prescripciones normativas en relación con el paisaje, tendiendo en cualquier caso a la integración de la infraestructura dentro del territorio donde se asienta.

#### **2.4.7. Utilización de Recursos, Materias Primas y Energía**

Respecto a la utilización, elección de materiales y recursos, así como el uso de energía, se tendrá en consideración:

- Se aplicarán medidas de eficiencia de utilización de materiales y productos químicos, optando por aquellos de menor incidencia sobre el medio, a igualdad de calidad. Todos los productos químicos deberán ser inventariados y evaluados según su peligrosidad para el medio.
- La utilización de agua, energía y recursos será optimizada, y se procurará tener en cuenta en fase de diseño el comportamiento de las instalaciones en relación con el consumo de recursos, optando por las soluciones más eficientes desde el punto de vista ambiental que no comprometan el funcionamiento de la instalación en cuanto a la calidad de servicio.

#### **2.4.8. Bienes culturales y arqueológicos**

En función de la localización del proyecto, la legislación aplicable y especialmente si existen datos inventariados de restos arqueológicos, el proyecto simplificado incluirá:

- Estudio preliminar de Afecciones Arqueológicas, donde se reflejen las zonas susceptibles de tener yacimientos o elementos arqueológicos, así como las medidas a tomar en todas y cada una de las fases de ejecución de la obra, con el fin de preservar dichos elementos.

**ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN**

## Índice

|  |            |
|--|------------|
| <b>1 OBJETIVO Y ÁMBITO DE APLICACIÓN .....</b>   | <b>273</b> |
| <b>2 DEFINICIONES .....</b>  | <b>273</b> |
| <b>3 REFERENCIAS .....</b>   | <b>276</b> |
| <b>4 OBLIGACIONES DE ÁMBITO NACIONAL .....</b>   | <b>277</b> |
| 4.1. OBLIGACIONES DEL PRODUCTOR DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN BASE AL REAL<br>DECRETO 105/2008 ..... | 277        |
| 4.2. OBLIGACIONES DEL POSEEDOR DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN BASE AL REAL<br>DECRETO 105/2008 .....  | 278        |
| <b>5 CONTENIDO MÍNIMO DEL ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE<br/>    CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN .....</b>            | <b>279</b> |
| <b>6 PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS SEGÚN EL REAL DECRETO 105/2008 .....</b>  | <b>282</b> |
| <b>7 CLASIFICACIÓN Y RESIDUOS TIPO .....</b>   | <b>282</b> |
| 7.1. RESIDUOS NO PELIGROSOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN .....   | 282        |
| 7.2. RESIDUOS PELIGROSOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN.....   | 284        |

## 1 Objetivo y Ámbito de Aplicación

El presente documento tiene por objeto garantizar el cumplimiento de la Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular y el Real Decreto 105/2008 por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición, dentro de las obras de infraestructura que realiza LA EMPRESA.

Dadas las características de las mismas es preciso normalizar y dar las pautas principales para el cumplimiento de los requisitos legales y medioambientales recogidos en la legislación, por lo que en los siguientes apartados se detalla el contenido mínimo del "Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición", documento básico que debe acompañar al proyecto simplificado siempre y cuando se generen residuos de construcción y demolición.

La gestión de los residuos generados en cada obra se realizará según lo que se establece en la legislación vigente basada en la legislación nacional y complementada con la legislación autonómica mediante Decreto.

Dada la heterogeneidad de legislaciones autonómicas dentro del ámbito geográfico de distribución de LA EMPRESA es recomendable que el proyectista se informe de la necesidad de tramitación y tipo de la misma desde el punto de vista de gestión de residuos dentro de la comunidad autónoma en la que se desarrolla el proyecto técnico.

## 2 Definiciones

**Residuo:** cualquier sustancia u objeto que su poseedor deseche o tenga la intención o la obligación de desechar.

**Residuo de Construcción y Demolición (RCD):** cualquier sustancia u objeto que, cumpliendo la definición de «Residuo» incluida en el artículo 3.a) de la Ley 10/1998, de 21 de abril, se genere en una obra de construcción o demolición.

**Residuo peligroso:** residuo que presenta una o varias de las características de peligrosidad enumeradas en el anexo I (Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular) y aquél que sea calificado como residuo peligroso por el Gobierno de conformidad con lo establecido en la normativa de la Unión Europea o en los convenios internacionales de los que España sea parte. También se comprenden en esta definición los recipientes y envases que contengan restos de sustancias o preparados peligrosos o estén contaminados por ellos, a no ser que se demuestre que no presentan ninguna de las características de peligrosidad enumeradas

ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

en el anexo I (Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular).

**EGR:** Estudio de Gestión de Residuos.

**Prevención:** conjunto de medidas adoptadas en la fase de concepción y diseño, de producción, de distribución y de consumo de una sustancia, material o producto, para reducir:

- 1º La cantidad de residuo, incluso mediante la reutilización de los productos o el alargamiento de la vida útil de los productos.
- 2º Los impactos adversos sobre el medio ambiente y la salud humana de los residuos generados, incluyendo el ahorro en el uso de materiales o energía.
- 3º El contenido de sustancias peligrosas en materiales y productos.

**Productor de residuos:** cualquier persona física o jurídica cuya actividad produzca residuos (productor inicial de residuos) o cualquier persona que efectúe operaciones de tratamiento previo, de mezcla o de otro tipo que ocasionen un cambio de naturaleza o de composición de esos residuos. En el caso de las mercancías retiradas por los servicios de control e inspección en las instalaciones fronterizas, se considerará productor de residuos al titular de la mercancía o bien al importador o exportador de la misma según se define en la legislación aduanera. En el caso de las mercancías retiradas por las autoridades policiales en actos de decomisos o incautaciones efectuadas bajo mandato judicial, se considerará productor de residuos al titular de la mercancía.

**Poseedor de residuos:** el productor de residuos u otra persona física o jurídica que esté en posesión de residuos. Se considerará poseedor de residuos al titular catastral de la parcela en la que se localicen residuos abandonados o basura dispersa, siendo responsable administrativo de dichos residuos, salvo en aquellos casos en los que sea posible identificar al autor material del abandono o poseedor anterior.

**Gestión de residuos:** la recogida, el transporte, la valorización y la eliminación de los residuos, incluida la clasificación y otras operaciones previas; así como la vigilancia de estas operaciones y el mantenimiento posterior al cierre de los vertederos. Se incluyen también las actuaciones realizadas en calidad de negociante o agente.

**Gestor de residuos:** la persona física o jurídica, pública o privada, registrada mediante autorización o comunicación que realice cualquiera de las operaciones que componen la gestión de los residuos, sea o no el productor de los mismos.

**Recogida:** operación consistente en el acopio, la clasificación y almacenamiento iniciales de residuos, de manera profesional, con el objeto de transportarlos posteriormente a una instalación de tratamiento.

**Recogida separada:** la recogida en la que un flujo de residuos se mantiene por separado, según su tipo y naturaleza, para facilitar un tratamiento específico.

**Reutilización:** cualquier operación mediante la cual productos o componentes de productos que no sean residuos se utilizan de nuevo con la misma finalidad para la que fueron concebidos.

**Tratamiento:** las operaciones de valorización o eliminación, incluida la preparación anterior a la valorización o eliminación.

**Valorización:** cualquier operación cuyo resultado principal sea que el residuo sirva a una finalidad útil al sustituir a otros materiales, que de otro modo se habrían utilizado para cumplir una función particular, o que el residuo sea preparado para cumplir esa función en la instalación o en la economía en general. En el anexo II (Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular) se recoge una lista no exhaustiva de operaciones de valorización.

**Preparación para la reutilización:** la operación de valorización consistente en la comprobación, limpieza o reparación, mediante la cual productos o componentes de productos que se hayan convertido en residuos se preparan para que puedan reutilizarse sin ninguna otra transformación previa y dejen de ser considerados residuos si cumplen las normas de producto aplicables de tipo técnico y de consumo.

**Reciclado:** toda operación de valorización mediante la cual los materiales de residuos son transformados de nuevo en productos, materiales o sustancias, tanto si es con la finalidad original como con cualquier otra finalidad. Incluye la transformación del material orgánico, pero no la valorización energética ni la transformación en materiales que se vayan a usar como combustibles o para operaciones de relleno.

**Eliminación:** cualquier operación que no sea la valorización, incluso cuando la operación tenga como consecuencia secundaria el aprovechamiento de sustancias o materiales, siempre que estos no superen el 50 % en peso del residuo tratado, o el aprovechamiento de energía. En el anexo III (Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular) se recoge una lista no exhaustiva de operaciones de eliminación.

**Mejores técnicas disponibles:** las mejores técnicas disponibles, tal y como se definen en el artículo 3.12 del texto refundido de la Ley de prevención y control integrados de la contaminación, aprobado por el Real Decreto Legislativo 1/2016, de 16 de diciembre, por

el que se aprueba el texto refundido de la Ley de prevención y control integrados de la contaminación.

**Suelo contaminado:** aquel cuyas características han sido alteradas negativamente por la presencia de componentes químicos de carácter peligroso procedentes de la actividad humana, en concentración tal que comporte un riesgo inaceptable para la salud humana o el medio ambiente, de acuerdo con los criterios y estándares que se determinen por el Gobierno.

**Compost:** material orgánico higienizado y estabilizado obtenido a partir del tratamiento controlado biológico aerobio y termófilo de residuos biodegradables recogidos separadamente. No se considerará compost el material bioestabilizado.

### 3 Referencias

A nivel legislativo, desde el punto de vista de la legislación nacional este tipo de residuos está regulado por la Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular, complementada con el Real Decreto 105/2008 de 1 de febrero por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

De forma general se tomará como referencia para la elaboración del Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición el Real Decreto 105/2008. En el caso en la que la Comunidad Autónoma en la que se esté realizando el estudio disponga de legislación específica, será ésta la que aplique, como es en el caso de la Comunidad Autónoma de Cantabria, que mediante el Decreto 72/2010 de 28 de octubre regula la producción y gestión de los RCD en dicha comunidad.

El conjunto de referencias legislativas básicas que a nivel nacional regula la producción, posesión, y gestión de residuos son:

- Real Decreto 679/2006, de 2 de junio, por el que se regula la gestión de los aceites industriales usados.

Este Real Decreto tiene por objeto establecer medidas para prevenir la incidencia ambiental de los aceites industriales, así como para reducir la generación de aceites usados tras su utilización o, al menos, facilitar su valorización, preferentemente mediante regeneración u otras formas de reciclado, de acuerdo con el orden de prioridades establecido en su artículo 7.

- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.



- Decisión 2014/955/UE de la Comisión, de 18 de diciembre de 2014, por la que se modifica la Decisión 2000/532/CE, sobre la lista de residuos, de conformidad con la Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo.
- Orden APM/1007/2017, de 10 de octubre, sobre normas generales de valorización de materiales naturales excavados para su utilización en operaciones de relleno y obras distintas a aquéllas en las que se generaron.
- Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular.

#### **4 Obligaciones de Ámbito Nacional**

Este apartado desglosa las principales actividades y documentos a incluir y desarrollar dentro del proyecto simplificado de una infraestructura.

##### **4.1. Obligaciones del Productor de Residuos de Construcción y Demolición en base al Real Decreto 105/2008**

Conforme a este Decreto en el proyecto simplificado se debe incluir un Estudio de Gestión de residuos de construcción y demolición (en adelante RCD) con el siguiente contenido:

- Una estimación de la cantidad, expresada en toneladas y en metros cúbicos, de los residuos de construcción y demolición que se generarán en la obra, codificados con arreglo a la lista europea de residuos. El documento de referencia para las operaciones de valorización y eliminación de residuos será la Decisión 2014/955/UE de la Comisión, de 18 de diciembre de 2014, por la que se modifica la Decisión 2000/532/CE, sobre la lista de residuos, de conformidad con la Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, o norma que la sustituya.
- Las medidas para la prevención de residuos en la obra objeto del proyecto.
- Las operaciones de reutilización, valorización o eliminación a que se destinarán los residuos que se generarán en la obra.
- Las medidas para la separación de los residuos en obra, en particular, para el cumplimiento por parte del poseedor de los residuos, de la obligación establecida en el apartado de Obligaciones del Poseedor de Residuos.

- Los planos de las instalaciones previstas para el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra. Posteriormente, dichos planos podrán ser objeto de adaptación a las características particulares de la obra y sus sistemas de ejecución, previo acuerdo de la dirección facultativa de la obra.
- Las prescripciones del pliego de prescripciones técnicas particulares del proyecto, en relación con el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra.
- Una valoración del coste previsto de la gestión de los residuos de construcción y demolición que formará parte del presupuesto del proyecto en capítulo independiente.

En obras de demolición, rehabilitación, reparación o reforma, hacer un inventario de los residuos peligrosos que se generarán, que deberá incluirse en el Estudio de Gestión de RCD, así como prever su retirada selectiva, con el fin de evitar la mezcla entre ellos o con otros residuos no peligrosos, y asegurar su envío a gestores autorizados de residuos peligrosos.

Disponer de la documentación que acredite que los residuos de construcción y demolición realmente producidos en sus obras han sido gestionados, en su caso, en obra o entregados a una instalación de valorización o de eliminación para su tratamiento por gestor de residuos autorizado, en los términos recogidos en este Real Decreto y, en particular, en el estudio de gestión de residuos de la obra o en sus modificaciones. La documentación correspondiente a cada año natural deberá mantenerse durante los cinco años siguientes.

En el caso de obras sometidas a licencia urbanística, constituir, cuando proceda, en los términos previstos en la legislación de las comunidades autónomas, la fianza o garantía financiera equivalente que asegure el cumplimiento de los requisitos establecidos en dicha licencia en relación con los residuos de construcción y demolición de la obra.

#### **4.2. Obligaciones del Poseedor de Residuos de Construcción y Demolición en base al Real Decreto 105/2008**

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, en particular las recogidas en el Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición. 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.

## **5 Contenido mínimo del Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición**

El Estudio de Gestión de Residuos de construcción y demolición para cada proyecto particular se ajustará al modelo general siguiente, siendo válidos otros formatos equivalentes, sin perjuicio del resto de documentación que se desee acompañar al mismo por parte del redactor del estudio y deberá incorporar al menos, los siguientes apartados.

### **- Identificación de la obra.**

Tipo de obra:

Situada en: C/

Municipio:

Proyecto:

Promotor:

Redactor del Proyecto:

### **- Identificación de los residuos y estimación de la cantidad a generar.**

| <b>ESTIMACIÓN SOBRE LOS RESIDUOS A GENERAR</b> |             |            |                           |          |
|--|-------------|------------|---------------------------|----------|
|  | Descripción | Código LER | Volumen (m <sup>3</sup> ) | Peso (t) |
|  |             |            |                           |          |
|  |             |            |                           |          |
| TOTAL  |             |            |                           |          |
| Observaciones:                                 |             |            |                           |          |

Justificación: A esta estimación se acompañará una breve explicación del método empleado para poder llegar a la misma. La indicada justificación sólo se realizará en los casos que así lo exija la legislación comunitaria aplicable.

- **Medidas a adoptar para la prevención de residuos en la obra objeto del proyecto**

Se deberá incluir una descripción y justificación de las medidas que se adoptarán para prevenir la producción de residuos en la obra.

- **Operaciones de reutilización, valorización o eliminación a que se destinarán los residuos que se generarán en la obra**

| OPERACIONES DE GESTIÓN A REALIZAR CON LOS RESIDUOS |   |   |   |
|--|---|---|---|
| Identificación<br>residuo<br>Código LER            | Operación a realizar (Decisión 2014/955/UE) |   |   |
|  | Reutilización                               | Valorización                            | Eliminación                             |
|  | Describir                                   | (Identificar la operación con código R) | (Identificar la operación con código D) |
|  | Describir                                   | (Identificar la operación con código R) | (Identificar la operación con código D) |
|  | Describir                                   | (Identificar la operación con código R) | (Identificar la operación con código D) |
|  | Describir                                   | (Identificar la operación con código R) | (Identificar la operación con código D) |
|  | Describir                                   | (Identificar la operación con código R) | (Identificar la operación con código D) |
|  | Describir                                   | (Identificar la operación con código R) | (Identificar la operación con código D) |
| Observaciones:                                     |   |   |   |

- **Medidas a adoptar para la separación de los residuos en obra**

Se deberá incluir una descripción y justificación de las medidas que se adoptarán para separar los residuos en origen.

Se deberá de prever una zona dentro de la obra, para que el poseedor de residuos pueda acopiar los distintos residuos generados. Dicho lugar quedará representado en un plano a incluir en el Estudio RCD del proyecto particular.

La separación de los residuos se realizará según las fracciones indicadas en los marcos regulatorios nacionales o autonómicos en el caso de que existan estos últimos.

- **Instalaciones previstas para el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra.**

**NOTA:** El presente punto sólo se incluirá en los Estudio de Gestión de Residuos en los que las comunidades autónomas donde se realiza así lo exija.

| INSTALACIONES DE GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN OBRA |                                       |   |
|---|---------------------------------------|---|
| Instalaciones de gestión  | Superficie prevista (m <sup>2</sup> ) | Contenedores previstos (nº y para qué tipo de residuos) |
| Almacenamiento  |                                       |   |
| Manejo  |                                       |   |
| Separación  |                                       |   |
| Otras operaciones de gestión  |                                       |   |
| Observaciones:  |                                       |   |

Se adjuntará asimismo plano de la planta global de la obra en el que se indicará la situación de cada una de estas instalaciones, así como las zonas de entrada y salida de los residuos.

Cuando proceda, se incluirán las determinaciones del pliego de prescripciones técnicas particulares del proyecto, en relación con el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra.

- **Inventario de residuos peligrosos para las obras de demolición, rehabilitación, reparación o reforma.**

En el caso de que prevea generar residuos peligrosos se debe cumplimentar una tabla como la que se muestra a continuación, a modo de inventario para garantizar la correcta identificación, acopio y envío a un gestor autorizado.

| INVENTARIO DE RESIDUOS PELIGROSOS |            |                      |          |                           |
|-----------------------------------|------------|----------------------|----------|---------------------------|
| Descripción                       | Código LER | Tratamiento previsto | Peso (t) | Volumen (m <sup>3</sup> ) |
|                                   |            |                      |          |                           |
|                                   |            |                      |          |                           |
|                                   |            |                      |          |                           |
| TOTAL                             |            |                      |          |                           |
| Observaciones:                    |            |                      |          |                           |

Justificación: Este inventario se acompañará de una descripción del método empleado para realizar el inventario. La indicada justificación sólo se realizará en los casos que así lo exija la legislación comunitaria aplicable.

- **Valoración del coste previsto de la gestión de los residuos de construcción y demolición.**

Se deberá incluir una descripción y justificación del presupuesto de gestión de los residuos.

## **6 Plan de Gestión de Residuos según el Real Decreto 105/2008**

El Plan de Gestión de Residuos será redactado por el poseedor de Residuos, el cual viene definido en el Real Decreto 105/2008 como la persona física o jurídica que ejecute las obras, la cual está obligada a presentar al promotor, un plan en el que se detalle cómo va a dar cumplimiento a las obligaciones respecto a los residuos de construcción y demolición generados en la misma.

Este plan se basará en el Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición que acompañará al proyecto simplificado.

## **7 Clasificación y Residuos Tipo**

A continuación, se recogen los tipos de residuo más usuales en las obras de construcción de instalaciones eléctricas.

### **7.1. Residuos no Peligrosos de Construcción y Demolición**

Se detallan a continuación los tipos básicos de algunos residuos habituales que se generan en las obras de LA EMPRESA con su correspondiente código LER:

- Siliconas (07 02 17): Constituidos principalmente por restos de material para la protección de avifauna, como recortes de forros premoldeados.

- Envases de papel y cartón (15 01 01): Incluye cartón para embalajes de aisladores, pararrayos, material para protección de avifauna, fluorescentes, cuadros eléctricos y en general cualquier tipo de cartón que se produzca como residuo de embalajes en la obra.
- Envases de plástico (15 01 02): Incluye envases y embalajes de plástico para material de avifauna, telegestores, celdas, cuadros eléctricos, transformadores y en general cualquier tipo de plástico que se produzca como residuo de embalajes en la obra.
- Equipos desechados (16 02 14): Incluye armarios de concentradores de telegestión, armarios de distribución de BT, celdas aisladas al aire entre otros.
- Hormigón (17 01 01): Incluye residuos de demolición de cimentaciones.
- Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos, distintas de las especificadas en el código 17 01 06 (17 01 07): Hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos, deben ser exclusivamente material pétreo de obra (restos de demolición, excavación, materiales cerámicos, mortero, escayola, etc.). La tasa de vertido difiere entre escombros limpios y escombros mezclados con otros inertes.
- Madera (17 02 01): Están constituidos principalmente por palés, encofrados, tableros, embalajes, madera procedente de demoliciones, bobinas para cables, cuñas, etc.
- Plástico (17 02 03): Se incluyen los tubos, bidones, envoltorios de equipos y otros como fin protector, bolsas, sacos, flejes de embalajes, bridas, materiales plásticos, etc.
- Vidrio (17 02 02): Presencia ocasional y básicamente procedente de labores de demolición.
- Mezclas bituminosas (asfalto) (17 03 02): Generado principalmente por la realización de canalizaciones en calzada.
- Cobre, bronce, latón (17 04 01): Se obtiene principalmente por el desmontaje de varilla de cobre de centro de transformación antiguos, así como como de pletinas, embarrados, etc.
- Aluminio (17 04 02): Residuos principalmente generados por el desmontaje de palcas indicadores, puertas, ventanas, rejillas y material de carpintería metálica principalmente.
- Hierro y acero (17 04 05): Residuos generados principalmente por el desmontaje de puertas, ventanas, rejillas, mamparas, crucetas, apoyos metálicos, placas indicadoras, vientos de apoyos y por pequeño material como: tornillos, tuercas, bridas, etc.
- Cables (17 04 11): Residuos generados principalmente por el desmontaje de cables de guarda y conductores con o sin aislamiento, tanto de acero-aluminio como cobre.

- Tierra y piedras (17 05 04): Son tierras procedentes de excavación, principalmente por la apertura de zanjas, catas, cimentaciones, soleras, depósitos para la recogida de aceites, perforaciones dirigidas, etc. Este tipo de tierras son procedentes de suelo natural no contaminadas o que no hayan soportado una actividad potencialmente contaminante este tipo de tierras pueden ser reutilizadas.
- Residuos mezclados de construcción y demolición (17 09 04): Incluiría principalmente postes de hormigón con estructura metálica, aisladores de vidrio o cerámica con metal, seccionadores (metal + cerámica/polímero), derribo de casetas, demolición de pavimentos, etc.

## **7.2. Residuos Peligrosos de Construcción y Demolición**

Se detallan a continuación los tipos básicos de algunos residuos habituales que se generan en las obras de LA EMPRESA con su correspondiente código LER:

- Mezclas bituminosas, alquitrán de hulla y otros productos alquitranados (17 03 01\*): procedentes de escombros de zanjas sobre asfalto y zonas asfaltadas.
- Envases contaminados (15 01 10\*): Los envases que han contenido sustancias peligrosas, y que por tanto van etiquetados con alguno de los pictogramas naranjas de peligrosidad, también son residuos peligrosos.
- Incluyen una gran variedad de residuos, en formatos muy diferentes; a efectos de almacenamiento se puede distinguir entre aquellos que son voluminosos (garrafas y bidones) y aquellos otros de pequeño tamaño (latas, botellas, sacos de cemento, etc.).
- Espray (16 05 04\*): Incluye los botes de espray y aerosoles con alguno de los pictogramas naranjas de peligrosidad, fundamentalmente generados en señalización y tipografía, así como botes espuma de poliuretano para el sellado de tubos.
- Equipos desechados que contienen componentes peligrosos (1), distintos de los especificados en los códigos 16 02 09 a 16 02 12 (16 02 13\*): Incluye celdas con SF6, contadores de telegestión, etc.
- Absorbentes, materiales de filtración (incluidos los filtros de aceite no especificados en otra categoría), trapos de limpieza y ropas protectoras contaminadas por sustancias peligrosas (15 02 02\*).

En general cada tipo de instalación y de obra tiene sus peculiaridades que serán reflejadas desde el punto de visto de la caracterización de residuos en el Estudio y el Plan de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición.