

PROYECTO TIPO
SUBESTACIONES EN
PARQUE EXTERIOR CON APARAMENTA
HÍBRIDA

 <i>Operación y Mantenimiento</i> Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		INDICE Hoja 2 de 169

DOCUMENTOS:

DOCUMENTO 1: MEMORIA	3
DOCUMENTO 2: CÁLCULOS.....	45
DOCUMENTO 3: PLIEGO DE CONDICIONES	91
DOCUMENTO 4: PLANOS.....	133
DOCUMENTO 5: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	134
PROYECTO SIMPLIFICADO	165

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.1: MEMORIA Hoja 3 de 169

DOCUMENTO 1: MEMORIA

1	INTRODUCCIÓN.....	5
2	OBJETO.....	5
3	ÁMBITO DE APLICACIÓN.....	5
4	NORMATIVA.....	6
5	CONFIGURACIÓN GENERAL DE LA SUBESTACIÓN.....	7
5.1	ALCANCE DE LA INSTALACIÓN.....	7
5.2	PARÁMETROS BÁSICOS DE DISEÑO.....	9
5.2.1	<i>Condiciones de servicio de la instalación.....</i>	9
5.2.2	<i>Niveles de tensión, aislamiento e intensidades de cortocircuito.....</i>	9
5.2.3	<i>Sistemas de puesta a tierra.....</i>	10
5.3	COORDINACIÓN DE AISLAMIENTO.....	10
6	DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.....	11
6.1	SISTEMA AT.....	11
6.1.1	<i>Descripción.....</i>	11
6.1.2	<i>Características generales de la apartamenta.....</i>	12
6.2	PARQUE MT.....	22
6.2.1	<i>Descripción.....</i>	22
6.2.2	<i>Características generales de la apartamenta.....</i>	23
6.3	TRANSFORMACIÓN.....	27
6.3.1	<i>Transformadores de Potencia.....</i>	27
6.3.2	<i>Resistencias y reactancias de puesta a tierra.....</i>	27
6.3.3	<i>Características generales de las baterías de condensadores.....</i>	29
6.4	SISTEMA INTEGRADO DE CONTROL Y PROTECCIÓN.....	30
6.4.1	<i>Disposición constructiva.....</i>	30
6.4.2	<i>Funciones de Protección.....</i>	31
6.5	SISTEMA DE SSAA.....	35
6.5.1	<i>Servicios auxiliares de C.A.....</i>	35
6.5.2	<i>Servicios auxiliares de C.C.....</i>	36
6.6	SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES.....	37
6.7	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA.....	37
6.7.1	<i>Red de tierra inferior.....</i>	37
6.7.2	<i>Red de tierra superior.....</i>	38
7	CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS.....	38
7.1	PARQUE EXTERIOR.....	39
7.1.1	<i>Cimentaciones.....</i>	39
7.1.2	<i>Ubicación, accesos y adecuación del terreno.....</i>	39
7.1.3	<i>Urbanizado del parque y viales.....</i>	39
7.1.4	<i>Vallado perimetral.....</i>	39
7.1.5	<i>Bancada transformador y depósito de aceite.....</i>	40
7.1.6	<i>Muro cortafuegos.....</i>	40
7.1.7	<i>Canales de cables.....</i>	40
7.1.8	<i>Drenajes.....</i>	40
7.2	EDIFICIO.....	40
7.3	ESTRUCTURA METÁLICA.....	42

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.1: MEMORIA Hoja 4 de 169

8	INSTALACIONES COMUNES.....	42
8.1	SISTEMA DE ALUMBRADO	42
8.1.1	<i>Alumbrado general</i>	42
8.1.2	<i>Alumbrado de emergencia</i>	43
8.2	SISTEMAS DE SEGURIDAD INDUSTRIAL	43
8.2.1	<i>Antiintrusismo</i>	43
8.2.2	<i>Sistema contra incendios</i>	43

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.1: MEMORIA Hoja 5 de 169

1 INTRODUCCIÓN

El presente documento constituye la memoria del Proyecto Tipo de EDISTRIBUCIÓN REDES DIGITALES S.L. Unipersonal¹, en adelante *e-distribución*, aplicable a **Subestaciones Tipo Exterior Híbrida** diseñadas con apartamento híbrida intemperie en configuraciones de simple o doble barra en Alta Tensión y configuración en simple barra en Media Tensión.

2 OBJETO

Este Proyecto Tipo tiene por objeto establecer, describir y justificar las principales características de diseño, cálculo y construcción que deben cumplir las instalaciones de tipo exterior híbrida, en su configuración estándar de dos transformadores, que pasen a formar parte de la red de *e-distribución*, tanto en obras promovidas por la distribuidora como en aquellas realizadas por terceros y que en aplicación de la reglamentación del sector eléctrico tengan que ser cedidas a *e-distribución*.

En este documento se fijan las bases para la redacción de la memoria, así como del resto de documentos complementarios que acompañan al proyecto. Será necesario que el proyectista, en base a este **Proyecto Tipo**, redacte y personalice la subestación objeto del proyecto con los datos necesarios y particulares del mismo, tales como situación, potencia, planos, cálculos, configuración del sistema de puesta a tierra 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.

Dichas particularidades específicas de cada proyecto se recogerán en un **Proyecto Simplificado** que dispondrá, como mínimo, del contenido que se refleja en el documento final de este Proyecto Tipo.

El presente documento servirá, además, 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.

El presente proyecto ha sido redactado basándose en los criterios de diseño y las especificaciones técnicas definidas en el documento **SRZ001 Especificaciones Técnicas Particulares de Subestaciones AT/MT** de *e-distribución*.

Aquellas instalaciones en las que concurren circunstancias singulares que aconsejen la redacción de un nuevo proyecto específico distinto al aquí detallado, previa autorización expresa por parte de *e-distribución*, quedan fuera del ámbito de aplicación de este Proyecto Tipo, si bien deberán cumplir con las especificaciones definidas en el documento **SRZ001 Especificaciones Técnicas Particulares de Subestaciones AT/MT**.

3 ÁMBITO DE APLICACIÓN

El presente Proyecto Tipo será de aplicación para aquellas instalaciones promovidas por *e-distribución*, y para todas las nuevas instalaciones realizadas por terceros y que en aplicación de la reglamentación del sector eléctrico tengan que ser cedidas a *e-distribución*, diseñadas bajo la denominación de Exterior Híbrida, con apartamento híbrida intemperie, y transformación entre

¹ Anteriormente Endesa Distribución S.L.U.

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.1: MEMORIA Hoja 6 de 169

niveles de alta tensión, en adelante AT, de 132kV, 110kV ó 66kV y niveles de media tensión, menores de 36kV, en adelante MT.

4 NORMATIVA

- **RD 1955/2000:** Regulación de las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica (de 1 de diciembre).
- **Ley 24/2013** del Sector Eléctrico (de 26 de diciembre).
- **RD 337/2014:** Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- **RD 223/2008:** Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- **RD 842/2002:** Reglamento electrotécnico para baja tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-BT 01 a 51.
- **RD 1110/2007:** Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (Orden 12 de abril de 1999).
- **RD 2267/2004:** Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.
- **RD 1066/2001:** Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitarias frente a emisiones radioeléctricas.
- **RD 1367/2007:** Real Decreto por el que se desarrolla la Ley 37/2003 del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.
- **Ley 22/2011** de Residuos y suelos contaminados.
- **RD 1890/2008:** Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus instrucciones técnicas complementarias.
- **SRZ001** Especificaciones Técnicas Particulares de Subestaciones AT/MT de *e-distribución*.

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.1: MEMORIA Hoja 7 de 169

5 CONFIGURACIÓN GENERAL DE LA SUBESTACIÓN

La subestación objeto del Proyecto estará compuesta por dos sistemas de tensión con la siguiente configuración:

- Un sistema de Alta Tensión de 132, 110 ó 66 kV de interperie en configuración en **simple o doble barra**, según establece el documento *SRZ001 Especificaciones Técnicas Particulares de Subestaciones AT/MT de e-distribución* para la elección de una estas dos configuraciones.
- Un sistema de Media Tensión situado en celdas de interior en configuración en simple barra.
- Un conjunto de transformación entre ambos niveles de tensión formado por dos transformadores instalados en interperie cuyas tensiones y potencias nominales estarán de acuerdo a las indicadas en el documento *SRZ001 Especificaciones Técnicas Particulares de Subestaciones AT/MT de e-distribución*.

El esquema unifilar y la planta general con la disposición física de la instalación se encuentran representados en el *Documento 4: PLANOS* del presente Proyecto Tipo.

5.1 ALCANCE DE LA INSTALACIÓN

Las instalaciones objeto de este proyecto se encuentran detalladas en el *Apartado 6. Descripción de la Instalación*, y estarán constituidas por:

- **Sistema de Alta Tensión de 132, 110 ó 66kV** de interperie con tecnología híbrida y topología de simple o doble barra y formado por las siguientes posiciones:

CONFIGURACIÓN SIMPLE BARRA

- 2 posiciones de línea, ampliable con una tercera posición.
- 2 posiciones de transformador.
- 1 medida de barras.

Para la implementación de esta configuración se utilizarán dos módulos híbridos de doble interruptor, un interruptor para posición de línea y otro para posición de transformador, denominados en este documento *Módulos Híbridos Y2*.

En el caso de existir una tercera posición de línea, se instalará un módulo híbrido compacto de un único interruptor, denominado en este documento *Módulo Híbrido Single Bay*.

CONFIGURACIÓN DOBLE BARRA

- 3 (o más) posiciones de línea.
- 2 posiciones de transformador.
- 1 posición de acoplamiento.
- 2 medidas de barras.

En doble barra se utilizará un módulo híbrido de un único interruptor para cada una de las posiciones de línea o transformador, denominados en este documento *Módulos Híbridos Y1*, y un *Módulo Híbrido Single Bay* de un único interruptor en la posición de acoplamiento.

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.1: MEMORIA Hoja 8 de 169

- **Sistema de Media Tensión** dispuesto en celdas interiores en topología de simple barra y formado por las siguientes posiciones:
 - 12 posiciones de línea.
 - 2 posiciones de transformador.
 - 2 posiciones de BBCC.
 - 2 posiciones de SSAA.
 - 1 posición de unión longitudinal con dos celdas (una en cada tramo de barra).
 - 2 posiciones de medida.
- Un **sistema de transformación** formado por:
 - 2 transformadores 132-110-66/MT kV, 40 MVA, con regulación en carga.
 - Conexión del neutro a tierra en niveles de media tensión mediante neutro aislado, resistencia, reactancia o conjunto de resistencia más reactancia según queda definido en los criterios contenidos en el *Apartado 4.2 de Sistemas de Puesta a Tierra* del documento *SRZ001 Especificaciones Técnicas Particulares de Subestaciones AT/MT de e-distribución*.
- Un **sistema de control y protecciones**

Se instalará un sistema integrado de control (SICP), compuesto por remota y sistema protectorio. El sistema incorporará las funciones de control local, telecontrol y protección y medida.
- Un **sistema de servicios auxiliares** constituido por:
 - 2 transformadores de 250 kVA, MT/0,40 kV.
 - 2 rectificadores de batería 125 V.c.c. 100Ah.
- Un **sistema de telecomunicaciones**

Las telecomunicaciones con las subestaciones con las que esté conectada la nueva instalación se realizarán mediante fibra óptica, preferentemente, y onda portadora en caso de que no exista esa posibilidad.
- Un **sistema de puesta a tierra**

Puesta a tierra inferior

Se dimensionará de acuerdo con los siguientes datos:

 - Intensidad de defecto a tierra: definida por *e-distribución* en función de la ubicación de la instalación.
 - Duración del defecto: 0,5 seg para el cálculo de las tensiones de paso y contacto y 1 seg para el dimensionamiento de los conductores.
 - Tipo de electrodo: malla enterrada de cable de cobre desnudo.
 - Material del conductor: cobre de 95 mm²

Las tensiones de paso estarán por debajo de los valores admitidos en la ITC-RAT 13.

Puesta a tierra superior

Formada por pararrayos Franklin instalados sobre el pórtico de amarre de las líneas y sobre soportes próximos a los transformadores.

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.1: MEMORIA Hoja 9 de 169

- Un **sistema de seguridad industrial**

Formado por protección contra incendios y antiintrusismo.

- **Edificio:**

Para la ubicación de los equipos de control, protección, comunicaciones, servicios auxiliares y celdas de media tensión, se construirá un edificio de dimensiones exteriores 18 x 8 m., con materiales prefabricados e integrado en el entorno natural.

5.2 PARÁMETROS BÁSICOS DE DISEÑO

5.2.1 Condiciones de servicio de la instalación

Las condiciones de servicio que deberán cumplir las instalaciones se muestran a continuación:

CONDICIONES		EXTERIOR	INTERIOR
Temperatura máxima ambiente	°C	+40	+40
Temperatura ambiente mínima	°C	-25	-5
Temperatura ambiente media máxima (24h)	°C	+35	-5/40
Humedad relativa media máxima (24h)	%	95	S/UNE-EN 60694
Humedad relativa media máxima (mes)	%	90	
Altura máxima sobre nivel del mar	M	1000	1000
Velocidad máxima del viento	km/h	120	No aplica

Tabla 1. Condiciones de servicio

5.2.2 Niveles de tensión, aislamiento e intensidades de cortocircuito

Los distintos valores normalizados de la aparatamenta incluida en este proyecto tipo, para los distintos niveles de tensión utilizados en *e-distribución*, son:

Tensión Nominal U_n (kV)	Niveles aislamiento $U_m/U_f/U_i$ (kV)	I_{ter} kA (1 seg) *	Valor cresta I_{cc} (kA)
132	145/275/650	25/31,5/40	63/80/100
110	145/275/650	25/31,5/40	63/80/100
66	72,5/140/325	25/31,5	63/80
30	36/70/170	25/31,5	63/80
25	36/70/170	25/31,5	63/80
20	24/50/125	25/31,5	63/80
15	24/50/125	25/31,5	63/80
13,2	24/50/125	25/31,5	63/80
11	24/50/125	25/31,5	63/80
10	24/50/125	25/31,5	63/80

Tabla 2. Niveles aislamiento e intensidades de cortocircuito

(*) La elección de la I_{ter} vendrá determinada por la potencia de cortocircuito en el punto de conexión de la instalación. Este valor será facilitado por *e-distribución*.

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.1: MEMORIA Hoja 10 de 169

U_n : Tensión nominal

U_m : Tensión más elevada para el material

U_f : Tensión soportada a frecuencia industrial (kV ef)

U_I : Tensión soportada con onda de choque tipo rayo (kV cresta)

I_{ter} : Intensidad térmica de cortocircuito

I_{cc} : Intensidad de cortocircuito

5.2.3 Sistemas de puesta a tierra

Los sistemas de puesta a tierra se diseñarán en función de la tensión nominal de la red y del territorio *e-distribución* donde se encuentre la instalación objeto del proyecto.

El tipo de puesta a tierra a instalar, según el nivel de tensión existente, aparece reflejada en la *Tabla 2. Sistemas de Puesta a Tierra* del documento *SRZ001 Especificaciones Técnicas Particulares de Subestaciones AT/MT de e-distribución*.

5.3 COORDINACIÓN DE AISLAMIENTO

La selección de los aislamientos y de los dispositivos contra sobretensiones se realizará según las directrices citadas a continuación:

- Se seguirán los criterios establecidos en la norma UNE-EN 60071-1 y UNE-EN 60071-2.
- Se instalarán pararrayos en la entrada de las líneas y en la parte de AT y MT (o AT1 y AT2) de los transformadores.
- No será admisible la instalación de pararrayos en las barras.
- La línea de fuga específica mínima será de 25 mm/kV para todas las instalaciones en intemperie. En el caso de estar situadas en ambiente de polución industrial o salina, la línea de fuga específica mínima será de 31 mm/kV. Para el cálculo de la longitud de la línea de fuga se utilizará la tensión más elevada del material.
- En instalaciones situadas por encima de 1000 m de altitud aplicará la corrección indicada en el apartado correspondiente de la UNE-EN 62271-1, en su última edición.

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.1: MEMORIA Hoja 11 de 169

6 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

A continuación, se describen los componentes de los distintos sistemas que forman parte de la instalación, enumerados en el *Apartado 5.1. Alcance de la Instalación* de esta memoria.

Las características constructivas y las especificaciones de dichos componentes se encuentran detallados en el documento *SRZ001 de Especificaciones Técnicas de Subestaciones AT/MT*.

El esquema unifilar y la planta general con la disposición física de la instalación se encuentran representados en el *Documento 4: PLANOS* del presente Proyecto Tipo.

6.1 SISTEMA AT

El proyecto Tipo para un parque de exterior híbrido podrá ser de simple o doble barra en AT:

6.1.1 Descripción

El parque de AT simple barra será exterior de tecnología híbrida, y estará formado por:

- 2 posiciones de línea compuestas por:
 - 1 módulo híbrido Y2 (compartido con la posición de transformador).
 - 3 pararrayos unipolares.
 - 3 transformadores de tensión (inductivos o capacitivos, en función de que las comunicaciones se realicen mediante fibra óptica o mediante onda portadora).
- 2 posiciones de transformador compuestas por:
 - 1 módulo híbrido Y2 (compartido con la posición de línea).
 - 3 pararrayos unipolares.
- 1 posición de medida de simple barra compuesta por:
 - 1 transformador de tensión inductivo.
- 1 posición de línea adicional (en subestaciones ampliadas con una tercera posición):
 - 1 módulo híbrido compacto Single Bay.
 - 3 pararrayos unipolares.
 - 3 transformadores de tensión (inductivos o capacitivos, en función de que las comunicaciones se realicen mediante fibra óptica o mediante onda portadora).

El parque de AT doble barra será exterior de tecnología híbrida, y estará formado por:

- 3 (o más) posiciones de línea compuestas por:
 - 1 módulo híbrido Y1 de línea.
 - 3 pararrayos unipolares.
 - 3 transformadores de tensión (inductivos o capacitivos, en función de que las comunicaciones se realicen mediante fibra óptica o mediante onda portadora).
- 2 posiciones de transformador compuestas por:
 - 1 módulo híbrido Y1 de transformador
 - 3 pararrayos unipolares

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.1: MEMORIA Hoja 12 de 169

- 1 posición de acople compuesta por:
 - 1 módulo híbrido compacto *Single Bay* de acoplamiento
- 2 posiciones de medida compuestas por:
 - 1 transformador de tensión inductivo

6.1.2 Características generales de la aparamenta

Sistemas de 132 y 110 kV:

Características asignadas comunes

Tensión nominal de la red	kV	132-110
Tensión más elevada para el material	kV	145
Tensión soportada de corta duración a f.i.(valor eficaz)	kV	275
Tensión soportada con impulsos tipo rayo (valor de cresta)	kV	650
Frecuencia nominal	Hz	50
Corriente en servicio continuo módulo barras	A	2000
Corriente en servicio continuo módulo trafo y salida de línea	A	2000
Corriente admisible de corta duración (1 seg)	kA	40
Valor de cresta de la corriente admisible de corta duración	kA	100

Sistemas de 66 kV:

Características asignadas comunes

Tensión nominal de la red	kV	66
Tensión más elevada para el material	kV	72,5
Tensión soportada de corta duración a f.i.(valor eficaz)	kV	140
Tensión soportada con impulsos tipo rayo (valor de cresta)	kV	325
Frecuencia nominal	Hz	50
Corriente en servicio continuo módulo barras	A	2000
Corriente en servicio continuo módulo trafo y salida de línea	A	2000
Corriente admisible de corta duración (1 seg)	kA	31,5
Valor de cresta de la corriente admisible de corta duración	kA	80

6.1.2.1 Módulo Híbrido Y2

Se reserva su uso para instalaciones de simple barra. Sus especificaciones y características constructivas se detallan en el documento *SRZ001 de Especificaciones Técnicas de Subestaciones AT/MT*.

Un único módulo contendrá funciones de: interruptor automático de línea, interruptor automático de transformador, seccionador de línea, transformador y barras con PaT, y transformadores de intensidad para la salida de línea y el transformador:

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.1: MEMORIA Hoja 13 de 169

Sistemas de 132 y 110 kV:

Características asignadas de los interruptores automáticos de línea y transformador

Tensión más elevada para el material	kV	145
Tipo de fluido para aislamiento y corte		SF6
Corriente en servicio continuo en salida de línea y trafo	A	2000
Corriente admisible de corta duración (1 seg)	kA	40
Valor de cresta de la corriente admisible de corta duración	kA	100
Secuencia de maniobra	msec	O-0,3sec-CO-1min-CO
Tiempo de apertura	msec	< 50
Tiempo de cierre	msec	< 150
Tiempo de cierre-apertura	msec	< 150
Tensión auxiliar alimentación motor	Vcc	125+10%-15%
Tensión auxiliar bobinas de apertura	Vcc	125+10%-30%
Tensión auxiliar bobinas de cierre	Vcc	125+10%-15%

Características asignadas de los seccionadores combinados y puesta a tierra

Tensión más elevada para el material	kV	145
Corriente asignada en servicio continuo	A	2000
Tensión soportada frec. industrial, bajo lluvia, a tierra y entre polos	kV	275
Tensión soportada frec. industrial, bajo lluvia, sobre la distancia de seccionamiento	kV	315
Tensión soportada rayo, a tierra y entre polos	kV	650
Tensión soportada rayo sobre distancia de seccionamiento	kV	750
Corriente admisible de corta duración (1 seg)	kA	40
Valor de cresta de la corriente admisible asignada	kA	100
Accionamiento cuchillas principales		Motorizado
Accionamiento cuchillas puesta a tierra		Motorizado

Características asignadas de los transformadores de intensidad (línea)

Tensión más elevada para el material	kV	145
Relación de transformación	A	1000-2000/5-5-5 (podrá ser distinta, según valores de la línea)
<i>Potencias y clases de precisión</i>		
1º Arrollamiento		30 VA cl.0,5 – 5P20
2º Arrollamiento		30 VA cl.5P20
3º Arrollamiento		30 VA cl.5P20

Características asignadas de los transformadores de intensidad (trafo)

Tensión más elevada para el material	kV	145
Relación de transformación	A	400-800/5-5-5
<i>Potencias y clases de precisión</i>		
1º Arrollamiento		30 VA cl.0,5 – 5P20
2º Arrollamiento		30 VA cl.5P20
3º Arrollamiento		30 VA cl.5P20

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.1: MEMORIA Hoja 14 de 169

Sistemas de 66 kV:

Características asignadas de los interruptores automáticos de línea y transformador

Tensión más elevada para el material	kV	72,5
Tipo de fluido para aislamiento y corte		SF6
Corriente en servicio continuo en salida de línea y trafo	A	2000
Corriente admisible de corta duración (1 seg)	kA	31,5
Valor de cresta de la corriente admisible de corta duración	kA	80
Secuencia de maniobra	msec	O-0,3sec-CO-1min-CO
Tiempo de apertura	msec	< 50
Tiempo de cierre	msec	< 150
Tiempo de cierre-apertura	msec	< 150
Tensión auxiliar alimentación motor	Vcc	125+10%-15%
Tensión auxiliar bobinas de apertura	Vcc	125+10%-30%
Tensión auxiliar bobinas de cierre	Vcc	125+10%-15%

Características asignadas de los seccionadores combinados y puesta a tierra

Tensión más elevada para el material	kV	72,5
Corriente asignada en servicio continuo	A	2000
Tensión soportada frecuencia industrial, bajo lluvia, a tierra y entre polos	kV	140
Tensión soportada frecuencia industrial, bajo lluvia, sobre la distancia de seccionamiento	kV	160
Tensión soportada rayo, a tierra y entre polos	kV	325
Tensión soportada rayo sobre distancia de seccionamiento	kV	375
Corriente admisible de corta duración (1 seg)	kA	31,5
Valor de cresta de la corriente admisible asignada	kA	80
Accionamiento cuchillas principales		Motorizado
Accionamiento cuchillas puesta a tierra		Motorizado

Características asignadas de los transformadores de intensidad (línea)

Tensión más elevada para el material	kV	72,5
Relación de transformación	A	1000-2000/5-5-5 <i>(podrá ser distinta, según valores de la línea)</i>
<i>Potencias y clases de precisión</i>		
1º Arrollamiento		30 VA cl.0,5 – 5P20
2º Arrollamiento		30 VA cl.5P20
3º Arrollamiento		30 VA cl.5P20

Características asignadas de los transformadores de intensidad (trafo)

Tensión más elevada para el material	kV	72,5
Relación de transformación	A	400-800/5-5-5
<i>Potencias y clases de precisión</i>		
1º Arrollamiento		30 VA cl.0,5 – 5P20
2º Arrollamiento		30 VA cl.5P20
3º Arrollamiento		30 VA cl.5P20

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.1: MEMORIA Hoja 15 de 169

6.1.2.2 Módulo Híbrido Y1

Se reserva su uso para instalaciones de doble barra. Sus especificaciones y características constructivas se detallan en el documento *SRZ001 de Especificaciones Técnicas de Subestaciones AT/MT*.

Cada módulo contendrá funciones de: interruptor, seccionador a ambas barras, transformador de intensidad y seccionador de salida con PaT.

Sistemas de 132 y 110 kV:

Características asignadas del interruptor automático

Tensión más elevada para el material	kV	145
Tipo de fluido para aislamiento y corte		SF6
Corriente en servicio continuo en salida de línea	A	2000
Corriente admisible de corta duración (1 seg)	kA	40
Valor de cresta de la corriente admisible de corta duración	kA	100
Secuencia de maniobra	msec	O-0,3sec-CO-1min-CO
Tiempo de apertura	msec	< 50
Tiempo de cierre	msec	< 150
Tiempo de cierre-apertura	msec	< 150
Tensión auxiliar alimentación motor	Vcc	125+10%-15%
Tensión auxiliar bobinas de apertura	Vcc	125+10%-30%
Tensión auxiliar bobinas de cierre	Vcc	125+10%-15%

Características asignadas de los seccionadores combinados y puesta a tierra

Tensión más elevada para el material	kV	145
Corriente asignada en servicio continuo	A	2000
Tensión soportada frecuencia industrial, bajo lluvia, a tierra y entre polos	kV	275
Tensión soportada frecuencia industrial, bajo lluvia, sobre la distancia de seccionamiento	kV	315
Tensión soportada rayo, a tierra y entre polos	kV	650
Tensión soportada rayo sobre distancia de seccionamiento	kV	750
Corriente admisible de corta duración (1 seg)	kA	40
Valor de cresta de la corriente admisible asignada	kA	100
Accionamiento cuchillas principales		Motorizado
Accionamiento cuchillas puesta a tierra		Motorizado

Características asignadas de los transformadores de intensidad

Tensión más elevada para el material	kV	145
Relación de transformación	A	1000-2000/5-5-5 (podrá ser distinta, según valores de la línea)
<i>Potencias y clases de precisión</i>		
1º Arrollamiento		30 VA cl.0,5 – 5P20
2º Arrollamiento		30 VA cl.5P20
3º Arrollamiento		30 VA cl.5P20

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.1: MEMORIA Hoja 16 de 169

Sistemas de 66 kV:

Características asignadas del interruptor automático

Tensión más elevada para el material	kV	72,5
Tipo de fluido para aislamiento y corte		SF6
Corriente en servicio continuo en salida de línea y trafo	A	2000
Corriente admisible de corta duración (1 seg)	kA	31,5
Valor de cresta de la corriente admisible de corta duración	kA	80
Secuencia de maniobra	msec	O-0,3sec-CO-1min-CO
Tiempo de apertura	msec	< 50
Tiempo de cierre	msec	< 150
Tiempo de cierre-apertura	msec	< 150
Tensión auxiliar alimentación motor	Vcc	125+10%-15%
Tensión auxiliar bobinas de apertura	Vcc	125+10%-30%
Tensión auxiliar bobinas de cierre	Vcc	125+10%-15%

Características asignadas de los seccionadores combinados y puesta a tierra

Tensión más elevada para el material	kV	72,5
Corriente asignada en servicio continuo	A	2000
Tensión soportada frecuencia industrial, bajo lluvia, a tierra y entre polos	kV	140
Tensión soportada frecuencia industrial, bajo lluvia, sobre la distancia de seccionamiento	kV	160
Tensión soportada rayo, a tierra y entre polos	kV	325
Tensión soportada rayo sobre distancia de seccionamiento	kV	375
Corriente admisible de corta duración (1 seg)	kA	31,5
Valor de cresta de la corriente admisible asignada	kA	80
Accionamiento cuchillas principales		Motorizado
Accionamiento cuchillas puesta a tierra		Motorizado

Características asignadas de los transformadores de intensidad

Tensión más elevada para el material	kV	72,5
Relación de transformación	A	400-800/5-5-5
<i>Potencias y clases de precisión</i>		
1º Arrollamiento		30 VA cl.0,5 – 5P20
2º Arrollamiento		30 VA cl.5P20
3º Arrollamiento		30 VA cl.5P20

6.1.2.3 Módulo Híbrido compacto *Single Bay* de Línea y módulo *Single Bay* de Acople.

Se reserva su uso, en el caso de configuración en simple barra AT, para aquellas instalaciones en las que se amplía el parque AT con una tercera posición de línea.

En el caso de configuración en doble barra AT, se reserva su uso para la posición de acople entre barras.

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.1: MEMORIA Hoja 17 de 169

Sus especificaciones y características constructivas se detallan en el documento *SRZ001 de Especificaciones Técnicas de Subestaciones AT/MT*.

Cada módulo contendrá funciones de: interruptor automático, seccionador de barra, transformador de intensidad y, en el caso del módulo de línea, seccionador de salida con PaT.

Sistemas de 132 y 110 kV:

Características asignadas del interruptor automático

Tensión más elevada para el material	kV	145
Tipo de fluido para aislamiento y corte		SF6
Corriente en servicio continuo en salida de línea	A	2000
Corriente admisible de corta duración (1 seg)	kA	40
Valor de cresta de la corriente admisible de corta duración	kA	100
Secuencia de maniobra	msec	O-0,3sec-CO-1min-CO
Tiempo de apertura	msec	< 50
Tiempo de cierre	msec	< 150
Tiempo de cierre-apertura	msec	< 150
Tensión auxiliar alimentación motor	Vcc	125+10%-15%
Tensión auxiliar bobinas de apertura	Vcc	125+10%-30%
Tensión auxiliar bobinas de cierre	Vcc	125+10%-15%

Características asignadas de los seccionadores combinados y puesta a tierra

Tensión más elevada para el material	kV	145
Corriente asignada en servicio continuo	A	2000
Tensión soportada frecuencia industrial, bajo lluvia, a tierra y entre polos	kV	275
Tensión soportada frecuencia industrial, bajo lluvia, sobre la distancia de seccionamiento	kV	315
Tensión soportada rayo, a tierra y entre polos	kV	650
Tensión soportada rayo sobre distancia de seccionamiento	kV	750
Corriente admisible de corta duración (1 seg)	kA	40
Valor de cresta de la corriente admisible asignada	kA	100
Accionamiento cuchillas principales		Motorizado
Accionamiento cuchillas puesta a tierra		Motorizado

Características asignadas de los transformadores de intensidad

Tensión más elevada para el material	kV	145
Relación de transformación	A	1000-2000/5-5-5 (podrá ser distinta, según valores de la línea)
<i>Potencias y clases de precisión</i>		
1º Arrollamiento		30 VA cl.0,5 – 5P20
2º Arrollamiento		30 VA cl.5P20
3º Arrollamiento		30 VA cl.5P20

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.1: MEMORIA Hoja 18 de 169

Sistemas de 66 kV:

Características asignadas del interruptor automático

Tensión más elevada para el material	kV	72,5
Tipo de fluido para aislamiento y corte		SF6
Corriente en servicio continuo en salida de línea y trafo	A	2000
Corriente admisible de corta duración (1 seg)	kA	31,5
Valor de cresta de la corriente admisible de corta duración	kA	80
Secuencia de maniobra	msec	O-0,3sec-CO-1min-CO
Tiempo de apertura	msec	< 50
Tiempo de cierre	msec	< 150
Tiempo de cierre-apertura	msec	< 150
Tensión auxiliar alimentación motor	Vcc	125+10%-15%
Tensión auxiliar bobinas de apertura	Vcc	125+10%-30%
Tensión auxiliar bobinas de cierre	Vcc	125+10%-15%

Características asignadas de los seccionadores combinados y puesta a tierra

Tensión más elevada para el material	kV	72,5
Corriente asignada en servicio continuo	A	2000
Tensión soportada frecuencia industrial, bajo lluvia, a tierra y entre polos	kV	140
Tensión soportada frecuencia industrial, bajo lluvia, sobre la distancia de seccionamiento	kV	160
Tensión soportada rayo, a tierra y entre polos	kV	325
Tensión soportada rayo sobre distancia de seccionamiento	kV	375
Corriente admisible de corta duración (1 seg)	kA	31,5
Valor de cresta de la corriente admisible asignada	kA	80
Accionamiento cuchillas principales		Motorizado
Accionamiento cuchillas puesta a tierra		Motorizado

Características asignadas de los transformadores de intensidad

Tensión más elevada para el material	kV	72,5
Relación de transformación	A	400-800/5-5-5
<i>Potencias y clases de precisión</i>		
1º Arrollamiento		30 VA cl.0,5 – 5P20
2º Arrollamiento	kV	30 VA cl.5P20
3º Arrollamiento	kV	30 VA cl.5P20

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.1: MEMORIA Hoja 19 de 169

6.1.2.4 Pararrayos de línea y transformador.

Características asignadas de los pararrayos

Tensión nominal de la red	kV	132	110	66
Tensión más elevada para el material	kV	145	123	72,5
Tensión asignada servicio continuo U_c	kV	96	77	48
Tensión asignada U_r	kV	120	96	60
Frecuencia nominal	Hz		50	
Corriente nominal de descarga onda 8/20 μ seg	kA		10	
Clase de descarga			3	
Aislamiento externo			goma-silicona	
Contador de descarga			Individual (incluido)	

6.1.2.5 Transformadores de tensión capacitivos de línea

Características asignadas SISTEMAS 132kV

Tensión nominal de la red	kV	132
Tensión más elevada para el material	kV	145
Relación de transformación	kV	132: $\sqrt{3}/0,11$: $\sqrt{3}-0,11$: $\sqrt{3}$
<i>Potencias y clases de precisión</i>		
1º Arrollamiento		30 VA cl 0,5-3P Indistintamente
2º Arrollamiento		30 VA cl 0,5-3P Indistintamente
Factor de tensión		1,2 continuo – 1,5 durante 30 seg

Características asignadas SISTEMAS 110kV

Tensión nominal de la red	kV	110
Tensión más elevada para el material	kV	123
Relación de transformación	kV	110: $\sqrt{3}/0,11$: $\sqrt{3}-0,11$: $\sqrt{3}$
<i>Potencias y clases de precisión</i>		
1º Arrollamiento		30 VA cl 0,5-3P Indistintamente
2º Arrollamiento		30 VA cl 0,5-3P Indistintamente
Factor de tensión		1,2 continuo – 1,5 durante 30 seg

Características asignadas SISTEMAS 66kV

Tensión nominal de la red	kV	66
Tensión más elevada para el material	kV	72,5
Relación de transformación	kV	66: $\sqrt{3}/0,11$: $\sqrt{3}-0,11$: $\sqrt{3}$
<i>Potencias y clases de precisión</i>		
1º Arrollamiento		30 VA cl 0,5-3P Indistintamente
2º Arrollamiento		30 VA cl 0,5-3P Indistintamente
Factor de tensión		1,2 continuo – 1,5 durante 30 seg

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.1: MEMORIA Hoja 20 de 169

6.1.2.6 Transformadores de tensión inductivos de línea/barras

Características asignadas SISTEMAS 132kV

Tensión nominal de la red	kV	132
Tensión más elevada para el material	kV	145
Relación de transformación	kV	132:√3/0,11:√3-0,11:√3-0,11:√3
<i>Potencias y clases de precisión</i>		
1º Arrollamiento		25 VA cl 0,2 Indistintamente
2º Arrollamiento		25 VA cl 0,5-3P Indistintamente
3º Arrollamiento		25 VA cl 0,5-3P Indistintamente
Factor de tensión		1,2 continuo – 1,5 durante 30 seg

Características asignadas SISTEMAS 110kV

Tensión nominal de la red	kV	110
Tensión más elevada para el material	kV	123
Relación de transformación	kV	110:√3/0,11:√3-0,11:√3-0,11:√3
<i>Potencias y clases de precisión</i>		
1º Arrollamiento		25 VA cl 0,2 Indistintamente
2º Arrollamiento		25 VA cl 0,5-3P Indistintamente
3º Arrollamiento		25 VA cl 0,5-3P Indistintamente
Factor de tensión		1,2 continuo – 1,5 durante 30 seg

Características asignadas SISTEMAS 66kV

Tensión nominal de la red	kV	66
Tensión más elevada para el material	kV	72,5
Relación de transformación	kV	66:√3/0,11:√3-0,11:√3-0,11:√3
<i>Potencias y clases de precisión</i>		
1º Arrollamiento		25 VA cl 0,2 Indistintamente
2º Arrollamiento		25 VA cl 0,5-3P Indistintamente
3º Arrollamiento		25 VA cl 0,5-3P Indistintamente
Factor de tensión		1,2 continuo – 1,5 durante 30 seg

(*) El primer arrollamiento se instalará sólo en el caso de instalaciones con RPM.

6.1.2.7 Bobinas de bloqueo.

Características asignadas

Tensión nominal de la red	kV	132	110	66
Tensión más elevada para el material	kV	145	123	72,5
Corriente en servicio continuo	A		2000	
Corriente admisible de corta duración (1seg)	kA	40	40	31,5
Valor de cresta de la corriente admisible de corta duración (límite dinámico)	kA	100	100	80
Inductancia	mH		0,5	

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.1: MEMORIA Hoja 21 de 169

6.1.2.8 Barras generales

El embarrado principal se realizará mediante tubo de las siguientes características:

Características asignadas

Conductor		Tubo Al
Diámetro exterior/interior	mm	120/106
Intensidad admisible	A	2985
Límite de fluencia mínimo	Kg/cm ²	1600
Límite de fluencia máximo	Kg/cm ²	2400
Dimensionamiento		s/ CEI 865/1993

6.1.2.9 Conductores desnudos

Las conexiones entre elementos se realizarán con conductor de las siguientes características, según el nivel de tensión y según los valores más utilizados habitualmente:

Características asignadas SISTEMAS 132-110kV

Naturaleza del conductor		54 hilos de aluminio + 7 hilos de acero	54 hilos de aluminio + 7 hilos de acero
Denominación		402-AL1/52-ST1A (LA-455)	337-AL1/44-ST1A (LA-380)
Sección real	mm ²	454,5	381
Diámetro aparente	mm	27,7	25,38
Intensidad admisible AT=40°	A	762	679,64
Nº conductores por fase		1	1
Peso	Kg/m	1,52	1,275

Características asignadas SISTEMAS 66kV

Naturaleza del conductor		54 hilos de aluminio + 7 hilos de acero	26 hilos de aluminio + 7 hilos de acero
Denominación		337-AL1/44-ST1A (LA-380)	242-AL1/39-ST1A (LA-280)
Sección real	mm ²	381	281,1
Diámetro aparente	mm	25,38	21,8
Intensidad admisible AT=40°	A	679,64	548,98
Nº conductores por fase		1	1
Peso	Kg/m	1,275	0,976

Las conexiones cobre-cobre se realizarán con conectores de bronce y las de cobre-aluminio se realizarán con conectores monometálicos (ánodo masivo).

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.1: MEMORIA Hoja 22 de 169

6.2 PARQUE MT

El parque de MT será interior, en topología de simple barra, y alojado en un edificio de tipo prefabricado. Las características de las celdas que lo componen se describen a continuación.

6.2.1 Descripción

Las celdas blindadas a instalar dentro del edificio estarán dispuestas de forma contigua una al lado de la otra formando dos filas enfrentadas, una para cada tramo de barra correspondiente a los dos trafos considerados.

Las celdas instaladas serán las siguientes:

- 12 posiciones de línea.
- 2 posiciones de transformador.
- 2 posiciones de baterías de condensadores (BBCC).
- 2 posiciones de servicios auxiliares (SSAA).
- 1 posición de unión longitudinal compuesta por dos celdas (una por cada tramo de barras).
- 2 posiciones de medida.

Su composición, características específicas y disposición se describen en el *Apartado 7.3* del documento *SRZ001 Especificaciones Técnicas de Subestaciones AT/MT de e-distribución*.

A continuación se indica la aparamenta que compone cada una de las celdas anteriores:

Celda salida de línea

- 1 Interruptor tripolar automático.
- 1 Seccionador tripolar de tres posiciones: conexión/desconexión a barra y puesta a tierra.
- 3 Transformadores de intensidad de fase toroidales con un secundario para protección.
- 1 Transformador de intensidad homopolar toroidal de relación apropiada para la protección de neutro sensible.
- 3 Detectores monofásicos de presencia de tensión con indicadores luminosos de estado sólido.

Celda de transformador

- 1 Interruptor tripolar automático.
- 1 Seccionador tripolar de tres posiciones: conexión/desconexión a barra y puesta a tierra.
- 3 Transformadores de tensión, con un secundario de medida y protección y otro de protección.
- 3 Transformadores de intensidad de fase toroidales con tres secundarios: uno para medida y dos para protección.
- 3 Detectores monofásicos de presencia de tensión con indicadores luminosos estado sólido.

Celda de batería de condensadores

- 1 Interruptor tripolar automático.
- 1 Seccionador tripolar de tres posiciones: conexión/desconexión a barra y puesta a tierra.
- 3 Transformadores de intensidad de fase toroidales para protección.
- 3 Detectores monofásicos de presencia de tensión con indicadores luminosos de estado sólido.

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.1: MEMORIA Hoja 23 de 169

Celda para transformador MT/BT de servicios auxiliares

- 1 Interruptor seccionador de apertura en carga por fusión fusibles, y cierre manual.
- 3 Fusibles de MT.
- 3 Transformadores de tensión, con un secundario de medida y protección y otro de protección.
- 3 Detectores monofásicos de presencia de tensión con indicadores luminosos de estado sólido.

Acoplamiento longitudinal

Celda física 1:

- 1 Seccionador tripolar de tres posiciones: conexión/desconexión a barra y puesta a tierra.
- 1 Interruptor tripolar automático.

Celda física 2:

- 1 Seccionador tripolar de tres posiciones: conexión/desconexión a barra y puesta a tierra.
- 3 Transformadores de tensión, con un secundario de medida y protección y otro de protección.

Celdas de medida

- 3 Transformadores de tensión, con un secundario de medida o protección y otro de protección.

Barras colectoras

- Las barras blindadas monofásicas de 1600 A de intensidad nominal tendrán aislamiento en hexafluoruro de azufre (SF6) trifásico.

6.2.2 Características generales de la aparamenta

A continuación se indican las características eléctricas, para los distintos niveles de tensión, de la aparamenta que compone cada una de las celdas enumeradas en el apartado anterior.

6.2.2.1 Celdas blindadas de interior

SISTEMAS MT de Tensión > 24kV

Características asignadas comunes

Tensión nominal de la red	kV	30-25
Tensión más elevada para el material	kV	36
Tensión soportada de corta duración a f.i.(valor eficaz)	kV	70
Tensión soportada con impulsos tipo rayo (valor de cresta)	kV	170
Frecuencia nominal	Hz	50
Corriente en servicio continuo salida de línea	A	630
Corriente en servicio continuo transformador	A	1600
Corriente en servicio continuo barras	A	1600
Corriente en servicio continuo BBCC	A	630
Corriente en servicio continuo SSAA	A	200
Corriente admisible de corta duración (1 seg)	kA	25
Valor de cresta de la corriente admisible de corta duración	kA	63

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.1: MEMORIA Hoja 24 de 169

Características asignadas de los interruptores automáticos

Tensión nominal de la red	kV	30-25
Tensión más elevada para el material	kV	36
Tipo de fluido para aislamiento y corte		Vacío o SF6
Corriente asignada en servicio continuo salida líneas	A	630
Corriente asignada en servicio continuo transformador	A	1600
Corriente asignada en servicio continuo acoplamiento	A	1600
Corriente asignada en servicio continuo BBCC	A	630
Corriente admisible de corta duración (1 seg)	kA	25
Valor cresta de corriente admisible corta duración (limite dinámico)	kA	63
Secuencia de maniobra	msec	O-0,3s-CO-15seg-CO
Tiempo de apertura	msec	< 65
Tiempo de cierre		< 150
Tiempo de cierre-apertura		< 65

Características asignadas de los transformadores de tensión

Tensión nominal de la red	kV	30	25
Tensión más elevada para el material	kV	36	36
Relación de transformación celda trafo	kV	33:√3/0,11:√3-0,11:3	27,5:√3/0,11:√3-0,11:3
Relación de transformación celda medida	kV	33:√3/0,11:√3-0,11:3	27,5:√3/0,11:√3-0,11:3
<i>Potencia y clases de precisión</i>			
1º Arrollamiento		15VA cl. 0,5-3P Indistintamente	
2º Arrollamiento		10VA cl.6P	
Factor de tensión		1,2 continuo-1,5 30seg	

Características asignadas de los transformadores de intensidad celda de línea

Tensión más elevada para el material	kV	36
Relación de transformación intensidad de línea	A	300-600/1
<i>Potencia y clases de precisión</i>		
1º Arrollamiento		2 VA cl.5P30

Características asignadas de los transformadores de intensidad homopolar celda de línea

Tensión más elevada para el material	kV	0,72
Tipo		Toroidal
Relación de transformación intensidad de línea	A	(Neutro aislado) 20/1 ó 50/1 (Neutro sensible) 20/1
<i>Potencia y clases de precisión</i>		
1º Arrollamiento		2 VA cl.10P15

Características asignadas de los transformadores de intensidad celda de transformador

Tensión más elevada para el material	kV	36
Relación de transformación intensidad de transformador	A	1000-2000/5-5-5
<i>Potencia y clases de precisión</i>		
1º Arrollamiento		10 VA cl 0,5
2º Arrollamiento		10VA cl.5P20
3º Arrollamiento		10VA cl.5P20

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.1: MEMORIA Hoja 25 de 169

Características asignadas de los transformadores de intensidad celda de BBCC

Tensión más elevada para el material	kV	36
Relación de transformación intensidad de línea	A	300-600/5
<i>Potencia y clases de precisión</i>		
1º Arrollamiento		15 VA cl.5P30

SISTEMAS MT de Tensión ≤ 24kV

Características asignadas comunes

Tensión nominal de la red	kV	20-15-13,2-11-10
Tensión más elevada para el material	kV	24
Tensión soportada de corta duración a f.i.(valor eficaz)	kV	50
Tensión soportada con impulsos tipo rayo (valor cresta)	kV	125
Frecuencia nominal	Hz	50
Corriente en servicio continuo salida de línea	A	630
Corriente en servicio continuo transformador	A	1600
Corriente en servicio continuo barras	A	1600
Corriente en servicio continuo BBCC	A	630
Corriente en servicio continuo SSAA	A	200
Corriente admisible de corta duración (1 seg)	kA	25
Valor de cresta de la corriente admisible de corta duración	kA	63

Características asignadas de los interruptores automáticos

Tensión nominal de la red	kV	20-15-13,2-11-10
Tensión más elevada para el material	kV	24
Tipo de fluido para aislamiento y corte		SF6
Corriente asignada en servicio continuo salida de línea	A	630
Corriente asignada en servicio continuo transformador	A	1600
Corriente asignada en servicio continuo acoplamiento	A	1600
Corriente asignada en servicio continuo BBCC	A	630
Corriente admisible de corta duración (1 seg)	kA	25
Valor de cresta de la corriente admisible de corta duración	kA	63
Secuencia de maniobra		O-0,3s-CO-15seg-CO
Tiempo de apertura	msec	<65
Tiempo de cierre	msec	<150
Tiempo de cierre-apertura	msec	<65

Características asignadas de los transformadores de tensión

Tensión nominal de la red	kV	20-15-13,2-11-10
Tensión más elevada para el material	kV	24
Relación de transformación celda trafo / medida	kV	(22-16,5-13,2-12,1-11):√3/0,11:√3-0,11:3
<i>Potencia y clases de precisión</i>		
1º Arrollamiento		15VA cl. 0,5-3P Indistintamente
2º Arrollamiento		10VA cl.6P
Factor de tensión		1,2 continuo-1,5 30seg

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.1: MEMORIA Hoja 26 de 169

Características asignadas de los transformadores de intensidad celda de línea

Tensión más elevada para el material	kV	24
Tipo		Toroidal
Relación de transformación intensidad de línea	A	300-600/1
<i>Potencia y clases de precisión</i>		
1º Arrollamiento		2 VA cl.5P30

Características asignadas de los transformadores de intensidad homopolar celda de línea

Tensión más elevada para el material	kV	0,72
Tipo		Toroidal
Relación de transformación intensidad de línea	A	(Neutro aislado) 20/1 ó 50/1 (Neutro sensible) 20/1
<i>Potencia y clases de precisión</i>		
1º Arrollamiento		2 VA cl.10P15

Características asignadas de los transformadores de intensidad celda de transformador

Tensión más elevada para el material	kV	24
Tipo		Toroidal
Relación de transformación intensidad de transformador	A	1000 -2000 /5-5-5
<i>Potencia y clases de precisión</i>		
1º Arrollamiento		10 VA cl 0,5
2º Arrollamiento		10VA cl.5P20
3º Arrollamiento		10VA cl.5P20

Características funcionales de los seccionadores de puesta a tierra

Los seccionadores de puesta a tierra tendrán un poder de cierre combinado con el interruptor automático de 63 kA (valor de cresta).

6.2.2.2 Pararrayos enchufables

Se instalarán tres autoválvulas de protección enchufables, de tipo PFISTERER o similar, en cada uno de los transformadores, conectados directamente sobre la máquina a la salida de bornas MT.

Las características de la apartamenta se elegirán en función del nivel de tensión de la instalación y del sistema de puesta a neutro.

6.2.2.3 Conductores aislados

La conexión entre los distintos elementos presentes en el parque MT se realizará mediante conductores aislados con las siguientes características:

Conductor para conexión entre bornas MT del Transformador y su correspondiente celda

Tensión nominal de la red	kV	30-25	20-15-13,2-11-10
Tensión asignada del cable (Uo/U)	kV	18/30	12/20
Sección	mm ²		630
Naturaleza del conductor			Cobre
Intensidad admisible (enterrado 1m, ternas en contacto mutuo)	A		(*)
Conductores por fase	Nº		2

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.1: MEMORIA Hoja 27 de 169

Conductor para conexión de salidas de Línea, Batería de Condensadores y Reactancias

Tensión nominal de la red	kV	30-25	20-15-13,2-11-10
Tensión asignada del cable (Uo/U)	kV	18/30	12/20
Sección	mm ²		240
Naturaleza del conductor			Aluminio
Intensidad admisible (enterrado 1m, ternas en contacto mutuo)	A		(*)
Conductores por fase	Nº		1

Conductor para conexión de Servicios Auxiliares

Tensión nominal de la red	kV	30-25	20-15-13,2-11-10
Tensión asignada del cable (Uo/U)	kV	18/30	12/20
Sección	mm ²		95
Naturaleza del conductor			Aluminio
Intensidad admisible (enterrado 1m, ternas en contacto mutuo)	A		(*)
Conductores por fase	Nº		1

(*) Las intensidades máximas admisibles e intensidades de cortocircuito, según el número de ternas, se encuentran calculadas en el *Apartado 4. Cálculo de cables de potencia del Documento 2: CÁLCULOS* de este Proyecto Tipo.

6.3 TRANSFORMACIÓN

El bloque de transformación estará formado por los Transformadores de Potencia y la aparamenta necesaria para realizar la conexión del neutro a tierra en aquellos casos en los que así se indique en las especificaciones técnicas.

6.3.1 Transformadores de Potencia.

Se instalarán **dos unidades transformadoras** 132-110-66kV/MT intemperie, de 40MVA de potencia, cuyas tensiones nominales estarán de acuerdo a las normalizadas por *e-distribución* y definidas en el *Apartado 5.2* de este documento.

Las características asignadas a estos Transformadores de Potencia tomarán como referencia informativa la norma *GST002 de Transformadores de Potencia AT/MT de e-distribución*.

Se instalarán además un total de seis pararrayos, de tipo enchufables, a la salida MT del Transformador, tal como se indica en el *Apartado 6.2.2.2* de este documento.

En el caso de que las necesidades de la instalación en proyecto determinen transformadores de distinta potencia a la contemplada en este documento, se seleccionarán entre los normalizados por *e-distribución* en la norma de referencia informativa *GST002 de Transformadores de Potencia AT/MT*. El transformador seleccionado deberá tener en cuenta, además de los niveles de tensión de la de la instalación, las características generales de la aparamenta descrita en este Proyecto.

6.3.2 Resistencias y reactancias de puesta a tierra.

La conexión del neutro MT del transformador será aislada o conectada a tierra mediante una resistencia, una reactancia o un conjunto formado por ambas.

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA			SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
				Doc.1: MEMORIA Hoja 28 de 169

La forma de conexión, y el valor de la impedancia de la aparamenta necesaria para realizar dicha conexión, se definen según el nivel de tensión y la intensidad de defecto a limitar y se detalla en el *Apartado 4.2 y 7.2 del documento SRZ001 Especificaciones Técnicas de Subestaciones AT/MT.*

Se definen las siguientes características generales de la aparamenta para los niveles de tensión MT preferentes:

Características asignadas para Resistencia limitadora de Puesta a Tierra

Tensión nominal de la red (U_n)	kV	25	20	15
Tensión asignada ($1,1U_n$)	kV	27.5	22	16.5
Tensión máxima asignada (U_m)	kV	36	24	24
Intensidad permanente asignada	A	25	25	25
Intensidad de defecto asignada	A	300 / 500 / 1000	300 / 1000	300 / 1000
Resistencia	Ohm	52.9 / 31.8 / 15.9	42.3 / 12.7	31.8 / 9.5

Características asignadas para Reactancias de Puesta a Tierra

Tensión nominal de la red (U_n)	kV	25	20	15
Tensión asignada ($1,1U_n$)	kV	27.5	22	16.5
Tensión máxima asignada (U_m)	kV	36	24	24
Intensidad permanente asignada	A	25	25	25
Intensidad de defecto asignada	A	300 / 500 / 1000	300 / 500 / 1000	300 / 500 / 1000
Reactancia homopolar	Ohm	158.8 / 95.3 / 47.6	127 / 76.2 / 38.1	95.3 / 57.2 / 28.6
Conexión arrollamientos		Zig-Zag	Zig-Zag	Zig-Zag
Refrigeración		ONAN	ONAN	ONAN

Características asignadas para conjunto Resistencia+Reactancia de Puesta a Tierra

Tensión nominal de la red (U_n)	kV	25	20	15
Tensión asignada ($1,1U_n$)	kV	27.5	22	16.5
Tensión máxima asignada (U_m)	kV	36	24	24
Intensidad permanente asignada	A	25	25	25
Intensidad de defecto asignada	A	500	300 / 1000	300 / 1000
Resistencia	Ohm	31.8	42.3 / 12.7	31.8 / 9.5
Reactancia homopolar	Ohm	22	22 / 9	22 / 9
Conexión arrollamientos		Zig-Zag	Zig-Zag	Zig-Zag
Refrigeración		ONAN	ONAN	ONAN

Las características de los elementos anteriores toman como referencia las normas de *e-distribución* de referencia informativa *SND011 Reactancia para la puesta a tierra del neutro en las redes MT* y *SND012 Resistencia para la puesta a tierra del neutro en redes de MT.*

Para niveles de tensión MT distintos a los especificados como preferentes dentro de la red de *e-distribución*, se seleccionarán resistencias, reactancias y conjuntos resistencias + reactancias definidos en la norma de referencia anteriormente indicada.

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.1: MEMORIA Hoja 29 de 169

6.3.3 Características generales de las baterías de condensadores.

Los elementos que componen las baterías de condensadores, sus características y disposición, quedan definidos en el *Apartado 7.3 Baterías de Condensadores* del documento *SRZ001 Especificaciones Técnicas de Subestaciones AT/MT* y las normas de referencia informativa *SNE041* y *SND009*.

Para el conjunto de transformación considerado en este Proyecto Tipo, consistente en dos transformadores de 40 MVA cada uno, se indica la siguiente batería de condensadores:

Características asignadas de las Baterías de Condensadores

Tensión Red	kV	30-25-20-15-13.2-11-10
Potencia baterías	MVar	4
Número total de condensadores baterías		12
Número estrellas		2
Nº de condensadores en paralelo en cada grupo		1
Nº de grupos en serie		2
Toroidal desequilibrio		5/5A 10VA cl. 1

El dimensionamiento de las baterías estará en función de los niveles de carga esperados, por lo que podrán resultar necesarias baterías de potencia distinta a la indicada, en cuyo caso se seleccionarán entre las normalizadas por *e-distribución* en la norma de referencia informativa *SND009 Baterías de Condensadores estáticos de MT sin interruptor*.

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.1: MEMORIA Hoja 30 de 169

6.4 SISTEMA INTEGRADO DE CONTROL Y PROTECCIÓN

El Sistema Integrado de Control y Protección (SICP) es un sistema de arquitectura distribuida, formado por dos niveles jerárquicos diferenciados:

- **NIVEL DE INSTALACIÓN:** Este nivel incluye el equipamiento necesario para realizar todas las funciones que, por su carácter global, afectan a toda la instalación como son la Unidad de Control de Subestaciones (UCS), Terminal de Operación Local y Terminal de Teleacceso.

La UCS constituirá un elemento central para el control de toda la subestación de un modo unificado y servirá de unidad maestra para el control y gestión de las comunicaciones y transferencia de información, tanto entre las unidades de este nivel como con las diferentes posiciones del nivel inferior y con Centros de Control.

Mediante el Terminal de Operación Local se podrá supervisar toda la instalación a nivel de topología, alarmas, medidas sobre los diagramas mímicos dinámicos, así como realizar mandos locales sobre los dispositivos de maniobras motorizados entre otras funciones.

El Terminal de Teleacceso es un *gateway* inteligente que hace de puente entre el sistema central de análisis de incidentes y telemantenimiento y las unidades del nivel inferior que están en los armarios de posición.

- **NIVEL DE POSICIÓN:** Este nivel incluye el equipamiento necesario para realizar las funciones de protección, control, medida y mando local de una posición eléctrica de la subestación denominándose Unidades de Control de Posición (UCP). Estas unidades estarán conectadas a la UCS a través de un protocolo de comunicaciones.

Desde el punto de vista funcional, las UCP se clasifican en UCP de Control, UCP de Protección y UCP de Medida. Generalmente, un mismo equipo UCP integra diversas de las funciones anteriores (por ejemplo protección y control, o incluso protección, control y medida) donde en ese caso se los denominará Equipos Multifunción.

En determinados casos según el número de posiciones y UCP's de la instalación, serán necesarios armarios concentradores de posiciones que bien pueden ser para MT como para AT.

6.4.1 Disposición constructiva

Los distintos elementos integrantes del SICP se dispondrán de la siguiente forma:

- Un armario central en el que se instalará el equipamiento asociado al nivel de instalación (a excepción del terminal de teleacceso que irá en un armario aparte) y que se ubicará en la sala de control. Este armario central puede complementarse con armarios concentradores de posiciones los cuales estarán ubicados en las salas de MT al lado de las cabinas de MT o en la sala de control. El número de estos armarios dependerá del tamaño de la instalación.
- Las diferentes UCP se instalarán de la siguiente forma:
 - Las UCP de las Posiciones AT y de los transformadores se instalarán en armarios metálicos. En dichos armarios también se instalarán todos los elementos auxiliares del sistema de control y protección de cada posición: magnetotérmicos, relés, elementos de mando, bornas de conexión, etc.
 - Las UCP de las Posiciones MT estarán instaladas en los cajones de control de la propia celda de la posición.

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.1: MEMORIA Hoja 31 de 169

- Para el dimensionamiento del número de armarios y como recomendación, el sistema de control y protección de cada una de las posiciones AT y de transformador de una subestación requerirán de dos armarios, excepto las siguientes posiciones que requerirán de un único armario:
 - Circuitos AT
 - Transformadores AT/MT
- La red de comunicaciones se instalará en las conducciones de cables de la subestación y será de fibra óptica de vidrio del tipo 62,5/125µm protegida contra la acción de los Roedores.

6.4.2 Funciones de Protección

Las funciones protectivas a aplicar en los diferentes tipos de posiciones que conformarán la subestación tipo híbrida exterior Y2 de *e-distribución* serán realizadas por relés multifunción compatibles con los sistemas de *e-distribución* y tomando como referencia informativa las siguientes Normas de aplicación:

NORMAS	APLICACIÓN
SNC002	Relés Multifunción Posiciones MT
SNC018	Relés Multifunción Barras AT
SNC019	Relés Multifunción para Transformadores
SNC020	Relés Multifunción para circuitos AT

Las actuaciones de dichos relés sobre el interruptor y sus alimentaciones en c.c. se realizarán de acuerdo con el siguiente criterio:

EQUIPAMIENTO	ACTUACIÓN INTERRUPTOR	ALIMENTACIÓN C.C.	DENOMINACIÓN NORMALIZADA	APLICACIÓN
1ª Sistema de Protección	1ª bobina	Batería 1	P1/N1	Funciones protectivas principales
2ª Sistema de Protección	2ª bobina	Batería 2	P2/N2	Funciones protectivas secundarias
3ª Sistema de Protección	1ª y 2ª bobina	Batería 1	P1/N1	Funciones protectivas de barras
4ª Sistema de Protección	2ª bobina	Batería 2	P2/N2	Funciones protectivas propias del transformador

En ocasiones, algunas de las funciones que se requieren en cada posición, no se habilitarán en el propio relé multifunción y se utilizarán relés complementarios y/o auxiliares para implementar dichas funciones.

6.4.2.1 Posiciones de AT

Las funciones protectivas se agruparán en dos niveles y se usarán, a ser posible, mediante dos únicos relés multifunción. Estos relés multifunción deberán ser de diferente marca y modelo.

- **Líneas A.T.**

FUNCIONES PROTECTIVAS PRINCIPALES	
87L	Diferencial longitudinal, fases segregadas
21	Distancia

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.1: MEMORIA Hoja 32 de 169

25	Sincronismo
79	Reenganchador
49	Imagen Térmica
51	Máxima intensidad no direccional de fases
67N	Máxima intensidad direccional de tierras
51N	Máxima intensidad no direccional de tierras
3	Vigilancia de bobinas
	Localizador de defectos
	Oscilografía

FUNCIONES PROTECTIVAS SECUNDARIAS	
21	Distancia
51	Máxima intensidad no direccional de fases
67N	Máxima intensidad direccional de tierras
51N	Máxima intensidad no direccional de tierras
25	Sincronismo
79	Reenganchador
49	Imagen Térmica
3	Vigilancia de bobinas
	Localizador de defectos
	Discordancia de polos
	Oscilografía

▪ **Transformadores**

FUNCIONES PROTECTIVAS PRINCIPALES	
87T	Diferencial de transformador
50/51 F-N AT	Sobreintensidad a tiempo dependiente (curva, tiempo definido) y sobreintensidad instantánea (3 fases + neutro) AT
51G AT	Sobreintensidad a tiempo dependiente (curva) puesta a tierra neutro AT
51 F-N MT	Sobreintensidad (3 fases + neutro) a tiempo dependiente (curva, tiempo definido) MT
51G MT	Sobreintensidad a tiempo dependiente (curva, tiempo definido) puesta a tierra neutro MT
50/51G MT	Detector intensidad impedancia puesta a tierra MT
81m	Subfrecuencia
81df/dt	Derivada de frecuencia
59N MT	Sobretensión homopolar (a tiempo definido) MT
49 Zpat MT	Imagen térmica impedancia puesta a tierra neutro MT
3	Vigilancia de Bobinas
	Oscilografía

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.1: MEMORIA Hoja 33 de 169

FUNCIONES PROTECTIVAS SECUNDARIAS	
87T	Diferencial de transformador
50/51 F-N AT	Sobreintensidad a tiempo dependiente (curva, tiempo definido) e instantánea (3 fases + neutro) AT
51G AT	Sobreintensidad a tiempo dependiente (curva) puesta a tierra neutro AT
51 F-N MT	Sobreintensidad (3 fases + neutro) a tiempo dependiente (curva, tiempo definido) MT
51G MT	Sobreintensidad a tiempo dependiente (curva, tiempo definido) puesta a tierra neutro MT
50/51G MT	Detector intensidad impedancia puesta a tierra MT
81m	Subfrecuencia
81df/dt	Derivada de frecuencia
59N MT	Sobretensión homopolar (a tiempo definido) MT
49 Zpat MT	Imagen térmica impedancia puesta a tierra neutro MT
3	Vigilancia de Bobinas
	Oscilografía

Además de estas funciones se tendrán que tener en cuenta las protecciones propias del transformador que se reflejan en la siguiente tabla:

FUNCIONES PROTECTIVAS PROPIAS DEL TRANSFORMADOR	
49	Imagen térmica
63	Gases transformador
63	Gases regulador de tomas
63L	Válvula sobrepresión cuba transformador
63L	Sobrepresión cambiador de tomas
	Termómetro / termostato aceite
	Detección circulación de aceite

- **Barras**

Se tendrán dos grupos de funciones protectivas y se usarán, a ser posible, dos únicos relés multifunción.

FUNCIONES DE PROTECCIÓN DE BARRAS	
87B	Diferencial de barras
50s-62	Fallo de Interruptor
	Oscilografía

FUNCIONES DE PROTECCIÓN DE INTERRUPTOR	
3	Vigilancia de bobinas
25	Sincronismo
	Oscilografía

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.1: MEMORIA Hoja 34 de 169

6.4.2.2 Posiciones de MT

Para las posiciones de MT, se dispondrá de un único relé multifunción por posición. A continuación, se indican las funciones protectivas a aplicar en cada caso:

- **Líneas M.T.**

51F	Sobreintensidad de fases, curva
51F, TD	Sobreintensidad de fases, tiempo definido
50F	Sobreintensidad de fases, instantánea
51N	Sobreintensidad de neutro, curva, sumatorio 3TT/I fases
51N TD	Sobreintensidad de neutro, tiempo definido, sumatorio 3TT/I fases
50N	Sobreintensidad de neutro, instantáneo, sumatorio 3TT/I fases
46	Desequilibrio entre fases/fase abierta
67F	Sobreintensidad de fases: direccional curva, tiempo definido, instantáneo
67N1	Sobreintensidad de neutro: direccional curva, tiempo definido, instantáneo, sumatorio 3TT/I fases
67N2	Sobreintensidad de neutro sensible: direccional curva, tiempo definido, instantáneo, Tierra resistente, toroidal neutro
51NS	Sobreintensidad de neutro sensible: curva, tiempo definido, Tierra resistente, toroidal neutro
79	Reenganchador
59B	Automatismo Cogenerador
3	Vigilancia circuitos de disparo
	Oscilografía
	Recepción de disparo externo

- **Medida M.T.**

59N	Sobretensión homopolar a tiempo definido
	Oscilografía

- **Acoplamiento M.T.**

59N	Sobretensión homopolar a tiempo definido
3	Vigilancia circuitos de disparo
	Oscilografía

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.1: MEMORIA Hoja 35 de 169

▪ **Servicios Auxiliares**

51F	Sobreintensidad de fases, curva
51F, TD	Sobreintensidad de fases, tiempo definido
50F	Sobreintensidad de fases, instantánea
51N	Sobreintensidad de neutro, curva, sumatorio 3TT/I fases
51N TD	Sobreintensidad de neutro, tiempo definido, sumatorio 3TT/I fases
50N	Sobreintensidad de neutro, instantáneo, sumatorio 3TT/I fases
3	Vigilancia circuitos de disparo
	Oscilografía

▪ **Batería de condensadores M.T.**

51F	Sobreintensidad de fases, curva
51F, TD	Sobreintensidad de fases, tiempo definido
50F	Sobreintensidad de fases, instantánea
51N	Sobreintensidad de neutro, curva, sumatorio 3TT/I fases
51N TD	Sobreintensidad de neutro, tiempo definido, sumatorio 3TT/I fases
50N	Sobreintensidad de neutro, instantáneo, sumatorio 3TT/I fases
51TD	Desequilibrio neutro entre estrellas BBCCEE, detección 3I0/Tierra resistente
27	Subtensión compuesta a tiempo definido
59	Sobretensión compuesta a tiempo definido
59N	Sobretensión homopolar a tiempo definido
3	Vigilancia circuitos de disparo
	Oscilografía

6.5 SISTEMA DE SSAA

6.5.1 Servicios auxiliares de C.A.

El sistema de servicios auxiliares estará compuesto por el equipamiento necesario para cubrir las necesidades de alimentación en corriente alterna y continua, de forma que se garantice el grado de seguridad y duplicidad exigido a la instalación.

La función del sistema de servicios auxiliares de corriente alterna será la alimentación de las siguientes cargas:

- Alumbrado interior y exterior.
- Climatización y tomas de fuerza.
- Refrigeración y accionamiento de regulación de los transformadores.

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.1: MEMORIA Hoja 36 de 169

- Rectificadores de carga de las baterías 125V.c.c.
- Sistema de comunicaciones (rectificadores/baterías 48V.c.c.).
- Calefacción de la apartamenta.
- Extracción de aire y bombas.
- Sistemas de extinción automática.
- Ventilación de salas.
- Otros sistemas (antiincendios, antiintrusismo...).

Los Servicios Auxiliares de corriente alterna estarán compuestos por dos transformadores MT/0,4 kV, con una potencia de transformación máxima de 250 kVA cada una. Cada transformador debe poder soportar las cargas de toda la subestación.

La alimentación de los transformadores auxiliares se realizará desde las barras de MT. La salida en baja tensión del transformador se conectará a un armario de servicios auxiliares (TSA), en el que se instalará un interruptor motorizado y contadores de energía, a instalar por *e-distribución*, para consumos propios.

Cada armario TSA se conectará al cuadro de distribución de C.A., el cual estará formado por un único cuadro (*Cuadro A03* en planos de este Proyecto Tipo), de barra única y con dos entradas.

Las características del Transformador toman como referencia la norma de referencia *GST001 Transformadores MT/BT*.

CARACTERÍSTICAS TRANSFORMADOR DE S.S.A.A.		
Tensiones en vacío		
<i>AT</i>	V	MT
<i>BT</i>	V	400/230
Potencia por arrollamiento en toma de menor tensión	kVA	250
Grupo de conexión AT/BT		Dyn11

En caso de que por las condiciones de ubicación de la instalación se considere la utilización de transformadores secos, se tomará como referencia la norma de *e-distribución FND005 Transformadores trifásicos tipo seco para distribución en baja tensión*.

6.5.2 Servicios auxiliares de C.C.

La alimentación de corriente continua se realizará a partir de 2 sistemas independientes de baterías 125 V c.c. (batería 1 y batería 2) conectables entre sí en caso de fallo de un sistema.

La alimentación a las baterías se realizará mediante equipos rectificadores ubicados en los propios armarios de las baterías, la capacidad de cada módulo será de 100 Ah.

Las cargas que se conectarán al sistema de batería 1 serán:

- Circuitos de control y del 1er sistema de protección.
- Circuitos del 3er sistema de protección (equipo multifunción de barras).
- Circuitos de control auxiliares.
- U.C.S. y sistema de telecontrol.
- Sistema de medida para facturación.

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.1: MEMORIA Hoja 37 de 169

Las cargas que se conectarán al sistema de batería 2 serán:

- Circuitos del 2º sistema de protección.
- Circuitos del 4º sistema de protección (protecciones propias de transformador).
- Circuitos de energía para los motores de los accionamientos eléctricos de la apartamenta.

6.6 SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES

Las vías de comunicación para el telecontrol de la subestación y el teledisparo se realizarán preferentemente mediante fibra óptica o, en caso de no ser posible, mediante onda portadora.

El sistema de comunicaciones deberá permitir el mando y la monitorización en remoto de la subestación, así como realizar las tareas de telemando, telegestión y telemedida desde el Centro de Control de *e-distribución*.

Las características del sistema y de los equipos que lo componen (armarios, concentradores, puertos,...), se encuentran detallados en el documento *SRZ001 Especificaciones Técnicas de Subestaciones AT/MT* y en la norma de referencia informativa de *e-distribución SNJ001 Telecomunicaciones en Instalaciones AT*.

6.7 SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

6.7.1 Red de tierra inferior.

El sistema de puesta a tierra inferior cumplirá las siguientes funciones:

- Proteger al personal y a los equipos contra valores de potencial peligrosos
- Proporcionar un camino a tierra para aquellas a las intensidades originadas por descargas atmosféricas, por acumulación de descargas estáticas o por defectos eléctrico
- Referenciar el potencial del circuito respecto a tierra.
- Facilitar a los elementos de protección el despeje de falta a tierra.

Las características de diseño de la red general de tierras y su constitución se definen en el *Apartado 7.7 Sistemas de Puesta a Tierra* del documento *SRZ001 Especificaciones Técnicas de Subestaciones AT/MT* de *e-distribución* y el documento de referencia informativa *IT-SDZ001: Criterios de diseño del sistema de puesta a tierra en Subestaciones AT/MT*.

El sistema de puesta a tierra estará formado por:

- Electrodo de puesta a tierra constituida por una malla enterrada de cable desnudo de cobre de 95 mm² a una profundidad de 80cm. Los conductores en el terreno se tenderán formando una retícula, estando dimensionado de manera que al dispersar la máxima corriente de fallo las tensiones de paso y de contacto estén dentro de los límites admisibles por el vigente reglamento (Instrucción ITC-RAT-13). Los cables desnudos que forman la malla estarán enterrados en zanjas cubiertas por tierra vegetal.

Para el cálculo de dichas tensiones de paso y contacto, así como el diseño de la malla de puesta a tierra, se tomará un tiempo de despeje de falta de un segundo.

- Líneas de tierra. La conexión a la malla de los bastidores, y de todos aquellos elementos que deban ponerse a tierra, se realizará mediante dos conductores de cobre en paralelo, de 95 mm² cada uno, o doble pletina de cobre de 25x3mm.

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.1: MEMORIA Hoja 38 de 169

Para obtener valores admisibles desde el exterior de la valla metálica de la subestación, la red general de tierras se extenderá 1 metro por fuera de dicha valla y el vallado se conectará a la red de tierras en tramos regulares mediante latiguillos de tierra.

Las instrucciones generales de puesta a tierra serán las indicadas por la ITC-RAT13, que se detallan a continuación:

Puesta a tierra de protección: se pondrán a tierra las partes metálicas de una instalación que no estén en tensión normalmente pero que puedan estarlo a consecuencia de averías, accidentes, descargas atmosféricas o sobretensiones.

Se conectarán a las tierras de protección, salvo las excepciones señaladas en los apartados que se citan, entre otros, los siguientes elementos:

- a) Los chasis y bastidores de aparatos de maniobra.
- b) Los envolventes de los conjuntos de armarios metálicos.
- c) Las puertas metálicas de los locales.
- d) Las vallas y las cercas metálicas.
- e) Los soportes, etc.
- f) Las estructuras y armaduras metálicas del edificio que contendrá la instalación de alta tensión.
- g) Los blindajes metálicos de los cables.
- h) Las tuberías y conductos metálicos.
- i) Las carcasas de los transformadores.

Puesta a tierra de servicio: se conectarán a las tierras de servicio los elementos de la instalación, y entre ellos:

- a) Los neutros de los transformadores de potencia (en caso necesario) y los neutros de B.T. de los transformadores de SSAA.
- b) Los circuitos de baja tensión de los transformadores de medida.
- c) Los elementos de derivación a tierra de los seccionadores de puesta a tierra.

Interconexión de las instalaciones de tierra: las puestas a tierra de protección y de servicio de una instalación deberán conectarse entre sí, constituyendo una instalación de tierra general.

6.7.2 Red de tierra superior

Como protección contra descargas atmosféricas directas sobre la subestación se utilizará un sistema de apantallamiento con puntas Franklin y cable de guarda que asegure, mediante un cálculo avalado según el *Apartado 2.2 Cálculo de Red de Tierras superior* del *Documento 2: CÁLCULOS*, la seguridad de los equipos y de las personas.

7 CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS

En este apartado se definen las condiciones mínimas que deberá cumplir el Proyecto Tipo para la construcción de nuevas subestaciones de *e-distribución*.

Los aspectos básicos aquí detallados se complementan con lo especificado en el documento *SRZ001 Especificaciones Técnicas de Subestaciones AT/MT* en su *Apartado 8* relativo a obra civil.

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.1: MEMORIA Hoja 39 de 169

7.1 PARQUE EXTERIOR

7.1.1 Cimentaciones

Las cimentaciones de los elementos del parque serán de tipo superficial, a base de zapatas aisladas y realizadas en dos fases de hormigonado, tal como se detalla en la norma de referencia *SRZ001 Especificaciones Técnicas de Subestaciones AT/MT* en su *Apartado 8.1.1 Cimentaciones*.

No obstante, será necesaria la realización de un estudio geotécnico para determinar el tipo de terreno y definir de esta forma el tipo de cimentación a utilizar, la elección del hormigón más adecuado a las condiciones del terreno y la necesidad de mejoras a implementar en caso de que las propiedades del terreno no sean las idóneas para la construcción de la subestación.

Las dimensiones de las cimentaciones dependerán del tipo de terreno donde se trabaje. Las fundaciones se proyectarán de acuerdo con la naturaleza del terreno. El método de cálculo empleado será el de Sulzberger, que aparece detallado en el *Documento 2: CÁLCULOS* del Proyecto Tipo, que confía la estabilidad de la cimentación a las reacciones horizontales y verticales del terreno.

No se admitirá un ángulo de giro de la cimentación, cuya tangente sea superior a 0,01 para alcanzar el equilibrio de las acciones que produzcan el máximo momento de vuelco. El coeficiente de seguridad al vuelco, relación entre el momento estabilizador y el momento de vuelco no será inferior a 1,5.

7.1.2 Ubicación, accesos y adecuación del terreno

Se indicará en el Proyecto Simplificado la ubicación de las instalaciones objeto de este Proyecto Tipo. Dicha ubicación cumplirá con las condiciones de seguridad y urbanísticas impuestas por las administraciones competentes.

El terreno deberá ser adecuado a para ubicar las nuevas instalaciones, realizando para ello los trabajos de movimientos de tierras necesarios para obtener una plataforma a cota uniforme, mediante taludes, muros de contención o escolleras.

7.1.3 Urbanizado del parque y viales

La entrada a la subestación se realizará mediante un vial. Dicho vial no será necesario que sea asfaltado, pero sí lo suficientemente compacto como para permitir el paso de la grúa y góndola de transporte durante el montaje y mantenimiento de los transformadores de potencia.

Los viales interiores serán de firme rígido de 15 cm de hormigón HA-200 sobre una base de zahorra compactada. Los materiales a utilizar cumplirán las Prescripciones Técnicas Generales para obras de Carreteras y Puentes (PG-3) de la Orden FOM/2523/2014, de 12 de diciembre.

7.1.4 Vallado perimetral

El cierre perimetral de la subestación se realizará mediante valla de altura 2,50m. de tipo electrosoldada y galvanizada. En subestaciones localizadas en ambientes agresivos (industriales o marinos), el vallado podrá ser además plastificado.

Los postes de sujeción serán circulares y estarán sujetos a un murete de hormigón armado. La valla se conectará a la red de tierras de la subestación en tramos regulares.

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.1: MEMORIA Hoja 40 de 169

7.1.5 Bancada transformador y depósito de aceite

La bancada de los transformadores se diseñará como una viga elástica apoyada en el terreno y con una carga uniformemente repartida igual a la presión que ejerce sobre el terreno toda la fundación con una acción 1,25 veces el peso del transformador más el peso propio.

La bancada se diseñará además con el depósito de aceite necesario para poder recoger el aceite del transformador en caso de fugas. La capacidad requerida para tal fin corresponderá al volumen de dieléctrico del transformador, mayorado en previsión de entrada de agua de lluvia.

7.1.6 Muro cortafuegos

Será necesario instalar paredes de separación resistentes al fuego, denominados muros cortafuegos, entre los dos transformadores correspondientes a la configuración en SIMPLE BARRA.

Dichos muros serán de resistencia al fuego EI-120 y tendrán una altura, como mínimo, 1 metro superior a la altura del depósito de aceite del transformador.

7.1.7 Canales de cables

Con objeto de proteger el recorrido de los cables de control y potencia, se instalarán canales para cables prefabricados y zanjas enterradas, respectivamente.

El conjunto de los canales de cables de control serán prefabricados tipo "A" y tipo "A" reforzado, según Plano de detalle incluido en el *Documento 4: PLANOS* de este Proyecto Tipo.

7.1.8 Drenajes

El drenaje de la subestación se realizará mediante una red de desagüe formada por tubos perforados DREN colocados en el fondo de zanjas de grava y rellenas de material filtrante (geotextil).

Los colectores colocados en las zanjas evacuarán las aguas hacia una arqueta general de desagües que se conectará a la red de vertido adecuada. Además, se colocarán arquetas de registro en los puntos de confluencia de las distintas zanjas y pozos de registro donde vierten todas las aguas provenientes de la zanja de gravas.

La red de desagüe se conectará con la red general de alcantarillado de la zona. En caso de que no exista dicha red se verterá en un pozo de gravas envuelto de geotextil. Si nada de lo anterior fuese posible se verterá hacia los terrenos colindantes.

Se incorporará además una cuneta entre el borde del camino de acceso a la subestación para canalizar el agua hacia la recogida general de la zona.

7.2 EDIFICIO

El edificio estará diseñado para alojar la sala de control, los transformadores auxiliares y las celdas MT necesarias para instalaciones con dos transformadores de 40 MVA cada uno, con un total de hasta 24 posiciones de celdas MT. Dichas celdas estarán dispuestas en dos líneas y tendrá un foso de cables accesible.

Este edificio es de tipo prefabricado, con un sistema estructural por pilares. El edificio presenta en su conjunto forma de prisma rectangular que constituye las diversas dependencias de las que se compone. Las dimensiones en planta del conjunto del edificio serán de 18 x 8 m. (medidas exteriores). El edificio a construir será realizado a partir de elementos modulares prefabricados de

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.1: MEMORIA Hoja 41 de 169

hormigón armado en los que se realizarán o vendrán previstos los huecos y cajeados necesarios para la instalación de puertas, ventanas, rejillas y extractores.

La cimentación del edificio se realizará por medio de losa de hormigón armado realizada in situ. Los forjados superiores se realizarán mediante jácenas prefabricadas y placas alveolares con sus correspondientes capas de compresión.

Existen las siguientes zonas diferenciadas:

a) Sala control y equipos

Estará ubicada al lado de la sala de celdas de MT. Las dimensiones interiores en planta de esta sala son de 8,2 x 7,6 m.

Dentro de la sala se sitúan 2 pequeñas salas para los transformadores de SSAA. Estarán ubicadas anexas a la sala de celdas de MT y cada una ellas contará, bajo el transformador, de un pequeño depósito para la recogida de aceite en caso de accidente. Además se dotará de una barrera metálica que impida el contacto accidental con partes en tensión. El acceso a los transformadores de SSAA se realizará desde el exterior del edificio.

El cubículo dispondrá de las canalizaciones necesarias para la conexión de los cables de control y potencia. Los cables de control discurrirán por un falso suelo sobre la solera.

b) Sala cabinas MT

Las dimensiones interiores en planta de esta sala son de 9,3 x 7,6 m. Los muros se realizarán de hormigón armado y el suelo sobre el que se apoyen las cabinas, será un forjado de chapa colaborante.

Dispondrá de foso de cables accesible, mediante dos escaleras de patas, situadas en uno de los extremos de cada fila de cabinas.

El edificio estará dotado de un sistema de climatización por bomba de calor con termostatos situado en la zona de control del edificio que permitirá conservar unas condiciones uniformes de temperatura en el interior del edificio.

Se dotará además de un sistema de detección de incendios, un sistema de alarmas mediante pulsadores manuales localizados en puntos estratégicos y un sistema de extinción consistente en un sistema de extintores móviles. Las características de estos sistemas de protección contra incendios se detallan en el *Apartado 8.2 Sistemas de Seguridad Industrial* de este documento.

El edificio también estará dotado de sistema de anti-intrusismo con alarma.

Se instalará una central de alarmas y señalización con capacidad para todas las zonas de detección. Esta central de alarmas podrá ser común a ambos sistemas, antiincendios y anti-intrusismo, y tendrá un número de zonas suficiente para cubrir las necesidades de ambos. De la central partirá una señal para la señalización local y otra hacia el sistema de comunicaciones.

Se ha previsto dotar al edificio de los sistemas de alumbrado adecuados, con los niveles luminosos reglamentarios, y constituido por los elementos detallados en el *Apartado 8.1 Sistema de Alumbrado*.

El alumbrado normal se llevará a cabo mediante conducciones semiestancas equipadas con equipos de fluorescencia en alto factor. Su distribución será empotrada en falso techo en la zona de control y de forma uniforme evitándose sombras y zonas de baja luminosidad que dificulten las labores de control y de explotación.

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.1: MEMORIA Hoja 42 de 169

Los circuitos de alumbrado se alimentarán desde el cuadro de Servicios Auxiliares donde se dispondrán los interruptores magnetotérmicos de protección de los diferentes circuitos así como los dispositivos de protección diferencial de los mismos.

El edificio estará dotado de los sistemas de alumbrado de emergencia necesarios de arranque instantáneo ante la ausencia de la tensión principal. Los equipos serán autónomos, de la potencia y rendimiento reglamentario. Además de las funciones propias de alumbrado en emergencia, cumplirán también las de señalización de los diferentes puntos de salida y evacuación del personal.

7.3 ESTRUCTURA METÁLICA

Tanto para el amarre de las líneas como para soportes de elementos se utilizarán estructuras metálicas formadas por perfiles angulares de la serie de fabricación normal en este país, con acero S275JR (s/CTE-SE-A) exigiéndole la calidad soldable y llevarán una protección de superficie galvanizada ejecutada de acuerdo con la norma EN/ISO 1461, siendo su peso en zinc de 5 grs. por dm² de superficie galvanizada.

Los soportes están diseñados para admitir:

- Peso propio
- Cargas estáticas transmitidas por los aparatos
- Cargas dinámicas transmitidas por el aparrallaje de maniobra
- Acción de un viento de 120 Km/h. de velocidad actuando perpendicularmente a las superficies sobre las que incide.

En general todos los elementos sometidos a las acciones anteriormente citadas estarán dimensionados para no sobrepasar los 2.600 Kg/cm².

8 INSTALACIONES COMUNES

8.1 SISTEMA DE ALUMBRADO

Se cumplirá con lo establecido en el *RD 1890/2008, "Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus instrucciones técnicas complementarias EA-01 a EA-07"*, así como con la legislación autonómica aplicable referente a contaminación lumínica y protección del ambiente nocturno.

8.1.1 Alumbrado general

El alumbrado general se alimentará de la red general procedente del cuadro de distribución de servicios auxiliares de la subestación y distribuido en dos sistemas:

- *Alumbrado exterior:* instalado en el parque exterior, en los accesos y a lo largo de la valla perimetral de la subestación y constituido por lámparas de vapor de sodio de alta presión de 250W.
- *Alumbrado interior:* instalado en cada una de las dependencias de la subestación (sala de cuadros de control y sala de celdas MT) y constituido por los sistemas de alumbrado adecuados con los niveles luminosos reglamentarios. En los puntos que así se requiera se dispondrá de un alumbrado localizado que refuerce al general de la instalación.

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.1: MEMORIA Hoja 43 de 169

8.1.2 Alumbrado de emergencia

El alumbrado de emergencia se instalará únicamente en el interior del edificio y estará constituido por lámparas con fuentes propias de energía con una iluminación mínima de 10 lux, en régimen de emergencia y de 1 lux en régimen de señalización.

Estas lámparas estarán previstas para entrar en funcionamiento al producirse el fallo del alumbrado general o cuando la tensión de éste baje a menos del 70 % de su valor nominal.

8.2 SISTEMAS DE SEGURIDAD INDUSTRIAL

8.2.1 Antiintrusismo

Se instalará un sistema de detección de intrusismo en todas las nuevas instalaciones. El diseño del mismo, así como su alcance y tecnología, dependerán de la importancia y ubicación de la subestación.

Las características de los sistemas de prevención y detección de intrusismo que se indiquen en el proyecto, así como de los equipos y dispositivos que lo componen, seguirán lo indicado en el documento *SRZ001 Especificaciones Técnicas de Subestaciones AT/MT* y de la norma de referencia informativa *SMS001 Pliego de Condiciones Técnicas para la instalación de sistemas de seguridad antiintrusión en las subestaciones eléctricas de e-distribución*.

El acceso a la subestación se realizará mediante puerta motorizada dotada de un sistema de control de accesos según se indica en el documento de especificaciones técnicas mencionado anteriormente *SRZ001*.

8.2.2 Sistema contra incendios

La instalación de protección contra incendios en subestaciones híbridas de exterior se proyectará según lo exigido por el ITC-RAT 14 en relación a la instalación de Alta Tensión ubicada en el exterior, y a lo exigido por el ITC-RAT 15 y al CTE-DB-SI en relación al Edificio que alberga la instalación interior de Media Tensión.

En función de la ubicación de la instalación, urbana o rural, serán necesarias las siguientes instalaciones:

Sistemas de **protección pasiva**

En todos los casos:

- Se compartimentarán contra el fuego las distintas salas técnicas y sala de mandos en su totalidad mediante el uso de cerramiento con resistencia mínima al fuego de EI-120 y EI-90 para carpinterías.
- Se sectorizarán las celdas de MT y se tratarán los pasos de cables con pintura intumescente y el sellado de huecos.
- Para la configuración de SIMPLE BARRA en AT, se instalará muro cortafuegos entre los dos transformadores cuya altura debe ser, como mínimo, 1 metro superior a la altura del depósito de aceite del transformador y de nivel de estabilidad al fuego de EI-120.
- Sistema de ventilación en las salas técnicas y sala de mandos.

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.1: MEMORIA Hoja 44 de 169

Sistemas de **protección activa**

En todos los casos:

- Se preverá la instalación de un sistema automático de detección de incendios en ambiente en la totalidad del edificio formado por detectores iónicos de humos conectados a una central automática de detección y alarma situada junto a la entrada al edificio.
- La instalación se completará con pilotos indicadores, sirenas de alarmas interiores y sirenas exteriores. Como elementos de señalización se dispondrán pulsadores de alarma en el edificio, a una distancia máxima de 50 m. no debiendo estar ningún punto a una distancia mayor de 25 m. de un pulsador y se proyectará un alumbrado de emergencia mediante la utilización de equipos autónomos con batería para una hora de autonomía.
- Se instalarán extintores a razón de uno por cada 15 m. de recorrido desde los orígenes de evacuación. Los extintores serán de CO2 de 3,5 kg en la sala de control y de 5 kg de capacidad en el parque exterior.

En el caso de subestaciones urbanas:

- Se complementará la instalación del sistema automático de detección de incendios en ambiente en el edificio con un sistema de detección termovelocímetra en los transformadores, en configuración de detección cruzada, para activar los sistemas de extinción.
- Sistema automático de extinción fijo en Transformadores mediante agua pulverizada.

Las características de los sistemas anteriores y de los elementos que los constituyen se detallan en la norma de *referencia informativa NFI005 Criterios Funcionales de Protección Contra incendios en Subestaciones.*

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.2: CÁLCULOS Hoja 45 de 169

DOCUMENTO 2: CÁLCULO

1	BASES E HIPÓTESIS DE CÁLCULO DE ESTRUCTURAS Y CIMENTACIONES	46
1.1	CÁLCULO DE ESTRUCTURAS METÁLICAS DE APOYO DE LA APARAMENTA.	46
1.1.1	<i>Esfuerzos.....</i>	46
1.1.2	<i>Momentos.....</i>	47
1.1.3	<i>Perfiles utilizados.....</i>	48
1.1.4	<i>Características de los materiales, niveles de control y coeficientes de seguridad. .</i>	48
1.2	CRITERIOS DE CÁLCULO DE CIMENTACIONES.	48
1.2.1	<i>Seguridad al vuelco.</i>	48
1.2.2	<i>Comprobación de la tensión admisible.</i>	51
1.2.3	<i>Seguridad al deslizamiento.</i>	51
1.2.4	<i>Cálculo de pernos de anclaje.</i>	52
2	CÁLCULO/JUSTIFICACIÓN DE LA RED DE TIERRAS.....	53
2.1	CÁLCULO DE RED DE TIERRAS INFERIORES.	53
2.2	CÁLCULO DE RED DE TIERRAS SUPERIOR.	53
2.2.1	<i>Diseño de la red superior.</i>	53
2.2.2	<i>Cálculo de impedancia equivalente.....</i>	54
3	CÁLCULO DE EMBARRADOS.....	55
3.1	EMBARRADOS 132kV.....	55
3.2	EMBARRADOS 66kV	55
3.3	CÁLCULOS GENERALES	56
4	CÁLCULO DE CABLES DE POTENCIA.	57
5	DISTANCIAS MÍNIMAS.....	59
5.1	DISTANCIAS FASE-TIERRA Y ENTRE FASES.	59
5.2	DISTANCIAS EN PASILLOS DE SERVICIO Y ZONAS DE PROTECCIÓN.....	59
5.3	DISTANCIAS EN ZONAS DE PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS ACCIDENTALES DESDE EL EXTERIOR DEL RECINTO DE LA SUBESTACIÓN.....	60
6	CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS.....	61
6.1	OBJETO	61
6.2	NORMATIVA VIGENTE	61
6.3	METODOLOGÍA DE ANÁLISIS DE CAMPOS MAGNÉTICOS	62
6.4	CÁLCULOS Y RESULTADOS.....	63
6.4.1	<i>Subestación Híbrida simple barra 2L+2TR.</i>	63
6.4.2	<i>Subestación Híbrida simple barra 3L+2TR.</i>	69
6.4.3	<i>Subestación Híbrida doble barra 3L+2TR.....</i>	75
6.5	CONCLUSIONES.....	81
6.6	REFERENCIAS	81
6.7	ANEXO: PLANOS.....	82
6.7.1	<i>Subestación Híbrida simple barra 2L+2TR.</i>	82
6.7.2	<i>Subestación Híbrida simple barra 3L+2TR.</i>	85
6.7.3	<i>Subestación Híbrida doble barra 3L+2TR.....</i>	88
6.8	ANEXO: VALIDACIÓN APLICACIÓN DE CÁLCULOS	90

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.2: CÁLCULOS Hoja 46 de 169

1 BASES E HIPÓTESIS DE CÁLCULO DE ESTRUCTURAS Y CIMENTACIONES

1.1 CÁLCULO DE ESTRUCTURAS METÁLICAS DE APOYO DE LA APARAMENTA.

En este apartado se enumeran las acciones que habría que considerar para realizar el cálculo de las estructuras metálicas (soportes de aparamenta y pórticos).

La combinación de estas acciones se realizará según lo indicado en el Código Técnico de la Edificación *DB-SE*, donde se establecen los métodos de cálculo para cumplir con las exigencias mínimas en cuanto a seguridad estructural se refiere.

1.1.1 Esfuerzos.

Esfuerzos horizontales

▪ Esfuerzos transversales (y-y):

- Debidos a acciones electrodinámicas (según *UNE-EN 60865-1:2012*):

$$F_{din} = 2,04 \frac{(1,81 \cdot \sqrt{2} I_{3cc})^2}{a} \cdot l \text{ (kg)}$$

- Debidos a la incidencia del viento sobre la parte superior del aparato (bornes):

$$F_{vc} = 70 \cdot d \cdot l \text{ (kg)}$$

- Debidos a incidencia del viento sobre la totalidad del aparato, aplicada en el punto medio del mismo:

$$F_{va} = 70 \cdot D \cdot L \text{ (kg)}$$

- Debidas a incidencia del viento sobre el soporte:

$$F_{vs} = 100 \cdot H \cdot h \text{ (kg)}$$

▪ Esfuerzos longitudinales (x-x):

- Incidencia del viento sobre el aparato aplicado en su punto medio:

$$F_{va} = 70 \cdot D \cdot L \text{ (kg)}$$

- Incidencia de viento sobre soporte aplicado en su punto medio:

$$F_{vs} = 100 \cdot H \cdot h \text{ (kg)}$$

donde:

<i>l</i>	Semilongitud del vano considerado (m).
<i>d</i>	Diámetro exterior del conductor (m).
<i>a</i>	Distancia entre fases (cm).
<i>D</i>	Diámetro máximo del aparato en el punto considerado (m).
<i>L</i>	Altura total del aparato considerado (m).
<i>h</i>	Altura del soporte (m).
<i>H</i>	Ancho expuesto al viento en la dirección considerada (m).
<i>I_{cc}</i>	Corriente de cortocircuito trifásica (kA).

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.2: CÁLCULOS Hoja 47 de 169

Considerando un viento de 120 km/h de velocidad actuando perpendicularmente a las superficies sobre las que incide, da lugar, según el artículo 3.1.2 de la *ITC-LAT 07 del Reglamento de Líneas de Alta Tensión*, a las presiones de:

- sobre tubos conductores: 70 kg/m²
- sobre superficies cilíndricas de aparamenta: 70 kg/m²
- sobre superficies planas de los apoyos: 100 kg/m²

Esfuerzos verticales

Pesos considerados:

P_C	Peso del conductor en el vano considerado (kg)
P_H	Peso propio del hielo según zonas A, B o C (kg) (<i>ITC-LAT 07</i>)
P_A	Peso propio del aparato (kg)
P_S	Peso propio del soporte (kg)

1.1.2 Momentos.

Los momentos considerados y referidos a la base del soporte del aparato:

- **Momentos transversales (y-y):**

1. Debidos a acciones electrodinámicas:

$$M_{din} = F_{din} \cdot (H + L) \text{ (kg.m)}$$

2. Debidos a la incidencia del viento sobre la parte superior del aparato (cabezas):

$$M_{vc} = F_{vc} \cdot (H + L) \text{ (kg.m)}$$

3. Debidos a incidencia del viento sobre la totalidad del aparato, aplicada en el punto medio del mismo:

$$M_{va} = F_{va} \cdot \left(H + \frac{L}{2} \right) \text{ (kg.m)}$$

4. Debidas a incidencia del viento sobre el soporte:

$$M_{vs} = F_{vs} \cdot \frac{H}{2} \text{ (kg.m)}$$

Donde:

H	Ancho expuesto al viento en la dirección considerada (m).
L	Altura total del aparato considerado (m).

- **Momentos longitudinales (x-x):**

5. Incidencia del viento sobre el aparato aplicado en su punto medio:

$$M_{va} = F_{va} \cdot \left(H + \frac{L}{2} \right) \text{ (kg.m)}$$

6. Incidencia de viento sobre soporte aplicado en su punto medio:

$$M_{vs} = F_{vs} \cdot \frac{H}{2} \text{ (kg.m)}$$

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.2: CÁLCULOS Hoja 48 de 169

1.1.3 Perfiles utilizados.

Para los soportes se utilizarán perfiles adecuados para cada tipo de estructura. Podrán ser compuestos (formados por 4 perfiles de tipo L empresillados), o bien perfiles de alma llena (formados por perfiles tipo HEB o similar).

Para los soportes se utilizarán perfiles de acero S 275 JR.

1.1.4 Características de los materiales, niveles de control y coeficientes de seguridad.

Todos los perfiles de las estructuras metálicas se realizarán con acero laminado en caliente denominado, según la norma *UNE EN10025, S-275-JR*.

Serán adoptadas en el cálculo las siguientes características mecánicas para el acero:

Límite elástico	f_y	280	N/mm ²
Coefficiente seguridad	γ	1,1	
Densidad	ρ	7.850	kg/m ³
Resistencia a la rotura	f_s	4.200-5.300	kg/cm ²
Módulo elástico	E	2.100.000	kg/cm ²
Módulo de rigidez	G	810.000	kg/cm ²
Coefficiente de Poisson	ν	0,3	
Coefficiente de dilatación térmica	α	0,000012	°C ⁻¹

1.2 CRITERIOS DE CÁLCULO DE CIMENTACIONES.

Los postes y soportes de aparatos se fijan al terreno mediante cimentaciones consistentes en macizos únicos de hormigón, de las dimensiones apropiadas para garantizar su estabilidad ante las sollicitaciones de los esfuerzos que actúan sobre aquéllos.

1.2.1 Seguridad al vuelco.

Para el cálculo de las fundaciones se tomará como criterio de cálculo el establecido en el *ITC-LAT-07*, en su apartado 3.6 "Cimentaciones", consistente en:

- Seguridad al vuelco con un coeficiente de seguridad (definido como el cociente entre el momento estabilizador mínimo y el momento de vuelco máximo)

Hipótesis normales: 1,5

Hipótesis anormales: 1.2

- Angulo de giro de la cimentación con una tangente $\leq 0,01$
- La carga máxima transmitida al terreno no exceda las características reales de este.

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.2: CÁLCULOS Hoja 49 de 169

Se utilizará el método de Sulzberger, siempre y cuando sea de aplicación, ya que este método solamente es válido en el caso que se cumpla que:

$$\frac{H}{f} > 5$$

Siendo:

H: Altura de aplicación de la fuerza principal.
f: Profundidad de la zapata.

Se distinguirán dos métodos de cálculo de la seguridad al vuelco en función de que se cumpla o no la condición anterior:

- 1) Método cálculo tradicional (<5)
- 2) Método de Sulzberger (>5)

1.2.1.1 Método de cálculo del vuelco (tradicional).

Para asegurar que la zapata no gire debido al momento que las acciones ejercen sobre la estructura, se debe cumplir:

$$\frac{M_e}{M_f} > 1,5$$

Donde M_f es el momento flector (de vuelco), efecto equivalente al superior de los momentos longitudinales y transversales M_l y M_t , obtenidos aplicando la expresión siguiente:

$$M_f = \sum_i F_i \left(H_i + \frac{2}{3} h \right)$$

Donde:

F_i : Fuerzas flectoras que actúan sobre el apoyo.
 H_i : Altura sobre el terreno, hasta el punto de aplicación de F_i .
 h : Altura de la cimentación.

M_e es el momento estabilizador originado por el peso total sobre la cimentación, aplicado en el extremo de la misma, y de valor:

$$M_e = \frac{B}{2} P$$

$$P = P_T + P_Z$$

Donde:

B longitud del ancho de la zapata (m).
 P_t peso total del elemento de apartamiento, estructura soporte y conductor en el vano considerado.
 P_z peso de la zapata.

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.2: CÁLCULOS Hoja 50 de 169

1.2.1.2 Método de cálculo por Sulzberger.

Para calcular las dimensiones de la cimentación de un apoyo, lo primero que deberemos conocer es el momento de vuelco del apoyo, el cual viene determinado por la fórmula:

$$M_v = \sum_i F_i \left(H_i + \frac{2}{3} h \right)$$

Donde:

M_v	Momento de vuelco de todas las fuerzas exteriores.
F_i	Fuerzas flectoras que actúan sobre el apoyo.
H_i	Altura sobre el terreno, hasta el punto de aplicación de F_i .
h	Altura de la cimentación.

Este momento de vuelco debemos contrarrestarlo por una parte con el momento estabilizador del terreno (M_1) y por otra con el momento estabilizador del bloque de hormigón y el peso propio del apoyo (M_2).

El momento estabilizador del terreno podemos calcularlo mediante la fórmula:

$$M_1 = \frac{b \cdot h^3}{36} C_h \tan \alpha$$

en la que:

M_1	Momento estabilizador del terreno.
C_h	Coefficiente de compresibilidad a la profundidad "h".
$tg\alpha$	Tangente del ángulo de giro de la cimentación.
b	Lado de la base de la cimentación perpendicular la fuerza aplicada.
h	La altura de la cimentación.

En caso de que no se disponga del coeficiente de compresibilidad, la *tabla 10 del ITC-LAT-07* nos da los valores de los distintos coeficientes de compresibilidad (K) a 2 m de profundidad.

Naturaleza del terreno	K (kg/cm³)
<i>Terreno fangoso y turba ligera</i>	0,5 a 1,0
<i>Turba dura, arena fina de costa</i>	1,0 a 1,5
<i>Depósito de tierra vegetal, arena, grava</i>	1,5 a 2,0
<i>Arcilla mojada</i>	2,0 a 3,0
<i>Arcilla húmeda</i>	4,0 a 5,0
<i>Arcilla seca</i>	6,0 a 8,0
<i>Arcilla dura</i>	10,0
<i>Tierra vegetal con arena, arcilla y pocas piedras</i>	8,0 a 10,0
<i>Tierra con muchas piedras</i>	10,0 a 12,0
<i>Grava fina con mucha arena fina</i>	8,0 a 10,0
<i>Grava media con arena fina</i>	10,0 a 12,0
<i>Grava media con arena gruesa</i>	12,0 a 15,0
<i>Grava gruesa con mucha arena gruesa</i>	12,0 a 15,0
<i>Grava gruesa con poca arena gruesa</i>	15,0 a 20,0
<i>Grava puesta fuertemente apisonada</i>	20,0 a 25,0

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.2: CÁLCULOS Hoja 51 de 169

Se admite la proporcionalidad de este coeficiente con la profundidad, por lo tanto tendremos que:

$$C_h = \frac{K}{2} h$$

en la que K es el coeficiente de compresibilidad del terreno a 2 metros de profundidad, que podremos reducirlo a tres valores:

K = 20 kg/cm³ para terrenos fuertes.

K = 10 kg/cm³ para terrenos normales.

K = 5 kg/cm³ para terrenos flojos.

El momento de las cargas verticales o momento estabilizador del bloque de hormigón y del apoyo metálico, se puede calcular mediante la fórmula:

$$M_2 = 0,4 \cdot P \cdot a = 0,4 \cdot (P_{ciment} + P_{apoyo}) \cdot a$$

siendo "a" el lado de la cimentación paralelo a la fuerza aplicada.

El momento de vuelco debe ser contrarrestado con el momento estabilizador del terreno y con el momento estabilizador del bloque de hormigón y del apoyo, por lo tanto:

$$M_v \leq M_1 + M_2$$

Teniendo en cuenta un cierto coeficiente de seguridad "n", (Según el Reglamento RLAT, el coeficiente de seguridad, en hipótesis normales, no deberá ser inferior a 1,5) tendremos que:

$$M_v \leq \frac{M_1 + M_2}{n}$$

1.2.2 Comprobación de la tensión admisible.

La tensión admisible del terreno depende de un parámetro función del momento flector y del peso total:

$$n = \frac{M_f}{P} ; \tilde{n} = \frac{B}{2} - n$$

con lo que la tensión admisible toma el valor:

$$\sigma_f \geq \frac{2P}{3 \cdot \tilde{n} \cdot B} \sin > \frac{B}{6}$$

$$\sigma_f \geq \frac{P}{B^2} \left(1 + 6 \frac{n}{B}\right) \sin \leq \frac{B}{6}$$

Donde σ_f es la tensión admisible del terreno.

1.2.3 Seguridad al deslizamiento.

La condición que se debe cumplir para que la zapata no deslice es:

$$\frac{\mu \cdot P}{F_h} \geq 1,5$$

Donde

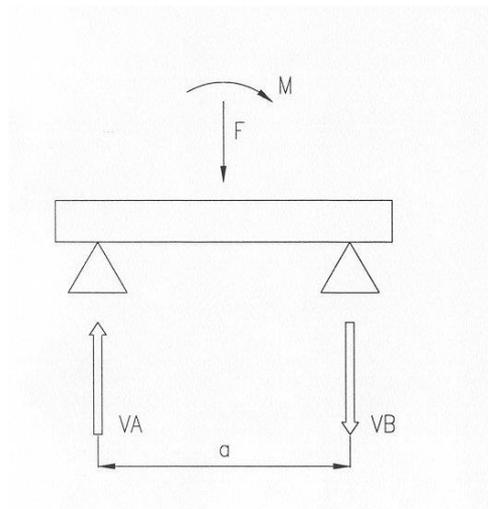
 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.2: CÁLCULOS Hoja 52 de 169

- μ Tangente del ángulo de rozamiento interno del terreno, que suponemos será de 30° ($\mu = \text{tg } 30^\circ = 0,577$).
- F_h Resultante de los esfuerzos horizontales aplicados sobre la estructura, equivalente al valor superior entre la suma de esfuerzos transversales y la suma de esfuerzos longitudinales ya calculados.
- P Peso total de cemento y apoyo.

1.2.4 Cálculo de pernos de anclaje.

Para el cálculo de pernos de anclaje se seguirá la figura siguiente, en donde:

- M Momento flector máximo aplicado en la placa base (en kg.m).
- F Fuerza vertical total aplicada sobre la placa base (aparamenta + estructura metálica) (en kg).
- a Distancia entre pernos (en m).
- V_a Fuerza de tracción en el perno (en kg).
- V_b Fuerza de compresión en el perno (en kg).



Con el equilibrio de fuerzas de la figura podremos obtener los valores de las fuerzas máximas de tracción y compresión en los pernos:

$$V_a = \frac{M + F \left(\frac{a}{2}\right)}{a}$$

$$V_b = \frac{M}{a}$$

Con la fuerza más desfavorable (V_a) se dimensiona el perno.

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.2: CÁLCULOS Hoja 53 de 169

2 CÁLCULO/JUSTIFICACIÓN DE LA RED DE TIERRAS

2.1 CÁLCULO DE RED DE TIERRAS INFERIORES.

La red de tierra inferior de las subestaciones AT/MT exteriores híbridas, se realizará según las directrices reflejadas en el documento informativo *IT-SDZ001: Criterios de diseño del sistema de puesta a tierra en Subestaciones de AT/MT del tipo exterior*.

Para realizar dicho cálculo será necesario contar con una serie de datos de partida propios de cada instalación, que permitirán dimensionar la red de tierras conforme a los criterios de cálculo indicados en el citado documento de referencia.

2.2 CÁLCULO DE RED DE TIERRAS SUPERIOR.

La finalidad del presente documento es analizar y comprobar la eficacia de los sistemas de apantallamiento contra las descargas atmosféricas empleados para la protección de subestaciones de intemperie.

El diseño de las tierras superiores que se adoptará consiste en la instalación de electrodos verticales (puntas Franklin) sobre los pórticos de entrada de las líneas o sobre un poste metálico.

2.2.1 Diseño de la red superior.

Para efectuar este análisis se aplicará el modelo electro-geométrico de las descargas atmosféricas, desarrollado por Gilman-Whitehead mediante el método de las esferas rodantes. (*IEEE Std 998-2012*).

Según dicho modelo, la corriente de impulso permitida para el caso de barras soportadas por aisladores tipo poste será:

$$I_s = \frac{1,1 \cdot U_s}{Z_s/2} = \frac{2,2 \cdot U_s}{Z_s}$$

donde:

U_s	Tensión soportada nominal a impulsos tipo rayo.
Z_s	Impedancia de onda vista por la descarga atmosférica.
1,1	Factor a tener en cuenta para la reducción de la corriente de impacto que termina en un conductor en comparación con la tierra de impedancia cero (Gilman-Whitehead)

El modelo electro-geométrico empleado en el presente diseño asume, que el punto de descarga del rayo no está determinado hasta que la descarga atmosférica se encuentra a una distancia crítica de cebado del punto de impacto. Esta distancia (S) es función de la descarga final del rayo, según la fórmula:

$$S = 8 \cdot k I_s^{0.65}$$

donde:

k	es el coeficiente cuyo valor depende de la zona de impacto del rayo. k=1; para descargas sobre cables o directas a tierra. k=1,2; para descargas sobre poste (puntas Franklin).
-----	---

La altura a la que será necesario instalar el sistema protector será igual a S .

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.2: CÁLCULOS Hoja 54 de 169

2.2.2 Cálculo de impedancia equivalente.

La impedancia de onda de una línea de transmisión puede asimilarse a su impedancia característica, y su valor puede ser estimado mediante la expresión:

$$Z_s = 60 \cdot \sqrt{\ln\left(\frac{2 \cdot h}{R_c}\right) \ln\left(\frac{2 \cdot h}{r}\right)}$$

donde:

h Altura media de los conductores sobre el suelo (m).

R_c Radio corona general (m), determinado por iteración con la expresión:

$$R_c = \frac{U_s (kV)}{1500 \cdot \ln\left(\frac{2 \cdot h}{R_c}\right)}$$

r Radio equivalente del conductor (m). (Dependerá del número de conductores de la formación).

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.2: CÁLCULOS Hoja 55 de 169

3 CÁLCULO DE EMBARRADOS.

Los embarrados de las subestaciones AT/MT de exterior híbridas estarán constituidos por tubos de aleación de aluminio o por cables flexibles de aluminio-acero. Las características básicas de dichos elementos se representan a continuación.

3.1 EMBARRADOS 132KV

El embarrado principal se realizará mediante tubo de las siguientes características:

Tubo Al Ø120/106 mm	
Diámetro exterior	120 mm
Diámetro interior	106 mm
Sección	2.485 mm ²
Intensidad permanente admisible	2.985 A

Las conexiones entre equipos podrán ser, bien con conductor LA-455, bien con conductor LA-380 de las siguientes características:

	Conductor LA-455	Conductor LA-380
Diámetro aparente	27,7 mm	25,38 mm
Nº de hilos	54 hilos aluminio 7 hilos acero	54 hilos aluminio 7 hilos acero
Sección	454,5 mm ²	381 mm ²
Intensidad permanente admisible	806,6 A	719,6 A

3.2 EMBARRADOS 66KV

El embarrado principal se realizará mediante tubo de las siguientes características:

Tubo Al Ø120/106 mm	
Diámetro exterior	120 mm
Diámetro interior	106 mm
Sección	2.485 mm ²
Intensidad permanente admisible	2.985 A

Las conexiones entre equipos podrán ser, bien con cable LA-380, bien con cable LA-280 de las siguientes características:

	Conductor LA-380	Conductor LA-280
Diámetro aparente	25,38 mm	21,8 mm
Nº de hilos	54 hilos aluminio 7 hilos acero	26 hilos aluminio 7 hilos acero
Sección	381 mm ²	281,1 mm ²
Intensidad permanente admisible	719,6 A	581,2 A

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.2: CÁLCULOS Hoja 56 de 169

3.3 CÁLCULOS GENERALES

Con los datos proporcionados de los tubos y conductores a instalar en los embarrados se realiza la comprobación de que son aptos para su instalación en las subestaciones objeto de este proyecto.

Así pues, para subestaciones 132/MT kV, se tendrá:

- Con tubo de Ø120/106mm, que admite una intensidad máxima permanente de 2.985A, la potencia nominal, será:

$$S = \sqrt{3} \cdot 132 \text{ (kV)} \cdot 2985 \text{ (A)} = 682,46 \text{ MVA}$$

- Con conductor LA-455, que admite una intensidad máxima permanente de 806,6A, la potencia nominal, será:

$$S = \sqrt{3} \cdot 132 \text{ (kV)} \cdot 806,6 \text{ (A)} = 184,41 \text{ MVA}$$

- Con conductor LA-380, que admite una intensidad máxima permanente de 719,6A, la potencia nominal, será:

$$S = \sqrt{3} \cdot 132 \text{ (kV)} \cdot 719,6 \text{ (A)} = 164,52 \text{ MVA}$$

Se observa que los valores calculados son ampliamente superiores a la potencia a instalar y queda justificado que los conductores son válidos para su utilización.

Para el caso de subestaciones 66/MT kV, se tendrá:

- Con tubo de Ø120/106mm, que admite una intensidad máxima permanente de 2.985A, la potencia nominal, será:

$$S = \sqrt{3} \cdot 66 \text{ (kV)} \cdot 2985 \text{ (A)} = 341,23 \text{ MVA}$$

- Con conductor LA-380, que admite una intensidad máxima permanente de 719,6A, la potencia nominal, será:

$$S = \sqrt{3} \cdot 66 \text{ (kV)} \cdot 719,6 \text{ (A)} = 82,26 \text{ MVA}$$

- Con conductor LA-280, que admite una intensidad máxima permanente de 581,2A, la potencia nominal, será:

$$S = \sqrt{3} \cdot 66 \text{ (kV)} \cdot 581,2 \text{ (A)} = 66,44 \text{ MVA}$$

Se observa que los valores calculados son ampliamente superiores a la potencia a instalar y queda justificado que los conductores son válidos para su utilización.

En el caso de los cálculos mecánicos de los embarrados, serán necesarios los datos específicos de la instalación: corriente de cortocircuito, ubicación y condiciones propias de la zona donde se encuentra la misma.

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.2: CÁLCULOS Hoja 57 de 169

4 CÁLCULO DE CABLES DE POTENCIA.

Las conexiones de MT entre los distintos equipos de las subestaciones se realizarán siguiendo la norma de referencia *IO 960: Criterios de diseño de subestaciones*.

A continuación se presentan las comprobaciones de las intensidades máximas admisibles corregidas para los cables aislados a instalar entre el transformador y su correspondiente celda para los distintos niveles de tensión en MT.

Nivel de tensión 25kV:

DATOS DE PARTIDA DEL DISEÑO

Tensión MT nominal de la Instalación
Potencia transformadores AT/MT
Intensidad embarrado
Intensidad cortocircuito embarrado

25 kV
40 MVA
1250 A
25 kA

CÁLCULO INTENSIDADES MÁXIMAS RÉGIMEN CONTINUO

Transformador AT/MT lado MT (sobrecarga 10%)	1016,14 A
--	-----------

INTENSIDADES MÁXIMAS PERMANENTES Y CORTOCIRCUITO

Cable transformador lado MT

Tipo conductor	Cu
Sección	630 mm ²
Aislamiento	XLPE
Tipo de instalación	Enterrada bajo tubo<15metros
<u>Intensidad máxima admisible</u>	850 A
Factores corrección:	
Nº ternas	2,00
Factor corrección	0,80
<u>Intensidad máxima admisible corregida</u>	1360 A
Tiempo duración cortocircuito	1,00 s
<u>Intensidad de cortocircuito</u>	59,22 kA

Nivel de tensión 20kV:

DATOS DE PARTIDA DEL DISEÑO

Tensión MT nominal de la Instalación
Potencia transformadores AT/MT
Intensidad embarrado
Intensidad cortocircuito embarrado

20 kV
40 MVA
1600 A
25 kA

CÁLCULO INTENSIDADES MÁXIMAS RÉGIMEN CONTINUO

Transformador AT/MT lado MT (sobrecarga 10%)	1270,17 A
--	-----------

INTENSIDADES MÁXIMAS PERMANENTES Y CORTOCIRCUITO

Cable transformador lado MT

Tipo conductor	Cu
Sección	630 mm ²
Aislamiento	XLPE
Tipo de instalación	Enterrada bajo tubo<15metros
<u>Intensidad máxima admisible</u>	850 A
Factores corrección:	
Nº ternas	2,00
Factor corrección	0,80
<u>Intensidad máxima admisible corregida</u>	1360 A
Tiempo duración cortocircuito	1,00 s
<u>Intensidad de cortocircuito</u>	59,22 kA

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.2: CÁLCULOS Hoja 58 de 169

Nivel de tensión 15kV:

DATOS DE PARTIDA DEL DISEÑO

Tensión MT nominal de la Instalación
Potencia transformadores AT/MT
Intensidad embarrado
Intensidad cortocircuito embarrado

15 kV
40 MVA
1600 A
25 kA

CÁLCULO INTENSIDADES MÁXIMAS RÉGIMEN CONTINUO

Transformador AT/MT lado MT (*) 1539,60 A

INTENSIDADES MÁXIMAS PERMANENTES Y CORTOCIRCUITO

Cable transformador lado MT

Tipo conductor	Cu
Sección	630 mm ²
Aislamiento	XLPE
Tipo de instalación	Enterrada bajo tubo<15metros
<u>Intensidad máxima admisible</u>	850 A
Factores corrección:	
Nº ternas	3,00
Factor corrección	0,75
<u>Intensidad máxima admisible corregida</u>	1912,5 A
Tiempo duración cortocircuito	1,00 s
<u>Intensidad de cortocircuito</u>	59,22 kA

(*) Para el caso del transformador trabajando con ventilación forzada sin sobrecarga.

DATOS DE PARTIDA DEL DISEÑO

Tensión MT nominal de la Instalación
Potencia transformadores AT/MT
Intensidad embarrado
Intensidad cortocircuito embarrado

15 kV
31,5 MVA
1600 A
25 kA

CÁLCULO INTENSIDADES MÁXIMAS RÉGIMEN CONTINUO

Transformador AT/MT lado MT (**) 1212,44 A

INTENSIDADES MÁXIMAS PERMANENTES Y CORTOCIRCUITO

Cable transformador lado MT

Tipo conductor	Cu
Sección	630 mm ²
Aislamiento	XLPE
Tipo de instalación	Enterrada bajo tubo<15metros
<u>Intensidad máxima admisible</u>	850 A
Factores corrección:	
Nº ternas	2,00
Factor corrección	0,80
<u>Intensidad máxima admisible corregida</u>	1360 A
Tiempo duración cortocircuito	1,00 s
<u>Intensidad de cortocircuito</u>	59,22 kA

(**) Para el caso del transformador trabajando con ventilación natural sin sobrecarga.

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.2: CÁLCULOS Hoja 59 de 169

5 DISTANCIAS MÍNIMAS.

5.1 DISTANCIAS FASE-TIERRA Y ENTRE FASES.

Las mínimas distancias que habrá que respetar según la *ITC-RAT 12*, según los niveles de aislamiento serán las siguientes:

Tensión nominal de la red (kV) (U_n)	Tensión más elevada para el material (kV) (U_m)	Distancia mínima de aislamiento en aire fase a tierra y entre fases (mm) (d)
132	145	1300
110	123	1100
66	72,5	630
30	36	320
25		
20	24	270
15		
13,2		
11		
10		

5.2 DISTANCIAS EN PASILLOS DE SERVICIO Y ZONAS DE PROTECCIÓN.

Los elementos en tensión no protegidos sobre pasillos deberán guardar una distancia mínima según el *apartado 4.1.2* de la *ITC-RAT 15* de:

$$H = 250 + d$$

Donde “d” es la distancia mínima de aislamiento en aire fase-tierra y entre fases.

Tensión nominal de la red (kV) (U_n)	Distancia mínima de aislamiento en aire fase a tierra y entre fases (mm) (d)	Altura sobre pasillos no protegidos (mm) (H)
132	1300	3800
110	1100	3600
66	630	3130
30	320	2820
25		
20	270	2770
15		
13,2		
11		
10		

En los planos del *Documento 4: PLANOS*, se observa como estas distancias son superiores a las exigidas para todos los elementos del parque de intemperie.

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.2: CÁLCULOS Hoja 60 de 169

5.3 DISTANCIAS EN ZONAS DE PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS ACCIDENTALES DESDE EL EXTERIOR DEL RECINTO DE LA SUBESTACIÓN.

Para evitar contactos accidentales desde el exterior del vallado con los elementos en tensión de la instalación será necesario mantener unas mínimas distancias tal y como indica el apartado 4.3.1. de la ITC-RAT 15. La altura del vallado viene fijada con una altura mínima en el apartado 3.1 de la ITC-RAT 15 de 2,20m. Para las instalaciones de *e-distribución* se realizará un vallado de una altura de 2,50m, según el documento SRZ001.

Las distancias mínimas de seguridad que serán de obligado cumplimiento serán superiores a:

$$G = d + 150 \text{ (cm)}$$

Donde “d” es la distancia mínima de aislamiento en aire fase-tierra y entre fases.

Tensión nominal de la red (kV) (U_n)	Distancia mínima de aislamiento en aire fase a tierra y entre fases (mm) (d)	Distancia mínima de elementos en tensión al cierre (enrejado h = 2500mm) (G)
132	1300	2800
110	1100	2600
66	630	2130
30	320	1820
25		
20	270	1770
15		
13,2		
11		
10		

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.2: CÁLCULOS Hoja 61 de 169

6 CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS.

6.1 OBJETO

El objeto de este estudio es estimar las emisiones de campo magnético en el exterior accesible por el público de la subestación eléctrica tipo Híbrida 132/MT, simple barra con tres líneas de 132 kV y dos transformadores 132/MT perteneciente a *e-distribución*, con el propósito de comprobar el cumplimiento de los límites establecidos por la normativa vigente.

La subestación tipo engloba instalaciones con una distribución similar a la calculada, con tecnología híbrida en AT y celdas blindadas en MT y con niveles de tensión AT de 132 ó 110kV y MT de 10, 11, 13,2, 15, 20, 25 y 30kV.

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

6.2 NORMATIVA VIGENTE

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

El R.D. 1066/2001 de 28 de septiembre, por el que se aprueba el “Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a las emisiones radioeléctricas”, adopta medidas de protección sanitaria de la población estableciendo unos límites de exposición del público a campos electromagnéticos procedentes de emisiones radioeléctricas acordes a las recomendaciones europeas. Para el campo magnético generado a la frecuencia industrial de 50 Hz, el límite establecido es de 100 microteslas (100 μ T).

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

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

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

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

1. Norma UNE-EN 62110 de mayo de 2013. “Campos eléctricos y magnéticos generados por sistemas de alimentación en corriente alterna. Procedimientos de medida de los niveles de exposición del público en general”.
2. Norma UNE-EN 61786-1 de octubre de 2014. “Medición de campos magnéticos en corriente continua, campos eléctricos y magnéticos en corriente alterna de 1Hz a 100 kHz. Parte 1: Requisitos para los instrumentos de medida”.

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.2: CÁLCULOS Hoja 62 de 169

3. Norma IEC 61786-2 de diciembre de 2014. "Measurement of DC magnetic, AC magnetic and AC electric fields from 1 Hz to 100 kHz with regard to exposure of human beings. Part 2: Basic standard for measurements.

6.3 METODOLOGÍA DE ANÁLISIS DE CAMPOS MAGNÉTICOS

Para la elaboración del análisis del campo magnético, se ha desarrollado una aplicación que realiza la simulación y cálculo del campo magnético en los puntos deseados de la instalación y su entorno.

La aplicación desarrollada está realizada sobre Matlab/Octave. El cálculo está basado en un cálculo analítico (Biot y Savart de un segmento) realizado sobre el conjunto de conductores 3D de una subestación, discretizados a segmentos rectilíneos, y sobre un periodo de onda completo para obtener valores eficaces. Se tienen en cuenta los diferentes desfases entre fases o motivados por la presencia de un transformador. La misma metodología ha sido empleada con buenos resultados en otros estudios publicados [1], [2], [3].

A modo de validación de la aplicación, se han calculado los ejemplos descritos en la Norma UNE-EN 62110, obteniéndose los mismos resultados que en dicha norma. También se han realizado medidas de campo en la subestación de Utebo y se han comparado con los resultados obtenidos con la aplicación. El desarrollo de ambos métodos de validación se recoge en el anexo B de este documento.

El cálculo no tiene en cuenta el campo generado por los transformadores, sólo por los conductores. Esta simplificación no afecta de forma significativa a los resultados obtenidos según se indica en UNE-CLC/TR-50453. De igual forma, no se consideran los posibles apantallamientos debidos a pantallas de cables o envolventes de la aparaenta eléctrica, quedando el cálculo por el lado de la seguridad.

La entrada de datos de la aplicación es la topología en 3D del conjunto de conductores de la subestación, así como las corrientes que circulan por cada conductor. Las corrientes consideradas para el cálculo son las máximas previstas para cada posición (en especial de los transformadores) o tramo de ella, de forma que se obtiene el máximo campo magnético. El estado de carga máximo planteado es técnicamente posible de alcanzar, pero difícil que se produzca en realidad, y en todo caso durante un breve espacio de tiempo.

En ocasiones, debido a la topología de la instalación, no es posible determinar las corrientes por todos los tramos de las diferentes posiciones. Para estos casos se estiman las corrientes por dichos tramos que den lugar a los campos más desfavorables.

Los resultados obtenidos se presentan en los límites exteriores de la subestación accesibles por el público, considerándose para el cálculo una distancia de 0,2 m del vallado y a una altura de 1 m, según UNE-EN 62110. De igual forma, se facilita el cálculo del campo B en toda la superficie de la subestación a una altura de 1 m a efectos informativos.

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.2: CÁLCULOS Hoja 63 de 169

6.4 CÁLCULOS Y RESULTADOS

6.4.1 Subestación Híbrida simple barra 2L+2TR.

Características de la Instalación y datos de cálculo.

La subestación tipo Híbrida 132/MT simple barra 2L+2TR calculada consta de 2 niveles de tensión, 132 y 15 kV, y 2 unidades de transformación de 40 MVA.

Nivel de 132 kV.	Nivel de 15 kV.
<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Tipo:</i> Intemperie híbrida 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Tipo:</i> Interior blindada
<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Topología:</i> Simple barra 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Topología:</i> Simple barra partida
<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Posiciones de línea:</i> 2 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Posiciones de línea:</i> 12
<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Posiciones de transformador:</i> 2 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Posiciones de transformador:</i> 2
<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Posiciones de barras:</i> 1 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Posiciones de barras:</i> 2
<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Posiciones de acople:</i> 0 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Posiciones de remonte:</i> 1
<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Superficie del parque:</i> 2150 m² 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Superficie del parque:</i> 71 m²

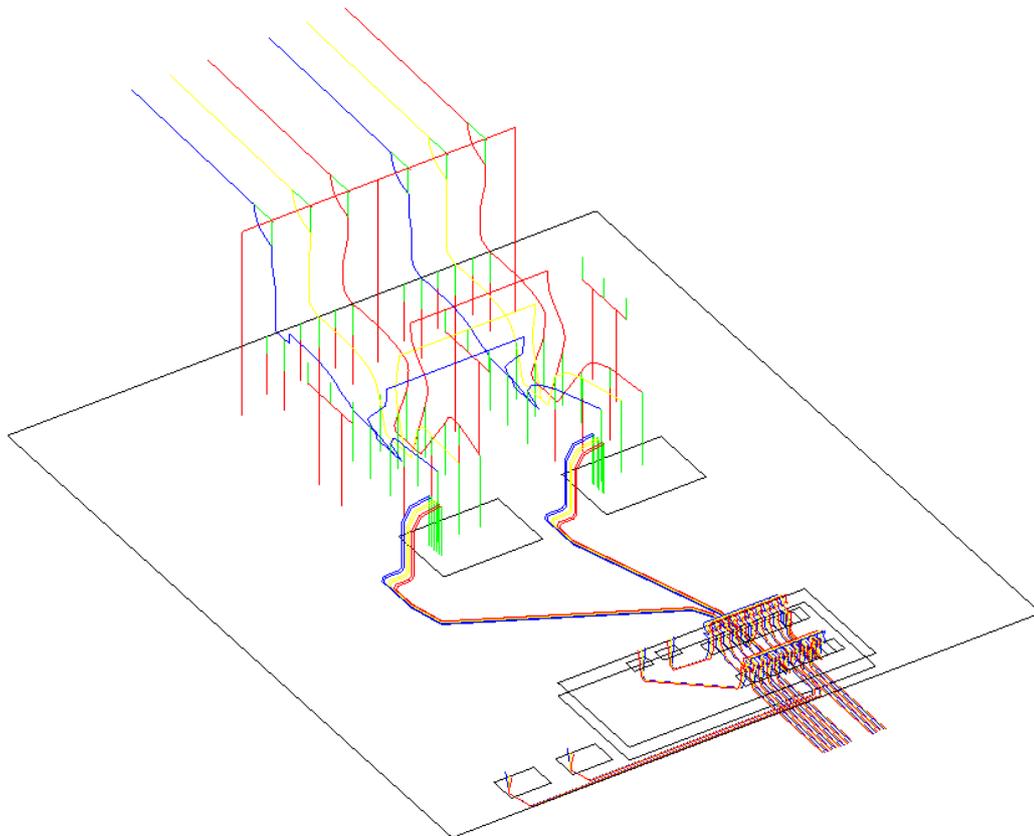


Fig. 1: Vista 3D de los conductores de la subestación tipo Híbrida 132/MT simple barra 2L+2TR.

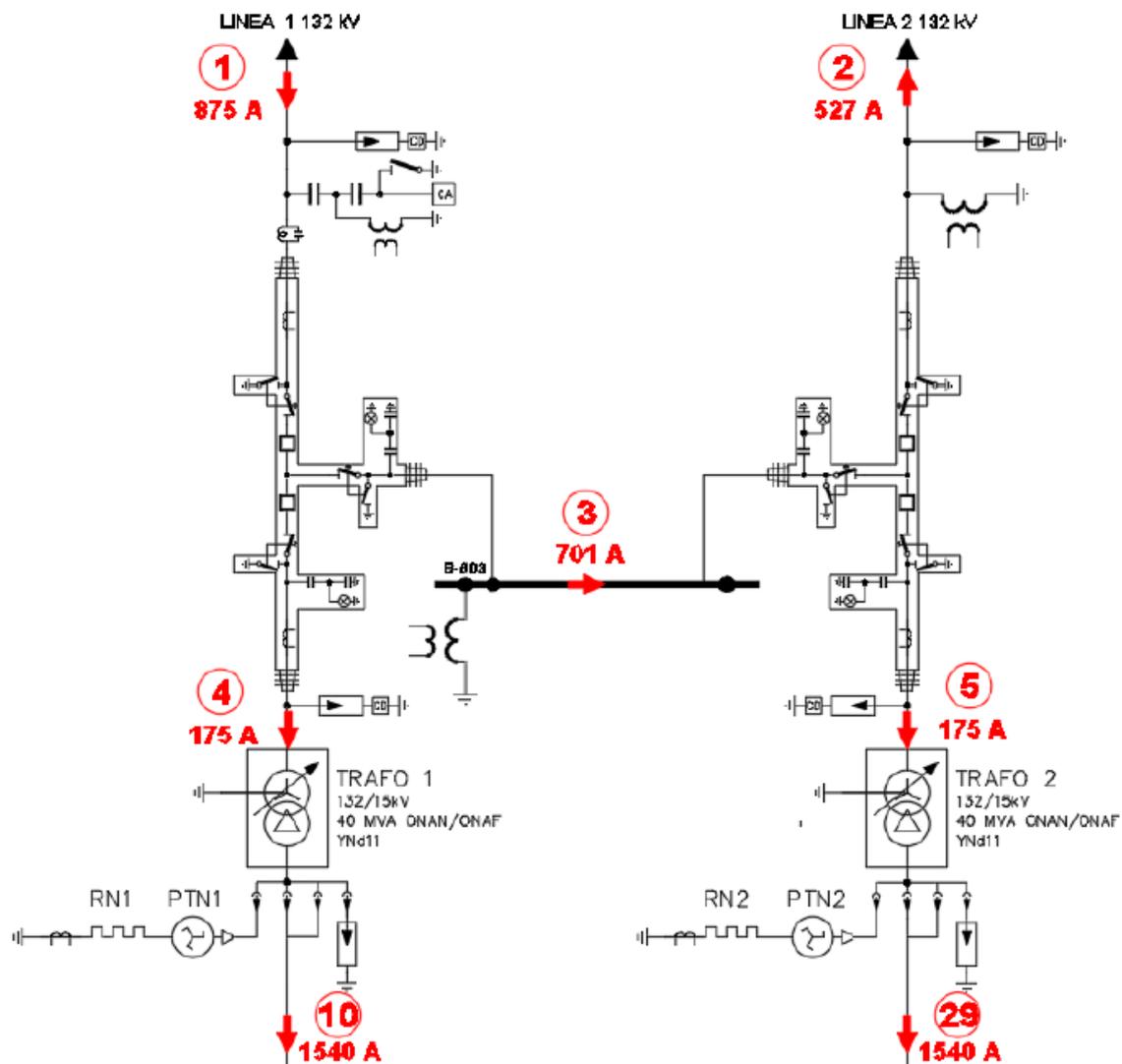


Fig. 2: Unifilar nivel de tensión 132 kV con intensidades consideradas

De acuerdo con el Real Decreto 1066/2001 en el que se aconseja tomar medidas que limiten las radiaciones de campo eléctrico y magnético, describimos las medidas que *e-distribución* ha considerado para minimizar la emisión de campos electromagnéticos y poder así cumplir los límites establecidos en el Real Decreto:

1. Las distancias existentes entre los equipos eléctricos y el cierre de la instalación permiten reducir los niveles de exposición al público en general fruto de la disminución del campo magnético con la distancia.
2. Las posiciones del nivel de tensión 15 kV se ubican en el interior de un edificio, en celdas blindadas, cuya carcasa disminuye notablemente el campo magnético en el exterior.
3. Los conductores de 15 kV están constituidos en su totalidad por cables aislados secos con pantalla metálica exterior. Esto permite reducir el campo magnético exterior tanto por la propia pantalla como por el tendido de los cables en forma de tresbolillo.

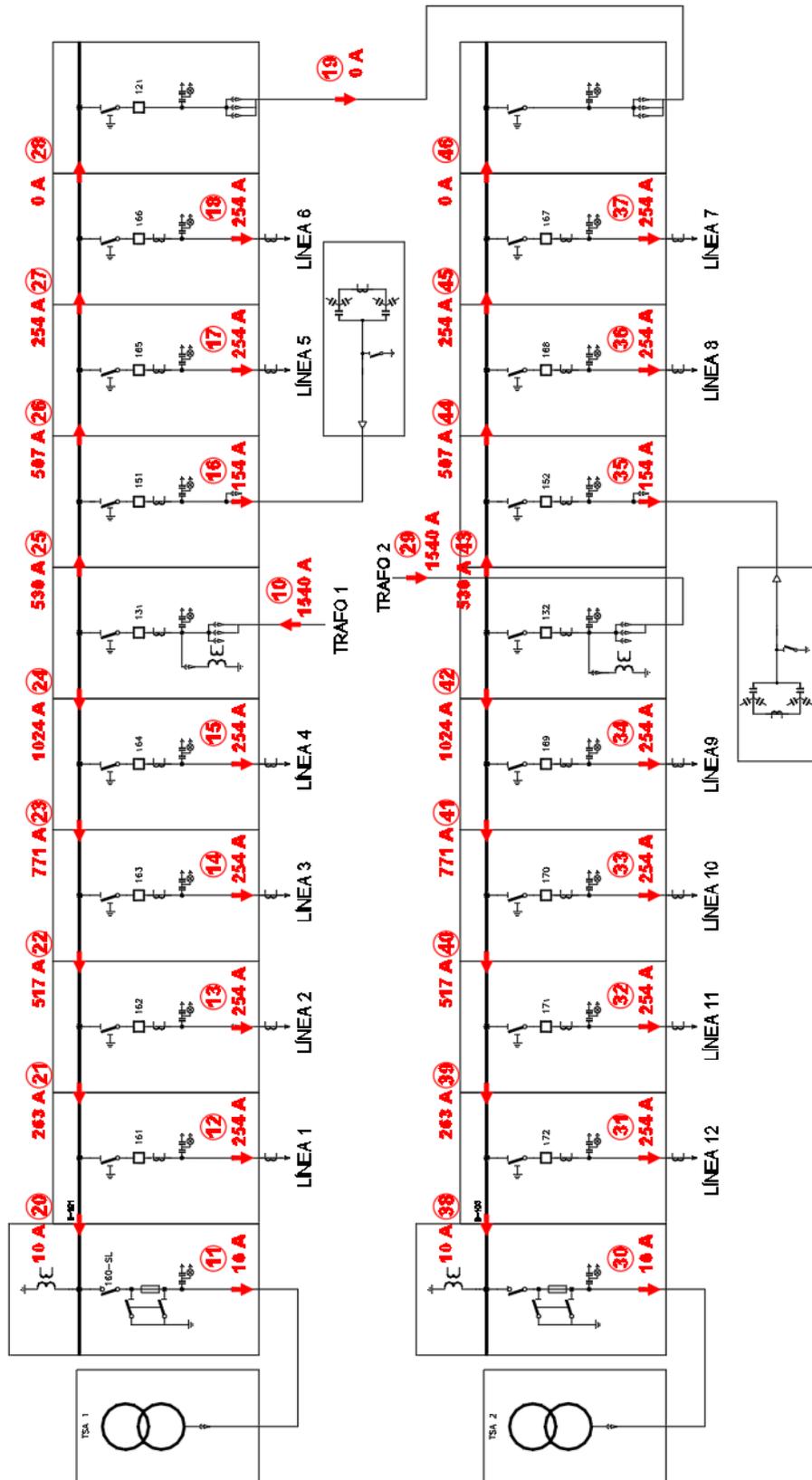


Fig. 3: Unifilar nivel de tensión 15 kV con intensidades consideradas

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.2: CÁLCULOS Hoja 66 de 169

Las intensidades consideradas para el cálculo del campo magnético son las siguientes:

POSICIÓN O TRAMO	REF.	INTENSIDAD (A)	Fase (*)	TIPO
Línea 1 132 kV	1	875 ⁽¹⁾	2.29	Trifásica equilibrada
Línea 2 132 kV	2	527	0	Trifásica equilibrada
Trafo 1 lado 132 kV	4	175 ⁽²⁾	5.73	Trifásica equilibrada
Trafo 2 lado 132 kV	5	175 ⁽²⁾	5.73	Trifásica equilibrada
Barras 1 L1-L2	3	701	1.43	Trifásica equilibrada
Trafo 1 lado 15 kV	10	1540 ⁽²⁾	5.73	Trifásica equilibrada
Trafo 2 lado 15 kV	29	1540 ⁽²⁾	35.7	Trifásica equilibrada
Línea 15 kV	12-15, 17, 18, 31-34, 36, 37	254	30	Trifásica equilibrada
Baterías de condensadores	16, 35	154 ⁽³⁾	120	Trifásica equilibrada
Trafos SS.AA.	11, 30	10 ⁽⁴⁾	30	Trifásica equilibrada
B1 15 kV: TSA1 – Línea 1	20	10	30	Trifásica equilibrada
B1 15 kV: Línea 1 – Línea 2	21	263	30	Trifásica equilibrada
B1 15 kV: Línea 2 – Línea 3	22	517	30	Trifásica equilibrada
B1 15 kV: Línea 3 – Línea 4	23	771	30	Trifásica equilibrada
B1 15 kV: Línea 4 – Trafo 1	24	1024	30	Trifásica equilibrada
B1 15 kV: Trafo 1 – BBCC 1	25	530	46.9	Trifásica equilibrada
B1 15 kV: BBCC 1 – Línea 5	26	507	30	Trifásica equilibrada
B1 15 kV: Línea 5 – Línea 6	27	254	30	Trifásica equilibrada
Remonte	28, 19 ,46	0	0	Trifásica equilibrada
B1 15 kV: TSA2 – Línea 12	38	10	30	Trifásica equilibrada
B1 15 kV: Línea 12 – Línea 11	39	263	30	Trifásica equilibrada
B1 15 kV: Línea 11 – Línea 10	40	517	30	Trifásica equilibrada
B1 15 kV: Línea 10 – Línea 9	41	771	30	Trifásica equilibrada
B1 15 kV: Línea 9 – Trafo 2	42	1024	30	Trifásica equilibrada
B1 15 kV: Trafo 2 – BBCC 2	43	530	46.9	Trifásica equilibrada
B1 15 kV: BBCC 2 – Línea 8	44	507	30	Trifásica equilibrada
B1 15 kV: Línea 8 – Línea 7	45	254	30	Trifásica equilibrada

(1) Intensidad correspondiente a la potencia máxima de línea, 200 MVA.

(2) Intensidad correspondiente a la potencia máxima transformador, 40 MVA.

(3) Intensidad correspondiente a la potencia de las baterías de condensadores 4 MVar

(4) Intensidad correspondiente a la potencia máxima de los transformadores de servicios auxiliares 250 KVA.

No se ha considerado intensidad por bobinas o reactancias y resistencias de puesta a tierra ya que se considera al sistema equilibrado y sin faltas.

El estado de carga considerado supone los transformadores entregando su máxima potencia. En el lado de 132 kV, la línea 1 aporta su potencia máxima, y la línea 2 evacua la diferencia entre la potencia aportada por la línea 1 y la consumida por los transformadores.

En el lado de MT cada transformador alimenta a un embarrado independiente. Las baterías de condensadores y transformadores de servicios auxiliares están a su máxima potencia. El resto de la potencia aportada por cada transformador se reparte equitativamente entre las seis líneas a las que alimenta.

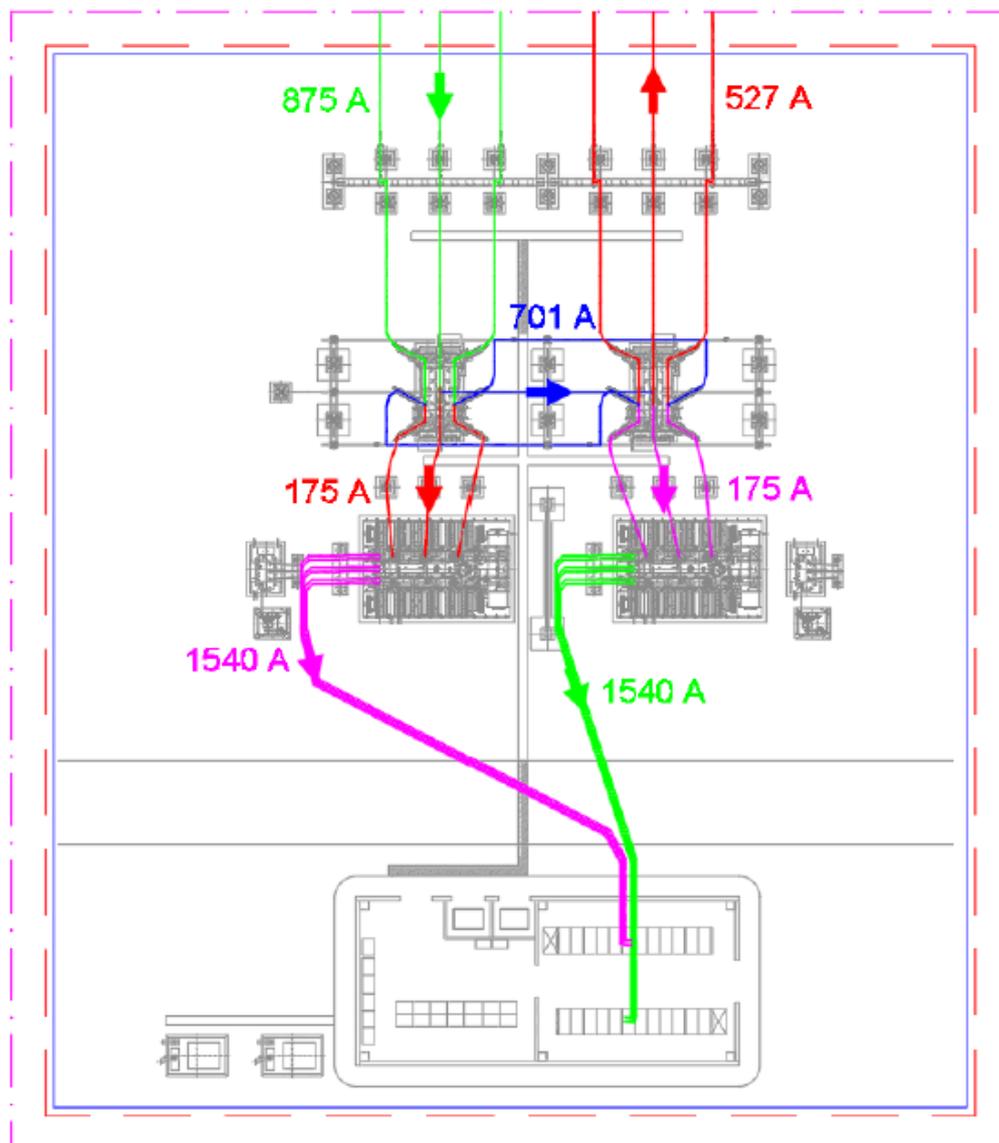
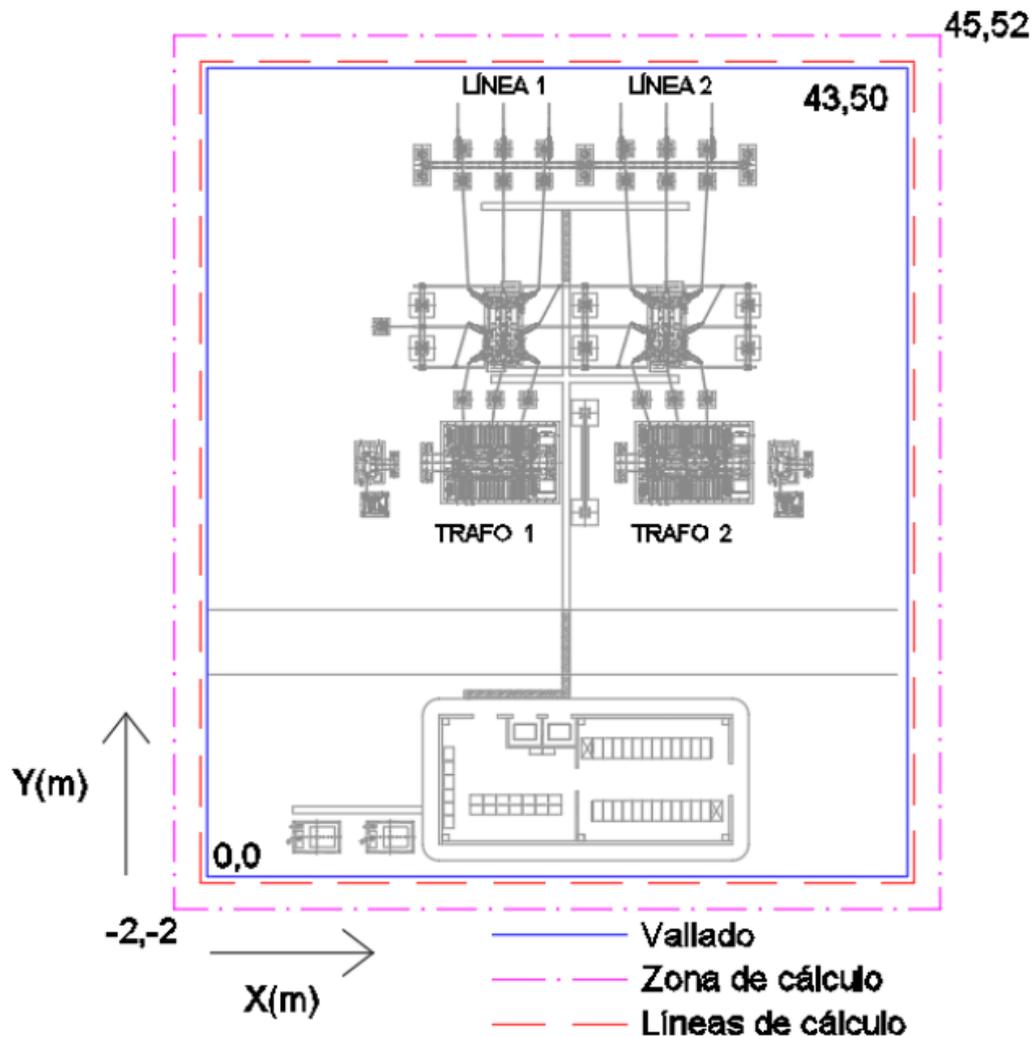


Fig. 4 Intensidades estimadas para cálculo de campo magnético, parque de 132 kV

Resultado

La simulación del campo magnético ha sido realizada con el estado de carga indicado anteriormente, estado de carga máximo realizable. Por tanto, los valores de campo magnético calculados y representados serán superiores a los que se producirán durante el funcionamiento habitual de la subestación.

Se ha obtenido el campo magnético en el conjunto de la instalación, a 1 metro de altura del suelo. Los resultados obtenidos se representan tanto en el límite exterior de la subestación (requerimiento reglamentario) como en el interior de la subestación.



Los valores más elevados de campo en el exterior se producen en la zona de entrada de las líneas de 132 kV, siendo de $7 \mu\text{T}$.

Los resultados se incluyen en el apartado 6.7 Anexo: PLANOS.

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.2: CÁLCULOS Hoja 69 de 169

6.4.2 Subestación Híbrida simple barra 3L+2TR.

Características de la Instalación y datos de cálculo.

La subestación tipo Híbrida 132/MT simple barra 3L+2TR calculada consta de 2 niveles de tensión, 132 y 15 kV, y 2 unidades de transformación de 40 MVA.

Nivel de 132 kV.	Nivel de 15 kV.
▪ <i>Tipo:</i> Intemperie híbrida	▪ <i>Tipo:</i> Interior blindada
▪ <i>Topología:</i> Simple barra	▪ <i>Topología:</i> Simple barra partida
▪ <i>Posiciones de línea:</i> 3	▪ <i>Posiciones de línea:</i> 12
▪ <i>Posiciones de transformador:</i> 2	▪ <i>Posiciones de transformador:</i> 2
▪ <i>Posiciones de barras:</i> 1	▪ <i>Posiciones de barras:</i> 1
▪ <i>Posiciones de acople:</i> 0	▪ <i>Posiciones de remonte:</i> 1
▪ <i>Superficie del parque:</i> 2500 m ²	▪ <i>Superficie del parque:</i> 71 m ²

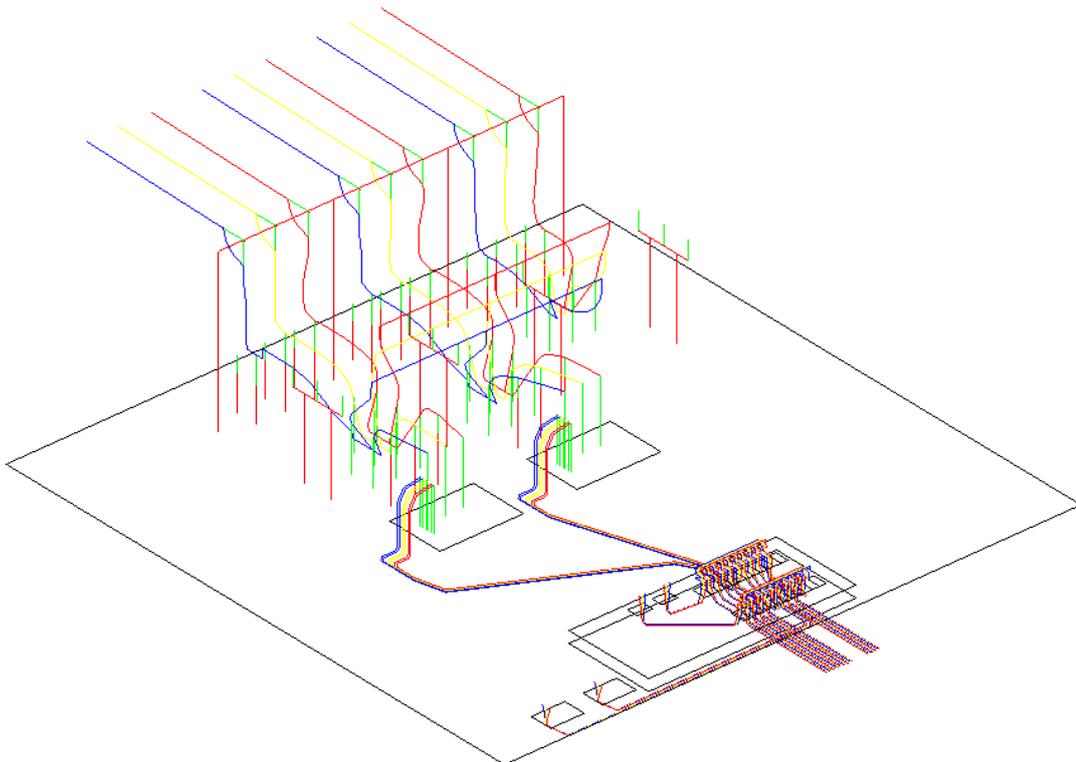


Fig. 1: Vista 3D de los conductores de la subestación tipo Híbrida 132/MT simple barra 3L+2TR.

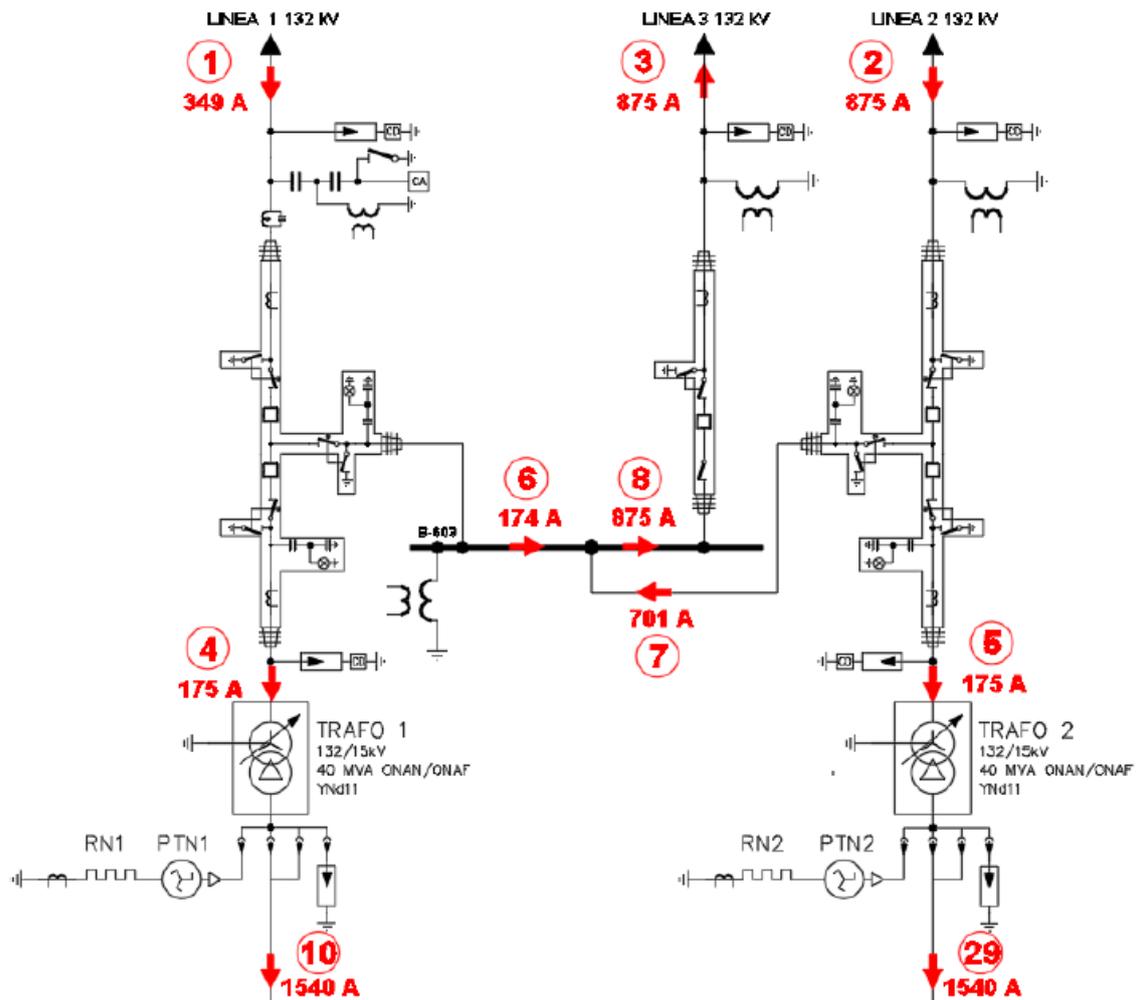


Fig. 2: Unifilar nivel de tensión 132 kV con intensidades consideradas

De acuerdo con el Real Decreto 1066/2001 en el que se aconseja tomar medidas que limiten las radiaciones de campo eléctrico y magnético, describimos las medidas que *e-distribución* ha considerado para minimizar la emisión de campos electromagnéticos y poder así cumplir los límites establecidos en el Real Decreto:

1. Las distancias existentes entre los equipos eléctricos y el cierre de la instalación permiten reducir los niveles de exposición al público en general fruto de la disminución del campo magnético con la distancia.
2. Las posiciones del nivel de tensión 15 kV se ubican en el interior de un edificio, en celdas blindadas, cuya carcasa disminuye notablemente el campo magnético en el exterior.
3. Los conductores de 15 kV están constituidos en su totalidad por cables aislados secos con pantalla metálica exterior. Esto permite reducir el campo magnético exterior tanto por la propia pantalla como por el tendido de los cables en forma de tresbolillo.

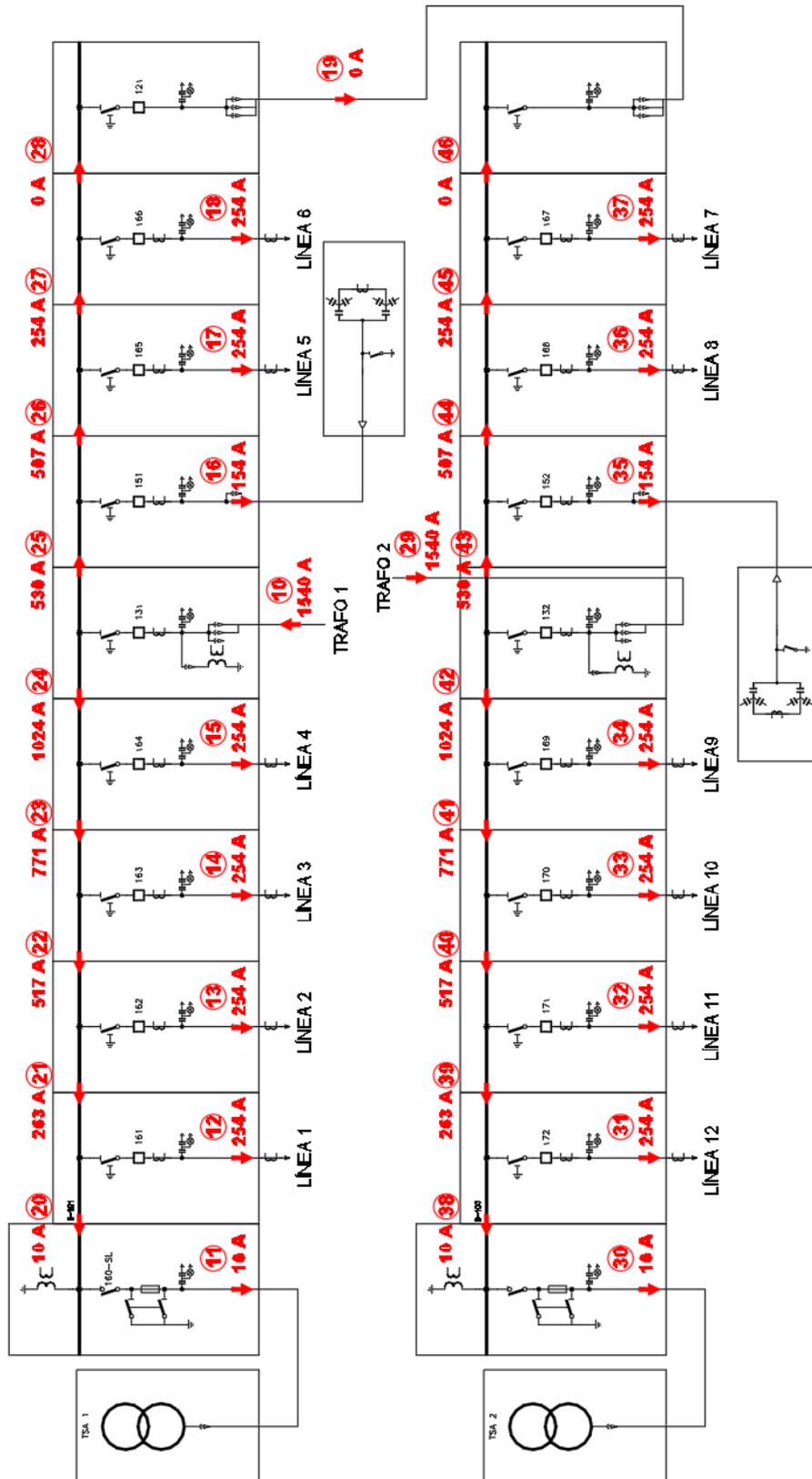


Fig. 3: Unifilar nivel de tensión 15 kV con intensidades consideradas

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.2: CÁLCULOS Hoja 72 de 169

Las intensidades consideradas para el cálculo del campo magnético son las siguientes:

POSICIÓN O TRAMO	REF.	INTENSIDAD (A)	Fase (*)	TIPO
Línea 1 132 kV	1	349	2.87	Trifásica equilibrada
Línea 2 132 kV	2	875 (1)	1.14	Trifásica equilibrada
Línea 3 132 kV	3	875 (1)	0	Trifásica equilibrada
Trafo 1 lado 132 kV	4	175 (2)	5.73	Trifásica equilibrada
Trafo 2 lado 132 kV	5	175 (2)	5.73	Trifásica equilibrada
Barras 1 L1-L2	6	174	0	Trifásica equilibrada
Barras 1 L2-L3	8	875	0	Trifásica equilibrada
Trafo 1 lado 15 kV	10	1540 (2)	5.73	Trifásica equilibrada
Trafo 2 lado 15 kV	29	1540 (2)	35.7	Trifásica equilibrada
Línea 15 kV	12-15, 17, 18, 31-34, 36, 37	254	30	Trifásica equilibrada
Baterías de condensadores	16, 35	154 (3)	120	Trifásica equilibrada
Trafos SS.AA.	11, 30	10 (4)	30	Trifásica equilibrada
B1 15 kV: TSA1 – Línea 1	20	10	30	Trifásica equilibrada
B1 15 kV: Línea 1 – Línea 2	21	263	30	Trifásica equilibrada
B1 15 kV: Línea 2 – Línea 3	22	517	30	Trifásica equilibrada
B1 15 kV: Línea 3 – Línea 4	23	771	30	Trifásica equilibrada
B1 15 kV: Línea 4 – Trafo 1	24	1024	30	Trifásica equilibrada
B1 15 kV: Trafo 1 – BBCC 1	25	530	46.9	Trifásica equilibrada
B1 15 kV: BBCC 1 – Línea 5	26	507	30	Trifásica equilibrada
B1 15 kV: Línea 5 – Línea 6	27	254	30	Trifásica equilibrada
Remonte	28, 19 ,46	0	0	Trifásica equilibrada
B1 15 kV: TSA2 – Línea 12	38	10	30	Trifásica equilibrada
B1 15 kV: Línea 12 – Línea 11	39	263	30	Trifásica equilibrada
B1 15 kV: Línea 11 – Línea 10	40	517	30	Trifásica equilibrada
B1 15 kV: Línea 10 – Línea 9	41	771	30	Trifásica equilibrada
B1 15 kV: Línea 9 – Trafo 2	42	1024	30	Trifásica equilibrada
B1 15 kV: Trafo 2 – BBCC 2	43	530	46.9	Trifásica equilibrada
B1 15 kV: BBCC 2 – Línea 8	44	507	30	Trifásica equilibrada
B1 15 kV: Línea 8 – Línea 7	45	254	30	Trifásica equilibrada

(1) Intensidad correspondiente a la potencia máxima de línea, 200 MVA.

(2) Intensidad correspondiente a la potencia máxima transformador, 40 MVA.

(3) Intensidad correspondiente a la potencia de las baterías de condensadores 4 MVA

(4) Intensidad correspondiente a la potencia máxima de los transformadores de servicios auxiliares 250 KVA.

No se ha considerado intensidad por bobinas o reactancias y resistencias de puesta a tierra ya que se considera al sistema equilibrado y sin faltas.

El estado de carga considerado supone los transformadores entregando su máxima potencia. En el lado de 132 kV, la línea 1 aporta la suma de la potencia de los transformadores, la línea 2 aporta su potencia máxima, y la línea 3 evacua su potencia máxima.

En el lado de MT cada transformador alimenta a un embarrado independiente. Las baterías de condensadores y transformadores de servicios auxiliares están a su máxima potencia. El resto de la potencia aportada por cada transformador se reparte equitativamente entre las seis líneas a las que alimenta.

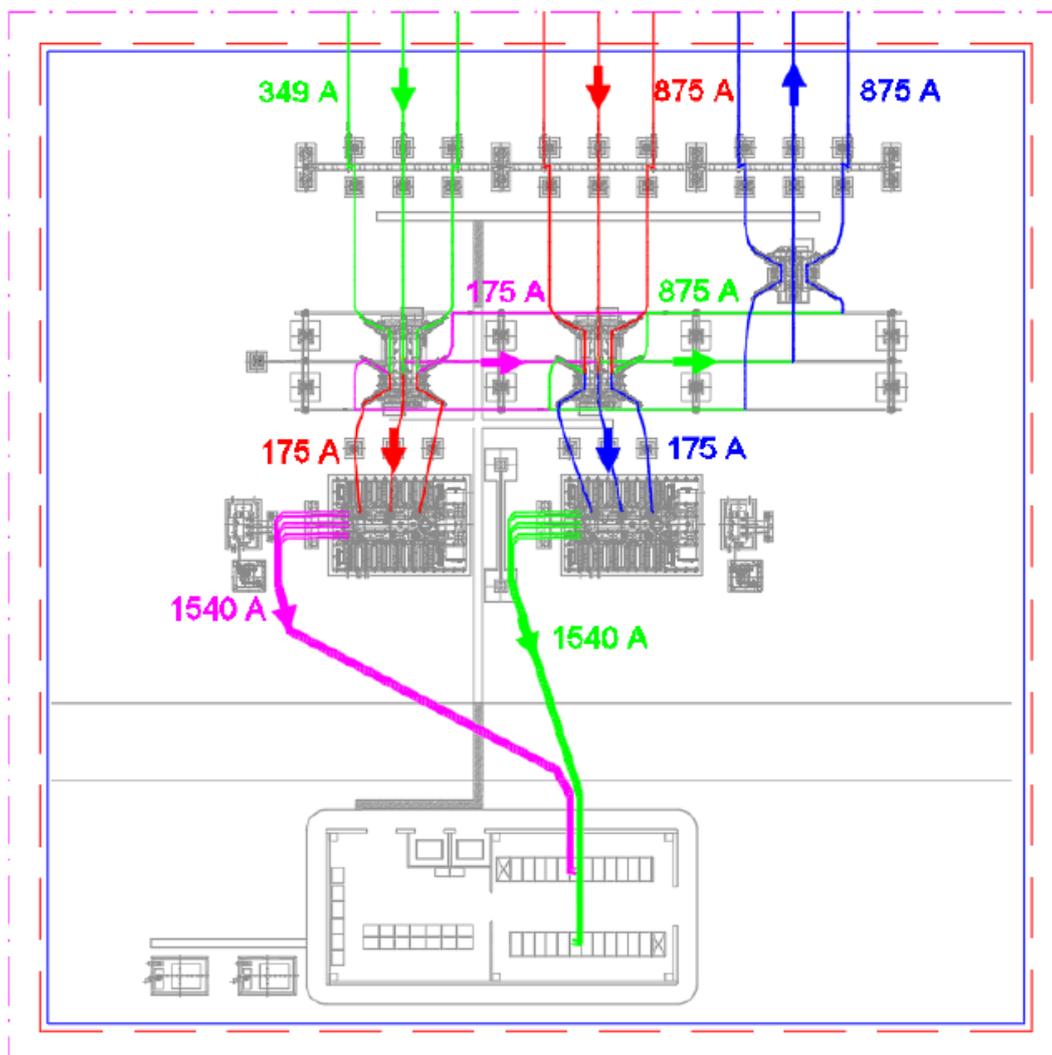
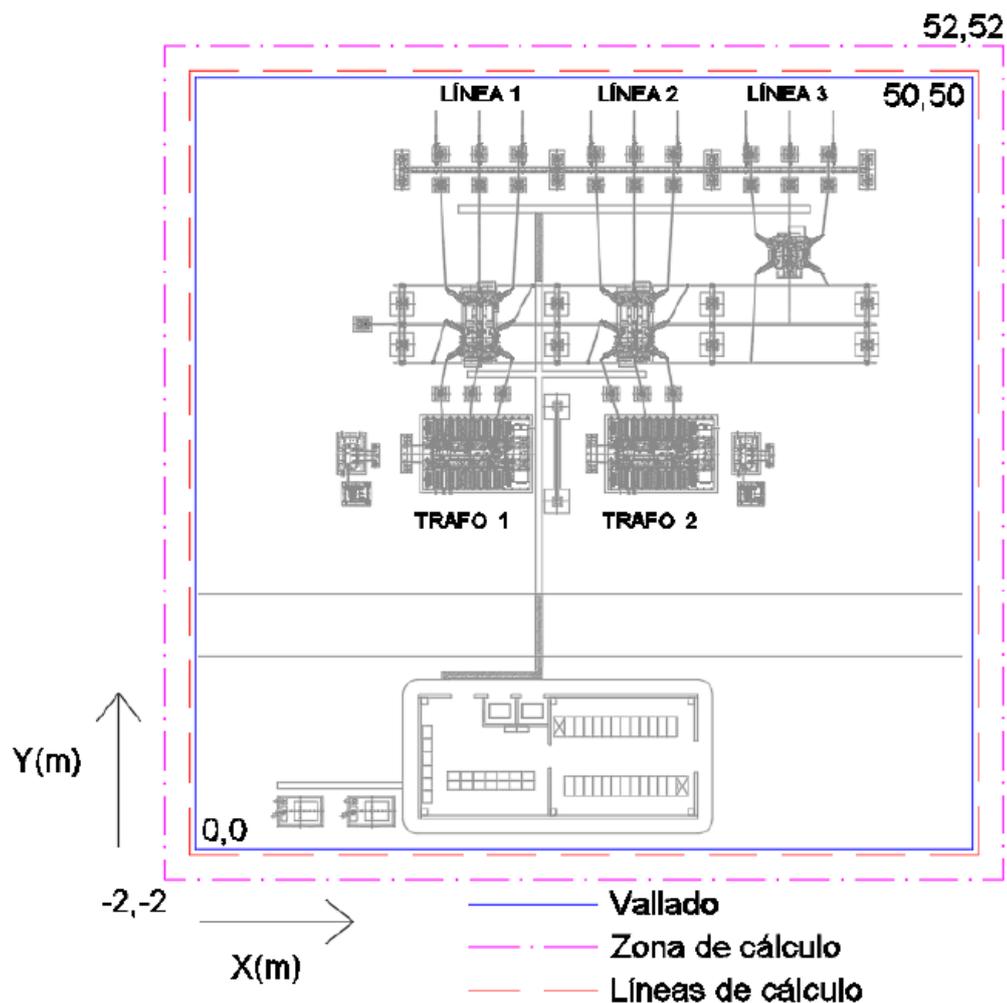


Fig. 4 Intensidades estimadas para cálculo de campo magnético, parque de 132 kV.

Resultado

La simulación del campo magnético ha sido realizada con el estado de carga indicado anteriormente, estado de carga máximo realizable. Por tanto, los valores de campo magnético calculados y representados serán superiores a los que se producirán durante el funcionamiento habitual de la subestación.

Se ha obtenido el campo magnético en el conjunto de la instalación, a 1 metro de altura del suelo. Los resultados obtenidos se representan tanto en el límite exterior de la subestación (requerimiento reglamentario) como en el interior de la subestación.



Los valores más elevados de campo en el exterior se producen en la zona de entrada de las líneas de 132 kV, siendo de $9,88 \mu\text{T}$.

Los resultados se incluyen en el apartado 6.7 Anexo: PLANOS

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.2: CÁLCULOS Hoja 75 de 169

6.4.3 Subestación Híbrida doble barra 3L+2TR.

Características de la Instalación y datos de cálculo.

La subestación tipo Híbrida 132/MT doble barra 3L+2TR calculada consta de 2 niveles de tensión, 132 y 15 kV, y 2 unidades de transformación de 40 MVA.

Nivel de 132 kV.	Nivel de 15 kV.
▪ <i>Tipo:</i> Intemperie híbrida	▪ <i>Tipo:</i> Interior blindada
▪ <i>Topología:</i> Doble barra	▪ <i>Topología:</i> Simple barra partida
▪ <i>Posiciones de línea:</i> 3	▪ <i>Posiciones de línea:</i> 12
▪ <i>Posiciones de transformador:</i> 2	▪ <i>Posiciones de transformador:</i> 2
▪ <i>Posiciones de barras:</i> 2	▪ <i>Posiciones de barras:</i> 2
▪ <i>Posiciones de acople:</i> 1	▪ <i>Posiciones de remonte:</i> 1
▪ <i>Superficie del parque:</i> 4420 m ²	▪ <i>Superficie del parque:</i> 71 m ²

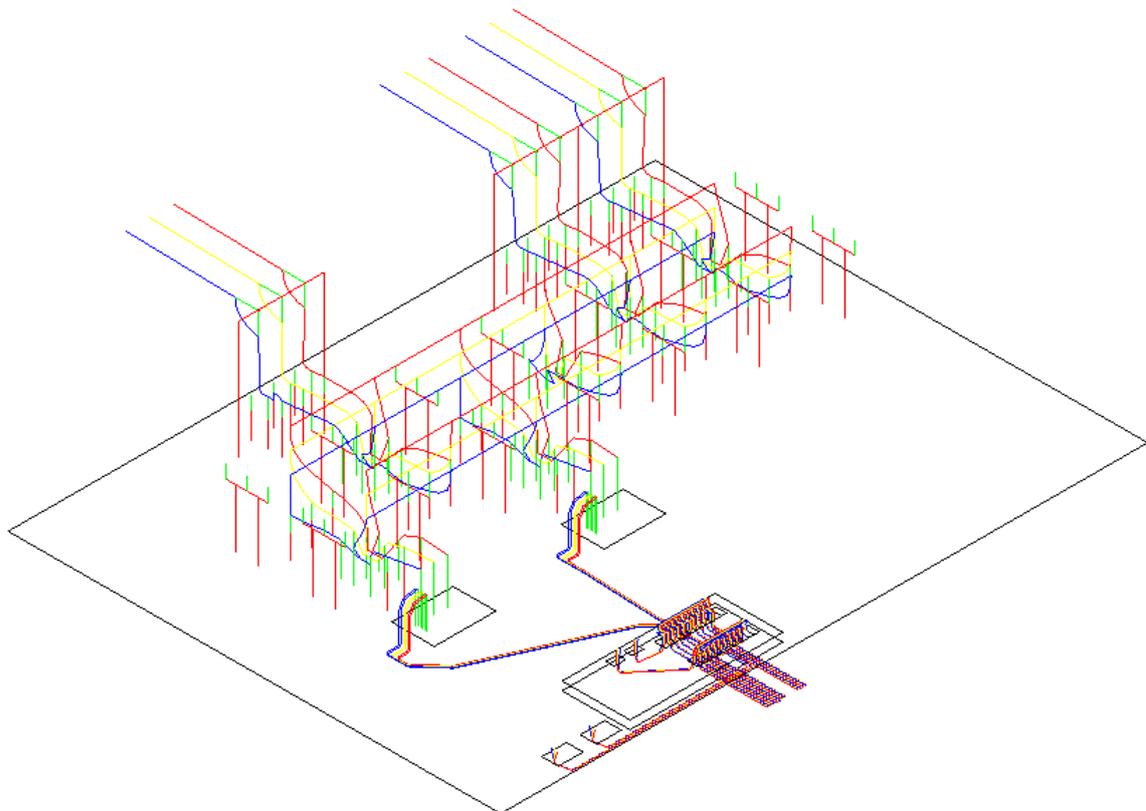


Fig. 1: Vista 3D de los conductores de la subestación tipo Híbrida 132/MT doble barra 3L+2TR.

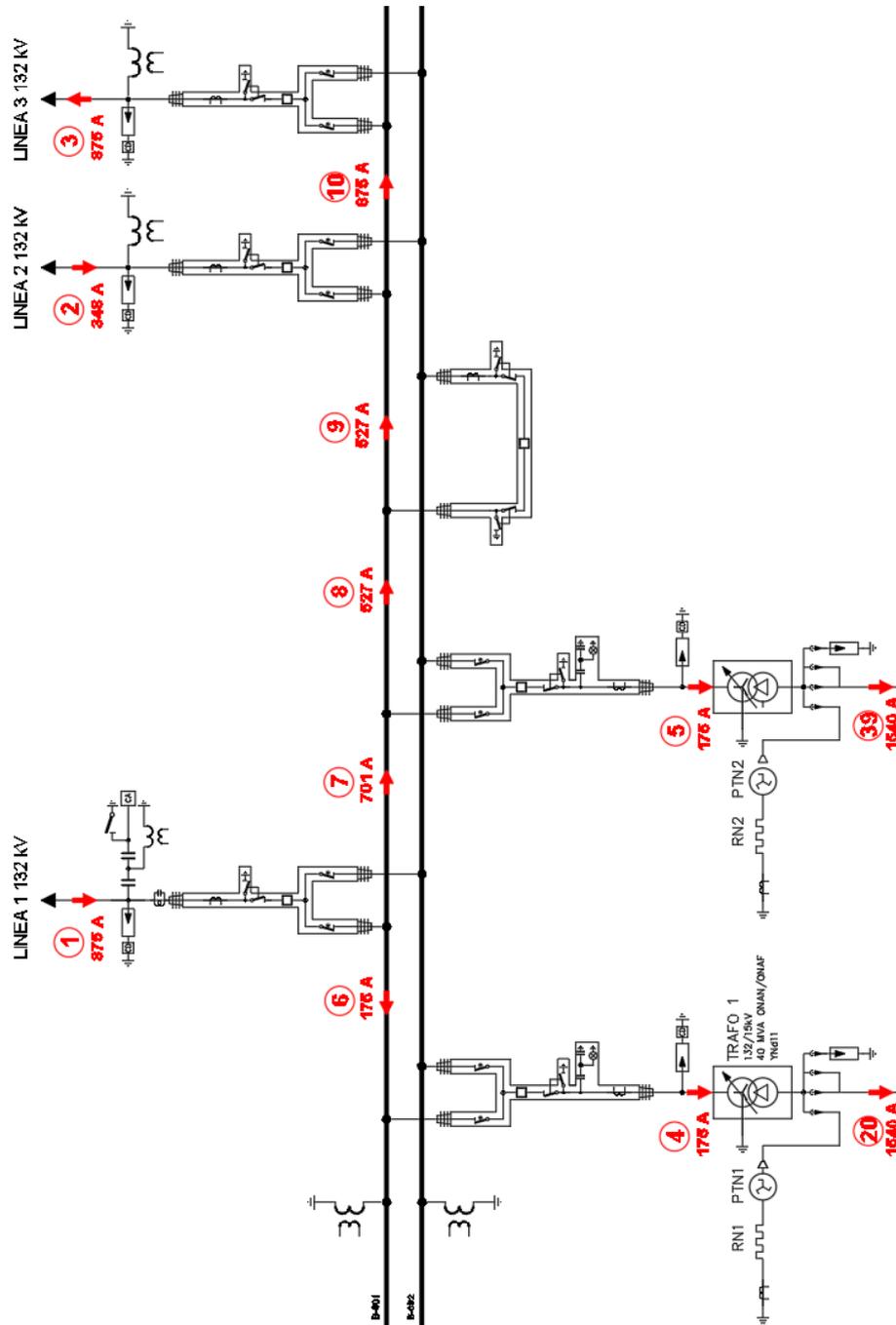


Fig. 2: Unifilar nivel de tensión 132 kV con intensidades consideradas

De acuerdo con el Real Decreto 1066/2001 en el que se aconseja tomar medidas que limiten las radiaciones de campo eléctrico y magnético, describimos las medidas que *e-distribución* ha considerado para minimizar la emisión de campos electromagnéticos y poder así cumplir los límites establecidos en el Real Decreto:

1. Las distancias existentes entre los equipos eléctricos y el cierre de la instalación permiten reducir los niveles de exposición al público en general fruto de la disminución del campo magnético con la distancia.

- Las posiciones del nivel de tensión 15 kV se ubican en el interior de un edificio, en celdas blindadas, cuya carcasa disminuye notablemente el campo magnético en el exterior.
- Los conductores de 15 kV están constituidos en su totalidad por cables aislados secos con pantalla metálica exterior. Esto permite reducir el campo magnético exterior tanto por la propia pantalla como por el tendido de los cables en forma de trespelillo.

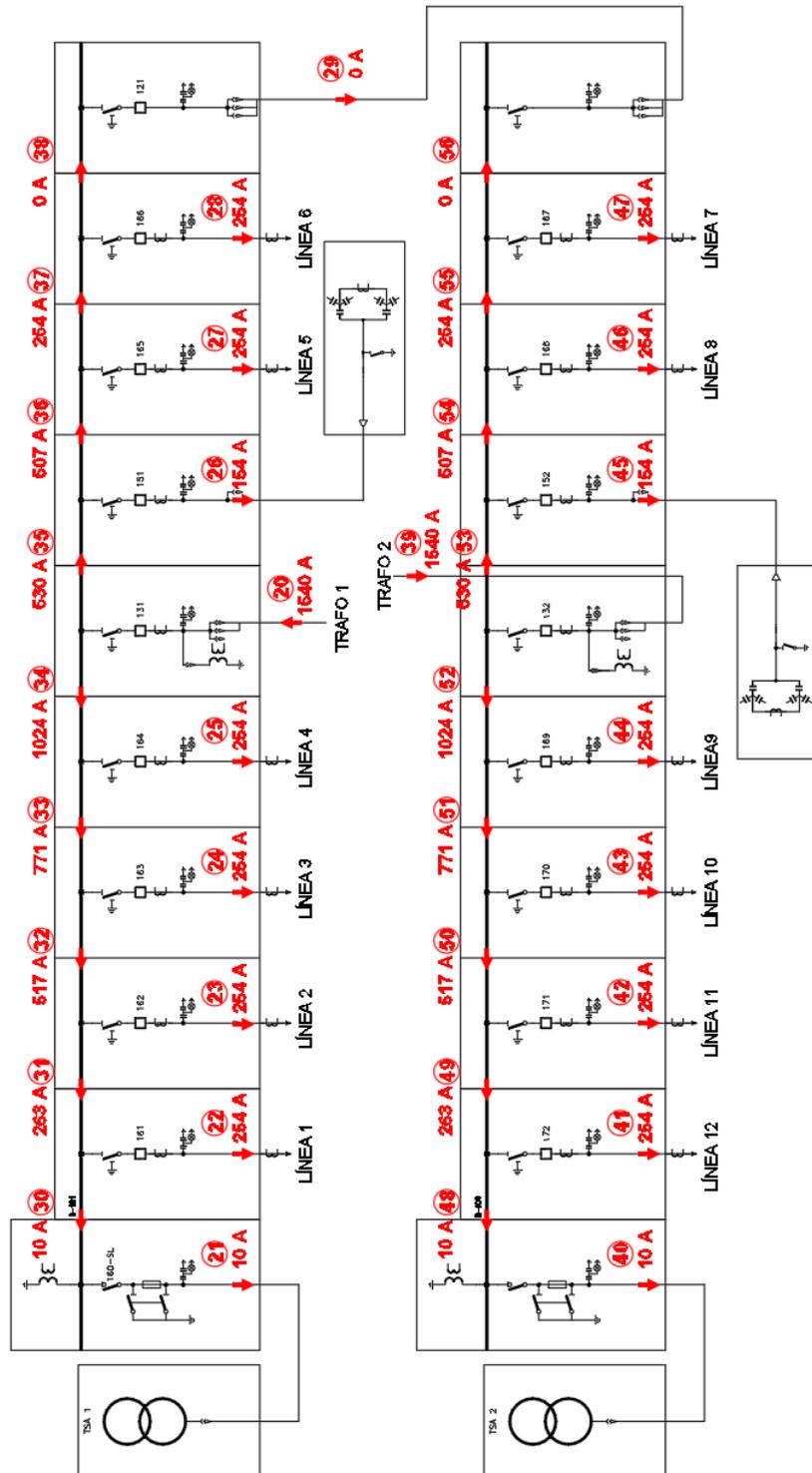


Fig. 3: Unifilar nivel de tensión 15 kV con intensidades consideradas

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.2: CÁLCULOS Hoja 78 de 169

Las intensidades consideradas para el cálculo del campo magnético son las siguientes:

POSICIÓN O TRAMO	REF.	INTENSIDAD (A)	Fase (*)	TIPO
Línea 1 132 kV	1	875 (1)	2.29	Trifásica equilibrada
Línea 2 132 kV	2	348	0	Trifásica equilibrada
Línea 3 132 kV	3	875 (1)	0	Trifásica equilibrada
Trafo 1 lado 132 kV	4	175 (2)	5.73	Trifásica equilibrada
Trafo 2 lado 132 kV	5	175 (2)	5.73	Trifásica equilibrada
Barras 1 TR1 – L1	6	175	5.73	Trifásica equilibrada
Barras 1 L1 – TR2	7	701	1.43	Trifásica equilibrada
Barras 1 TR2 – ACOP.	8	527	0	Trifásica equilibrada
Barras 1 ACOP – L2	9	527	0	Trifásica equilibrada
Barras 1 L2 – L3	10	875	0	Trifásica equilibrada
Trafo 1 Lado 15 kV	20	1540 (2)	5.73	Trifásica equilibrada
Trafo 2 Lado 15 kV	39	1540 (2)	35.7	Trifásica equilibrada
Líneas 15 kV	22-25, 27, 28, 41-44, 46, 47	254	30	Trifásica equilibrada
Baterías de condensadores	26, 45	1540 (3)	120	Trifásica equilibrada
Trafos SSAA	21, 40	10 (4)	30	Trifásica equilibrada
B1 15 kV: TSA 1 – Línea 1	30	10	30	Trifásica equilibrada
B1 15 kV: Línea 1 – Línea 2	31	263	30	Trifásica equilibrada
B1 15 kV: Línea 2 – Línea 3	32	517	30	Trifásica equilibrada
B1 15 kV: Línea 3 – Línea 4	33	771	30	Trifásica equilibrada
B1 15 kV: Línea 4 – Trafo 1	34	1024	30	Trifásica equilibrada
B1 15 kV: Trafo 1 – BBCC 1	35	530	46.9	Trifásica equilibrada
B1 15 kV: BBCC 1 – Línea 5	36	507	30	Trifásica equilibrada
B1 15 kV: Línea 5 – Línea 6	37	254	30	Trifásica equilibrada
Remonte	38, 29, 56	0	0	Trifásica equilibrada
B3 15 kV: TSA 2 – Línea 12	48	10	30	Trifásica equilibrada
B3 15 kV: Línea 12 – Línea 11	49	263	30	Trifásica equilibrada
B3 15 kV: Línea 11 – Línea 10	50	517	30	Trifásica equilibrada
B3 15 kV: Línea 10 – Línea 9	51	771	30	Trifásica equilibrada
B3 15 kV: Línea 9 – Trafo 2	52	1024	30	Trifásica equilibrada
B3 15 kV: Trafo 2 – BBCC 2	53	530	46.9	Trifásica equilibrada
B3 15 kV: BBCC 2 – Línea 8	54	507	30	Trifásica equilibrada
B3 15 kV: Línea 8 – Línea 7	55	254	30	Trifásica equilibrada

- (1) Intensidad correspondiente a la potencia máxima de línea, 200 MVA; (2) Intensidad correspondiente a la potencia máxima trafo, 40 MVA ; (3) Intensidad correspondiente a la potencia de las BBCC, 4 MVA; (4) Intensidad correspondiente a la potencia máxima de los transformadores de servicios auxiliares 250 KVA.

No se ha considerado intensidad por bobinas o reactancias y resistencias de puesta a tierra ya que se considera al sistema equilibrado y sin faltas.

El estado de carga considerado supone los transformadores entregando su máxima potencia. En el lado de 132 kV, la línea 1 aporta su potencia máxima, y la línea 3 evacua su potencia máxima. La línea 2 aporta la potencia de los dos transformadores. El acoplamiento se considera abierto y todas las posiciones conectadas a barras 1, las más cercanas al límite de la subestación.

En el lado de MT cada transformador alimenta a un embarrado independiente. Las baterías de condensadores y transformadores de servicios auxiliares están a su máxima potencia. El resto de la potencia aportada por cada transformador se reparte equitativamente entre las seis líneas a las que alimenta.

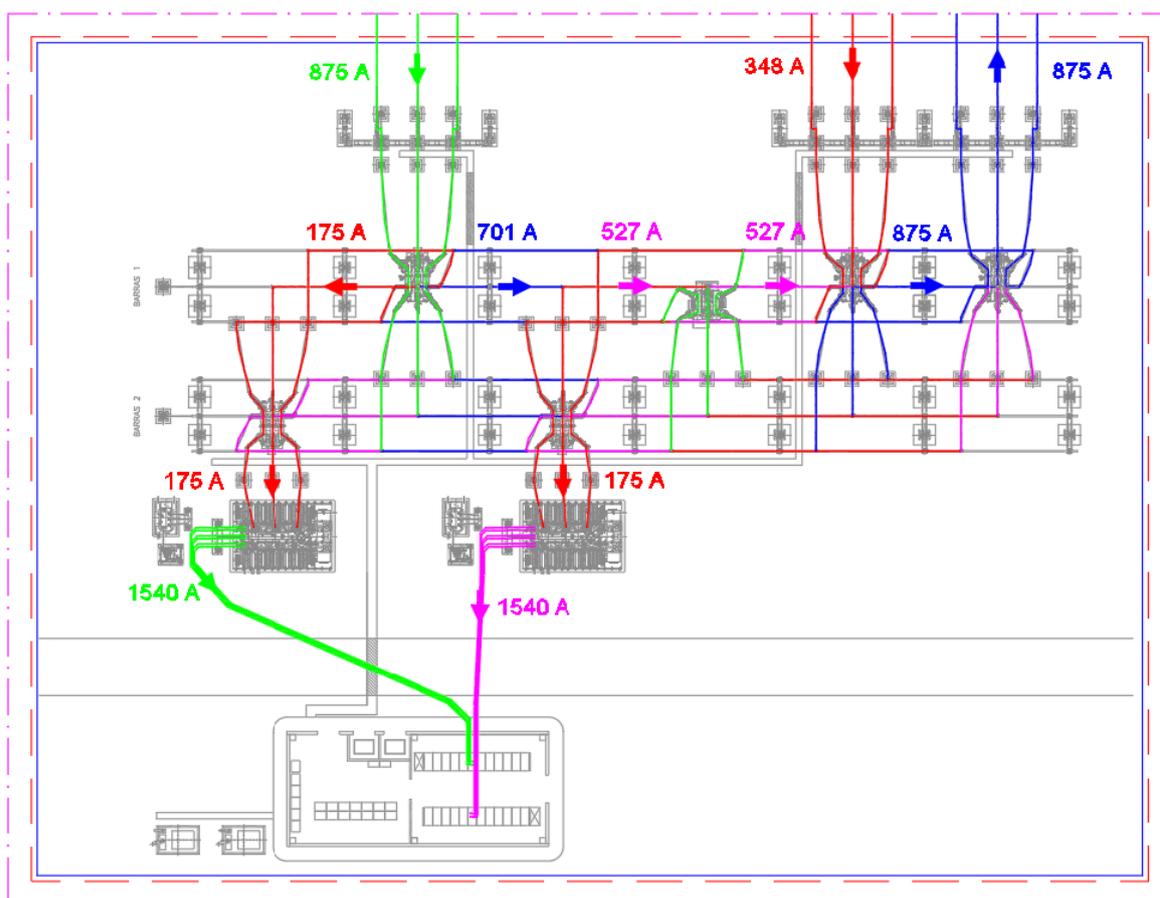


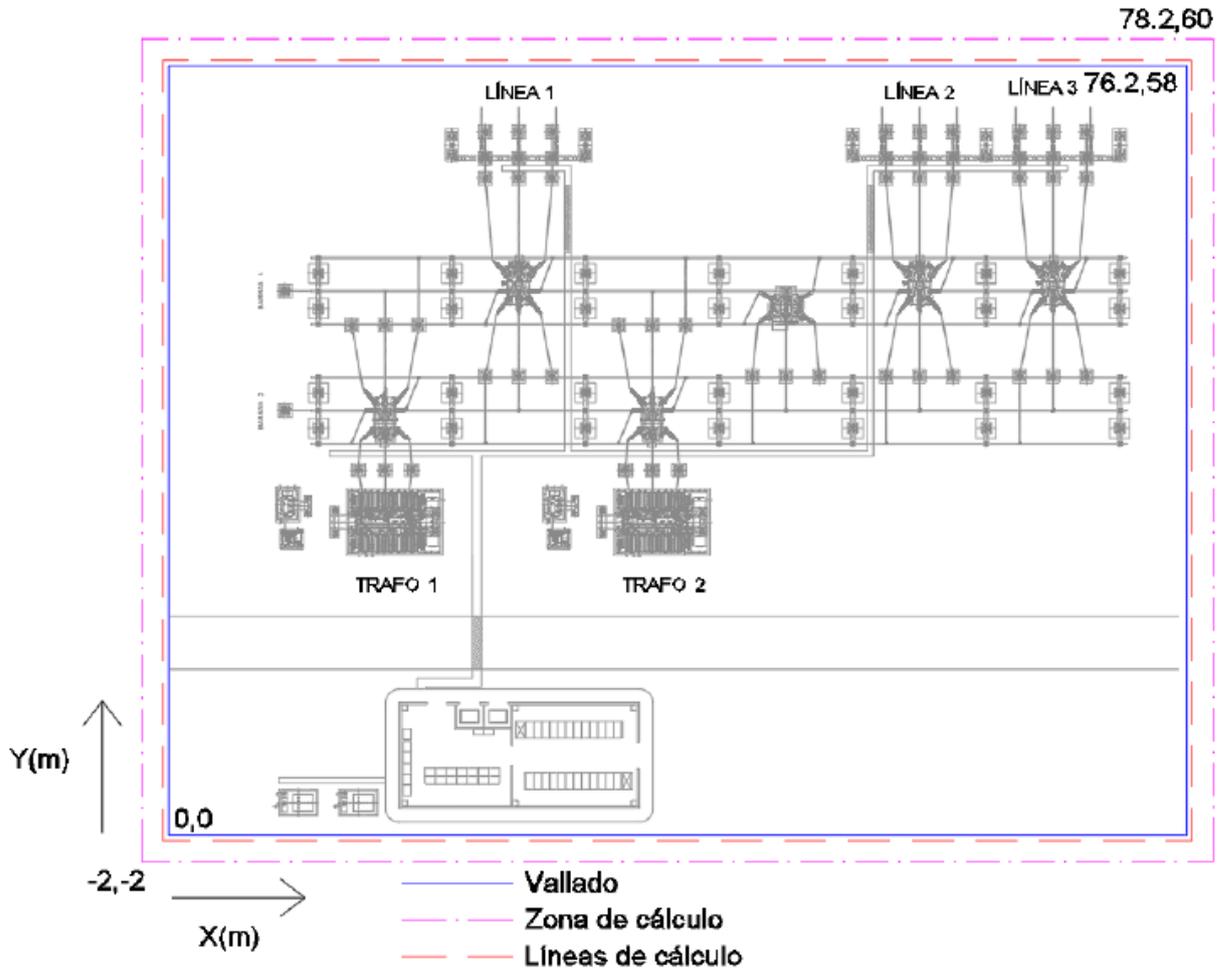
Fig. 4 Intensidades estimadas para cálculo de campo magnético, parque de 132 kV.

Resultado

La simulación del campo magnético ha sido realizada con el estado de carga indicado anteriormente, estado de carga máximo realizable. Por tanto, los valores de campo magnético calculados y representados serán superiores a los que se producirán durante el funcionamiento habitual de la subestación.

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.2: CÁLCULOS Hoja 80 de 169

Se ha obtenido el campo magnético en el conjunto de la instalación, a 1 metro de altura del suelo. Los resultados obtenidos se representan tanto en el límite exterior de la subestación (requerimiento reglamentario) como en el interior de la subestación.



Los valores más elevados de campo en el exterior se producen en la zona de entrada de las líneas de 132 kV, siendo de 9,88 μ T.

Los resultados se incluyen en el apartado 6.7 Anexo: PLANOS

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.2: CÁLCULOS Hoja 81 de 169

6.5 CONCLUSIONES

Como conclusión de la simulación y cálculo realizado del campo magnético generado debido a la actividad de la subestación eléctrica tipo Híbrida 132/MT con dos transformadores y simple barra con 2 líneas 132 kV, o simple barra con 3 líneas 132 kV, o doble barra con 3 líneas 132 kV, propiedad de *e-distribución*, en las condiciones más desfavorables de funcionamiento (hipótesis de carga máxima realizable) y como puede observarse en los cálculos, se obtiene que los valores de radiación emitidos están muy por debajo de los valores límite recomendados, esto es, 100 μ T para el campo magnético a la frecuencia de la red, 50Hz.

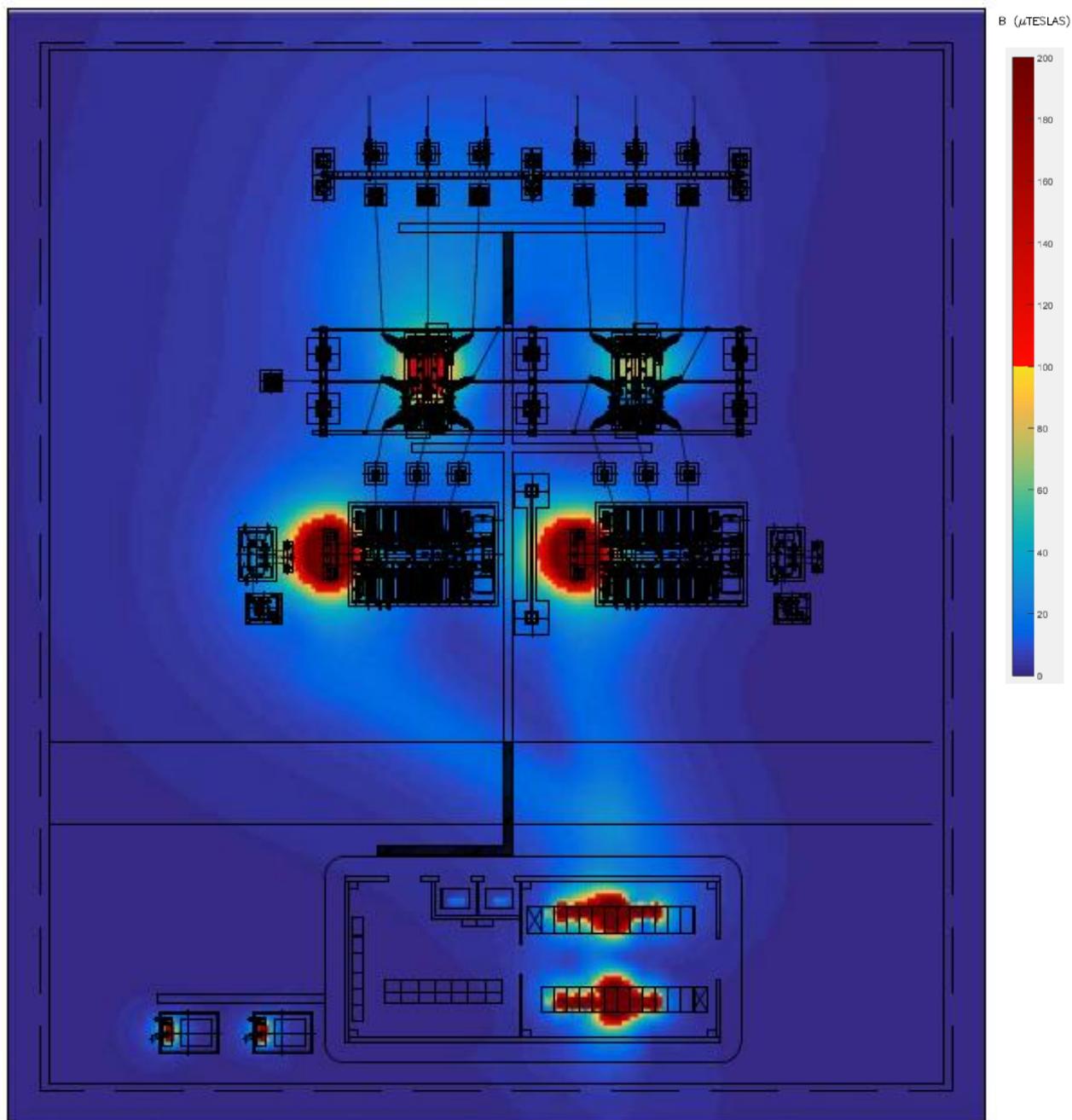
La tipología de subestación tipo Híbrida 132/MT simple (doble) barra con 2 (3) líneas 132 kV y dos transformadores 132/MT en *e-distribución*, abarca múltiples subestaciones con diferentes plantas y niveles de tensión concretos de cada instalación. Los resultados exactos para cada subestación en proyecto se modificarán en función de la distribución exacta de las diferentes posiciones (número y situación) y de los niveles de tensión tanto de AT como de MT. Sin embargo, los resultados obtenidos en este estudio son aplicables, a efectos reglamentarios (ITC-RAT 14 y 15), a todas las subestaciones con tipología híbrida ATMT que construye *e-distribución* debido a la similitud de todas estas instalaciones, y a que los valores máximos de campo obtenidos son muy inferiores al límite reglamentario.

6.6 REFERENCIAS

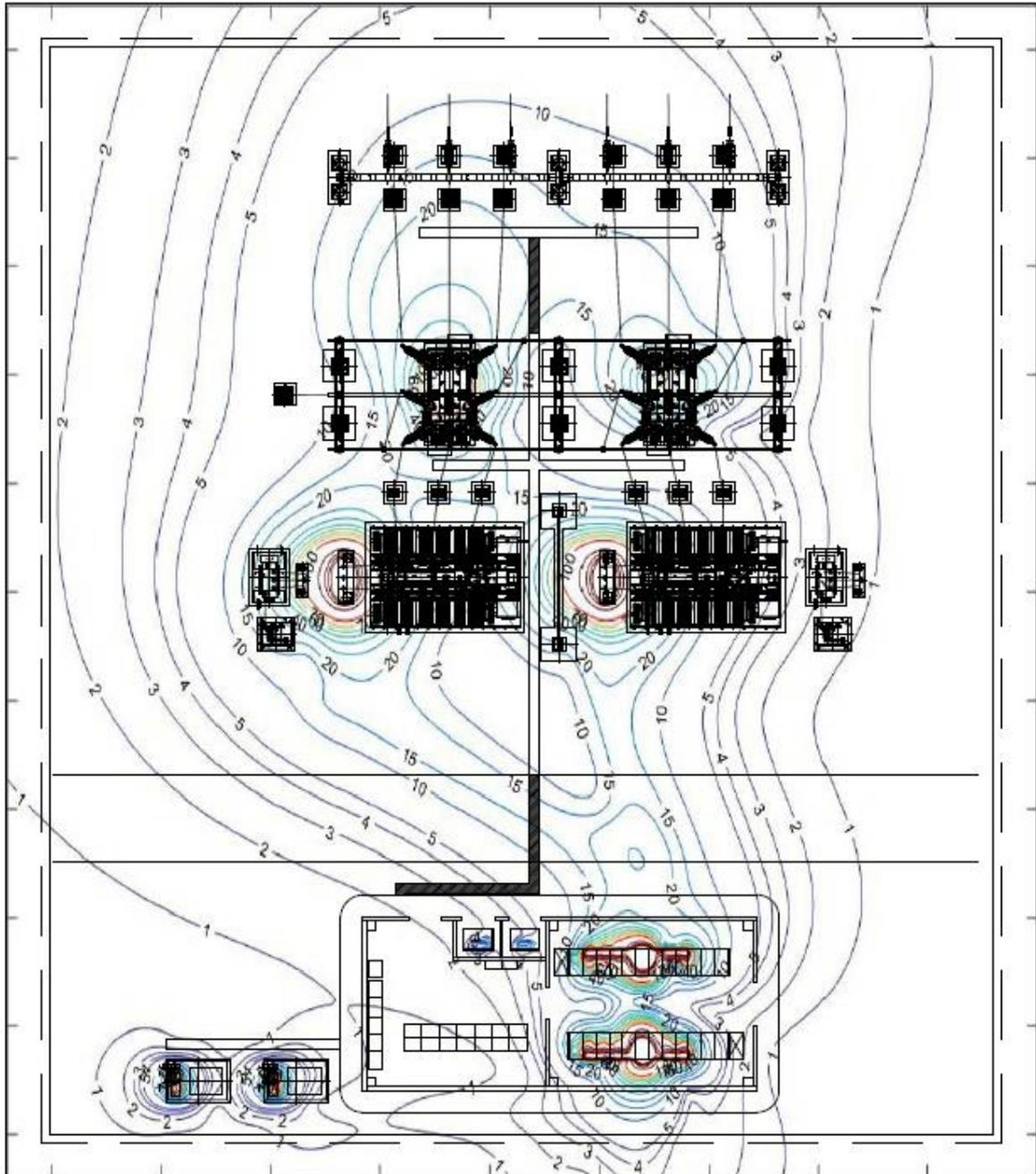
- [1] C. Munteanu, Ioan T. Pop, V. Topa, C. Hangea, T. Gutiu, S. Lup “Study of the Magnetic Field Distribution inside Very High Voltage Substations” 2012 International Conference and Exposition on Electrical and Power Engineering (EPE 2012) IEEE.
- [2] C. Munteanu, C. Diaconu, I. T. Pop, and V. Topa “Electric and Magnetic Field Distribution Inside High Voltage Power Stations from Romanian Power Grid” International Symposium on Power Electronics, Electrical Drives, Automation and Motion. IEEE
- [3] G. Visan, I. T. Pop and C. Munteanu “Electric and Magnetic Field Distribution in Substations belonging to Transelectrica TSO” 2009 IEEE Bucharest Power Tech Conference

6.7 ANEXO: PLANOS

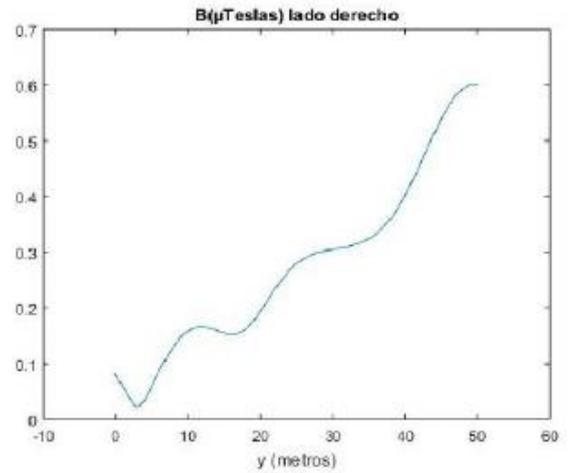
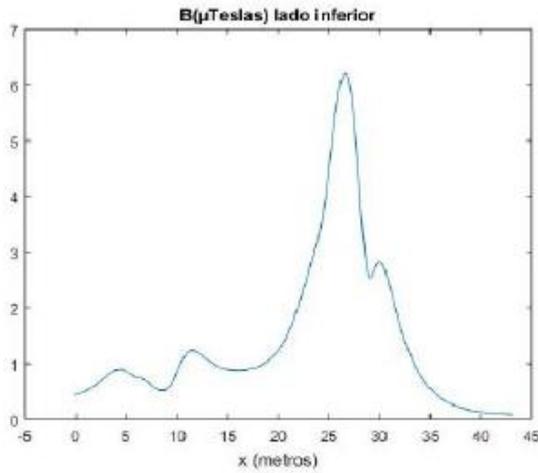
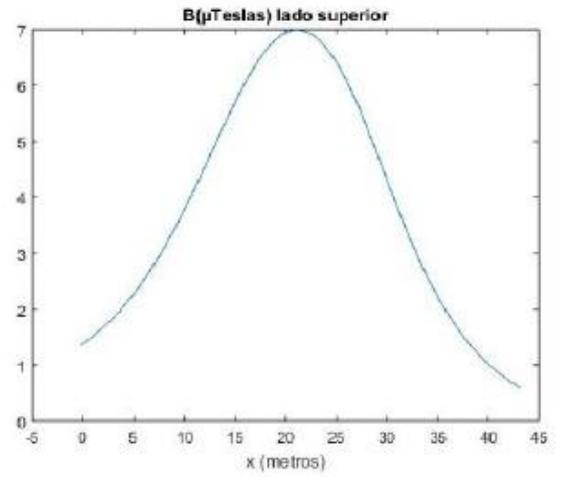
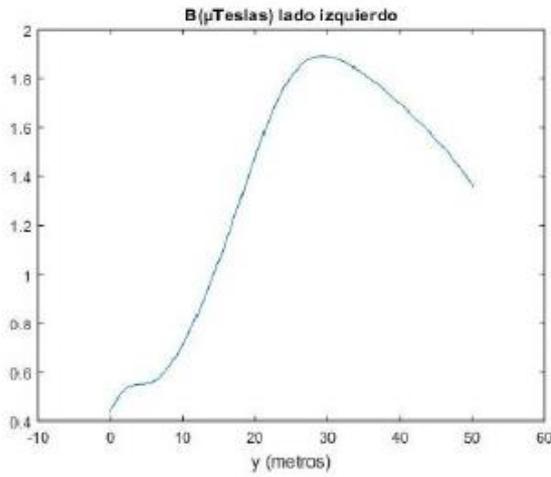
6.7.1 Subestación Híbrida simple barra 2L+2TR.



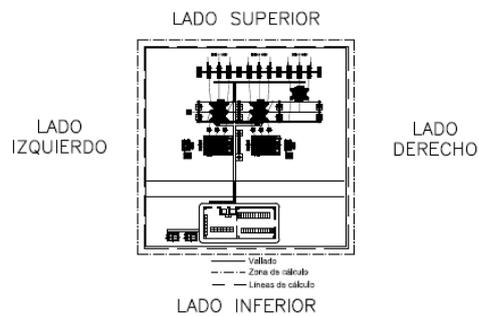
Campo Magnético a 1metro sobre el suelo



Campo Magnético a 1metro sobre el suelo. Isolíneas

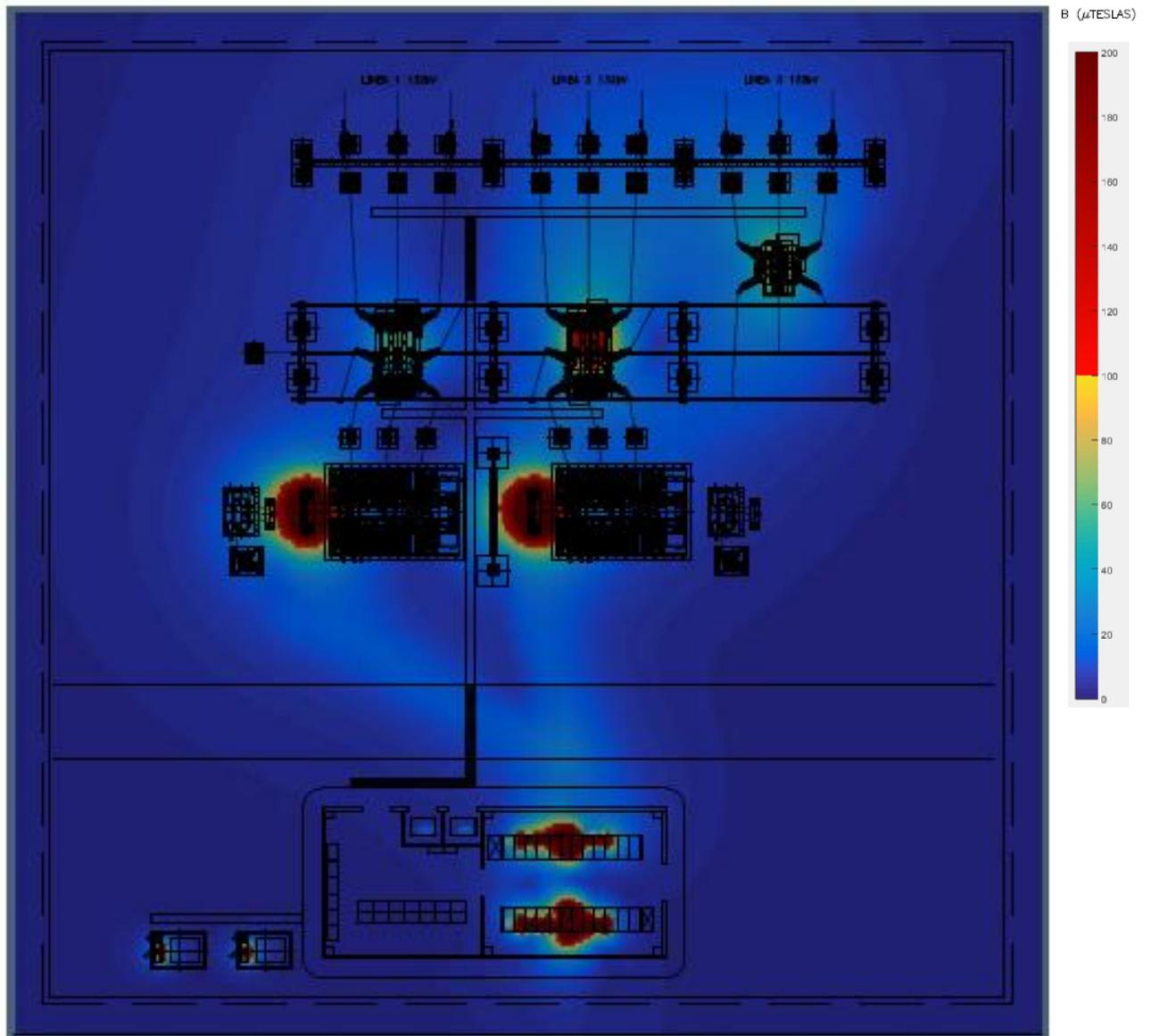


VISTA DE REFERENCIA

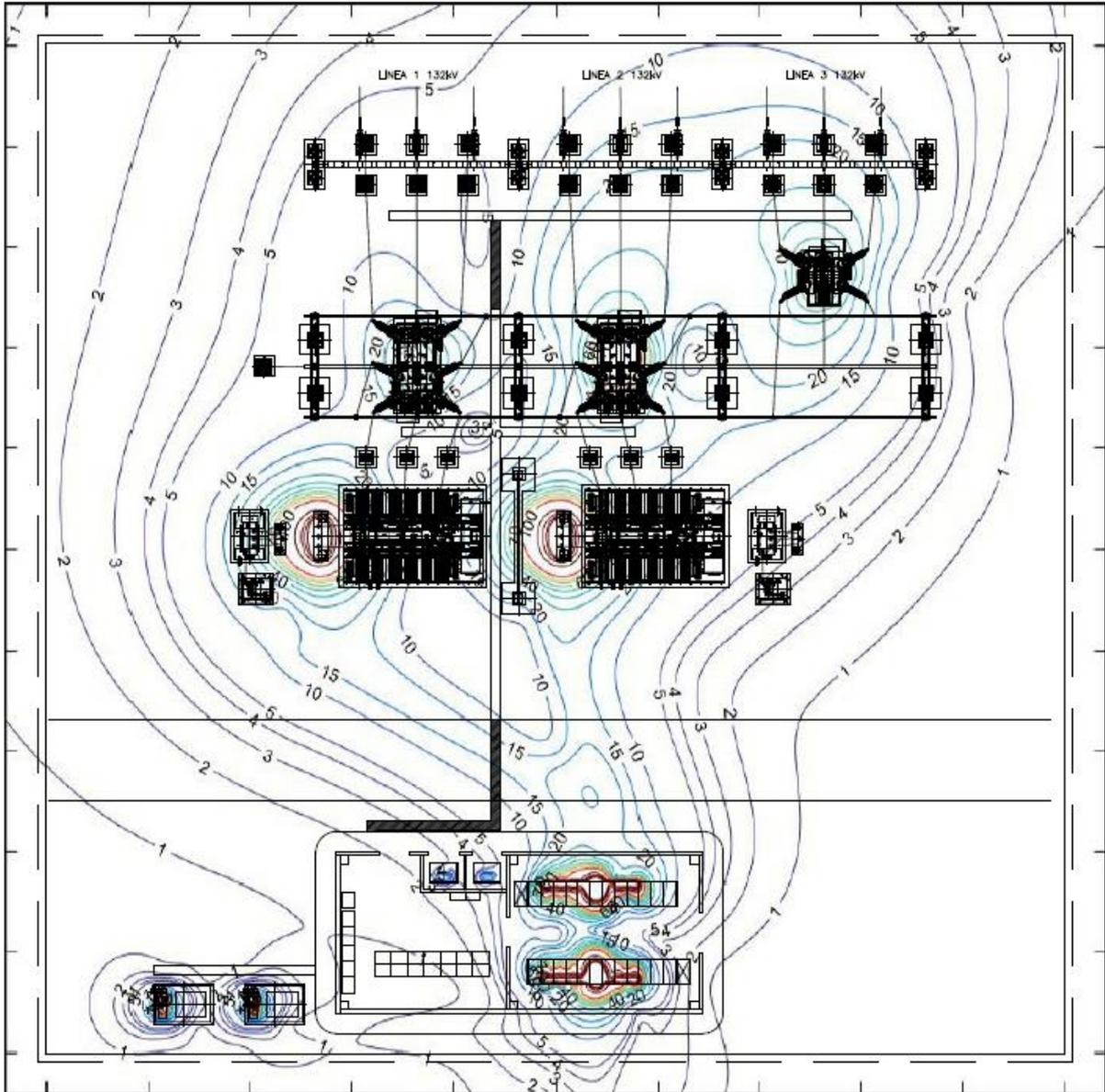


Campo Magnético exterior a 1metro sobre el suelo y 0,2 metros del vallado

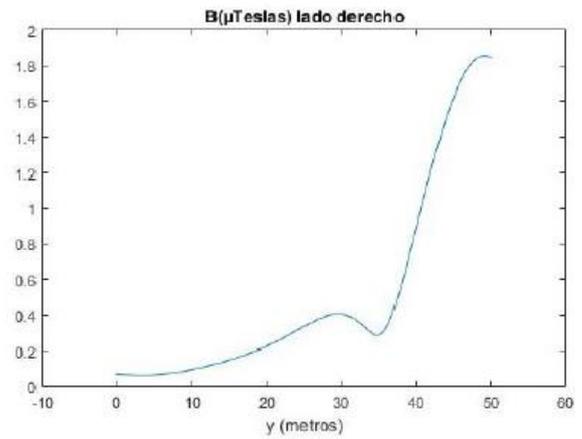
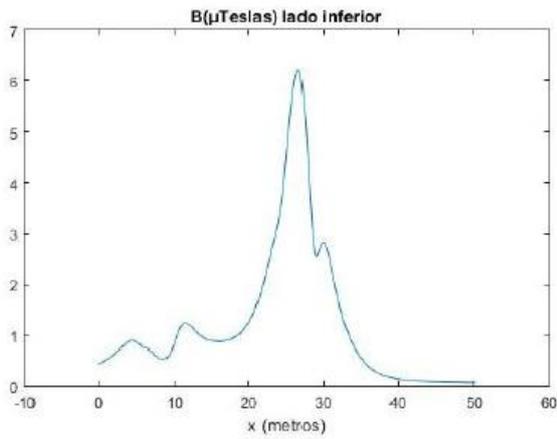
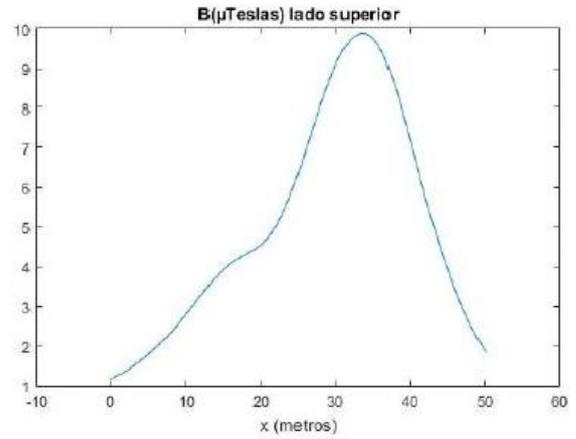
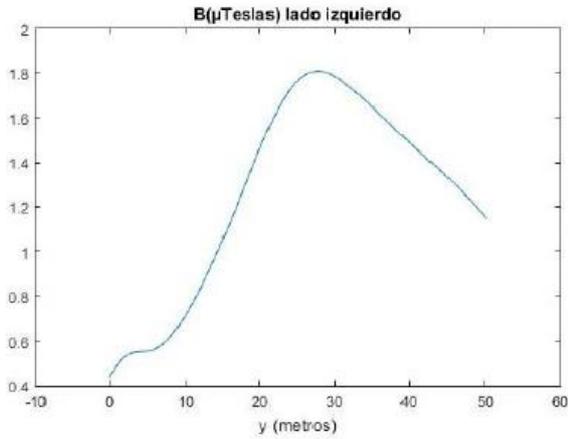
6.7.2 Subestación Híbrida simple barra 3L+2TR.



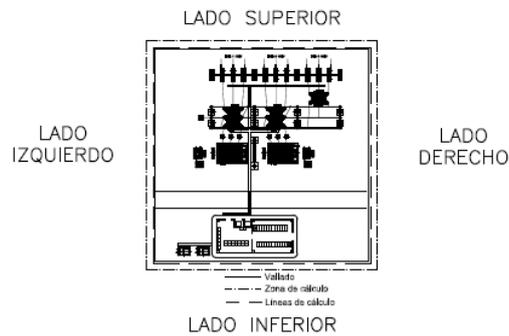
Campo Magnético a 1metro sobre el suelo



Campo Magnético a 1 metro sobre el suelo. Isoclinas.

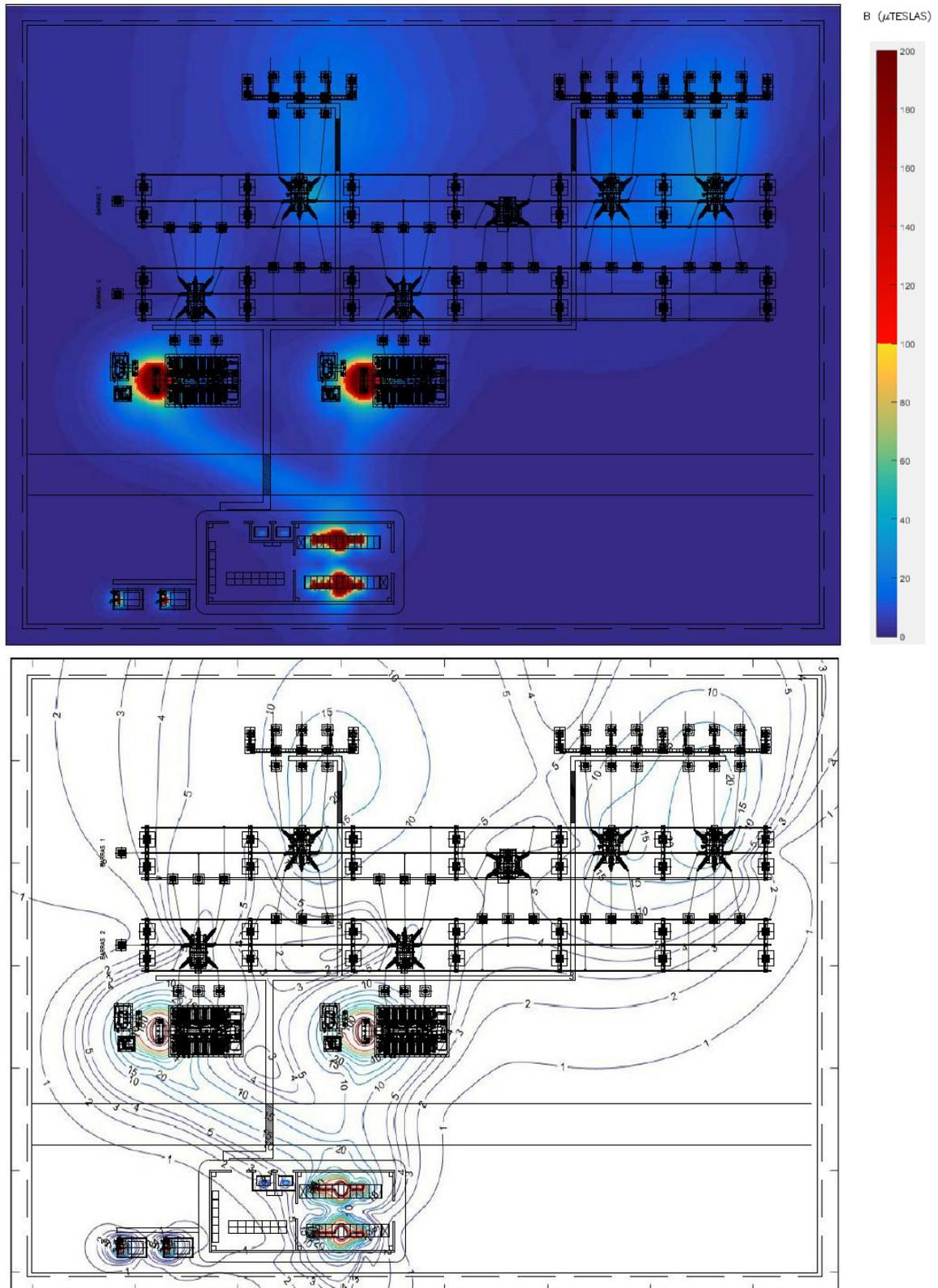


VISTA DE REFERENCIA

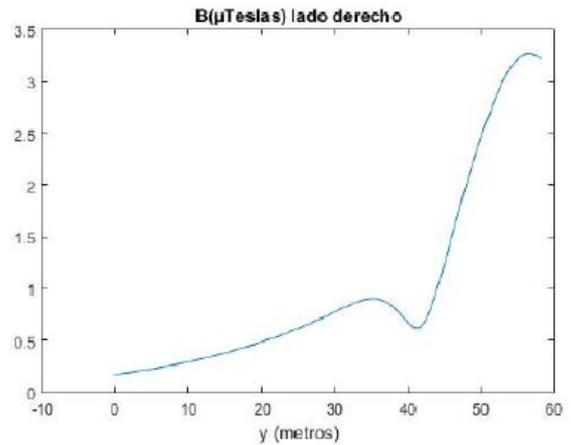
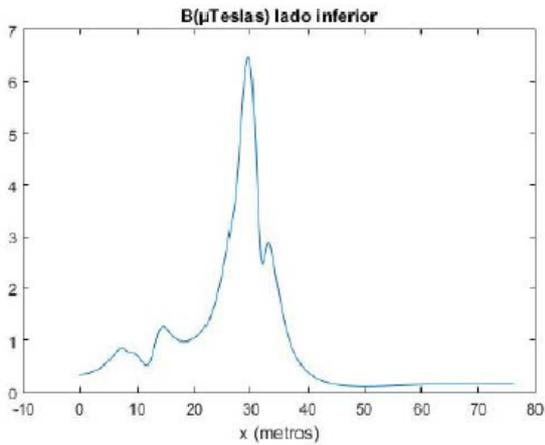
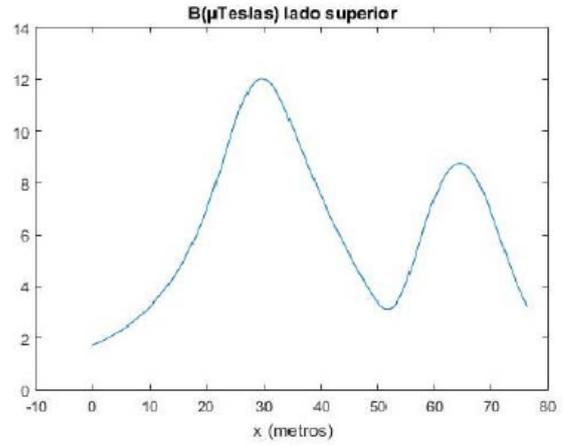
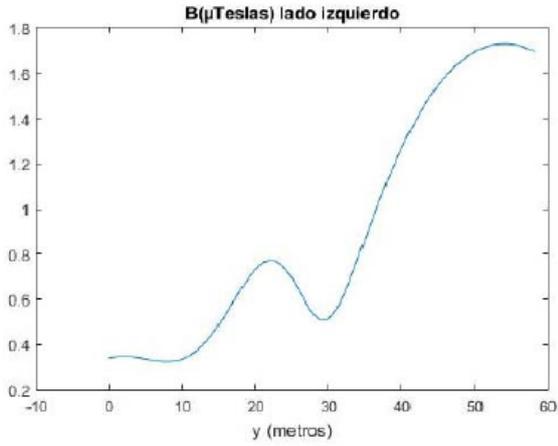


Campo Magnético exterior a 1metro sobre el suelo y 0,2 metros del vallado

6.7.3 Subestación Híbrida doble barra 3L+2TR.

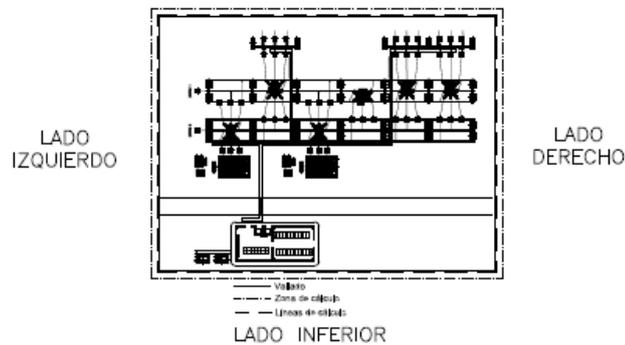


Campo Magnético a 1metro sobre el suelo



VISTA DE REFERENCIA

LADO SUPERIOR



Campo Magnético exterior a 1metro sobre el suelo y 0,2 metros del vallado

 <p><i>Operación y Mantenimiento</i> Ingeniería de Red</p>	<p>PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA</p>	<p>SYZH01 Edición 1ª Abril 2020</p> <hr/> <p>Doc.2: CÁLCULOS Hoja 90 de 169</p>
---	--	---

6.8 ANEXO: VALIDACIÓN APLICACIÓN DE CÁLCULOS

La validación del campo magnético emitido por la instalación está recogido dentro del Informe sobre “Campo magnético en SSEE, NORMATIVA Y VALIDACIÓN DE MÉTODO DE CÁLCULO”, realizado por el CIRCE de la Universidad de Zaragoza.



Edificio CIRCE
Campus Río Ebro - Universidad de Zaragoza
Mariano Esquillor Gómez, 15 - 50018 Zaragoza
Tel.: 976 761 863 Fax: 976 732 078
www.fcirce.es

Informe: Campo magnético en SSEE

NORMATIVA Y
VALIDACIÓN DE MÉTODO DE CÁLCULO



1 ANTECEDENTES	3
2 OBJETO.....	3
3 NECESIDAD DEL CÁLCULO DEL CAMPO MAGNÉTICO.....	3
4 DESCRIPCIÓN DE APLICACIÓN PARA CÁLCULO DE CAMPO MAGNÉTICO	4
5 VALIDACIÓN DE RESULTADOS	5
5.1 Configuración D/C aéreo según figura B.1 IEC62110.....	5
5.2 Configuración S/C aéreo según figura B.2 IEC62110	7
5.3 Configuración D/C aéreo según figura B.3.a IEC62110.....	8
5.4 Configuración D/C aéreo según figura B.3.b IEC62110	9
5.5 Configuración S/C aéreo según figura B.4.a IEC62110	11
5.6 Configuración S/C aéreo según figura B.4.b IEC62110	12
5.7 Configuración D/C aéreo según figura B.5.a IEC62110.....	12
5.8 Configuración D/C aéreo según figura B.5.b IEC62110	14
5.9 Configuración D/C aéreo según figura B.6 IEC62110.....	14
5.10 Configuración 2 líneas aéreas según figura B.9 IEC62110	16
5.11 Configuración D/C cable según figura B.10a IEC62110	16
5.12 Configuración D/C cable según figura B.10b IEC62110.....	18

	Documento:	INFORME: CAMPO MAGNÉTICO EN SSEE	Versión	01
	Proyecto:		Autor:	D.SM.S.
	Referencia:	I	Fecha:	29/10/15

1 ANTECEDENTES

El R.D. 337/2014, de 9 de mayo, recoge el Reglamento de Instalaciones Eléctricas de Alta Tensión (RAT). Este nuevo reglamento limita los campos electromagnéticos en la proximidad de instalaciones de alta tensión.

Las limitaciones y justificaciones necesarias aparecen indicadas en:

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

2 OBJETO

El objeto del presente documento es:

- I. Justificar la necesidad del cálculo del campo magnético en la proximidad de instalaciones de alta tensión.
- II. Describir la aplicación desarrollada para el cálculo del campo magnético en instalaciones de alta tensión.
- III. Verificar los resultados proporcionados por la aplicación.

3 NECESIDAD DEL CÁLCULO DEL CAMPO MAGNÉTICO

El nuevo RAT fija la necesidad del cálculo del campo magnético, con ciertas diferencias entre los casos de instalaciones de interior (ICT-RAT-14) y exterior (ICT-RAT-15).

1. El cálculo se deberá realizar antes de la puesta en marcha de la instalación (ICT-RAT-14 e ICT-RAT-15).
2. Los valores de campo deben cumplir con el R.D. 1066/2001, Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas (ICT-RAT-14 e ICT-RAT-15).
3. Deberá realizarse para nuevas instalaciones o modificaciones de las existentes que puedan hacer aumentar el valor del campo magnético (ICT-RAT-14 e ICT-RAT-15).

4. Para la justificación de cumplimiento podrán utilizarse cálculos recogidos en un proyecto tipo, siempre que la instalación sea lo suficientemente parecida, al menos en el caso de instalaciones interiores (ICT-RAT-14).
5. El estudio del campo electromagnético deberá incluirse en la memoria del proyecto administrativo para la legalización de la instalación, (ICT-RAT-20).

El R.D. 337/2014 será de obligado cumplimiento en junio de 2016, aunque actualmente ya se puede aplicar de forma voluntaria.

4 DESCRIPCIÓN DE APLICACIÓN PARA CÁLCULO DE CAMPO MAGNÉTICO

La aplicación desarrollada está realizada en Matlab/Octave. El cálculo está basado en un cálculo analítico (Biot y Savart de un segmento) realizado sobre el conjunto de conductores de una subestación discretizados, sobre un periodo de onda para obtener valores eficaces y con los diferentes desfases entre fases o motivados por un transformador. No tiene en cuenta el campo generado por los transformadores, sólo por los conductores.

La entrada de datos de la aplicación es la topología en 3D del conjunto de conductores de la subestación, así como las corrientes que circula por cada conductor.

Los resultados obtenidos se presentan en una imagen con el valor del campo magnético eficaz obtenido en cada punto, así como un archivo con el conjunto de valores para su posterior análisis.

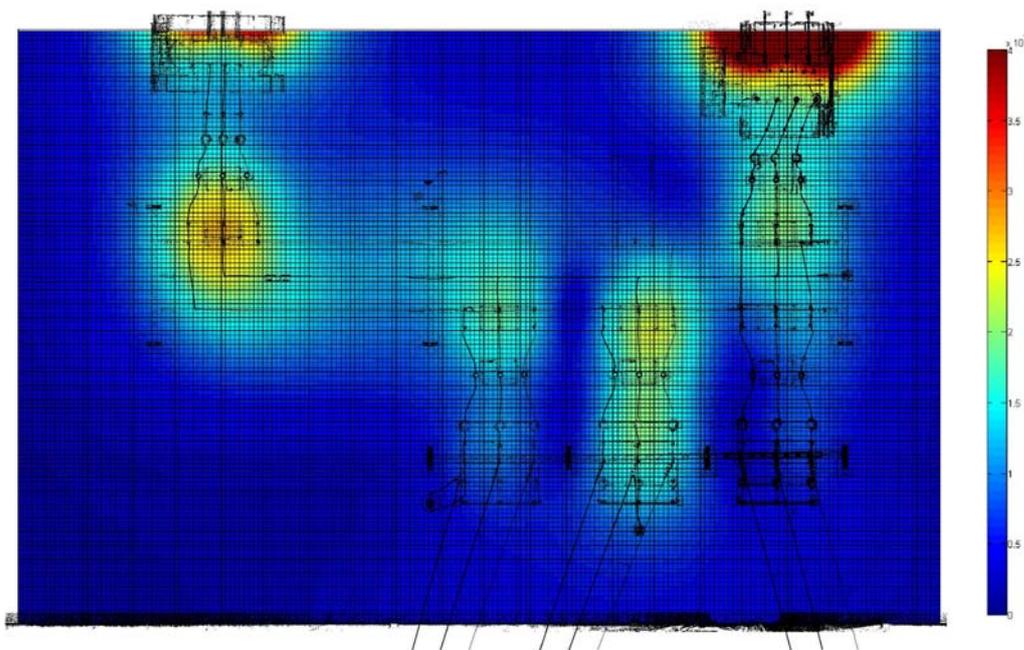


Figura 1. Resultados B eficaz subestación Utebo 45/15kV

	Documento:	INFORME: CAMPO MAGNÉTICO EN SSEE	Versión:	01
	Proyecto:		Autor:	D.SM.S.
	Referencia:	I	Fecha:	29/10/15

5 VALIDACIÓN DE RESULTADOS

La validación de los resultados obtenidos por la aplicación se puede realizar básicamente por 2 métodos:

1. Mediante comparación con resultados publicados y reconocidos como correctos.
2. Por medida directa en una instalación y comparación.

Inicialmente se ha realizado la validación por comparación con resultados publicados por resultar más sencilla, sin menoscabo de una posterior validación mediante medida en una instalación de alta tensión.

Para ello se ha realizado una revisión bibliográfica en busca de un modelo de una instalación de alta tensión con resultados de campo magnético, publicados y verificables.

No ha sido posible encontrar un modelo adecuado, por falta de alguna característica:

- Descripción del estado eléctrico de la instalación (corrientes, topología de aparamenta, etc...)
- Descripción geométrica de la instalación (posición x,y,z de todos los conductores, dimensiones generales de la subestación, etc...)
- Resultados suficientemente precisos (valor eficaz, distribución en x,y,z suficientemente representativa, etc...)

Por ello se ha realizado la validación con los únicos resultados suficientemente correctos y disponibles, que aunque no se corresponden con configuraciones complejas, pueden utilizarse para una primera validación. Estos resultados son los incluidos en la Norma IEC 62110:2009/COR1:2015.

La validación se realiza comparando las gráficas incluidas en la norma IEC 62110 con las gráficas obtenidas con la aplicación, para la misma configuración de conductores y de corrientes.

Dado que las configuraciones representadas en la Norma IEC 62110 corresponden a conductores infinitos, y que la aplicación calcula el campo debido a conductores en 3D y de dimensiones finitas, los resultados se han obtenido tomando conductores “infinitos”. Para ello se han considerado conductores suficientemente largos en la dirección perpendicular al plano de cálculo en comparación con las otras 2 dimensiones.

5.1 Configuración D/C aéreo según figura B.1 IEC62110

Campo magnético eficaz a 1m del suelo, generado por 2 circuitos equilibrados de 200A de intensidad. Se representan los valores con los circuitos con secuencia transpuesta y no transpuesta.

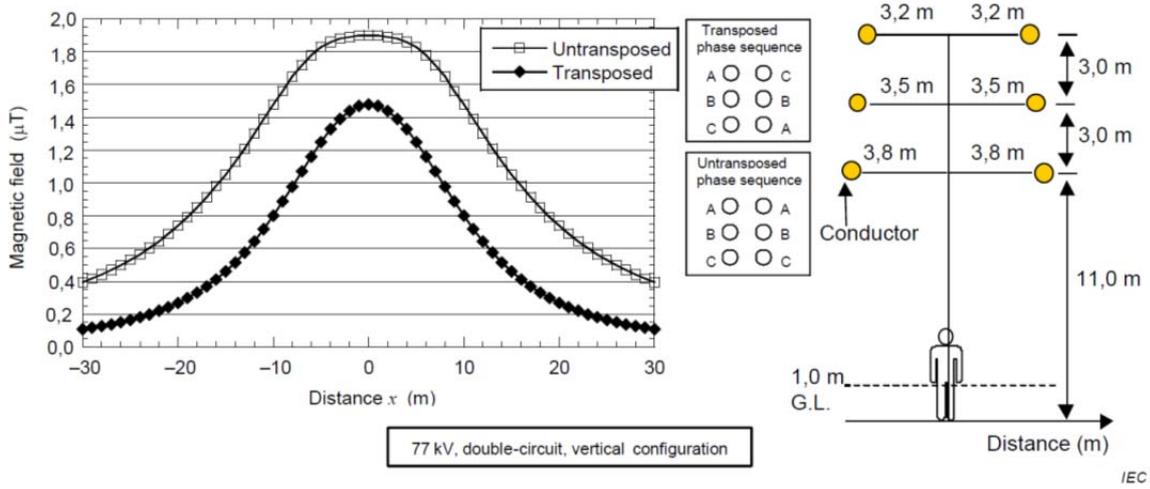


Figura 2. Norma IEC 62110 Figura B.1.

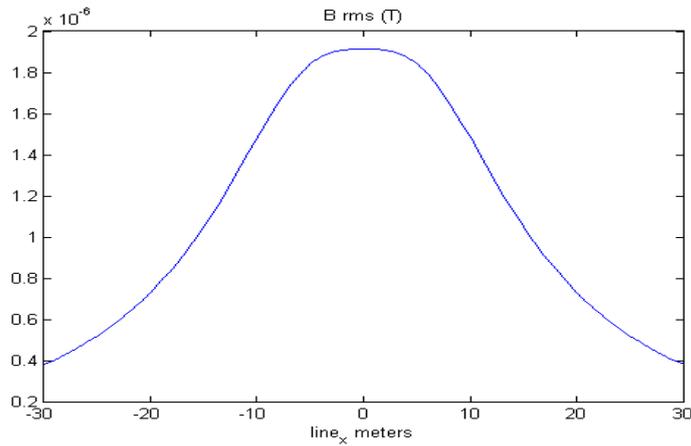


Figura 3. Norma IEC 62110 Figura B.1. Fases no transpuestas. Resultado aplicación.

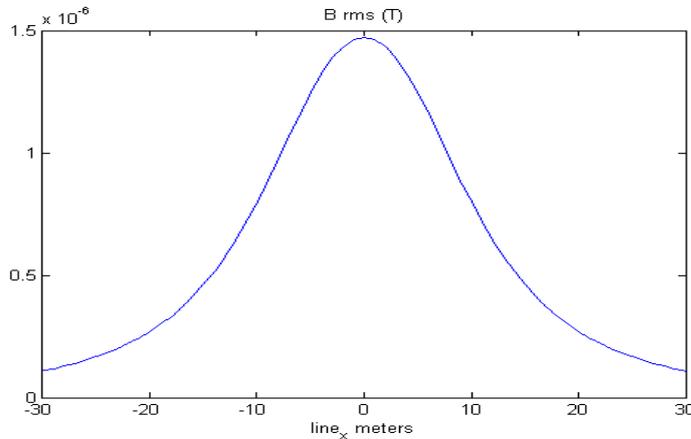


Figura 4. Norma IEC 62110 Figura B.1. Fases transpuestas. Resultado aplicación.

5.2 Configuración S/C aéreo según figura B.2 IEC62110

Campo magnético eficaz a 1m del suelo, generado por un circuito equilibrado de 200A de intensidad.

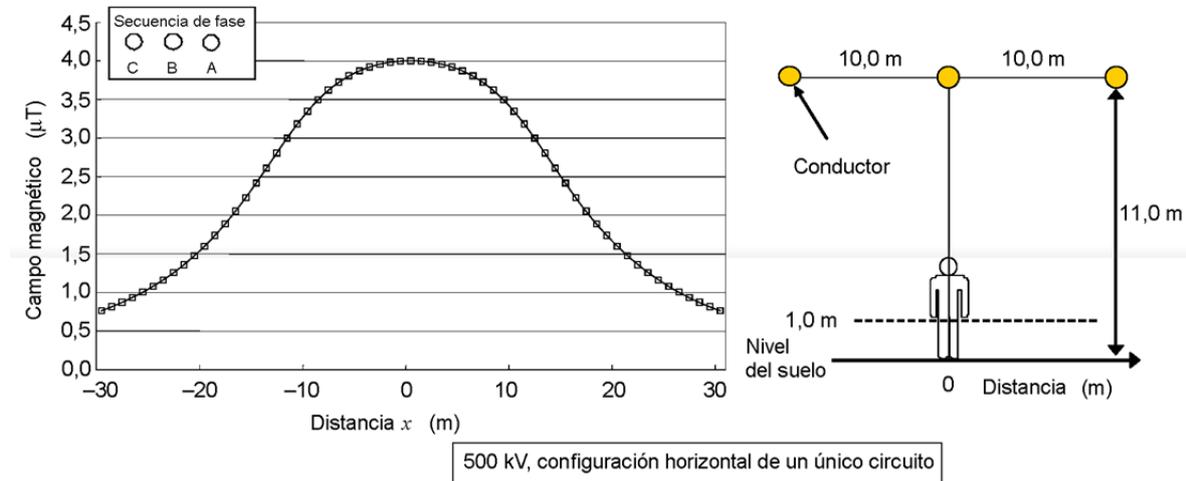


Figura 5. Norma IEC 62110 Figura B.2

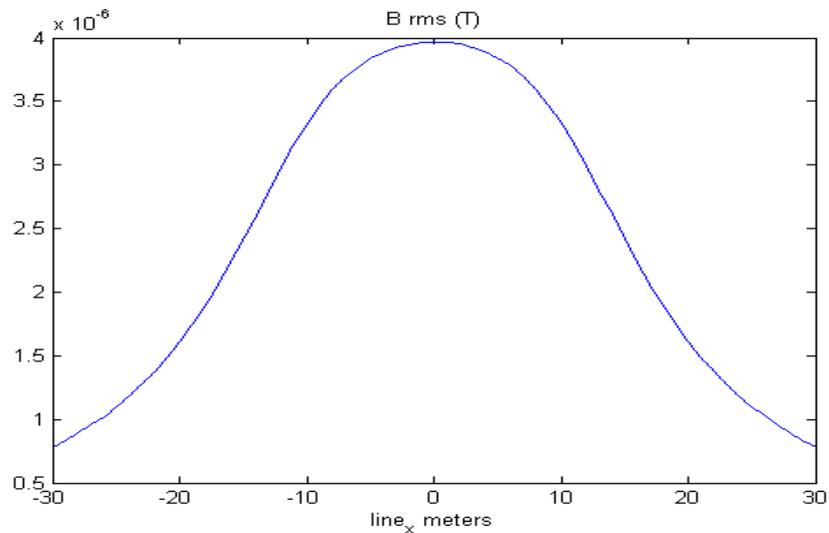


Figura 6. Norma IEC 62110 Figura B.2. Resultado aplicación.

5.3 Configuración D/C aéreo según figura B.3.a IEC62110

Campo magnético eficaz a 0,5, 1,0 y 1,5 m del suelo, generado por dos circuitos equilibrados de 200A de intensidad y a 11m del suelo. Se representan los valores con los circuitos con secuencia transpuesta y no transpuesta.

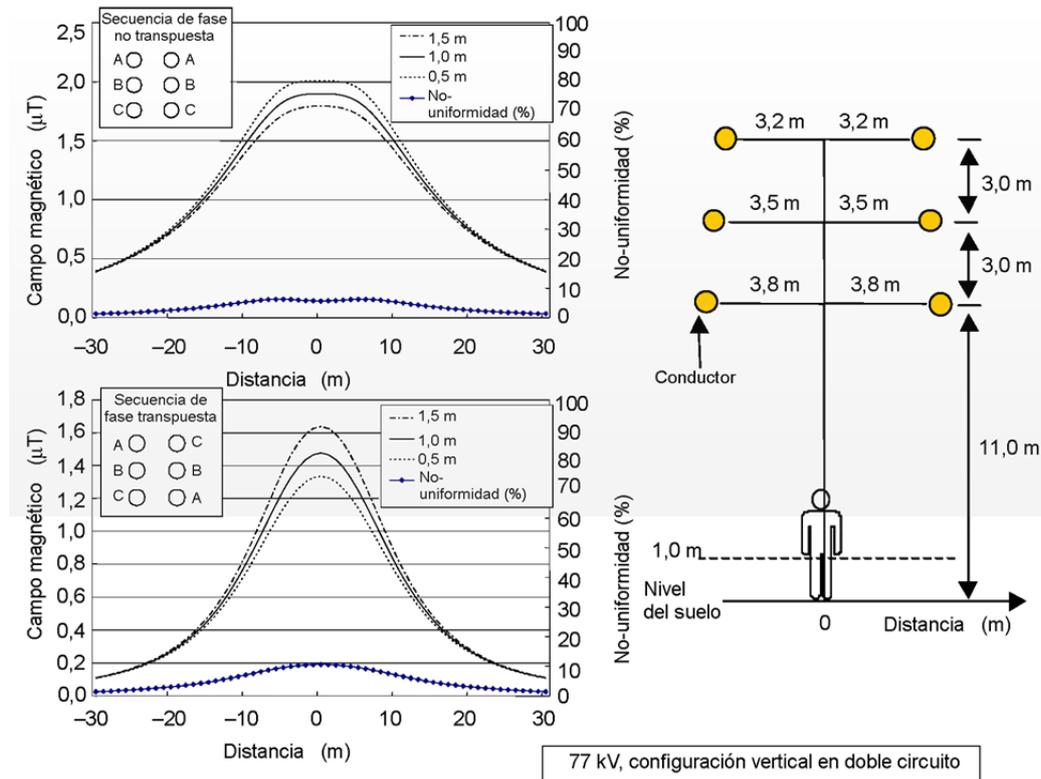


Figura 7 Norma IEC 62110 Figura B.3.a

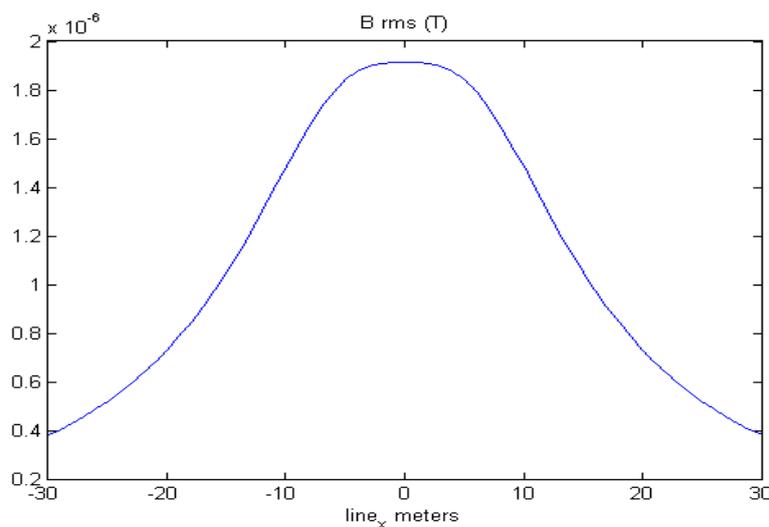


Figura 8. Norma IEC 62110 Figura B.3.a. Fases no transpuestas. Resultado aplicación a 1m.

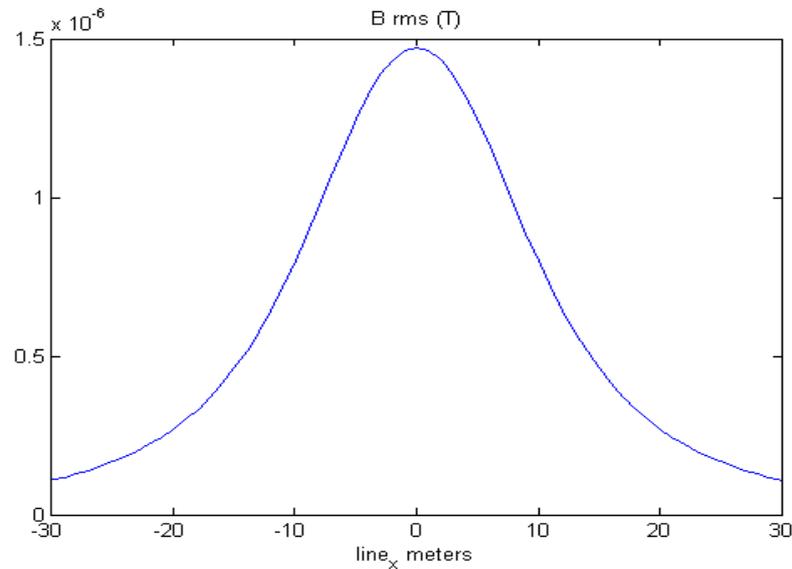


Figura 9. Norma IEC 62110 Figura B.3.a. Fases transpuestas. Resultado aplicación a 1m.

5.4 Configuración D/C aéreo según figura B.3.b IEC62110

Campo magnético eficaz a 0.5, 1.0 y 1.5 m del suelo, generado por dos circuitos equilibrados de 200A de intensidad y a 6m del suelo. Se representan los valores con los circuitos con secuencia transpuesta y no transpuesta.

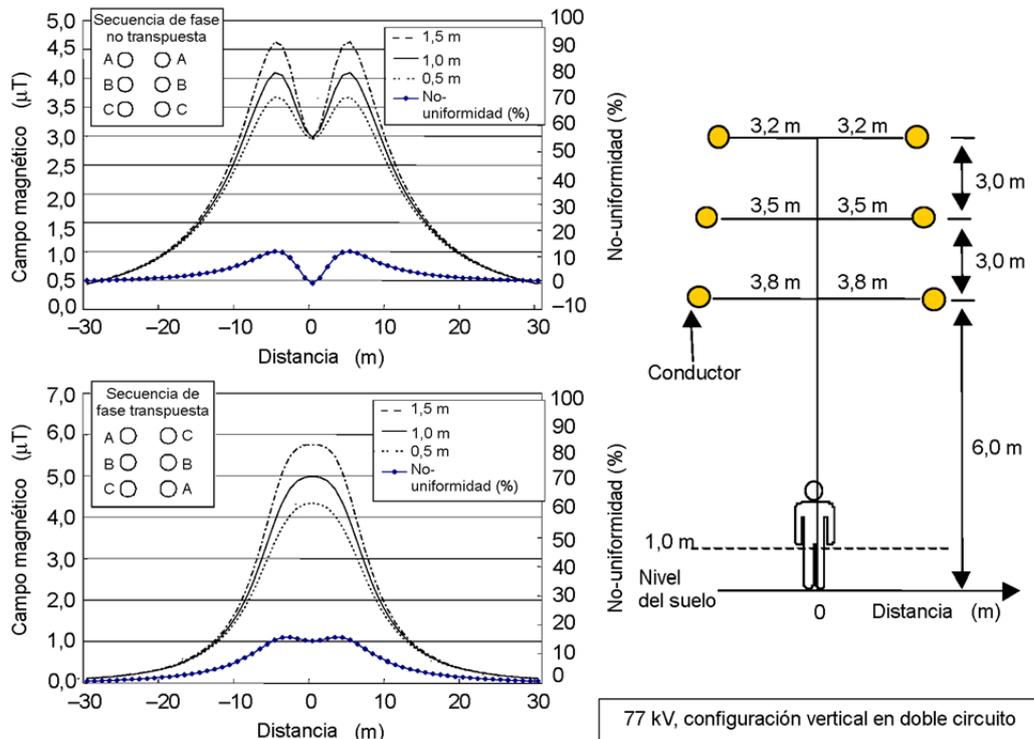


Figura 10 Norma IEC 62110 Figura B.3.b

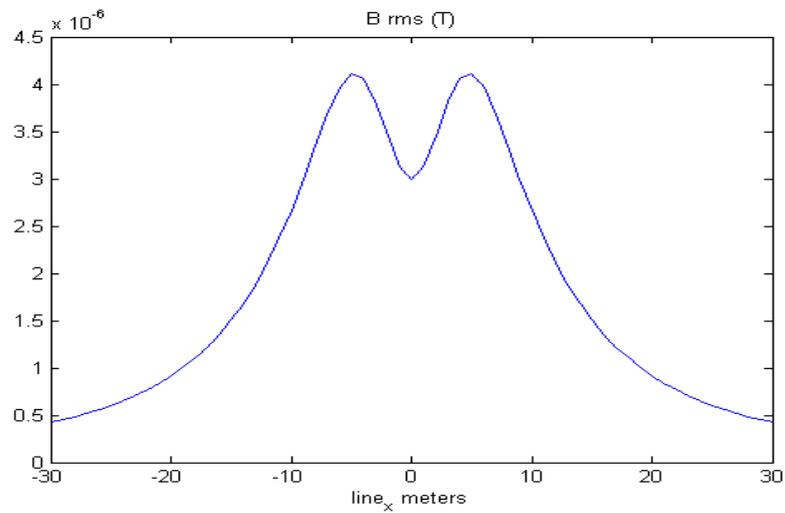


Figura 11. Norma IEC 62110 Figura B.3.b. Fases no transpuestas. Resultado aplicación a 1m.

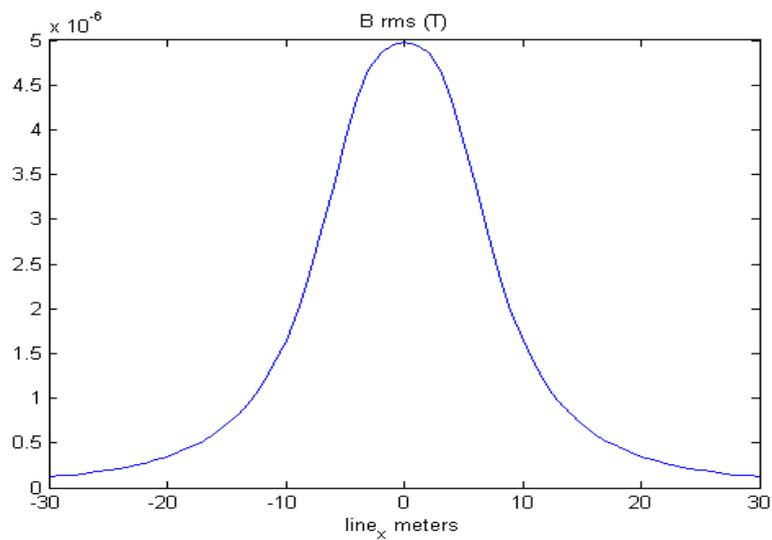


Figura 12. Norma IEC 62110 Figura B.3.b. Fases transpuestas. Resultado aplicación a 1m.

5.5 Configuración S/C aéreo según figura B.4.a IEC62110

Campo magnético eficaz a 0,5, 1,0 y 1,5m del suelo, generado por un circuito equilibrado de 200A de intensidad y a 11m del suelo.

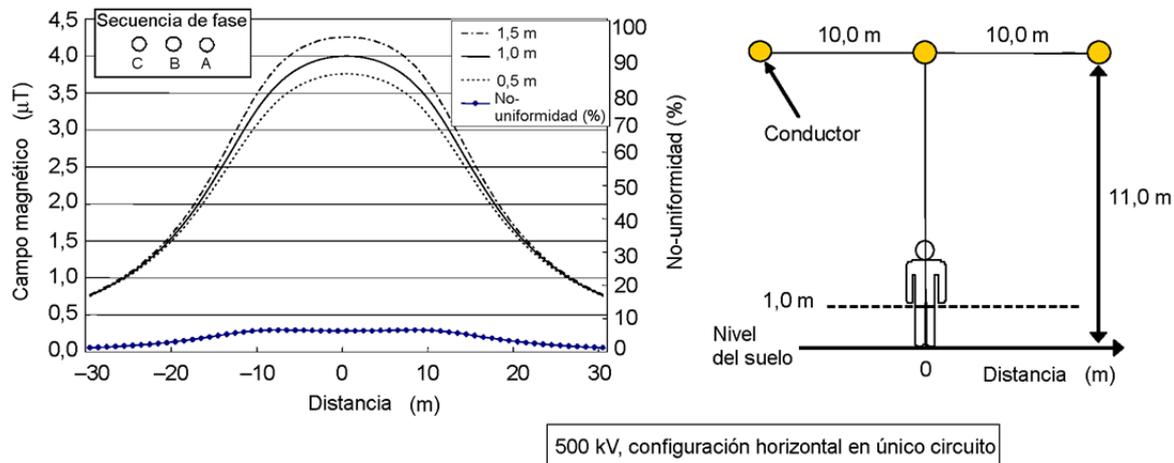


Figura 13 Norma IEC 62110 Figura B.4.a

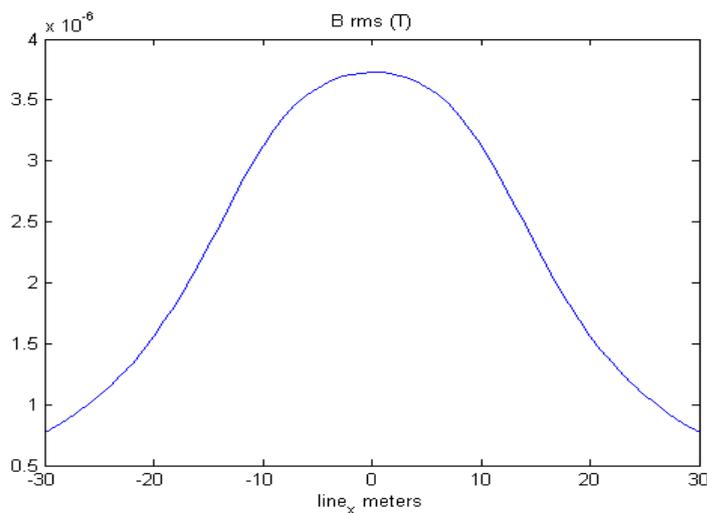


Figura 14. Norma IEC 62110 Figura B.4.a. Resultado aplicación a 0,5m.

5.6 Configuración S/C aéreo según figura B.4.b IEC62110

Campo magnético eficaz a 0,5, 1,0 y 1,5m del suelo, generado por un circuito equilibrado de 200A de intensidad y a 6m del suelo.

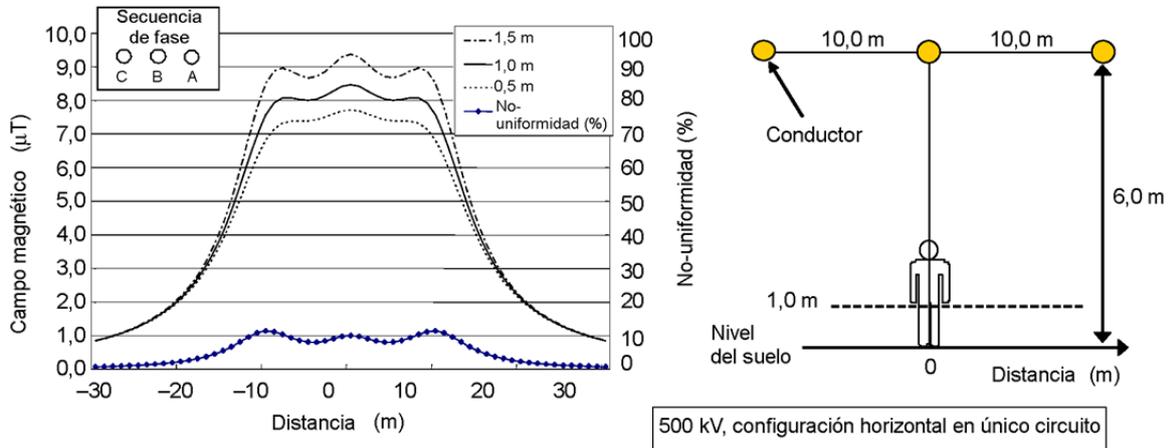


Figura 15. Norma IEC 62110 Figura B.4.b

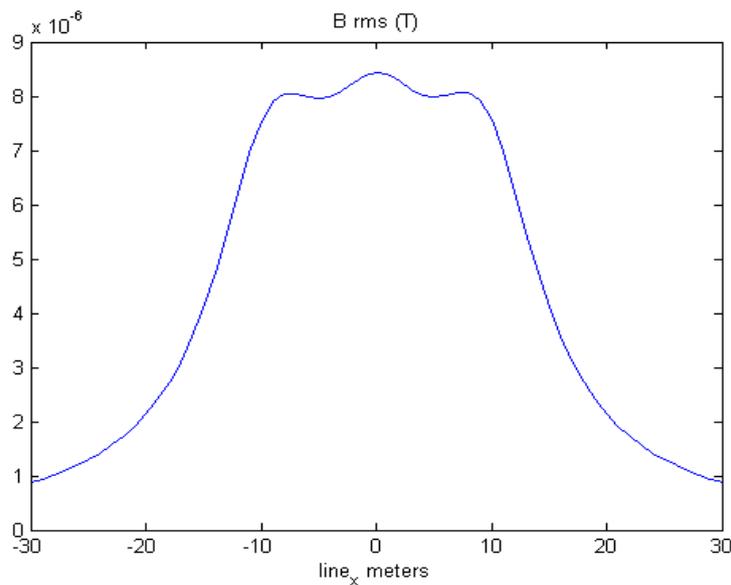


Figura 16. Norma IEC 62110 Figura B.4.b. Resultado aplicación a 1m.

5.7 Configuración D/C aéreo según figura B.5.a IEC62110

Campo magnético eficaz a 0,5, 1,0 y 1,5 m del suelo, generado por dos circuitos equilibrados de 200A de intensidad y a 11m del suelo. Se representan los valores con los circuitos con secuencia transpuesta.

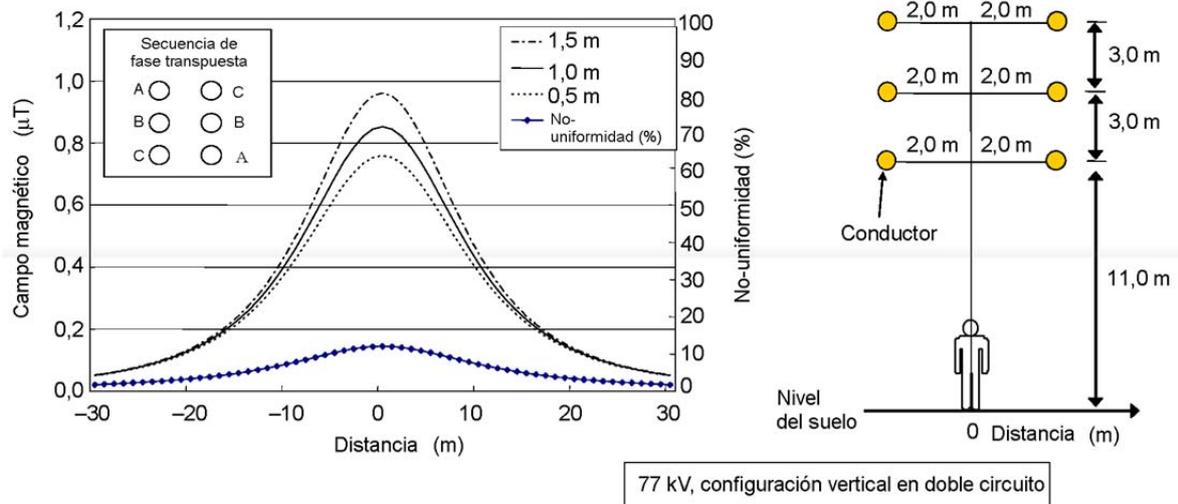


Figura 17. Norma IEC 62110 Figura B.5.a

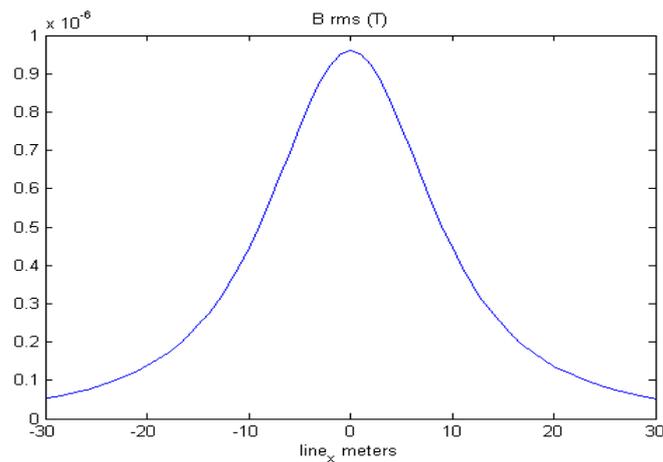


Figura 18. Norma IEC 62110 Figura B.5.a. Resultado aplicación a 1,5m.

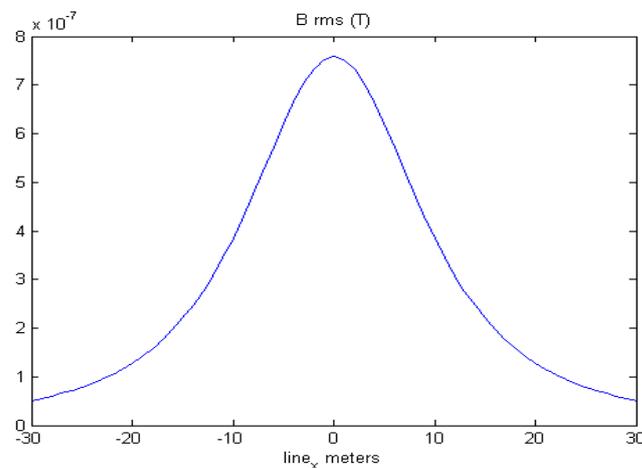


Figura 19. Norma IEC 62110 Figura B.5.a. Resultado aplicación a 0,5m.

5.8 Configuración D/C aéreo según figura B.5.b IEC62110

Campo magnético eficaz a 0,5, 1,0 y 1,5 m del suelo, generado por dos circuitos equilibrados de 200A de intensidad y a 11m del suelo. Se representan los valores con los circuitos con secuencia transpuesta.

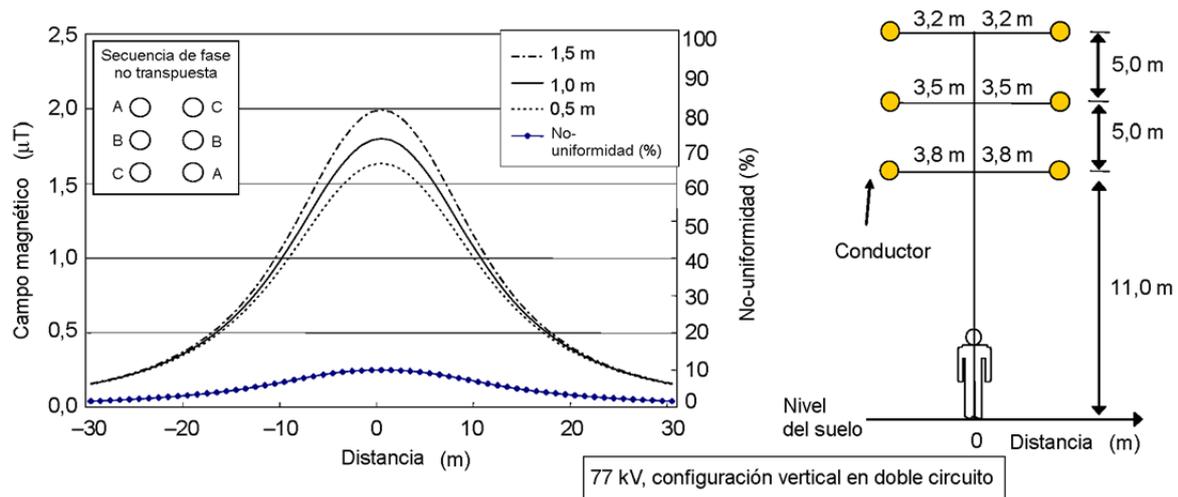


Figura 20. Norma IEC 62110 Figura B.5.a

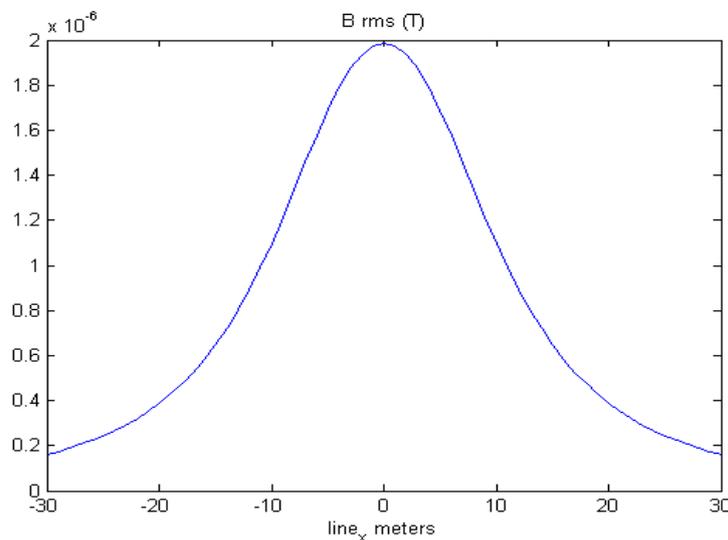
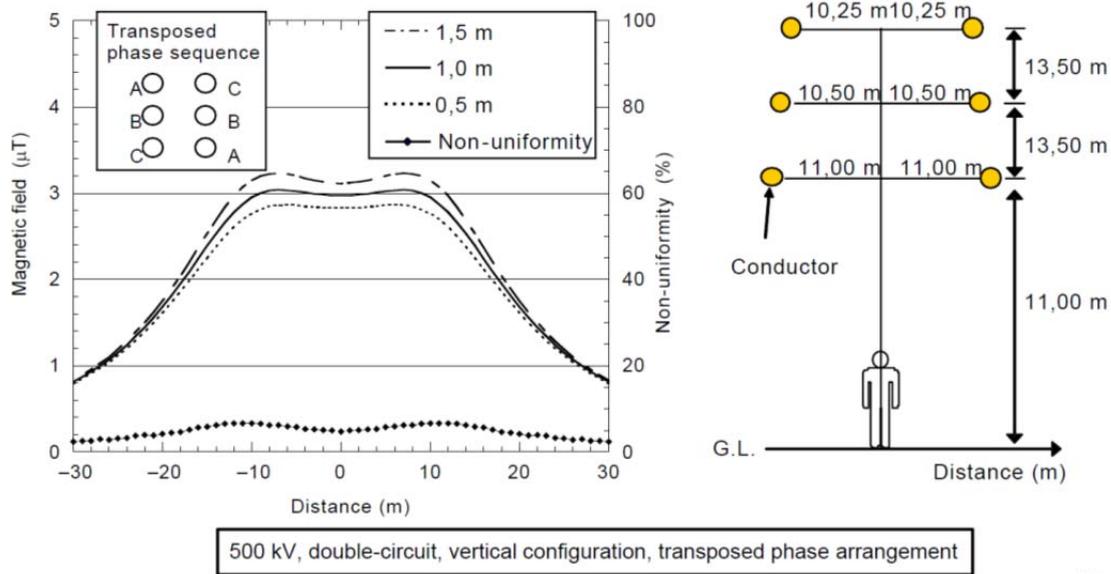


Figura 21. Norma IEC 62110 Figura B.5.b. Resultado aplicación a 1,5m.

5.9 Configuración D/C aéreo según figura B.6 IEC62110

Campo magnético eficaz a 0,5, 1,0 y 1,5 m del suelo, generado por dos circuitos equilibrados de 200A de intensidad y a 11m del suelo. Se representan los valores con los circuitos con secuencia transpuesta.



IEC

Figura 22. Norma IEC 62110 Figura B.6

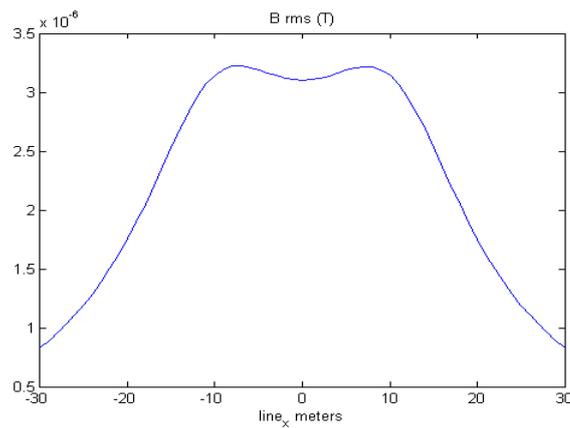


Figura 23. Norma IEC 62110 Figura B.6. Resultado aplicación a 1,5m.

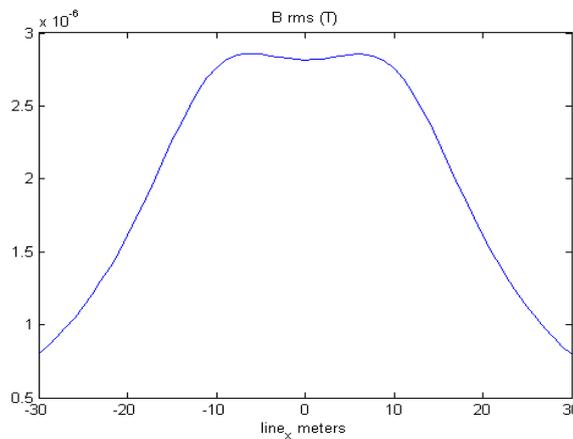


Figura 24. Norma IEC 62110 Figura B.6. Resultado aplicación a 0,5m.

5.10 Configuración 2 líneas aéreas según figura B.9 IEC62110

Campo magnético eficaz a 0,5, 1,0 y 1,5 m del suelo, generado por dos líneas. La primera línea está desequilibrada con intensidades de 200, 190 y 150A por fase. La línea inferior está equilibrada a 100A. (no trifásica)

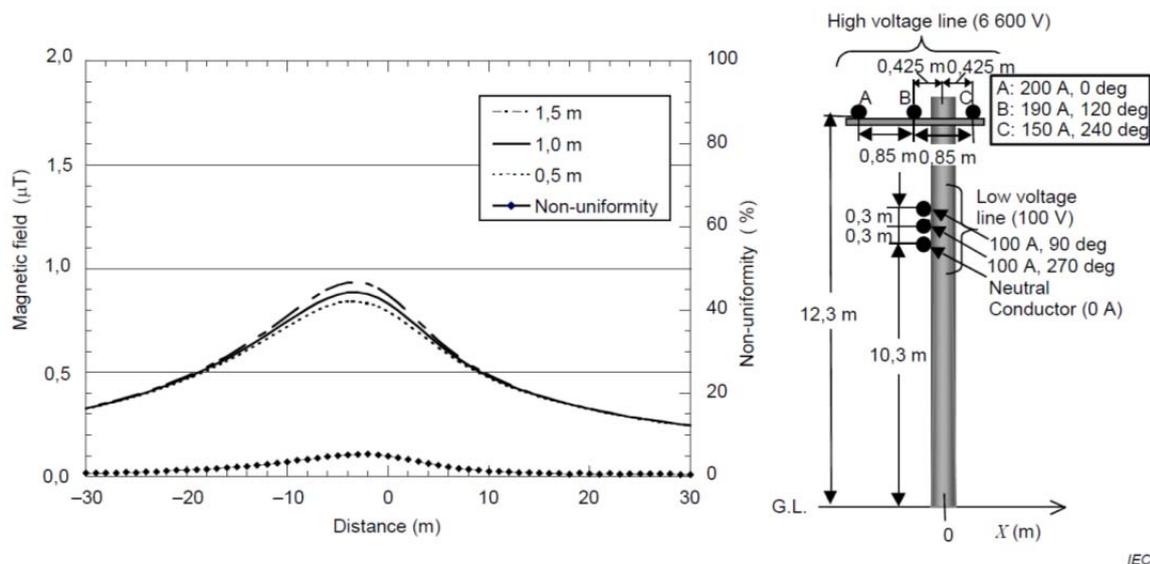


Figura 25. Norma IEC 62110 Figura B.9

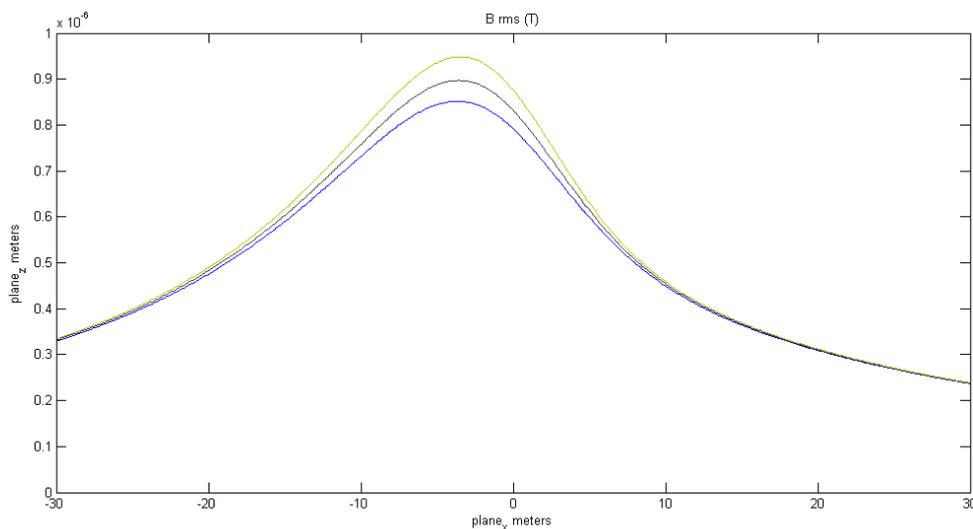


Figura 26. Norma IEC 62110 Figura B.9. Resultado aplicación a 1,5 1,0 y 0,5m.

5.11 Configuración D/C cable según figura B.10a IEC62110

Campo magnético eficaz a 0,5, 1,0 y 1,5 m del suelo, generado por dos circuitos equilibrados de 200A de intensidad y a 1,85m enterrados en el suelo. Se representan los valores con los circuitos con secuencia transpuesta.

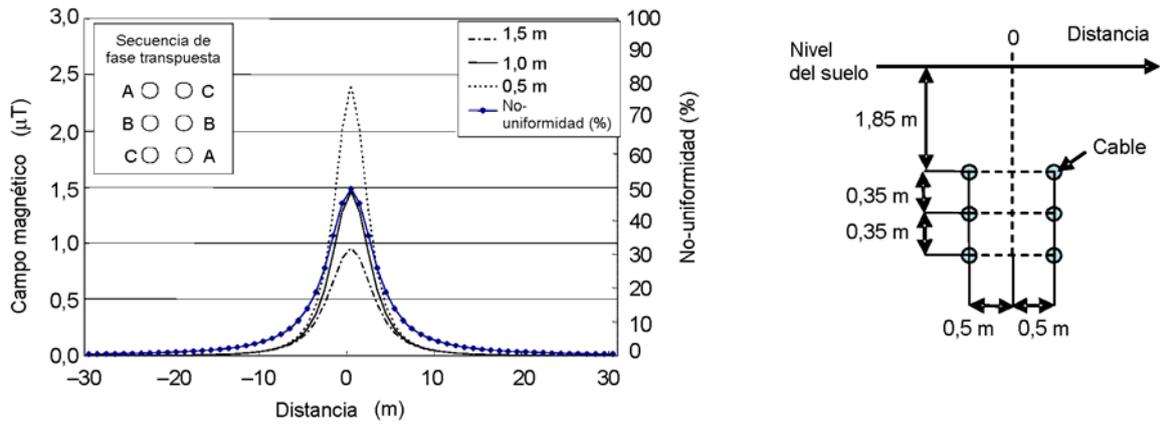


Figura 27. Norma IEC 62110 Figura B.10a

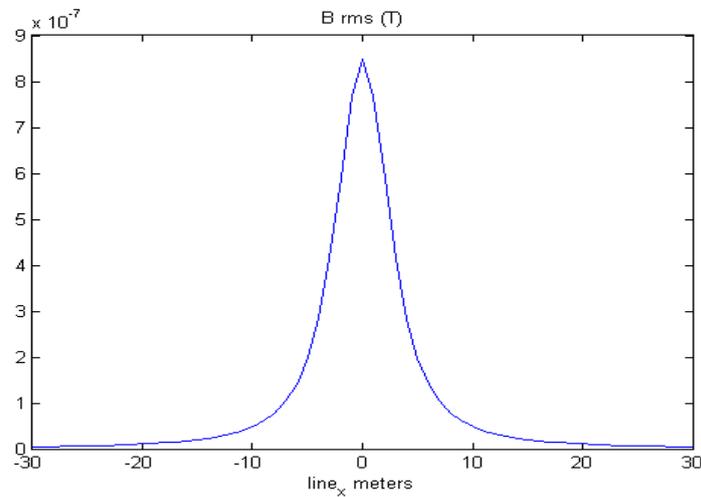


Figura 28. Norma IEC 62110 Figura B.10a. Resultado aplicación a 1,5m.

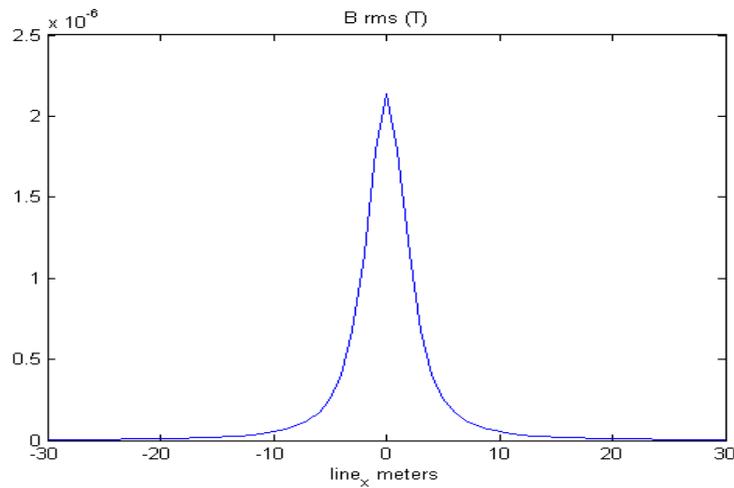


Figura 29. Norma IEC 62110 Figura B.10a. Resultado aplicación a 0,5m.

5.12 Configuración D/C cable según figura B.10b IEC62110

Campo magnético eficaz a 0,5, 1,0 y 1,5 m del suelo, generado por dos circuitos equilibrados de 200A de intensidad y a 0,60m enterrados en el suelo. Se representan los valores con los circuitos con secuencia transpuesta.

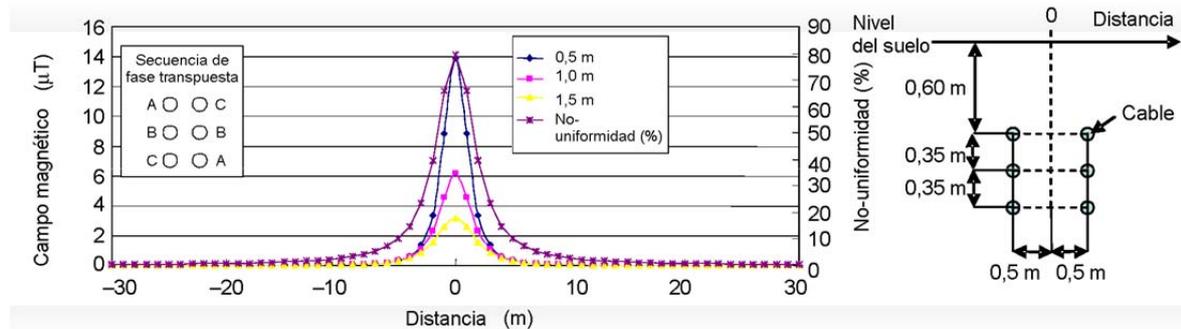


Figura 30 Norma IEC 62110 Figura B.10b

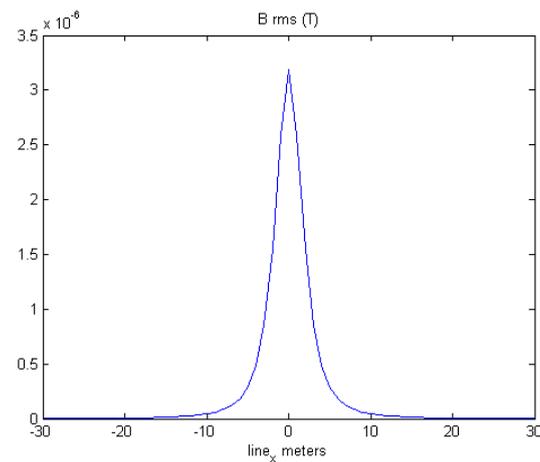


Figura 31. Norma IEC 62110 Figura B.10b. Resultado aplicación a 1,5m.

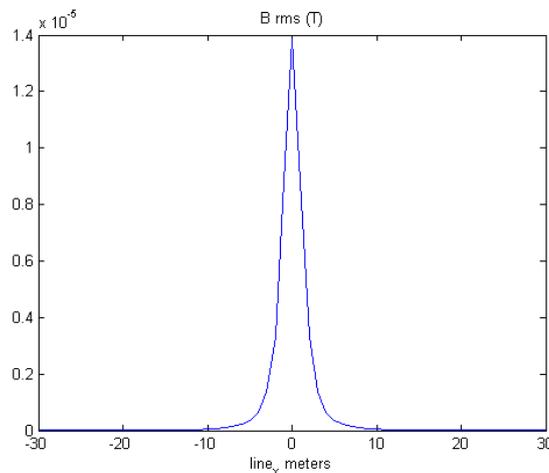


Figura 32. Norma IEC 62110 Figura B.10b. Resultado aplicación a 0,5m.



Edificio CIRCE
Campus Río Ebro - Universidad de Zaragoza
Mariano Esquillor Gómez, 15 - 50018 Zaragoza
Tel.: 976 761 863 Fax: 976 732 078
www.fcirce.es

Validación por medición directa.

VALIDACIÓN DEL MÉTODO Y RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DESARROLLADA MEDIANTE MEDICIÓN DIRECTA DEL CAMPO B EN SET UTEBO

Fecha: 06-05-2016



1 ANTECEDENTES Y OBJETO	3
2 JUSTIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN ELEGIDA	3
3 JUSTIFICACIÓN ZONA DE MEDIDA	4
4 PROCEDIMIENTO DE SIMULACIÓN Y DE MEDIDA	5
5 EQUIPO DE MEDIDA	8
6 DATOS MEDIDOS	9
7 CÁLCULO DEL CAMPO MAGNÉTICO	11
8 RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN.....	14
Caso 1: Valores medios de intensidad.....	14
Caso 2: Valores mínimos de intensidad.....	21
Caso 3: Valores máximos de intensidad.....	28
9 VALORACIÓN DE LOS RESULTADOS.....	35
10 CONCLUSIONES.....	36
11 REFERENCIAS	36
12 ANEXOS	37
12.1 HOJAS DE TOMA DE DATOS DE CAMPO MAGNÉTICO.....	38
12.2 HOJAS DE TOMA DE DATOS DE INTENSIDADES	39
12.3 CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DEL EQUIPO DE MEDIDA.....	41

1 ANTECEDENTES Y OBJETO

CIRCE ha desarrollado una aplicación para el cálculo del campo magnético generado por instalaciones eléctricas como subestaciones, líneas, centros de transformación, etc... El objeto de esta aplicación es cumplir con las disposiciones del R.D. 337/2014 que exige la justificación del campo magnético generado por instalaciones de alta tensión en el proyecto oficial.

Hasta ahora se ha realizado una validación mediante el cálculo de los ejemplos presentes en diversas normas y artículos técnicos. Para completar la validación del método y resultados obtenidos en instalaciones más complejas, se plantea la validación por medición directa en subestación.

2 JUSTIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN ELEGIDA

La subestación donde se ha realizado la validación del método y resultados es la subestación de Utebo, sita en Zaragoza. La subestación posee 2 niveles de tensión, 45 y 15kV, y tiene una configuración tipo ininterperie convencional SB en 45kV y celdas blindadas DB en 15kV. Existen 3 líneas de 45kV y 2 transformadores 45/15kV.

Se ha elegido esta instalación por varias razones:

1. La principal es que se dispone del láser escáner 3D de la instalación realizado con anterioridad para otro proyecto. A partir de dicho escáner se ha realizado el modelo 3D de los conductores, de modo que se dispone del modelo lo más real posible de la disposición de los conductores en la subestación.

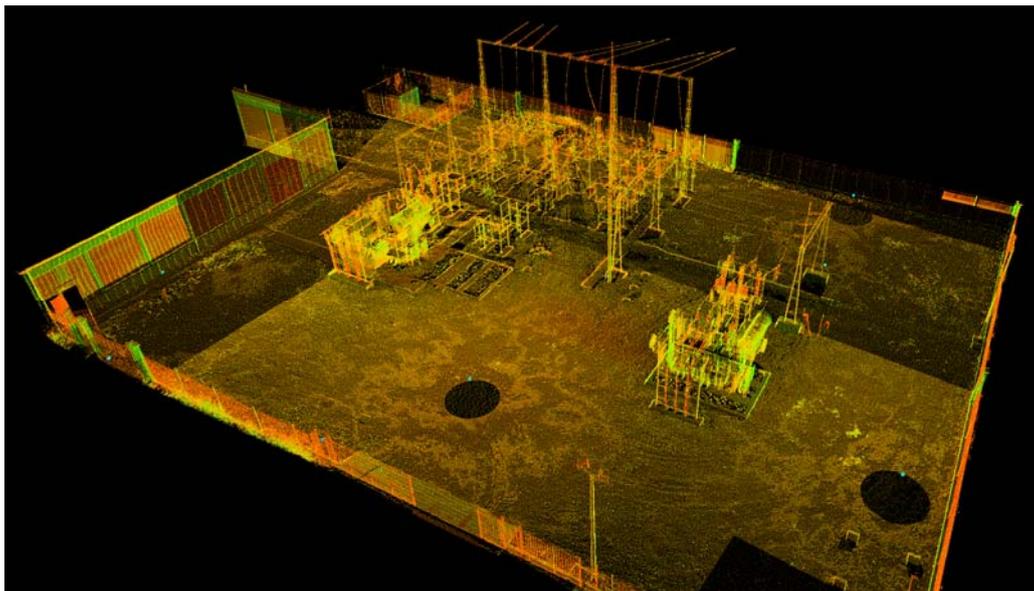


Figura 1. Escáner 3D Set Utebo.

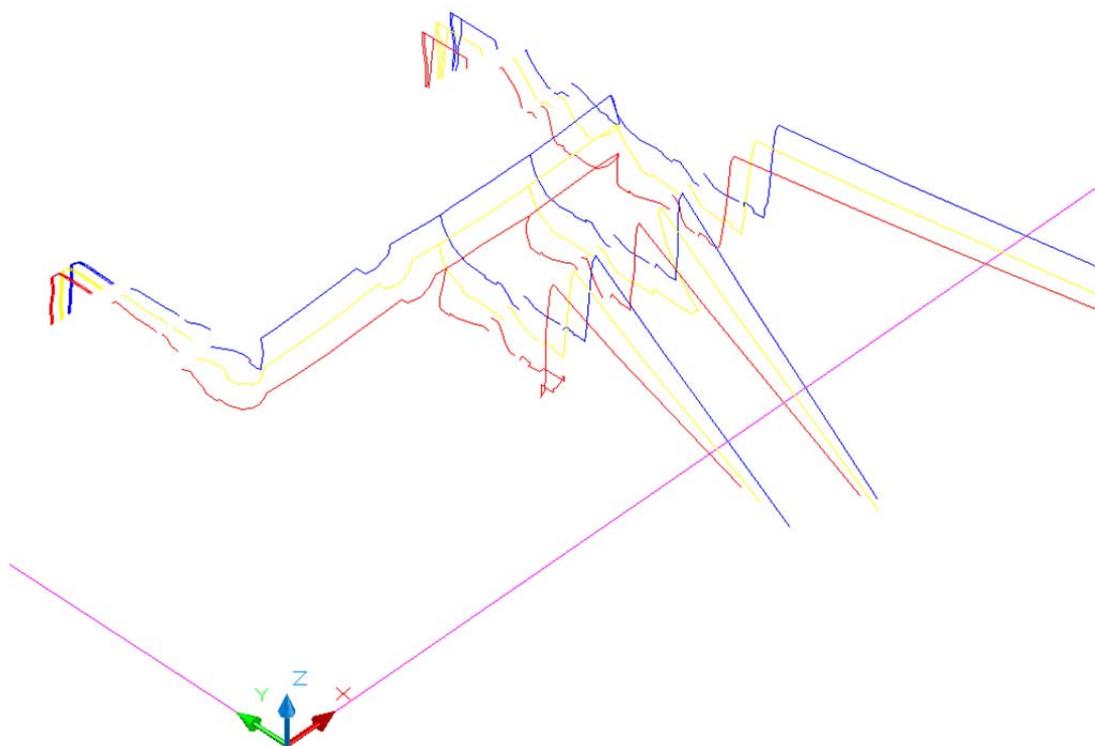


Figura 2. Modelo 3D conductores Set Utebo.

2. La instalación tiene una configuración tipo intemperie convencional y es de reducidas dimensiones. Con ello se facilita la toma de medidas en campo.
3. La instalación se encuentra próxima.

3 JUSTIFICACIÓN ZONA DE MEDIDA

Previamente a la medición en la instalación se ha realizado la simulación y cálculo del campo magnético en la subestación de Utebo, por lo que se dispone de una estimación de los valores y distribución del campo magnético.

Los valores obtenidos no corresponderán con los medidos ya que el estado de carga para el que han sido calculados es el máximo de la instalación, pero sirven para conocer de modo cualitativo la distribución del campo en la subestación. A la vista de estos valores y del funcionamiento de la aplicación, se cree conveniente que las zonas a realizar la medición cumplan una serie de requisitos:

1. Que estén alejadas de las zonas por las que probablemente estén tendidos cables subterráneos. No se conoce su posición exacta ni la intensidad que circula por ellos, por lo que no se pueden simular sus efectos en la aplicación.
2. Dado que la aplicación trabaja por planos ortogonales, se considera lo más sencillo y también lo más ilustrativo realizar el cálculo a lo largo de líneas ortogonales a las posiciones y barras de la instalación.

3. De igual forma, la utilización de planos ortogonales facilita su marcado dentro de la subestación, teniendo como referencias las barras o los ejes de las distintas posiciones.
4. Dado que la carga de la instalación no será la máxima, conviene realizar las medidas en zonas en las que sean previsible valores importantes.
5. También es deseable que haya una variación importante de los valores entre puntos, de forma que se pueda apreciar el cambio de valor en las medidas tomadas en la subestación.

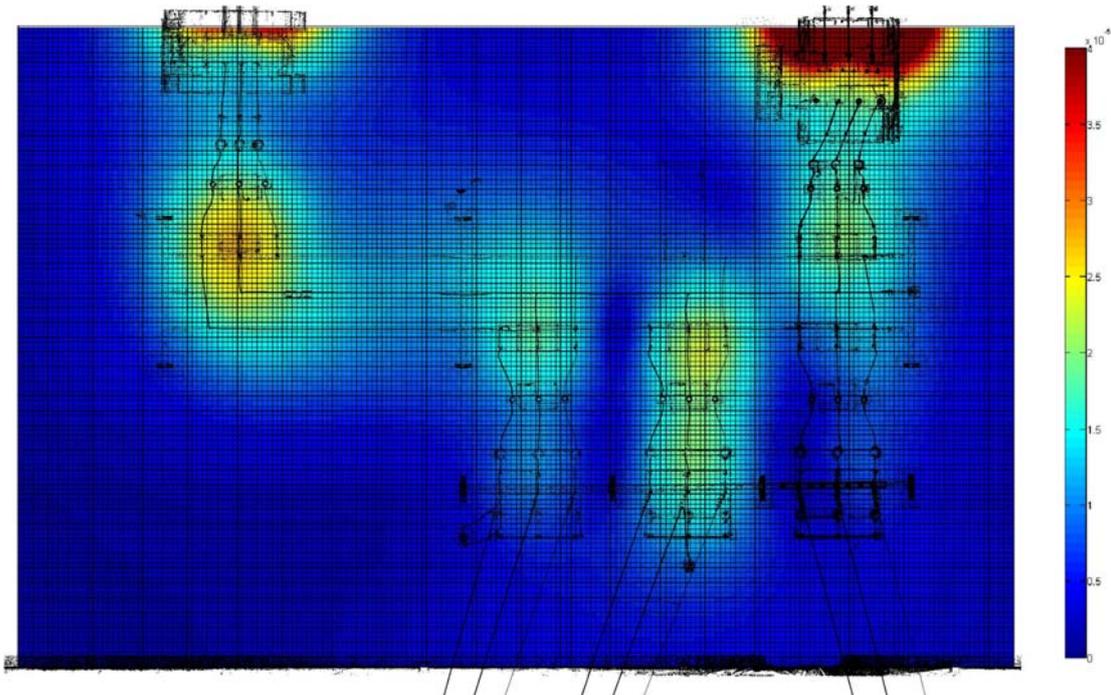


Figura 3. Campo magnético Set Utebo con carga máxima alcanzable.

Siguiendo las consideraciones anteriores se ha considerado que las zonas a medir sean 3 líneas:

1. Perpendicular a las líneas de entrada. (Línea 1)
2. Longitudinal a lo largo de las barras de 45kV. (Línea 2)
3. Perpendicular a las posiciones de transformador. (Línea 3)

4 PROCEDIMIENTO DE SIMULACIÓN Y DE MEDIDA

El objetivo final es realizar medidas del campo magnético en unos puntos conocidos y con un estado de carga y topología de la subestación conocidos. Esas mismas condiciones se simularán en la aplicación y se compararán resultados, de forma que se pueda validar la aplicación de cálculo desarrollada.

Las medidas en la subestación de Utebo fueron realizadas durante la mañana del día 26 de Abril de 2016, asistiendo personal de Endesa.

Puntos medidos:

Se realizaron medidas en las 3 líneas antes descritas y a 1 metro de altura, tal como fija la norma UNE 62110. También se realizaron mediciones a una altura de 0,5 y 1,5 en las líneas 1 y 2 con objeto de comprobar la uniformidad del campo. Las medidas se llevaron a cabo con referencia temporal, de forma que posteriormente se pueda conocer el estado de carga en el que fueron realizadas.

No se dispone de equipo de topografía para la toma de puntos, por lo que los diferentes puntos se localizaron en la subestación mediante referencias al vallado y las barras de la subestación según el plano siguiente, y utilizando cinta métrica.

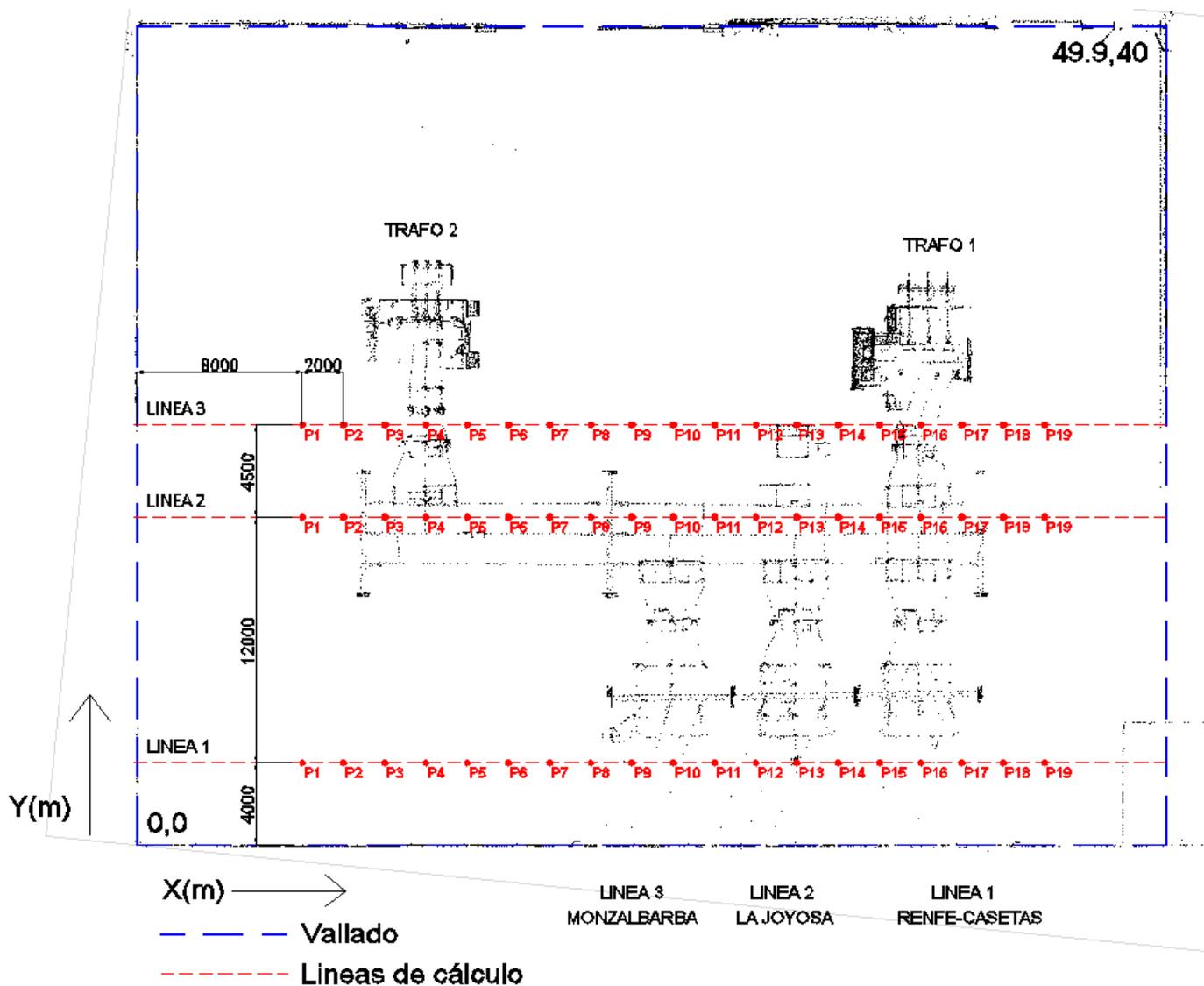


Figura 4. Descripción de los puntos de medida.



Figura 5. Equipo de medida en subestación Utebo, línea 1 P15 y línea 2 P1.

Estado de carga:

Durante la medición del campo magnético en el parque de la subestación también se registró el estado de carga de la subestación mediante fotografías de la remota de la instalación y toma de datos directa. Las medidas disponibles son las potencias que circulan por cada posición. Se han tomado las fotografías con la misma referencia temporal que las medidas del campo magnético, de forma que se puedan relacionar posteriormente.



Figura 6. Medidas de potencia en remota de la subestación.

Durante las medidas, la línea Monzalbarba se encontraba sin tensión debido a labores de mantenimiento. Además se comprobó que el estado de carga era bastante estable a lo largo de todo el proceso de medida, que tuvo lugar de durante unas 2 horas. Los únicos cambios importantes, y en todo caso temporales, se produjeron durante el paso de algunos trenes en la línea Renfe-Casetas que alimenta la línea de ferrocarril próxima. Por tanto, y a efectos de simulación, se tomarán sólo 3 estados de carga, el medio, el máximo y el mínimo, y el estado será el mismo para todas las medidas realizadas, pese a que se realizaron en diferentes momentos.

5 EQUIPO DE MEDIDA

El equipo utilizado es un Aaronia Spectran NF5030. Mide de forma directa el campo magnético generado por corrientes a la frecuencia de 50Hz, integrando el valor eficaz en los 3 ejes. Se dispone también de trípode estabilizado para fijar diferentes alturas.



Figura 7. Equipo de medida en subestación.

6 DATOS MEDIDOS

En las tablas siguientes se dan los datos de campo magnético medidos en los puntos indicados en la figura 4.

LINEA 1							
Punto	D. transv. (m)	Hora	Campo μT (altura: 0,5 m)	Hora	Campo μT (altura: 1 m)	Hora	Campo μT (altura: 1,5 m)
1	8	11:10:00	0,223	10:46:00	0,2341		
2	10	11:10:30	0,2423	10:47:00	0,2599		
3	12	11:11:00	0,2599	10:48:00	0,2818		
4	14	11:11:30	0,2796	10:49:00	0,3045		
5	16	11:12:00	0,306	10:50:00	0,329		
6	18	11:12:30	0,3446	10:51:00	0,3698	11:25:00	0,387
7	20	11:13:00	0,3875	10:52:00	0,4281	11:25:30	0,473
8	22	11:13:30	0,5726	10:53:00	0,6161	11:26:00	0,6495
9	24	11:14:00	0,88	10:54:00	0,948	11:26:30	1,01
10	26	11:14:30	1,294	10:55:00	1,425	11:27:00	1,57
11	28	11:15:00	2,167	10:56:00	2,448	11:27:30	2,733
12	30	11:15:30	3,762	10:57:00	4,764	11:28:00	5,79
13	32	11:16:00	4,986	10:58:00	7,241	11:28:30	11,78
14	34	11:16:30	3,026	10:59:00	4,048	11:29:00	4,954
15	36	11:17:00	1,849	11:00:00	2,268	11:29:30	2,43
16	38	11:17:30	1,733	11:01:00	1,88	11:30:00	1,76
17	40	11:18:00	1,401	11:02:00	1,287	11:30:30	1,303
18	42	11:18:30	0,86	11:03:00	0,772	11:31:00	0,737
19	44	11:19:00	0,46	11:04:00	0,4603	11:31:30	0,469

Figura 8. Campo magnético medido en los puntos de la línea 1.

LINEA 2							
Punto	D. transv. (m)	Hora	Campo μT (altura: 0,5 m)	Hora	Campo μT (altura: 1 m)	Hora	Campo μT (altura: 1,5 m)
1	8	11:58:00	0,6213	11:46:00	0,653	12:11:00	0,757
2	10	11:58:30	1,104	11:46:30	1,256	12:11:30	1,509
3	12	11:59:00	1,992	11:47:00	2,632	12:12:00	3,642
4	14	11:59:30	2,758	11:47:30	3,666	12:12:30	5,064
5	16	12:00:00	2,172	11:48:00	2,368	12:13:00	3,53
6	18	12:00:30	1,603	11:48:30	1,94	12:13:30	2,22
7	20	12:01:00	1,43	11:49:00	1,774	12:14:00	2,158
8	22	12:01:30	1,372	11:49:30	1,774	12:14:30	2,199
9	24	12:02:00	1,457	11:50:00	1,841	12:15:00	2,236
10	26	12:02:30	1,58	11:50:30	1,804	12:15:30	2,053
11	28	12:03:00	2,399	11:51:00	2,463	12:16:00	2,726
12	30	12:03:30	3,143	11:51:30	3,961	12:16:30	4,989
13	32	12:04:00	4,204	11:52:00	5,96	12:17:00	7,477
14	34	12:04:30	3,673	11:52:30	5,488	12:17:30	8,113
15	36	12:05:00	2,951	11:53:00	4,911	12:18:00	7,733
16	38	12:05:30	2,513	11:53:30	3,692	12:18:30	5,712
17	40	12:06:00	1,876	11:54:00	2,398	12:19:00	3,359
18	42	12:06:30	1,351	11:54:30	1,451	12:19:30	1,546
19	44	12:07:00	0,7753	11:55:00	0,86	12:20:00	0,901

Figura 9. Campo magnético medido en los puntos de la línea 2.

LINEA 3			
Punto	D. transv. (m)	Hora	Campo μ T (altura: 1 m)
1	8	12:29:00	0,6717
2	10	12:29:30	1,24
3	12	12:30:00	1,835
4	14	12:30:30	2,148
5	16	12:31:00	1,679
6	18	12:31:30	1,212
7	20	12:32:00	1,125
8	22	12:32:30	1,132
9	24	12:33:00	1,169
10	26	12:33:30	1,31
11	28	12:34:00	1,563
12	30	12:34:30	1,862
13	32	12:35:00	1,766
14	34	12:35:30	2,268
15	36	12:36:00	3,945
16	38	12:36:30	4,903
17	40	12:37:00	4,527
18	42	12:37:30	3,326
19	44	12:38:00	1,729

Figura 10. Campo magnético medido en los puntos de la línea 3.

En el caso de las intensidades se tomaron datos tanto manualmente como mediante fotografías de las potencias indicadas en la remota de la instalación. A partir de dichas medidas se calcularon los datos medios, máximos y mínimos de potencia de cada posición. Con las potencias obtenidas, se calcula la intensidad para la simulación de los campos magnéticos en cada uno de los tres casos.

	Valores medios				Valores mínimos				Valores máximos			
	P (MW)	Q (MW)	I (A)	fase (°)	P (MW)	Q (MW)	I (A)	fase (°)	P (MW)	Q (MW)	I (A)	fase (°)
línea Renfe-casetas	0,54	0,06	6,67	-6,34	0,10	0,00	1,23	0,00	4,30	0,90	53,98	-11,82
línea La Joyosa	-21,76	-3,99	271,76	-10,39	-21,20	-3,60	264,15	-9,64	-24,00	-4,50	299,95	-10,62
línea Monzalbarba	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Trafo 1 (45 kV)	13,85	1,77	171,52	-7,23	13,40	1,60	165,76	-6,81	14,30	1,90	177,21	-7,57
Trafo 1 (15 kV)	-13,81	-1,45	485,88	-5,99	-13,30	-1,20	467,27	-5,16	-14,30	-1,80	504,32	-7,17
Trafo 2 (45 kV)	7,56	1,42	94,49	-10,64	7,20	1,30	89,88	-10,23	7,80	1,50	97,57	-10,89
Trafo 2 (15 kV)	-7,30	-1,36	259,83	-10,55	-6,90	-1,20	245,06	-9,87	-7,70	-1,60	275,19	-11,74

Figura 11. Valores medio, mínimo y máximo de las potencias medidas en cada posición.

Para el cálculo de las intensidades se han tomado las tensiones de 47 kV y 16,5 kV, valores que variaron muy poco durante el periodo de toma de datos.

El signo de la potencia corresponde al visualizado en la remota de la instalación. En el caso de las líneas, positivo para potencias hacia la línea y negativo hacia barras. En el caso de los transformadores, positivo hacia la máquina y negativo desde la máquina.

En los anexos se incluyen las hojas de datos tomadas en la instalación.

7 CÁLCULO DEL CAMPO MAGNÉTICO

Se ha calculado el campo magnético para los valores medio, mínimo y máximo de intensidad, obtenidos según se indica en el apartado anterior. Las intensidades por los tramos de barras, se han calculado para cada caso a partir de los valores del resto de posiciones.

Las intensidades utilizadas para los cálculos son las siguientes:

	Valores Medios		Valores Mínimos		Valores Máximos	
	I (A)	fase (º)	I (A)	fase (º)	I (A)	fase (º)
línea Renfe-casetas	6,67	-6,34	1,23	0,00	53,98	-11,82
línea La Joyosa	271,76	-10,39	264,15	-9,64	299,95	-10,62
línea Monzalbarba	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Trafo 1 (45 kV)	171,52	-7,23	165,76	-6,81	177,21	-7,57
Trafo 1 (15 kV)	485,88	-5,99	467,27	-5,16	504,32	-7,17
Trafo 2 (45 kV)	94,49	-10,64	89,88	-10,23	97,57	-10,89
Trafo 2 (15 kV)	259,83	-10,55	245,06	-9,87	275,19	-11,74
Barras La Joyosa-Trafo 1	178,19	-7,25	167,00	-6,76	231,06	-8,56
Barras La Joyosa-Trafo 2	94,49	-10,64	89,88	-10,23	97,57	-10,89

Figura 12. Intensidades calculadas.

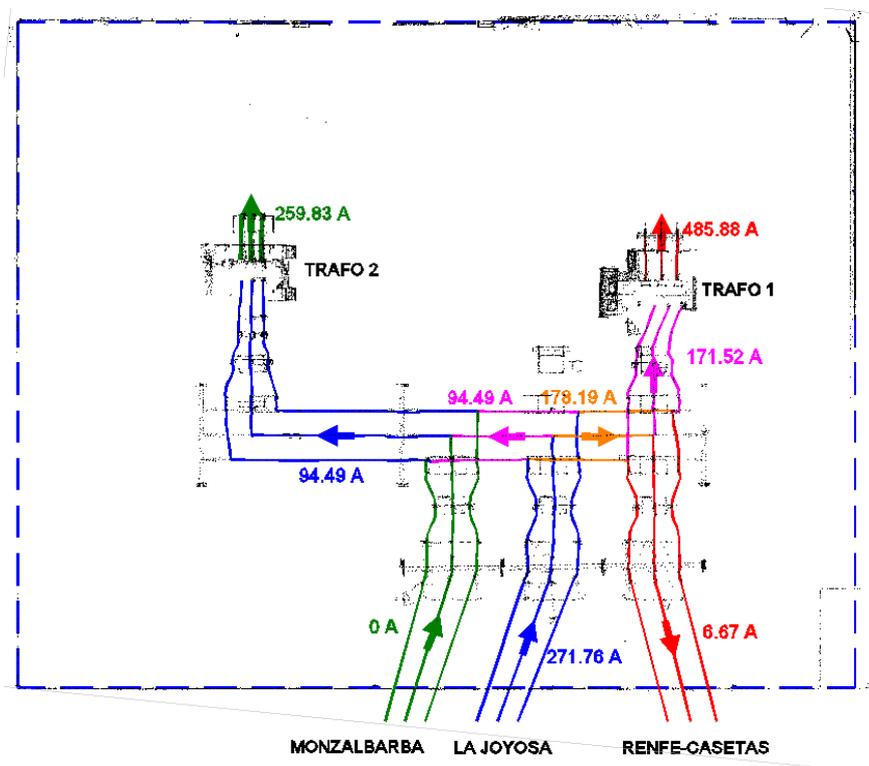


Figura 13. Distribución de intensidades para el caso de valores medios.

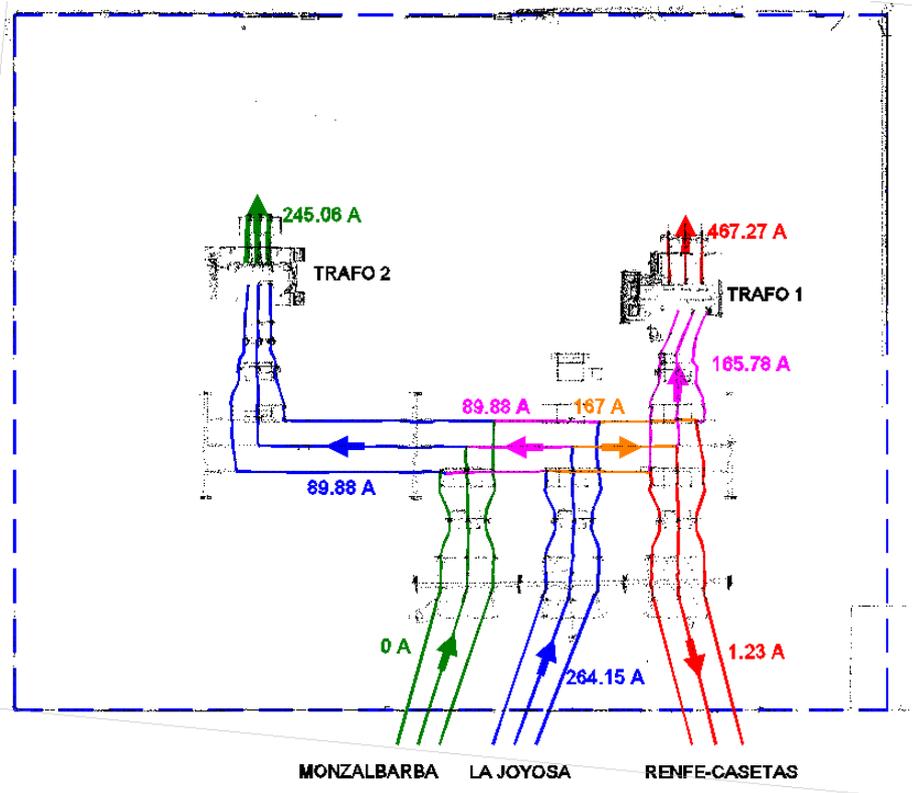


Figura 14. Distribución de intensidades para el caso de valores mínimos.

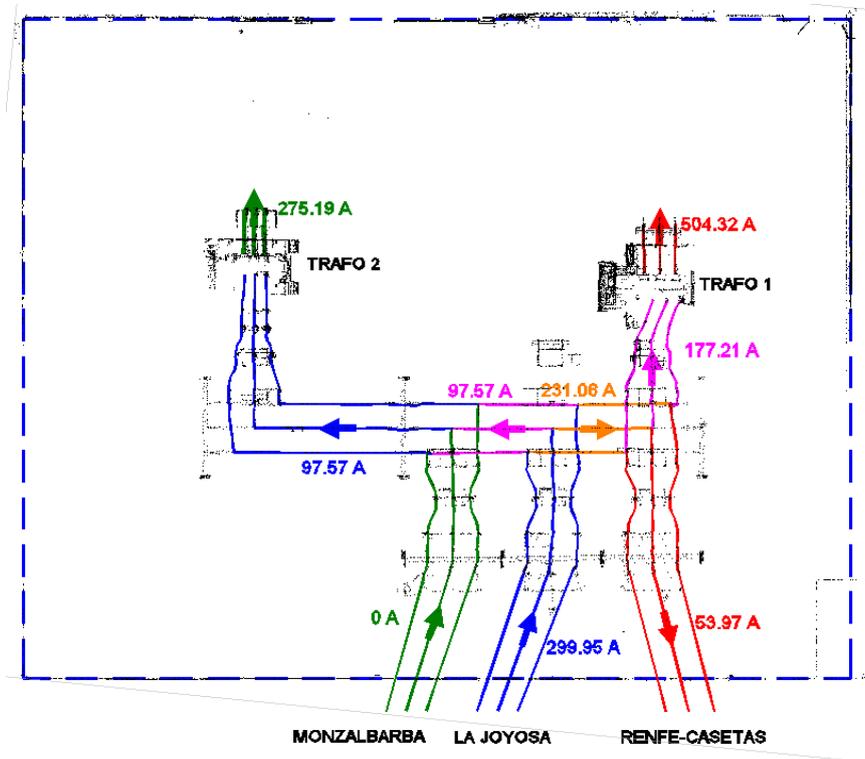


Figura 15. Distribución de intensidades para el caso de valores máximos.

En la fase central de la línea La Joyosa existe una línea bobina de bloqueo, dicha bobina se ha modelado a partir de las mediciones del escáner 3D y de fotografías de una bobina similar. La bobina consta de 4 capas concéntricas separadas 4 cm. Su diámetro máximo exterior es de 54 cm. cada capa tiene 6 espiras separadas 3,5 cm.



Figura 16. Fotografía de una bobina de bloqueo similar a la instalada y escaneado 3D de la bobina de la subestación Utebo, línea La Joyosa.

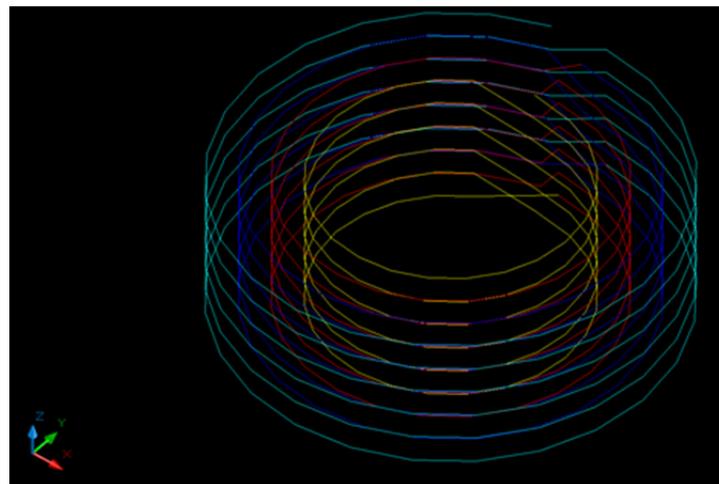


Figura 17. Modelo de la bobina de bloqueo.

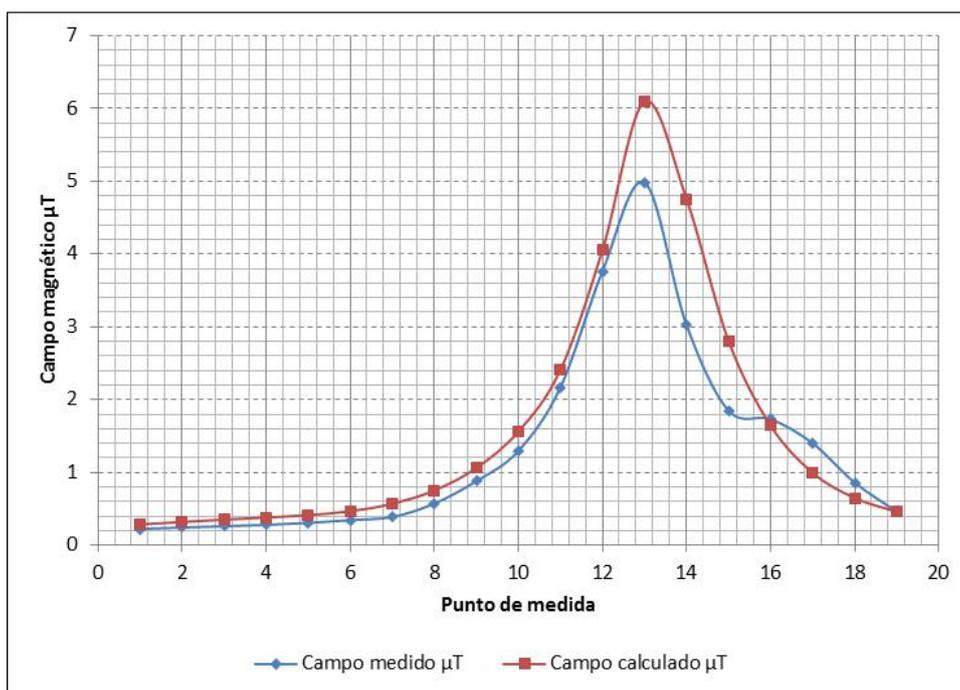
El efecto de la bobina es muy importante pero localizado, sólo afecta a la zona cercana, en el resto de zonas el efecto de la bobina es inapreciable. Durante las medidas la línea Monzalbarba se encontraba en descargo por mantenimiento, por lo que no es necesario el modelado de su bobina de bloqueo.

8 RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN

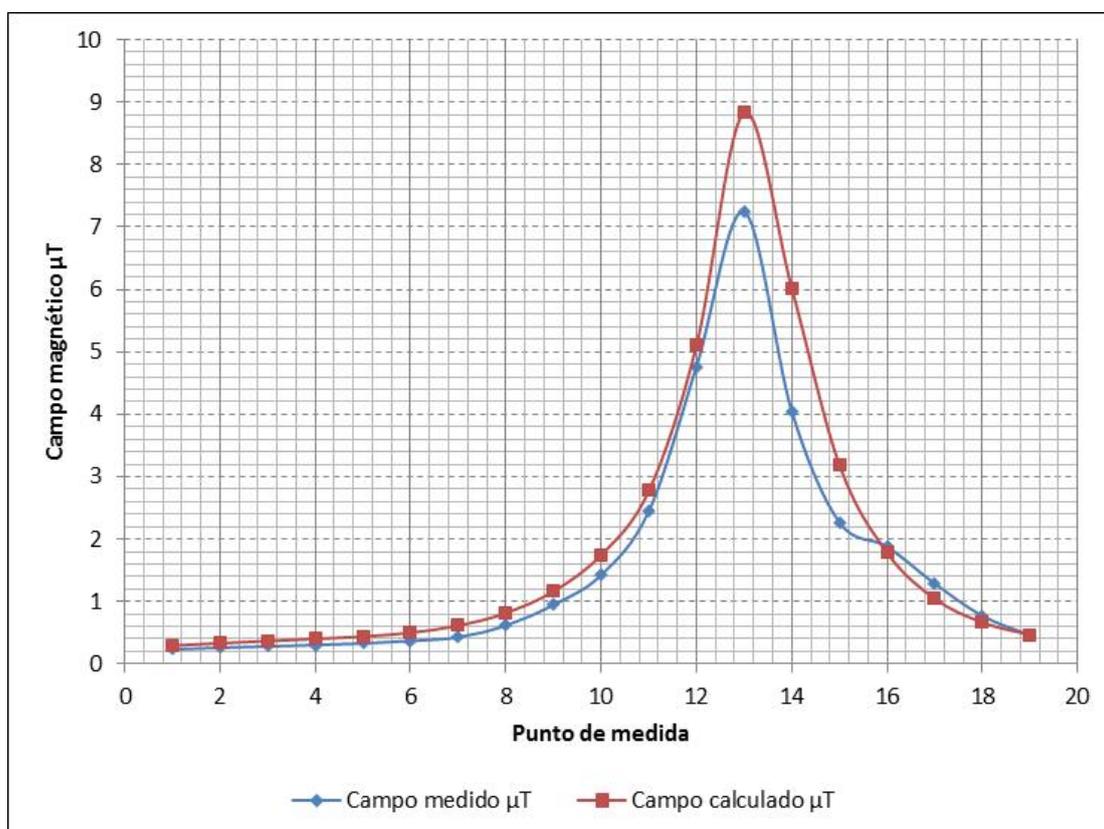
A continuación se presentan los resultados de las simulaciones comparados con los medidos en la instalación, para los tres casos simulados:

Caso 1: Valores medios de intensidad.

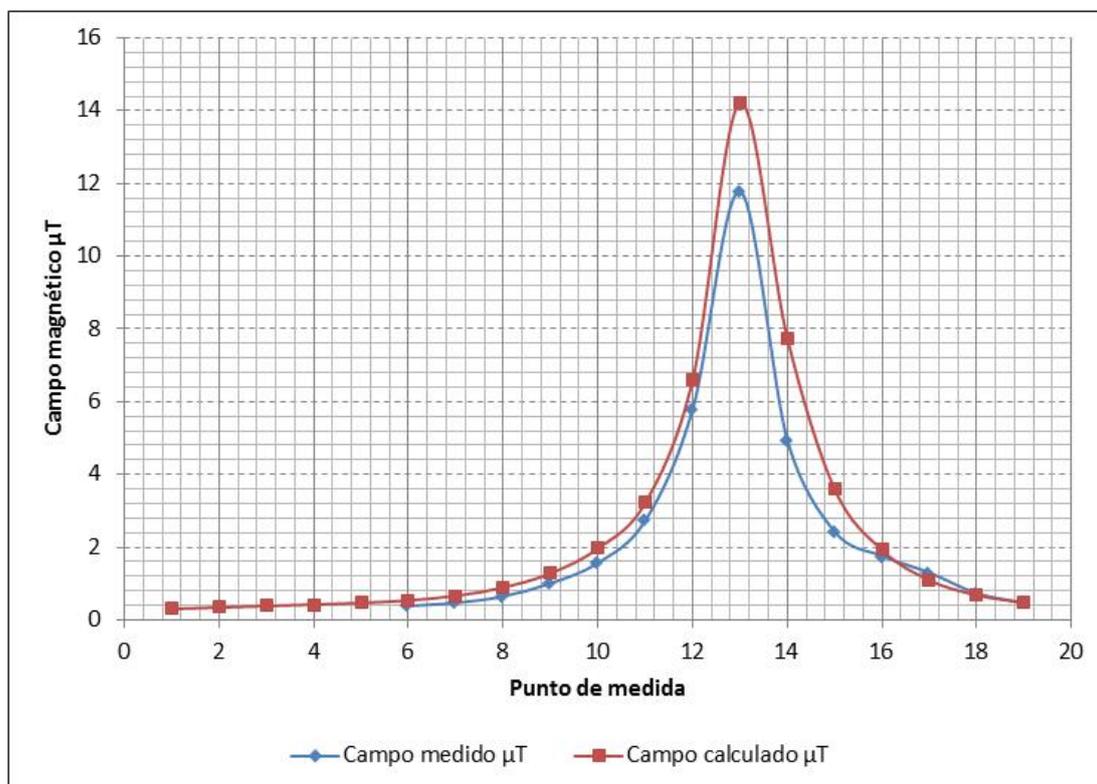
Línea 1. Altura 0,5 m. Valores medios de intensidad					
Punto	D. transv. (m)	Campo medido μT	Campo calculado μT	diferencia	diferencia %
1	8	0,223	0,284964857	-0,06196486	21,7447364
2	10	0,2423	0,31954741	-0,07724741	24,17400599
3	12	0,2599	0,351287849	-0,09138785	26,01508975
4	14	0,2796	0,380174944	-0,10057494	26,45491121
5	16	0,306	0,413159092	-0,10715909	25,93652035
6	18	0,3446	0,467187681	-0,12258768	26,23949343
7	20	0,3875	0,568866359	-0,18136636	31,88206797
8	22	0,5726	0,752148561	-0,17954856	23,87142253
9	24	0,88	1,060261943	-0,18026194	17,00164232
10	26	1,294	1,56119284	-0,26719284	17,11465959
11	28	2,167	2,407198717	-0,24019872	9,97835017
12	30	3,762	4,053237772	-0,29123777	7,185311809
13	32	4,986	6,094491891	-1,10849189	18,18842179
14	34	3,026	4,758106029	-1,73210603	36,40326673
15	36	1,849	2,806825467	-0,95782547	34,12486734
16	38	1,733	1,644846649	0,088153351	5,359365952
17	40	1,401	0,995714174	0,405285826	40,7030287
18	42	0,86	0,648438706	0,211561294	32,62625941
19	44	0,46	0,459241099	0,000758901	0,165251041



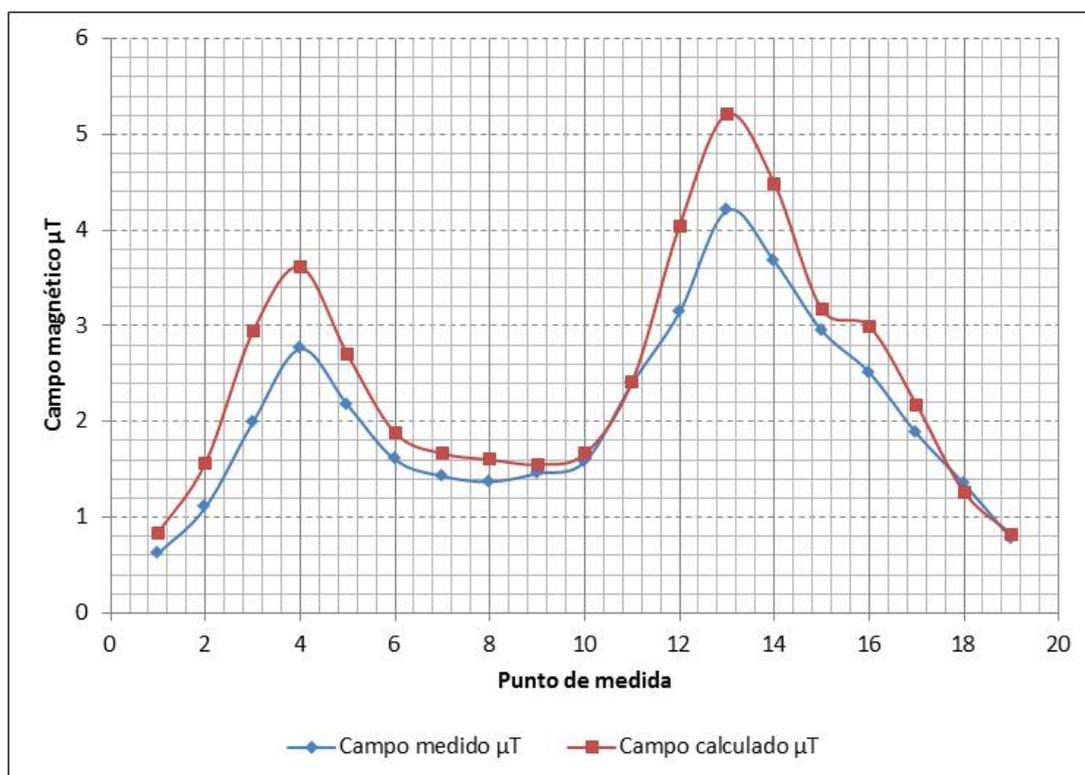
Línea 1. Altura 1 m. Valores medios de intensidad					
Punto	D. transv. (m)	Campo medido μT	Campo calculado μT	diferencia	diferencia %
1	8	0,2341	0,294266119	-0,06016612	20,44615923
2	10	0,2599	0,33204581	-0,07214581	21,72766763
3	12	0,2818	0,367668261	-0,08586826	23,35482022
4	14	0,3045	0,401156842	-0,09665684	24,09452658
5	16	0,329	0,439719421	-0,11071942	25,17956127
6	18	0,3698	0,501018671	-0,13121867	26,19037543
7	20	0,4281	0,613690916	-0,18559092	30,24175711
8	22	0,6161	0,816977123	-0,20087712	24,58785167
9	24	0,948	1,164996855	-0,21699685	18,62638974
10	26	1,425	1,746698646	-0,32169865	18,41752421
11	28	2,448	2,773476778	-0,32547678	11,73533454
12	30	4,764	5,100174751	-0,33617475	6,591435925
13	32	7,241	8,828345067	-1,58734507	17,98009768
14	34	4,048	6,022098872	-1,97409887	32,78091101
15	36	2,268	3,186107315	-0,91810732	28,81595704
16	38	1,88	1,781903447	0,098096553	5,505155372
17	40	1,287	1,044189098	0,242810902	23,25353741
18	42	0,772	0,666448794	0,105551206	15,83785693
19	44	0,4603	0,467284928	-0,00698493	1,49478996



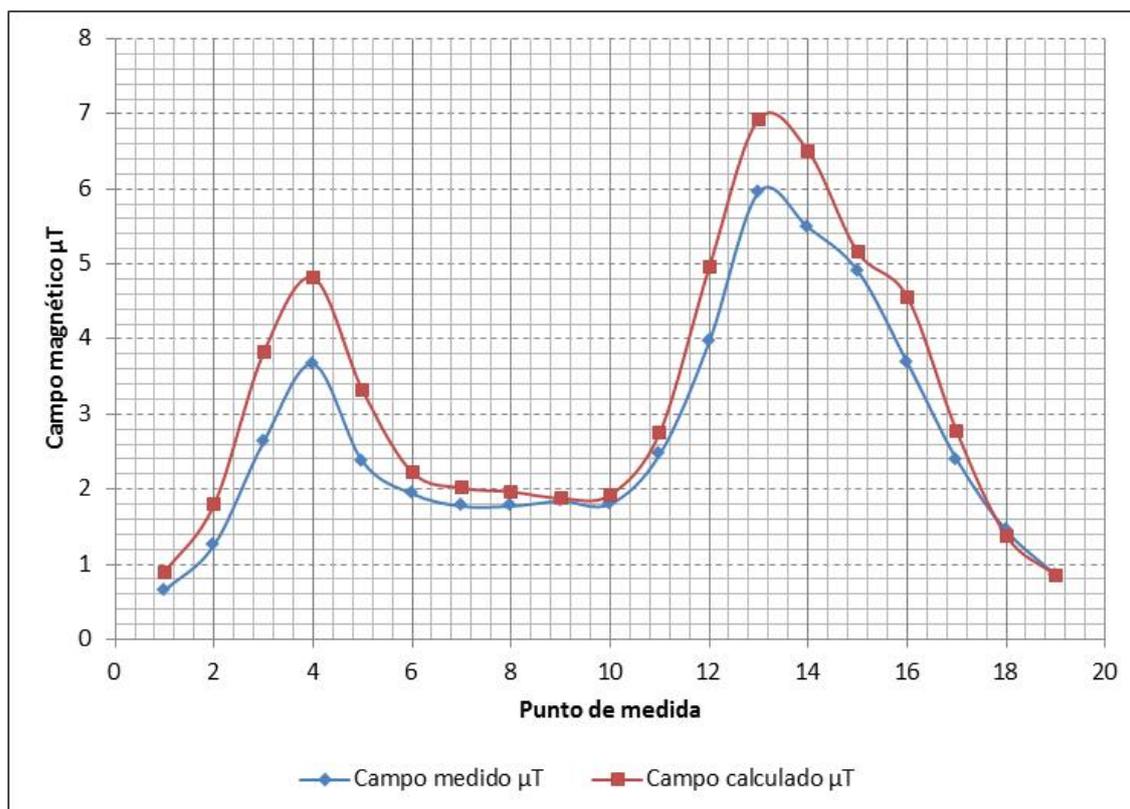
Línea 1. Altura 1,5 m. Valores medios de intensidad					
Punto	D. transv. (m)	Campo medido μT	Campo calculado μT	diferencia	diferencia %
1	8		0,303593448	-0,30359345	100
2	10		0,344834761	-0,34483476	100
3	12		0,384851367	-0,38485137	100
4	14		0,423792741	-0,42379274	100
5	16		0,469155224	-0,46915522	100
6	18	0,387	0,539264467	-0,15226447	28,23558309
7	20	0,473	0,664815972	-0,19181597	28,85249149
8	22	0,6495	0,891043835	-0,24154384	27,10796324
9	24	1,01	1,28558129	-0,27558129	21,43631772
10	26	1,57	1,965249231	-0,39524923	20,11191378
11	28	2,733	3,222828131	-0,48982813	15,19870471
12	30	5,79	6,59321546	-0,80321546	12,18245429
13	32	11,78	14,20999091	-2,42999091	17,10058031
14	34	4,954	7,751869476	-2,79786948	36,09283522
15	36	2,43	3,598005897	-1,1680059	32,46258984
16	38	1,76	1,924307211	-0,16430721	8,538512442
17	40	1,303	1,09149463	0,21150537	19,37759148
18	42	0,737	0,683020897	0,053979103	7,902994286
19	44	0,469	0,474441587	-0,00544159	1,14694557



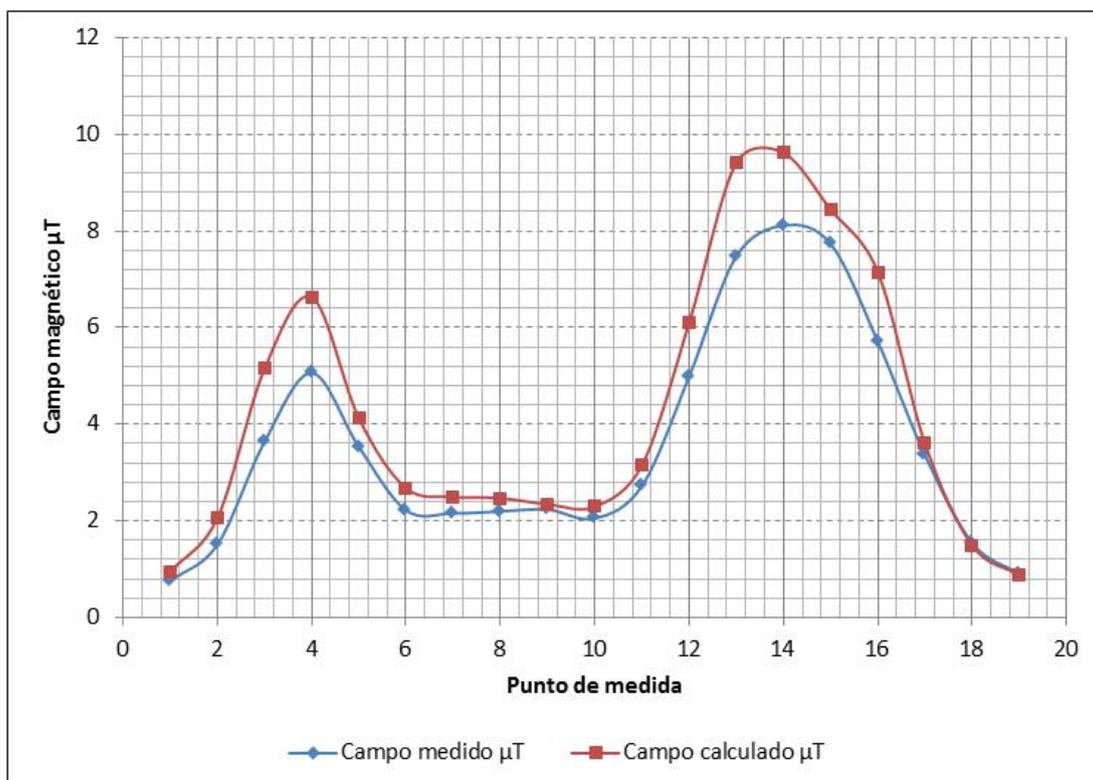
Línea 2. Altura 0,5 m. Valores medios de intensidad					
Punto	D. transv. (m)	Campo medido μT	Campo calculado μT	diferencia	diferencia %
1	8	0,6213	0,83882598	-0,21752598	25,93219399
2	10	1,104	1,568609489	-0,46460949	29,61919408
3	12	1,992	2,940356597	-0,9483566	32,25311507
4	14	2,758	3,614735396	-0,8567354	23,70119254
5	16	2,172	2,696001108	-0,52400111	19,43623488
6	18	1,603	1,883677613	-0,28067761	14,90051221
7	20	1,43	1,666058224	-0,23605822	14,16866593
8	22	1,372	1,602922204	-0,2309222	14,40632636
9	24	1,457	1,552319709	-0,09531971	6,140468897
10	26	1,58	1,664823609	-0,08482361	5,09505085
11	28	2,399	2,418901729	-0,01990173	0,822758874
12	30	3,143	4,046631833	-0,90363183	22,33046816
13	32	4,204	5,20887072	-1,00487072	19,29152736
14	34	3,673	4,48658215	-0,81358215	18,13367331
15	36	2,951	3,173221583	-0,22222158	7,003027599
16	38	2,513	2,996053759	-0,48305376	16,12300038
17	40	1,876	2,173976227	-0,29797623	13,70650807
18	42	1,351	1,265782552	0,085217448	6,732392378
19	44	0,7753	0,824087915	-0,04878792	5,920231881



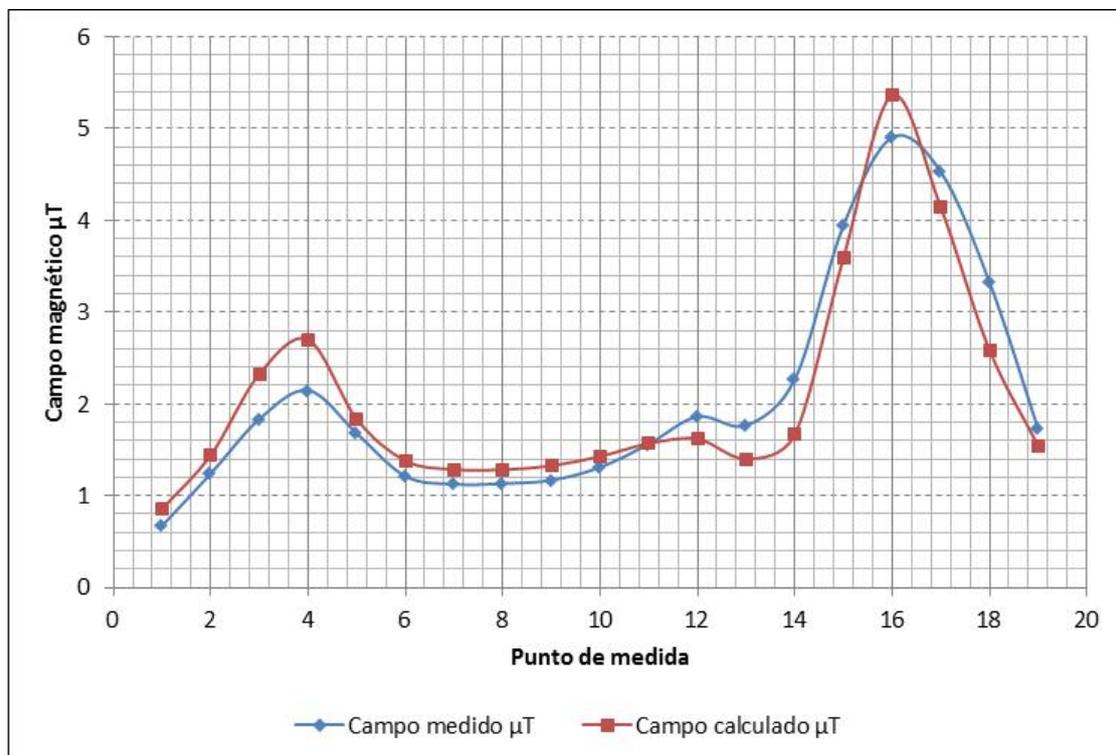
Línea 2. Altura 1 m. Valores medios de intensidad					
Punto	D. transv. (m)	Campo medido μT	Campo calculado μT	diferencia	diferencia %
1	8	0,653	0,896268755	-0,24326875	27,14238931
2	10	1,256	1,797713162	-0,54171316	30,1334592
3	12	2,632	3,82134949	-1,18934949	31,12380831
4	14	3,666	4,816723393	-1,15072339	23,8901697
5	16	2,368	3,316863657	-0,94886366	28,60725539
6	18	1,94	2,226343462	-0,28634346	12,8616032
7	20	1,774	2,017147977	-0,24314798	12,0540476
8	22	1,774	1,965379394	-0,19137939	9,737529282
9	24	1,841	1,880079034	-0,03907903	2,07858462
10	26	1,804	1,92474168	-0,12074168	6,273136895
11	28	2,463	2,751653146	-0,28865315	10,49017194
12	30	3,961	4,954257601	-0,9932576	20,04856592
13	32	5,96	6,932442761	-0,97244276	14,02741853
14	34	5,488	6,504530067	-1,01653007	15,62803241
15	36	4,911	5,158779738	-0,24777974	4,803068761
16	38	3,692	4,564314126	-0,87231413	19,11161462
17	40	2,398	2,77050249	-0,37250249	13,44530427
18	42	1,451	1,381537057	0,069462943	5,027946386
19	44	0,86	0,854166291	0,005833709	0,682971163



Línea 2. Altura 1,5 m. Valores medios de intensidad					
Punto	D. transv. (m)	Campo medido μT	Campo calculado μT	diferencia	diferencia %
1	8	0,757	0,952055204	-0,1950552	20,48780395
2	10	1,509	2,056396724	-0,54739672	26,61921784
3	12	3,642	5,156081172	-1,51408117	29,36495996
4	14	5,064	6,630473488	-1,56647349	23,62536387
5	16	3,53	4,124160769	-0,59416077	14,4068285
6	18	2,22	2,68040843	-0,46040843	17,17680129
7	20	2,158	2,499657773	-0,34165777	13,66818198
8	22	2,199	2,473322178	-0,27432218	11,09124319
9	24	2,236	2,346797309	-0,11079731	4,721213389
10	26	2,053	2,293630728	-0,24063073	10,49125846
11	28	2,726	3,154330022	-0,42833002	13,57911249
12	30	4,989	6,101090954	-1,11209095	18,2277393
13	32	7,477	9,416991052	-1,93999105	20,60096523
14	34	8,113	9,621834872	-1,50883487	15,68136319
15	36	7,733	8,446890909	-0,71389091	8,451522777
16	38	5,712	7,153389308	-1,44138931	20,14973946
17	40	3,359	3,60099247	-0,24199247	6,720160391
18	42	1,546	1,496103033	0,049896967	3,335129076
19	44	0,901	0,879704475	0,021295525	2,420758999

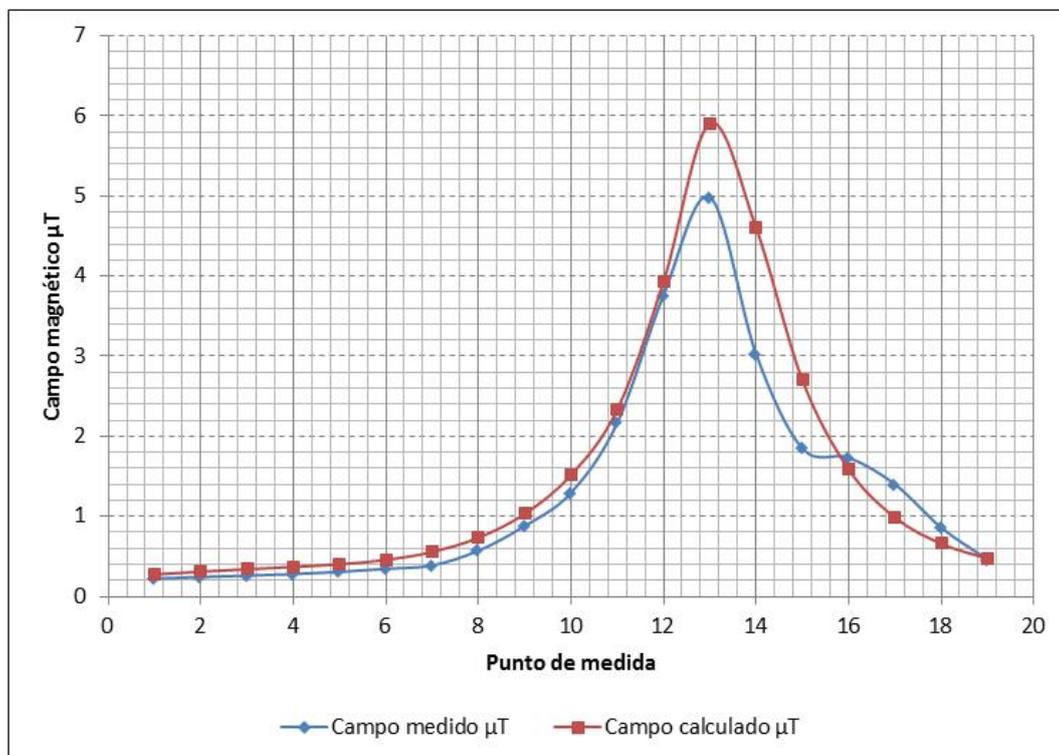


Línea 3. Altura 1 m. Valores medios de intensidad					
Punto	D. transv. (m)	Campo medido μT	Campo calculado μT	diferencia	diferencia %
1	8	0,6717	0,856826195	-0,18512619	21,60603817
2	10	1,24	1,441888664	-0,20188866	14,00168192
3	12	1,835	2,327531899	-0,4925319	21,16112347
4	14	2,148	2,699299854	-0,55129985	20,42380927
5	16	1,679	1,833716095	-0,15471609	8,437298192
6	18	1,212	1,380067018	-0,16806702	12,17817801
7	20	1,125	1,28644424	-0,16144424	12,54964929
8	22	1,132	1,282991012	-0,15099101	11,76867261
9	24	1,169	1,326090625	-0,15709063	11,84614551
10	26	1,31	1,428065267	-0,11806527	8,267497971
11	28	1,563	1,568303876	-0,00530388	0,338191874
12	30	1,862	1,618166087	0,243833913	15,06853439
13	32	1,766	1,400692061	0,365307939	26,08053187
14	34	2,268	1,668601491	0,599398509	35,92220861
15	36	3,945	3,593307901	0,351692099	9,787418964
16	38	4,903	5,362459432	-0,45945943	8,568072876
17	40	4,527	4,138259076	0,388740924	9,393827624
18	42	3,326	2,585876004	0,740123996	28,62178985
19	44	1,729	1,542531059	0,186468941	12,08850476

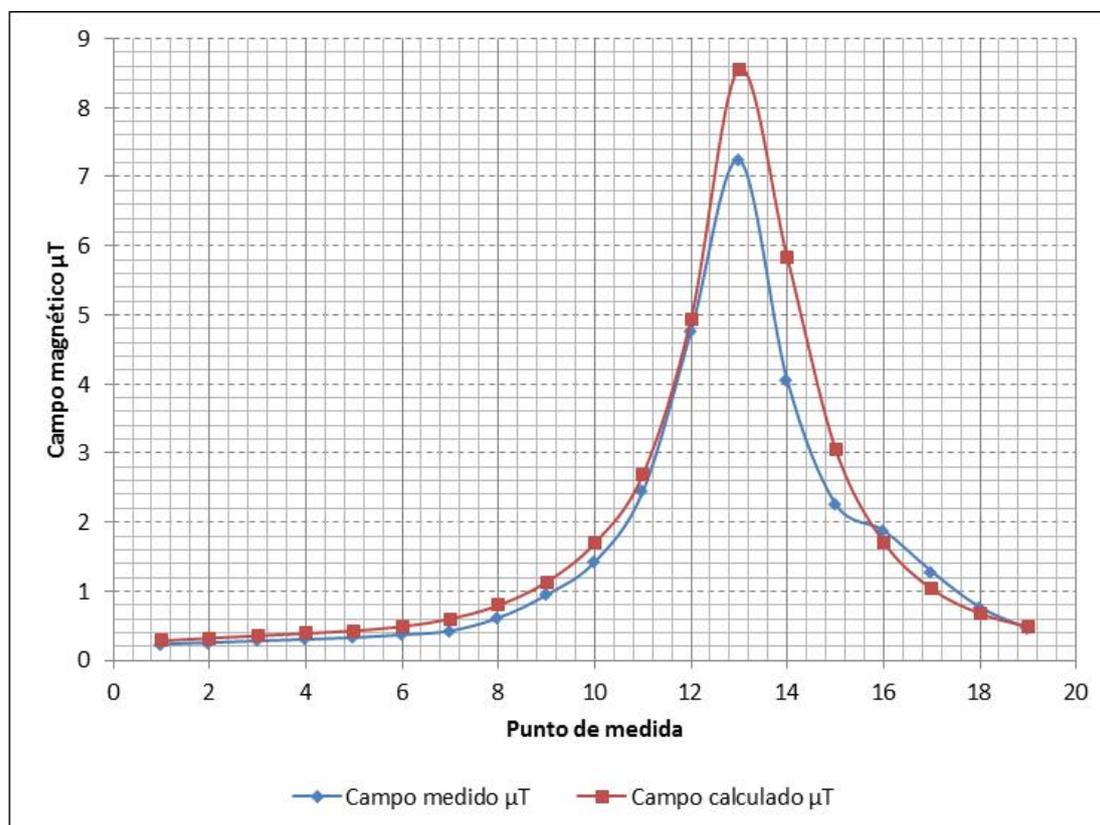


Caso 2: Valores mínimos de intensidad.

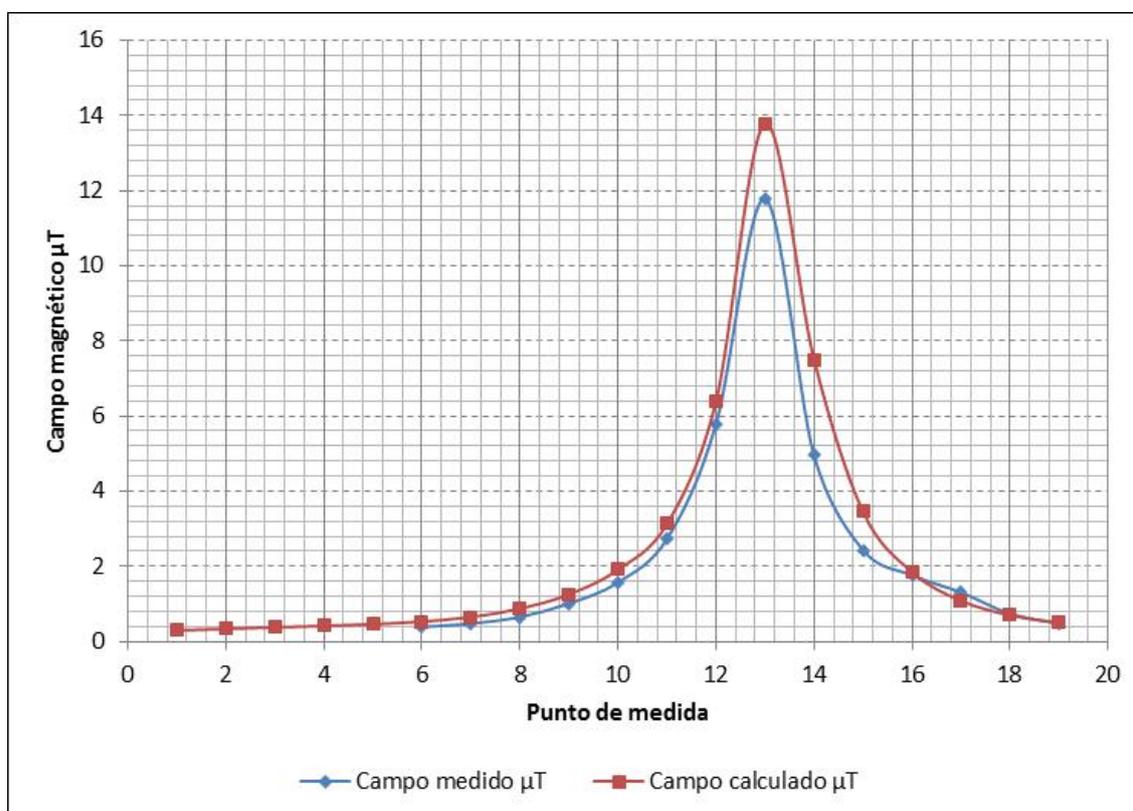
Línea 1. Altura 0,5 m. Valores mínimos de intensidad					
Punto	D. transv. (m)	Campo medido μT	Campo calculado μT	diferencia	diferencia %
1	8	0,223	0,275049685	-0,05204968	18,92373903
2	10	0,2423	0,308785909	-0,06648591	21,53139338
3	12	0,2599	0,340026834	-0,08012683	23,56485607
4	14	0,2796	0,368879364	-0,08927936	24,2028621
5	16	0,306	0,402122199	-0,0961222	23,90372849
6	18	0,3446	0,455988241	-0,11138824	24,42787581
7	20	0,3875	0,555769765	-0,16826977	30,27688366
8	22	0,5726	0,733857318	-0,16125732	21,97393332
9	24	0,88	1,03198266	-0,15198266	14,7272494
10	26	1,294	1,516293574	-0,22229357	14,66032555
11	28	2,167	2,334799376	-0,16779938	7,186886272
12	30	3,762	3,92898411	-0,16698411	4,25005817
13	32	4,986	5,90644769	-0,92044769	15,5837779
14	34	3,026	4,601422368	-1,57542237	34,23772568
15	36	1,849	2,700775603	-0,8517756	31,5381849
16	38	1,733	1,58747201	0,14552799	9,167279109
17	40	1,401	0,985464453	0,415535547	42,16646734
18	42	0,86	0,658432041	0,201567959	30,61332784
19	44	0,46	0,472631771	-0,01263177	2,672645272



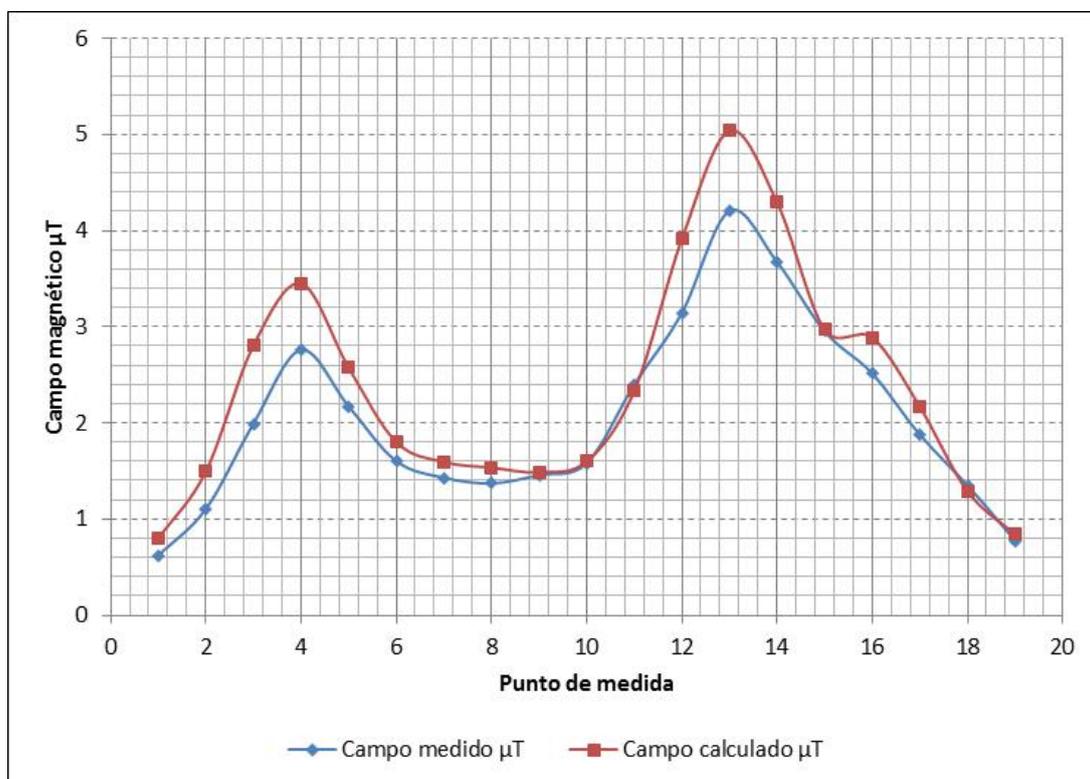
Línea 1. Altura 1 m. Valores mínimos de intensidad						
Punto	D. transv. (m)	Campo medido μT	Campo calculado μT	diferencia	diferencia %	
1	8	0,2341	0,284091786	-0,04999179	17,59705431	
2	10	0,2599	0,320938773	-0,06103877	19,01882171	
3	12	0,2818	0,355963511	-0,07416351	20,83458244	
4	14	0,3045	0,38931186	-0,08481186	21,78506961	
5	16	0,329	0,428019751	-0,09901975	23,1343882	
6	18	0,3698	0,489028861	-0,11922886	24,38074128	
7	20	0,4281	0,599615736	-0,17151574	28,60427528	
8	22	0,6161	0,797271846	-0,18117185	22,72397391	
9	24	0,948	1,13422293	-0,18622293	16,41854745	
10	26	1,425	1,696907716	-0,27190772	16,02371854	
11	28	2,448	2,690671525	-0,24267153	9,018994807	
12	30	4,764	4,944948305	-0,18094831	3,659255751	
13	32	7,241	8,560191201	-1,3191912	15,41076794	
14	34	4,048	5,826007985	-1,77800798	30,51846117	
15	36	2,268	3,060629032	-0,79262903	25,89758587	
16	38	1,88	1,713353099	0,166646901	9,726360598	
17	40	1,287	1,033899538	0,253100462	24,48017945	
18	42	0,772	0,678984846	0,093015154	13,69915014	
19	44	0,4603	0,482479454	-0,02217945	4,596973785	



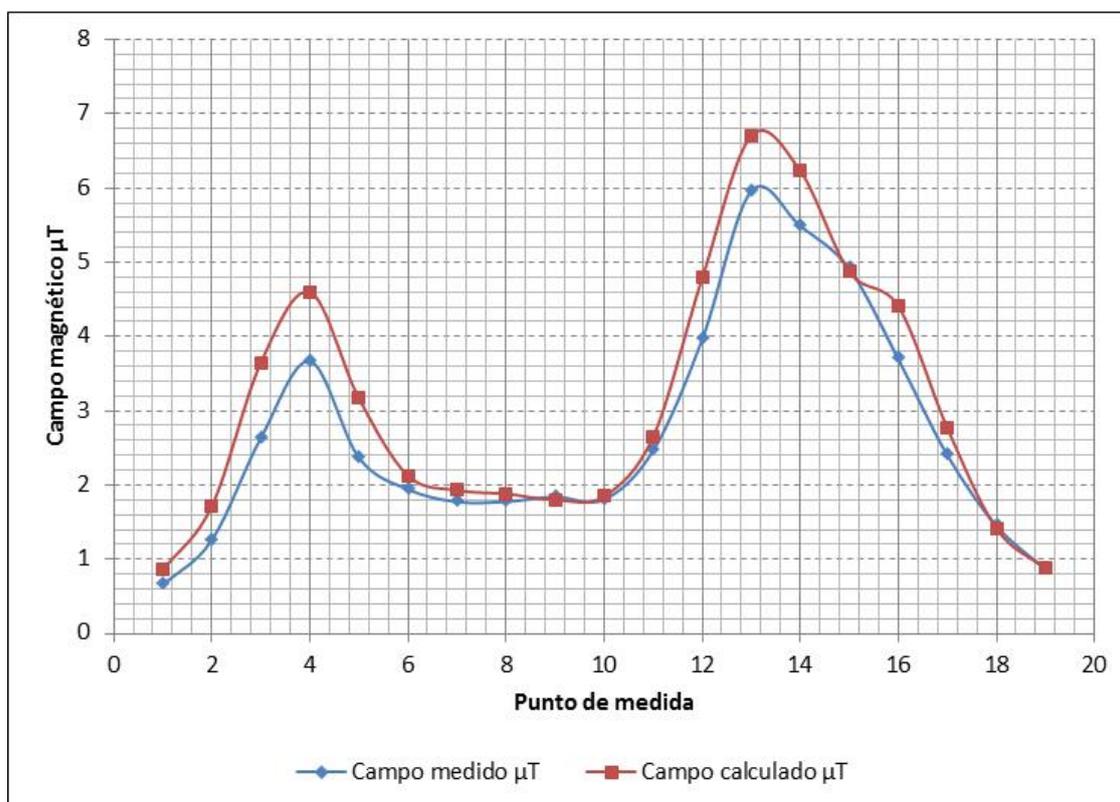
Línea 1. Altura 1,5 m. Valores mínimos de intensidad					
Punto	D. transv. (m)	Campo medido μT	Campo calculado μT	diferencia	diferencia %
1	8		0,29316308	-0,29316308	100
2	10		0,333376487	-0,33337649	100
3	12		0,372677952	-0,37267795	100
4	14		0,41133806	-0,41133806	100
5	16		0,45667775	-0,45667775	100
6	18	0,387	0,526301114	-0,13930111	26,46794964
7	20	0,473	0,649512741	-0,17651274	27,17617833
8	22	0,6495	0,869605994	-0,22010599	25,3110024
9	24	1,01	1,2518398	-0,2418398	19,31874991
10	26	1,57	1,909635022	-0,33963502	17,78533691
11	28	2,733	3,127277112	-0,39427711	12,60768066
12	30	5,79	6,393985839	-0,60398584	9,446155412
13	32	11,78	13,78503948	-2,00503948	14,54503983
14	34	4,954	7,50375165	-2,54975165	33,97969135
15	36	2,43	3,450540787	-1,02054079	29,57625631
16	38	1,76	1,842130174	-0,08213017	4,458434872
17	40	1,303	1,081480248	0,221519752	20,48301409
18	42	0,737	0,698515795	0,038484205	5,509425183
19	44	0,469	0,491599324	-0,02259932	4,597102272



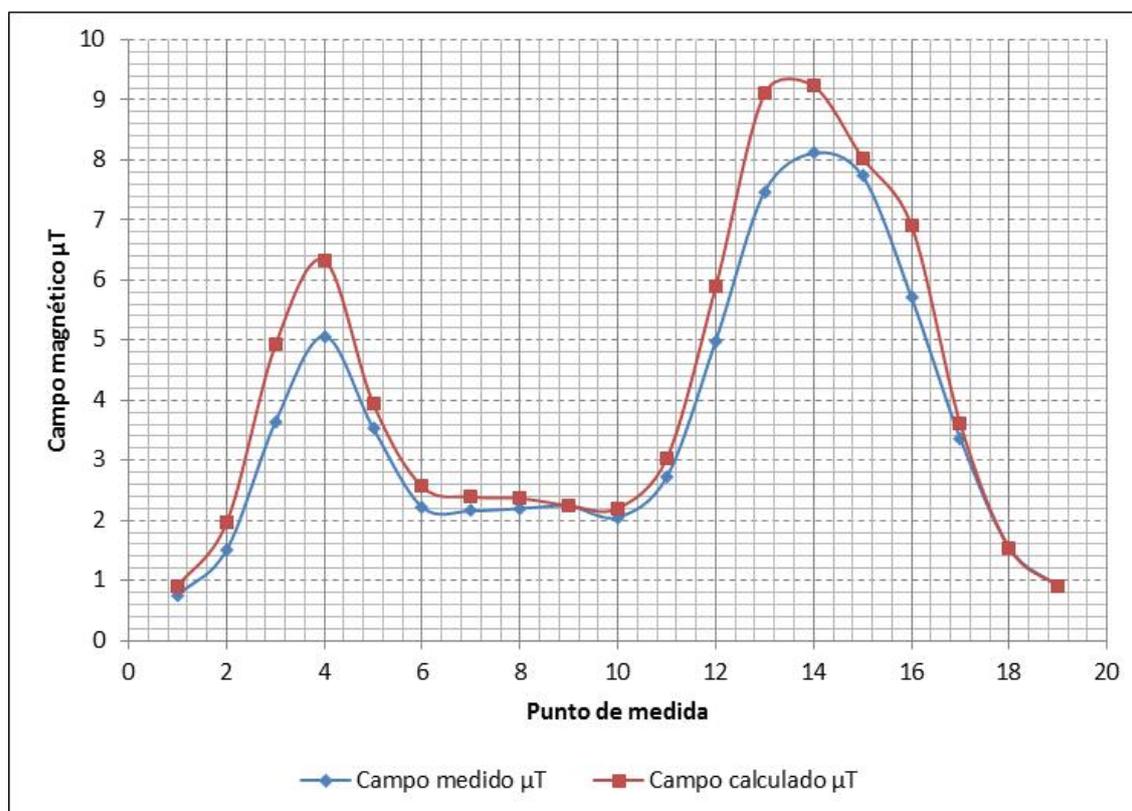
Línea 2. Altura 0,5 m. Valores mínimos de intensidad					
Punto	D. transv. (m)	Campo medido μT	Campo calculado μT	diferencia	diferencia %
1	8	0,6213	0,798020556	-0,17672056	22,14486267
2	10	1,104	1,494689382	-0,39068938	26,13849985
3	12	1,992	2,805249779	-0,81324978	28,99028048
4	14	2,758	3,449199704	-0,6911997	20,03942258
5	16	2,172	2,573678595	-0,40167859	15,60717782
6	18	1,603	1,799432973	-0,19643297	10,91638174
7	20	1,43	1,593019125	-0,16301913	10,2333439
8	22	1,372	1,533937355	-0,16193736	10,55697319
9	24	1,457	1,486973274	-0,02997327	2,015723757
10	26	1,58	1,598545202	-0,0185452	1,160129972
11	28	2,399	2,331089129	0,067910871	2,913267879
12	30	3,143	3,910275646	-0,76727565	19,62203474
13	32	4,204	5,037018248	-0,83301825	16,53792396
14	34	3,673	4,291889655	-0,6188965	14,41998058
15	36	2,951	2,968115526	-0,01711553	0,57664623
16	38	2,513	2,888790589	-0,37579059	13,0085784
17	40	1,876	2,165306331	-0,28930633	13,36098855
18	42	1,351	1,287781445	0,063218555	4,909105886
19	44	0,7753	0,839460912	-0,06416091	7,643108891



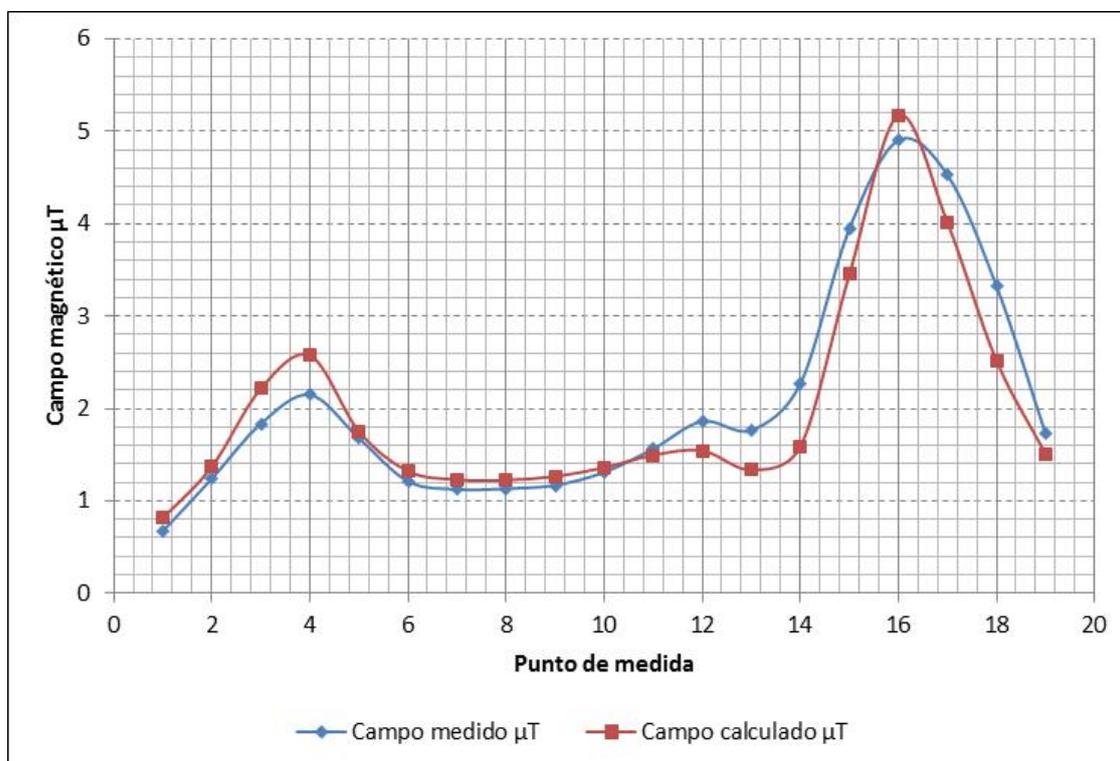
Línea 2. Altura 1 m. Valores mínimos de intensidad					
Punto	D. transv. (m)	Campo medido μT	Campo calculado μT	diferencia	diferencia %
1	8	0,653	0,852785586	-0,19978559	23,4274112
2	10	1,256	1,713359927	-0,45735993	26,69374483
3	12	2,632	3,646998134	-1,01499813	27,83105712
4	14	3,666	4,596616496	-0,9306165	20,245685
5	16	2,368	3,166687961	-0,79868796	25,22155547
6	18	1,94	2,126933595	-0,18693359	8,788877811
7	20	1,774	1,928752463	-0,15475246	8,023448649
8	22	1,774	1,880537893	-0,10653789	5,665288275
9	24	1,841	1,800140811	0,040859189	2,269777359
10	26	1,804	1,846584487	-0,04258449	2,306121778
11	28	2,463	2,650512379	-0,18751238	7,074570964
12	30	3,961	4,786687767	-0,82568777	17,2496684
13	32	5,96	6,70452014	-0,74452014	11,10474911
14	34	5,488	6,229711807	-0,74171181	11,90603723
15	36	4,911	4,871304249	0,039695751	0,814889586
16	38	3,692	4,403622303	-0,7116223	16,15993048
17	40	2,398	2,762990031	-0,36499003	13,20996555
18	42	1,451	1,412755966	0,038244034	2,707051661
19	44	0,86	0,873089145	-0,01308914	1,4991762



Línea 2. Altura 1,5 m. Valores mínimos de intensidad					
Punto	D. transv. (m)	Campo medido μT	Campo calculado μT	diferencia	diferencia %
1	8	0,757	0,906014466	-0,14901447	16,44725017
2	10	1,509	1,960379027	-0,45137903	23,02508958
3	12	3,642	4,923036364	-1,28103636	26,02126553
4	14	5,064	6,328468185	-1,26446818	19,98063588
5	16	3,53	3,938133484	-0,40813348	10,36362747
6	18	2,22	2,56109414	-0,34109414	13,31829764
7	20	2,158	2,390316287	-0,23231629	9,719060525
8	22	2,199	2,366424881	-0,16742488	7,075013558
9	24	2,236	2,246307738	-0,01030774	0,458874685
10	26	2,053	2,198665987	-0,14566599	6,625198555
11	28	2,726	3,036489143	-0,31048914	10,22526768
12	30	4,989	5,893877327	-0,90487733	15,35283611
13	32	7,477	9,110146665	-1,63314667	17,92667808
14	34	8,113	9,231833166	-1,11883317	12,11929577
15	36	7,733	8,03434241	-0,30134241	3,750679204
16	38	5,712	6,91099161	-1,19899161	17,34905318
17	40	3,359	3,603371862	-0,24437186	6,781755283
18	42	1,546	1,53971326	0,00628674	0,408305885
19	44	0,901	0,902542011	-0,00154201	0,170852024

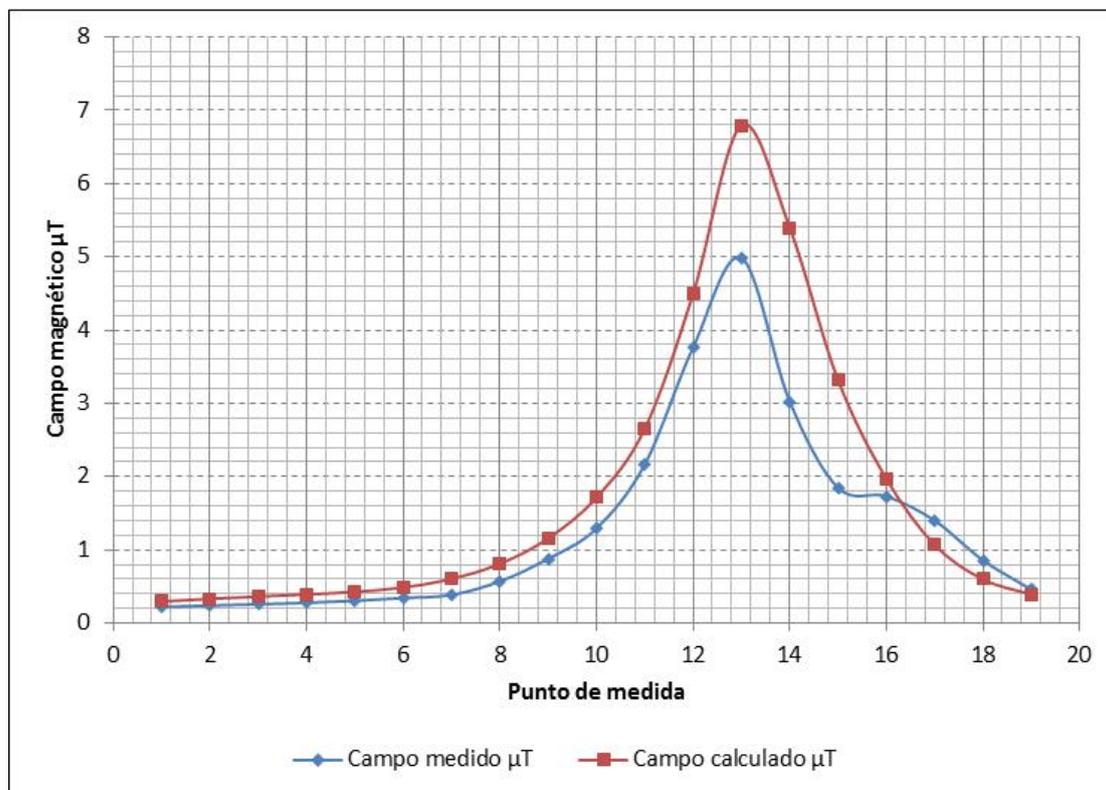


Línea 3. Altura 1 m. Valores mínimos de intensidad					
Punto	D. transv. (m)	Campo medido μT	Campo calculado μT	diferencia	diferencia %
1	8	0,6717	0,812411023	-0,14071102	17,32017652
2	10	1,24	1,369672491	-0,12967249	9,467408605
3	12	1,835	2,214927817	-0,37992782	17,15305637
4	14	2,148	2,572807456	-0,42480746	16,511436
5	16	1,679	1,75386339	-0,07486339	4,268484671
6	18	1,212	1,321555175	-0,10955518	8,289867674
7	20	1,125	1,229973588	-0,10497359	8,534621316
8	22	1,132	1,224843139	-0,09284314	7,580002404
9	24	1,169	1,264478366	-0,09547837	7,550810563
10	26	1,31	1,361015868	-0,05101587	3,748366912
11	28	1,563	1,495401621	0,067598379	4,520416303
12	30	1,862	1,544351035	0,317648965	20,56844317
13	32	1,766	1,333898239	0,432101761	32,39390741
14	34	2,268	1,586339347	0,681660653	42,97067042
15	36	3,945	3,450461652	0,494538348	14,332527
16	38	4,903	5,171601069	-0,26860107	5,193770079
17	40	4,527	4,010477681	0,516522319	12,87932163
18	42	3,326	2,518133508	0,807866492	32,08195629
19	44	1,729	1,508801263	0,220198737	14,5942837

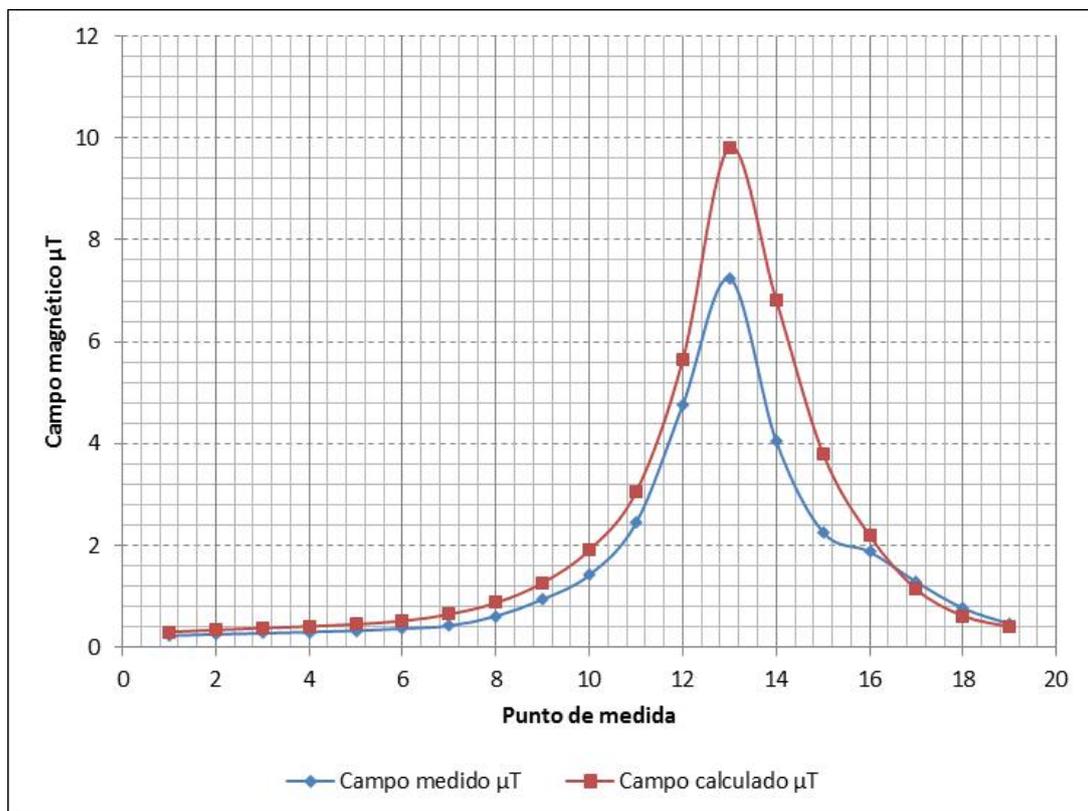


Caso 3: Valores máximos de intensidad.

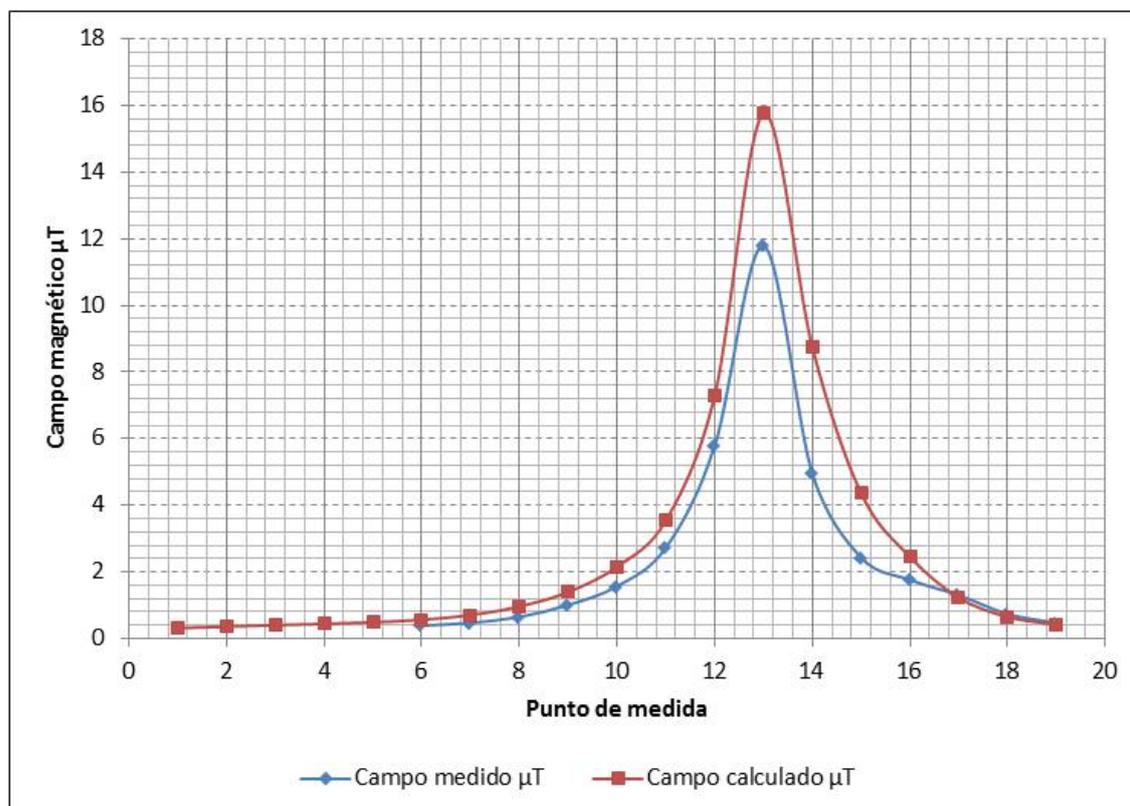
Línea 1. Altura 0,5 m. Valores máximos de intensidad					
Punto	D. transv. (m)	Campo medido μT	Campo calculado μT	diferencia	diferencia %
1	8	0,223	0,297136165	-0,07413616	24,95023272
2	10	0,2423	0,33239793	-0,09009793	27,10544251
3	12	0,2599	0,364569032	-0,10466903	28,71034633
4	14	0,2796	0,394017359	-0,11441736	29,03865935
5	16	0,306	0,428967491	-0,12296749	28,665923
6	18	0,3446	0,488923123	-0,14432312	29,51857175
7	20	0,3875	0,603947518	-0,21644752	35,83879587
8	22	0,5726	0,8113229	-0,2387229	29,42390756
9	24	0,88	1,157428923	-0,27742892	23,9694134
10	26	1,294	1,71514292	-0,42114292	24,55439222
11	28	2,167	2,653478257	-0,48647826	18,33360632
12	30	3,762	4,491873139	-0,72987314	16,24874782
13	32	4,986	6,793939793	-1,80793979	26,61106586
14	34	3,026	5,397255913	-2,37125591	43,93447247
15	36	1,849	3,319171541	-1,47017154	44,2933281
16	38	1,733	1,970887158	-0,23788716	12,07005469
17	40	1,401	1,0706105	0,3303895	30,85991595
18	42	0,86	0,599938023	0,260061977	43,3481406
19	44	0,46	0,392123579	0,067876421	17,30995658



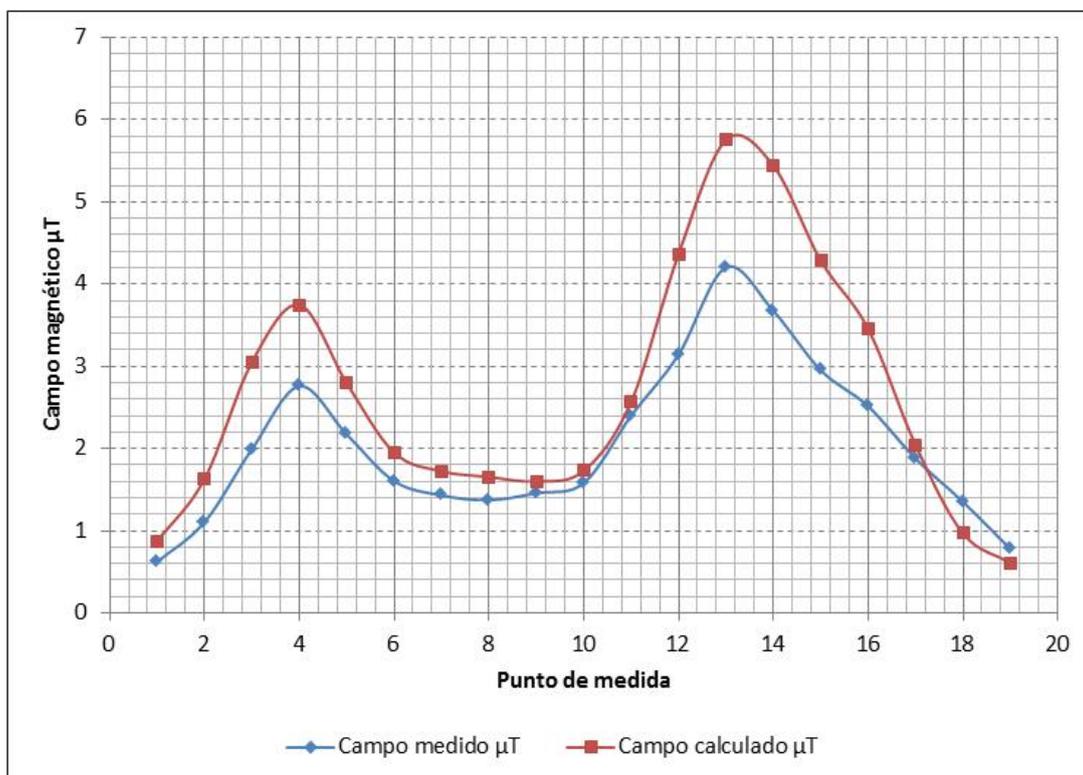
Línea 1. Altura 1 m. Valores máximos de intensidad					
Punto	D. transv. (m)	Campo medido μT	Campo calculado μT	diferencia	diferencia %
1	8	0,2341	0,307021419	-0,07292142	23,75124804
2	10	0,2599	0,345661567	-0,08576157	24,81084835
3	12	0,2818	0,381908378	-0,10010838	26,21266874
4	14	0,3045	0,416142095	-0,11164209	26,8278783
5	16	0,329	0,456831849	-0,12783185	27,98225418
6	18	0,3698	0,524260343	-0,15446034	29,4625266
7	20	0,4281	0,650876023	-0,22277602	34,22710553
8	22	0,6161	0,880113716	-0,26401372	29,99768229
9	24	0,948	1,270571701	-0,3225717	25,38791797
10	26	1,425	1,917940142	-0,49294014	25,70153942
11	28	2,448	3,05577456	-0,60777456	19,88937822
12	30	4,764	5,647955823	-0,88395582	15,65089832
13	32	7,241	9,814345317	-2,57334532	26,22024428
14	34	4,048	6,817179913	-2,76917991	40,62060777
15	36	2,268	3,811676736	-1,54367674	40,4986268
16	38	1,88	2,196981278	-0,31698128	14,42803731
17	40	1,287	1,144353051	0,142646949	12,46529194
18	42	0,772	0,622281781	0,149718219	24,05955373
19	44	0,4603	0,404381744	0,055918256	13,82808621



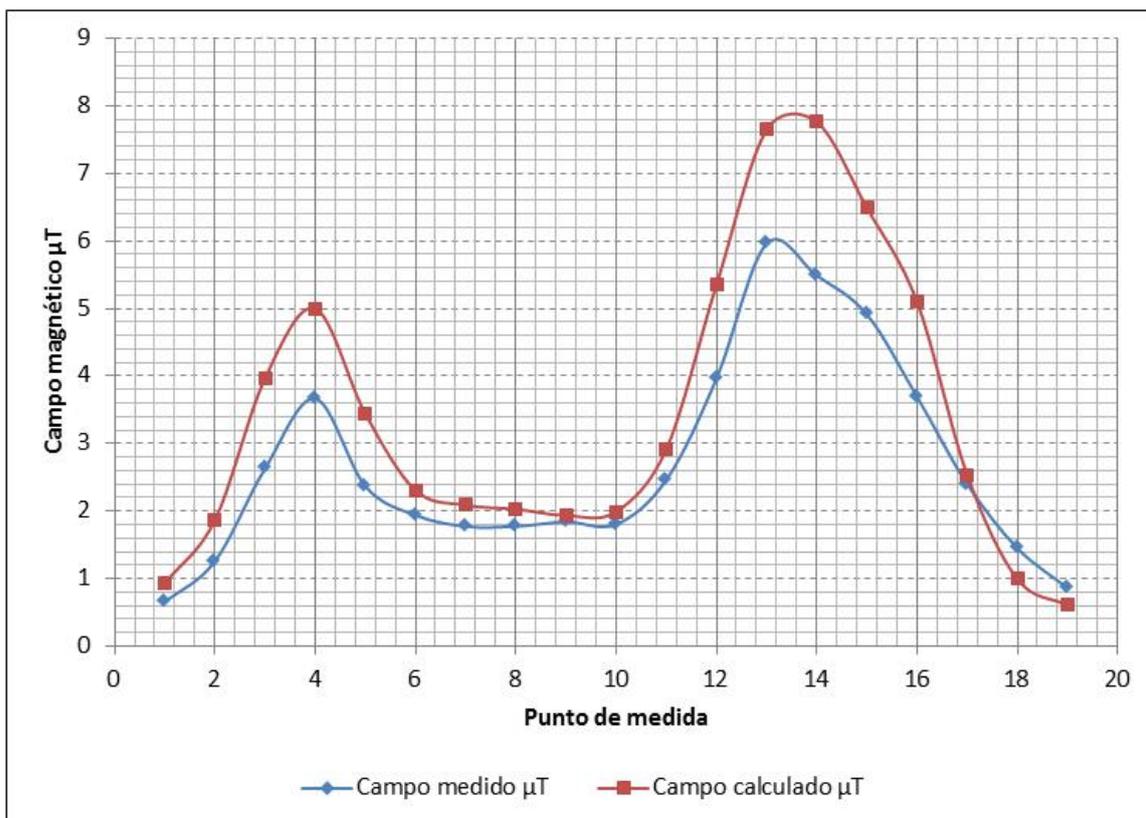
Línea 1. Altura 1,5 m. Valores máximos de intensidad					
Punto	D. transv. (m)	Campo medido μT	Campo calculado μT	diferencia	diferencia %
1	8		0,316951363	-0,31695136	100
2	10		0,359261625	-0,35926162	100
3	12		0,400143624	-0,40014362	100
4	14		0,440086023	-0,44008602	100
5	16		0,487826689	-0,48782669	100
6	18	0,387	0,564345696	-0,1773457	31,42501081
7	20	0,473	0,704479401	-0,2314794	32,85822134
8	22	0,6495	0,958622276	-0,30912228	32,24651499
9	24	1,01	1,400598093	-0,39059809	27,88794981
10	26	1,57	2,156629488	-0,58662949	27,20121798
11	28	2,733	3,549064281	-0,81606428	22,99378699
12	30	5,79	7,294725362	-1,50472536	20,62758071
13	32	11,78	15,74808475	-3,96808475	25,19725294
14	34	4,954	8,744273822	-3,79027382	43,34578147
15	36	2,43	4,355128153	-1,92512815	44,20370849
16	38	1,76	2,450498155	-0,69049816	28,17786881
17	40	1,303	1,224322782	0,078677218	6,426182617
18	42	0,737	0,648762597	0,088237403	13,60087704
19	44	0,469	0,419461882	0,049538118	11,80992116



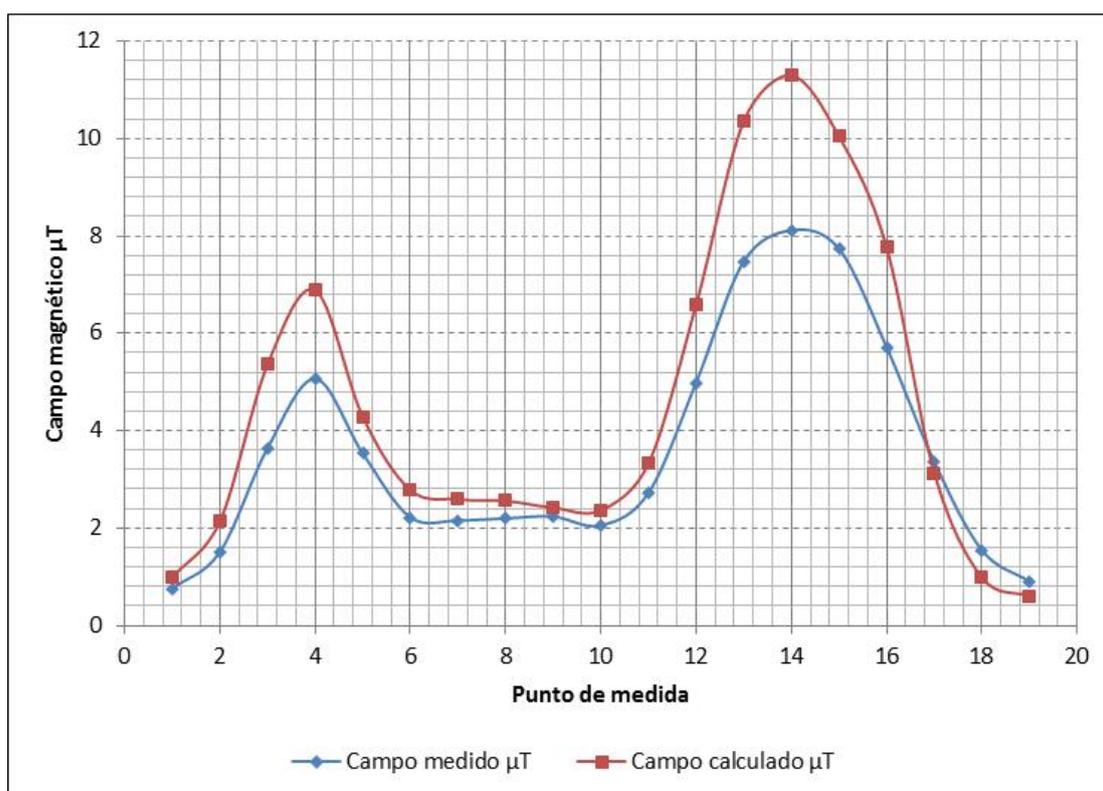
Línea 2. Altura 0,5 m. Valores máximos de intensidad					
Punto	D. transv. (m)	Campo medido μT	Campo calculado μT	diferencia	diferencia %
1	8	0,6213	0,87154315	-0,25024315	28,71265181
2	10	1,104	1,62815956	-0,52415956	32,1933779
3	12	1,992	3,05077929	-1,05877929	34,70520773
4	14	2,758	3,747783812	-0,98978381	26,40984277
5	16	2,172	2,794218696	-0,6222187	22,26807433
6	18	1,603	1,950642825	-0,34764283	17,82196211
7	20	1,43	1,72269465	-0,29269465	16,99051253
8	22	1,372	1,653861467	-0,28186147	17,04262856
9	24	1,457	1,599004138	-0,14200414	8,880786173
10	26	1,58	1,728675618	-0,14867562	8,600550401
11	28	2,399	2,569222523	-0,17022252	6,625448823
12	30	3,143	4,367958267	-1,22495827	28,04418431
13	32	4,204	5,754237077	-1,55023708	26,9407926
14	34	3,673	5,439962202	-1,7669622	32,48114851
15	36	2,951	4,284999715	-1,33399971	31,13185072
16	38	2,513	3,45433707	-0,94133707	27,25087481
17	40	1,876	2,039491465	-0,16349146	8,016285806
18	42	1,351	0,966509618	0,384490382	39,78133017
19	44	0,7753	0,605830056	0,169469944	27,97318206



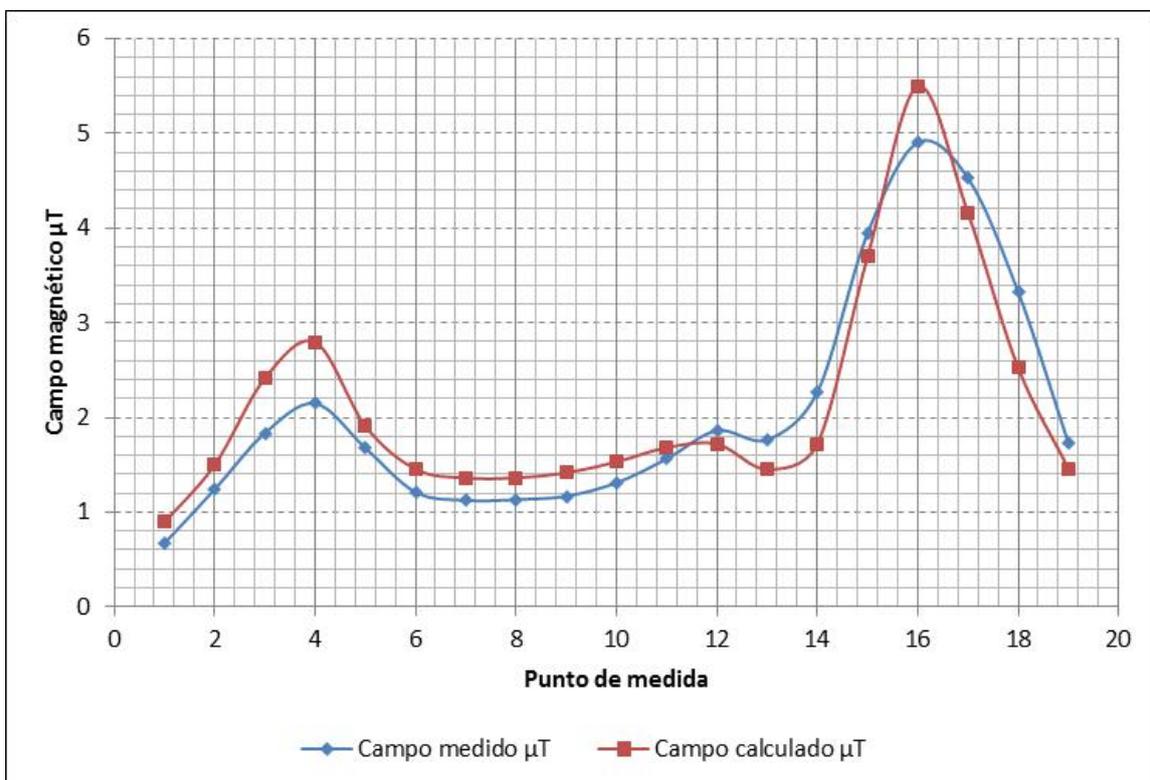
Línea 2. Altura 1 m. Valores máximos de intensidad					
Punto	D. transv. (m)	Campo medido μT	Campo calculado μT	diferencia	diferencia %
1	8	0,653	0,931656327	-0,27865633	29,90977667
2	10	1,256	1,867096413	-0,61109641	32,72977275
3	12	2,632	3,967972995	-1,33597299	33,66890341
4	14	3,666	4,997361088	-1,33136109	26,64128257
5	16	2,368	3,440724305	-1,07272431	31,17728158
6	18	1,94	2,307681085	-0,36768109	15,93292452
7	20	1,774	2,087774112	-0,31377411	15,02912171
8	22	1,774	2,029630507	-0,25563051	12,59492828
9	24	1,841	1,935941618	-0,09494162	4,904157063
10	26	1,804	1,990759452	-0,18675945	9,381316857
11	28	2,463	2,916389901	-0,4533899	15,5462718
12	30	3,961	5,350458543	-1,38945854	25,96896194
13	32	5,96	7,647237876	-1,68723788	22,06336331
14	34	5,488	7,763340877	-2,27534088	29,30878488
15	36	4,911	6,487913356	-1,57691336	24,30540097
16	38	3,692	5,097654617	-1,40565462	27,57453619
17	40	2,398	2,531654994	-0,13365499	5,279352612
18	42	1,451	0,99334526	0,45765474	46,07207159
19	44	0,86	0,605838445	0,254161555	41,95203482



Línea 2. Altura 1,5 m. Valores máximos de intensidad					
Punto	D. transv. (m)	Campo medido μT	Campo calculado μT	diferencia	diferencia %
1	8	0,757	0,990061575	-0,23306158	23,54010912
2	10	1,509	2,136994926	-0,62799493	29,38682343
3	12	3,642	5,358284712	-1,71628471	32,03048744
4	14	5,064	6,883389177	-1,81938918	26,43158958
5	16	3,53	4,281813405	-0,7518134	17,55829444
6	18	2,22	2,78079368	-0,56079368	20,16667703
7	20	2,158	2,58980083	-0,43180083	16,67312886
8	22	2,199	2,557113532	-0,35811353	14,00460039
9	24	2,236	2,417706439	-0,18170644	7,51565352
10	26	2,053	2,364094255	-0,31109426	13,15913081
11	28	2,726	3,33130572	-0,60530572	18,17022425
12	30	4,989	6,588748288	-1,59974829	24,2800031
13	32	7,477	10,36054728	-2,88354728	27,83199771
14	34	8,113	11,29777717	-3,18477717	28,18941389
15	36	7,733	10,04057631	-2,30757631	22,98250855
16	38	5,712	7,760398067	-2,04839807	26,39552829
17	40	3,359	3,131017324	0,227982676	7,281424919
18	42	1,546	0,98580517	0,56019483	56,82612008
19	44	0,901	0,598831685	0,302168315	50,45964052

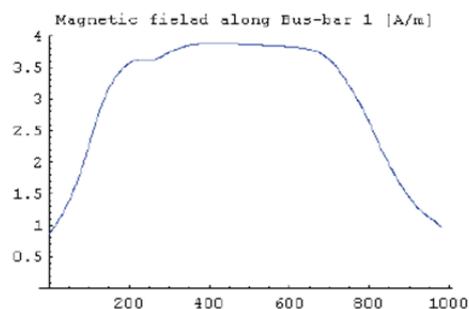


Línea 3. Altura 1 m. Valores máximos de intensidad					
Punto	D. transv. (m)	Campo medido μT	Campo calculado μT	diferencia	diferencia %
1	8	0,6717	0,892903312	-0,22120331	24,77348989
2	10	1,24	1,498637327	-0,25863733	17,25816663
3	12	1,835	2,413097338	-0,57809734	23,95665226
4	14	2,148	2,795455342	-0,64745534	23,16099749
5	16	1,679	1,91142073	-0,23242073	12,15957985
6	18	1,212	1,453976191	-0,24197619	16,64237641
7	20	1,125	1,361300694	-0,23630069	17,35844955
8	22	1,132	1,36295463	-0,23095463	16,94514437
9	24	1,169	1,415736243	-0,24673624	17,42812223
10	26	1,31	1,531371743	-0,22137174	14,45578085
11	28	1,563	1,682384508	-0,11938451	7,096148774
12	30	1,862	1,72023946	0,14176054	8,240744595
13	32	1,766	1,451875398	0,314124602	21,63578238
14	34	2,268	1,720608199	0,547391801	31,81385521
15	36	3,945	3,698496261	0,246503739	6,664971968
16	38	4,903	5,496843028	-0,59384303	10,80334703
17	40	4,527	4,158945916	0,368054084	8,849696321
18	42	3,326	2,524462943	0,801537057	31,75079513
19	44	1,729	1,459890923	0,269109077	18,43350576

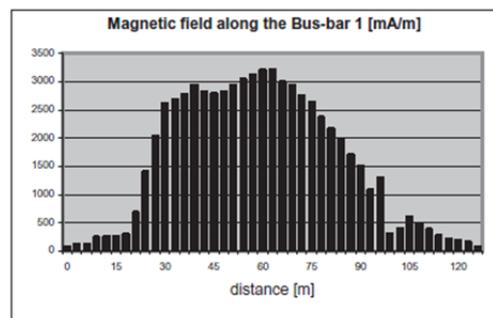


9 VALORACIÓN DE LOS RESULTADOS

Como se puede observar en las gráficas del punto anterior, las discrepancias entre las medidas y los valores simulados por la aplicación están dentro del rango de errores obtenidos por otros autores [1], [2]. Las referencias de estudios existentes son escasas, no por la falta de medidas de campo magnético en instalaciones de alta tensión, sino por la ausencia de herramientas de simulación y cálculo con las que poder realizar la comparación. A modo de ejemplo se incluye el campo calculado y las medidas obtenidas que figuran en la referencia [1]:



(a) analytical computation



(b) experimental measurements

Figure 7: Magnetic field strength distribution along the Bus-bar 1 of the 400 kV Rosiori substation

Figura 18. Comparativa de resultados del artículo referencia [1].

Para explicar las discrepancias entre el campo calculado y campo medido se deben valorar las circunstancias tanto de la medida como del cálculo:

1. La posición de los puntos en la subestación no es exacta. Se han tomado las posiciones mediante cinta métrica y referencias al vallado, ejes de cimentaciones y ejes de calles. Pese a ello se ha comprobado que los resultados varían poco respecto a los valores de posiciones desplazadas tanto en x como en y.
2. El cálculo no tiene en cuenta la presencia de armónicos, que sí se producen en la realidad.
3. Se ha simulado el campo con un mismo estado de carga, cuando el estado de carga durante la medición no siempre es el mismo, aunque sí lo suficientemente constante.

4. Se produjo el paso de varios trenes durante la medición, resultando estados de carga mayores durante un breve periodo de tiempo. Su influencia será mayor en las medidas próximas a la línea Renfe-Casetas.
5. El cálculo no tiene en cuenta el campo generado por los cables de baja tensión o por los equipos, sólo por los conductores.
6. Los valores medidos no eran totalmente estables, dependiendo su valor del momento exacto de toma del valor. En futuras medidas se podría mejorar mediante la toma de varias medidas continuas en un mismo punto.

Pese a esas circunstancias, los valores calculados respecto de los valores medidos son cuantitativamente próximos y cualitativamente buenos, con curvas muy similares.

Por otro lado, los valores normales obtenidos en ésta y en otras instalaciones están alejados de los valores límite legales, por lo que los errores presentes no invalidan los resultados de cálculo simulados. Además, en casi todos los puntos el valor medido es inferior al valor calculado, estando por tanto del lado de la seguridad los valores proporcionados por la aplicación.

10 CONCLUSIONES

De las medidas obtenidas en la instalación y su comparación con los valores simulados, podemos concluir que la aplicación desarrollada es válida para la estimación del campo magnético en instalaciones de alta tensión. Por tanto, permite el cálculo del campo magnético según los requerimientos del R.D. 337/2014:

1. En las situaciones de campo magnético más desfavorables. Se puede simular el estado de carga máximo, estado difícilmente alcanzable durante la realización de medidas, dado que el consumo de una instalación no se puede conocer a priori ni modificar según nuestros requerimientos.
2. En instalaciones en proyecto y por tanto sin posibilidad de medida, al no existir la instalación.

11 REFERENCIAS

[1] Mauro Salvadori; Nicola Severino; Davide Capra; Luigi Pedretti "Verification of magnetic field prediction of a 3D computer model on MV/LV substation" 22nd International Conference on Electricity Distribution Stockholm, 10-13 June 2013

[2] C. Munteanu1 V. Topa A. Racasan G. Visan I. T. Pop "Computation Methods and Experimental Measurements of the Electric and Magnetic Field Distribution inside High Voltage Substations" ICEAA '09. International Conference on Electromagnetics in Advanced Applications, 2009 de IEEE:

	Documento:	VALIDACIÓN POR MEDICIÓN DIRECTA	Versión:	02
	Proyecto:		Autor:	D.SMS/C.PP/S.PA
	Referencia:	I	Fecha:	06/05/16

12 ANEXOS

	Documento:	VALIDACIÓN POR MEDICIÓN DIRECTA	Versión:	02
	Proyecto:		Autor:	D.SMS/C.PP/S.PA
	Referencia:	I	Fecha:	06/05/16

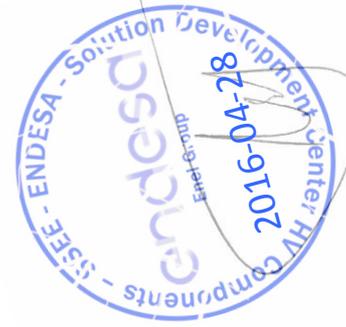
12.1 HOJAS DE TOMA DE DATOS DE CAMPO MAGNÉTICO

En este anexo se adjuntan los datos de campo magnético tomados en la instalación.

LINEA 3		Campo B (μT)		
PUNTO	TIEMPO h/m/s	0,5 m.	1 m	1,5 m.
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				

LINEA 2		Campo B (μT)		
PUNTO	TIEMPO h/m/s	0,5 m.	1 m	1,5 m.
1	8 minutos		6213 nT	
2	11:58 /30		1104 nT	
3	59		1972	
4	/30		2158	
5	12:00		2172	
6	/30		1603	
7	01		1430	
8	/30		1372	
9	29 minutos		1457	
10	/30		1580	
11	03		21399	
12	/30		3143	
13	04		4204	
14	/30		31673	
15	05		21951	
16	/30		21513	
17	06		11876	
18	/30		11351	
19	07		7753 nT	
20	/30			
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				

LINEA 1		Campo B (μT)		
PUNTO	TIEMPO h/m/s	0,5 m.	1 m	1,5 m.
1	11:10	222 nT		
2	11:10/30	2423		
3	11:11	2599		
4	11:11/30	2796		
5	11:12	3060		
6	/30	3446		
7	13	3875		
8	/30	5776		
9	14	088 nT		
10		1294		
11	15	2167		
12	/30	3762		
13	16	4986		
14	/30	3026		
15	17	1849		
16	/30	1733		
17	18	1401		
18	/30	0860		
19	19	460 nT		
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				



26/04/20



91/140/92

LINEA 3		Campo B (µT)		
PUNTO	TIEMPO h/m/s	0,5 m.	1 m	1,5 m.
1	12:29		6717 nT	
2	30		1240 nT	
3	30		1835 nT	
4	31		2148 nT	
5	30		1679 nT	
6	37		1212 nT	
7	30		1125 nT	
8	33		1132 nT	
9	34		1169 nT	
10	35		1130 nT	
11	35		1163 nT	
12	36		1266 nT	
13	37		2268 nT	
14	38		3194 nT	
15	37		4403 nT	
16	38		4527 nT	
17	38		3326 nT	
18	38		1729 nT	
19	39			
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				

LINEA 2 + Δ metro		Campo B (µT)		
PUNTO	TIEMPO h/m/s	0,5 m.	1 m	1,5 m.
1	11:46	653 nT		
2	42		2632 nT	
3	42		2666 nT	
4	48		2368 nT	
5	49		1940 nT	
6	50		1774 nT	
7	51		1841 nT	
8	51		1804 nT	
9	52		2163 nT	
10	52		3196 nT	
11	53		5196 nT	
12	53		5488 nT	
13	54		4191 nT	
14	54		3692 nT	
15	55		2398 nT	
16	55		1451 nT	
17			0860 nT	
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				

LINEA 1		Campo B (µT)		
PUNTO	TIEMPO h/m/s	0,5 m.	1 m	1,5 m.
1	10:46		2341 nT	
2	10:47		2599 nT	
3	10:48		2818 nT	
4	10:49		3045 nT	
5	10:50		3290 nT	
6	10:51		3698 nT	
7	10:52		4281 nT	
8	10:53		6161 nT	
9	10:54		0948 nT	
10	10:55		1425 nT	
11	10:56		2448 nT	
12	10:57		4764 nT	
13	10:58		7241 nT	
14	10:59		4048 nT	
15	11:00		2268 nT	
16	11:01		1188 nT	
17	11:02		1287 nT	
18	11:03		720 nT	
19	11:04		4603 nT	
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				

11:10/30
11/30
12/30

PUNTO	LINEA 3			Campo B (µT)		
	TIEMPO h/m/s	0,5 m.	1 m	0,5 m.	1 m	1,5 m.
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						

LINEA 2 + 5 metros

PUNTO	LINEA 2 + 5 metros			Campo B (µT)		
	TIEMPO h/m/s	0,5 m.	1 m	0,5 m.	1 m	1,5 m.
1	12:11					757 nT
2	/30					1509 nT
3	12					3642
4	/30					5064
5	13					3530
6	/30					2220
7	14					2158
8	/30					2199
9	15					2236
10	/30					2053
11	16					2726
12	/30					4989
13	17					7477
14	/30					8123
15	18					7333
16	/30					5712
17	19					3359
18	/30					1546
19	20					1901
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						

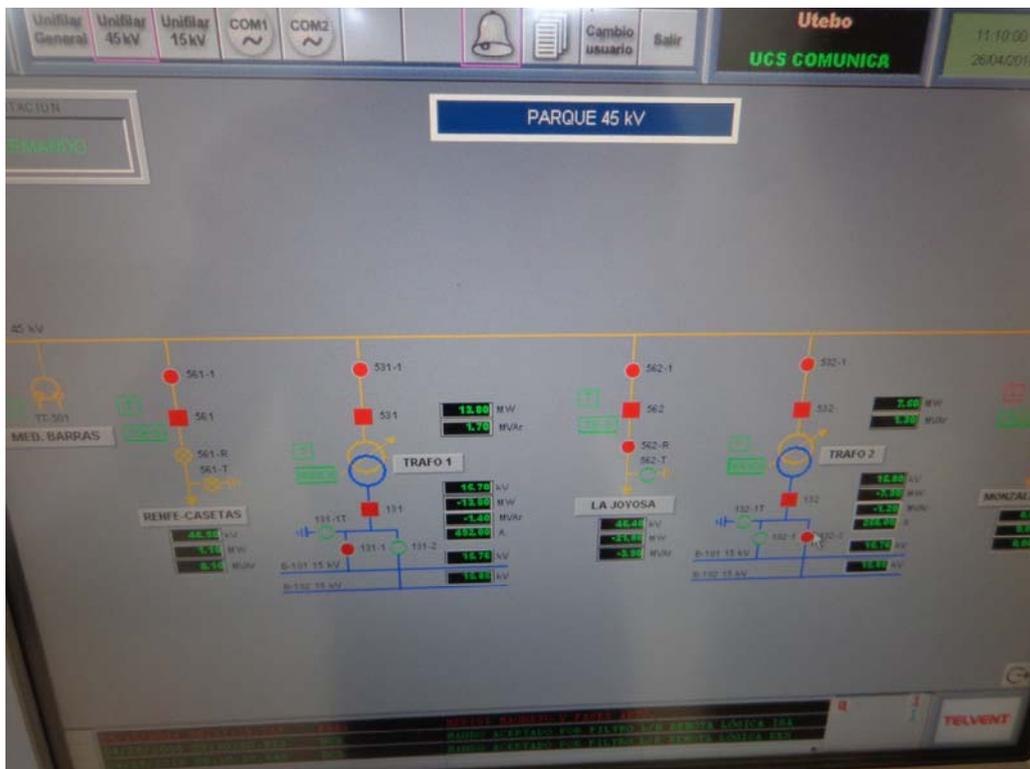
LINEA 1

PUNTO	LINEA 1			Campo B (µT)		
	TIEMPO h/m/s	0,5 m.	1 m	0,5 m.	1 m	1,5 m.
1	11:25					387 nT
2	/30					473
3	26					6415
4	/30					1010
5	27					1570 nT
6	/30					2733
7	28					5190
8	/30					1178
9	29					4954
10	/30					2530
11	30					1760
12	/30					1303
13	31					737 nT
14	/30					469
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						



12.2 HOJAS DE TOMA DE DATOS DE INTENSIDADES

En este anexo se adjunta la hoja de toma de datos de intensidades y ejemplos de las fotografías tomadas a la remota de la instalación.





	Documento:	VALIDACIÓN POR MEDICIÓN DIRECTA	Versión:	02
	Proyecto:		Autor:	D.SMS/C.PP/S.PA
	Referencia:	I	Fecha:	06/05/16

12.3 CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DEL EQUIPO DE MEDIDA



Calibration Documents



Hardware Option List

Device	Spectran NF-5035	Serial No. 44357
--------	------------------	------------------

The following options are already installed and ready to use.

Hardware Options:	Includes
001	<input checked="" type="checkbox"/> yes <input type="checkbox"/> no
005	<input type="checkbox"/> yes <input checked="" type="checkbox"/> no
006	<input type="checkbox"/> yes <input checked="" type="checkbox"/> no
008	<input checked="" type="checkbox"/> yes <input type="checkbox"/> no
009	<input type="checkbox"/> yes <input checked="" type="checkbox"/> no
010	<input type="checkbox"/> yes <input checked="" type="checkbox"/> no

Kalibrierschein

Calibration Certificate

Nummer 15-1972
Number

Gegenstand
Item

SPECTRAN
EMV-Messgerät

Hersteller
Manufacturer

Aaronia AG

Typ
Type

NF-5035

Serien Nr.
Serial No.

44357

Auftraggeber
Customer

Bestellung Nr.
Order No.

Ort u. Datum der Kalibrierung
Place and date of calibration

Strickscheid, 2015-11-13

Umfang der Kalibrierung
Scope of calibration

Standart Calibration

Eingangsprüfung
Performance of receipt

Kalibrierergebnis
Result of calibration

Measurement results
within specifications

Umfang des Kalibrierscheins
Extent of the certificate

6 pages incl. this

Dieser Kalibrierschein dokumentiert, dass der genannte Gegenstand nach festgelegten Vorgaben geprüft und gemessen wurde. Die Messwerte lagen im Regelfall mit einer Wahrscheinlichkeit von annähernd 95% im zugeordneten Werteintervall (Erweiterte Messunsicherheit mit $k=2$). Die Kalibrierung erfolgte mit Messmitteln und Normalen, die direkt oder indirekt durch Ableitung mittels anerkannter Kalibriertechniken rückgeführt sind auf Normale der PTB/DKD oder anderer nationaler/internationaler Standarts zur Darstellung der physikalischen Einheiten in Übereinstimmung mit dem Internationalen Einheitensystem (SI). Wenn keine Normale existieren, erfolgt die Rückführung auf Bezugsnormale der Aaronia-Laboratorien.

Dieser Kalibrierschein darf nur vollständig und unverändert weiterverbreitet werden. Kalibrierscheine ohne Signifizierung sind ungültig.

Für die Einhaltung einer angemessenen Frist zur Wiederholung der Kalibrierung ist der Benutzer verantwortlich.

This calibration certificate documents, that the named item is tested and measured against defined specifications..

Measurement results are located usually in the corresponding interval with a probability of approx. 95% (coverage factor $k=2$).

Calibration is performed with test equipment and standarts directly or indirectly traceable by means of approved calibration techniques to the PTB/DKD or other national / international standarts, which realize the physical units of measurement according to the International System of Units (SI).

In all cases where no standarts are available, measurements are referenced to standarts of the Aaronia laboratories.

This certificate may not be reproduced other than in full. Calibration certificates without signature are not valid.

The user is obliged to have the object recalibrated at appropriate intervals.

Ausstellungsdatum
Date of Issue

2015-11-13

Laborleitung
Head of laboratory

Andrea Pietzonka

Bearbeiter
Person responsible

Tobias Adams

Aaronia AG - Gewerbegebiet Aaronia AG - DE-54597 Strickscheid
Telefon: 0049(0)6556-93033 - Fax 0049(0)6556-93034
Vorstandsvorsitzender: Stefan Chmielus - Registerintrag: Amtsgericht Wittlich HRB 32462

Alle Messungen basieren auf dem Rohde & Schwarz NRP-Z31 Power Sensor, SN 101650 sowie der Aaronia Helmholtz Spule HHS1 SN ARHS04.
All measurements are based on the Rohde & Schwarz NRP-Z31 Power Sensor, SN101650 and the Aaronia Helmholtz coil HHS1 SN ARHS04

Kalibrieranweisung 1137.6000.01-T-12.00
Calibration instruction

Eingangsdatum 2014-08-07
Date of receipt

Umgebungstemperatur 23 °C (+/-1 °C)
Ambient temperature

Relative Luftfeuchte 20% - 60%
Relative humidity

Gegenstand <i>Item</i>	Typ <i>Type</i>	Serien Nr. <i>Serial number</i>	Kalibrierschein Nr. <i>Certificate number</i>	Kalibr. bis <i>Cal. due</i>
Power Sensor Helmholtz coil	NRP-Z31 HHS1	101650 ARHS04	1137.6000.01-T-12.00 87664	2016-08-07 2016-09-06

Die Konformitätsaussagen berücksichtigen die Messunsicherheiten
Conformity Statements take the measurement uncertainties into account

Anmerkungen
Notes

Installierte Optionen sind in der Kalibrierung enthalten. Je nach installierten Optionen sind die Seitenzahlen der Aufzeichnungen nicht aufeinander folgend.
Installed Options are included in calibration. Depending on installed options, numbers of pages of the record are not consecutive.

SPECTRAN Settings bei Kalibrierung
SPECTRAN-Settings during calibration

Centerfrequenz (Hz)	Atten (dB)	Detec	RBW (Hz)	SPAN (Hz)	DIM	SpTime (ms)
40 - 240	0	RMS	30	30	1D	30000
320 - 640	20	RMS	100	200	1D	10000
960 - 7680	20	RMS	300	600	1D	3000
10240 - 30720	20	RMS	1K	5000	1D	1000
40960 - 983040	20	RMS	3K	20000	1D	1000
[Option 008]						
1310720 - 2621440	20	RMS	3K	20000	1D	1000
3932160 - 15728640	0	RMS	3K	20000	1D	1000
[Option 010]						
20971520 - 31457280	0	RMS	3K	20000	1D	1000

Messergebnisse X-Achse measurement results X-axis

Erklärung:

MEAS: Freq. = Hertz
 S-Amp. = Soll Amplitude
 M-Amp. = Mess Amplitude
 S-Amp & M-Amp = Tesla
 Messung fuer Freq. 40.0 ...
 MEAS: Freq.: 40.0 S-Amp.: 7.000e-007 M-Amp.: 6.967e-007
 Messung fuer Freq. 60.0 ...
 MEAS: Freq.: 60.0 S-Amp.: 7.000e-007 M-Amp.: 6.939e-007
 Messung fuer Freq. 80.0 ...
 MEAS: Freq.: 80.0 S-Amp.: 7.000e-007 M-Amp.: 6.958e-007
 Messung fuer Freq. 120.0 ...
 MEAS: Freq.: 120.0 S-Amp.: 7.000e-007 M-Amp.: 6.964e-007
 Messung fuer Freq. 160.0 ...
 MEAS: Freq.: 160.0 S-Amp.: 7.000e-007 M-Amp.: 6.978e-007
 Messung fuer Freq. 240.0 ...
 MEAS: Freq.: 240.0 S-Amp.: 7.000e-007 M-Amp.: 6.985e-007
 Messung fuer Freq. 320.0 ...
 MEAS: Freq.: 320.0 S-Amp.: 7.000e-007 M-Amp.: 6.966e-007
 Messung fuer Freq. 480.0 ...
 MEAS: Freq.: 480.0 S-Amp.: 7.000e-007 M-Amp.: 6.978e-007
 Messung fuer Freq. 640.0 ...
 MEAS: Freq.: 640.0 S-Amp.: 7.000e-007 M-Amp.: 6.994e-007
 Messung fuer Freq. 1280.0 ...
 MEAS: Freq.: 1280.0 S-Amp.: 7.000e-007 M-Amp.: 7.010e-007
 Messung fuer Freq. 1920.0 ...
 MEAS: Freq.: 1920.0 S-Amp.: 7.000e-007 M-Amp.: 6.977e-007
 Messung fuer Freq. 2560.0 ...
 MEAS: Freq.: 2560.0 S-Amp.: 7.000e-007 M-Amp.: 6.984e-007
 Messung fuer Freq. 3840.0 ...
 MEAS: Freq.: 3840.0 S-Amp.: 7.000e-007 M-Amp.: 6.988e-007
 Messung fuer Freq. 5120.0 ...
 MEAS: Freq.: 5120.0 S-Amp.: 7.000e-007 M-Amp.: 6.988e-007
 Messung fuer Freq. 7680.0 ...
 MEAS: Freq.: 7680.0 S-Amp.: 7.000e-007 M-Amp.: 6.985e-007
 Messung fuer Freq. 10240.0 ...
 MEAS: Freq.: 10240.0 S-Amp.: 7.000e-007 M-Amp.: 6.965e-007
 Messung fuer Freq. 15360.0 ...
 MEAS: Freq.: 15360.0 S-Amp.: 7.000e-007 M-Amp.: 6.951e-007
 Messung fuer Freq. 20480.0 ...
 MEAS: Freq.: 20480.0 S-Amp.: 7.000e-007 M-Amp.: 6.951e-007
 Messung fuer Freq. 30720.0 ...
 MEAS: Freq.: 30720.0 S-Amp.: 7.000e-007 M-Amp.: 6.959e-007
 Messung fuer Freq. 40960.0 ...
 MEAS: Freq.: 40960.0 S-Amp.: 7.000e-007 M-Amp.: 6.994e-007
 Messung fuer Freq. 61440.0 ...
 MEAS: Freq.: 61440.0 S-Amp.: 7.000e-007 M-Amp.: 6.995e-007
 Messung fuer Freq. 81920.0 ...
 MEAS: Freq.: 81920.0 S-Amp.: 7.000e-007 M-Amp.: 6.996e-007
 Messung fuer Freq. 122880.0 ...
 MEAS: Freq.: 122880.0 S-Amp.: 7.000e-007 M-Amp.: 6.997e-007
 Messung fuer Freq. 163840.0 ...
 MEAS: Freq.: 163840.0 S-Amp.: 7.000e-007 M-Amp.: 6.996e-007
 Messung fuer Freq. 245760.0 ...
 MEAS: Freq.: 245760.0 S-Amp.: 7.000e-007 M-Amp.: 6.996e-007
 Messung fuer Freq. 327680.0 ...
 MEAS: Freq.: 327680.0 S-Amp.: 7.000e-007 M-Amp.: 6.993e-007
 Messung fuer Freq. 491520.0 ...
 MEAS: Freq.: 491520.0 S-Amp.: 7.000e-007 M-Amp.: 6.995e-007
 Messung fuer Freq. 655360.0 ...
 MEAS: Freq.: 655360.0 S-Amp.: 7.000e-007 M-Amp.: 6.935e-007
 Messung fuer Freq. 983040.0 ...
 MEAS: Freq.: 983040.0 S-Amp.: 7.000e-007 M-Amp.: 7.002e-007

Description:

MEAS: Freq. = Hertz
 S-Amp. = Should be amplitude
 M-Amp. = Measurement amplitude
 S-Amp & M-Amp = Tesla

Messergebnisse Y-Achse measurement results Y-axis

Erklärung:

MEAS: Freq. = Hertz
S-Amp. = Soll Amplitude
M-Amp. = Mess Amplitude
S-Amp & M-Amp = Tesla
Messung fuer Freq. 40.0 ...
MEAS: Freq.: 40.0 S-Amp.: 7.000e-007 M-Amp.: 6.988e-007
Messung fuer Freq. 60.0 ...
MEAS: Freq.: 60.0 S-Amp.: 7.000e-007 M-Amp.: 6.869e-007
Messung fuer Freq. 80.0 ...
MEAS: Freq.: 80.0 S-Amp.: 7.000e-007 M-Amp.: 6.973e-007
Messung fuer Freq. 120.0 ...
MEAS: Freq.: 120.0 S-Amp.: 7.000e-007 M-Amp.: 6.983e-007
Messung fuer Freq. 160.0 ...
MEAS: Freq.: 160.0 S-Amp.: 7.000e-007 M-Amp.: 6.989e-007
Messung fuer Freq. 240.0 ...
MEAS: Freq.: 240.0 S-Amp.: 7.000e-007 M-Amp.: 7.005e-007
Messung fuer Freq. 320.0 ...
MEAS: Freq.: 320.0 S-Amp.: 7.000e-007 M-Amp.: 6.974e-007
Messung fuer Freq. 480.0 ...
MEAS: Freq.: 480.0 S-Amp.: 7.000e-007 M-Amp.: 6.992e-007
Messung fuer Freq. 640.0 ...
MEAS: Freq.: 640.0 S-Amp.: 7.000e-007 M-Amp.: 7.001e-007
Messung fuer Freq. 1280.0 ...
MEAS: Freq.: 1280.0 S-Amp.: 7.000e-007 M-Amp.: 7.017e-007
Messung fuer Freq. 1920.0 ...
MEAS: Freq.: 1920.0 S-Amp.: 7.000e-007 M-Amp.: 6.990e-007
Messung fuer Freq. 2560.0 ...
MEAS: Freq.: 2560.0 S-Amp.: 7.000e-007 M-Amp.: 6.994e-007
Messung fuer Freq. 3840.0 ...
MEAS: Freq.: 3840.0 S-Amp.: 7.000e-007 M-Amp.: 6.998e-007
Messung fuer Freq. 5120.0 ...
MEAS: Freq.: 5120.0 S-Amp.: 7.000e-007 M-Amp.: 6.997e-007
Messung fuer Freq. 7680.0 ...
MEAS: Freq.: 7680.0 S-Amp.: 7.000e-007 M-Amp.: 6.997e-007
Messung fuer Freq. 10240.0 ...
MEAS: Freq.: 10240.0 S-Amp.: 7.000e-007 M-Amp.: 6.978e-007
Messung fuer Freq. 15360.0 ...
MEAS: Freq.: 15360.0 S-Amp.: 7.000e-007 M-Amp.: 6.963e-007
Messung fuer Freq. 20480.0 ...
MEAS: Freq.: 20480.0 S-Amp.: 7.000e-007 M-Amp.: 6.962e-007
Messung fuer Freq. 30720.0 ...
MEAS: Freq.: 30720.0 S-Amp.: 7.000e-007 M-Amp.: 6.968e-007
Messung fuer Freq. 40960.0 ...
MEAS: Freq.: 40960.0 S-Amp.: 7.000e-007 M-Amp.: 6.999e-007
Messung fuer Freq. 61440.0 ...
MEAS: Freq.: 61440.0 S-Amp.: 7.000e-007 M-Amp.: 7.000e-007
Messung fuer Freq. 81920.0 ...
MEAS: Freq.: 81920.0 S-Amp.: 7.000e-007 M-Amp.: 7.001e-007
Messung fuer Freq. 122880.0 ...
MEAS: Freq.: 122880.0 S-Amp.: 7.000e-007 M-Amp.: 7.000e-007
Messung fuer Freq. 163840.0 ...
MEAS: Freq.: 163840.0 S-Amp.: 7.000e-007 M-Amp.: 7.003e-007
Messung fuer Freq. 245760.0 ...
MEAS: Freq.: 245760.0 S-Amp.: 7.000e-007 M-Amp.: 7.001e-007
Messung fuer Freq. 327680.0 ...
MEAS: Freq.: 327680.0 S-Amp.: 7.000e-007 M-Amp.: 6.998e-007
Messung fuer Freq. 491520.0 ...
MEAS: Freq.: 491520.0 S-Amp.: 7.000e-007 M-Amp.: 6.982e-007
Messung fuer Freq. 655360.0 ...
MEAS: Freq.: 655360.0 S-Amp.: 7.000e-007 M-Amp.: 6.999e-007
Messung fuer Freq. 983040.0 ...
MEAS: Freq.: 983040.0 S-Amp.: 7.000e-007 M-Amp.: 7.006e-007

Description:

MEAS: Freq. = Hertz
S-Amp. = Should be amplitude
M-Amp. = Measurement amplitude
S-Amp & M-Amp = Tesla

Messergebnisse Z-Achse measurement results Z-axis

Erklärung:

MEAS: Freq. = Hertz
S-Amp. = Soll Amplitude
M-Amp. = Mess Amplitude
S-Amp & M-Amp = Tesla

Messung fuer Freq.	40.0 ...
MEAS: Freq.:	40.0 S-Amp.: 7.000e-007 M-Amp.: 6.992e-007
Messung fuer Freq.	60.0 ...
MEAS: Freq.:	60.0 S-Amp.: 7.000e-007 M-Amp.: 6.879e-007
Messung fuer Freq.	80.0 ...
MEAS: Freq.:	80.0 S-Amp.: 7.000e-007 M-Amp.: 6.948e-007
Messung fuer Freq.	120.0 ...
MEAS: Freq.:	120.0 S-Amp.: 7.000e-007 M-Amp.: 6.965e-007
Messung fuer Freq.	160.0 ...
MEAS: Freq.:	160.0 S-Amp.: 7.000e-007 M-Amp.: 6.981e-007
Messung fuer Freq.	240.0 ...
MEAS: Freq.:	240.0 S-Amp.: 7.000e-007 M-Amp.: 6.989e-007
Messung fuer Freq.	320.0 ...
MEAS: Freq.:	320.0 S-Amp.: 7.000e-007 M-Amp.: 6.988e-007
Messung fuer Freq.	480.0 ...
MEAS: Freq.:	480.0 S-Amp.: 7.000e-007 M-Amp.: 6.979e-007
Messung fuer Freq.	640.0 ...
MEAS: Freq.:	640.0 S-Amp.: 7.000e-007 M-Amp.: 6.992e-007
Messung fuer Freq.	1280.0 ...
MEAS: Freq.:	1280.0 S-Amp.: 7.000e-007 M-Amp.: 7.004e-007
Messung fuer Freq.	1920.0 ...
MEAS: Freq.:	1920.0 S-Amp.: 7.000e-007 M-Amp.: 6.963e-007
Messung fuer Freq.	2560.0 ...
MEAS: Freq.:	2560.0 S-Amp.: 7.000e-007 M-Amp.: 6.966e-007
Messung fuer Freq.	3840.0 ...
MEAS: Freq.:	3840.0 S-Amp.: 7.000e-007 M-Amp.: 6.965e-007
Messung fuer Freq.	5120.0 ...
MEAS: Freq.:	5120.0 S-Amp.: 7.000e-007 M-Amp.: 6.962e-007
Messung fuer Freq.	7680.0 ...
MEAS: Freq.:	7680.0 S-Amp.: 7.000e-007 M-Amp.: 6.967e-007
Messung fuer Freq.	10240.0 ...
MEAS: Freq.:	10240.0 S-Amp.: 7.000e-007 M-Amp.: 6.894e-007
Messung fuer Freq.	15360.0 ...
MEAS: Freq.:	15360.0 S-Amp.: 7.000e-007 M-Amp.: 6.913e-007
Messung fuer Freq.	20480.0 ...
MEAS: Freq.:	20480.0 S-Amp.: 7.000e-007 M-Amp.: 6.934e-007
Messung fuer Freq.	30720.0 ...
MEAS: Freq.:	30720.0 S-Amp.: 7.000e-007 M-Amp.: 6.950e-007
Messung fuer Freq.	40960.0 ...
MEAS: Freq.:	40960.0 S-Amp.: 7.000e-007 M-Amp.: 6.994e-007
Messung fuer Freq.	61440.0 ...
MEAS: Freq.:	61440.0 S-Amp.: 7.000e-007 M-Amp.: 6.994e-007
Messung fuer Freq.	81920.0 ...
MEAS: Freq.:	81920.0 S-Amp.: 7.000e-007 M-Amp.: 6.994e-007
Messung fuer Freq.	122880.0 ...
MEAS: Freq.:	122880.0 S-Amp.: 7.000e-007 M-Amp.: 6.995e-007
Messung fuer Freq.	163840.0 ...
MEAS: Freq.:	163840.0 S-Amp.: 7.000e-007 M-Amp.: 6.995e-007
Messung fuer Freq.	245760.0 ...
MEAS: Freq.:	245760.0 S-Amp.: 7.000e-007 M-Amp.: 6.996e-007
Messung fuer Freq.	327680.0 ...
MEAS: Freq.:	327680.0 S-Amp.: 7.000e-007 M-Amp.: 6.995e-007
Messung fuer Freq.	491520.0 ...
MEAS: Freq.:	491520.0 S-Amp.: 7.000e-007 M-Amp.: 7.016e-007
Messung fuer Freq.	655360.0 ...
MEAS: Freq.:	655360.0 S-Amp.: 7.000e-007 M-Amp.: 7.112e-007
Messung fuer Freq.	983040.0 ...
MEAS: Freq.:	983040.0 S-Amp.: 7.000e-007 M-Amp.: 6.991e-007

Description:

MEAS: Freq. = Hertz
S-Amp. = Should be amplitude
M-Amp. = Measurement amplitude
S-Amp & M-Amp = Tesla

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.3: PLIEGO Hoja 91 de 169

DOCUMENTO 3: PLIEGO DE CONDICIONES

1	OBJETO	93
2	DEFINICIONES	93
3	NORMATIVA APLICABLE	93
4	DESCRIPCIÓN GENERAL	94
4.1	GENERALIDADES	94
5	ALCANCE DEL SUMNISTRO	95
5.1	ALCANCE DE LOS TRABAJOS.....	95
5.2	ORGANIGRAMA GENERAL DE LA OBRA	95
5.3	REQUISITOS MÍNIMOS DE CUALIFICACIÓN DEL PERSONAL DE OBRA.....	96
6	ACEPTACIÓN DEL PROYECTO DE DETALLE	97
7	OBRA CIVIL Y ARQUITECTURA	97
7.1	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS QUE HAN DE SATISFACER LOS MATERIALES	97
7.1.1	<i>Rellenos en explanación general</i>	97
7.1.2	<i>Subbases granulares</i>	98
7.1.3	<i>Rellenos localizados</i>	98
7.1.4	<i>Relleno de material granular</i>	98
7.1.5	<i>Cementos</i>	98
7.1.6	<i>Agua para morteros y hormigones</i>	98
7.1.7	<i>Áridos para morteros y hormigones</i>	98
7.1.8	<i>Madera</i>	98
7.1.9	<i>Hierros y aceros laminados</i>	99
7.1.10	<i>Acero en redondos para armaduras</i>	99
7.1.11	<i>Ladrillos</i>	99
7.1.12	<i>Yesos</i>	99
7.1.13	<i>Tubos de hormigón vibrado</i>	99
7.1.14	<i>Bovedillas cerámicas</i>	99
7.1.15	<i>Viguetas prefabricadas</i>	100
7.1.16	<i>Carpintería de madera</i>	100
7.1.17	<i>Fábrica de bloques de hormigón</i>	100
7.1.18	<i>Cerrajería</i>	101
7.1.19	<i>Vidriería</i>	101
7.1.20	<i>Pavimentos</i>	101
7.1.21	<i>Pinturas</i>	102
7.1.22	<i>Ventilación</i>	103
7.1.23	<i>Lámina impermeable para cubiertas</i>	103
7.1.24	<i>Canales de cables prefabricados</i>	104
7.1.25	<i>Tuberías de PEHD</i>	104
7.1.26	<i>Tuberías de PVC</i>	105
7.1.27	<i>Equipos y materiales eléctricos</i>	106
7.1.28	<i>Otros materiales</i>	107
7.2	CONDICIONES QUE DEBEN CUMPLIRSE EN LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS	107
7.2.1	<i>Replanteo</i>	107
7.2.2	<i>Desbroces y limpieza del terreno</i>	107
7.2.3	<i>Excavaciones a cielo abierto</i>	107
7.2.4	<i>Excavación de la explanación y préstamos</i>	108
7.2.5	<i>Rellenos en explanación general</i>	108
7.2.6	<i>Escarificación y compactación</i>	109
7.2.7	<i>Capas granulares</i>	109

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.3: PLIEGO Hoja 92 de 169

7.2.8	Excavación y rellenos en zanjas y cimientos.....	109
7.2.9	Características de los hormigones.....	109
7.2.10	Fabricación del hormigón.....	109
7.2.11	Encofrados.....	110
7.2.12	Fábricas de hormigón en masa.....	111
7.2.13	Fábricas de hormigón armado.....	111
7.2.14	Hormigonado.....	112
7.2.15	Cunetas.....	114
7.2.16	Estructuras metálicas.....	114
7.2.17	Fábricas de ladrillo.....	116
7.2.18	Forjados.....	116
7.2.19	Guarnecidos.....	117
7.2.20	Enlucidos y enfoscados.....	117
7.2.21	Carpintería de madera.....	117
7.2.22	Cerrajería.....	118
7.2.23	Vidriería.....	118
7.2.24	Pavimentos.....	118
7.2.25	Pinturas.....	118
7.2.26	Sistemas de puesta a tierra.....	119
7.2.27	Alumbrado y fuerza en edificios.....	119
7.2.28	Materiales y/o unidades de obra que no contempla expresamente este pliego.....	119
7.2.29	Limpieza de obras.....	119
7.3	PRUEBAS Y ENSAYOS.....	119
7.4	NORMATIVA APLICABLE.....	120
7.5	INFORMACIÓN A ENTREGAR POR EL SUMNISTRADOR.....	120
7.6	REGISTROS DE CALIDAD.....	120
7.7	GARANTÍAS.....	120
8	MONTAJE ELECTROMECAÁNICO.....	120
8.1	DESCRIPCIÓN DEL SUMNISTRO.....	120
8.2	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS, MECÁNICAS Y CONSTRUCTIVAS.....	121
8.2.1	Generalidades.....	121
8.2.2	Implantación de obra.....	123
8.2.3	Estructura metálica.....	123
8.2.4	Aparellaje y equipos.....	123
8.2.5	Embarrados.....	124
8.2.6	Sistemas de puesta a tierra.....	124
8.2.7	Tendido y conexionado de cables.....	125
8.2.8	Contraincendios.....	126
8.2.9	Antiintrusismo.....	127
8.2.10	Residuos.....	128
8.2.11	Luminarias.....	128
8.3	PRUEBAS Y ENSAYOS.....	129
9	PUESTA EN MARCHA Y SERVICIO.....	129
9.1	SECUENCIA A SEGUIR ANTES DE LA PUESTA EN MARCHA.....	130
9.1.1	Verificaciones previas a la energización en A.T.....	130
9.1.2	Verificaciones previas a la energización en armarios y circuitos.....	130
9.2	SECUENCIA A SEGUIR PARA LA P.E.M. CIRCUITO CONTROL Y PROTECCIÓN....	131
10	INFORMACIÓN A ENTREGAR POR EL CONTRATISTA.....	131
10.1	DOCUMENTACIÓN AS-BUILT.....	131
10.2	REGISTROS DE CALIDAD.....	132
10.3	GARANTÍAS.....	132

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.3: PLIEGO Hoja 93 de 169

1 **OBJETO**

El presente Pliego tiene por objeto la ordenación de las condiciones técnicas que han de regir en la ejecución, desarrollo, control y recepción de la ejecución de la obra civil y montaje de la Subestación.

2 **DEFINICIONES**

Concursante: firma que, estando legalmente capacitada y aceptando las condiciones del presente concurso y demás disposiciones vigentes, haya presentado la documentación necesaria para licitar en el mismo.

Adjudicatario: licitador cuya oferta sea definitivamente aceptada por E-DISTRIBUCION Redes Digitales (en adelante *e-distribución*).

Obra: designará el lugar donde se construirá la ampliación o modificación.

Gestor: persona que designará *e-distribución* como su representante, a fin de actuar con las facultades que se determinan en este documento.

Director Técnico: persona que designará el Adjudicatario, como su representante, a fin de actuar con las facultades que se determinan en este documento.

Suministro: conjunto de suministros y servicios ofertados por el concursante para la realización del proyecto, suministro de materiales, montaje, pruebas, puesta en marcha y puesta en servicio de todas las instalaciones de la subestación

Oferta: documentación presentada por el concursante de acuerdo con lo exigido en los distintos Pliegos de Condiciones.

3 **NORMATIVA APLICABLE**

A continuación se relacionan las normas y reglamentos que serán de aplicación en las distintas facetas para la realización del "Suministro" sin menoscabo de aquellas otras de obligado cumplimiento dictadas por la Administración:

- R.D. 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.
- R.D.842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.
- Normas UNE y CEI.
- Normas CENELEC, Comité Europeo para la Normalización.
- Especificaciones particulares E-DISTRIBUCIÓN Redes Digitales.
- Normas vigentes del Ministerio de Fomento que tengan aplicación.
- Prescripciones de seguridad de UNESA.
- Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales y los Reglamentos que la desarrollan.
- R.D. 614/2001 sobre Riesgo Eléctrico
- Ley de Carreteras del Ministerio de Fomento.
- Legislación Medio Ambiental (Residuos Industriales, Jardinería, Ruidos, Aceites, Estudio Impacto Ambiental e Integración en el entorno, etc.)
- Legislación Municipal y Urbanística.

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.3: PLIEGO Hoja 94 de 169

- Instrucción de hormigón estructural (EHE-08)
- Código Técnico de la Edificación
- R.D. 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.
- R.D. 1751/1998, de 31 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITE) y se crea la Comisión Asesora para las Instalaciones Térmicas de los Edificios.
- R.D. 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- R.D. 1890/2008, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus Instrucciones técnicas complementarias EA-01 a EA-07.

La edición de las Normas y Reglamentos aplicables al Contrato, será la vigente en la fecha del mismo. En caso de discrepancia entre las Normas o Reglamentos y esta Especificación, prevalecerá el criterio más restrictivo.

El Contratista cumplirá fielmente todas las indicaciones que respecto a la ejecución del montaje señale el Director de Obra durante el transcurso de la misma.

El contratista limpiará la zona de la obra y sus inmediaciones de residuos y materiales que no sean necesarios, adoptará las medidas y ejecutará los trabajos que sean necesarios para que las obras ofrezcan un buen aspecto.

4 DESCRIPCIÓN GENERAL

Requisitos y Condiciones del proyecto, suministro y montaje de las instalaciones.

4.1 GENERALIDADES

El Adjudicatario, en caso necesario, adaptará el proyecto tipo a las necesidades de cada caso, en sus aspectos de obra civil, estructuras, montaje, instalaciones, control, telecontrol, protectivo, etc. de la/s subestación/es que formará/n parte del concurso, y se encargará del suministro, transporte, carga y descarga de los materiales, y de la construcción de la obra civil, estructuras y soportes metálicos, contemplando igualmente el montaje de todos los equipos que intervienen en las instalaciones, a excepción de los equipos de MT, que serán montados por el fabricante.

Formará también parte del suministro las instalaciones de todo tipo que sean necesarias, tales como las de alumbrado, fuerza, insonorización, aislamiento, red de tierras superior e inferior, contra-intrusismo, contra-incendios, etc, así como la construcción e instalación de todos los armarios eléctricos, como por ejemplo cuadros de control, servicios auxiliares, contaje, protecciones, alumbrado, comunicaciones, etc. a excepción de los correspondientes al aparellaje de AT facilitado por los propios fabricantes.

Igualmente será competencia del Adjudicatario la Puesta en Marcha y Puesta en Servicio de la totalidad de las instalaciones, así como la garantía del Suministro, hasta la recepción definitiva.

El adjudicatario facilitará la asistencia técnica a los necesarios servicios de mantenimiento durante el período de garantía.

El adjudicatario adaptará el proyecto tipo para incluir los elementos necesarios para el funcionamiento y control de las instalaciones de la subestación.

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.3: PLIEGO Hoja 95 de 169

El Suministro deberá satisfacer la mejor y moderna práctica corriente en ingeniería mecánica, eléctrica, instrumentación y control, comunicaciones, fluidos, medioambiente, anti-intrusismo, seguridad y salud, etc.

Se emplearán materiales de primera calidad de las marcas de prestigio tanto nacionales como extranjeras.

Las instalaciones deberán reunir las condiciones máximas de seguridad en cuanto a incendios, inundaciones, distancias reglamentarias, tensiones de paso y contacto en caso de defectos a tierra, etc...

Se dispondrán todos los dispositivos de protección necesarios respetando íntegramente las normativas legales vigentes, que serán de obligado cumplimiento.

5 ALCANCE DEL SUMNISTRO

5.1 ALCANCE DE LOS TRABAJOS

El alcance de los trabajos a realizar consistirá en:

1. Aceptación del proyecto de detalle entregado por *e-distribución*.
2. Durante el desarrollo de la obra, indicación de los cambios realizados en la proyecto de detalle. Estas indicaciones se entregarán al final de la obra para que el servicio de Ingeniería pueda realizar la documentación As-built de la instalación.
3. Suministro de materiales no estratégicos.
4. Ejecución de la obra Civil.
5. Suministro, transporte y montaje de la Estructura Metálica.
6. Ejecución del montaje electromecánico.
7. Control, protección y telecontrol.
8. Pruebas y puesta en marcha.
9. Dirección de obra.

En definitiva, la construcción y realización de todas las actividades relacionadas con la puesta en explotación de la subestación/es motivo de la licitación.

e-distribución suministrará los equipos estratégicos que podrán ser montados por el propio fabricante o por el Contratista a petición de *e-distribución*.

5.2 ORGANIGRAMA GENERAL DE LA OBRA

- a) En el proceso de diseño y construcción de SSEE podrán participar tres servicios distintos:
 - A. Ingeniería.
 - B. Construcción y montaje.
 - C. Control de Calidad, Seguimiento y Activación, Seguridad y Salud, y Seguimiento certificaciones contratistas.

En principio un mismo contratista puede conjuntamente asumir los servicios A y B o A y C.

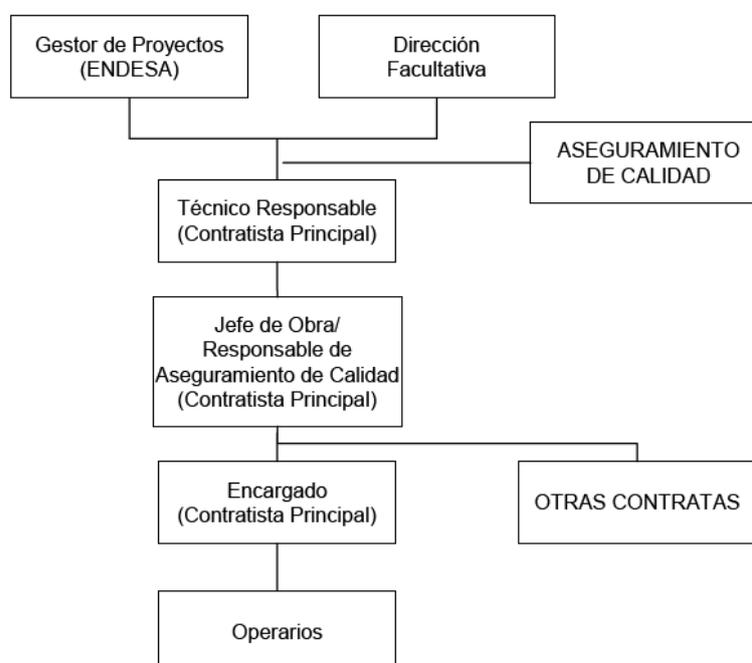
En todos los casos los contratistas del grupo B deben tener su propio sistema de aseguramiento de calidad.

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.3: PLIEGO Hoja 96 de 169

La Dirección Facultativa será la entidad responsable de la obra, con las atribuciones definidas por la legislación, normativa y reglamentación vigentes, siendo la representante de *e-distribución* ante la Administración y otros entes en materias relativas a la obra.

La jefatura de la obra debe ser asumida por un técnico de la contrata principal que cumpla los requisitos mínimos de cualificación indicados en el apartado 5.3. Esta jefatura de obra puede ser asumida por el Técnico Responsable de la contrata principal. La jefatura de obra lleva asociada las funciones del Responsable de Aseguramiento de Calidad, aunque si se considera oportuno, estas funciones puede asumirlas una persona distinta al Jefe de Obra (esta circunstancia debe indicarse en el organigrama de la obra).

- b) La contrata principal debe adjuntar al PAC un organigrama de la obra que muestre las dependencias jerárquicas dentro de la misma. A continuación se incluye un organigrama tipo que puede usarse como modelo para el desarrollo del organigrama específico de la obra.



- c) En el PAC, junto a este organigrama se deben indicar los nombres y apellidos de las personas que ocupan los distintos puestos y su teléfono de contacto.

La Dirección Facultativa de la obra será nombrada por *e-distribución* y se identificará en el PAC.

5.3 REQUISITOS MÍNIMOS DE CUALIFICACIÓN DEL PERSONAL DE OBRA

- a) Los requisitos mínimos de cualificación para los diferentes puestos identificados en el organigrama son los siguientes:

(Nota. Los requisitos de experiencia laboral son complementarios a los de formación, es decir hay que cumplir los requisitos de formación y los de experiencia laboral de cada puesto).

Técnico Responsable de la Obra

Formación: Titulado en alguna carrera técnica (preferiblemente en Ingeniería Técnica Industrial o en un grado de ingeniería). Nivel Básico de Prevención de Riesgos Laborales (50 horas).

Experiencia Laboral: 1 año como técnico redactor de proyectos eléctricos.

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.3: PLIEGO Hoja 97 de 169

Jefe de Obra

Formación: Titulado en alguna carrera técnica (preferiblemente en Ingeniería Técnica Industrial o en un grado de ingeniería. Nivel Básico de Prevención de Riesgos Laborales (50 horas).

Experiencia Laboral: 1 año como técnico redactor de proyectos eléctricos o como jefe de obras de tipo eléctrico.

Responsable de Aseguramiento de Calidad

Formación: Titulado en alguna carrera técnica (preferiblemente en Ingeniería Técnica Industrial o en un grado de ingeniería.

Experiencia Laboral: 1 año de experiencia en gestión de Sistemas de Calidad, o de Planes de Aseguramiento de Calidad en obras.

Encargado

Formación: Graduado Escolar. Nivel Básico de Prevención de Riesgos Laborales (50 horas).

Experiencia Laboral: 3 años de experiencia en obras de tipo eléctrico como encargado u oficial de 1ª.

- b) El Responsable de Aseguramiento de Calidad de la obra debe disponer de copia de los registros de formación y experiencia laboral que demuestren el cumplimiento de cada persona con los requisitos del puesto que ocupa. Estos registros estarán a disposición del Gestor de Proyectos.

6 ACEPTACIÓN DEL PROYECTO DE DETALLE

Tras la recepción del proyecto de detalle, es obligación del contratista revisar y notificar los problemas que puedan detectarse, y realizar las modificaciones indicadas por *e-distribución*.

La aceptación del proyecto implica necesariamente que el Contratista ejecutará los trabajos de manera tal que resulten enteros, completos y adecuados a su fin, en la forma que se infiere de la documentación contractual, aunque en esta documentación no se mencionen todos los detalles necesarios al efecto.

El Contratista tendrá a su cargo la provisión, transporte y colocación en obra de todos los materiales no estratégicos, como así también de la mano de obra y todo personal necesario para la realización correcta y completa de la obra contratada y para el mantenimiento de los servicios necesarios para la ejecución de las obras, el almacenamiento del material sobrante de las excavaciones, rellenos y cualquier otra provisión, trabajo o servicio detallados en la documentación contractual o que sin estar expresamente indicado en la misma, sea necesario para que las obras queden total y correctamente terminadas, de acuerdo a su fin y a las reglas del arte de construir.

7 OBRA CIVIL Y ARQUITECTURA

7.1 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS QUE HAN DE SATISFACER LOS MATERIALES

7.1.1 Rellenos en explanación general

Los materiales a emplear en la formación de rellenos cumplirán con lo prescrito en el ART. 330 "Terraplenes", del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG 3), del Ministerio de Fomento; en lo sucesivo: P.P.T.G.

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.3: PLIEGO Hoja 98 de 169

7.1.2 Subbases granulares

Los materiales a emplear en subbases deberán cumplir lo prescrito en el Art. 510 "Zahorras", según corresponda, del P.P.T.G.

7.1.3 Rellenos localizados

Los materiales a emplear se obtendrán de las excavaciones realizadas en la obra o de préstamos, estarán exentos de áridos mayores de diez centímetros (10 cm), si no se indica en los planos otra cosa, su cernido por el tamiz 0,080 UNE será inferior al 35% en peso, su límite líquido será inferior al 40% ($LL < 40$), el índice C.B.R, será superior a 5, el hinchamiento medido en dicho ensayo será inferior al 2% y se compactarán hasta conseguir una densidad \geq al 100% del Proctor normal en la coronación (últimos 60 cm) y \geq al 95% en el resto.

7.1.4 Relleno de material granular

Los materiales a emplear serán áridos naturales o procedentes del machaqueo y trituración de piedra de cantera o grava natural, exentos de arcilla, margas y otros materiales extraños.

7.1.5 Cementos

En la obra se empleará el cemento Portland artificial que resulte más adecuado de acuerdo con las recomendaciones generales para la utilización de cementos (Instrucción EHE), siempre que sea necesario se utilizará cemento sulforresistente (SR).

El cemento se sujetará en todo a la vigente Instrucción para la Recepción de Cementos (RC-16) e Instrucción de Hormigón Estructural EHE.

7.1.6 Agua para morteros y hormigones

Como norma general podrán utilizarse, tanto para el amasado como para el curado de morteros y hormigones todas aquellas que hayan sido sancionadas como aceptables por la práctica, es decir, que no hayan producido eflorescencias, agrietamientos o perturbaciones en el fraguado y endurecimiento de hormigones similares.

7.1.7 Áridos para morteros y hormigones

Los áridos para la confección de morteros y hormigones cumplirán las condiciones que señala la vigente Instrucción de Hormigón Estructural EHE.

Antes de dar comienzo a las obras, por el Director de Obra se fijará, a la vista de la granulometría de los áridos, la proporción y tamaños de los mismos a mezclar para conseguir la curva granulométrica más conveniente para el hormigón, adoptando como mínimo una clasificación de tres tamaños de áridos.

Así mismo se fijará el tamaño máximo de árido a emplear para cada tipo de obra.

7.1.8 Madera

Cualquiera que sea de su procedencia, la madera que se emplee en encofrados, deberá reunir las condiciones siguientes:

- a) Estará desprovista de vetas o irregularidades en sus fibras.
- b) En el momento de su empleo, estará seca.

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.3: PLIEGO Hoja 99 de 169

c) No se podrá emplear madera cortada fuera de la época de paralización de la savia.

7.1.9 Hierros y aceros laminados

Los aceros laminados, piezas perfiladas y palastros, deberán ser de grano fino y homogéneo, sin presentar grietas o señales que puedan comprometer su resistencia, estará bien calibrado cualquiera que sea su perfil y los extremos escuadrados y sin rebabas.

Los aceros laminados cumplirán con todo lo preceptuado en el Código Técnico de la Edificación DB-SE-A.

7.1.10 Acero en redondos para armaduras

Tanto la superficie como la parte interior de las barras y varillas para armar el hormigón, deberán estar exentas de toda clase de defectos, como grietas, oquedades y pelos.

Las barras y varillas deben ser rectas, de sección circular bien dibujada y de las dimensiones que se fijan en los planos.

Todo el acero para armaduras cumplirá las condiciones que señala la vigente Instrucción de Hormigón Estructural EHE.

7.1.11 Ladrillos

El ladrillo que se emplee habrá de ser duro, compacto y homogéneo, de sonido claro y fractura concoidea. Estará limpio de tierras y sustancias extrañas, bien moldeado y cocido y sin vitrificaciones en su masa, no conteniendo tampoco ni grietas ni oquedades. Las dimensiones serán generalmente las usadas en la localidad y su forma la paralelepédica perfecta.

Tanto los ladrillos como las fábricas construidas con ellos, cumplirán con lo preceptuado el Código Técnico de la Edificación DB-SE-F.

7.1.12 Yesos

Se ajustará a las condiciones fijadas para el yeso según UNE-EN 13.279-1:2009 “Yesos de construcción y conglomerantes a base de yeso para la construcción”.

7.1.13 Tubos de hormigón vibrado

Serán de espesor uniforme, estancos, sin grietas ni roturas y de superficie interior lisa.

Las uniones se harán por el sistema de enchufe y cordón con junta tórica de estanqueidad.

7.1.14 Bovedillas cerámicas

Deberán ser homogéneas, de grano fino y uniforme, de textura compacta.

Deberán carecer de manchas, eflorescencias, grietas, coqueras y materias extrañas, que puedan disminuir su resistencia y duración. Darán sonido campanil al ser golpeadas con un martillo y serán inalterables al agua.

Deberán tener suficiente adherencia a los morteros.

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.3: PLIEGO Hoja 100 de 169

7.1.15 Viguetas prefabricadas

Cualquier tipo de vigueta o placa alveolar utilizada ha de ser de fabricante de solvencia, tener la correspondiente licencia de uso aprobada por el Ministerio de Fomento y deberá ser aprobada, previamente a su colocación, por el Director de Obra.

Deberá preverse que la sobrecarga de servicio no sea inferior a cuatrocientos Kilogramos por metro cuadrado (400 Kg/m²) salvo que en los planos se indique otra cosa.

Las viguetas y placas alveolares serán de hormigón pretensado, admitiéndose viguetas de perfil completo y semi-viguetas.

7.1.16 Carpintería de madera

La madera deberá estar bien seca y cepillada. El trillaje de las puertas, cercos, molduras, contracercos, etc. Serán de pino de primera calidad.

Las hojas serán lisas, del tamaño indicado en los planos, y de cuarenta y cinco milímetros (45 mm) de grueso.

El contrachapado será encolado y prensado al armazón y no se permitirá el uso de clavos.

Serán construidas a escuadra, planas y sin alabeos. Serán colgadas en sus marcos de madera y que no rocen en ningún punto al abrirlas.

La carpintería para pintar será de pino de primera calidad, maciza de tablero aglomerado cubierta por ambas caras con chapa de madera de pino Valsain, Soria, Flandes (2ª) o similar, llevará una capa de protección, incolora, y dos manos de pintura al óleo.

La carpintería para barnizar será de madera de primera calidad, maciza de tablero aglomerado cubierta por ambas caras de chapa de madera de Guinea (Embero, Ababay, Sapelly, etc.) llevará una capa de protección y dos manos de barniz.

Tanto los herrajes de colgar como de seguridad, que deberán ser aprobados por el Ingeniero Encargado, los instalará el Contratista, quien inspeccionará y ajustará cada uno y todos los herrajes antes de la recepción de la unidad.

Todas las cerraduras podrán amaestrarse.

7.1.17 Fábrica de bloques de hormigón

Los bloques de hormigón para las fábricas de cara vista, deberán ser perfectamente paralelepípedicos, las aristas y esquinas no presentarán roturas o desportillamientos, la textura o dibujo de las caras vistas estarán de acuerdo con lo indicado en los planos; se realizará con árido de machaqueo obtenido de mármol blanco y cemento blanco, al que podrá añadirse el colorante que proceda.

La gama de fabricación deberá contar con piezas accesorias para zunchos, semibloques, etc., se colocarán en hiladas perfectamente horizontales, el mortero de agarre estará formado por arena de río y cemento en la proporción 3:1.

Cualquier corte que sea necesario, deberá ser realizado con máquina radial de disco de carborundum o diamante. Durante el enfoscado de aleros y revoco de piñones o pintado de ambos, se protegerá con plásticos al objeto de no manchar los paramentos.

En las fábricas de bloques de cara no vista, se admitirán, en un porcentaje reducido, ligeros desportillamientos, que serán fijados discrecionalmente por el Director de Obra.

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.3: PLIEGO Hoja 101 de 169

7.1.18 Cerrajería

La carpintería metálica de puertas estará formada por perfiles de acero galvanizado y chapas de acero galvanizadas. Las chapas exteriores grecadas de $e=0,7$ mm y las interiores lisas de $e=2$ mm.

Los herrajes de colgar y seguridad deberán ser de primera calidad y disposición adecuada. Deberán presentarse para su aprobación por el Director de Obra, los modelos de herrajes que hayan de ser utilizados.

En ventanas la carpintería será metálica de chapa de acero galvanizado o aluminio resistente.

Todas las ventanas serán del tipo practicable de corredera.

Cuando sea necesaria la instalación de rejas, estas serán fijas y estarán formadas por barras de acero galvanizado F1120, como mínimo, y cumplir lo prescrito en la norma UNE 108-142-88.

7.1.19 Vidriería

Los vidrios deberán resistir la acción de los agentes atmosféricos sin experimentar variación alguna, careciendo de manchas, burbujas, grietas o cualquier otro defecto.

Serán completamente planos y transparentes y de espesor uniforme, debiendo estar perfectamente cortados, presentando bordes rectos sin ondulación de ninguna clase.

En caso de ser requerido vidrio laminar, éste estará constituido por dos o más hojas de vidrio estirado o de luna, íntimamente unidas por una película o solución plástica incolora o coloreada. Será resistente al impacto de piedras (tipo Stapid o similar).

7.1.20 Pavimentos

Las baldosas de terrazo estarán formadas por dos capas superpuestas. La capa base será de mortero ordinario y la capa superior o huella será de terrazo propiamente dicho de 40 x40 cm, color claro, cuyo árido será trozos de mármol de grano medio.

La capa exterior deberá tener un espesor superior al cuarenta por ciento (40%) del grueso total de las baldosas que no será inferior a tres centímetros (3cm).

Las piezas deberán estar perfectamente canteadas y escuadradas. Antes de ser colocadas deberán haber sufrido un desbastado y tener un tiempo de curado superior a dos (2) meses. El pulido definitivo se efectuará una vez realizado el solado.

En el momento de ser colocadas no presentarán desportillamientos, manchas, grietas u otros defectos, presentando las aristas vivas siendo las tolerancias admitidas en las dimensiones de los lados más o menos medio milímetro (0,5 mm).

Los rodapiés de igual calidad y de la misma forma de fabricación que las baldosas que formen el pavimento al cual acompañan, terminarán de forma que la superficie vista debe volver sobre el borde superior, serán biselados, rebajados de espesor, y tendrán una altura de 80 mm aproximadamente.

Los pavimentos de baldosa de gres estarán formados por dos capas superpuestas. La capa base será de mortero M-40 sobre cama de arena limpia y la capa superior será de baldosa de gres de 15 a 20 mm de espesor.

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.3: PLIEGO Hoja 102 de 169

7.1.21 Pinturas

Las pinturas deberán ser de primera calidad con colores fijos inalterables y con tiempo de secado inferior a doce (12) horas. Solamente se utilizarán pinturas que puedan ser utilizadas directamente al ser desensasadas, sin tener que añadir ninguna clase de disolvente, pigmento, fijador, etc.

Todas las pinturas utilizadas han de ser de marca garantizada aprobadas, previamente a su aplicación, por el Director de Obra. El pigmento para la pintura de la primera mano de las estructuras metálicas deberá estar constituido por minio de plomo electrolito o imprimación antioxidante.

Las pinturas a utilizar serán las que se describen a continuación:

Planta Baja

- Techo sala Cabinas:
 - Previo sellado de las juntas de las placas , RAL 9010
- Techo Cuadro de Mando
 - Placas para falso techo de 120x60 para integración de luminarias (no precisan ser pintadas).
- Paredes
 - RAL 1015
- Estructura de hormigón prefabricado (jácenas y pilares)
 - RAL 8011

Planta Sótano

- Techo
 - RAL 7038
- Paredes
 - RAL 7038
- Estructura de hormigón prefabricado (jácenas y pilares)
 - RAL 8011
- Solera
 - Aplicación de pintura anti polvo de color a determinar por la D.T.

Elementos Comunes

- Puertas metálicas: Previa imprimación de minio
 - Interior hoja de salida de emergencia (provista de barra antipático), RAL 3000
 - Interior hoja normal, RAL 8011
 - Exterior, toda la puerta RAL 8011 (este color de puerta, es para edificios cuyos revestimientos exteriores, tienen la tonalidad beige claro, bien sean lisos o con árido).
- Ventanas: Marcos metálicos
 - RAL 8011 (este color de los marcos de ventanas, es para edificios cuyos revestimientos exteriores, tienen la tonalidad beige claro, bien sean lisos o con árido).
- Barandillas
 - RAL 8011

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.3: PLIEGO Hoja 103 de 169

7.1.22 Ventilación

La sala de cuadros de control, protecciones y telecontrol deberá disponer de una instalación de aire acondicionado.

En el edificio estándar de control se instalarán dos bombas de calor tipo split en la sala principal. Dichos equipos tendrán una potencia calorífica de 3.000 frigorías cada uno.

La instalación de aire acondicionado diseñada podrá funcionar en las modalidades de frío o calor.

El sistema de aire acondicionado proporcionará en el interior de la instalación las siguientes temperaturas:

En verano, entre 22 y 28 °C.

En invierno, entre 18 y 24 °C.

La humedad relativa en el interior del edificio durante todo el año deberá mantenerse entre el 30 y 65%.

El nivel de ruido de la maquinaria no sobrepasará los niveles exigidos por la "Norma de Seguridad e Higiene en el Trabajo".

La ventilación de la sala de celdas de Media Tensión se realizará de manera natural, mediante unas rejillas que permitirán la entrada y salida de aire de forma natural. Estas rejillas estarán situadas en fachadas opuestas, para facilitar la circulación del aire en el interior, y podrán instalarse ventiladores para facilitar la renovación de aire.

7.1.23 Lámina impermeable para cubiertas

La capa impermeable de la cubierta, será una lámina de PVC armada de al menos doce décimas de milímetro (1,2 mm) de espesor. Deberán emplearse hojas de mayor tamaño posible, a fin de minimizar el número de soldaduras, que se realizarán siguiendo estrictamente las indicaciones del fabricante. Los puntos delicados de la impermeabilización, como calderetas, canalones, etc., no se taparán hasta que el Director de Obra de su autorización.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

- Resistencia al calor: Podrá resistir eventualmente temperaturas del orden de 150 °C
- Resistencia dinámica al frío: -15 °C
- Resistencia estática al frío: -20°C
- Resistencia a los agentes químicos: Resistirá prácticamente todos los agresivos químicos, exceptuando algunas cetonas aromáticas
- Resistencia a la abrasión después de 1.700 fricciones de abrasamiento: Menos de 0,05 gr/10 cm² de superficie
- Resistencia al punzonamiento con carga permanente: 1,2 kg/ mm²
- Resistencia al desgarro: 65 Nw
- Resistencia al fuego: Autoextinguible
- Impermeabilidad: Absoluta
- Resistencia a la tracción: 170 kg/ cm²
- Resistencia a la tracción tras 5 ciclos de envejecimiento artificial acelerado: 165 kg/cm²
- Alargamiento: 220%

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.3: PLIEGO Hoja 104 de 169

- Alargamiento tras 5 ciclos de envejecimiento acelerado: 250%
- Dureza Shore A: 83 grados
- Resistencia a la dobladura después de 200.000 ciclos: Inalterada
- Resistencia a tracción de solape soldado: Romperá fuera de la zona soldada

La lámina cumplirá con la norma UNE 13956 titulada “Láminas flexibles para impermeabilización. Láminas plásticas y de caucho para impermeabilización de cubiertas. Definiciones y características”.

La lámina llevará protección pesada consistente en cinco centímetros (5 cm) de gravilla rodada. Entre la gravilla y la lámina de PVC se intercalará una capa de fieltro geotextil de 100 g/m² como protección mecánica.

Será obligatorio el empleo de calzado adecuado (sin clavos ni partes duras) para colocar la lámina o acceder a la cubierta, mientras aquella no esté totalmente protegida.

7.1.24 Canales de cables prefabricados

Los canales de cables prefabricados serán de hormigón armado, excepto en aquellas partes singulares (encuentros, derivaciones, etc.), que se realizarán de hormigón armado “in situ” una vez que los canales prefabricados se encuentren colocados.

Se realizarán con moldes metálicos de rigidez adecuada a los esfuerzos que han de soportar (tanto los estáticos del hormigón, como los de vibrado y manejo de las piezas).

Los elementos prefabricados se colocarán sobre camas perfectamente enrasadas y que no impidan el paso del agua al sistema de drenaje. En principio se prohíbe su almacenamiento en obra; y su descarga, que a la vez será colocación, se realizará con brazo mecánico de potencia adecuada.

El transporte de la fábrica a la obra se realizará disponiendo separadores de madera adecuados para evitar desportillamientos.

La superficie de los elementos prefabricados será plana, compacta y exenta de coqueas. Al objeto de reducir el tiempo de permanencia en molde se autoriza el empleo de cemento de alta resistencia inicial (no aluminoso).

7.1.25 Tuberías de PEHD

El material empleado se obtendrá mediante un proceso de polimerización del etileno a presiones relativamente bajas (1-200 atm.), con catalizador alquilmetálico (catálisis de Ziegler-Natta) o un óxido metálico sobre sílice o alúmina (procesos Phillips y Standard Oil).

El polietileno de alta densidad se producirá normalmente con un peso molecular que se encuentra en el rango entre 200.000 y 500.000, con un bajo nivel de ramificaciones, por lo cual su densidad será alta (0.941 g/cm³ aprox.) así como las fuerzas intermoleculares.

Estas características confieren al producto final, en tubería, una excelente resistencia térmica, química y mecánica, buena opacidad, flexibilidad, y tenacidad, y además de presentar una procesabilidad excelente el PE-AD es impermeable, inerte al contenido (baja reactividad) y no tóxico.

Las características físicas del material de polietileno de alta densidad en tuberías serán las siguientes:

- Densidad: 0.94 – 0.97 (g/cm³)
- Grado de cristalinidad: 60 – 90 (%)

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.3: PLIEGO Hoja 105 de 169

- Propiedades ópticas: Debido a su alta densidad es opaco.
- Resistencia Química: Excelente frente a ácidos, bases y alcoholes.
- Temperatura de transición vítrea: Tiene 2 valores, a -30 °C y a -80 °C
- Rango de temperaturas de trabajo: Desde -100 °C hasta +120 °C
- Temperatura de fusión: 130 °C hasta 135 °C
- Temperatura de reblandecimiento 140 °C
- Estabilidad Térmica: En ausencia completa de oxígeno, el polietileno es estable hasta 290 °C. Entre 290 y 350 °C, se descompone y da polímeros de peso molecular más bajo, que son normalmente termoplásticos o ceras, pero se produce poco etileno. A temperaturas superiores a 350 °C, se producen productos gaseosos en cantidad creciente, siendo el producto principal el butileno.
- Coeficiente de expansión lineal: $2 \cdot 10^{-4} \text{ K}^{-1}$
- Viscosidad: Índice de fluidez menor de 1g/10min, a 190 °C y 16kg de tensión
- Módulo elástico E: 1000 N/mm²
- Esfuerzo de ruptura: 20-30 N/mm²
- Elongación a ruptura: 12 %
- Flexibilidad: Comparativamente, es más flexible que el polipropileno
- Propiedades Eléctricas: Conductividad eléctrica pequeña, baja permisividad, un factor de potencia bajo (9,15) y una resistencia dieléctrica elevada.

Los tubos de PE-AD se fabricarán en instalaciones especialmente preparadas con todos los dispositivos necesarios para obtener una producción sistematizada y con un laboratorio necesario para comprobar por muestreo al menos las condiciones de resistencia y absorción exigidas al material.

No se admitirán piezas especiales fabricadas por unión mediante soldadura o pegamento de diversos elementos.

Los tubos se marcarán exteriormente y de manera visible con los datos mínimos exigidos por la normativa vigente y con los complementarios que juzgue oportuno el fabricante.

El material de los tubos estará exento de grietas, granulaciones, burbujas o faltas de homogeneidad de cualquier tipo. Las paredes serán suficientemente opacas para impedir el crecimiento de algas o bacterias, cuando las tuberías queden expuestas a la luz solar.

Las condiciones de funcionamiento y resistencia de las juntas y uniones deberán ser justificadas con los ensayos realizados en un laboratorio oficial, y no serán inferiores a las correspondientes al propio tubo.

7.1.26 Tuberías de PVC

El material empleado se obtendrá del policloruro de vinilo técnicamente puro, es decir, aquél que no tenga plastificantes, ni una proporción superior al uno por ciento de ingredientes necesarios para su propia fabricación. El producto final, en tubería, estará constituido por policloruro de vinilo técnicamente puro en una proporción mínima del noventa y seis por ciento (96%) y colorantes estabilizadores y materiales auxiliares, siempre que su empleo sea aceptable en función de su utilización.

Las características físicas del material de policloruro de vinilo en tuberías serán las siguientes:

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.3: PLIEGO Hoja 106 de 169

- Peso específico de uno con treinta y siete a uno con cuarenta y dos (1,37 a 1,42 kg/dm³) (UNE 1183).
- Coeficiente de dilatación lineal de sesenta a ochenta (60 a 80) millonésimas de metro por metro y grado centígrado.
- Temperatura de reblandecimiento no menor de ochenta grados centígrados (80° C), siendo la carga del ensayo de un (1) Kilogramo (UNE ISO 306).
- Módulo de elasticidad a veinte grados (20° C) veintiocho mil (28.000 kg/cm²).
- Valor mínimo de la tensión máxima (s) del material a tracción quinientos (500) kg/ cm², realizando el ensayo a veinte más menos un grado centígrado (20± 1° C) y una velocidad de separación de mordazas de seis milímetros por minuto (6 mm/min) con probeta mecanizada. El alargamiento a la rotura deberá ser como mínimo el ochenta por ciento (80%) (UNE 1452).
- Absorción máxima de agua cuatro miligramos por centímetro (4mg/cm²) (UNE 1452).
- Opacidad tal que no pase más de dos décimas por ciento (0,2%) de la luz incidente (UNE 13468).

Los tubos de PVC se fabricarán en instalaciones especialmente preparadas con todos los dispositivos necesarios para obtener una producción sistematizada y con un laboratorio necesario para comprobar por muestreo al menos las condiciones de resistencia y absorción exigidas al material.

No se admitirán piezas especiales fabricadas por unión mediante soldadura o pegamento de diversos elementos.

Los tubos se marcarán exteriormente y de manera visible con los datos mínimos exigidos por la normativa vigente y con los complementarios que juzgue oportuno el fabricante.

El material de los tubos estará exento de grietas, granulaciones, burbujas o faltas de homogeneidad de cualquier tipo. Las paredes serán suficientemente opacas para impedir el crecimiento de algas o bacterias, cuando las tuberías queden expuestas a la luz solar.

Las condiciones de funcionamiento y resistencia de las juntas y uniones deberán ser justificadas con los ensayos realizados en un laboratorio oficial, y no serán inferiores a las correspondientes al propio tubo.

7.1.27 Equipos y materiales eléctricos

Todos los equipos y materiales serán de primera calidad, fabricados por una firma de reconocida garantía y responderán a las características especificadas en el Documento de Mediciones. Todos los materiales deberán ser aprobados, previamente, por la Dirección de Obra.

Las luminarias para lámparas de descarga estarán equipadas con equipos auxiliares de alto factor de potencia.

Los mecanismos serán de tipo basculante, cerrados, con base de melanina o material similar. Tanto los mecanismos como las bases de toma de corriente irán alojados en cajas, que serán de tipo hermético en intemperie o locales húmedos.

Los conductores serán de cobre electrolítico con doble capa de aislamiento y cumplirán las normas UNE aplicables.

Los tubos de PVC serán de tipo rígido, reforzado, para instalaciones eléctricas, con uniones roscadas y de acuerdo con lo especificado en el Documento de Mediciones.

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.3: PLIEGO Hoja 107 de 169

Las cajas de derivación y conexiones serán de PVC, provistas de conos o racores para el paso de tubos e irán equipadas con bornas de tipo tornillo para conexión de los cables.

7.1.28 Otros materiales

Los demás materiales que sin especificarse en el presente pliego hayan de ser empleados en obra, serán de primera calidad y no podrán utilizarse sin antes haber sido reconocidos por el Director de Obra, que podrá rechazarlos si no reuniesen, a su juicio, las condiciones exigibles para conseguir debidamente el objeto que motiva su empleo.

7.2 CONDICIONES QUE DEBEN CUMPLIRSE EN LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

7.2.1 Replanteo

El replanteo de las obras se efectuará dejando sobre el terreno señales o referencias, que tengan suficientes garantías de permanencia para que, durante la construcción, pueda fijarse con relación a ellas la situación en planta o altura de cualquier elemento o parte de las obras.

Se tendrá especial cuidado en comprobar "a priori" que la parte más alta del alero o cubierta de los edificios cumple con las distancias de seguridad, rectificándose en caso necesario las elevaciones que figuran en los planos. En caso de que sea preciso modificar alguna elevación, debe comunicarse Director de Obra.

7.2.2 Desbroces y limpieza del terreno

Consiste en extraer y retirar de las zonas asignadas, todos los árboles, plantas, tocones, maleza, maderas, escombros, basuras, broza o cualquier otro material de desecho o no apto como material.

Las operaciones de desbroce y limpieza se efectuaran con las precauciones necesarias, para evitar daños a las construcciones afectadas. Los árboles a derribar caerán hacia el centro de la zona objeto de la limpieza.

El arranque de material se realizará con la ayuda de pala o retroexcavadora, vertido sobre camión basculante y llevado hasta lugar de acopio (si lo hubiera) o a vertedero autorizado.

A medida que se vaya excavando, se irá inspeccionando el material resultante, para dictaminar visualmente cuando se ha retirado la capa vegetal, lo cual se cumplirá cuando el contenido de materia orgánica sea inferior al 10%, así como para conocer la profundidad de la misma.

Los tocones con raíces grandes, se retirarán hasta una profundidad de por lo menos un metro por debajo del nivel de explanación final, excepto donde el relleno vaya a tener una altura mayor de un metro. En este caso los tocones se retirarán una profundidad de por lo menos 150 cm.

Todos los huecos causados por la extracción de tocones y raíces, se rellenarán con material análogo al existente, compactándose hasta que su superficie se ajuste a las cotas del proyecto.

7.2.3 Excavaciones a cielo abierto

Las excavaciones a cielo abierto se efectuarán de acuerdo con los planos y hasta la profundidad indicada por el Director de Obra, a la vista de la naturaleza y clase de terreno encontrado.

El arranque de material se realizará con maquinaria adecuada para cada caso (retroexcavadora, pala cargadora, etc), vertido en camión basculante y se desplazará hasta vertedero autorizado o lugar de acopio, según se estime.

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.3: PLIEGO Hoja 108 de 169

Se adoptarán todas las medidas necesarias para evitar la entrada de agua, manteniendo libre de la misma la zona de excavación, colocándose, ataguías, drenajes, protecciones, cunetas, canaletas y conductos de desagüe que sean necesarios.

Si se tuvieran que realizar entibaciones y/o apuntalamientos, estos cumplirán las siguientes condiciones:

- Será realizada por encofradores u operarios de suficiente experiencia como entibadores, dirigidos por un encargado con conocimientos sobre dicho tema.
- Se realizará un replanteo general de la entibación, fijando puntos y niveles de referencia.
- En terrenos buenos, con tierras cohesionadas, se sostendrán los taludes verticales hasta una altura entre 60 y 80 cm., colocándose una vez alcanzada esta profundidad una entibación horizontal compuesta por tablas horizontales, sostenidas por tablones verticales, apuntalados por maderas u otros elementos.
- En terrenos buenos con profundidades de más de 1,80 m., con escaso riesgo de derrumbe, se colocarán tablas verticales de 2,00 m., quedando sujeto por tablas horizontales y codales de madera u otro material.
- Si los terrenos son de relleno, o tienen una dudosa cohesión, se entibaran verticalmente a medida que se procede a la excavación de tierras.
- Se protegerá la entibación frente a filtraciones y acciones de erosión por parte de las aguas de escorrentía.

Se regularizará y compactará el fondo de excavación, para evitar las ondulaciones del mismo y obtener un mejor asiento del material a terraplenar.

Los fondos se comprobarán mediante la realización de densidades in situ, según lo establecido en el plan de ensayos, y se limpiarán de todo material suelto o flojo, así mismo serán rellenadas las grietas y hendiduras.

La separación entre el tajo de la máquina y la entibación, no podrá ser mayor de vez y media la profundidad de la zanja en ese punto.

7.2.4 Excavación de la explanación y préstamos

La ejecución se realizará de acuerdo con lo prescrito en el Art. 320 "Excavación de la explanación y préstamos" del P.P.T.G. del Ministerio de Fomento.

7.2.5 Rellenos en explanación general

Los materiales de relleno, salvo si se indica lo contrario, procederán de las excavaciones y serán aprobados por la dirección de obra, que podrá ordenar la colocación de materiales de préstamo si aquellos resultasen inadecuados.

Cuando el relleno se asiente sobre un terreno con presencia de aguas superficiales o subterráneas, se desviarán las primeras y se captarán y conducirán las segundas, antes de comenzar la ejecución.

Esta se llevará a cabo por tongadas de material con características homogéneas, las cuales no superan los 20 cm. y en las que se rechazarán los terrones que superen el 40% del espesor de la tongada. Una vez extendida, cada tongada, se procederá a su humectación si es necesario, de forma que el grado de humedad sea uniforme. En los casos especiales en que la humedad natural del material sea excesiva, se procederá a su desecación, bien por oreo o por mezcla de materiales secos o sustancias apropiadas.

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.3: PLIEGO Hoja 109 de 169

El relleno de los trasdoses de los muros se realizará cuando éstos tengan la resistencia requerida y no antes de los 21 días, si es de hormigón.

La ejecución de las obras se realizará según lo dispuesto en el Art.330 "Terraplenes" del P.P.T.G.

7.2.6 Escarificación y compactación

El grado de compactación de cualquiera de las tongadas será como mínimo igual al mayor que posea el terreno y los materiales adyacentes situados en el mismo nivel.

La densidad que se alcance no será inferior a la máxima obtenida en el ensayo Próctor normal. (UNE 103500:1994).

Cuando se utilicen, para compactar, rodillos vibrantes, deberán darse al final unas pasadas sin aplicar vibración, para corregir las perturbaciones superficiales que hubiese podido causar aquellas.

No se realizará nunca la compactación cuando existan heladas o esté lloviendo.

Se evitará el tráfico de vehículos y máquinas sobre tongadas compactadas y en todo caso se evitará que las rodadas se concentren en los mismos puntos de la superficie dejando huella.

La ejecución de estos trabajos se realizará según lo dispuesto en el Art. 302 "Escarificación y compactación" del P.P.T.G.

7.2.7 Capas granulares

La ejecución de las obras, tolerancia de la superficie y limitaciones de la ejecución de esta unidad de obra, se realizarán de acuerdo con lo especificado en el Art.510 "Zahorras" del P.P.T.G.

7.2.8 Excavación y rellenos en zanjas y cimientos

La excavación de zanjas y cimientos, se ajustará a lo prescrito en el Art. 321 "Excavación en zanjas y pozos", del P.P.T.G.

7.2.9 Características de los hormigones

El hormigón a emplear será el indicado en planos. Cumplirá lo especificado en la vigente Instrucción de Hormigón Estructural EHE.

7.2.10 Fabricación del hormigón

El hormigón se hará a ser posible con máquina, pudiendo el Contratista realizarlo en el tajo o transportarlo desde estaciones centralizadas, siempre que el tiempo que transcurra desde el amasado a la puesta en obra sea inferior al cincuenta por ciento (50%) del tiempo necesario para iniciarse el fraguado. Queda totalmente prohibido añadir agua a las cubas de hormigón fabricado en central.

Los vibradores cuyo empleo es obligatorio siempre, serán suficientemente revolucionados y enérgicos para que actúen en toda la tongada del hormigón que se vibre. Se someterá el sistema de vibrado a la aprobación del Director de Obra.

A la salida de las hormigoneras se tomarán muestras, cuando lo disponga el Director de Obra, con las que se confeccionarán probetas cúbicas de veinte centímetros (20 cm) de lado que han de dar cargas de rotura a los veintiocho(28) días que no sean inferiores a las que se indican en los planos.

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.3: PLIEGO Hoja 110 de 169

El hormigón cumplirá las condiciones que señala la vigente normativa para el proyecto y ejecución de las obras de Hormigón EHE.

7.2.11 Encofrados

Estos son sistemas utilizados como moldes para verter hormigón y dar forma al elemento resultante hasta su endurecimiento. Dada la función que realizan su resistencia y estanqueidad debe estar contrastada a fin de no provocar deformaciones que inutilizarían el elemento resultante.

Estos deberán cumplir con los siguientes requisitos:

- Se prohíbe el aluminio en contacto con el hormigón.
- Se humedecerán para que no absorban agua del hormigón depositado.
- Las paredes estarán limpias y no impedirán la libre retracción del hormigón.
- Deberán permitir el correcto emplazamiento de armaduras y tendones.
- Deberán poderse retirar sin provocar sacudidas ni daños en el hormigón
- Los productos de desencofrado han de ser expresamente autorizados.
- En elementos de más de 6 m. se recomiendan disposiciones que produzcan una contraflecha en la pieza hormigonada.

Los encofrados deberán resistir las acciones que se desarrollen durante la operación de vertido y vibrado, así como tener la rigidez necesaria para evitar deformaciones, según las siguientes tolerancias:

Espesor (m)	Tolerancia (mm)
≤ 0,10	2
0,11 ÷ 0,20	3
0,21 ÷ 0,40	4
0,41 ÷ 0,60	6
0,61 ÷ 1,00	8
≥ 1,00	10

El montaje se realizará según un orden determinado, dependiendo de la pieza, de la pieza a hormigonar: si es un muro, primero se coloca una cara, después la armadura y, por último, la otra cara; en el caso de pilares, primero la armadura y después el encofrado, y si es en vigas, primero el encofrado y a continuación la armadura.

Se vigilará la correcta colocación de todos los elementos antes de hormigonar, así como la limpieza y humedecido de las superficies

El vertido del hormigón se realizará a la menor altura posible

Antes de colocar las armaduras se aplicarán los desencofrantes.

No se dejarán elementos separadores o tirantes en el hormigón después de desencofrar, sobre todo en ambientes agresivos.

No se procederá al desencofrado hasta transcurrido un mínimo de 7 días para los soportes y 3 días para los demás casos y siempre con la aprobación de la dirección facultativa

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.3: PLIEGO Hoja 111 de 169

Los encofrados en general serán preferentemente de madera o metálicos con rigidez suficiente para que no sufran deformaciones con el vibrado del hormigón ni dejen escapar morteros por las juntas. No se procederá a la retirada de encofrados antes del tiempo que fije el Director de Obra, como mínimo el contratista se atenderá a lo estipulado en el artículo 75 de la EHE.

7.2.12 Fábricas de hormigón en masa

Las superficies sobre las que haya de ser vertido el hormigón estarán limpias y humedecidas, pero sin agua sobrante. Antes de reanudar el trabajo, después de una interrupción admitida por el Director de Obra se limpiarán perfectamente las superficies y se procederá como se indica en la vigente norma EHE Artículo 71.

7.2.13 Fábricas de hormigón armado

Las altas prestaciones del hormigón, se deben a sus características para soportar grandes esfuerzos a compresión, por el contrario no soportan esfuerzos de tracción, hecho por el cual existen los hormigones armados, estos consisten básicamente en la inclusión, dentro del hormigón en masa, de barras de acero con características geométricas particulares y adaptadas para obtener una alta adherencia con el hormigón.

Los encofrados que hayan de emplearse en las obras de hormigón armado tendrán en cada caso las formas y dimensiones precisas, además de la solidez necesaria para soportar, sin deformación sensible, no sólo el peso y la presión del hormigón que hayan de contener, sino también el de la fábrica que haya de ir elevándose encima.

Los encofrados de todos los elementos se alinearán con gran cuidado y tendrán la forma geométrica que le corresponda sin alabeos ni deformaciones.

Las armaduras pasivas estarán exentas de pintura, grasa o cualquiera otra sustancia que afecte negativamente al acero o a su adherencia al hormigón.

La sujeción podrá realizarse por soldadura cuando esta se elabore en taller con instalación industrial fija, con acero soldable y por personal y procedimiento debidamente cualificados.

Para la sujeción de los estribos, es preferible el simple atado, pero se acepta la soldadura por puntos, siempre que se realice antes que la armadura esté colocada en los encofrados.

Los separadores se colocarán de la siguiente forma:

- En elementos superficiales horizontales (losas, forjados y zapatas):
 - Emparrillado inferior, cada 50 diámetros o 100 cm.
 - Emparrillado superior, cada 50 diámetros o 50 cm.
- En muros:
 - Por emparrillado, cada 50 diámetros o 50 cm.
 - Separación entre emparrillados, cada 100 cm.
- En vigas: Cada 100 cm.
- En soportes: Cada 100 diámetros o 200 cm.

Estos no podrán estar constituidos por material de desecho, sino que serán elaborados ex profeso para esta función.

El doblado de armaduras se realizará, en general, en frío y no se admite el enderezamiento de codos.

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.3: PLIEGO Hoja 112 de 169

El enderezamiento de esperas, se podrá hacer, si se cuenta con experiencia y no se producen fisuras ni grietas en la zona afectada. No debe doblarse un número elevado de barras en una misma sección.

Los diámetros de los mandriles para el doblado de las armaduras, son los siguientes:

- Para ganchos, patillas y ganchos en U:
 - Diámetro de la barra < 20 mm.
 - B 400 S y B 500 S - diámetro 4.
 - Diámetro de la barra > 20 mm.
 - B 400 S y B 500 S - diámetro 7.
- Para barras dobladas y barras curvadas:
 - Diámetro de la barra < 20 mm.
 - B 400 S - diámetro 10.
 - B 500 S - diámetro 12.
 - Diámetro de la barra > 20 mm.
 - B 400 S - diámetro 12.
 - B 500 S - diámetro 14.

Las barras para el armado tendrán la calidad y el diámetro indicado en los planos del Proyecto. El Director de Obra determinará en cada caso la forma y dimensiones a dar a las uniones de las barras, así como instrucciones referentes a la manera de ejecutarse dichos enlaces.

7.2.14 Hormigonado

El hormigón es un producto formado de diferentes componentes a saber; agua cemento, áridos y aditivos. Aunque su función principal es la resistencia a compresión (en la que intervienen los tres primeros) también es necesario tener en cuenta otras variables relativas a las condiciones de vertido y/o ambientales.

Por todo ello, el proyecto debe definir los tipos de hormigones permitidos en cada elemento constructivo y la dirección facultativa definirá, en función de las condiciones de la obra, aquellas características adicionales a cumplir por el suministrador del mismo.

a) Condiciones generales de ejecución.

Salvo indicación en contra en el Pliego de Condiciones del Proyecto, se cumplirán los siguientes aspectos:

- El hormigonado deberá ser autorizado por la Dirección de Obra.
- Los modos de compactación recomendados serán:
 - Vibrado enérgico – para hormigones de consistencia SECA.
 - Vibrado normal – para consistencias PLASTICA y BLANDA
 - Picado con barra – para consistencia FLUIDA.
- Sea cual sea el modo de compactación, se evitará la segregación de los diferentes componentes del hormigón.
- Las juntas de hormigonado se situarán en dirección normal a las tensiones de compresión.

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.3: PLIEGO Hoja 113 de 169

- Cuando se emplee vibrador de superficie, el espesor de la tongada no será mayor de 20 cm.
- No se hormigonará sobre las juntas de hormigonado sin la aprobación de la Dirección de Obra ni sin su previa limpieza.

Cuando esta actividad se desarrolle en TIEMPO FRIO:

- La temperatura del hormigón antes del vertido no será menor de 5° C, ni se verterá sobre encofrados o armaduras a temperatura inferior a 0° C.
- Se suspenderá el hormigonado siempre que se prevea que la temperatura ambiente bajará de 0° C en las 48 horas siguientes.
- El empleo de aditivos anticongelantes, precisará la autorización expresa de la Dirección de Obra.
- Se demolerá toda la fábrica en que se compruebe que el mortero se encuentra deteriorado a consecuencia de las heladas. En cualquier caso el Contratista cumplirá lo especificado en el artículo 72 de EHE.

Cuando esta actividad se desarrolle en TIEMPO CALUROSO:

- Se evitará la evaporación del agua de amasado.
- Una vez vertido el hormigón se protegerá del sol.
- Se suspenderá el hormigonado cuando la temperatura sea mayor de 40° C o haya viento excesivo.
- El Contratista cumplirá siempre lo prescrito en el artículo 73 de EHE.

El hormigonado se continuará una vez que el director de Obra o representante suyo, haya comprobado que el hormigón anteriormente colocado no haya sufrido daño alguno o, en su caso, después de la demolición de la zona dañada.

En cualquier caso, no se permitirán interrupciones en el hormigonado de cimentaciones importantes, tales como cimentación del auto- trafo, cimentación de pórticos de amarre, etc.

b) Condiciones de curado del hormigón

Tras el vertido el hormigón, este comienza a endurecerse hasta conseguir unos valores de resistencia nominales a los 28 días. Durante dicho periodo, el proceso producido, provoca un alto desprendimiento de calor y por consiguiente una rápida evaporación del agua contenida.

Para equilibrar el contenido de agua se somete al proceso de curado consistente básicamente en el lavado o riego de su superficie durante un periodo no inferior a los 3 días y con las siguientes condiciones:

- Durante el fraguado y primer período de endurecimiento, deberá asegurarse un curado intensivo (riego intenso).
- Se podrá efectuar por riego directo sin que se produzca deslavado.
- El agua empleada cumplirá con el artículo 27° de la EHE, aunque en general, podrán emplearse todas las aguas sancionadas como aceptables por la práctica.
- Como alternativa, se podrán utilizar protecciones que garanticen la retención de la humedad inicial y no aporten sustancias nocivas.

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.3: PLIEGO Hoja 114 de 169

- Se deberán tener presente las condiciones ambientales para que la humedad relativa no sea inferior al 80%.

7.2.15 Cunetas

La ejecución de cunetas se hará de conformidad con los planos del proyecto. La excavación se ejecutará según lo dispuesto en el Art. "Excavación y relleno de zanjas y cimientos" del presente pliego.

7.2.16 Estructuras metálicas

Las estructuras están formadas por elementos metálicos, de formas variadas, que unidas entre sí forman un conjunto resistente que lo hace adecuado a diferentes usos, de acuerdo con las características y condiciones de funcionamiento del componente que soportan.

A continuación se describen los diferentes pasos que conforman la prefabricación y el montaje de tales elementos.

Requisitos previos

Con anterioridad al inicio de los trabajos se habrán cumplido los siguientes requisitos:

- Replanteo topográfico.- Se verificará las existencia y características de los apoyos (cantidad, alineaciones y nivelaciones, pernos embebidos, etc.) que posteriormente van a servir de sustentación de las diferentes estructuras a instalar.
- Control dimensional.- Se verificarán que los pernos de las placas base coinciden en distancias y dimensiones a los taladros de las estructuras correspondientes.

Condiciones de los materiales

Estos se ajustarán a los indicados en proyecto, debiendo ser aprobados específicamente en caso de alteración.

Las características mecánicas y químicas deben ser documentadas mediante certificado, debiendo poderse identificar esta, en todas las etapas de la fabricación y el montaje.

La identificación puede basarse en registros documentados para lotes de productos signados a un proceso común de producción, debiendo, cada componente tener una marca indeleble que no produzca daño y resulte visible tras finalizar la instalación.

Los elementos estructurales deben manipularse y almacenarse de forma segura, evitando que se produzcan deformaciones permanentes. Cada componente debe protegerse de posibles daños en los puntos de sujeción para manipulación y se almacenarán apilados sobre el terreno pero sin contacto con él.

Prefabricación de estructuras

a) Corte.- Este se realizará por medio de sierra o cizalla. El corte térmico (oxicorte) solo se utilizará previa aprobación y siempre que este no produzca irregularidades y se hayan eliminado los restos de escoria producida.

Los ángulos entrantes y entallas tendrán un acabado redondeado, con un radio mínimo de 5 mm.

Los cortes deberán realizarse normales a los perfiles a no ser que se indique lo contrario. Los bordes deberán quedar perfectamente planos y sin rebaba ni bordes salientes o cortantes. En el caso de

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.3: PLIEGO Hoja 115 de 169

estructuras galvanizadas, se volverá a galvanizar la parte afectada a menos que el Director de Obra autorice otra cosa.

b) Perforado.- Los agujeros se realizarán mediante taladrado y no se permitirá el punzonado salvo aprobación explícita indicando lo contrario.

Se eliminarán las rebabas antes del ensamblaje, no siendo necesario separar las diferentes partes cuando los agujeros están taladrados en una sola operación, a través de dichas partes unidas firmemente entre sí.

c) Empalmes.- No se permitirán más empalmes que los establecidos en el proyecto.

Si la separación de las superficies de apoyo supera los valores establecidos, podrán utilizarse cuñas o forros adecuados, no debiéndose utilizar más de tres en cualquier punto y pudiéndose fijar su posición mediante soldaduras en ángulo o a tope con penetración parcial.

d) Soldeo.- La realización del soldeo se llevará a cabo en las siguientes condiciones:

- Los procesos empleados serán homologados de acuerdo a la norma UNE-EN ISO 15607: 2004 cualificados antes de la realización de los trabajos correspondientes.
- Los soldadores deben estar cualificados y certificados por un organismo acreditado de acuerdo con la norma UNE-EN ISO 9606-1:2017 y con las limitaciones que en la misma se indican.
- Los componentes a soldar deben estar correctamente colocados y fijados mediante dispositivos adecuados, así como ser accesibles para el soldador.

Se comprobará que las dimensiones finales están dentro de las tolerancias.

Los dispositivos provisionales para el montaje, deben ser fáciles de retirar sin dañar la pieza. Las soldaduras que se utilicen deben ejecutarse siguiendo las especificaciones generales y, si se cortan al final del proceso, la superficie del metal base debe alisarse por amolado.

e) Uniones atornilladas.- Este tipo de unión se realizará, cuando esté indicada en proyecto y de acuerdo con los siguientes requisitos:

- La espiga del tornillo debe salir de la rosca de la tuerca después del apriete y entre la superficie de apoyo de la tuerca y la parte no roscada de la espiga, además de la salida de rosca, debe haber, al menos, un filete de rosca completo.
- Cuando la unión disponga tornillos en vertical, la tuerca se situará por debajo de la cabeza del tornillo.
- Para asegurar las tuercas, no serán precisas medidas adicionales al apriete normal, ni se deben soldar, salvo indicación en contra en el proyecto.

f) Tratamientos de protección.- Todas las estructuras, salvo indicación en contra, serán tratadas mediante galvanizado en caliente de acuerdo con UNE-EN ISO 1461:2010, para lo que dispondrán de un procedimiento específico y debidamente aprobado.

El espesor medio de galvanizado, medido por método magnético, no será inferior a 70 μm , no debiendo observarse ningún valor puntual inferior a 50 μm .

Montaje de estructuras

El montaje se iniciará con la nivelación de las placas base de los diferentes elementos estructurales.

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.3: PLIEGO Hoja 116 de 169

Para este trabajo se utilizará un camión-grúa o similar, mediante la cual se estrobará la cabeza del elemento hasta la posición de apoyo, teniendo en cuenta la orientación de la misma.

Una vez fijado el elemento con tuercas al anclaje soltaremos el estrobado, comprobando la alineación y nivelación de la estructura y procediendo posteriormente al apriete definitivo del anclaje de la misma.

Como medida de seguridad, todos los extremos de los perfiles, hasta una altura de 1,80 m., se protegerán con elementos engomados o similares.

El material deberá transportarse y manejarse con cuidado para evitar torceduras o daños.

No podrán montarse sino siete (7) días después de colocar el hormigón. En tiempo excepcionalmente frío, la decisión de montar estructura la tomará el Director de Obra.

Todas las sales corrosivas y otros materiales extraños depositados o adheridos a la estructura con anterioridad o durante el montaje de ellas, deberán ser eliminadas, no pudiendo instalarse miembros doblados, torcidos, oxidados o dañados.

7.2.17 Fábricas de ladrillo

Antes de su colocación en obra los ladrillos deberán ser saturados de humedad, aunque bien escurridos del exceso de agua con objeto de evitar el deslavamiento de los morteros. Deberá demolerse toda la fábrica en que el ladrillo no hubiese sido regado o lo hubiese sido insuficientemente a juicio del Director de Obra.

El asiento del ladrillo se efectuará por hileras horizontales, no debiendo corresponder en una misma vertical las juntas de dos hileras consecutivas.

Para colocar los ladrillos una vez limpios y humedecidas las superficies sobre las que han de descansar, se echará un mortero de doscientos cincuenta Kilogramos (250 kg) de cemento Portland por metro cúbico de arena, y en cantidad suficiente para que comprimiendo fuertemente sobre ladrillo y apretando además contra los inmediatos, queden los espesores de juntas señalados y el mortero refluya por todas partes.

Las juntas en los paramentos que hayan de enlucirse o revocarse quedarán sin rellenar a tope, para facilitar la adherencia del enlucido que completará el relleno y producirá la impermeabilización de la fábrica de ladrillo.

7.2.18 Forjados

Los elementos integrantes serán suministrados por un fabricante de reconocida solvencia y que cuente con las preceptivas autorizaciones de uso, ajustándose las sobrecargas estrictamente a las empleadas en Proyecto.

Antes de su colocación en obra deberán someterse a las comprobaciones que a continuación se indican:

Se rechazarán aquellos elementos cuyas dimensiones transversales difieran de las previstas en más de cinco milímetros (5 mm) por exceso y dos milímetros (2 mm) por defecto. Igualmente se rechazarán cuando la longitud difiera de la solicitada en más de más / menos dos centímetros (2 cm). Asimismo serán desechadas aquellas piezas que presenten rebabas en algún borde, coqueras de más de un centímetro (1 cm) de dimensión máxima, aristas desportilladas, caras deterioradas, armadura visible en algún trozo, señales y fisuras.

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.3: PLIEGO Hoja 117 de 169

7.2.19 Guarnecidos

La pasta de yeso se utilizará inmediatamente después de su amasado, sin posterior adición de agua, siempre se guarnecerá con yeso vivo.

Antes de comenzar los trabajos, se limpiará y humedecerá la superficie que se va a revestir.

No se realizará el guarnecido, cuando la temperatura ambiente en el lugar de utilización de la pasta sea inferior a cinco grados centígrados (5° C).

En las aristas verticales de esquina se colocarán guardavivos. En los rincones, esquinas y guarniciones de huecos se dispondrán maestras verticales formadas por bandas de yeso.

La distancia horizontal entre maestras de un mismo paño no será superior a tres metros (3 m).

Las caras vistas de las maestras de un paño estarán contenidas en un mismo plano vertical. A continuación se extenderá la pasta entre maestras, apretándola contra la superficie, hasta enrasar con ellas.

La superficie resultante será plana, vertical y estará exenta de coqueras.

7.2.20 Enlucidos y enfoscados

El espesor mínimo para enlucidos será de milímetro y medio (1,5 mm), mientras que para los enfoscados será de veinte milímetros (20 mm) como mínimo.

Sobre ladrillo y mampostería se ejecutarán embebiendo previamente de agua la superficie de la fábrica. Los enfoscados sobre hormigones se ejecutarán, si es posible, cuando éstos se encuentren frescos todavía, rascando previamente la superficie para obtener una buena adherencia.

Los enfoscados con mortero de cemento se realizarán con mortero de doscientos cincuenta kilogramos (250 kg.) de cemento por cada metro cúbico de arena en interiores y de trescientos kilogramos (300 kg.) en exteriores.

Los enfoscados se mantendrán húmedos por medio de riegos muy frecuentes durante el tiempo necesario, para que no sea de temer la formación de grietas por desecación.

Se levantará, picará y rehará todo enfoscado que presente grietas, o que por el sonido que produzca al ser golpeado o por cualquier otro indicio, haga sospechar que está parcialmente desprendido del paramento de la fábrica.

7.2.21 Carpintería de madera

Se ajustará a las dimensiones definidas en los planos.

Los largueros de la puerta de paso llevarán quicios con entrega de cinco centímetros (5 cm) para anclaje en el pavimento.

Los contracerros vendrán de taller montados, con las uniones ensambladas y con los orificios para el posterior atornillado en obra de las patillas de anclaje. La separación entre ellas será no mayor de cincuenta centímetros (50 cm) y de los extremos de los largueros a veinte centímetros (20 cm), debiendo ser de acero protegido contra la oxidación.

Los cercos llegarán a obra con riostras y rastreles para mantener la escuadra y con una protección para su conservación durante el almacenamiento y puesta en obra.

En las hojas y cercos se realizarán las entalladuras necesarias para la colocación de los herrajes. La hoja quedará nivelada y aplomada mediante cuñas.

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.3: PLIEGO Hoja 118 de 169

El cerco se fijará al contracerco mediante tornillos, utilizándose cuñas de madera o tiras de tablero contrachapado para su ajuste.

Los tapajuntas se fijarán con juntas de cabeza perdida botadas y emplastecidas. Los encuentros se realizarán a inglete.

7.2.22 Cerrajería

Se ejecutarán con los perfiles indicados en los planos. Todas las uniones se realizarán a inglete o en ángulo recto, según proceda, utilizando herrajes al efecto.

Los cercos de puerta se fijarán a precercos metálicos anclados en la fábrica vista.

7.2.23 Vidriería

Los vidrios de toda clase de ventanas, puertas o bastidores diversos serán del tipo indicado en los planos y se montarán ajustándolos cuidadosamente al hueco en que hayan de encajar.

La fijación se llevará a cabo en la forma y con el material que se indica en los planos correspondientes.

La silicona de sujeción del cristal, se aplicará con pistola, rellenando perfectamente el ángulo entre cristal y bastidor a cuarenta y cinco (45) grados con la superficie, evitándose cualquier rebaba.

7.2.24 Pavimentos

El mortero de agarre deberá extenderse sobre la superficie de la capa de nivelación, formando un lecho lo suficientemente denso para soportar el peso de las baldosas sin fluirse por las juntas. Terminada la colocación de baldosas se verterá en las juntas una pasta de igual coloración y calidad que las que forma la baldosa. Una vez seca esta pasta y nunca antes de los ocho (8) días de haberla extendido, se procederá al pulido y abrillantado del pavimento mediante máquina, dejándolo totalmente liso y brillante.

El solado deberá formar una superficie totalmente plana y horizontal con perfecta alineación de las juntas.

Se impedirá el paso por los solados hasta pasados cuatro (4) días de su ejecución.

Si fuera indispensable transitar sobre ellos, se tomaran las medidas precisas para evitar perjudicarlos, disponiendo tableros de paso sobre ellos.

7.2.25 Pinturas

Todas las superficies sobre las que se ha de aplicar la pintura, deberán estar limpias de polvo, grasa, yeso, etc. y perfectamente secas. Las superficies de madera después de limpias serán lijadas, emplastecidas, y lijadas de nuevo para igualar la superficie. Las superficies metálicas quedarán perfectamente lijadas o tratadas a chorro de arena, según se indique en los planos de Proyecto.

El trabajo de pintura no se hará durante tiempo de extrema humedad. Cada mano deberá dejarse secar por lo menos veinticuatro (24) horas antes de aplicarse la siguiente.

Todo terminado será uniforme en cuanto a color y lustre.

Toda superficie metálica deberá estar protegida con dos manos de minio.

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.3: PLIEGO Hoja 119 de 169

7.2.26 Sistemas de puesta a tierra

Todas las soldaduras de la red de tierra enterrada serán de tipo aluminotérmico y se realizarán de acuerdo con las instrucciones de los fabricantes especializados. Las soldaduras entre pletinas serán de tipo aluminotérmico u oxiacetilénico.

En ningún caso se admitirán soldaduras con coqueas, fisuras, derrames o cualquier otro fallo.

Para la realización de las soldaduras aluminotérmicas se emplearán moldes que se secarán antes de obtener la primera soldadura con ellos, y después se conservarán en un lugar seco. El secado se realizará por llama, o encendido en ellos de un cartucho sin efectuar soldadura.

Los moldes se usarán un número de veces que no sobrepase el 80 % del máximo recomendado por el fabricante, y siempre que no hayan sufrido daños en su geometría.

Antes de efectuar las soldaduras se limpiarán cuidadosamente los conductores a unir, con lima o cepillo de acero.

Aquellos conductores que hubieran sido tratados con aceite o grasas deberán desengrasarse previamente con un desengrasante adecuado.

Los conductores mojados deben secarse preferentemente con alcohol o soplete, teniendo en cuenta que la humedad puede producir soldaduras porosas, que serían rechazadas.

La conexión de pletina o de cable de Cu en derivación en T, en ángulo de 90°, en cruz o en empalme recto, mediante soldadura, incluirá el suministro de equipos o moldes adecuados, cartuchos, corte, limpieza de superficies de contacto, preparación de la pletina o del cable, precalentado del molde previo a la iniciación de las soldaduras y, en general, la realización de todas las operaciones necesarias para la ejecución de la conexión.

7.2.27 Alumbrado y fuerza en edificios

Se seguirán las indicaciones de los fabricantes de los equipos a instalar y el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y disposiciones complementarias.

7.2.28 Materiales y/o unidades de obra que no contempla expresamente este pliego

Los materiales y/o unidades de obra no contemplados de manera expresa en este Pliego, deberán atenderse (en los diferentes apartados de construcción, control y valoración), a lo preceptuado en la Normas Tecnológicas de la Edificación (NTE) del Ministerio de Fomento.

7.2.29 Limpieza de obras

El contratista limpiará las obras y sus inmediaciones de escombros y materiales, haciendo desaparecer las instalaciones provisionales que no sean necesarias, adoptando las medidas y ejecutando los trabajos necesarios para que las obras ofrezcan un buen aspecto.

7.3 PRUEBAS Y ENSAYOS

Los ensayos, análisis y pruebas que deban realizarse para comprobar si los materiales que han de emplearse en las obras reúnen las condiciones fijadas en el presente pliego, se verificarán por el Director de Obra, o bien si éste lo considera conveniente, por el laboratorio que estime adecuado.

La Propiedad se reserva el derecho de inspeccionar las obras e instalaciones mientras se realizan los trabajos.

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.3: PLIEGO Hoja 120 de 169

El hecho de que La Propiedad o sus Representantes hayan realizado inspecciones o testificado pruebas o no hayan rechazado cualquier parte de la obra no eximirá al Contratista la responsabilidad de realizar los trabajos de acuerdo con los requisitos del contrato.

7.4 NORMATIVA APLICABLE

Conforme a lo dispuesto en el Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción, al amparo de la Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, se incluirá en el proyecto, el Estudio de Seguridad y Salud correspondiente para su ejecución.

Todas las instalaciones eléctricas cumplirán las Normas UNE, las Recomendaciones de la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI) y el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

El Contratista cumplirá fielmente todas las indicaciones que respecto a la ejecución de las obras, dimensiones, etc. señale el Director de Obra durante el transcurso de las mismas.

7.5 INFORMACIÓN A ENTREGAR POR EL SUMINISTRADOR

Una vez terminado las obras y cuando así se especifique en el alcance, el director de obra facilitará una colección completa de los planos del proyecto sobre las que se indicarán las variaciones efectuadas durante las obras. Dichas colecciones serán “plano de obra ejecutada”.

7.6 REGISTROS DE CALIDAD

Las obras estarán sujetas a un programa de control de calidad de acuerdo con las Condiciones de Inspección correspondientes, definidas por *e-distribución*.

7.7 GARANTÍAS

El Contratista garantizará todo su trabajo y suministros realizados contra cualquier clase de fallo o deterioro, por un período definido en las condiciones del contrato desde la fecha de puesta en servicio de las mismas.

8 MONTAJE ELECTROMECAÁNICO

8.1 DESCRIPCIÓN DEL SUMNISTRO

Este Capítulo cubre, según el caso, los trabajos de suministro, transporte, carga o descarga en obra, desmontaje, montaje, instalación y pruebas, de los materiales y equipos que se indican.

El aumento o disminución en el alcance del trabajo no afectará a los precios unitarios.

A efectos de la realización de los trabajos de montaje, el Contratista suministrará:

- Todos los materiales necesarios que no sean proporcionados por *e-distribución*, según figure en el documento de Mediciones que acompañe a los planos constructivos.
- Toda la mano de obra directa e indirecta para la ejecución del trabajo.
- Toda la maquinaria y medios auxiliares para la completa ejecución del trabajo.
- Cualquier otro elemento adicional que fuese necesario para la ejecución total del trabajo, no incluido específicamente en las Mediciones.
- También se realizarán todos los trabajos, aparte de los indicados, que sean necesarios para la terminación del trabajo, según los planos constructivos.

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.3: PLIEGO Hoja 121 de 169

En el alcance del montaje se incluyen:

- En materiales suministrados por el contratista, el transporte, descarga, almacenamiento, desembalaje, instalación en su posición definitiva y pruebas.
- En materiales suministrados por *e-distribución*, la descarga, almacenamiento, control, desembalaje, instalación en su posición definitiva y pruebas.
- En este Capítulo se incluyen los siguientes trabajos en el Parque y edificios auxiliares:
 - Implantación en obra.
 - Montaje de la estructura metálica.
 - Montaje de aparellaje.
 - Montaje de embarrados y conexiones entre aparatos.
 - Puesta a tierra de aparellaje y estructura metálica.
 - Instalación de los sistemas de detección de incendios y antiintrusismo en edificio de mando.
 - Montaje de cuadros y bastidores de control, protección y servicios auxiliares.
 - Instalación de las comunicaciones por telefonía y fibra óptica.
 - Montaje de instalaciones de alumbrado y fuerza en el parque intemperie y edificio de mando.
 - Montaje de grupo electrógeno.
 - Montaje de autotransformadores.

En el alcance del montaje no se incluyen las preparaciones especiales de la obra civil, que serán realizadas por otros.

En el desmontaje de equipos se incluye la identificación, clasificación y traslado a la zona de almacenamiento dispuesta para este fin, dejándolos en las condiciones adecuadas para evitar su pérdida o deterioro.

El Contratista dispondrá de maquinaria, utillaje y en general de toda clase de medios auxiliares, adecuados a la realización de su función en el desmontaje o montaje. Dichos equipos estarán en buenas condiciones de funcionamiento, serán de calidad reconocida y estarán dotados de las máximas condiciones, de seguridad en cuanto a posibles accidentes.

El Contratista se responsabilizará de facilitar cualquier material, trabajo o servicio complementario, que sea razonablemente necesario para la realización del montaje y buen funcionamiento de las instalaciones, se encuentre o no indicado explícitamente en el Proyecto.

Aquellos materiales que hayan de ser empleados en obra, y no estén incluidos explícitamente en el Proyecto, serán de primera calidad y no podrán utilizarse sin haber sido aprobados por el Director de Obra, que podrá rechazarlos si no reuniesen a su juicio las condiciones exigibles para conseguir debidamente el objetivo que motiva su empleo.

8.2 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS, MECÁNICAS Y CONSTRUCTIVAS

8.2.1 Generalidades

- Los montajes de toda la instalación se efectuarán de acuerdo con las recomendaciones de fabricantes, planos de la ingeniería y siguiendo las recomendaciones de esta especificación.

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.3: PLIEGO Hoja 122 de 169

- Antes del inicio de los trabajos, el contratista examinará las condiciones en que se encuentran las instalaciones que afectan a su trabajo, indicando a la Dirección de Obra cualquier anomalía que encuentre. Las modificaciones, ajustes, etc., que se deben efectuar por la omisión de este requisito, será por cuenta del contratista.
- Si el contratista pretende utilizar los servicios de otros sub-contratistas lo deberá indicar en la oferta correspondiente de la instalación.
- El contratista asistirá a las reuniones necesarias de planificación, coordinación y preparación de trabajos con *e-distribución*, necesarias para el desarrollo del Proyecto.
- El contratista deberá facilitar a la Dirección de obra para su aprobación, toda la documentación técnica de equipos y materiales objeto de su suministro, indicando características, dimensiones, marcas, modelos, planos, etc. antes de proceder a su compra.
- El contratista se responsabilizará al finalizar las diferentes fases de montaje de proteger y limpiar adecuadamente, las diversas zonas o equipos. Asimismo diariamente deberá dejar las áreas en curso de montaje en perfecto orden de limpieza.
- En caso de que el contratista necesite efectuar taladros en estructuras o fundaciones, taladros en muros, soldaduras, etc. para la colocación de andamios, soportes provisionales y operaciones adicionales para el montaje, necesitará la previa autorización de la Dirección de Obra.
- En los trabajos de desmontaje de elementos que vayan a ser reutilizados, todo el pequeño material, tornillos, etc., que se deteriore deberá ser tenido en cuenta para su reposición y suministro por el contratista para su disponibilidad en futuras operaciones de montaje.
- Queda expresamente prohibido para la realización de ajustes de alineación, nivelación, aplanado, etc., en montaje de estructuras o equipos, la aplicación de calor o aprietes excesivos, debiendo quedar todas las uniones libres de tensiones.
- Toda la tornillería, tuercas y arandelas que se utilicen en el montaje serán de acero inoxidable, salvo indicación expresa en contra.
- En conexiones y piezas de conexión se empleará pasta conductora de características apropiadas, que deberá previamente ser aprobada por La Dirección de Obra. El apriete de las piezas de conexión se realizará con llave dinamométrica siguiendo las instrucciones del fabricante.
- Todas las superficies sobre las que haya que aplicar pintura, deberán estar limpias de polvo, grasa, yeso, etc., y perfectamente secas. Las superficies metálicas quedarán perfectamente lijadas y tratadas. Toda superficie metálica deberá estar protegida con dos manos de minio. El trabajo de pintura no se hará durante tiempo de extrema humedad. Cada mano deberá dejarse secar por lo menos veinticuatro horas antes de aplicar la siguiente. La superficie tendrá un acabado uniforme en cuanto a color y lustre.
- No se considerará recepcionado por parte de *e-distribución* ningún equipo o material suministrado por el contratista, hasta su puesta en servicio.
- Con carácter general, el contratista deberá:
 - Iniciar cualquier trabajo, que dentro del alcance del contrato encomiende la supervisión de obra de *e-distribución*.
 - Utilizar formatos para la presentación de certificaciones que previamente apruebe *e-distribución*.
 - Presentar presupuesto, para cualquier otro trabajo no incluido en el Proyecto que pueda ser requerido.

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.3: PLIEGO Hoja 123 de 169

8.2.2 Implantación de obra

- El Contratista ubicará su taller y almacén en la zona de las dependencias que le asigne la Dirección de Obra.
- El Contratista suministrará una caseta para las oficinas de Dirección de Obra debidamente equipada.
- El Contratista deberá suministrar y montar toda la red de fuerza y alumbrado provisional, con todo el equipamiento necesario para la realización de los trabajos de montaje hasta la finalización de la obra, de acuerdo con la documentación adjunta.

8.2.3 Estructura metálica

Con carácter general, se tendrá presente:

- Las tolerancias admitidas en el montaje de estructura metálica de pórticos, soportes de aparellaje y aisladores soporte, serán los siguientes:
 - Alineación ± 5 mm
 - Nivelación $\pm 2,5$ mm
 - Aplomado \pm altura/1000
- El Contratista contemplará en el coste del montaje de estructura metálica la permanencia a pie de obra, durante todo el periodo que dure el montaje de la misma, de un topógrafo con taquímetro y nivel para conseguir una perfecta alineación, nivelación y aplomado de toda la estructura metálica, estando obligado a informar inmediatamente de cualquier anomalía a la supervisión de montaje, antes de iniciarse el trabajo.

8.2.4 Aparellaje y equipos

- La nivelación de todo el aparellaje deberá hacerse sobre un mismo plano horizontal. Si fuera necesario, se emplearán suplementos metálicos, calibrados y adecuados, los cuales deberán ocupar la totalidad o la mayor parte de la superficie a corregir, una vez conseguida la nivelación correcta, los pernos se apretarán con llave dinamométrica hasta su posición definitiva, de forma que los equipos se sitúen libres de tensiones sobre los soportes o bancadas. Todos los suplementos utilizados deberán estar protegidos contra la corrosión.
- Todas las modificaciones (nuevos taladros, rasgado de los existentes, etc.) que pudiesen exigir la sujeción de aparatos, el paralelismo entre fases, etc., deberán realizarse en el soporte metálico correspondiente. Si pareciera oportuno realizarlas en la bancada del aparato, corresponderá a la Dirección de Obra la resolución a tomar.
- Una vez terminada cada fase de montaje del aparellaje, *e-distribución* realizará en los mismos, pruebas de funcionamiento que crea oportunas, especialmente en los accionamientos, sin que esto excluya al contratista de haber realizado sus comprobaciones.
- Una vez finalizado el montaje de todo el aparellaje, el Contratista procederá a la limpieza del mismo debiendo emplear trapos limpios que no dejen residuos y un disolvente adecuado, como tricloroetileno o tetracloruro de carbono.
- A las cuchillas de los seccionadores se les aplicará una capa de vaselina y posteriormente se limpiarán con trapos limpios.
- Para el montaje en la primera unidad de cada aparato de un mismo tipo, si fuese necesario, se efectuará bajo la dirección de un Supervisor del Fabricante.

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.3: PLIEGO Hoja 124 de 169

- El Contratista prestará apoyo para la puesta a punto de la aparamenta de alta tensión.

8.2.5 Embarrados

- Los cables aéreos serán de aluminio-acero o de aleación de aluminio y están de acuerdo con las normas UNE aplicables.
- Los tubos de aluminio para los embarrados principales y conexiones entre aparatos serán aleación 6063.T6, según Norma UNE aplicable.
- Para enderezar los cables se empleará un tablón con guías y elementos de madera para golpear, siendo la Dirección de Obra, quien determine cuándo el cable se encuentra en perfectas condiciones para su instalación.
- Expresamente se prohíbe arrastrar los cables, así como ponerlos en zonas de tránsito, por las deformaciones y erosiones que podrían ocasionarse en los mismos.
- La realización de curvatura de tubos, se hará mediante máquinas y procedimientos apropiados y deberán ser aprobados por la Dirección de Obra.
- En general, sólo se realizarán empalmes de tubos en los puntos que así lo marque el proyecto.
- Las soldaduras de tubo se efectuarán según el método TIG o MIG, con junta soldada en Y, empleándose como material de aportación S-AISI₅, no debiendo superarse los 30 N/mm como máximo en la sección de soldadura. El soldador será homologado y el coste de homologación será por cuenta del Contratista.
- Todos los empalmes de tubos serán inspeccionados por *e-distribución*, quien podrá exigir la repetición de aquellos que considere que no reúnen las debidas condiciones mecánicas.
- El montaje de los embarrados flexibles se realizará de acuerdo con las tablas de tendido que se proporcionará en la documentación constructiva del proyecto.

8.2.6 Sistemas de puesta a tierra

- El conductor del sistema de P.a.T. será de las características definidas en el proyecto.
- En este montaje no se contempla la instalación de la malla enterrada que será efectuada por otros.
- La conexión de cada punto de P.a.T. se efectuará de tal forma que al menos lleguen dos conductores de la malla enterrada.
- Las soldaduras entre tiradas serán de tipo aluminotérmico u oxiacetilénico.
- En ningún caso se admitirán soldaduras con coqueas, fisuras, derrames o cualquier otro fallo.
- Para la realización de las soldaduras aluminotérmicas se emplearán moldes que se precalentarán de acuerdo con las especificaciones del fabricante, antes de obtener la primera soldadura con ellos, y después se conservarán en un lugar seco. El secado se realizará por llama o encendiendo en ellos un cartucho sin efectuar soldadura.
- Los moldes se usarán un número de veces que no sobrepase el 80% del máximo recomendado por el fabricante, y siempre que no hayan sufrido daños en su geometría.
- Antes de efectuar las soldaduras se limpiarán cuidadosamente los conductores a unir, con lima o cepillo de acero que no se utilicen para otro fin diferente.

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.3: PLIEGO Hoja 125 de 169

- Aquellos conductores que hubiesen sido tratados con aceite o grasas deberán desengrasarse previamente con un desengrasante adecuado.
- Los conductores mojados deben secarse preferentemente con alcohol o soplete, teniendo en cuenta que la humedad puede producir soldaduras porosas, que serían rechazadas.
- Si se trata de estructuras galvanizadas y piezas de conexión, la preparación de las superficies de contacto entre ellas deberá realizarse de forma que no se elimine el galvanizado de la estructura, ni siquiera una pequeña capa del mismo. Sin embargo, la limpieza de las superficies será lo suficientemente buena como para producir una resistencia de contacto eléctrico máxima de 1 ohmio.
- Como criterio general, se pondrán a tierra todas las masas metálicas tales como soportes, estructuras, ferrallas, mallazos de forjados, bandejas metálicas, vallados metálicos, cajas accionamientos, transmisiones, etc., asegurando su continuidad eléctrica, mediante la realización de puentes adecuados, cuando se requiera.
- En el caso de las estructuras soportes de equipos de alta tensión la P.aT. se efectuará uniendo los dos conductores del bucle, a la estructura mediante petaca atornillada con dos tornillos.
- Los transformadores de medida (TI, TC, TT), pararrayos, seccionadores de P.aT. y neutro de los transformadores de potencia se realizará conectando directamente la borna de tierra correspondiente a la petaca de P.aT. del soporte.
- Se situarán puntos fijos para P.aT. temporal en aquellos lugares que se definan en los planos correspondientes, aunque como criterio general se localizarán en ambos lados de seccionadores e interruptores, en las proximidades de equipos conectados por medio de conductores de gran longitud, así como entre el transformador capacitivo de línea y la bobina de bloqueo si existe.
- En los juegos de barras principales se instalarán puntos fijos de P.aT. en los extremos y a ambos lados de cada una de las conexiones flexibles. En el caso de existir cuchilla de P.aT. en alguno de estos puntos, no se instalará punto fijo.
- Se conectarán a tierra todas las pantallas de los cables en ambos extremos (en el caso de cables de control sólo será necesario conectar un extremo), utilizando conexiones lo más cortas posibles, evitando la formación de lazos o bucles.
- Se tenderá un conductor de acompañamiento, por los canales de cables. Este conductor se conectará a los mismos puntos que la P.aT. de las pantallas, de modo que quede siempre en paralelo con las mismas.
- No se considerará válido a efectos de confinamiento eléctrico el atado de ferralla mediante alambres, por lo que habrá que asegurar la continuidad mediante soldaduras.

8.2.7 Tendido y conexionado de cables

- El tendido de cables se efectuará de forma que las tracciones de tendido no produzcan rotura del cable o deterioro de su aislamiento. Se protegerán previamente con boquillas adecuadas todos los extremos de los conductos por donde hayan de pasar los cables. Donde sea necesario para facilitar el paso de cables por los conductos, se emplearán polvos de talco, estearina o parafina y las guías metálicas convenientes en cada caso. No se utilizarán grasas ni materiales que pudieran ser perjudiciales para el aislamiento de los cables.

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.3: PLIEGO Hoja 126 de 169

- El Contratista efectuará todas las operaciones de medida, corte y manipulación de las bobinas o rollos. Las longitudes indicadas en las especificaciones son sólo orientativas, y no deberán usarse para el corte de cables. El Contratista deberá verificarlas sobre el terreno, y efectuar el troceado de acuerdo con las medidas reales, indicando este valor en las listas de cables.
- Las características de los cables de fuerza y control será la especificada en el proyecto constructivo, y su composición, la definida en el documento de mediciones de obra.
- El Contratista llevará un control de todas las bobinas o rollos de cables y a requerimiento del supervisor de *e-distribución*, le será facilitado un informe de metros tendidos por tipos y reserva en el almacén.
- No se permitirán empalmes de cables. Todas las conexiones deberán efectuarse cortando trozos de longitud suficiente para que la conexión se haga sin intermedios. Para pelar los cables se emplearán medios adecuados, de modo que no resulten dañados.
- El número de conductores en un conducto será tal que la suma de las secciones rectas de dichos conductores no exceda del siguiente porcentaje del área de la sección recta del conducto:

<i>Nº de conductores</i>	1	2	3	<i>más de 3</i>
<i>Porcentaje</i>	53	31	40	35

- Todas las derivaciones se realizarán en cajas de conexión, utilizando bornas con tornillo de características adecuadas. No se permitirá otro tipo de conexión o derivación.
- Todos los cables se identificarán en cada extremo con portaetiquetas de material aislante y autoextinguible con etiquetas rotuladas con el número del cable. Cuando los cables atraviesen conductos empotrados o paso en muros, que luego irán sellados, se identificarán en los dos extremos visibles del conducto o paso.
- Todos los conductores de cada cable, en su conexión a la borna correspondiente, se identificarán mediante manguitos de plástico cerrado con inscripciones indelebles, no admitiéndose rotulaciones realizadas sobre la cinta adhesiva.
- Todos los pasos a edificios, así como los conductos de interconexión entre salas (servicios auxiliares, comunicaciones, control, etc.), como protección contra el fuego y una vez tendidos todos los cables, serán sellados con material resistente al fuego, siguiendo las recomendaciones del fabricante.
- Los pasos de cables en el parque de intemperie se sellarán, una vez instalados los cables, con mortero ligero "NOVASIT" o similar.

8.2.8 Contraincendios

Las subestaciones rurales intemperie deben cumplir, como mínimo la normativa vigente con independencia de lo que se recoge en el plan de seguridad de *e-distribución*. Se aplicará la normativa comunitaria y nacional así como la normativa autonómica y local que corresponda a cada distrito.

Las medidas generales a aplicar son:

Medidas pasivas

- Compartimentación contra el fuego de las salas técnicas, sala de mandos y salas de baterías en su totalidad, es decir, tanto tabiques, techo y suelo. Dichas áreas tendrán una resistencia al fuego de RF- 120 como mínimo.

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.3: PLIEGO Hoja 127 de 169

- Muros cortafuegos entre transformadores cuya altura debe ser, como mínimo, 1 metro superior a la altura del depósito de aceite del transformador y de nivel de estabilidad al fuego de RF-120.
- Los muros de delimitación entre celdas convencionales deben ser de medio pie de ladrillo.
- Sistema de ventilación en las salas técnicas, sala de baterías y sala de mandos.

Medidas activas

- Sistema automático de detección de incendios en ambiente en la totalidad del edificio y en los transformadores
- Sistema de sirenas para avisar e informar a las personas presentes en la Subestación.
- Extinción manual portátil. El agente extintor será acorde con el empleo que se realizará de dichos dispositivos y la ubicación de los mismos.

8.2.9 Antiintrusismo

Las subestaciones rurales exteriores se encuentran en un recinto de parcela. Por lo tanto se aplicaran medidas de protección exteriores.

Las medidas generales a aplicar son:

Medidas pasivas

El perímetro exterior debe disponer de:

- Vallado perimetral, automatizada completo y homogéneo con puerta automatizada.
- El acceso para personas y vehículos en el perímetro, deberá disponer de un nivel de resistencia de características similares con respecto al cerramiento perimetral.

El perímetro del edificio debe de estar totalmente cerrado. Las medidas pasivas a considerar son las siguientes:

- Los muros que forman el edificio deben ser resistentes. El diseño de los mismos deberá tener en cuenta que su resistencia ante impactos horizontales debe ser al menos igual a la que ofrecen los enrejados y las puertas de acceso determinadas en los siguientes puntos.
- En caso de que existan ventanas se debe colocar un enrejado exterior en todas las plantas que den al exterior y en caso de que no sea posible el enrejado será interno.
- Las puertas de acceso a la Subestación deben ser puertas de seguridad con nivel de resistencia 4 según la norma UNE-EN 1627:2011 contra sierras, martillos, hachas, formones y taladros portátiles.
- El número de puntos de acceso tiene que ser el mínimo imprescindible para garantizar la fluidez y el buen funcionamiento del sistema de accesos, a ser posible único. Estos accesos deberán estar alarmados y controlados remotamente.
- En cuanto al número de salidas de emergencias deberán ser las mínimas necesarias. El nivel de resistencia de estas puertas debe ser similar al del resto de puertas de acceso.
- Si las salas técnicas se encuentran fuera del perímetro del edificio de las Subestaciones, los niveles de resistencia en estas salas serán similares a los determinados para los edificios existentes en las Subestaciones

Medidas activas

- Iluminación del área de transformación y del parque que servirá como elemento disuasorio.

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.3: PLIEGO Hoja 128 de 169

A continuación se determinan las medidas a tomar en el sistema de intrusión:

- Instalación de un sistema de detección volumétrica interior en la planta rasante del edificio. Este sistema puede ser Activado/Desactivado por marcación de código. Dicho sistema se encontrará activo durante las 24 horas del día.
- Instalación de contactos magnéticos en las puertas de entrada y lo salida del perímetro exterior, edificio y trampillas.
- El sistema de intrusión tiene que estar conectado a una Central Receptora de Alarmas (CRA).

La apertura de puertas será comandada por un sistema de control de accesos para permitir el paso a personas autorizadas. Las medidas son las siguientes:

- Se instalará un control de accesos por sistema de llaves maestras.
- Para el acceso a las salas técnicas, salas de Mando y salas de Batería se empleará el mismo sistema de llaves maestras.

8.2.10 Residuos

Con el fin de evitar el vertido involuntario de residuos industriales al terreno, alcantarillado o cauces públicos se realizará un depósito recolector de aceite, siguiendo los criterios descritos en SFH004.

El depósito recolector de aceite será estanco y con capacidad para contener el volumen total de aceite de un Transformador, más el volumen de agua que pueda recibir del sistema contra incendios y la propia de la lluvia. Este volumen adicional equivaldrá al 30% del volumen total de un Transformador, por tanto el volumen total del depósito será el equivalente a 1,3 veces el volumen del Transformador.

El depósito recolector se construirá totalmente estanco sin desagüe. El vaciado del mismo se realizará mediante una bomba de accionamiento manual a un contenedor controlado

Las características constructivas serán las indicadas en los Proyectos Tipo.

8.2.11 Luminarias

Según el Real Decreto 1890/2008 de 14 de noviembre, se aplicará el Reglamento de Eficiencia Energética en Instalaciones de Alumbrado Exterior y sus Instrucciones Técnicas Complementarias, con el fin de mejorar la eficiencia y el ahorro energético, así como limitar el resplandor luminoso nocturno y reducir la luz molesta.

El alumbrado del parque de intemperie se realizará mediante proyectores estancos (grado de protección IP-65), instalados en soportes independientes, con 2 proyectores por soporte, situados alrededor del parque a una altura de 3 m. Incorporarán equipo auxiliar de encendido y lámparas tubulares de 250 W de vapor de sodio de alta presión, la potencia máxima del conjunto lámpara y equipo auxiliar no superará los 277 W. Dichos proyectores tendrán un rendimiento superior al 55% y un factor de utilización mayor o igual a 0,25.

Los proyectores estarán distribuidos en dos grupos, con alimentación y protección independiente, de forma que el encendido de un grupo de un nivel medio de iluminación de 5 lux. El encendido de los dos grupos dará un nivel medio de iluminación de 20 lux.

El alumbrado del primer grupo de proyectores será permanente y será controlado mediante célula fotoeléctrica, teniendo la posibilidad de operar sobre ellos también de forma manual, el segundo

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.3: PLIEGO Hoja 129 de 169

grupo de proyectores se encenderán de forma manual cuando se precisen efectuar trabajos nocturnos.

Se pondrá especial cuidado en el diseño de las orientaciones de proyectores, incluyendo las recomendaciones para montaje perimetral, con objeto de evitar los deslumbramientos del personal en la realización de trabajos en las zonas, así como para las personas que circulen por los viales.

Al ser orientables, se situarán de tal forma que mediante el apuntamiento adecuado se puedan realizar trabajos de inspección y mantenimiento en cualquier zona dentro del parque intemperie. Mediante la orientación de los proyectores se podrá modificar la zona con mayor iluminación para que coincida con aquella donde se van a realizar los trabajos de mantenimiento con mayor frecuencia.

8.3 PRUEBAS Y ENSAYOS

Los ensayos, análisis y pruebas que deban realizarse para comprobar si los materiales que han de emplearse en las obras reúnen las condiciones adecuadas, se verificarán por el Director de Obra, o bien si éste lo considera conveniente, por el Laboratorio que estime oportuno.

Una vez terminado el montaje de cada uno de los materiales y equipos, se realizarán las pruebas o ensayos que se juzguen necesarios para asegurarse que aquél se ha realizado de acuerdo con las Normas y Reglamentos.

Los ensayos serán presenciados por los representantes de *e-distribución* y del Contratista, a menos que se renuncie a ello por escrito. El Contratista deberá avisar a *e-distribución* antes de que se efectúen los ensayos.

El Contratista facilitará a *e-distribución* dos copias certificadas de los resultados de los ensayos.

Se efectuarán las siguientes pruebas o ensayos, sin que esta relación sea limitativa:

- Comprobación general de las instalaciones disposición, nivelación, verticalidad, conexionado, par de apriete de la tornillería, terminación de cables y apriete de bornas de cuadros, etc.
- Pruebas de funcionamiento mecánico de los equipos (manual).
- Comprobación de fases.
- Ensayos para localización de posibles cortocircuitos.
- Ensayos para localización de derivaciones a tierra o conexiones equivocadas.
- Pruebas necesarias para cumplir con la garantía de los fabricantes.

9 PUESTA EN MARCHA Y SERVICIO

El Adjudicatario deberá realizar las pruebas y puesta en marcha de los equipos e instalaciones, basándose en el reglamento de instalaciones de alta tensión y, en el caso de instalaciones propiedad de *e-distribución* o que se tengan que ceder a *e-distribución*, en las especificaciones particulares de *e-distribución* que estén aprobadas por la Administración.

El Adjudicatario deberá realizar la Puesta en Marcha de los equipos de Protecciones, Telecontrol y Comunicaciones, con las correspondientes empresas especializadas.

El Adjudicatario deberá cumplimentar los distintos Protocolos de Recepción, de los equipos e instalaciones, antes de la Puesta en Servicio.

La Puesta en Servicio la realizará el Adjudicatario bajo la dirección del Gestor.

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.3: PLIEGO Hoja 130 de 169

El Adjudicatario solicitará la Puesta en Marcha ante el Organismo Oficial. (Industria).

9.1 SECUENCIA A SEGUIR ANTES DE LA PUESTA EN MARCHA

De un modo no exhaustivo se describen las principales actividades que deben realizarse antes de la puesta en marcha.

9.1.1 Verificaciones previas a la energización en A.T.

- Verificación de los tenses y flechas de las conexiones tensadas.
- Verificación del conexionado de la aparamenta de toda la instalación.
- Verificar el valor nominal de tensión en los equipos y demás características de la aparamenta que sean correctas.
- Comprobación, a muestreo, el apriete de la tornillería en las conexiones, aparamenta y estructura metálica.
- Verificar el ajuste y puesta a punto de los seccionadores:
 - Enclavamientos eléctricos y mecánicos.
 - Mandos locales.
 - Control de la resistencia de contacto.
 - Aislamiento.
 - Velocidad de apertura – cierre.
- Verificar el ajuste y puesta a punto de los interruptores:
 - Enclavamientos eléctricos y mecánicos.
 - Mandos locales.
 - Control de la resistencia de contacto.
 - Aislamiento.
 - Velocidad de cierre – apertura.
 - Tiempos de actuación cierre – apertura (bloques de contacto).
 - Sincronismo entre fases y entre los contactos cierre – apertura.

9.1.2 Verificaciones precias a la energización en armarios y circuitos de control y protección

- Verificación del conexionado, de acuerdo con los esquemas correspondientes.
- Realizar las pruebas de aislamiento de cada uno de los aparatos.
- Verificar la separación de las polaridades y respecto a tierra (cc y ca).
- Verificar el valor nominal de tensión y demás características sean correctas (aparatos y equipos).
- Identificación de circuitos (corrientes = rojo, tensión = azul o verde, cc = amarillo, etc), según la norma *e-distribución*.
- Comprobación de la ausencia de conexiones sueltas o mal apriete de Bornes.
- Comprobar etiquetado de cables.
- Comprobar la puesta a tierra de las pantallas de los cables y su etiquetado (longitud del rabillo de tierra).

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.3: PLIEGO Hoja 131 de 169

- Comprobar la relación de los transformadores auxiliares y su concordancia con la relación elegida (T/T y T/I).
- Comprobación de la polaridad de los transformadores aux. (T/T y T/I).

9.2 SECUENCIA A SEGUIR PARA LA P.E.M. CIRCUITO CONTROL Y PROTECCIÓN

De un modo exhaustivo, se describen las principales actividades a realizar en la puesta en marcha "en caliente" de los circuitos de control y protección.

Generales:

- Comprobación Servicios auxiliares ca.
- Comprobación Servicios auxiliares cc.
- Comprobación independencia de los circuitos de baterías.
- Sistema Integrado de control y protección: Comprobación local de todas las señales, mandos y medidas.

Para cada Posición:

- Maniobra: local desde el armario de la propia celda, desde el Terminal Local (PC) y desde el Centro de Control.
- Enclavamientos.
- Circuitos intensidad y tensión: inyección de corriente y tensión, comprobando los aparatos de medida, protección y convertidores.
- Protecciones: protocolos de ajuste.
- Protección embarrado:

Por cada celda unión de barras:

- Protección diferencial o modificación de corrientes de la misma.

Otras pruebas:

- SICOP modificación de la programación y pruebas funcionamiento.
- Equipos de comunicación.
- Programación Centro de Control.
- Pruebas Comunicaciones.
- Prueba desde Centro de Control.

10 INFORMACIÓN A ENTREGAR POR EL CONTRATISTA

10.1 DOCUMENTACIÓN AS-BUILT

Una vez terminado las obras, el contratista facilitará una colección completa de los planos del proyecto sobre las que se indicarán las variaciones efectuadas durante las obras. Dichas colecciones serán "Plano de obra ejecutada".

A la Recepción Provisional deberá entregar una copia de los CD's y cuatro copias en papel de los documentos y planos, según:

- Documentos "as built" de acuerdo con lista de documentos.

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.3: PLIEGO Hoja 132 de 169

- Colección de planos en formato DIN A-4 excepto los de escalas superiores a 1/100 que se realizarán en formato DIN A-3.
- Toda esta documentación se encuadernará en archivadores tamaño DIN A-4 con funda, tipo ELBA mod. 75407 ó similar, de dos taladros.
- Documentos de Control de Calidad. Deberán entregar una copia de la misma a medida que se realicen los controles de calidad solicitados en este Pliego.
- Documento de la Puesta en marcha.
- Cumplimentación de los protocolos de Puesta en marcha normalizados, suministrados por *e-distribución*, si los hubiere, o los protocolos alternativos presentados por el Adjudicatario.
- Deberán entregarse todos los originales debidamente archivados y clasificados en archivadores tamaño DIN A-4.

10.2 REGISTROS DE CALIDAD

e-distribución se reserva el derecho de inspeccionar las instalaciones mientras se realiza el montaje de los materiales.

El hecho de que *e-distribución* o sus Representantes hayan inspeccionado el montaje o testificado las pruebas o no hayan rechazado cualquier parte de la instalación, no eximirá al Contratista de la responsabilidad de instalar los equipos de acuerdo con los requisitos del contrato.

Las instalaciones estarán sujetas a un programa de control de calidad de acuerdo con las Condiciones de Inspección correspondientes.

10.3 GARANTÍAS

El Contratista garantizará todo su trabajo y suministros realizados contra cualquier clase de fallo o deterioro, por un período definido en las condiciones comerciales, desde la fecha de puesta en servicio de las mismas.

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.4: PLANOS Hoja 133 de 169

DOCUMENTO 4: PLANOS

CONFIGURACIÓN SIMPLE BARRA

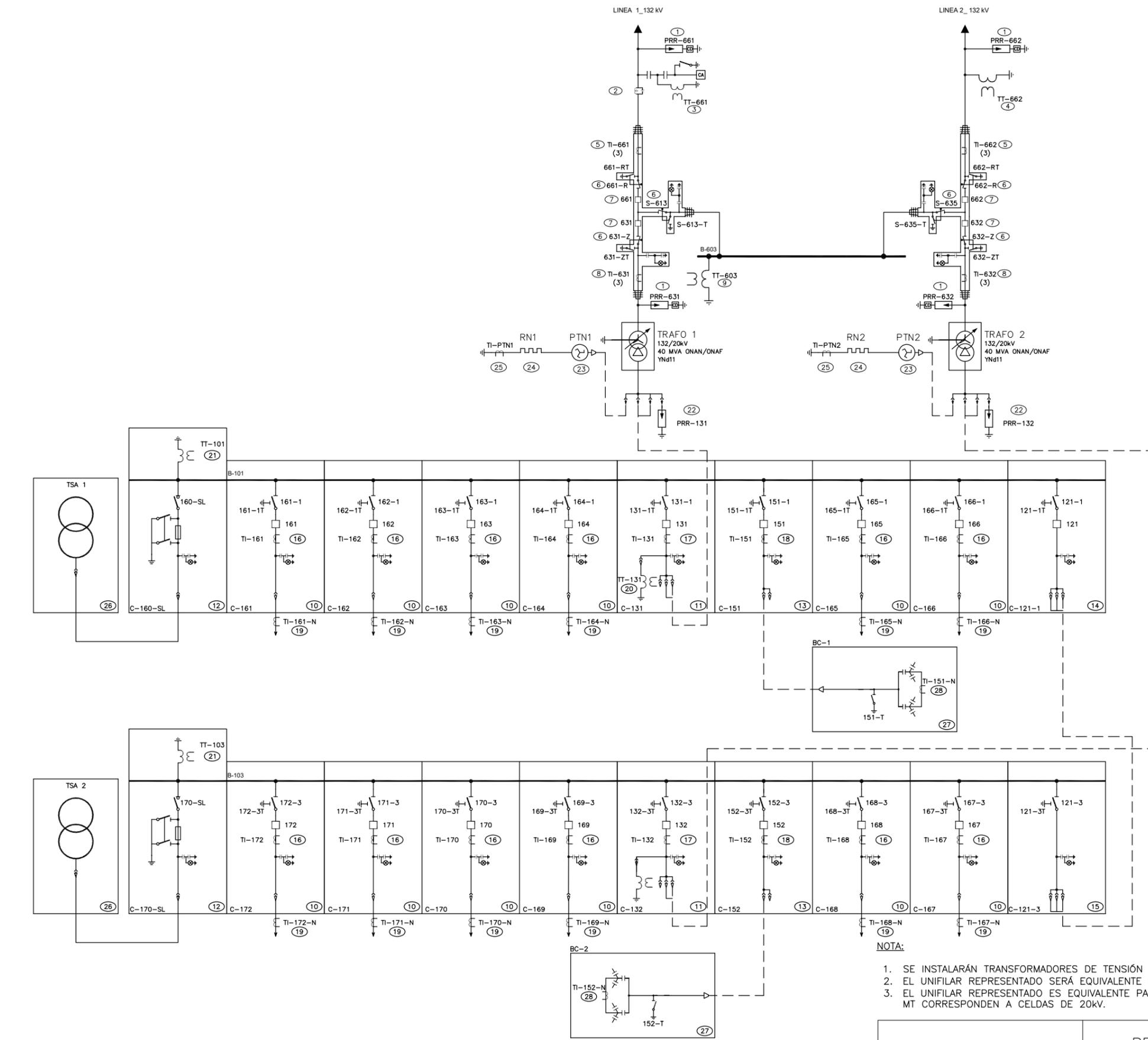
- SYZH01_1A 01** Esquema Unifilar SB. *Opción 1 (2Líneas + 2Trafos).*
- SYZH01_1A 02** Esquema Unifilar SB. *Opción 2 (3Líneas + 2Trafos).*
- SYZH01_2A 01** Planta General SB. Electromecánico. *Opción 1 (2L+2TR).*
- SYZH01_2A 02** Planta General SB. Electromecánico. *Opción 2 (3L+2TR).*
- SYZH01_3A 01** Alzado Posición MODULO Y2. Sección A-A. *Opción 1 (2L+2TR).*
- SYZH01_3A 02** Alzado Posición MODULO Y2. Sección B-B. *Opción 1 (2L+2TR).*
- SYZH01_3A 03** Alzado Posición BARRAS. Sección C-C. *Opción 1 (2L+2TR).*
- SYZH01_3A 04** Alzado Posición TRAFOS. Sección D-D. *Opción 1 (2L+2TR).*
- SYZH01_3A 05** Alzado Posición MODULO Y2. Sección A-A. *Opción 2 (3L+2TR).*
- SYZH01_3A 06** Alzado Posición MODULO Y2. Sección B-B. *Opción 2 (3L+2TR).*
- SYZH01_3A 07** Alzado Posición SINGLE BAY. Sección C-C. *Opción 2 (3L+2TR).*
- SYZH01_3A 08** Alzado Posición BARRAS. Sección D-D. *Opción 2 (3L+2TR).*
- SYZH01_3A 09** Alzado Posición TRAFOS. Sección E-E. *Opción 2 (3L+2TR).*
- SYZH01_4A 01** Planta General SB. Red de Tierras. *Opción 1 (2L+2TR).*
- SYZH01_4A 02** Planta General SB. Red de Tierras. *Opción 2 (3L+2TR).*
- SYZH01_5A 01** Planta General SB. Obra Civil. *Opción 1 (2L+2TR).*
- SYZH01_5A 02** Planta General SB. Obra Civil. *Opción 2 (3L+2TR).*

CONFIGURACIÓN DOBLE BARRA

- SYZH01_1B 01** Esquema Unifilar DB. *(3Líneas + 2 Trafos)*
- SYZH01_2B 01** Planta General DB. Electromecánico. *(3L+2TR).*
- SYZH01_3B 01** Alzado Longitudinal. Sección A-A. *(3L+2TR).*
- SYZH01_3B 02** Alzado Posición TRAFODULO Y1. Sección B-B. *(3L+2TR).*
- SYZH01_3B 03** Alzado Posición ACOPLADO MODULO SINGLE BAY. Sección C-C. *(3L+2TR).*
- SYZH01_3B 04** Alzado Posición LÍNEA MODULO Y1. Sección D-D. *(3L+2TR).*
- SYZH01_3B 05** Alzado Posición TRAFOS. Sección E-E. *Opción (3L+2TR).*
- SYZH01_4B 01** Planta General DB. Red de Tierras. *(3L+2TR).*
- SYZH01_5B 01** Planta General DB. Obra Civil. *(3L+2TR).*

COMUNES

- SYZH01_6 01** Canal de Cables Tipo "A".
- SYZH01_6 02** Canal de Cables Tipo "A" reforzado.
- SYZH01_7 01** Vial de acceso.
- SYZH01_8 01** Cerramiento: Vallado lineal.
- SYZH01_8 02** Cerramiento: Puerta de entrada.
- SYZH01_9 01** Edificio. Planta General.
- SYZH01_9 02** Edificio. Fachada A.
- SYZH01_9 03** Edificio. Fachada B.



LEYENDA 132 kV (VER NOTA 2)

- 1 3x PARARRAYOS 120kV 10kA CLASE 3
- 2 1x BOBINA BLOQUEO 0.5mH 800A 31.5kA
- 3 3x T.T. CAPACITIVOS 132.000.√3/110.√3-110.√3, 30VA CI. 0.5-3P, 30VA CI. 0.5-3P (VER NOTA 1)
- 4 3x T.T. INDUCTIVO 132.000.√3/110.√3-110.√3, 25VA CI. 0.5-3P, 25VA CI. 0.5-3P
- 5 3x T.T. 400-800/5-5-5A, 30VA CI. 0.5-5P20, 30VA CI. 5P20, 30VA CI. 5P20
- 6 SECCIONADOR 145W 1250A CON P.o.T.
- 7 INTERRUPTOR 145W 2000A 31.5kA
- 8 3x T.T. 1000-2000/5-5-5A, 20VA CI. 0.5 FxCI0, 30VA CI. 5P30, 30VA CI. 5P30
- 9 1x T.T. INDUCTIVO 132.000.√3/110.√3-110.√3, 25VA CI. 0.5-3P, 25VA CI. 0.5-3P

LEYENDA MT KV (VER NOTA 3)

- CELDAS 24kV 1600A 25kA

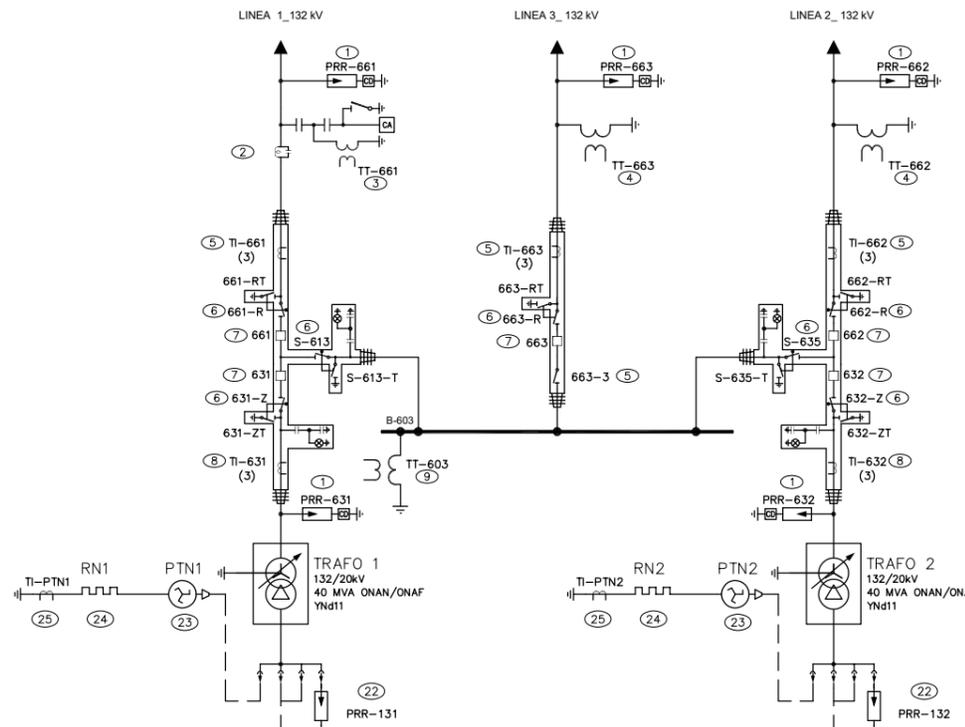
- 10 CELDA DE LINEA 24kV 630A 25kA
- 11 CELDA DE TRAF0 24kV 1600A 25kA
- 12 CELDA S.S.A.A. CON MEDIDA 24kV 200A 25kA
- 13 CELDA B.B.C.C. 24kV 630A 25kA
- 14 CELDA ACOPLAMIENTO CON INTERRUPTOR 24kV 1600A 25kA
- 15 CELDA ACOPLAMIENTO SIN INTERRUPTOR 24kV 1600A 25kA
- 16 3x TI 300-600/1A, 2VA 5P30
- 17 3x TI 1000-2000/5-5-5A, 10VA CI. 0.5, 10VA 5P20, 10VA 5P20
- 18 3x TI 300-600/5A, 15VA 5P30
- 19 1x TI TOROIDAL 20/1A
- 20 3x TT 22.000.√3/110.√3-110.3V, 15VA CI. 0.5-3P, 10VA CI. 6P
- 21 3x TT 22.000.√3/110.√3-110.3V, 15VA CI. 0.5-3P, 10VA CI. 6P
- 22 3 x PARARRAYOS PFISTERER 24kV 10kA cl.2
- 23 REACTANCIA P.o.T. 24kV 22 Ohm Idef=300A
- 24 RESISTENCIA P.o.T. 24kV 42.3 Ohm Idef=300A
- 25 TI TOROIDAL 300/5 A, 10VA cl. 5P10
- 26 TRAF0 S.S.A.A. 20/0.4kV 250kVA

- CELDAS BATERIA CONDENSADORES 20kV 4MVar

- 27 BATERIA DE CONDENSADORES 4MVar (12 Botes de 333kVar)
- 28 1x TI TOROIDAL 5/5A, 10VA CI.1

- NOTA:**
1. SE INSTALARÁN TRANSFORMADORES DE TENSION CAPACITIVOS PARA LINEAS CON ONDA PORTADORA.
 2. EL UNIFILAR REPRESENTADO SERÁ EQUIVALENTE PARA LOS NIVELES DE 110kV Y 66kV.
 3. EL UNIFILAR REPRESENTADO ES EQUIVALENTE PARA TODOS LOS NIVELES DE MT. LAS CARACTERISTICAS MOSTRADAS EN LA LEYENDA MT CORRESPONDEN A CELDAS DE 20kV.

	PROYECTO TIPO HÍBRIDA SB (2L+2TR) UNIFILAR 132/MT kV	INGENIERÍA DE RED SUBESTACIONES Y LAT	
		S.E. TIPO SYZH01_1A	
FECHA: 11/19	ESCALA: S/E	00	
		SYZH01_1A01	N*HOJAS 02 N*HOJA 01



LEYENDA 132 kV (VER NOTA 2)

- 1 3x PARARRAYOS 120kV 10kA CLASE 3
- 2 1x BOBINA BLOQUEO 0.5mH 800A 31.5kA
- 3 3x T. CAPACITIVOS 132.000.√3/110.√3-110.√3, 30VA CI. 0.5-3P, 30VA CI. 0.5-3P (VER NOTA 1)
- 4 3x T. INDUCTIVO 132.000.√3/110.√3-110.√3, 25VA CI. 0.5-3P, 25VA CI. 0.5-3P
- 5 3x T.I. 400-800/5-5-5A, 30VA CI. 0.5-5P20, 30VA CI. 5P20, 30VA CI. 5P20
- 6 SECCIONADOR 145kV 1250A CON P.o.T.
- 7 INTERRUPTOR 145kV 2000A 31.5kA
- 8 3x T.I. 1000-2000/5-5-5A, 20VA CI. 0.5 FxCI0, 30VA CI. 5P30, 30VA CI. 5P30
- 9 1x T. INDUCTIVO 132.000.√3/110.√3-110.√3, 25VA CI. 0.5-3P, 25VA CI. 0.5-3P

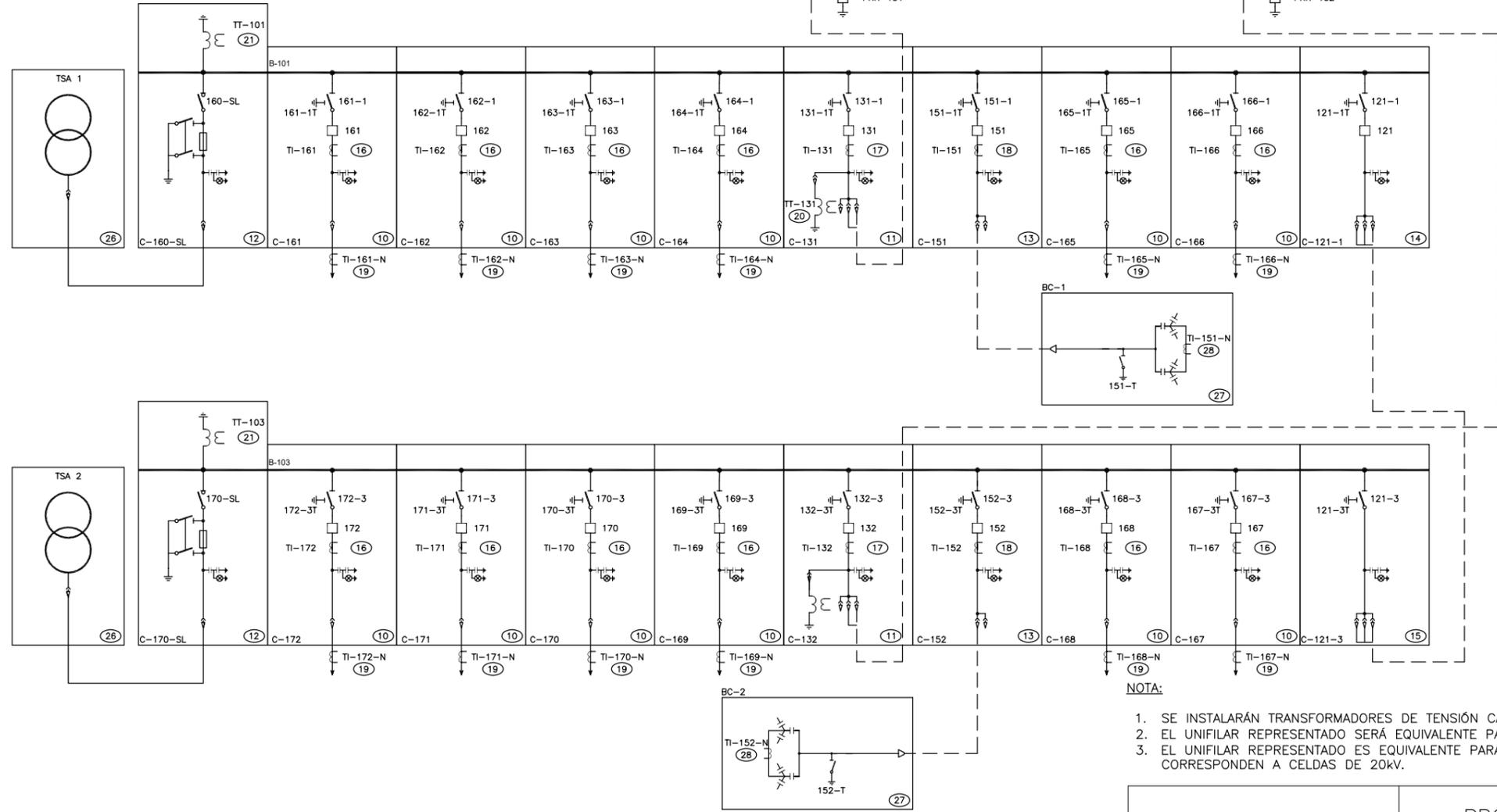
LEYENDA MT KV (VER NOTA 3)

- CELDAS 24kV 1600A 25kA

- 10 CELDA DE LINEA 24kV 630A 25kA
- 11 CELDA DE TRAF0 24kV 1600A 25kA
- 12 CELDA S.S.A.A. CON MEDIDA 24kV 200A 25kA
- 13 CELDA B.B.C.C. 24kV 630A 25kA
- 14 CELDA ACOPLAMIENTO CON INTERRUPTOR 24kV 1600A 25kA
- 15 CELDA ACOPLAMIENTO SIN INTERRUPTOR 24kV 1600A 25kA
- 16 3x TI 300-600/1A, 2VA 5P30
- 17 3x TI 1000-2000/5-5-5A, 10VA CI. 0.5, 10VA 5P20, 10VA 5P20
- 18 3x TI 300-600/5A, 15VA 5P30
- 19 1x TI TOROIDAL 20/1A
- 20 3x TT 22.000.√3/110.√3-110.3V, 15VA CI. 0.5-3P, 10VA CI. 6P
- 21 3x TT 22.000.√3/110.√3-110.3V, 15VA CI. 0.5-3P, 10VA CI. 6P
- 22 3 x PARARRAYOS PFISTERER 24kV 10kA cl.2
- 23 REACTANCIA P.o.T. 24kV 22 Ohm Idef=300A
- 24 RESISTENCIA P.o.T. 24kV 42.3 Ohm Idef=300A
- 25 TI TOROIDAL 300/5 A, 10VA cl. 5P10
- 26 TRAF0 S.S.A.A. 20/0.4kV 250kVA

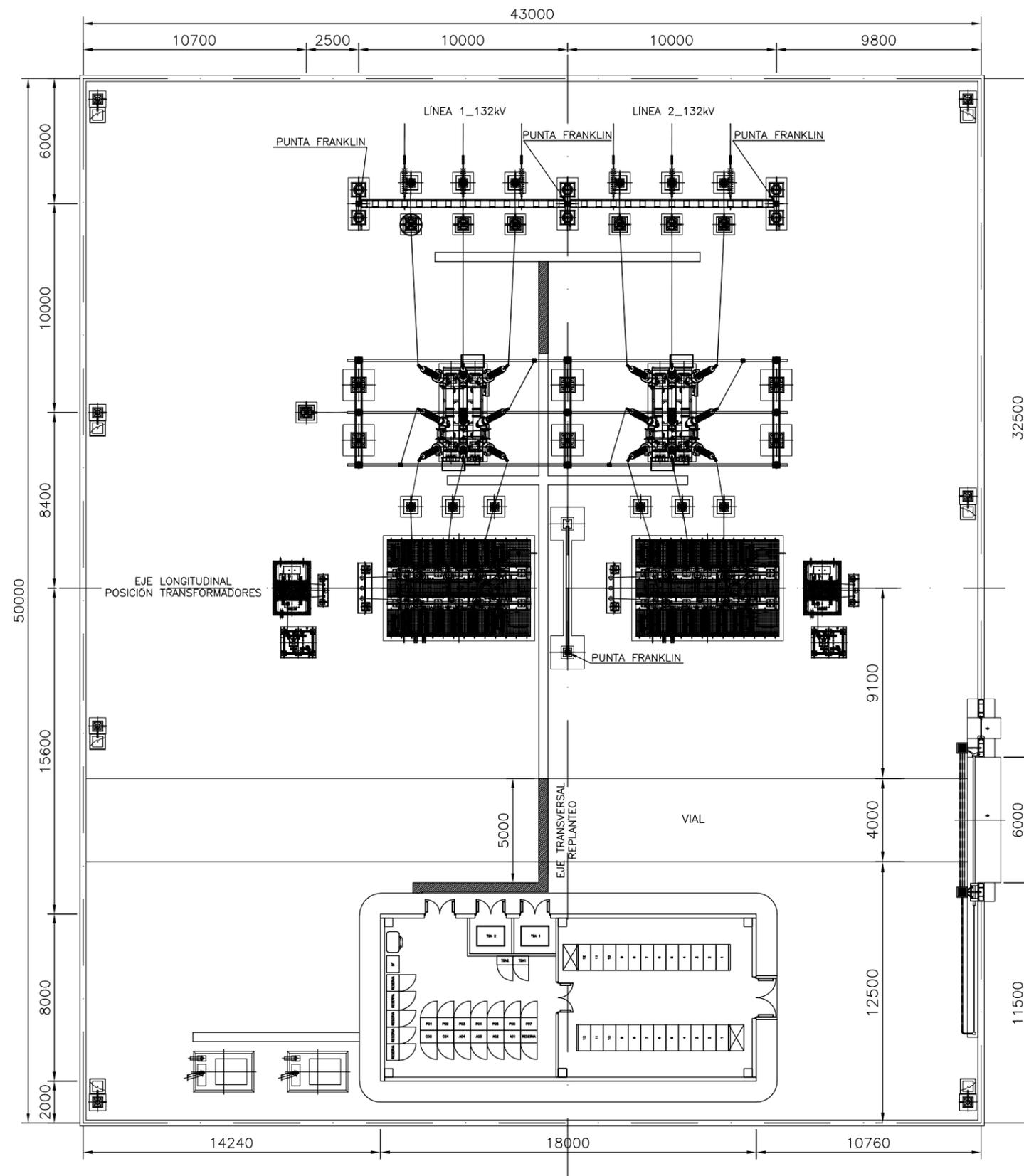
- CELDAS BATERIA CONDENSADORES 20kV 4MVar

- 27 BATERIA DE CONDENSADORES 4MVar (12 Botes de 333kVar)
- 28 1x TI TOROIDAL 5/5A, 10VA CI.1



- NOTA:**
1. SE INSTALARÁN TRANSFORMADORES DE TENSION CAPACITIVOS PARA LINEAS CON ONDA PORTADORA.
 2. EL UNIFILAR REPRESENTADO SERÁ EQUIVALENTE PARA LOS NIVELES DE 110kV Y 66kV.
 3. EL UNIFILAR REPRESENTADO ES EQUIVALENTE PARA TODOS LOS NIVELES DE MT. LAS CARACTERÍSTICAS MOSTRADAS EN LA LEYENDA MT CORRESPONDEN A CELDAS DE 20kV.

	PROYECTO TIPO HÍBRIDA SB (3L+2TR) UNIFILAR 132/MT kV	INGENIERÍA DE RED SUBESTACIONES Y LAT	
		S.E. TIPO SYZH01_1A	
FECHA: 11/19	ESCALA: S/E	SYZH01_1A02	N*HOJAS 02 N*HOJA 02



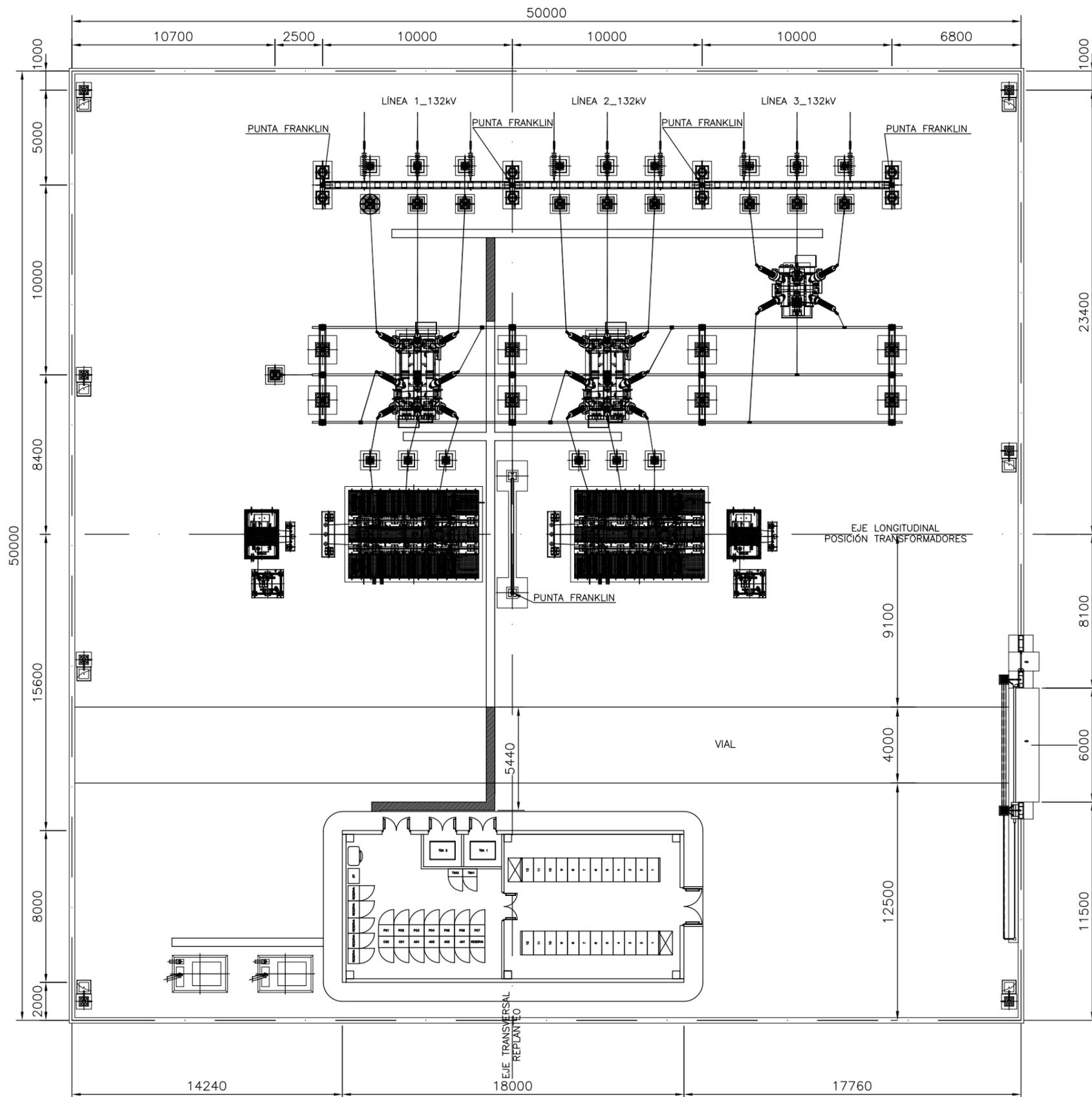
NOTAS:

1. COTAS EN mm, REFERIDAS A EJES,

Revisión: L.C.O.E. Laboratorio Central Oficial de Electrotecnia. 30 de abril de 2020

	PROYECTO TIPO HÍBRIDA SB (2L+2TR) PLANTA GENERAL ELECTROMECAÁNICO		INGENIERÍA DE RED SUBESTACIONES Y LAT	
	FECHA: 11/19 ESCALA: 1/250		S.E. TIPO SYZH01_2A 00	
		SYZH01_2A01	N*HOJAS 02	N*HOJA 01

ESPACIO RESERVADO PARA LOGO INGENIERIA



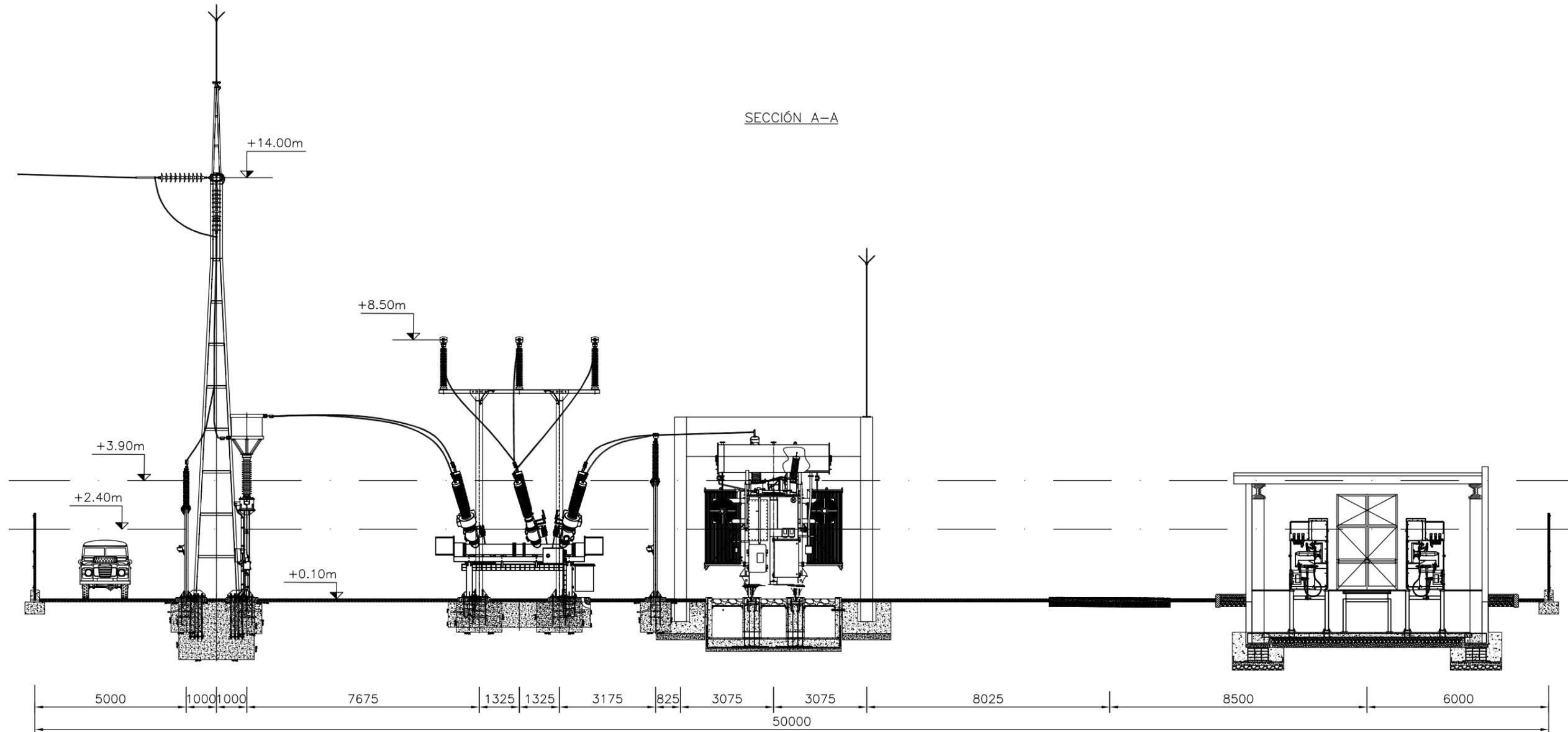
NOTAS:

1. COTAS EN mm, REFERIDAS A EJES,

Revisión: L.C.O.E. Laboratorio Central Oficial de Electrotecnia. 30 de abril de 2020

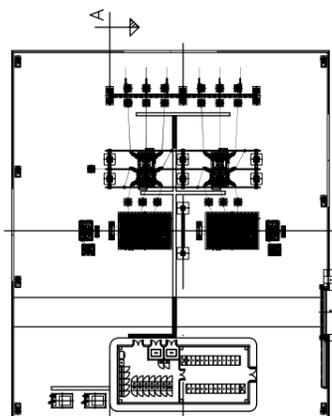
	PROYECTO TIPO HÍBRIDA SB (3L+2TR) PLANTA GENERAL ELECTROMECAÁNICO		INGENIERÍA DE RED SUBESTACIONES Y LAT	
	FECHA: 11/19 ESCALA: 1/250		S.E. TIPO SYZH01_2A 00	
		SYZH01_2A	N*HOJAS 02	N*HOJA 02

SECCIÓN A-A



VALLADO
 PARARRAYOS LÍNEA 132kV
 PÓRTICO TRANSFORMADOR DE TENSIÓN CAPACITIVO
 MÓDULO HÍBRIDO Y2
 BARRAS 132kV
 PARARRAYOS TRAF0 132kV MURO CORTAFUEGOS
 TRANSFORMADOR 1 132/MT KV
 PUNTA FRANKLIN SOBRE MURO
 VIAL
 EDIFICIO
 VALLADO

PLANTA PILOTO

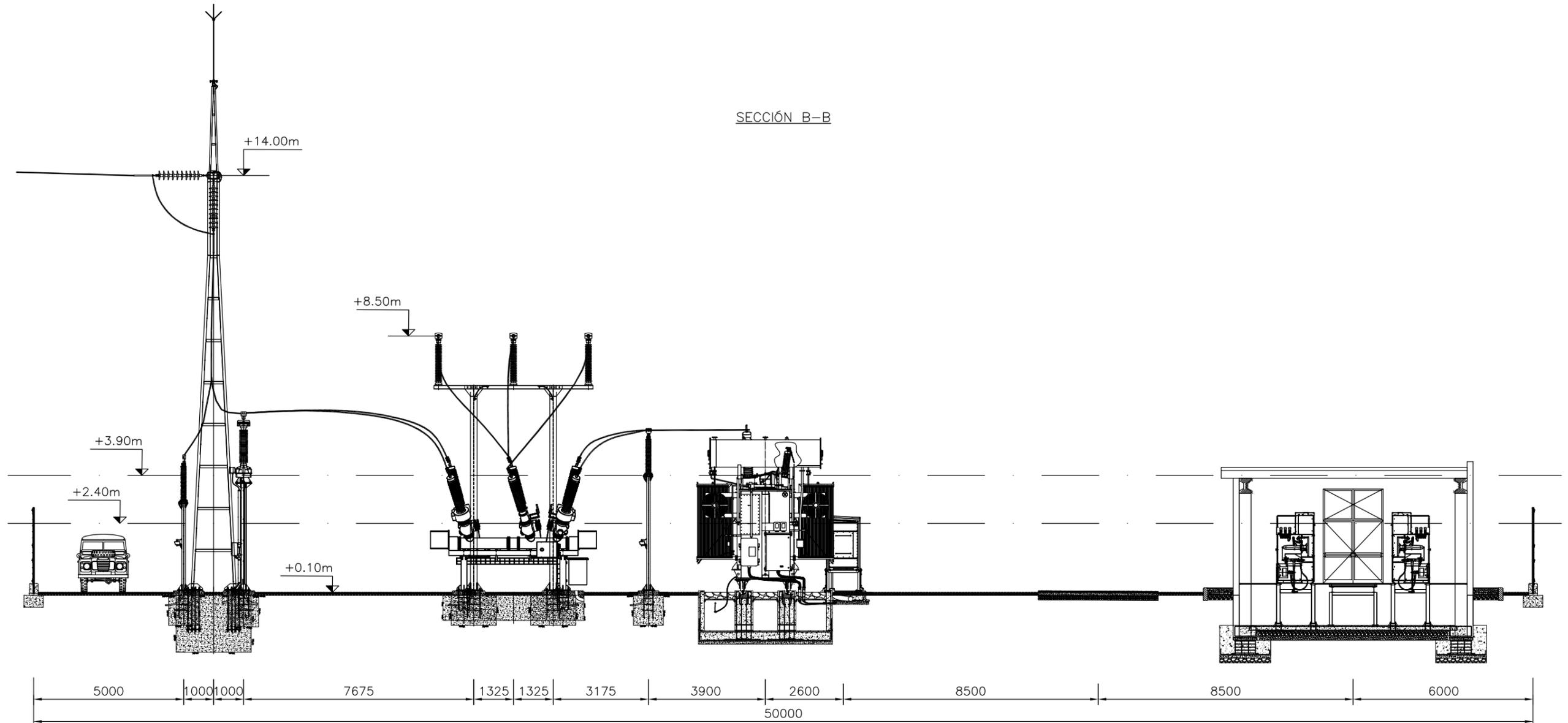


NOTAS:

1. COTAS EN mm, ELEVACIONES EN m.
2. POSICIÓN DE LÍNEA CON TRANSFORMADOR DE TENSIÓN CAPACITIVO CON BOBINA DE BLOQUEO (ONDA PORTADORA).

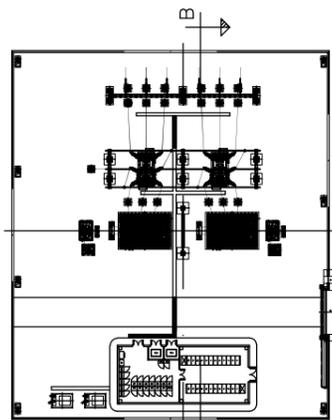
	PROYECTO TIPO HÍBRIDA SB (2L+2TR) ALZ. POS. LÍNEA-TRAF0 1 SECCIÓN A-A	INGENIERÍA DE RED SUBESTACIONES Y LAT	
	FECHA: 11/19 ESCALA: 1/150	S.E. TIPO SYZH01_3A 00	
		SYZH01_3A01	N*HOJAS 09 N*HOJA 01

SECCIÓN B-B



VALLADO PARRAYOS LÍNEA 132kV PÓRTICO TRANSFORMADOR DE TENSIÓN INDUCTIVO MÓDULO HÍBRIDO Y2 BARRAS 132kV PARRAYOS TRAF0 132kV TRANSFORMADOR 2 132/MT KV RESISTENCIA P.OT. VIAL EDIFICIO VALLADO

PLANTA PILOTO

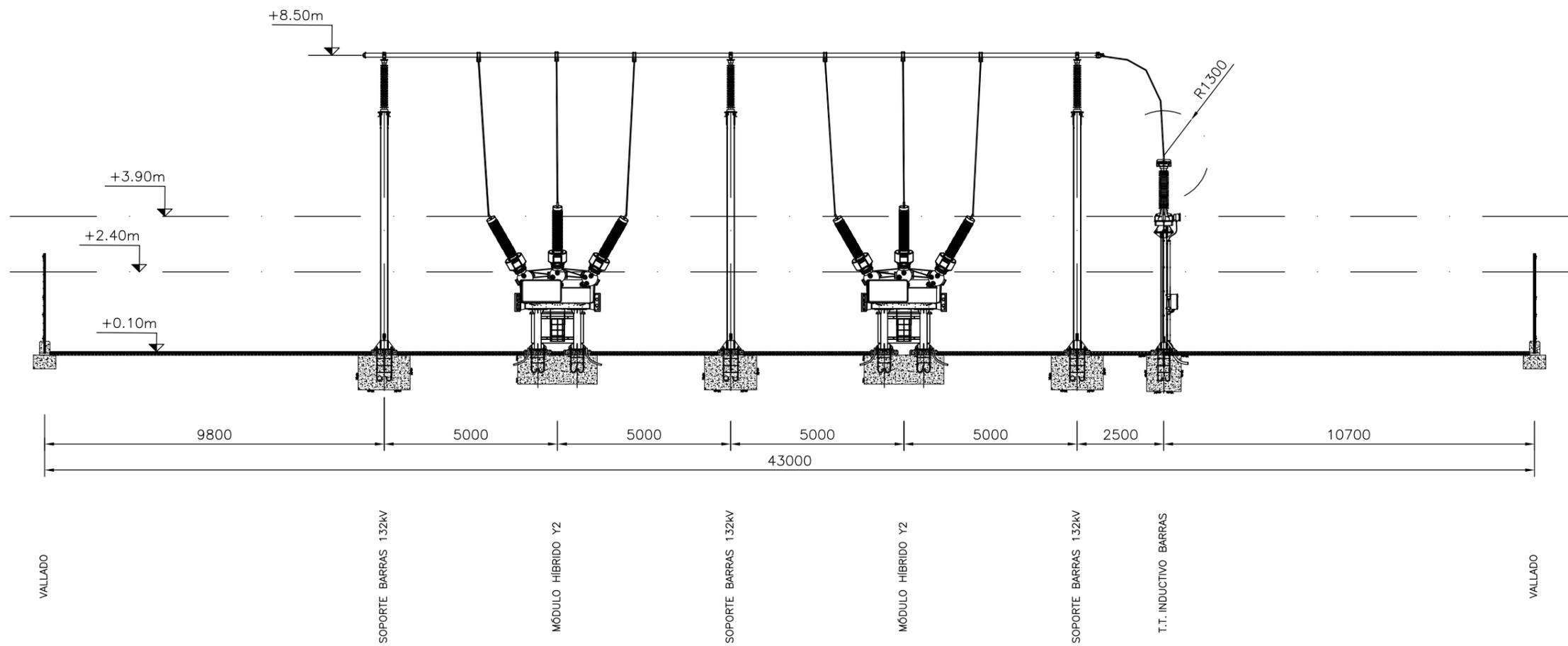


NOTAS:

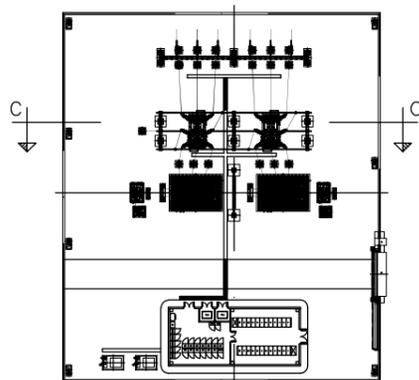
1. COTAS EN mm, ELEVACIONES EN m.

	PROYECTO TIPO HÍBRIDA SB (2L+2TR)	INGENIERÍA DE RED SUBESTACIONES Y LAT	
	ALZ. POS. LÍNEA+TRAF0 2 SECCIÓN B-B	S.E. TIPO SYZH01_3A	
FECHA: 11/19 ESCALA: 1/150	SYZH01_3A02 N*HOJAS 09 N*HOJA 02		00

SECCIÓN C-C



PLANTA PILOTO

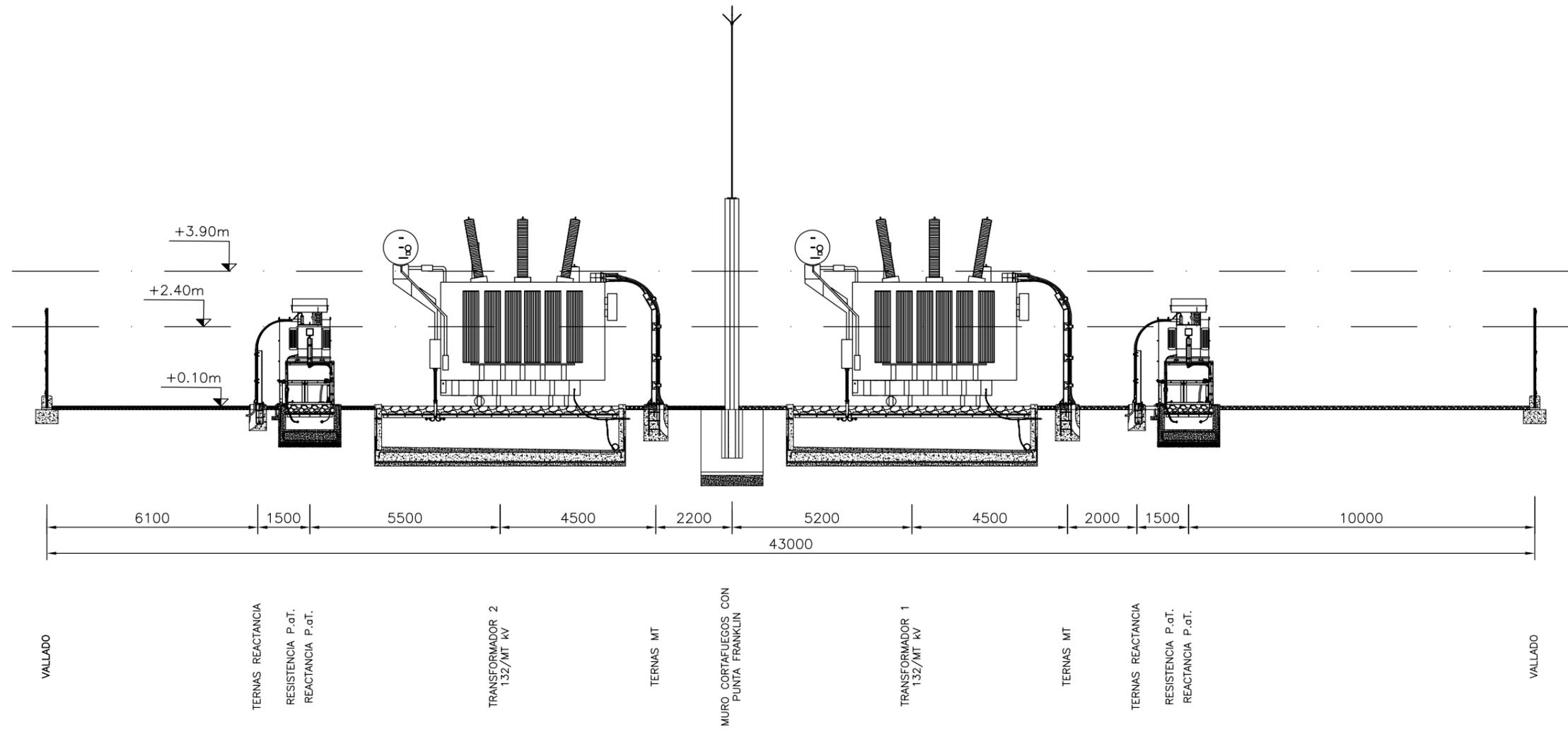


NOTAS:

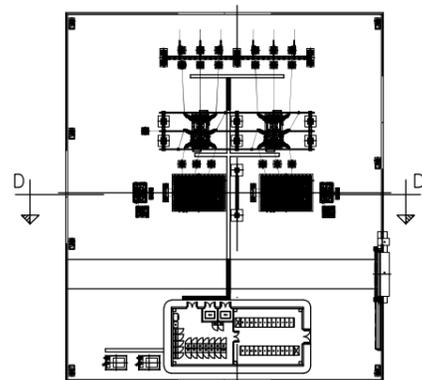
1. COTAS EN mm, ELEVACIONES EN m.

	PROYECTO TIPO HÍBRIDA SB (2L+2TR) ALZADO POS. BARRAS SECCIÓN C-C		INGENIERÍA DE RED SUBESTACIONES Y LAT	
	FECHA: 11/19 ESCALA: 1/150		S.E. TIPO SYZH01_3A 00	
		SYZH01_3A03	N*HOJAS 09	N*HOJA 03

SECCIÓN D-D



PLANTA PILOTO

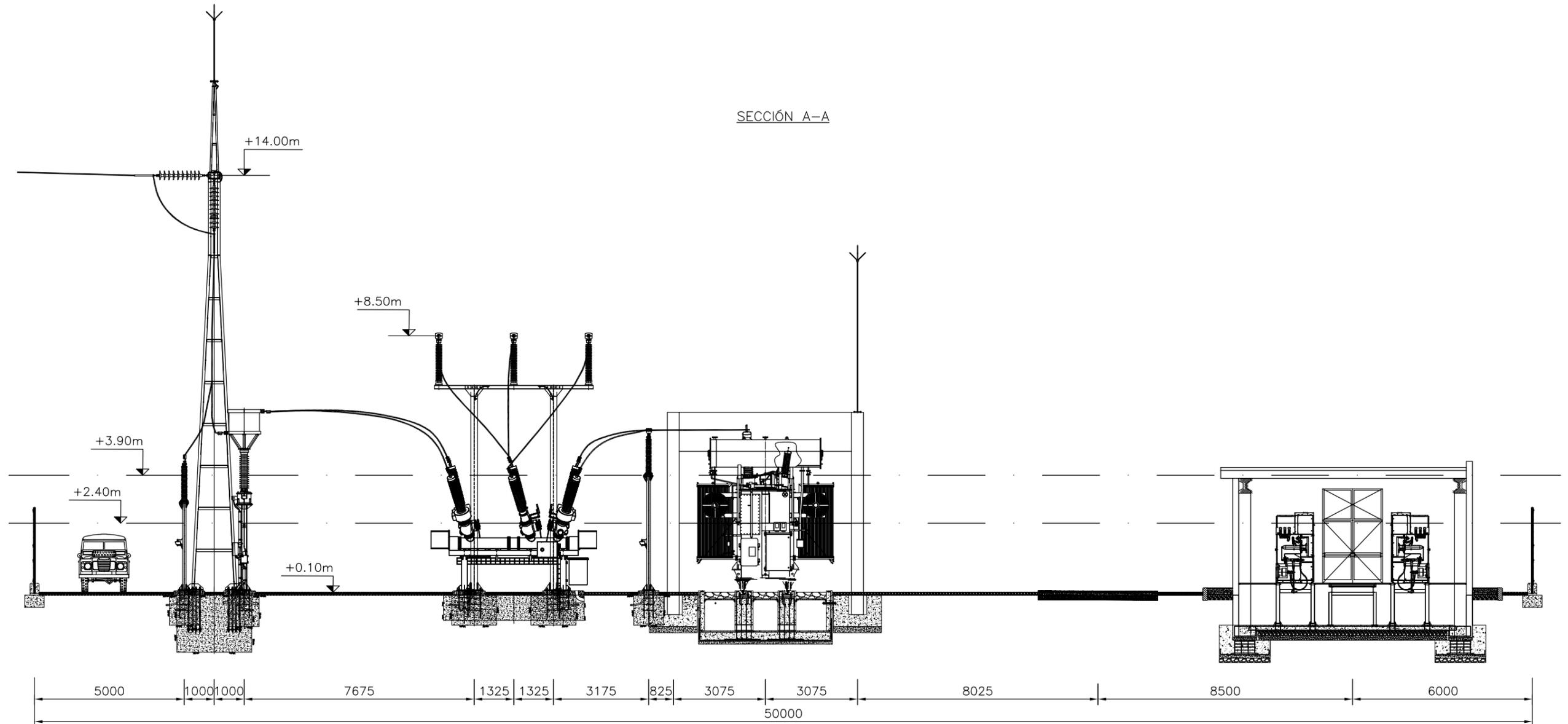


NOTAS:

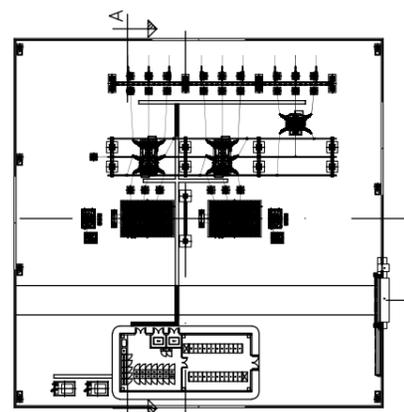
1. COTAS EN mm, ELEVACIONES EN m.

	PROYECTO TIPO HÍBRIDA SB (2L+2TR) ALZADO POS. TRAFOS SECCIÓN D-D	INGENIERÍA DE RED SUBESTACIONES Y LAT		
		S.E. TIPO SYZH01_3A		
FECHA: 11/19	ESCALA: 1/150	SYZH01_3A04	N°HOJAS 09	N°HOJA 04

SECCIÓN A-A



PLANTA PILOTO

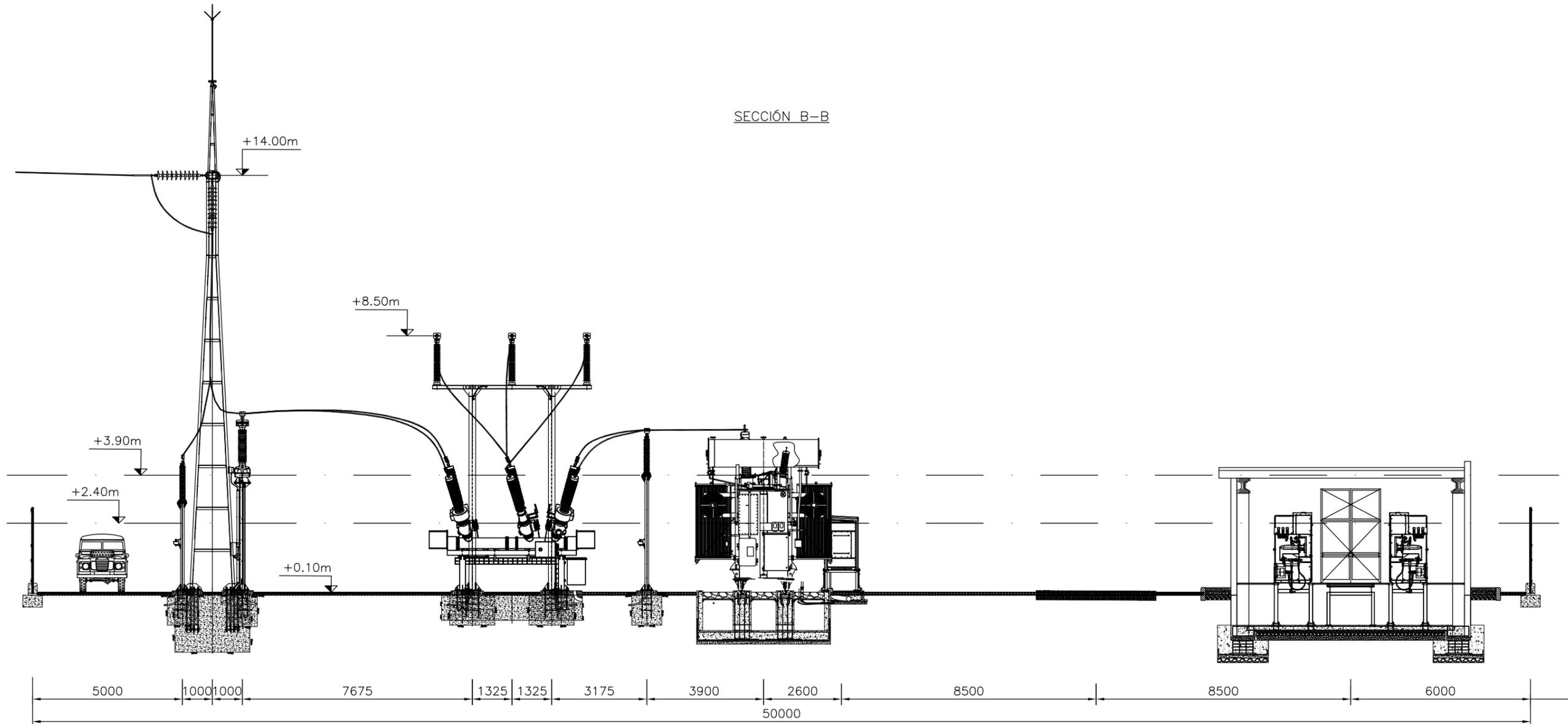


NOTAS:

1. COTAS EN mm, ELEVACIONES EN m.
2. POSICIÓN DE LÍNEA CON TRANSFORMADOR DE TENSIÓN CAPACITIVO CON BOBINA DE BLOQUEO (ONDA PORTADORA).

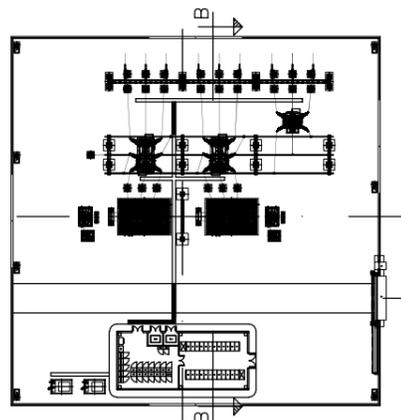
	PROYECTO TIPO HÍBRIDA SB (3L+2TR)	INGENIERÍA DE RED SUBESTACIONES Y LAT	
	ALZ. POS. LÍNEA-TRAF0 1 SECCIÓN A-A	S.E. TIPO SYZH01_3A	
FECHA: 11/19	ESCALA: 1/150	SYZH01_3A05	N*HOJAS 09 N*HOJA 05

SECCIÓN B-B



VALLADO PARARRAYOS LÍNEA 132kV PÓRTICO TRANSFORMADOR DE TENSIÓN INDUCTIVO MÓDULO HÍBRIDO Y2 BARRAS 132kV PARARRAYOS TRAF0 132kV TRANSFORMADOR 2 132/MT KV RESISTENCIA P.at. VIAL EDIFICIO VALLADO

PLANTA PILOTO



NOTAS:

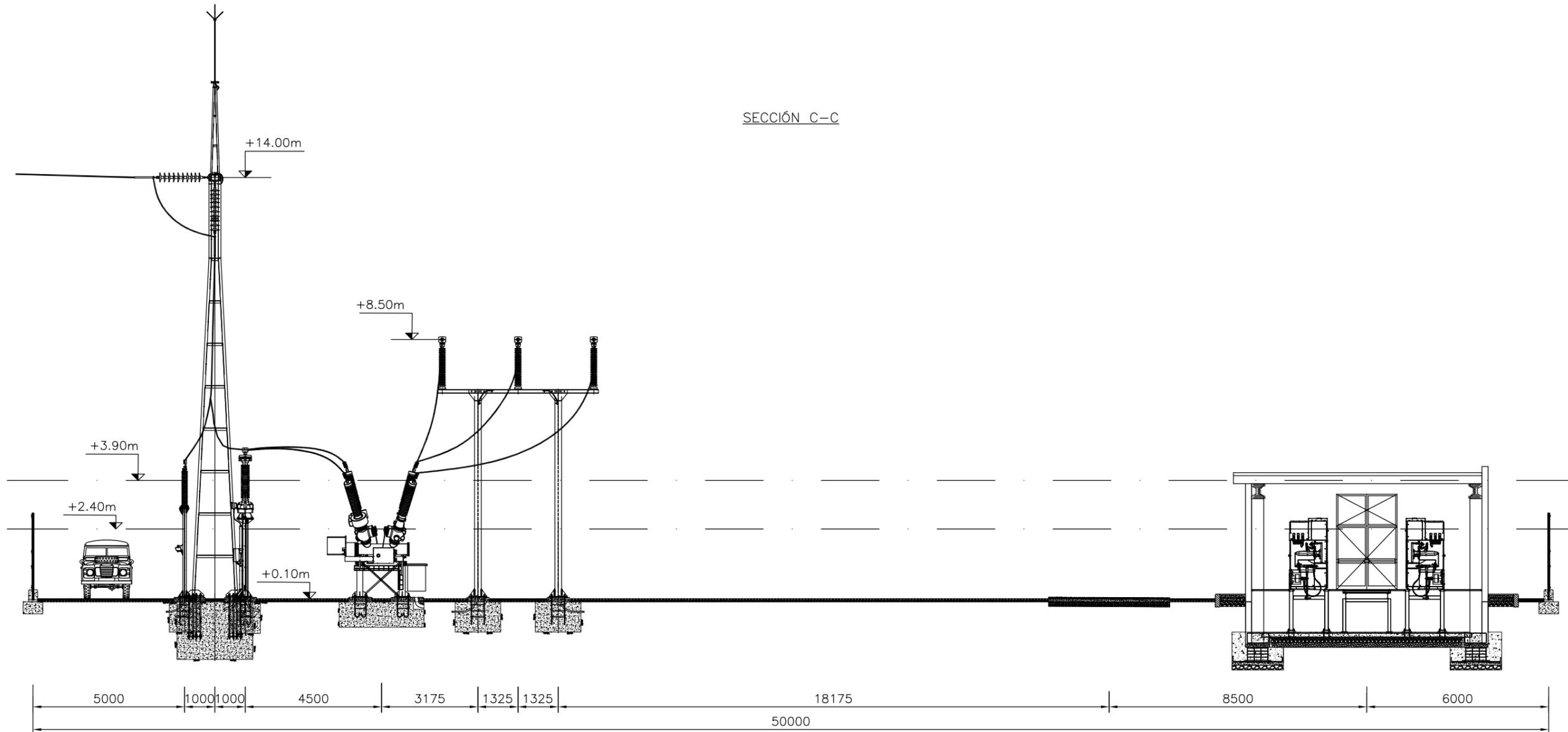
1. COTAS EN mm, ELEVACIONES EN m.

	PROYECTO TIPO HÍBRIDA SB (3L+2TR)	INGENIERÍA DE RED SUBESTACIONES Y LAT	
	ALZ. POS. LÍNEA-TRAF0 2 SECCIÓN B-B	S.E. TIPO SYZH01_3A	
FECHA: 11/19	ESCALA: 1/150	SYZH01_3A06	N*HOJAS 09 N*HOJA 06

ESPACIO RESERVADO PARA LOGO INGENIERIA

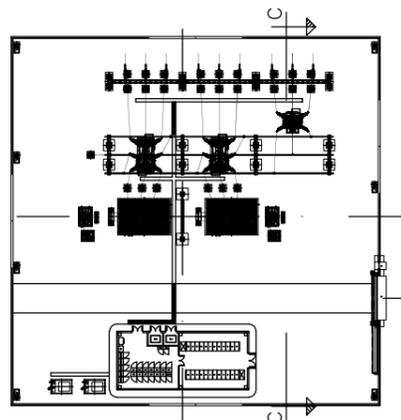
Revisión: L.C.O.E. Laboratorio Central Oficial de Electrotecnia. 30 de abril de 2020

SECCIÓN C-C



VALLADO PARARRAYOS LÍNEA 132kV PÓRTICO TRANSFORMADOR DE TENSIÓN CAPACITIVO MÓDULO HÍBRIDO SINGLE BAY BARRAS 132kV VIAL EDIFICIO VALLADO

PLANTA PILOTO



NOTAS:

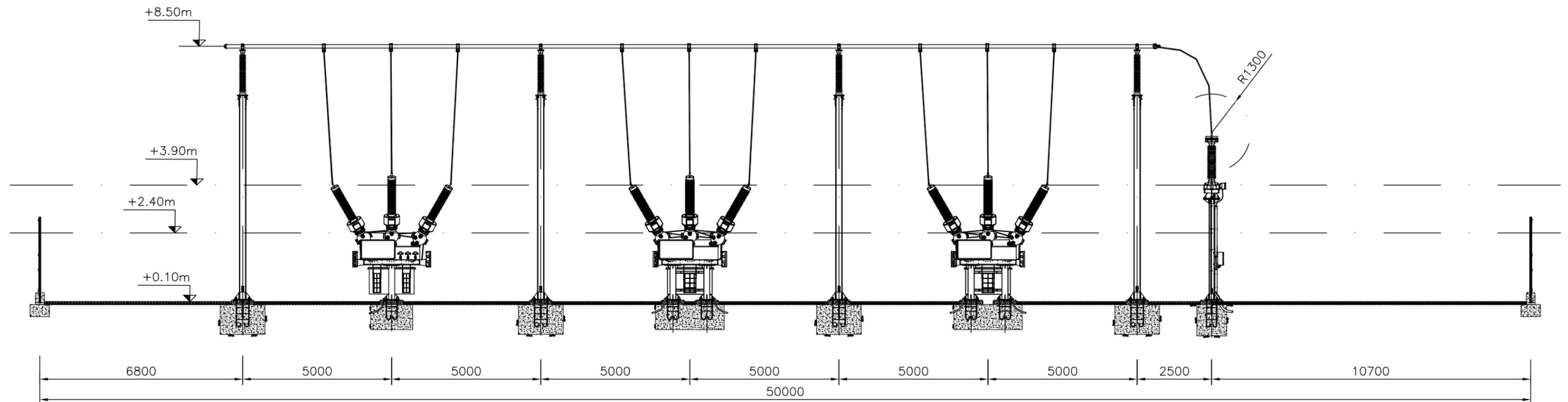
1. COTAS EN mm, ELEVACIONES EN m.

	PROYECTO TIPO HÍBRIDA SB (3L+2TR) ALZ. POS. LÍNEA SINGLE BAY SECCIÓN C-C	INGENIERÍA DE RED SUBESTACIONES Y LAT	
		S.E. TIPO SYZH01_3A	
FECHA: 11/19 ESCALA: 1/150		SYZH01_3A07 N*HOJAS 09 N*HOJA 07	00

Revisión: L.C.O.E. Laboratorio Central Oficial de Electrotecnia. 30 de abril de 2020

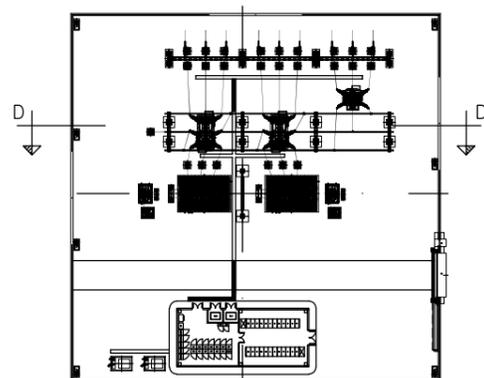
ESPACIO RESERVADO PARA LOGO INGENIERIA

SECCIÓN D-D



VALLADO SOPORTE BARRAS 132kV MÓDULO HÍBRIDO SINGLE BAY SOPORTE BARRAS 132kV MÓDULO HÍBRIDO Y2 SOPORTE BARRAS 132kV MÓDULO HÍBRIDO Y2 SOPORTE BARRAS 132kV T.T. INDUCTIVO BARRAS VALLADO

PLANTA PILOTO



NOTAS:

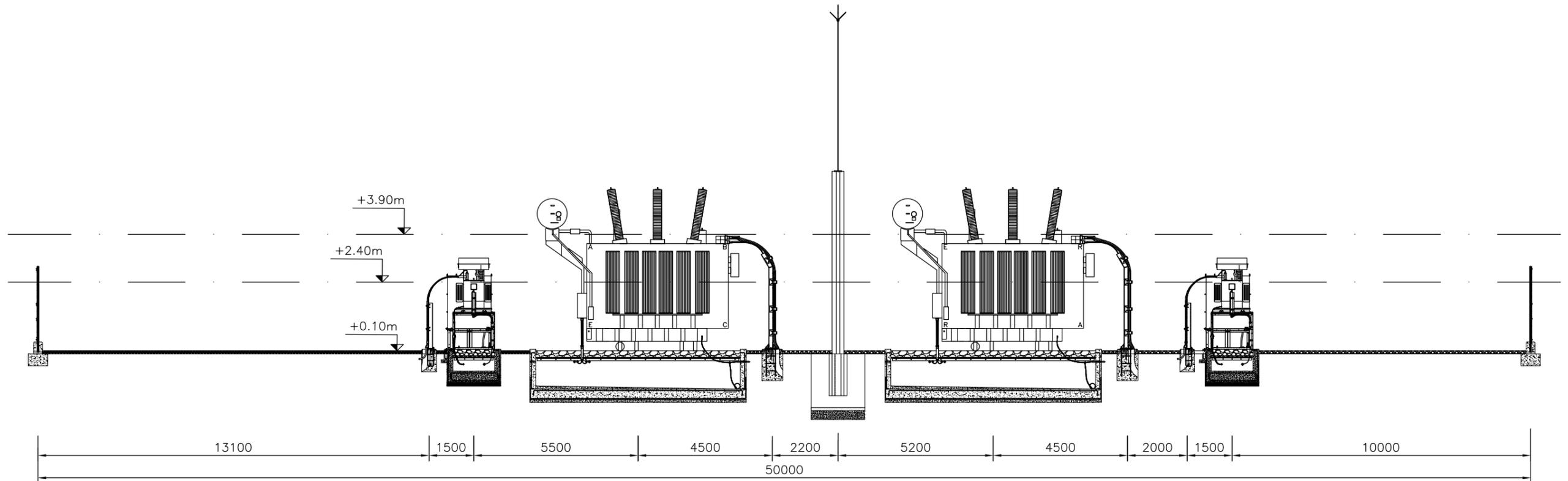
1. COTAS EN mm, ELEVACIONES EN m.

	PROYECTO TIPO HÍBRIDA SB (3L+2TR) ALZADO POS. BARRAS SECCIÓN D-D		INGENIERÍA DE RED SUBESTACIONES Y LAT	
	FECHA: 11/19 ESCALA: 1/150		S.E. TIPO SYZH01_3A 00	
		SYZH01_3A08	N*HOJAS 09	N*HOJA 08

Revisión: L.C.O.E. Laboratorio Central Oficial de Electrotecnia. 30 de abril de 2020

ESPACIO RESERVADO PARA LOGO INGENIERIA

SECCIÓN E-E



VALLADO

TERNAS REACTANCIA
RESISTENCIA P.o.T.
REACTANCIA P.o.T.

TRANSFORMADOR 2
132/MT KV

TERNAS MT

MURO CORTAFUEGOS CON
PUNTA FRANKLIN

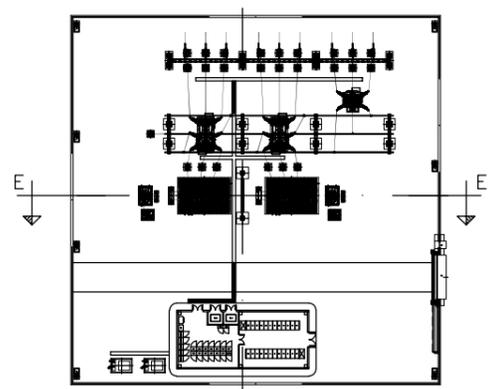
TRANSFORMADOR 1
132/MT KV

TERNAS MT

TERNAS REACTANCIA
RESISTENCIA P.o.T.
REACTANCIA P.o.T.

VALLADO

PLANTA PILOTO



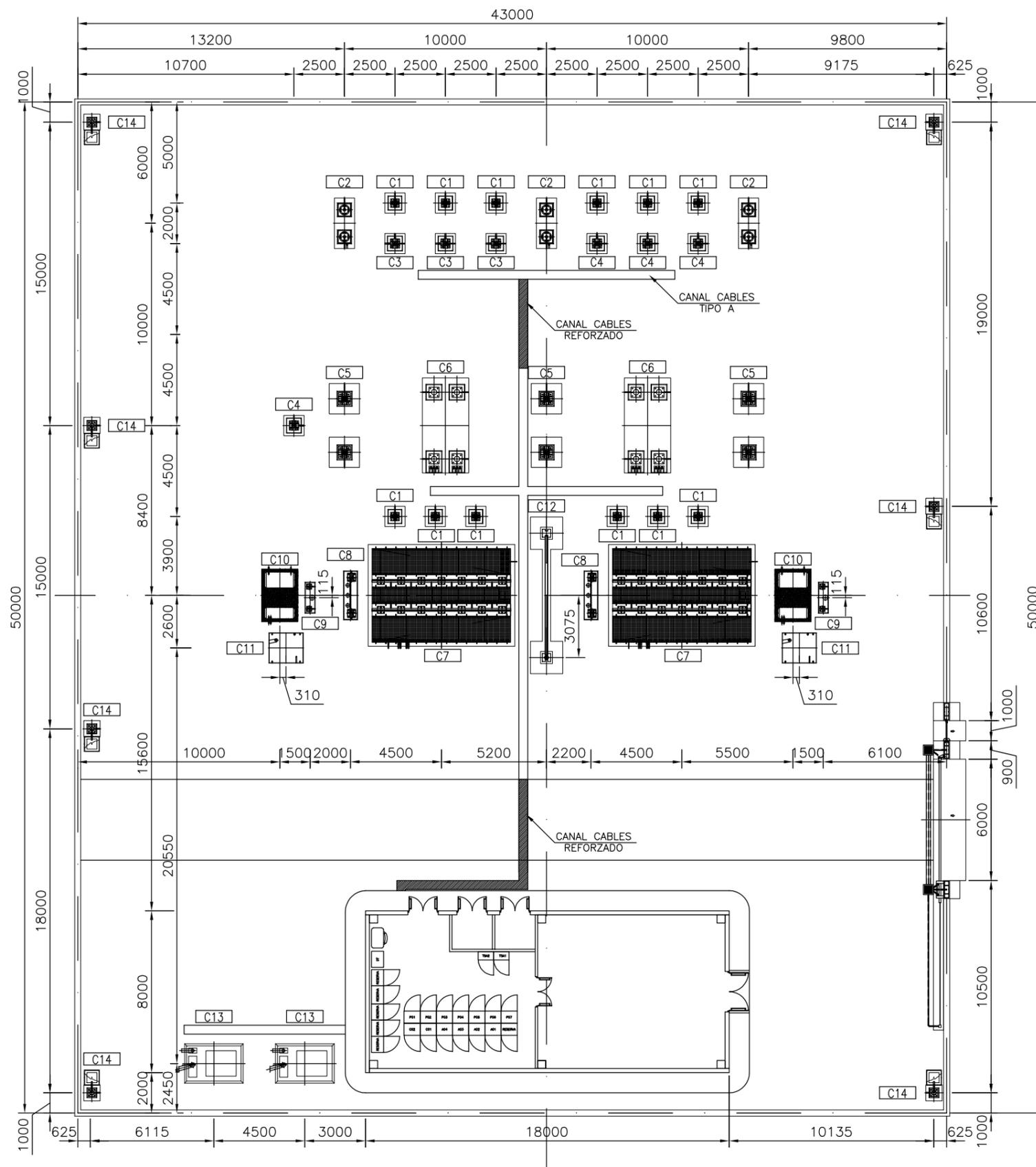
NOTAS:

1. COTAS EN mm, ELEVACIONES EN m.

	PROYECTO TIPO HÍBRIDA SB (3L+2TR) ALZADO POS. TRAFOS SECCIÓN E-E	INGENIERÍA DE RED SUBESTACIONES Y LAT	
		S.E. TIPO SYZH01_3A	
FECHA: 11/19	ESCALA: 1/150	SYZH01_3A09	N*HOJAS 09
		N*HOJA 09	00

Revisión: L.C.O.E. Laboratorio Central Oficial de Electrotecnia. 30 de abril de 2020

ESPACIO RESERVADO PARA LOGO INGENIERIA



LEYENDA:

- C1. CIMENTACIÓN PARARRAYOS LÍNEA/TRAFO.
- C2. CIMENTACIÓN PÓRTICO ENTRADA LÍNEAS.
- C3. CIMENTACIÓN TRANSFORMADOR TENSIÓN CAPACITIVO LÍNEA. (VER NOTA 2)
- C4. CIMENTACIÓN TRANSFORMADOR TENSIÓN INDUCTIVO LÍNEA/BARRAS.
- C5. CIMENTACIÓN SOPORTE DE BARRAS.
- C6. CIMENTACIÓN MÓDULO HÍBRIDO Y2.
- C7. CIMENTACIÓN BANCADA TRANSFORMADOR POTENCIA 132/MT KV.
- C8. CIMENTACIÓN TERNAS M.T.
- C9. CIMENTACIÓN TERNAS REACTANCIA P.σT.
- C10. CIMENTACIÓN REACTANCIA P.σT.
- C11. CIMENTACIÓN RESISTENCIA P.σT.
- C12. CIMENTACIÓN MURO CORTAFUEGOS.
- C13. CIMENTACIÓN BATERÍAS CONDENSADORES.
- C14. ALUMBRADO.

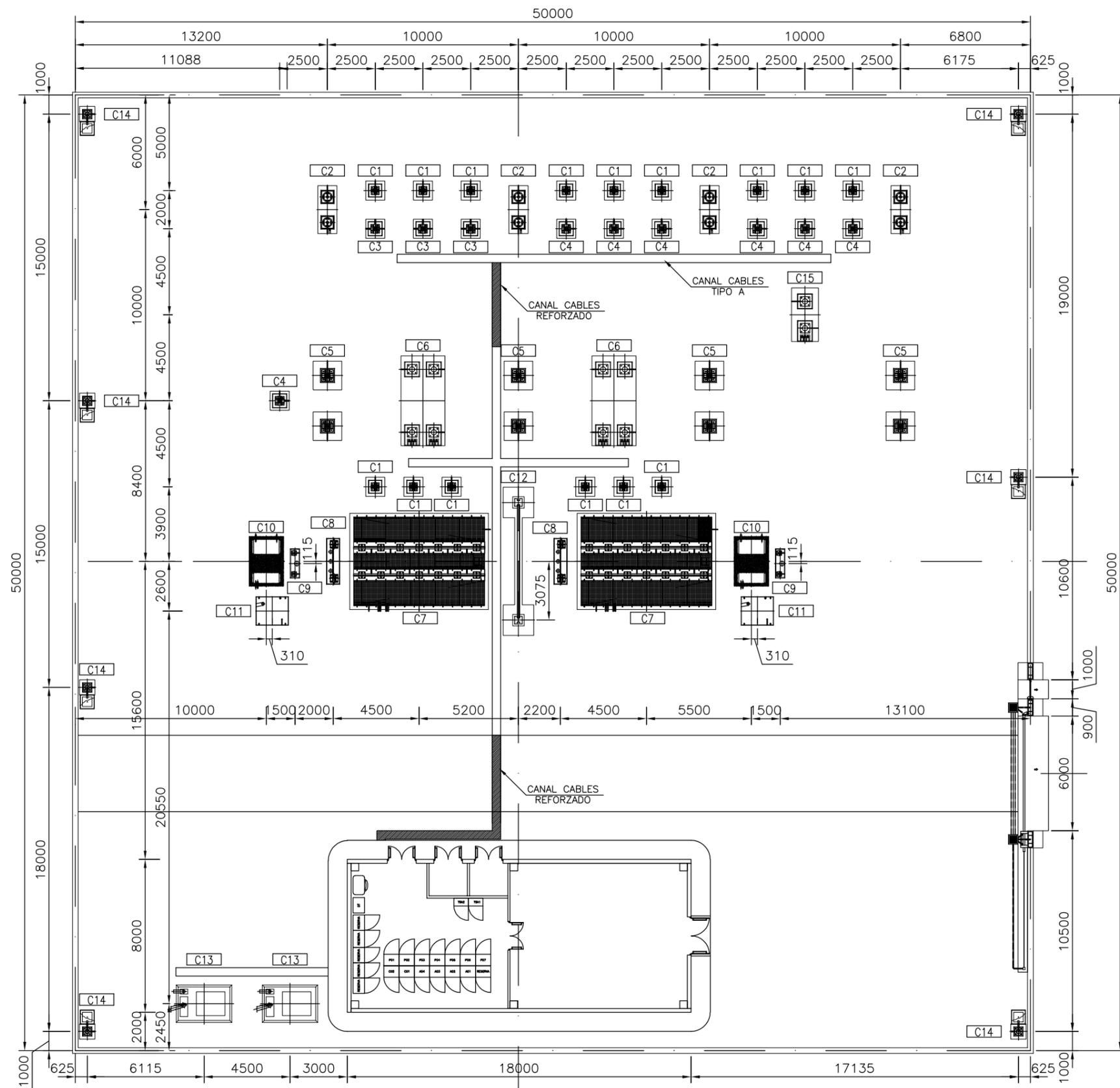
NOTAS:

1. COTAS EN mm. REFERIDAS A EJES DE CIMENTACIONES, ELEVACIONES EN METROS.
2. SE INSTALARÁN TRANSFORMADORES DE TENSIÓN CAPACITIVOS PARA LÍNEAS CON ONDA PORTADORA.

ESPACIO RESERVADO PARA LOGO INGENIERIA

Revisión: L.C.O.E. Laboratorio Central Oficial de Electrotecnia. 30 de abril de 2020

	PROYECTO TIPO HÍBRIDA SB (2L+2TR)	INGENIERÍA DE RED SUBESTACIONES Y LAT	
	PLANTA GENERAL OBRA CIVIL	S.E. TIPO SYZH01_5A	
FECHA: 11/19 ESCALA: 1/250	00		SYZH01_5A01 N*HOJAS 02 N*HOJA 01



LEYENDA:

- C1. CIMENTACIÓN PARARRAYOS LÍNEA/TRAFO.
- C2. CIMENTACIÓN PÓRTICO ENTRADA LÍNEAS.
- C3. CIMENTACIÓN TRANSFORMADOR TENSIÓN CAPACITIVO LÍNEA. (VER NOTA 2)
- C4. CIMENTACIÓN TRANSFORMADOR TENSIÓN INDUCTIVO LÍNEA/BARRAS.
- C5. CIMENTACIÓN SOPORTE DE BARRAS.
- C6. CIMENTACIÓN MÓDULO HÍBRIDO Y2.
- C7. CIMENTACIÓN BANCADA TRANSFORMADOR POTENCIA 132/MT KV.
- C8. CIMENTACIÓN TERNAS M.T.
- C9. CIMENTACIÓN TERNAS REACTANCIA P.σT.
- C10. CIMENTACIÓN REACTANCIA P.σT.
- C11. CIMENTACIÓN RESISTENCIA P.σT.
- C12. CIMENTACIÓN MURO CORTAFUEGOS.
- C13. CIMENTACIÓN BATERÍAS CONDENSADORES.
- C14. ALUMBRADO.
- C15. CIMENTACIÓN MÓDULO HÍBRIDO SINGLE BAY.

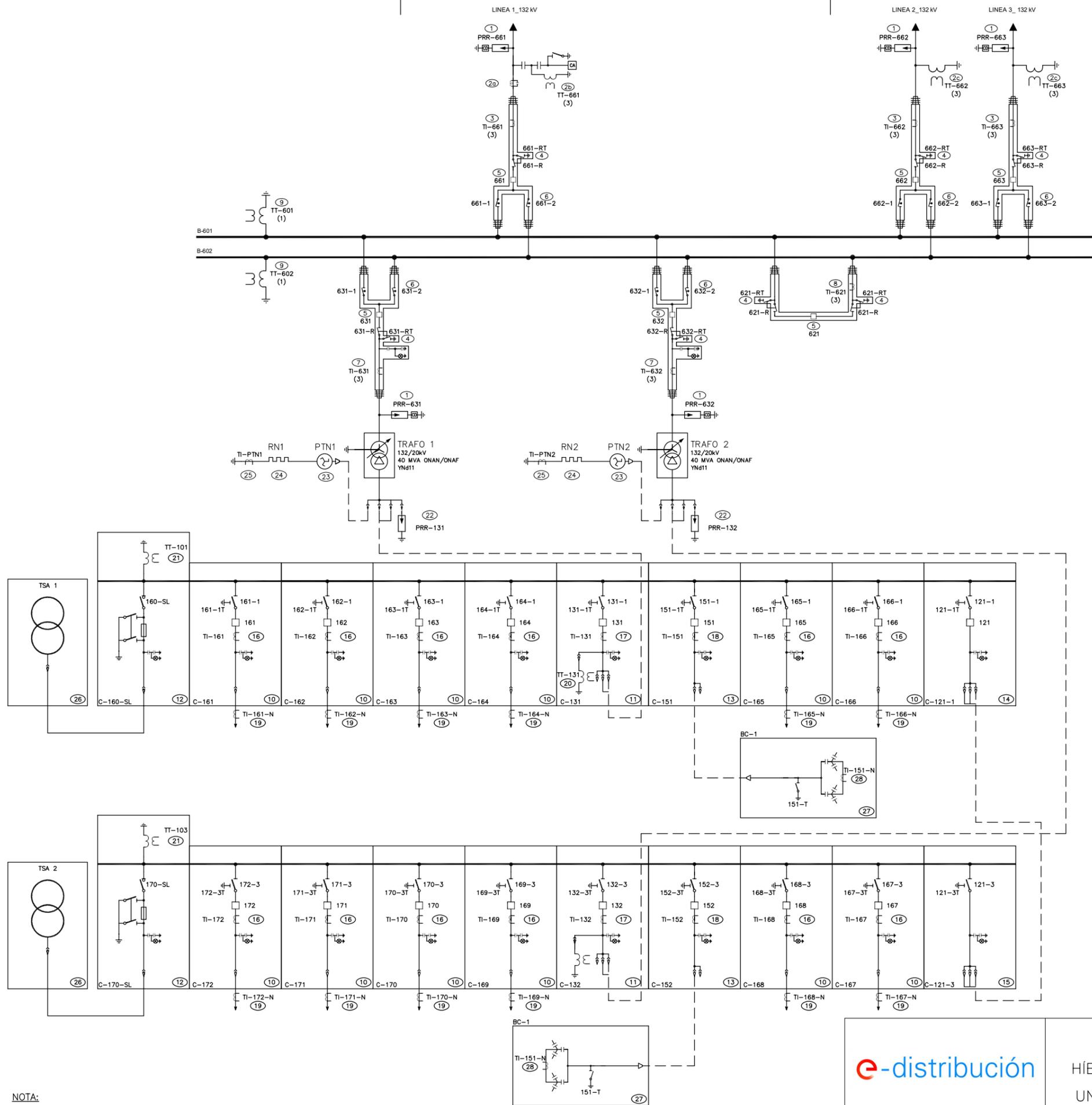
NOTAS:

1. COTAS EN mm. REFERIDAS A EJES DE CIMENTACIONES, ELEVACIONES EN METROS.
2. SE INSTALARÁN TRANSFORMADORES DE TENSIÓN CAPACITIVOS PARA LÍNEAS CON ONDA PORTADORA.

ESPACIO RESERVADO PARA LOGO INGENIERIA

Revisión: L.C.O.E. Laboratorio Central Oficial de Electrotecnia. 30 de abril de 2020

	PROYECTO TIPO HÍBRIDA SB (3L+2TR)	INGENIERÍA DE RED SUBESTACIONES Y LAT	
	PLANTA GENERAL OBRA CIVIL	S.E. TIPO SYZH01_5A	
FECHA: 11/19 ESCALA: 1/250	00		SYZH01_5A N*HOJAS 02 N*HOJA 02



LEYENDA 132 kV (VER NOTA 2)	
1	3xPARARRAYOS 120kV 10kA CLASE 3
2a	1xBOBINA BLOQUEO 0.5mH 800A 31.5kA
2b	3xT.T. CAPACITIVOS 132.000/√3/110/√3-110/√3, 30VA CI. 0.5-3P, 30VA CI. 0.5-3P (VER NOTA 1)
2c	3xT.T. INDUCTIVOS 132.000/√3/110/√3-110/√3, 25VA CI. 0.5-3P, 25VA CI. 0.5-3P
3	3xT.I. 400-800/5-5-5A, 30VA CI. 0.5-5P20, 30VA CI. 5P20, 30VA CI. 5P20
4	SECCIONADOR 145kV 1250A CON P.g.T.
5	INTERRUPTOR 145kV 1250A 31.5kA
6	SECCIONADOR 145kV 1250A
7	3xT.I. 1000-2000/5-5-5A, 30VA CI. 0.5-5P20, 30VA CI. 5P20, 30VA CI. 5P20
8	3xT.I. 1000-2000/5-5A, 30VA CI. 5P20, 30VA CI. 5P20
9	1xT.T. INDUCTIVO 132.000/√3/110/√3-110/√3, 25VA CI. 0.5-3P, 25VA CI. 0.5-3P

LEYENDA MT kV (VER NOTA 3)	
- CELDAS 24kV 1600A 25kA	
10	CELDA DE LINEA 24kV 630A 25kA
11	CELDA DE TRAF0 24kV 1600A 25kA
12	CELDA S.S.A.A. Y MEDIDA 24kV 200A 25kA
13	CELDA B.B.C.C. 24kV 630A 25kA
14	CELDA ACOPLAMIENTO CON INTERRUPTOR 24kV 1600A 25kA
15	CELDA ACOPLAMIENTO SIN INTERRUPTOR 24kV 1600A 25kA
16	3xTI 300-600/1A, 2VA 5P30
17	3xTI 1000-2000/5-5-5A, 10VA CI. 0.5, 10VA 5P20, 10VA 5P20
18	3xTI 300-600/5A, 15VA 5P30
19	1xTI TOROIDAL 20/1A
20	3xTI 22.000/√3/110/√3-110/√3, 15VA CI. 0.5-3P, 10VA CI. 6P
21	3xTI 22.000/√3/110/√3-110/√3, 15VA CI. 0.5-3P, 10VA CI. 6P
22	3 x PARARRAYOS PFIESTERER 24kV 10kA cl.2
23	REACTANCIA P.g.T. 24kV 22 Ohm Idef=300A
24	RESISTENCIA P.g.T. 24kV 42.3 Ohm Idef=300A
25	TI TOROIDAL 300/5 A, 10VA CI. 5P10
26	TRAF0 S.S.A.A. 20/0.4kV 250kVA
- CELDAS BATERIA CONDENSADORES 20kV 4MVar	
27	BATERIA DE CONDENSADORES 4MVar (12 Botes de 333kVar)
28	1xTI TOROIDAL 5/5A, 10VA CI.1

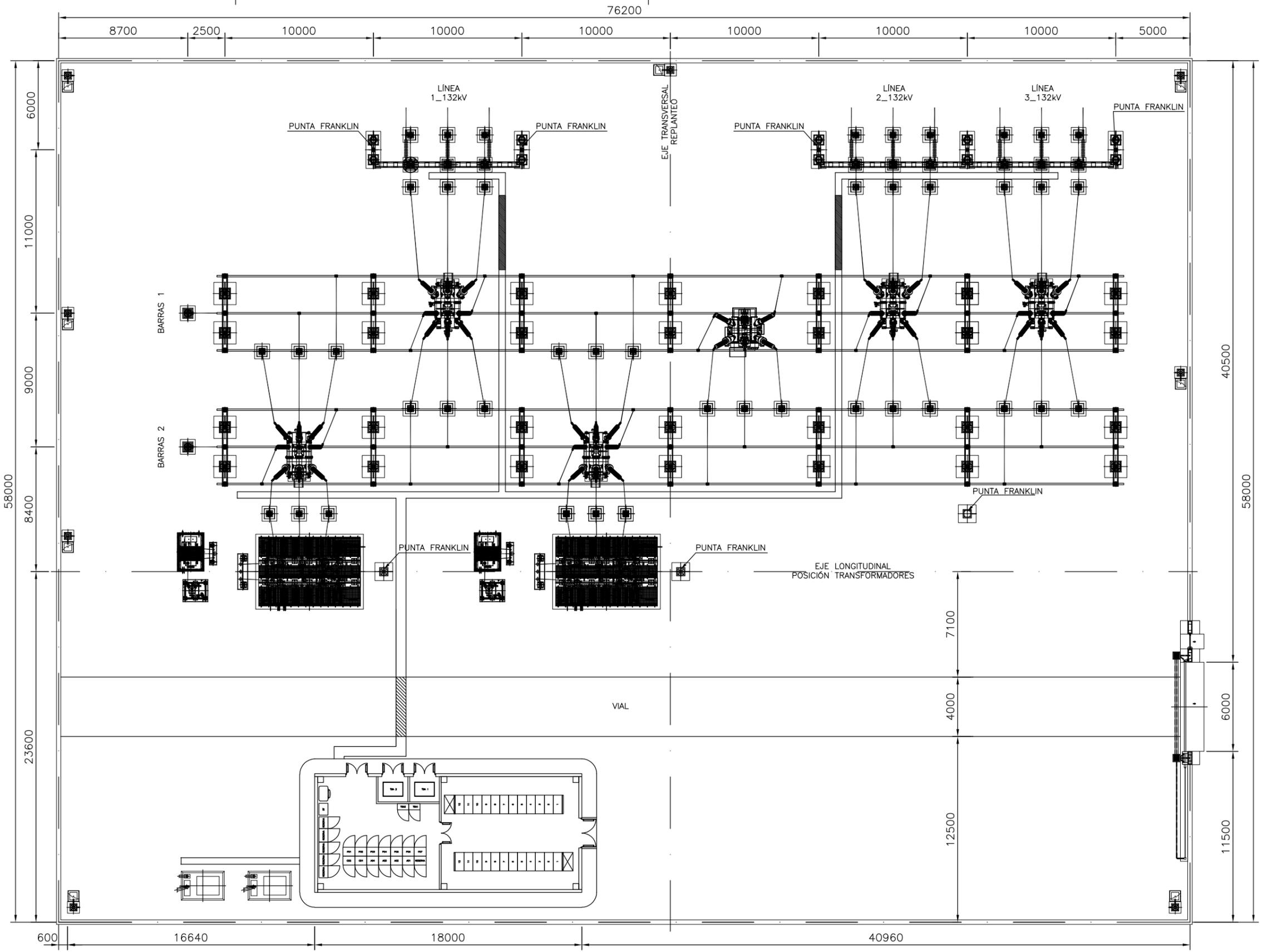
NOTA:

- SE INSTALARÁN TRANSFORMADORES DE TENSION CAPACITIVOS PARA LINEAS CON ONDA PORTADORA.
- EL UNIFILAR REPRESENTADO SERÁ EQUIVALENTE PARA LOS NIVELES DE 110kV Y 66kV.

Revisión: EL UNIFILAR REPRESENTADO SERÁ EQUIVALENTE PARA LOS NIVELES DE 110kV Y 66kV. LAS CARACTERÍSTICAS MOSTRADAS EN LA LEYENDA MT CORRESPONDEN A CELDAS DE 20kV.

	PROYECTO TIPO HÍBRIDA DB (3L+2TR) UNIFILAR 132/MT kV		INGENIERÍA DE RED SUBESTACIONES Y LAT	
	S.E. TIPO SYZH01_1B		00	
FECHA: 11/19	ESCALA: S/E	SYZH01_1B01	N*HOJAS 01	N*HOJA 01

ESPACIO RESERVADO PARA LOGO INGENIERIA



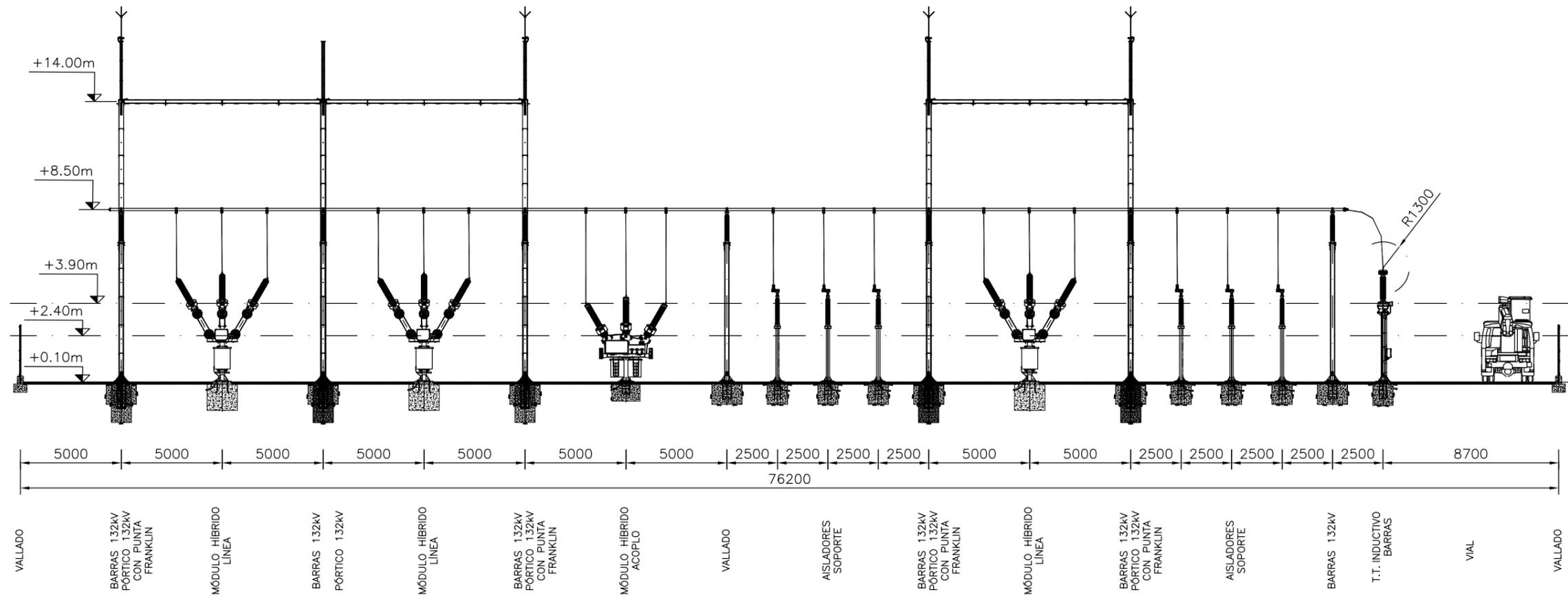
NOTAS:

1.- COTAS EN mm REFERIDAS A EJES.

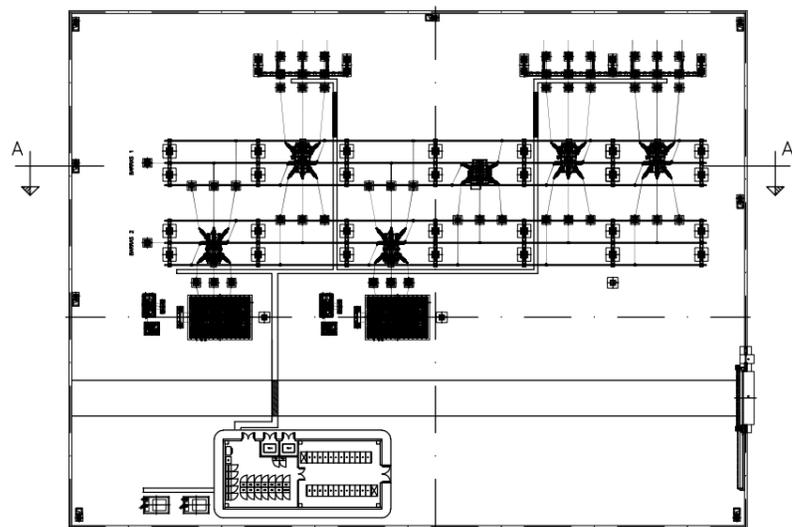
Revisión: L.C.O.E. Laboratorio Central Oficial de Electrotecnia. 30 de abril de 2020

	PROYECTO TIPO HÍBRIDA DB (3L+2TR) PLANTA GENERAL ELECTROMECAÁNICO		INGENIERÍA DE RED SUBESTACIONES Y LAT	
	FECHA: 11/19 ESCALA: 1/275		S.E. TIPO SYZH01_2B 00	
		SYZH01_2B01	N*HOJAS 01	N*HOJA 01

SECCIÓN A-A



PLANTA PILOTO



NOTAS:

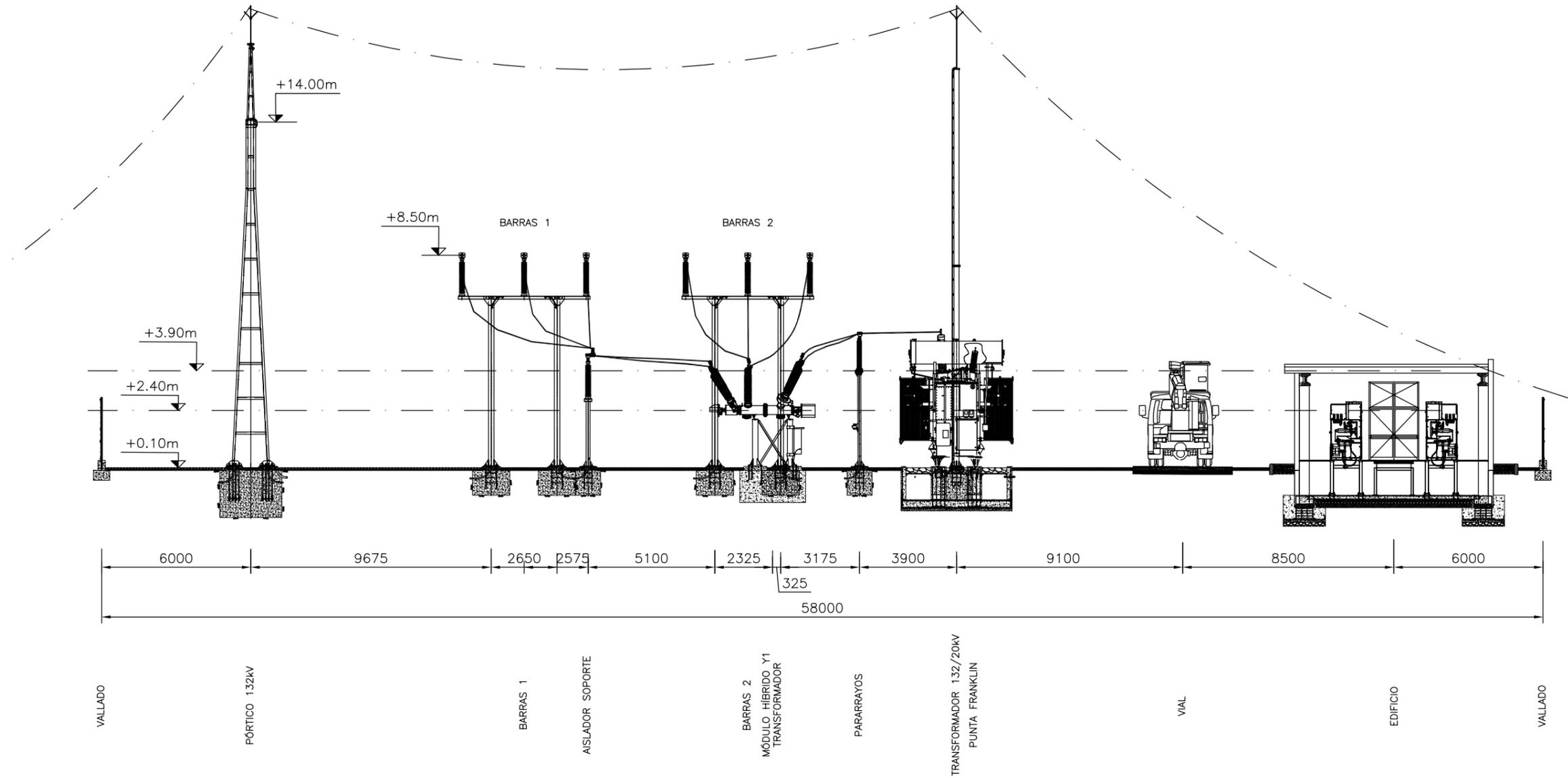
1.- COTAS EN mm REFERIDAS A EJES.

	PROYECTO TIPO HÍBRIDA DB (3L+2TR) ALZADO LONGITUDINAL SECCIÓN A-A	INGENIERÍA DE RED SUBESTACIONES Y LAT	
	FECHA: 11/19 ESCALA: 1/250	S.E. TIPO SYZH01_3B 00	
		SYZH01_3B01	N°HOJAS 05 N°HOJA 01

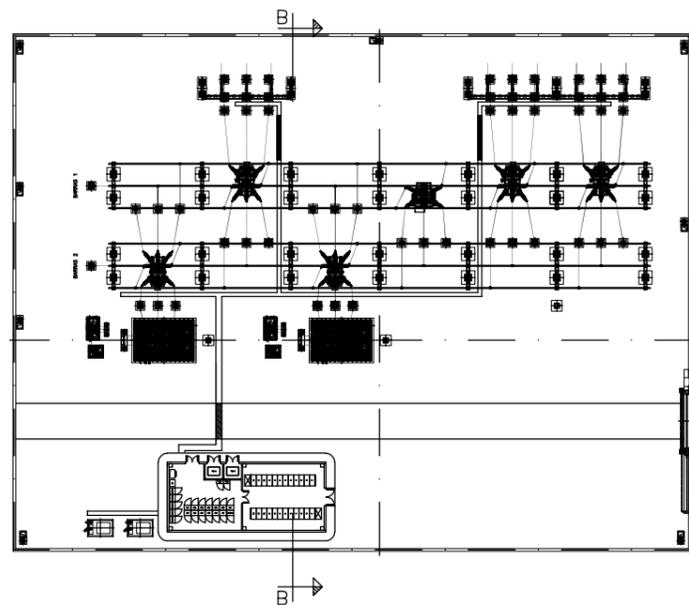
Revisión: L.C.O.E. Laboratorio Central Oficial de Electrotecnia. 30 de abril de 2020

ESPACIO RESERVADO PARA LOGO INGENIERIA

SECCIÓN B-B



PLANTA PILOTO



NOTAS:

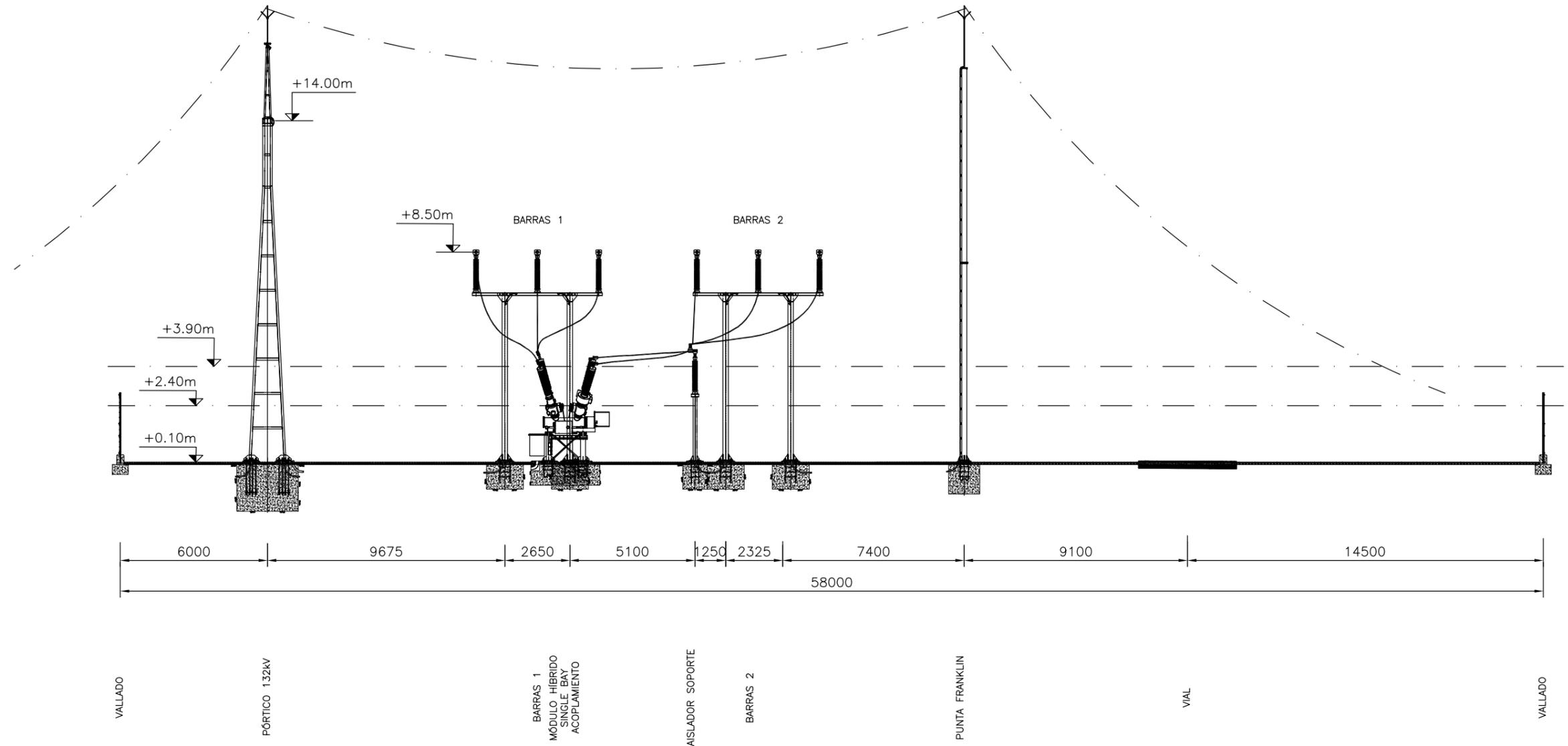
1.- COTAS EN mm REFERIDAS A EJES.

ESPACIO RESERVADO PARA LOGO INGENIERIA

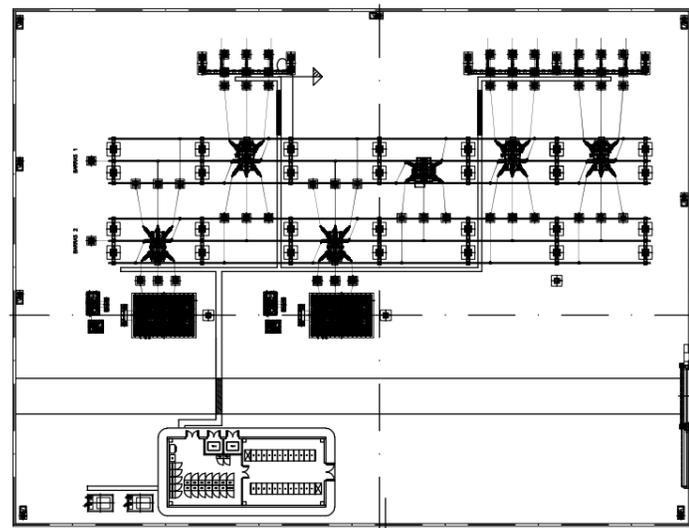
Revisión: L.C.O.E. Laboratorio Central Oficial de Electrotecnia. 30 de abril de 2020

	PROYECTO TIPO HÍBRIDA DB (3L+2TR) ALZADO POSICIÓN TRAF0 SECCIÓN B-B	INGENIERÍA DE RED SUBESTACIONES Y LAT	
	FECHA: 11/19 ESCALA: 1/200	S.E. TIPO SYZH01_3B 00	
		SYZH01_3B02	N*HOJAS 05 N*HOJA 02

SECCIÓN C-C



PLANTA PILOTO



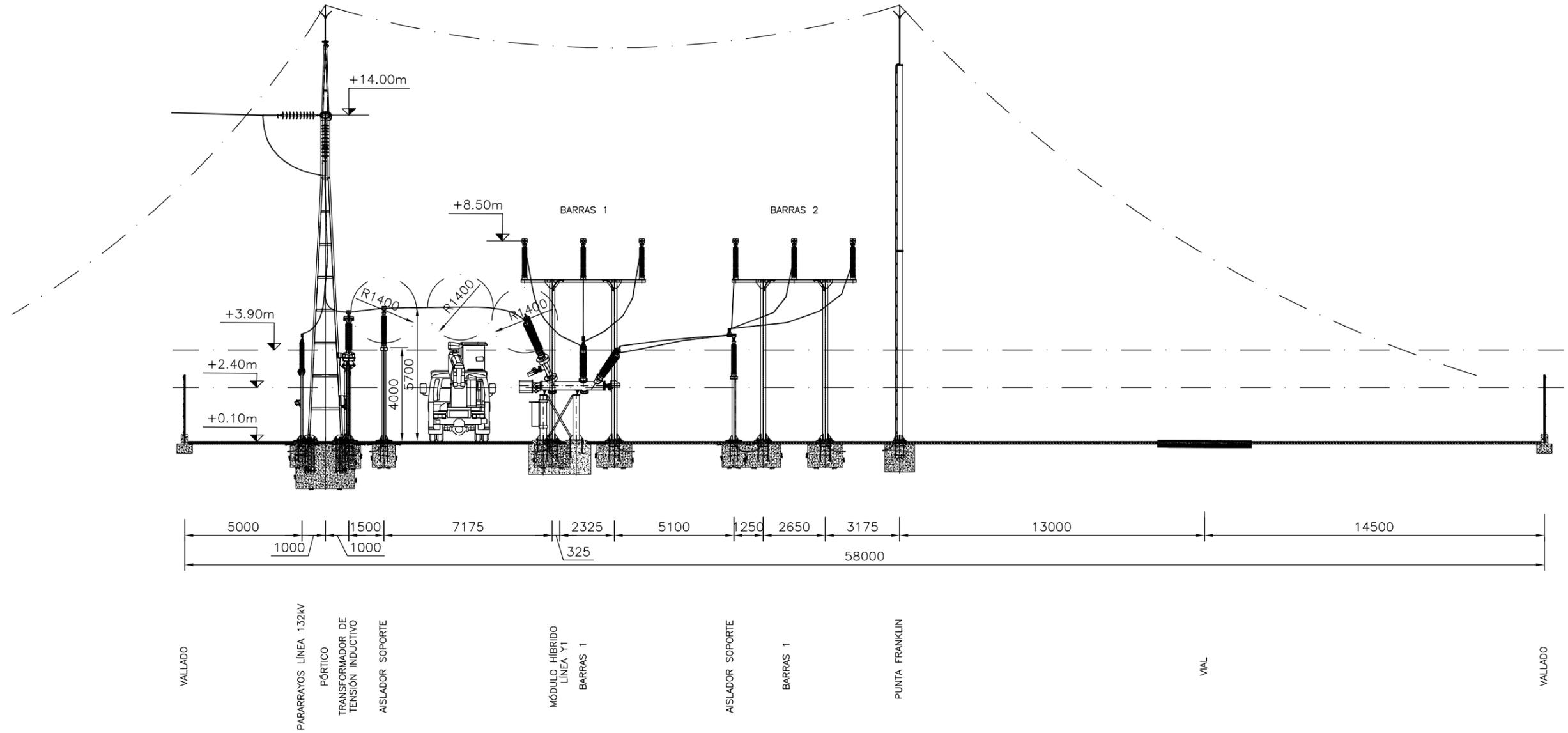
NOTAS:

1.- COTAS EN mm REFERIDAS A EJES.

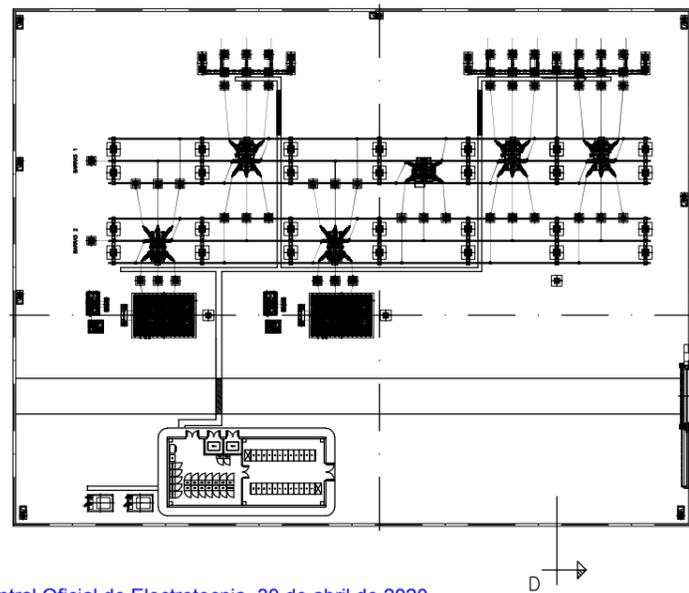
Revisión: L.C.O.E. Laboratorio Central Oficial de Electrotecnia. 30 de abril de 2020

	PROYECTO TIPO HÍBRIDA DB (3L+2TR) ALZADO POS. ACOPLO SECCIÓN C-C	INGENIERÍA DE RED SUBESTACIONES Y LAT		
		S.E. TIPO SYZH01_3B		
FECHA: 11/19	ESCALA: 1/200	SYZH01_3B03	N*HOJAS 05	N*HOJA 03

SECCIÓN D-D



PLANTA PILOTO



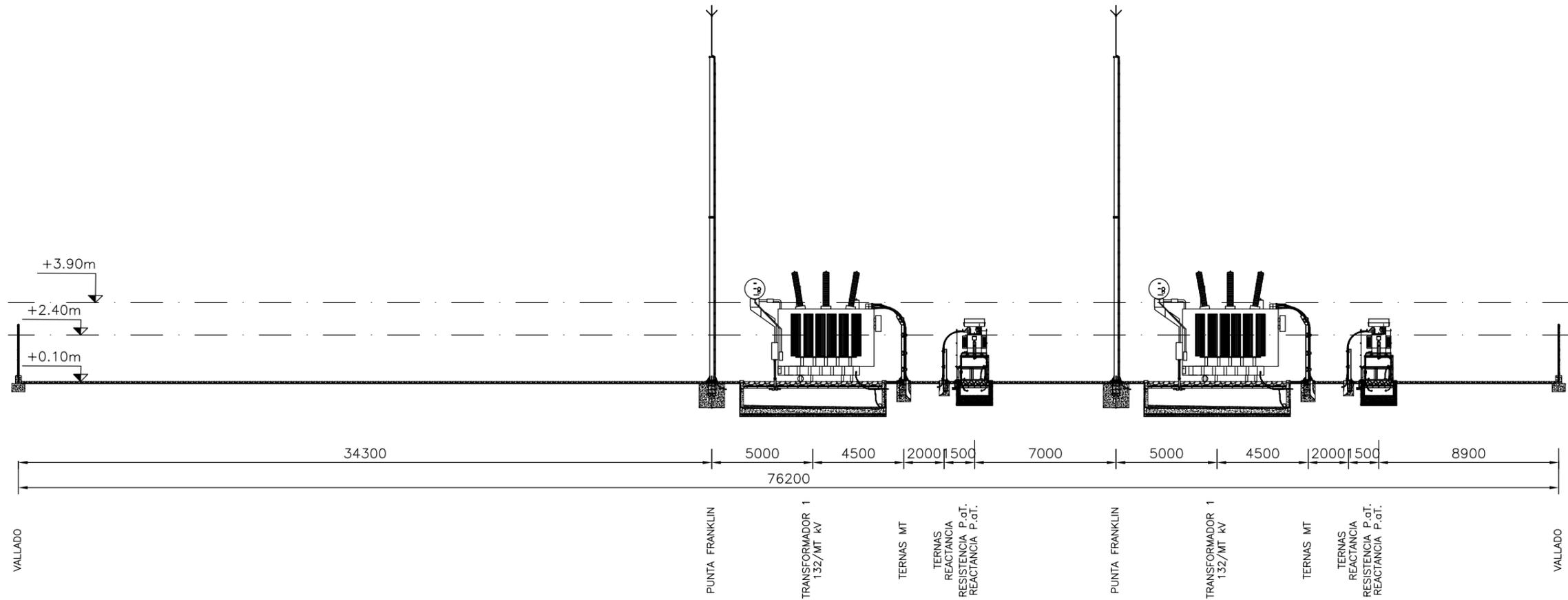
NOTAS:

1.- COTAS EN mm REFERIDAS A EJES.

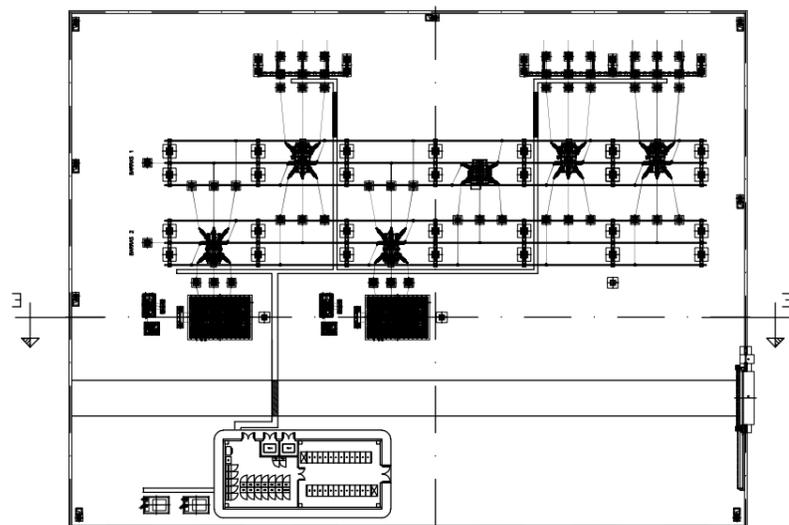
Revisión: L.C.O.E. Laboratorio Central Oficial de Electrotecnia. 30 de abril de 2020

	PROYECTO TIPO HÍBRIDA DB (3L+2TR) ALZADO POS. LÍNEA SECCIÓN D-D	INGENIERÍA DE RED SUBESTACIONES Y LAT	
	FECHA: 11/19 ESCALA: 1/200	S.E. TIPO SYZH01_3B 00	
		SYZH01_3B04 N*HOJAS 05 N*HOJA 04	

SECCIÓN E-E



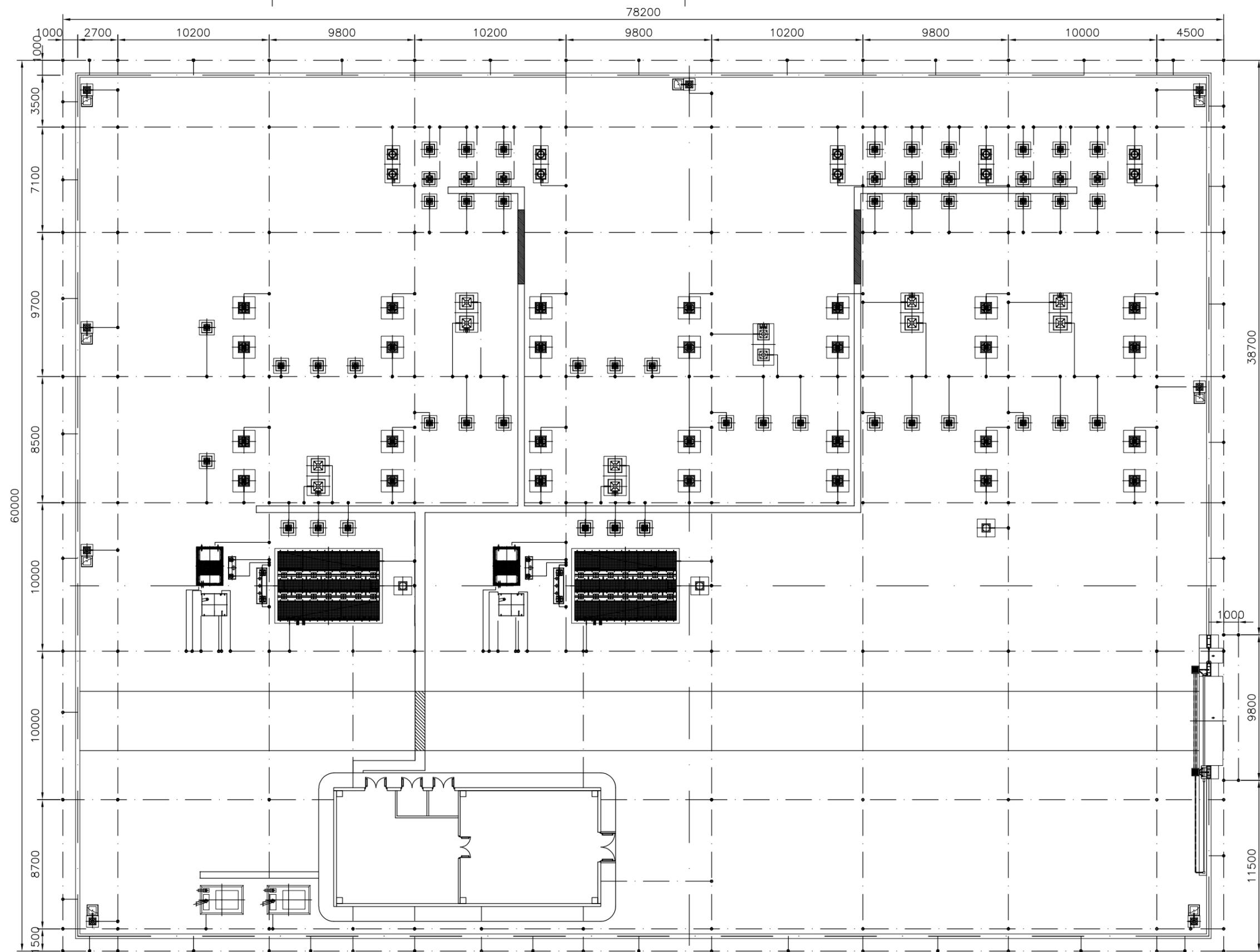
PLANTA PILOTO



NOTAS:

1.- COTAS EN mm REFERIDAS A EJES.

	PROYECTO TIPO HÍBRIDA DB (3L+2TR) ALZADO LONGITUDINAL SECCIÓN E-E	INGENIERÍA DE RED SUBESTACIONES Y LAT	
		S.E. TIPO	
FECHA: 11/19	ESCALA: 1/250	SYZH01_3B05	00
		N*HOJAS 05	N*HOJA 05



NOTAS:

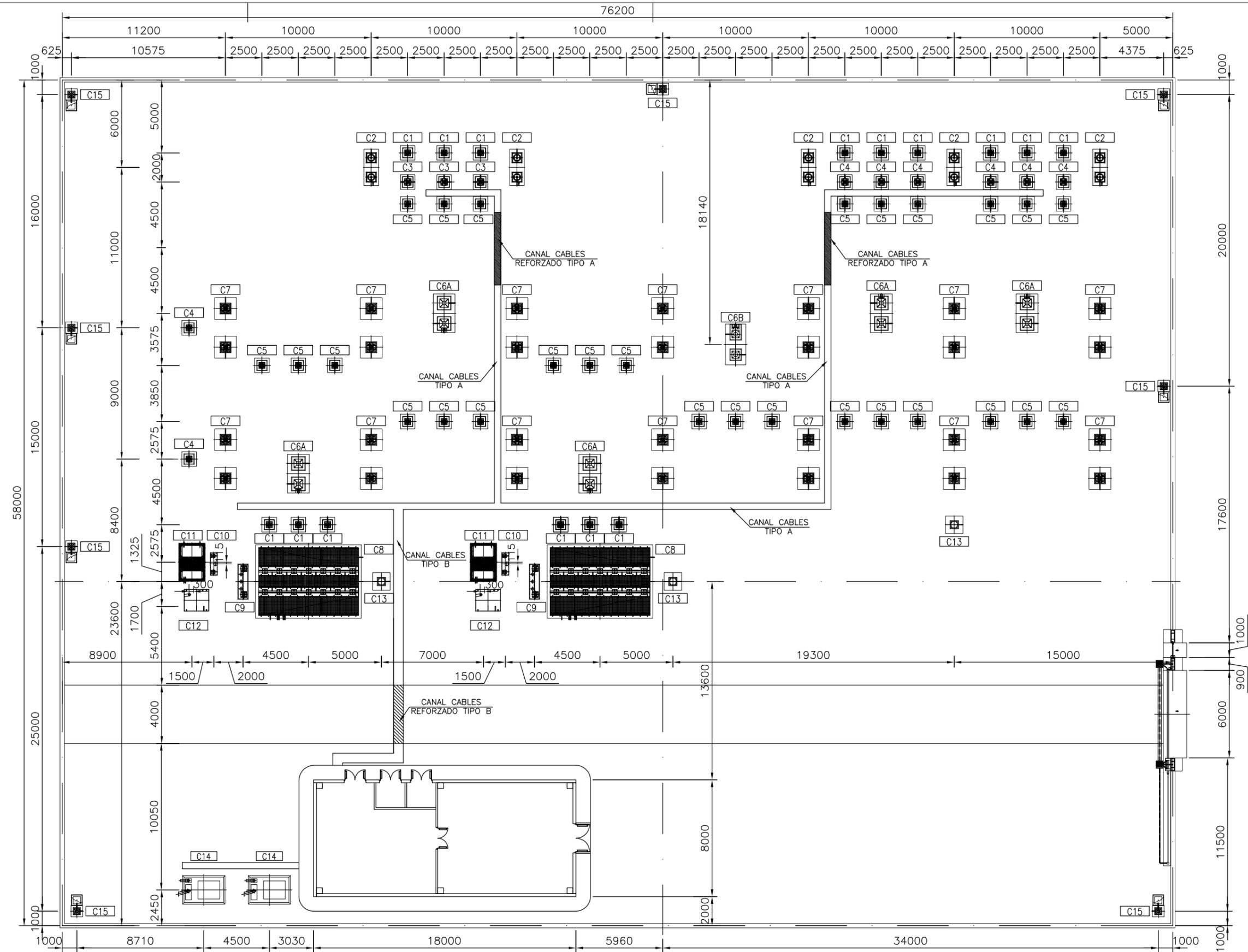
- 1.- CABLE DE TIERRA 95mm² Cu.
- 2.- INTRODUCIR TIERRAS AL EDIFICIO POR LOS TUBOS DE LOS CABLES DE POTENCIA.
- 3.- COTAS EN mm.

- 1.200 m. RED TIERRAS PARQUE
- 150 m. CONEXIONES A EQUIPOS
- 32 m. CONEXIONES A VALLADO
- 219 Ud. SOLDADURA ALUMINOTÉRMICA T
- 51 Ud. SOLDADURA ALUMINOTÉRMICA CRUZ

ESPACIO RESERVADO PARA LOGO INGENIERIA

Revisión: L.C.O.E. Laboratorio Central Oficial de Electrotecnia. 30 de abril de 2020

	PROYECTO TIPO HÍBRIDA DB (3L+2TR)		INGENIERÍA DE RED SUBESTACIONES Y LAT	
	PLANTA GENERAL RED DE TIERRAS		S.E. TIPO SYZH01_4B	
FECHA: 11/19	ESCALA: 1/250		00	
		SYZH01_4B01	N*HOJAS 01	N*HOJA 01



ESPACIO RESERVADO PARA LOGO INGENIERIA

NOTAS:

1. COTAS EN mm. REFERIDAS A EJES DE CIMENTACIONES, ELEVACIONES EN METROS.

LEYENDA:

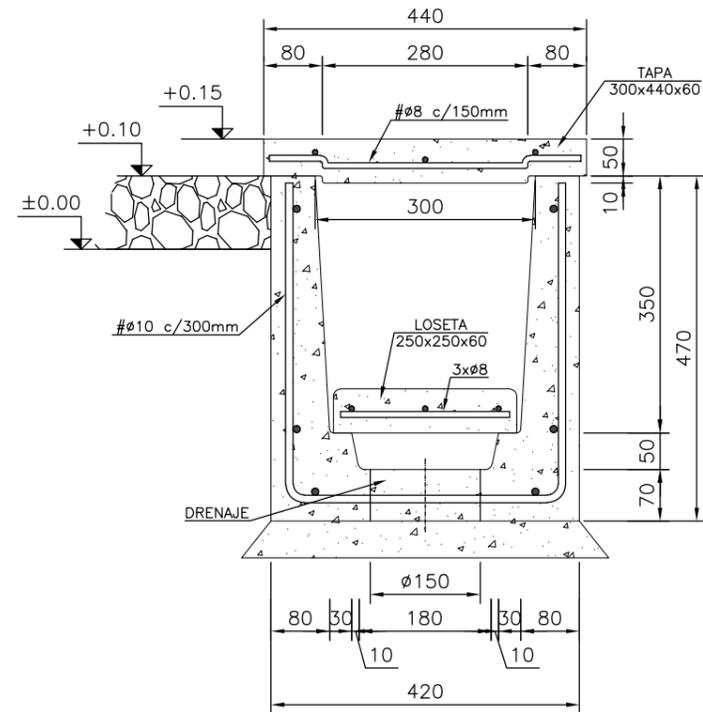
- C1. CIMENTACIÓN PARARRAYOS LÍNEA/TRAFO.
- C2. CIMENTACIÓN PÓRTECO ENTRADA LÍNEAS.
- C3. CIMENTACIÓN TRANSFORMADOR TENSIÓN CAPACITIVO LÍNEA.
- C4. CIMENTACIÓN TRANSFORMADOR TENSIÓN INDUCTIVO LÍNEA/BARRAS.
- C5. CIMENTACIÓN AISLADOR SOPORTE.
- C6A. CIMENTACIÓN MÓDULO HÍBRIDO Y1 (TRAFO/LÍNEA).
- C6B. CIMENTACIÓN MÓDULO HÍBRIDO SINGLE BAY (ACÓPLO).
- C7. CIMENTACIÓN SOPORTE DE BARRAS.

- C8. BANCADA TRANSFORMADOR POTENCIA 132/MT kv.
- C9. CIMENTACIÓN TERNAS M.T.
- C10. CIMENTACIÓN TERNAS REACTANCIA P.αT.
- C11. CIMENTACIÓN REACTANCIA P.αT.
- C12. CIMENTACIÓN RESISTENCIA P.αT.
- C13. CIMENTACIÓN PUNTA FRANKLIN PARQUE.
- C14. CIMENTACIÓN BATERÍAS CONDENSADORES.
- C15. ALUMBRADO.

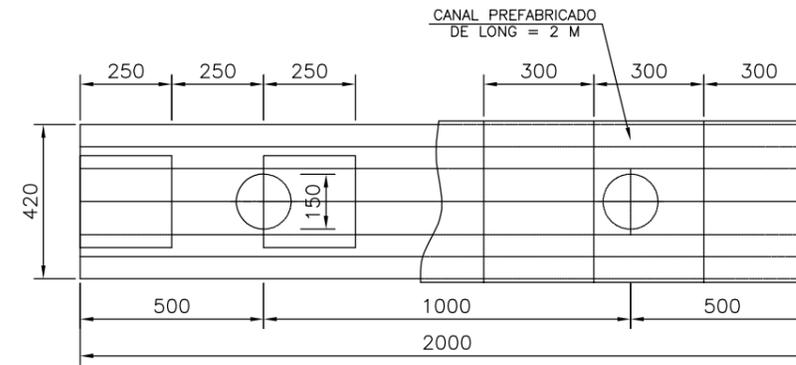
Revisión: L.C.O.E. Laboratorio Central Oficial de Electrotecnia. 30 de abril de 2020

	PROYECTO TIPO HÍBRIDA DB (3L+2TR)		INGENIERÍA DE RED SUBESTACIONES Y LAT	
	PLANTA GENERAL OBRA CIVIL		S.E. TIPO SYZH01_5B	
FECHA: 11/19	ESCALA: 1/250		SYZH01_5B01	N*HOJAS 01 N*HOJA 01

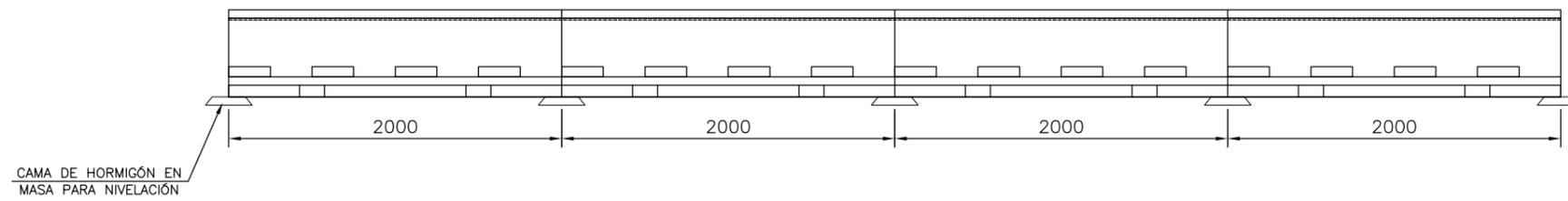
SECCIÓN TIPO



PLANTA
ESCALA 1/20



SECCIÓN
ESCALA 1/40

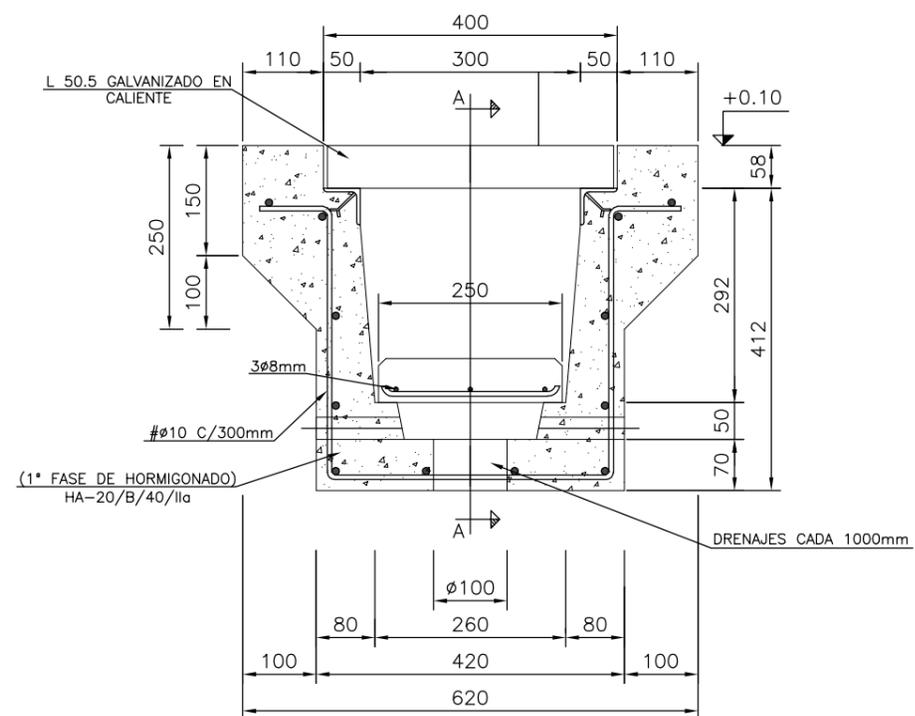


NOTA:

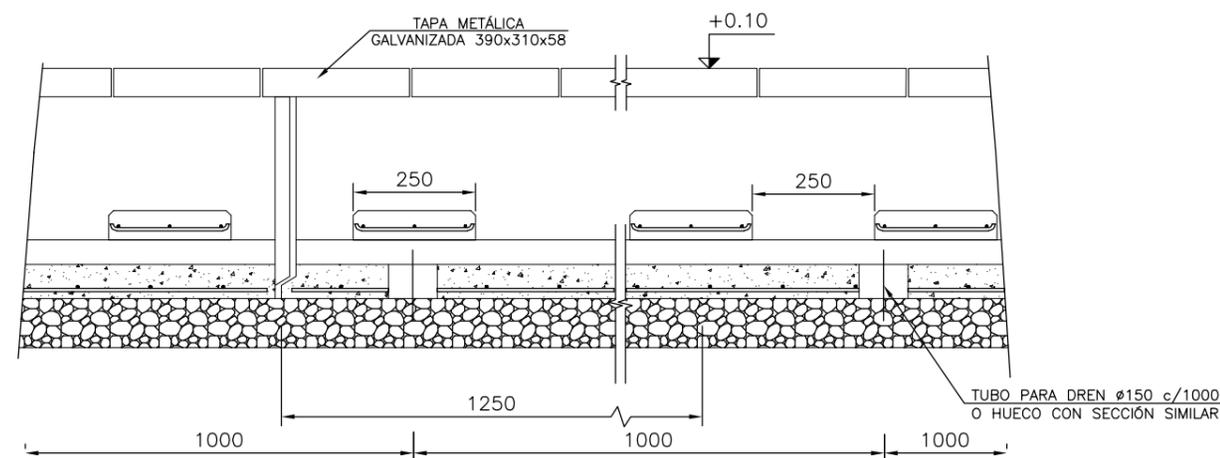
1.- EN EL TENDIDO LOS CABLES IRÁN POSADOS EN EL FONDO DEL CANAL AGRUPADOS EN HACES MEDIANTE BRIDAS DE SUJECCIÓN.

	PROYECTO TIPO SUB. HÍBRIDA 132/MT kV CANAL DE CABLES TIPO "A"	INGENIERÍA DE RED SUBESTACIONES Y LAT	
		S.E. TIPO SYZH01_6	
FECHA: 11/19	ESCALA: 1/10	SYZH01_601	N*HOJAS 02 N*HOJA 01
		00	01

SECCIÓN CANAL
TIPO "A" REFORZADO



SECCIÓN
ESCALA 1/15



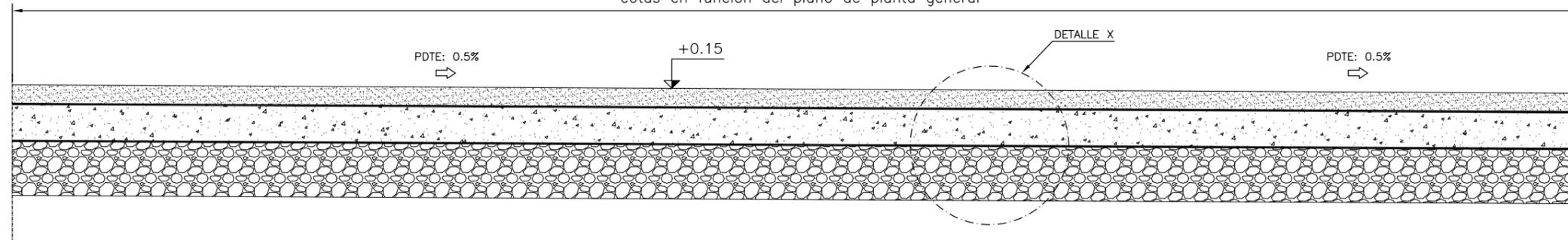
NOTA:

1.- EN EL TENDIDO LOS CABLES IRÁN POSADOS EN EL FONDO DEL CANAL AGRUPADOS EN HACES MEDIANTE BRIDAS DE SUJECCIÓN.

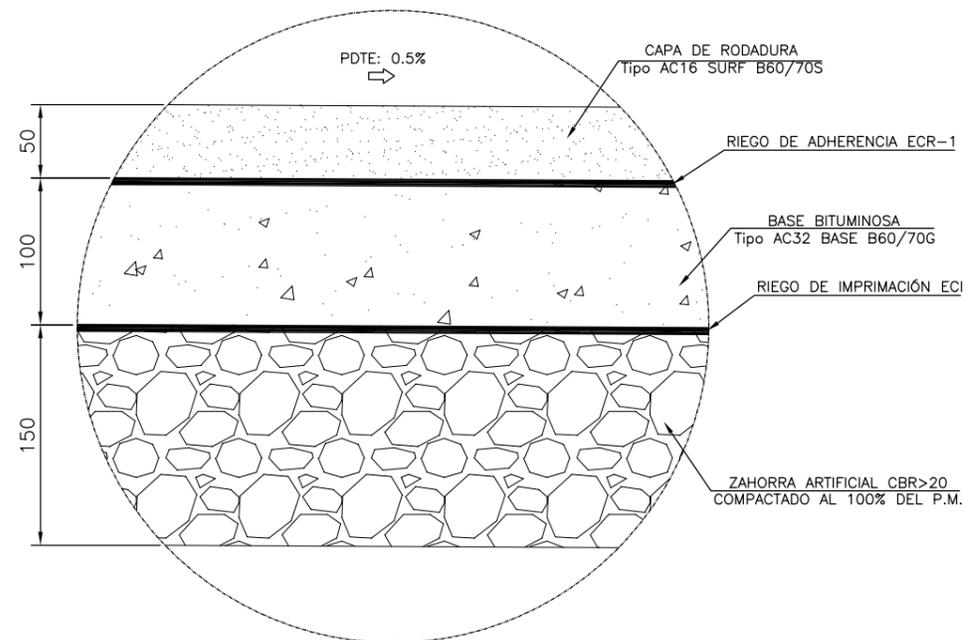
	PROYECTO TIPO SUB. HÍBRIDA 132/MT kV CANAL DE CABLES TIPO "A" REFORZADO	INGENIERÍA DE RED SUBESTACIONES Y LAT	
		S.E. TIPO	
FECHA: 11/19	ESCALA: 1/10	SYZH01_6	00
		SYZH01_602	N*HOJAS 02 N*HOJA 02

SECCIÓN VIAL

*cotas en función del plano de planta general



DETALLE X
ESCALA 1/5

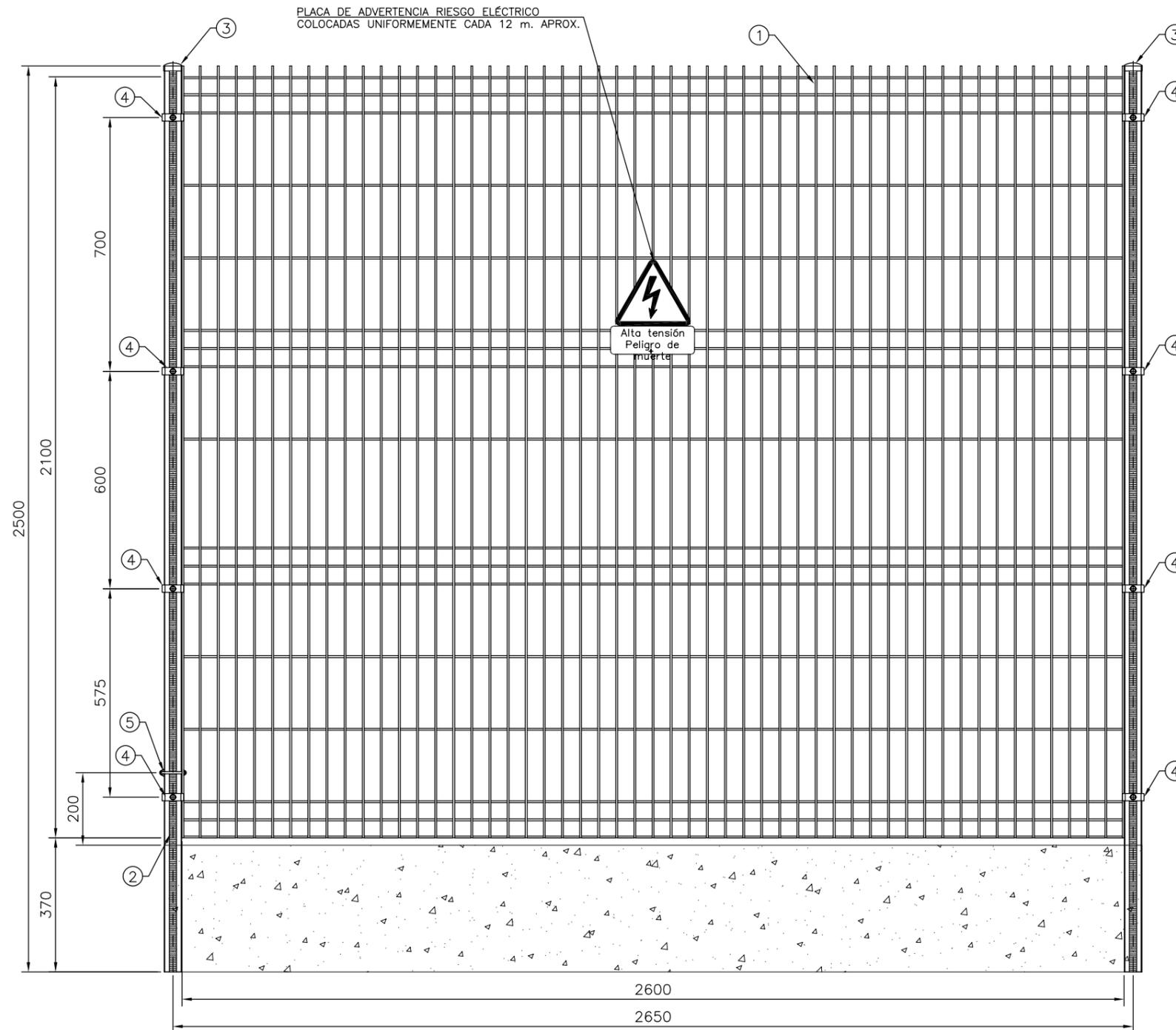


NOTA:

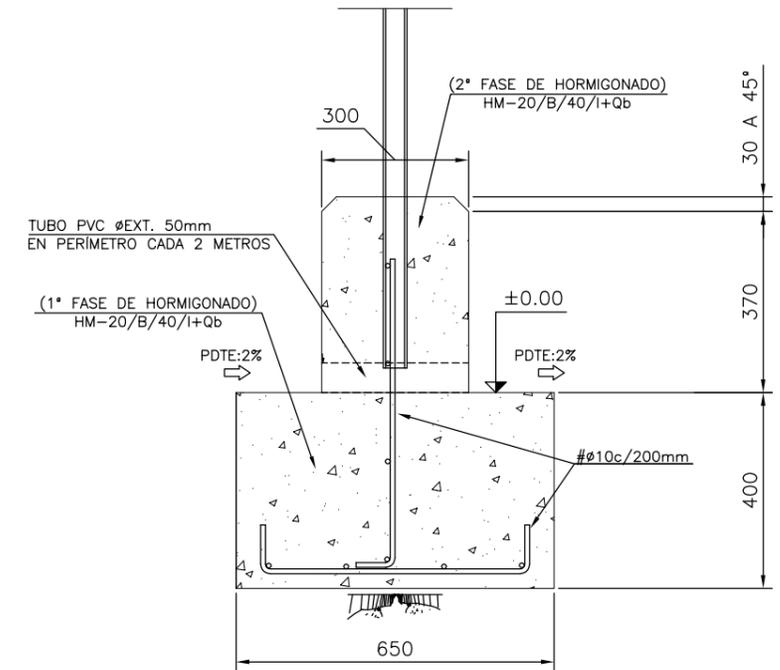
1. TENSIÓN ADMISIBLE DEL TERRENO CONSIDERADA EN CÁLCULO 1,5 kg/cm²

	PROYECTO TIPO SUB. HÍBRIDA 132/MT kV VIAL ACCESO	INGENIERÍA DE RED SUBESTACIONES Y LAT	
		S.E. TIPO	
FECHA: 11/19	ESCALA: 1/15	SYZH01_7	00
		SYZH01_701.DWG	N*HOJAS 01 N*HOJA 01

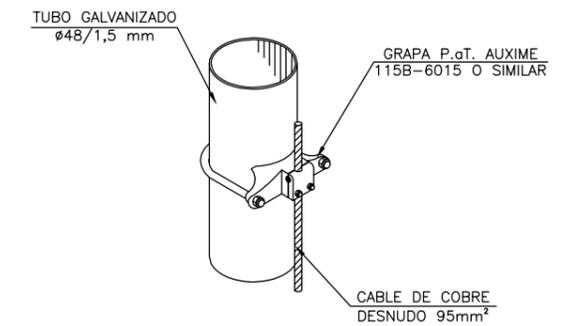
ALZADO PRINCIPAL (DESDE EL EXTERIOR)



DETALLE CIMENTACIÓN MURETE



DETALLE P.a.T.
ESCALA 1/4



NOTA:

1. PARA LA SITUACIÓN DE LOS PUNTOS DE PUESTA A TIERRA VER PLANO DE REFERENCIA: - PLANTA GENERAL TIERRAS - SPZ0004.
2. CUANDO LA ALTURA DEL MURETE DE HORMIGÓN SEA SUPERIOR A 500 mm SOBRE EL N.T.E. SE DEBERÁ ARMAR CON MALLAZO #6/150x150mm POR AMBAS CARAS (B-400 S). EN OTRO CASO SE REALIZARÁ CON HORMIGÓN EN MASA HM-25.
3. LA JUNTA DE HORMIGONADO DEL MURETE SE REALIZARÁ ENTRE DOS POSTES.
4. SE COLOCARÁN SEÑALES DE PELIGRO CADA 12 METROS APROXIMADAMENTE.
5. EN EL MURETE DE CERRAMIENTO SE COLOCARÁN DESAGÜES CADA 2 METROS FORMADOS POR TUBOS DE PVC ØEXT. 50mm.
6. LA PROFUNDIDAD DE EMPOTRAMIENTO DE LOS TUBOS EN EL ZÓCALO ES DE 350mm.

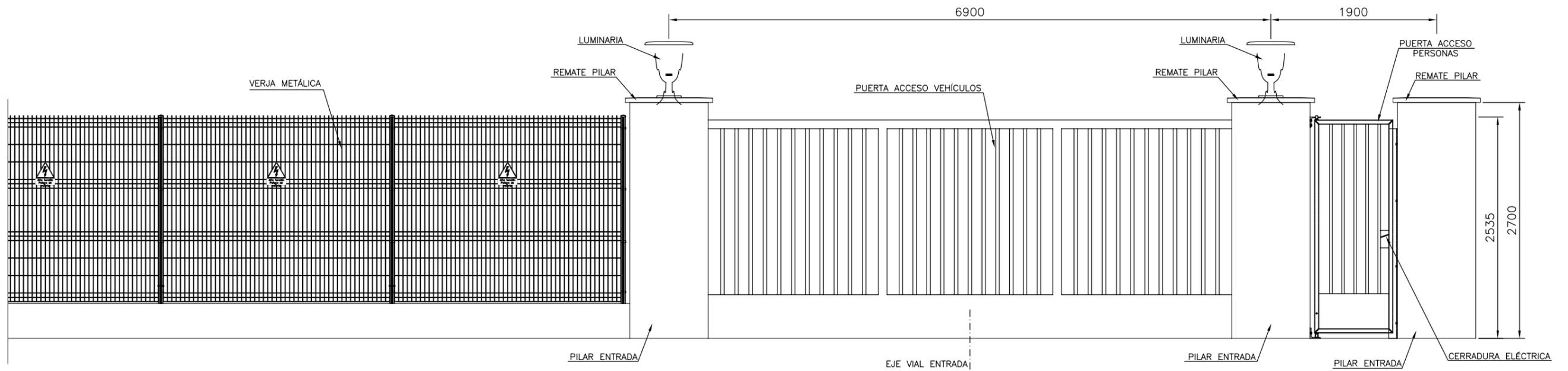
LISTA DE MATERIALES POR ELEMENTO

POS.	MARCA	REFERENCIA	OBSERVACIONES
1	--	Verja	Verja metálica con paneles electrosoldados de 200x50 mm. alambre de 5 mm. Paneles de 2000x2600 mm., con 4 pliegues y 4 fijaciones por poste. Alambre galvanizado en caliente.
2	--	Poste	Poste tipo Ø 48 mm/1,2 dotados de cremallera longitudinal. Postes de 2400 mm. de longitud. Distancia entre ejes de 2650 mm.
3	--	Tapón	Tapón para tubo circular de 48 mm.
4	--	Fijación	Fijación para verja con tornillo indesmontable.
5	AUXIME	115B-6015	Grapa para p.a.t.

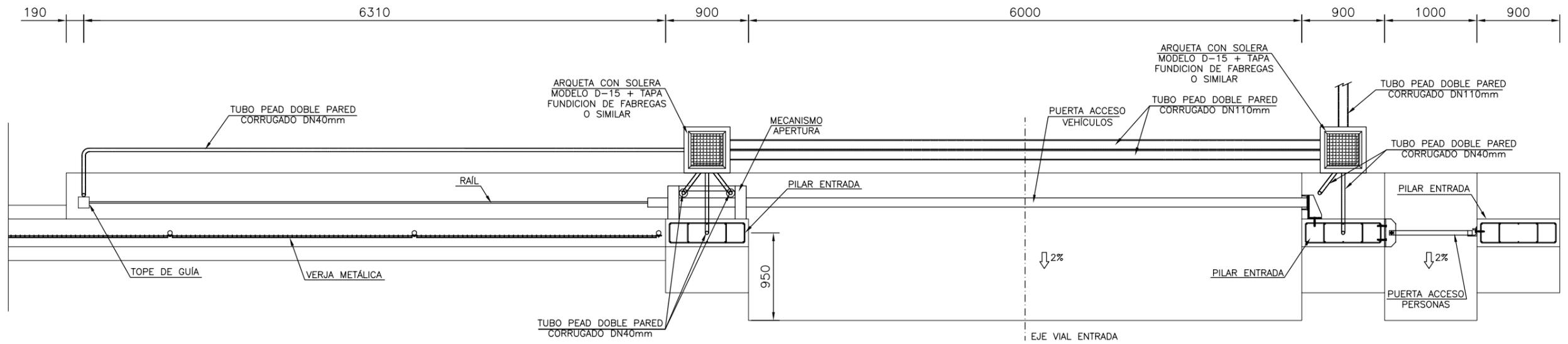
Revisión: L.C.O.E. Laboratorio Central Oficial de Electrotecnia. 30 de abril de 2020

	PROYECTO TIPO	INGENIERÍA DE RED	
	SUB. HÍBRIDA 132/MT kV	SUBESTACIONES Y LAT	
	CERRAMIENTOS	S.E. TIPO	
	VALLADO LINEAL	SYZH01_8	00
FECHA: 11/19	ESCALA: 1/15	SYZH01_801.DWG	N*HOJAS 02 N*HOJA 01

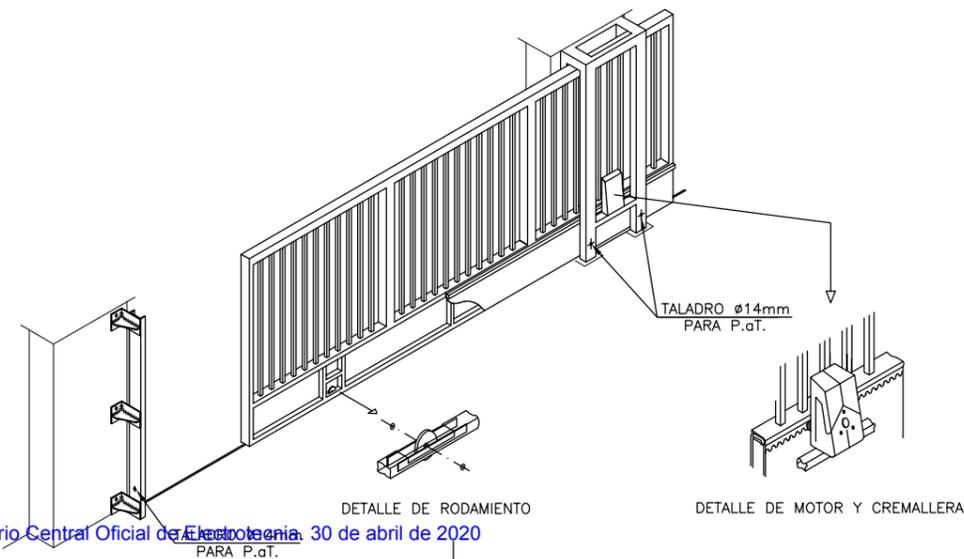
ALZADO (DESDE EL EXTERIOR)



PLANTA



DETALLE PUERTA VEHICULOS
ESCALA S/E

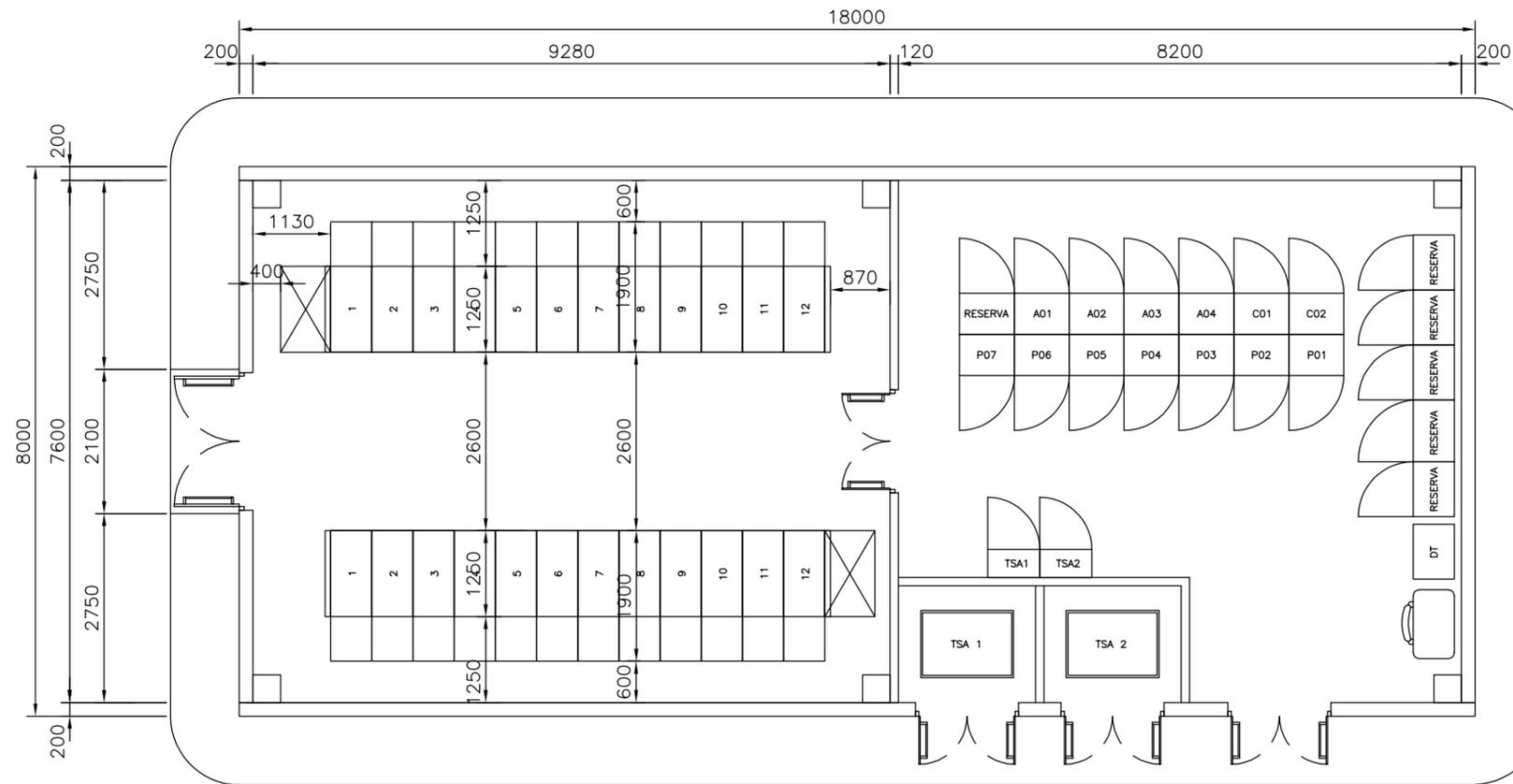


ESPACIO RESERVADO PARA LOGO INGENIERIA

Revisión: L.C.O.E. Laboratorio Central Oficial de Electrotecnia. 30 de abril de 2020 PARA P.g.T.

	PROYECTO TIPO SUB. HÍBRIDA 132/MT kV CERRAMIENTOS PUERTA DE ENTRADA	INGENIERÍA DE RED SUBESTACIONES Y LAT	
	FECHA: 11/19 ESCALA: 1/50	S.E. TIPO SYZH01_8 00	
		SYZH01_802.DWG	N*HOJAS 02 N*HOJA 02

PLANTA GENERAL



LEYENDA:

TSA1: CUADRO TSA 1 NO TRANSPORTE
TSA2: CUADRO TSA 2 NO TRANSPORTE

A01: RECTIFICADOR 1/BAT. 1 125 Vcc
A02: RECTIFICADOR 1/BAT. 2 125 Vcc
A03: CUADRO SS.AA. C.A (1)
A04: CUADRO SS.AA. C.C.

P01: UCS AT/MT
P02: BARRAS AT
P03: LINEA 1 AT
P04: LINEA 2 AT
P05: TRAF0 1
P06: TRAF0 2
P07: CONCENTRADOR MT

C01: COMUNICACIONES 1
C02: COMUNICACIONES 2

DT: DOCUMENTACIÓN
-: RESERVA

NOTA:

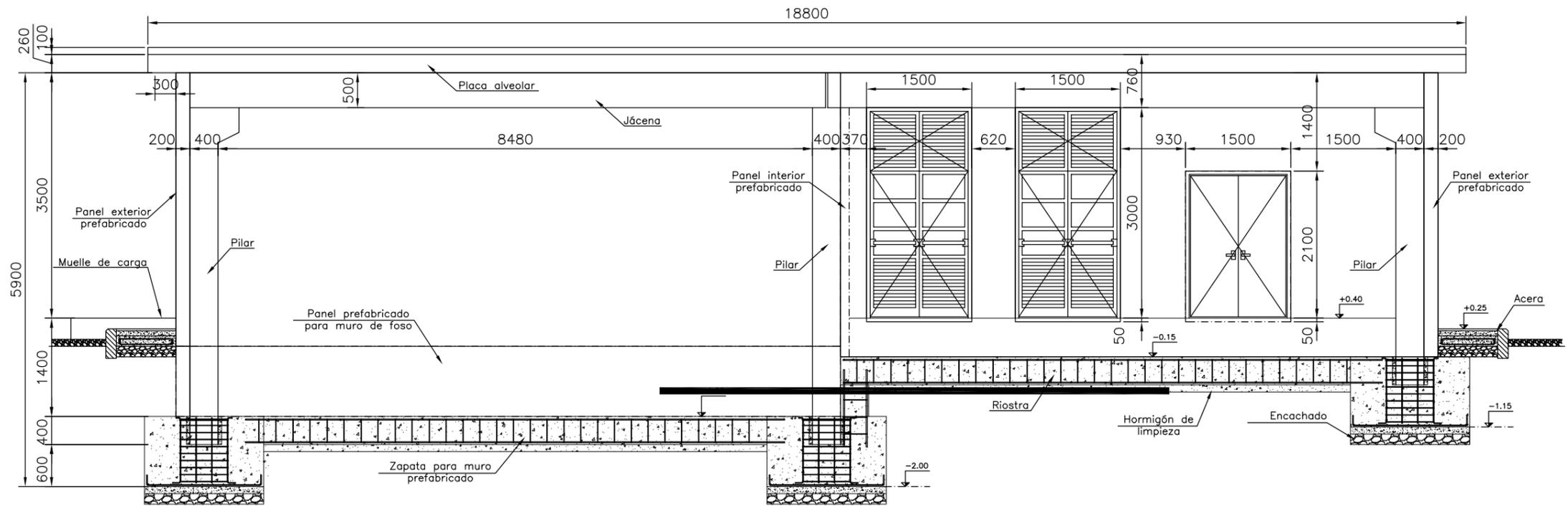
1. COTAS EN MILIMETROS. ELEVACIONES EN METROS.
2. SALA M.T. PREVISTA PARA LA INSTALACIÓN DE CELDAS DE DISTINTA PROFUNDIDAD

ESPACIO RESERVADO PARA LOGO INGENIERIA

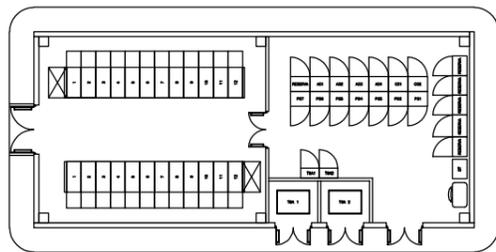
Revisión: L.C.O.E. Laboratorio Central Oficial de Electrotecnia. 30 de abril de 2020

	PROYECTO TIPO SUB. HÍBRIDA 132/MT kV	INGENIERÍA DE RED SUBESTACIONES Y LAT	
	EDIFICIO PLANTA GENERAL	S.E. TIPO SYZH01_9	
FECHA: 11/19	ESCALA: 1/100	SYZH01_901.DWG	N*HOJAS 03 N*HOJA 01
		00	01

FACHADA A



PLANTA PILOTO

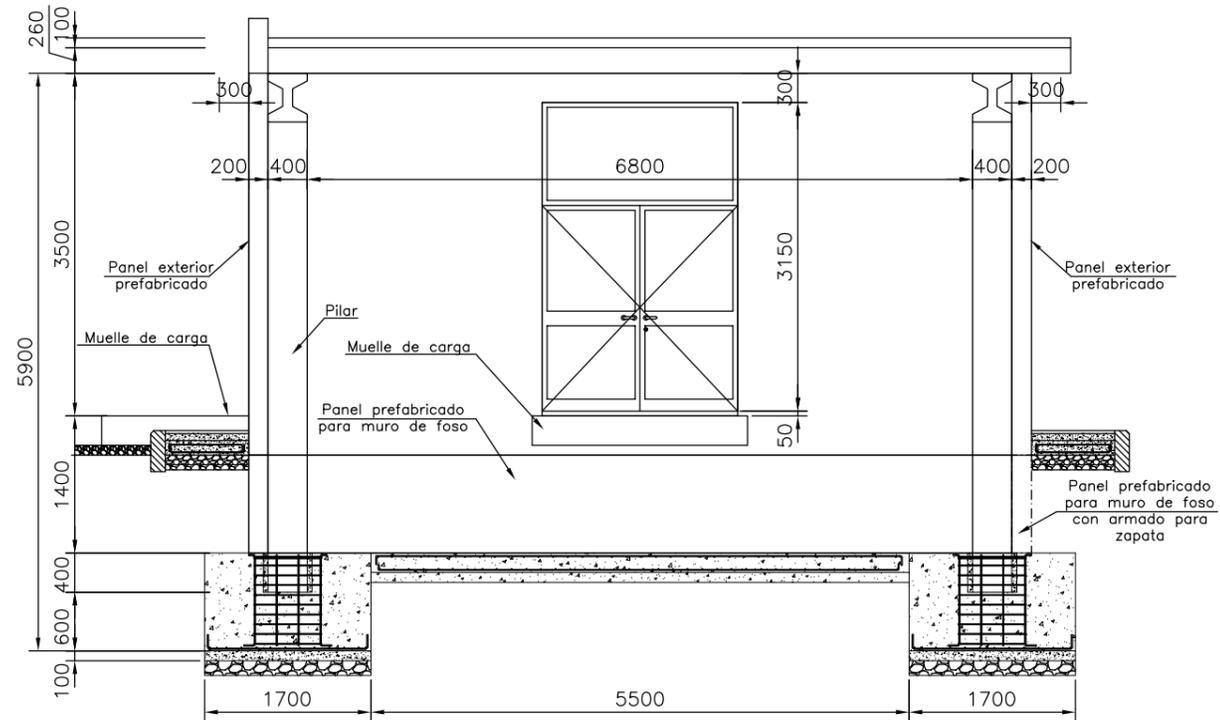


NOTA:

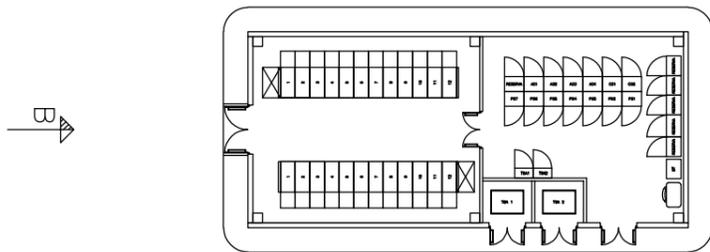
1.- COTAS EN MILIMETROS. ELEVACIONES EN METROS.

	PROYECTO TIPO SUB. HÍBRIDA 132/MT kV EDIFICIO FACHADA A	INGENIERÍA DE RED SUBESTACIONES Y LAT	
	FECHA: 11/19 ESCALA: 1/75	S.E. TIPO SYZH01_9 00	
		SYZH01_902.DWG	N*HOJAS 03 N*HOJA 02

FACHADA B



PLANTA PILOTO



NOTA:

1.- COTAS EN MILIMETROS. ELEVACIONES EN METROS.

	PROYECTO TIPO SUB. HÍBRIDA 132/MT kV EDIFICIO FACHADA B	INGENIERÍA DE RED SUBESTACIONES Y LAT	
		S.E. TIPO	
FECHA: 11/19	ESCALA: 1/75	SYZH01_9	00
		SYZH01_903.DWG	N*HOJAS 03 N*HOJA 03

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.5:SEG y SALUD Hoja 134 de 169

DOCUMENTO 5: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

1	MEMORIA	135
1.1	OBJETO	135
1.2	DATOS GENERALES	135
1.2.1	<i>Tipo de trabajo.....</i>	135
1.2.2	<i>Actividades principales.....</i>	135
1.2.3	<i>Situación y climatología.....</i>	135
1.2.4	<i>Plazo de ejecución</i>	135
1.2.5	<i>Número de operarios previstos</i>	136
1.2.6	<i>Oficios.....</i>	136
1.2.7	<i>Maquinaria y medios auxiliares</i>	136
1.2.8	<i>Instalaciones eléctricas provisionales</i>	137
1.3	ANÁLISIS DE RIESGOS	137
1.3.1	<i>Riesgos generales.....</i>	137
1.3.2	<i>Riesgos específicos.....</i>	138
1.3.3	<i>Maquinaria y medios auxiliares</i>	140
1.4	MEDIDAS PREVENTIVAS	142
1.4.1	<i>Protecciones colectivas</i>	142
1.4.2	<i>Protecciones personales</i>	150
1.4.3	<i>Revisiones técnicas de seguridad.....</i>	151
1.5	INSTALACIONES ELÉCTRICAS PROVISIONALES	151
1.5.1	<i>Riesgos previsibles.....</i>	151
1.5.2	<i>Medidas preventivas.....</i>	151
1.6	MEDIDAS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS	152
1.6.1	<i>Revisiones periódicas.....</i>	152
1.7	ALMACENAMIENTO Y USO DE GASES	152
1.7.1	<i>Almacenamiento.....</i>	152
1.7.2	<i>Uso de botellas en los tajos</i>	153
1.8	FORMACIÓN PERSONAL	153
1.8.1	<i>Charla de seguridad y primeros auxilios para personal de ingreso en obra</i>	154
1.8.2	<i>Charlas sobre riesgos específicos</i>	154
1.9	REUNIONES DE SEGURIDAD	155
1.10	MEDICINA ASISTENCIAL	156
1.10.1	<i>Control médico</i>	156
1.10.2	<i>Medios de actuación y primeros auxilios.....</i>	156
1.10.3	<i>Medicina asistencial en incapacidades laborales transitorias o permanentes.....</i>	157
1.11	VESTUARIOS Y ASEOS	157
2	PLIEGO DE CONDICIONES	158
2.1	OBJETO	158
2.2	DISPOSICIONES LEGALES REGLAMENTARIAS.....	158
2.3	PROTECCIONES PERSONALES	160
2.4	PROTECCIONES COLECTIVAS	162
2.5	REVISIONES TÉCNICAS DE SEGURIDAD	163
3	MEDICIONES Y PRESUPUESTO	164

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.5:SEG y SALUD Hoja 135 de 169

1 MEMORIA

1.1 OBJETO

El presente Estudio de Seguridad y Salud Laboral tiene como objeto establecer las directrices generales encaminadas a disminuir en lo posible, los riesgos de accidentes laborales y enfermedades profesionales, así como a la minimización de las consecuencias de los accidentes que se produzcan.

Este estudio se ha elaborado en cumplimiento del Real Decreto 1627/97 de 24 de octubre, que establece los criterios de planificación, control y desarrollo de los medios y medidas de seguridad y de salud que deben tenerse presentes en la ejecución de los Proyectos en Obras de Construcción.

1.2 DATOS GENERALES

1.2.1 Tipo de trabajo

El trabajo a realizar por contratistas de distintas especialidades en la ejecución del presente Proyecto, consiste básicamente en el desarrollo de las siguientes fases de construcción:

- Acondicionamiento del acceso.
- Cimentaciones de las estructuras y bastidores metálicos.
- Canalizaciones para drenajes, para cables de control, para cables de potencia y para conductores de tierra.
- Caseta para equipos a proteger de la intemperie.

1.2.2 Actividades principales

Las actividades principales a ejecutar en el desarrollo de los trabajos detallados son, básicamente, las siguientes:

- Replanteo, excavación y cimentación.
- Manipulación de materiales.
- Transporte de materiales dentro de la obra.
- Montaje de cerramientos.
- Engravillado y acabados.

Más adelante se analizan los riesgos previsibles inherentes a los mismos, y se describen las medidas de protección previstas en cada caso.

1.2.3 Situación y climatología

La subestación ... se halla en la localidad de ..., provincia de La climatología de la zona es de tipo continental, con inviernos fríos y veranos muy calurosos.

1.2.4 Plazo de ejecución

El periodo de tiempo estimado para la ejecución de las obras del citado proyecto es de 10 meses.

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.5:SEG y SALUD Hoja 136 de 169

1.2.5 Número de operarios previstos

El número aproximado de trabajadores totales previstos, para realizar las distintas actividades del Proyecto, será de unos 5, estimándose una punta máxima de 7.

1.2.6 Oficios

La mano de obra directa prevista la compondrán trabajadores de los siguientes oficios:

- Jefes de equipo, mandos de brigada
- Encofradores
- Ferrallistas
- Albañiles
- Pintores
- Gruístas y maquinistas
- Especialistas de acabados diversos
- Ayudantes

La mano de obra indirecta estará compuesta por:

- Jefes de Obra
- Técnicos de ejecución/Control de Calidad/Seguridad
- Encargados
- Administrativos

1.2.7 Maquinaria y medios auxiliares

La maquinaria y los medios auxiliares más significativos que se prevé utilizar para la ejecución de los trabajos objeto del presente estudio, son los que se relacionan a continuación:

- Equipo de soldadura eléctrica.
- Equipo de soldadura oxiacetilénica-oxicorte.
- Máquina eléctrica de roscar.
- Camión de transporte.
- Grúa móvil.
- Camión grúa.
- Pistolas de fijación.
- Taladradoras de mano.
- Cortatubos.
- Curvadoras de tubos.
- Radiales y esmeriladoras.
- Trácteles, poleas, aparejos, eslingas, grilletes, etc.
- Máquina de excavación con martillo hidráulico.
- Máquina retroexcavadora mixta.
- Hormigoneras autopropulsadas.
- Camión volquete.

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.5:SEG y SALUD Hoja 137 de 169

- Máquina niveladora.
- Retroexcavadora.
- Compactadora.
- Compresor.
- Martillo rompedor y picador, etc.
- Cabestrante de izado.
- Vibrador.

Entre los medios auxiliares cabe mencionar los siguientes:

- Andamios sobre borriquetas.
- Andamios metálicos modulares.
- Plataforma elevadora autopropulsada.
- Escaleras de mano.
- Escaleras de tijera.
- Cuadros eléctricos auxiliares.
- Instalaciones eléctricas provisionales.
- Herramientas de mano.
- Bancos de trabajo.
- Grupo electrógeno.

1.2.8 Instalaciones eléctricas provisionales

Para el suministro de energía a las máquinas y herramientas eléctricas propias de los trabajos objeto del presente estudio, los contratistas instalarán cuadros de distribución con tomas de corriente alimentados desde las instalaciones de la propiedad o mediante grupos electrógenos.

Tanto los riesgos previsible como las medidas preventivas a aplicar para los trabajos en instalaciones, elementos y máquinas eléctricas son analizados en los apartados siguientes.

1.3 ANÁLISIS DE RIESGOS

A continuación se analizan los riesgos previsible inherentes a las actividades de ejecución previstas, así como las derivadas del uso de maquinaria, medios auxiliares y manipulación de instalaciones, máquinas o herramientas eléctricas.

Con el fin de no repetir innecesariamente la relación de riesgos se analizan primero los riesgos generales, que pueden darse en cualquiera de las actividades, y después el análisis de los específicos de cada actividad.

1.3.1 Riesgos generales

Se entiende como riesgos generales aquellos que pueden afectar a todos los trabajadores, independientemente de la actividad concreta que realicen. Se prevé que puedan darse los siguientes:

- Caídas de objetos o componentes sobre personas.
- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caídas de personas al mismo nivel.

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.5:SEG y SALUD Hoja 138 de 169

- Proyecciones de partículas a los ojos.
- Conjuntivitis por arco de soldadura u otros.
- Heridas en manos o pies por manejo de materiales.
- Sobre esfuerzos.
- Golpes y cortes por manejo de herramientas.
- Golpes contra objetos.
- Atrapamientos entre objetos.
- Quemaduras por contactos térmicos.
- Exposición a descargas eléctricas.
- Incendios y explosiones.
- Atrapamiento por vuelco de máquinas, vehículos o equipos.
- Atropellos o golpes por vehículos en movimiento.
- Lesiones por manipulación de productos químicos.
- Lesiones o enfermedades por factores atmosféricos que comprometan la seguridad o salud.
- Inhalación de productos tóxicos.
- Trabajos en proximidad a líneas eléctricas aéreas.
- Exposición a agentes físicos (ruido, vibraciones...).

1.3.2 Riesgos específicos

Se refiere a los riesgos propios de actividades concretas que afectan sólo al personal que realiza trabajos en las mismas.

Este personal estará expuesto a los riesgos generales indicados en el punto 1.3.1., más los específicos de su actividad.

A tal fin se analiza a continuación las actividades más significativas.

Movimiento de tierras

En los trabajos derivados del movimiento de tierras por excavaciones o rellenos se prevén los siguientes riesgos:

- Desprendimiento o deslizamiento de tierras.
- Contactos eléctricos (de maquinaria con líneas eléctricas enterradas o aéreas, falta de señalización de la ubicación de líneas enterradas...).
- Carga de materiales de las palas o cajas de los vehículos.
- Caídas de objetos por desplome o derrumbamiento (sobrecargas en bordes de excavación, inexistencia de taludes, filtraciones de agua, excavación bajo el nivel freático...).
- Vuelcos de vehículos por diversas causas (malas condiciones del terreno, exceso de carga, durante las descargas, etc.).
- Atropello y colisiones.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Exposición a sustancias nocivas o tóxicas (ambiente con exceso de polvo).
- Accidentes causados por seres vivos (presencia de parásitos e insectos).
- Riesgos a terceros ajenos al propio trabajo.

 <i>Operación y Mantenimiento</i> Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.5:SEG y SALUD Hoja 139 de 169

Trabajos de encofrado y desencofrado

En esta actividad se pueden destacar los siguientes:

- Desprendimiento de tableros.
- Pinchazos con objetos punzantes.
- Caída de materiales (tableros, tablones, puntales, etc.).
- Caída de elementos del encofrado durante las operaciones de desencofrado.
- Cortes y heridas en manos por manejo de herramientas (sierras, cepillos, etc.) y materiales.

Trabajos con ferralla

Los riesgos más comunes relativos a la manipulación y montaje de ferralla son:

- Cortes y heridas en el manejo de las barras o alambres.
- Atrapamientos en las operaciones de carga y descarga de paquetes de barras o en la colocación de las mismas.
- Torceduras de pies, tropiezos y caídas al mismo nivel al caminar sobre las armaduras.
- Roturas eventuales de barras durante el doblado.
- Exposición a agentes físicos: radiaciones no ionizantes y proyecciones de fragmentos o partículas (operaciones de soldadura y oxicorte).

Trabajos con hormigón

La exposición y manipulación del hormigón implica los siguientes riesgos:

- Salpicaduras de hormigón a los ojos.
- Hundimiento, rotura o caída de encofrados.
- Torceduras de pies, pinchazos, tropiezos y caídas al mismo y a distinto nivel, al moverse sobre las estructuras.
- Dermatitis en la piel.
- Aplastamiento o atrapamiento por fallo de entibaciones.
- Lesiones musculares por el manejo de vibradores.
- Electrocutión por ambientes húmedos.

Transporte de materiales y equipos dentro de la obra

En esta actividad, además de los riesgos enumerados en el punto 1.3.1., son previsibles los siguientes:

- Desprendimiento o caída de la carga, o parte de la misma, por ser excesiva o estar mal sujeta.
- Golpes contra partes salientes de la carga.
- Atropellos de personas.
- Vuelcos.
- Choques contra otros vehículos o máquinas.
- Golpes o enganches de la carga con objetos, instalaciones o tendidos de cables.

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.5:SEG y SALUD Hoja 140 de 169

Montaje de estructuras prefabricadas y cerramientos

De los específicos de este apartado cabe destacar:

- Caída de materiales por la mala ejecución de la maniobra de izado y acoplamiento de los mismos o fallo mecánico de equipos.
- Caída de personas desde altura por diversas causas.
- Atrapamiento de manos o pies en el manejo de los materiales o equipos.
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento (desplome de piezas prefabricadas).
- Explosiones o incendios por el uso de gases o por proyecciones incandescentes.
- Exposición a contaminante químico: humos metálicos (procesos de soldadura).

Maniobras de izado, situación en obra y montaje de equipos y materiales

Como riesgos específicos de estas maniobras podemos citar los siguientes:

- Caída de materiales, equipos o componentes de los mismos por fallo de los medios de elevación o error en la maniobra.
- Caída de pequeños objetos o materiales sueltos (cantoneiras, herramientas, etc.) sobre personas.
- Caída de personas desde altura en operaciones de estrobo o desestrobo de las piezas.
- Atrapamientos de manos o pies.
- Aprisionamiento/aplastamiento de personas por movimientos incontrolados de la carga.
- Golpes de equipos, en su izado y transporte, contra otras instalaciones (estructuras, líneas eléctricas, etc.) caída o vuelco de los medios de elevación.

Montaje de instalaciones. Albañilería y pintura.

De los específicos de este apartado cabe destacar:

- Caídas de personas a distinto nivel (trabajos junto a huecos horizontales o verticales, uso de escaleras, andamios colgados...)
- Proyección de fragmentos o partículas (en el corte de piezas, en trabajos con pasta, gotas de pintura, motas de pigmentos...).

1.3.3 Maquinaria y medios auxiliares

Se analizan en este apartado los riesgos que además de los generales, pueden presentarse en el uso de maquinaria y de medios auxiliares relacionados en el apartado 1.2.7.

Se diferencian estos riesgos clasificándolos en los siguientes grupos:

Máquinas fijas y herramientas eléctricas

Los riesgos más significativos son:

- Caídas de personal al mismo, o distinto nivel.
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento.
- Choques o contacto con objetos o elementos móviles.
- Golpes o cortes por objetos o herramientas.
- Pisadas sobre objetos.
- Proyección de fragmentos o partículas.

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.5:SEG y SALUD Hoja 141 de 169

- Atropellos o golpes con vehículos.
- Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos.
- Atrapamiento por o entre objetos.
- Contactos térmicos o eléctricos.
- Exposición a agentes físicos: ruido, vibraciones...
- Riesgo eléctrico.
- Explosiones e incendios.
- Sobreesfuerzos.
- Quemaduras.
- Exposición a sustancias nocivas o tóxicas (emanación de gases tóxicos).
- Exposición a temperaturas ambientales extremas.
- Trastornos musculoesqueléticos.
- Lesiones por uso inadecuado, o malas condiciones de máquinas giratorias o de corte.
- Las características de trabajos en elementos con tensión eléctrica en los que pueden producirse accidentes por contactos, tanto directos como indirectos.

Medios de Elevación

Se consideran como riesgos específicos de estos medios, los siguientes:

- Caída de personas a distinto nivel durante las operaciones de movimiento de cargas.
- Caída de la carga por deficiente estrobo o maniobra.
- Rotura de cable, gancho, estrobo, grillete o cualquier otro medio auxiliar de elevación.
- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Aplastamientos por movimientos incontrolados de la carga.
- Atrapamientos por vuelco de máquina o vehículos.
- Exceso de carga con la consiguiente rotura, o vuelco, del medio correspondiente.
- Fallo de elementos mecánicos o eléctricos.
- Contacto eléctrico.
- Deslizamientos y vuelcos por apoyos incorrectos.

Andamios, Plataformas y Escaleras

Son previsibles los siguientes riesgos:

- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caída del andamio por vuelco.
- Vuelcos o deslizamientos de escaleras.
- Caída de materiales o herramientas desde el andamio.
- Los derivados de padecimiento de enfermedades no detectadas (epilepsia, vértigo, etc.).
- Atrapamientos y cortes durante el montaje.
- Golpes por objetos o herramientas.
- Exposición a las condiciones atmosféricas (derivados del trabajo realizado a la intemperie).
- Contacto eléctrico.

Equipos de soldadura eléctrica y oxiacetilénica

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.5:SEG y SALUD Hoja 142 de 169

Los riesgos previsibles propios del uso de estos equipos son los siguientes:

- Incendios.
- Quemaduras.
- Los derivados de la inhalación de vapores metálicos.
- Explosión de botellas de gases.
- Proyecciones incandescentes, o de cuerpos extraños.
- Contacto con la energía eléctrica.

1.4 MEDIDAS PREVENTIVAS

Para disminuir en lo posible los riesgos previstos en el apartado anterior, ha de actuarse sobre los factores que, por separado o en conjunto, determinan las causas que producen los accidentes. Nos estamos refiriendo al factor humano y al factor técnico.

La actuación sobre el factor humano, se basará fundamentalmente en la formación, mentalización e información de todo el personal que participe en los trabajos del presente estudio, así como en aspectos ergonómicos y condiciones ambientales.

Con respecto a la actuación sobre el factor técnico, se actuará básicamente en los siguientes aspectos:

- Protecciones colectivas.
- Protecciones personales.
- Controles y revisiones técnicas de seguridad.

En base a los riesgos previsibles enunciados en el punto anterior, se analiza a continuación las medidas previstas en cada uno de estos campos.

1.4.1 Protecciones colectivas

Siempre que sea posible se dará prioridad al uso de protecciones colectivas, ya que su efectividad es muy superior a la de las protecciones personales. Sin excluir el uso de estas últimas, las protecciones colectivas previstas, en función de los riesgos enunciados, son las siguientes:

Riesgos Generales

Se refiere aquí a las medidas de seguridad a adoptar para la protección de riesgos que se consideran comunes a todas las actividades, y que son las siguientes:

- El material, herramientas y medios auxiliares se distribuirán o acopiarán adecuadamente en lugares previamente establecidos, evitando que se interfieran accesos a zonas de paso y puedan provocar tropiezos.
- Señalizaciones de acceso a obra y uso de elementos de protección personal.
- Acotamiento y señalización de zona donde exista riesgo de caída de objetos desde altura.
- Se montarán barandillas resistentes en los huecos por los que pudiera producirse caída de personas.
- En cada tajo de trabajo, se dispondrá de, al menos, un extintor portátil de polvo polivalente.
- Si algún puesto de trabajo generase riesgo de proyecciones (de partículas, o por arco de soldadura) a terceros se colocarán mamparas opacas de material ignífugo.
- Si se realizasen trabajos con proyecciones incandescentes en proximidad de materiales combustibles, se retirarán éstos o se protegerán con lona ignífuga.

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.5:SEG y SALUD Hoja 143 de 169

- Se mantendrán ordenados los materiales, cables y mangueras para evitar el riesgo de golpes o caídas al mismo nivel por esta causa.
- Los restos de materiales generados por el trabajo se retirarán periódicamente para mantener limpias las zonas de trabajo.
- Los productos tóxicos y peligrosos se manipularán según lo establecido en las condiciones de uso específicas de cada producto.
- Respetar la señalización y limitaciones de velocidad fijadas para circulación de vehículos y maquinaria en el interior de la obra.
- Aplicar las medidas preventivas contra riesgos eléctricos que desarrollaremos más adelante.
- Todos los vehículos llevarán los indicadores ópticos y acústicos que exija la legislación vigente.
- Se prestará especial atención en casos de proximidad de los trabajos a líneas eléctricas aéreas, respetándose las distancias de seguridad:

Tensión entre fases (kV)	Distancia mínima (m)
66	3
$66 \leq V_f \leq 220$	5
> 220	7

- En los trabajos efectuados a distancias menores de las indicadas se adoptarán medidas complementarias que garanticen su realización con seguridad (interposición de pantallas aislantes protectoras, obstáculos en el área de trabajo, resguardos en torno a la línea...).
- En caso de que estas medidas no puedan realizarse o no sean efectivas, se solicitará la consignación o descargo de las instalaciones próximas en tensión.
- Se prohíbe el conexionado de cables eléctricos a los cuadros de alimentación sin la utilización de clavijas macho-hembra.
- Con el fin de evitar cualquier riesgo causado por falta o deficiente iluminación que pueda existir en el lugar de trabajo, se completarán los puntos de luz con alumbrado portátil.
- Proteger a los trabajadores contra las inclemencias atmosféricas que puedan comprometer su seguridad y su salud.
- Se protegerá a los trabajadores contra las inclemencias atmosféricas que puedan comprometer su seguridad y su salud.

Riesgos Específicos

Las protecciones colectivas previstas para la prevención de estos riesgos, siguiendo el orden de los mismos establecido en el punto 1.3.2. son las siguientes:

En movimientos de tierras

- Se entibarán o taludarán todas las excavaciones verticales de profundidad superior a 1,5 m.
- Se señalizarán las excavaciones, como mínimo a 1 m de su borde.
- No se acopiarán tierras ni materiales a menos de 2 m del borde de la excavación.

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.5:SEG y SALUD Hoja 144 de 169

- Las excavaciones de profundidad superior a 2 m, y en cuyas proximidades deban circular personas, se protegerán con barandillas resistentes de 90 cm de altura, las cuales se situarán, siempre que sea posible, a 2 m del borde de la excavación.
- Los accesos de vehículos y maquinaria al fondo de las excavaciones se realizarán a través de rampa de anchura no inferior a 4.5m y una pendiente no superior al 12% en tramos rectos y al 8% en tramos curvos.
- Los accesos a las zanjas o trincheras se realizarán mediante escaleras sólidas que sobrepasan en 1 m el borde de éstas.
- Las máquinas excavadoras y camiones solo serán manejadas por personal capacitado, con el correspondiente permiso de conducir, que será responsable, así mismo, de la adecuada conservación de su máquina.
- No se cargarán los camiones por encima de la carga admisible ni sobrepasando el nivel superior de la caja.
- Se prohíbe el traslado de personas fuera de la cabina de los vehículos.
- Se situarán topes o calzos para limitar la proximidad a bordes de excavaciones o desniveles en zonas de descarga.
- Se limitará la velocidad de vehículos en el camino de acceso y en los viales interiores de la obra a 20 km/h.
- En caso necesario y a criterio del Técnico de Seguridad se procederá al regado de las pistas para evitar la formación de nubes de polvo.

En trabajos en altura

Es evidente que el trabajo en altura se presenta dentro de muchas de las actividades que se realizan en la ejecución de este Proyecto y, como tal, las medidas preventivas relativas a las mismas deberán ser tratadas conjuntamente.

Sin embargo, dada la elevada gravedad de las consecuencias que, generalmente, se derivan de las caídas de altura, se considera oportuno y conveniente remarcar, en este apartado concreto, las medidas de prevención básicas y fundamentales que deben aplicarse para eliminar, en la medida de lo posible, los riesgos inherentes a los trabajos en altura.

Se destacan entre otras, las siguientes medidas:

Para evitar la caída de objetos:

- Coordinar los trabajos de forma que no se realicen trabajos superpuestos.
- Siempre que el movimiento de vehículos pueda suponer peligro de proyecciones o caída de piedras u otros materiales sobre el personal que trabaja en las cimentaciones, se dispondrán a 0.6m del borde de estas un rodapié de 0.2m de altura mínima.
- Ante la necesidad de trabajos en la misma vertical, poner las oportunas protecciones (redes, marquesinas, etc.).
- Acotar y señalizar las zonas con riesgo de caída de objetos.
- Señalizar y controlar la zona donde se realicen maniobras con cargas suspendidas, hasta que éstas se encuentren totalmente apoyadas.
- Emplear cuerdas para el guiado de cargas suspendidas, que serán manejadas desde fuera de la zona de influencia de la carga, y acceder a esta zona sólo cuando la carga esté prácticamente arriada.

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.5:SEG y SALUD Hoja 145 de 169

- Utilizar eslingas y balancín para el transporte aéreo de elementos longitudinales, para así mantener la carga perfectamente equilibrada de dos puntos separados.
- Se desecharán los materiales (maderas, puntales...) que se encuentren en mal estado.
- Se prohíbe izar fábricas de gran superficie bajo régimen de vientos fuertes al poder ser derribados sobre el personal.
- Se prohíbe trabajar junto a los paramentos recién levantados antes de transcurridas 48 horas si existe un régimen de vientos fuertes incidiendo sobre ellos, al poderse derrumbar sobre el personal.
- Todos los montajes se realizarán, en la medida de lo posible, en la base del apoyo (cota 0), evitando el riesgo de caída de objetos, así como las posibles caídas de personas.
- Cuando los trabajos conlleven el cambio o reposición de elementos con probabilidad de caída quedará prohibido el trabajo simultáneo a diferentes alturas.
- Se utilizarán cuerdas estáticas y mosquetones para fijar en todo momento el maletín de herramientas y/o herramientas sueltas, de manera que estas no ocasionen lesiones a otros compañeros de niveles inferiores o bien a personas ajenas al emplazamiento.
- Las herramientas irán en bolsas portaherramientas.
- El material y las herramientas no deben lanzarse nunca; se suben o bajan por medio de una cuerda de servicio, a la cual se atan cuidadosamente.

Para evitar la caída de personas:

- Se montarán barandillas resistentes en todo el perímetro o bordes de plataformas, forjados, etc. por los que pudieran producirse caídas de personas.
- Se protegerán con barandillas o tapas de suficiente resistencia los huecos existentes en forjados, así como en paramentos verticales si éstos son accesibles o están a menos de 1,5 m del suelo.
- Las barandillas que se quiten o huecos que se destapen para introducción de equipos, etc., se mantendrán perfectamente controlados y señalizados durante la maniobra, reponiéndose las correspondientes protecciones nada más finalizar éstas.
- En caso de no existir barandillas o muretes que protejan los bordes del forjado, será necesario crear una zona de seguridad (franja que separará el cambio de nivel 2 m antes) donde nadie podrá pisar si no tiene colocado y fijado un elemento de seguridad anticaídas. También se creará esta zona de seguridad cuando se tenga que acceder a zonas con protección (barandillas o murete) y se tenga que acceder sobre estas. Los lucernarios y claraboyas tendrán el mismo tratamiento.
- Los andamios que se utilicen (modulares o tubulares) cumplirán los requerimientos y condiciones mínimas definidas en la O. G. S. H. T., destacando entre otras:
 - Superficie de apoyo horizontal y resistente.
 - Si son móviles, las ruedas estarán bloqueadas y no se trasladarán con personas sobre las mismas.
 - Arriostarlos a partir de cierta altura.
 - A partir de 2 m de altura se protegerá todo su perímetro con rodapiés y quitamiedos colocados a 45 y 90 cm del piso, el cual tendrá, como mínimo, una anchura de 60 cm.
 - No sobrecargar las plataformas de trabajo y mantenerlas limpias y libres de obstáculos.

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.5:SEG y SALUD Hoja 146 de 169

- En trabajos sobre andamios suspendidos, los operarios contarán con línea de vida anclada a puntos resistentes e independientes del andamio, así como puntos de fijación para los arneses de seguridad.
- En altura (más de 2 m) es obligatorio utilizar cinturón de seguridad, siempre que no existan protecciones (barandillas) que impidan la caída, el cual estará anclado a elementos, fijos, móviles, definitivos o provisionales, de suficiente resistencia.
- En patios interiores y huecos de dimensiones mayores de 2x2m se colocarán redes horizontales ancladas al forjado.
- Se instalarán cuerdas o cables fiadores para sujeción de los cinturones de seguridad en aquellos casos en que no sea posible montar barandillas de protección, o bien sea necesario el desplazamiento de los operarios sobre estructuras o cubiertas. En este caso se utilizarán cinturones de caída, con arnés provistos de absorción de energía.
- Las escaleras de mano cumplirán, como mínimo, las siguientes condiciones:
 - No tendrán largueros o peldaños rotos ni astillados.
 - Dispondrán de zapatas antideslizantes.
 - Las superficies de apoyo inferior y superior serán planas y resistentes.
 - Fijación o amarre por su cabeza en casos especiales y usar el cinturón de seguridad anclado a un elemento ajeno a ésta.
 - Colocarla con la inclinación adecuada.
 - Con las escaleras de tijera, ponerle tope o cadena para que no se abran, no usarlas plegadas y no ponerse a caballo en ellas.
- Las escaleras de mano se colocarán de forma que su punto más alto supere en al menos 1 m la plataforma de desembarco, deberán tener zapatas antideslizantes y estar amarradas en su parte superior o punto de apoyo.
- En trabajos interiores las escaleras de mano serán de tijera y estarán dotadas de topes en su parte superior, cadenilla de apertura máxima y zapatas antideslizantes.
- Se prohibirán expresamente los trabajos desde escaleras, salientes...no específicamente diseñados para servir como plataformas.
- Se prohíbe el uso de borriquetas en balcones, terrazas y bordes de forjado si antes no se ha procedido a instalar una adecuada protección.
- Se prohíbe utilizar a modo de borriquetas los bidones, cajas o pilas de material y asimilables, para evitar trabajar sobre superficies inestables.
- Se prohíbe el acceso a cubiertas de fibrocemento (uralita, etc.) y teja plana, debido al riesgo probable de rotura. Especial cuidado se tendrá en no pisar claraboyas.
- Será obligatorio la utilización de sistemas anticaídas cuando se realicen trabajos con riesgo de caída a distinto nivel (trabajos a más de 2m del suelo), debiendo estar asegurados siempre a un punto fijo antes de soltarse del sistema anticaída. El amarre al punto fijo se realizará mediante ganchos de doble amarre que permitan un adecuado reparto de cargas.

En trabajos de encofrado y desencofrado

- El ascenso y descenso a los encofrados se hará con escaleras de mano reglamentarias. Cuando la altura sea superior a 3 m se recomienda usar andamios-escalera.
- No permanecerán operarios en la zona de influencia de las cargas durante las operaciones de izado y traslado de tableros, puntales, etc.

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.5:SEG y SALUD Hoja 147 de 169

- Se sacarán o remacharán todos los clavos o puntas existentes en la madera usada y las maderas y puntales se apilarán de modo que no puedan caer elementos sueltos a niveles inferiores.
- El desencofrado se realizará siempre desde el lado en que no puedan desprenderse los tableros y arrastrar al operario.
- Se acotará, mediante cinta de señalización, la zona en la que puedan caer elementos procedentes de las operaciones de encofrado o desencofrado.
- Cuando la altura del encofrado sea inferior a 4 m, los paneles se montarán con todos sus elementos en el suelo, previo a su izado y colocación.
- Cuando la altura del encofrado sea superior a 4 m, las uniones entre paños, retirada de eslingas, arriostramientos...se realizarán con plataforma elevadora, con andamio tubular fijo o móvil, con plataformas de trabajo acopladas a paneles o con arnés de seguridad, siempre en este orden de preferencia.

En trabajos con ferralla

- Los paquetes de redondos se acopiarán en posición horizontal, separando las capas con durmientes de madera y evitando alturas de pilas superiores a 1,50 m.
- No se permitirá trepar por las armaduras, sino que se emplearán los medios auxiliares correspondientes: escaleras, andamios, pasarelas...
- Se colocarán tableros para circular por las armaduras de ferralla. Se colocarán tableros o tablas de ancho suficiente (mínimo 60 cm) para circular por las armaduras de ferralla.
- Se instalarán cubridores de madera sobre las esperas de ferralla de las losas de escalera (sobre las puntas de los redondos, para evitar su hinca en las personas).
- Se mantendrá una distancia de seguridad entre el acopio o almacenamiento de ferralla y el material eléctrico.
- Diariamente se limpiará la zona de trabajo, recogiendo y retirando los recortes y alambres sobrantes del armado.

En trabajos de hormigón

Vertidos mediante canaleta:

- Antes del inicio del hormigonado de una determinada superficie se establecerá un camino de tablones seguro sobre los que apoyarse los operarios que gobiernan el vertido con la manguera.
- Antes de iniciar el bombeo de hormigón se deberá preparar el conducto enviando masa de mortero de dosificación en prevención de posibles tapones y sobrepresiones internas.
- Los operarios amarrarán la manguera terminal a elementos sólidos antes de iniciar el paso de la pelota de limpieza, apartándose del lugar antes de iniciarse el proceso.
- La manguera terminal de vertido será gobernada a la vez como mínimo por dos operarios para evitar caídas por movimiento incontrolado de la misma.
- Instalar topes de final de recorrido de los camiones hormigonera para evitar vuelcos.
- No situarse ningún operario detrás de los camiones hormigonera en las maniobras de retroceso.

Vertido mediante cubo con grúa:

- Señalizar con pintura (amarilla) el nivel máximo de llenado del cubo para no sobrepasar la carga admisible de la grúa.

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.5:SEG y SALUD Hoja 148 de 169

- No permanecer ningún operario bajo la zona de influencia del cubo durante las operaciones de izado y transporte de éste con la grúa.
- La apertura del cubo para vertido se hará exclusivamente accionando la palanca prevista para ello. Para realizar tal operación se usarán, obligatoriamente, guantes, gafas y, cuando exista riesgo de caída, cinturón de seguridad.
- El guiado del cubo hasta su posición de vertido se hará siempre a través de cuerdas guía.

Para el transporte de materiales y equipos dentro de la obra

- Se prohibirá que las plataformas y/o camiones transporten una carga superior a la identificada como máxima admisible.
- La carga se transportará amarrada con cables de acero, cuerdas o estrobos de suficiente resistencia.
- Se señalizarán con banderolas o luces rojas las partes salientes de la carga y, de producirse estos salientes, no excederán de 1,50 m.
- En las maniobras con riesgo de vuelco del vehículo, se colocarán topes y se ayudarán con un señalista.
- El tiro, especialmente en el movimiento de arranque, será siempre vertical, jamás inclinado.
- Cuando se tenga que circular o realizar maniobras en proximidad de líneas eléctricas, se instalarán gálibos o topes que eviten aproximarse a la zona de influencia de las líneas.
- No se permitirá el transporte de personas fuera de la cabina de los vehículos.
- No se transportarán, en ningún caso, cargas suspendidas por la pluma con grúas móviles.
- Se revisará periódicamente el estado de los vehículos de transporte y medios auxiliares correspondientes.

Para el montaje de estructuras prefabricadas y cerramientos

- El guiado de cargas/equipos para su ubicación definitiva, se hará siempre mediante cuerdas guía manejadas desde lugares fuera de la zona de influencia de su posible caída, y no se accederá a dicha zona hasta el momento justo de efectuar su acople o posicionamiento.
- Se señalizarán y acotarán las zonas en que haya riesgo de caída de materiales por manipulación, elevación y transporte de los mismos.
- Los trabajos se suspenderán en condiciones meteorológicas adversas: lluvia, vientos de velocidad mayor de 40km/h...
- Se prevendrán riesgos por deslizamientos de cargas sobre sus puntos de apoyos y la de sus pesos suspendidos mediante maniobras de apuntalamiento, trincado, acompañamiento de vientos, órdenes concretas y directas del gruista y cualquier otra que evite los movimientos imprevisibles de las cargas.
- Para el acopio de placas prefabricadas de hormigón, se seguirán las especificaciones del fabricante y, en todo caso, la altura será inferior a 1.5m.
- Se ensamblarán a nivel de suelo, en la medida que lo permita la zona de montaje y capacidad de las grúas, los módulos de estructuras con el fin de reducir en lo posible el número de horas de trabajo en altura y sus riesgos.
- Los equipos/estructuras permanecerán arriostadas, durante toda la fase de montajes hasta que no se efectúe la sujeción definitiva, para garantizar su estabilidad en las peores condiciones previsibles.
- Los elementos se izarán perfectamente flejados o atados.

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.5:SEG y SALUD Hoja 149 de 169

- En operaciones de lijado o de utilización de pegamentos y disolventes, se dispondrá de una adecuada ventilación.

De cualquier forma dado que estas operaciones y maniobras están muy condicionadas por el estado real de la obra en el momento de ejecutarlas, en el caso de detectarse una complejidad especial se elaborará un estudio de seguridad específico al efecto.

Para maniobras de izado y ubicación en obra de materiales y equipos

Las medidas de prevención a aplicar en relación con los riesgos inherentes a este tipo de trabajos, que ya se relacionaron, están contempladas y definidas en el punto anterior, destacando especialmente las correspondientes a:

- Señalizar y acotar las zonas de trabajo con cargas suspendidas.
- No permanecer persona alguna en la zona de influencia de la carga.
- Hacer el guiado de las cargas mediante cuerdas.
- Entrar en la zona de riesgo en el momento del acoplamiento.

Para el montaje de instalaciones. Albañilería y pintura.

- El material cerámico se izará sin romper los flejes o envoltura de PVC con las que suministre el fabricante, para evitar riesgos por derrame de la carga, Previamente al izado se comprobará el estado de las envolturas y caso de encontrarse deteriorado se izará en plataformas emplintadas con el material perfectamente amarrado.
- El izado de ladrillos, bloques y en general material de tamaño reducido y suelto, se hará apilado ordenadamente en el interior de plataformas de izar emplintadas (bandejas, cubos o dispositivos similares dotados de laterales fijo o abatibles), vigilando que no puedan caer las piezas por desplome durante el transporte.
- Los andamios se dispondrán de modo que el operario nunca trabaje por encima de la altura de los hombros.
- Se instalarán cables de seguridad en torno a los pilares próximos a la fachada para anclar a ellos los mosquetones de los arneses de seguridad durante las operaciones de replanteo, colocación de mira, ayuda a la descarga de planta y durante las labores de cerramientos de fachada.
- Estará terminantemente prohibido eliminar las protecciones (resguardos fijos o móviles) de las sierras de corte o radial.
- El corte de piezas cerámicas, placas de mármol...se efectuará en vía húmeda para evitar lesiones por trabajar en ambiente pulverulento.
- El corte de piezas en vía seca con sierra circular se efectuará situándose el cortador a sotavento, para evitar en lo posible respirar los productos de corte en suspensión.
- En trabajos de pintura y barnizado en lugares de tránsito de personas se señalizarán dichas zonas mediante banderolas o medio similar.
- Las operaciones de lijados y las de aplicación de pinturas se ejecutarán siempre bajo ventilación por corriente (ventanas y puertas abiertas) de aire para evitar inhalación de polvo o gases nocivos.

En instalaciones de distribución de energía

- Deberán verificarse y mantenerse con regularidad las instalaciones de distribución de energía presentes en la obra, en particular las que estén sometidas a factores externos.

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.5:SEG y SALUD Hoja 150 de 169

- Las instalaciones existentes antes del comienzo de la obra deberán estar localizadas, verificadas y señalizadas claramente.
- Los cuadros eléctricos estarán ubicados en lugares de fácil acceso y no peligrosos, manteniéndose cerrados bajo llave y con indicación en la puerta del peligro por contacto eléctrico.
- No se permitirá la manipulación de la instalación si no se tiene la formación y autorización necesarias para ello.
- Se utilizarán elementos de conexión adecuados, tales como clavijas, prohibiéndose la conexión con cables pelados.
- Todas las masas susceptibles de estar en tensión estarán puestas a tierra.
- Los conductores eléctricos se protegerán mediante canalizaciones de caucho duro o plásticos, cuando estén depositados sobre el suelo en zonas de tránsito o de trabajo.
- Cuando existan líneas de tendidos eléctricos aéreos que pueda afectar a la seguridad en la obra será necesario desviarlas fuera del recinto de la obra o dejarlas sin tensión. Si esto no fuera posible, se colocarán barreras o avisos para que los vehículos y las instalaciones se mantengan alejados de las mismas. En caso de que vehículos de la obra tuvieran que circular bajo el tendido se utilizará una señalización de advertencia y una protección de delimitación de altura.

1.4.2 Protecciones personales

Como complemento de las protecciones colectivas será obligatorio el uso de las protecciones personales. Los mandos intermedios y el personal de seguridad vigilarán y controlarán la correcta utilización de estas prendas de protección.

Dado que la mayoría de los riesgos que obligan al uso de las protecciones personales son comunes a las actividades a realizar, relacionamos las prendas de protección previstas para el conjunto de los trabajos.

Se prevé el uso, en mayor o menor grado, de las siguientes protecciones personales:

- Casco.
- Pantalla facial transparente.
- Pantalla de soldador con visor abatible y cristal inactínico.
- Mascarillas faciales según necesidades.
- Mascarillas desechables de papel.
- Guantes de varios tipos (montador, soldador, aislante, goma, etc.)
- Arnés anticaídas con cinturón lumbar y anclajes pectoral, dorsal y lateral.
- Cinturón de seguridad.
- Cinturón portaherramientas.
- Absorbedores de energía.
- Chaqueta, peto, manguitos y polainas de cuero.
- Gafas de varios tipos (contraimpactos, sopeletero, etc.).
- Calzado de seguridad, adecuado a cada uno de los trabajos.
- Protecciones auditivas (cascos o tapones).
- Ropa de trabajo.
- chaleco reflectante.

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.5:SEG y SALUD Hoja 151 de 169

Todas las protecciones personales cumplirán la Normativa Europea (CE) relativa a Equipos de Protección Individual (EPI).

1.4.3 Revisiones técnicas de seguridad

Su finalidad es comprobar la correcta aplicación del Plan de Seguridad. Para ello, el Contratista velará por la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en dicho Plan.

Sin perjuicio de lo anterior, podrán realizarse visitas de inspección por técnicos asesores especialistas en seguridad.

1.5 INSTALACIONES ELÉCTRICAS PROVISIONALES

La acometida eléctrica general alimentará una serie de cuadros de distribución de los distintos contratistas, los cuales se colocarán estratégicamente para el suministro de corriente a sus correspondientes instalaciones, equipos y herramientas propias de los trabajos.

1.5.1 Riesgos previsible

Los riesgos implícitos a estas instalaciones son los característicos de los trabajos y manipulación de elementos (cuadros, conductores, etc.) y herramientas eléctricas, que pueden producir accidentes por contactos tanto directos como indirectos.

1.5.2 Medidas preventivas

Las principales medidas preventivas a aplicar en instalaciones, elementos y equipos eléctricos serán las siguientes:

Cuadros de distribución

Serán estancos, permanecerán todas las partes bajo tensión inaccesibles al personal y estarán dotados de las siguientes protecciones:

- Interruptor general.
- Protecciones contra sobrecargas y cortocircuitos.
- Diferencial de 300 mA.
- Toma de tierra de resistencia máxima 20 ohmios.
- Diferencial de 30 mA para las tomas monofásicas que alimentan herramientas o útiles portátiles.
- Tendrán señalizaciones de peligro eléctrico.
- Solamente podrá manipular en ellos el electricista.
- Los conductores aislados utilizados tanto para acometidas como para instalaciones, serán de 1.000 voltios de tensión nominal como mínimo.

Prolongadores, clavijas, conexiones y cables

- Los prolongadores, clavijas y conexiones serán de tipo intemperie con tapas de seguridad en tomas de corriente hembras y de características tales que aseguren el aislamiento, incluso en el momento de conectar y desconectar.
- Los cables eléctricos serán del tipo intemperie sin presentar fisuras y de suficiente resistencia a esfuerzos mecánicos.
- Los empalmes y aislamientos en cables se harán con manguitos y cintas aislantes vulcanizadas.

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.5:SEG y SALUD Hoja 152 de 169

- Las zonas de paso se protegerán contra daños mecánicos.

Herramientas y útiles eléctricos portátiles

- Las lámparas eléctricas portátiles tendrán el mango aislante y un dispositivo protector de la lámpara de suficiente resistencia. En estructuras metálicas y otras zonas de alta conductividad eléctrica se utilizarán transformadores para tensiones de 24 V.
- Todas las herramientas, lámparas y útiles serán de doble aislamiento.
- Todas las herramientas, lámparas y útiles eléctricos portátiles, estarán protegidos por diferenciales de alta sensibilidad (30 mA).

Máquinas y equipos eléctricos

Además de estar protegidos por diferenciales de media sensibilidad (300 mA), irán conectados a una toma de tierra de 20 ohmios de resistencia máxima y llevarán incorporado a la manguera de alimentación el cable de tierra conectado al cuadro de distribución.

Normas de carácter general

- Bajo ningún concepto se dejarán elementos de tensión, como puntas de cables terminales, etc., sin aislar.
- Las operaciones que afecten a la instalación eléctrica, serán realizadas únicamente por el electricista.
- Cuando se realicen operaciones en cables, cuadros e instalaciones eléctricas, se harán sin tensión.

Revisión y mantenimiento de las instalaciones

Se realizará un adecuado mantenimiento y revisiones periódicas de las distintas instalaciones, equipos y herramientas eléctricas, para analizar y adoptar las medidas necesarias en función de los resultados de dichas revisiones.

1.6 MEDIDAS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Cada contratista dispondrá en obra de extintores de polvo o gas en número suficiente para cubrir las necesidades de los riesgos de incendio que generen los trabajos que realiza, así como para la protección de sus instalaciones, oficinas, almacenes, vehículos, etc.

1.6.1 Revisiones periódicas

La persona designada al efecto por los distintos contratistas, comprobará periódicamente el estado de los extintores y sustituirá los descargados o bajos de presión.

1.7 ALMACENAMIENTO Y USO DE GASES

1.7.1 Almacenamiento

Las botellas de gases se almacenarán en un recinto acotado y exclusivo para ellas que cumplirá las siguientes condiciones:

- Se separará cada tipo de gas en compartimentos diferentes y, en cada caso, estará señalizado el contenido de las botellas.
- Se separarán las botellas llenas de las vacías.

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.5:SEG y SALUD Hoja 153 de 169

- El recinto estará perfectamente ventilado, cubierto de los rayos del sol y en el acceso habrá algún extintor.

1.7.2 Uso de botellas en los trabajos

El personal que maneje las botellas de gases o equipos de oxicorte, estará adiestrado para estos trabajos y como mínimo cumplirá las siguientes normas básicas de seguridad:

- La presión de trabajo del acetileno no será superior a dos atmósferas.
- Antes de encender el soplete por primera vez cada día, las mangueras se purgarán individualmente, así como al finalizar el trabajo.
- Verificar periódicamente el estado de las mangueras, juntas, etc., para detectar posibles fugas. Para ello se utilizará agua jabonosa, pero nunca llama.
- Se pondrán válvulas antirretroceso en las salidas de los manómetros y en las entradas del soplete.
- Durante el transporte o desplazamiento, las botellas incluso si están vacías, deben tener la válvula cerrada y la caperuza puesta.
- Está prohibido el arrastre, deslizamiento o rodadura de la botella en posición horizontal.
- No se colocarán, ni puntualmente, cerca de sustancias o líquidos fácilmente inflamables tales como aceite, gasolina, etc.
- Las botellas se mantendrán alejadas del punto de trabajo, lo suficiente para que no les lleguen las chispas o escorias, o bien se protegerán con mantas ignífugas.
- No se emplearán nunca los gases comprimidos para limpiar residuos, vestuarios, ni para ventilar personas.
- Las botellas estarán siempre, en obra o acopio, en posición vertical y colocadas en carros portabotellas o amarradas a puntos fijos para evitar su caída.

1.8 FORMACIÓN PERSONAL

De conformidad con los artículos 18 y 19 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, los contratistas y subcontratistas deberán garantizar que los trabajadores reciban una información adecuada de todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y su salud en la obra.

La información deberá ser comprensible para los trabajadores afectados. Al ingresar en la obra se informará al personal de los riesgos específicos de los trabajos a los cuales van a ser asignados, así como las medidas de seguridad que deberán emplear personal y colectivamente.

Se insistirá en la importancia del uso de los medios preventivos puestos a su disposición, enseñando su correcto uso y explicando las situaciones peligrosas a que la negligencia o la ignorancia pueden llevar.

Conforme al artículo 8 del R.D. 773/1997, de 30 de mayo, el empresario deberá informar a los trabajadores, previamente al uso de los equipos, de los riesgos contra los que les protegen, así como de las actividades u ocasiones en las que deben utilizarse.

Asimismo, deberá proporcionarles instrucciones, preferentemente por escrito, sobre la forma correcta de utilizarlos y mantenerlos.

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.5:SEG y SALUD Hoja 154 de 169

El empresario garantizará la formación y organizará, en su caso, sesiones de entrenamiento, para la correcta utilización de los Equipos de Protección Individual, especialmente cuando se requieran la utilización simultánea de varios equipos que por su especial complejidad así lo haga necesaria.

Cada obra dispondrá de trabajadores cualificados con formación en socorrismo y primeros auxilios, así como de los medios precisos para tal fin.

Por otra parte, conforme el artículo 5 del R.D. 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, los trabajadores y los representantes de los trabajadores deberán recibir una formación e información adecuadas sobre los riesgos derivados de la utilización de los equipos de trabajo, así como las medidas de prevención y protección que hayan de adoptarse.

La información suministrada preferentemente por escrito, deberá contener, como mínimo, las indicaciones relativas a:

- Las condiciones y forma correcta de utilización de los equipos de trabajo, teniendo en cuenta las instrucciones del fabricante, así como las situaciones o formas de utilización anormales y peligrosas que puedan preverse.
- Las conclusiones que, en su caso, se puedan obtener de la experiencia adquirida en la utilización de los equipos de trabajo.
- Cualquier otra información de utilidad preventiva.

Igualmente, se informará a los trabajadores sobre la necesidad de prestar atención a los riesgos derivados de los equipos de trabajo presentes en su entorno de trabajo inmediato, o de las modificaciones introducidas en los mismos, aun cuando no los utilicen directamente.

1.8.1 Charla de seguridad y primeros auxilios para personal de ingreso en obra

Todo el personal, antes de comenzar sus trabajos, asistirá a una charla en la que se le informará de los riesgos generales de la obra, de las medidas previstas para evitarlos, de las Normas de Seguridad de obligado cumplimiento y de aspectos generales de Primeros Auxilios.

Al inicio de la semana los encargados de cada uno de los grupos de trabajo impartirán unas charlas de seguridad sobre los trabajos a realizar en este periodo y las normas de seguridad a seguir.

1.8.2 Charlas sobre riesgos específicos

Dirigidas a los grupos de trabajadores sujetos a riesgos concretos en función de las actividades que desarrollen. Serán impartidas por los Mandos directos de los trabajos, o bien por Técnicos de Seguridad de cada una de las empresas que participan en la ejecución de la obra.

Si, sobre la marcha de los trabajos, se detectasen situaciones de especial riesgo en determinadas profesiones o fases de trabajo, se programarían Charlas Específicas, impartidas por el Técnico de Seguridad encaminadas a divulgar las medidas de protección necesarias en las actividades a que se refieran.

Entre los temas más importantes a desarrollar en estas charlas estarán los siguientes:

- Riesgos eléctricos.
- Trabajos en altura.
- Riesgos de soldadura eléctrica y oxicorte.
- Uso de máquinas, manejo de herramientas.
- Manejo de cargas de forma manual y con medios mecánicos.

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.5:SEG y SALUD Hoja 155 de 169

- Empleo de andamios, plataformas, escaleras y líneas de vida.

1.9 REUNIONES DE SEGURIDAD

A lo largo de la ejecución del proyecto, se deben realizar reuniones de seguridad en obra, donde se traten todos aquellos aspectos que afecten a la seguridad de la misma, y especialmente se haga un seguimiento y control sobre los incumplimientos detectados.

A estas reuniones podrán asistir además de las empresas contratistas, subcontratistas y trabajadores autónomos, el coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra (en el caso en que sea necesario su nombramiento), la dirección facultativa y el promotor o representante del mismo.

1.9.1 Comité de Seguridad y Salud en obra

El Comité de Seguridad y Salud es el órgano paritario y colegiado de participación destinado a la consulta regular y periódica de las actuaciones de la empresa en materia de prevención de riesgos.

Según la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, se constituirá un Comité de Seguridad y Salud en todas las empresas o centros de trabajo que cuenten con 50 o más trabajadores.

El Comité estará formado por los Delegados de Prevención, de una parte, y por el empresario y/o sus representantes en número igual al de los Delegados de Prevención, de la otra.

En las reuniones del Comité de Seguridad y Salud participarán, con voz pero sin voto, los Delegados Sindicales y los responsables técnicos de la prevención en la empresa que no estén incluidos en la composición a al que se refiere el párrafo anterior.

El Comité de Seguridad y Salud se reunirá trimestralmente y siempre que lo solicite alguna de las representaciones en el mismo, adoptando sus propias normas de funcionamiento.

Dicho esto, y dado que el número máximo de trabajadores en la obra es muy inferior a 50, no se hace necesario la existencia de este órgano.

1.9.2 Delegados de prevención

Los Delegados de Prevención son los representantes de los trabajadores con funciones específicas en materia de prevención de riesgos en el trabajo, reflejados en el artículo 36 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales (L.P.R.L.).

El número de Delegados de Prevención en la Empresa viene determinado en el artículo 35 de la citada Ley, pudiendo ser:

- El Delegado de Personal cuando este exista (artículo 35.2 de la L.P.R.L.).
- Por elección por mayoría entre los trabajadores si en el centro de trabajo no hay representantes con antigüedad suficiente (adicional 4ª de la L.P.R.L.).
- Cualquier otro trabajador designado por los trabajadores o sus representantes según lo dispuesto en el convenio colectivo (artículo 35.4 de la L.P.R.L.).

1.9.3 Servicios de prevención

El Servicio de Prevención es el conjunto de medios humanos y materiales necesarios para realizar las actividades preventivas a fin de garantizar la adecuada protección de la seguridad y la salud de los trabajadores, asesorando y asistiendo para ello al empresario, a los trabajadores ya sus representantes y a los órganos de representación especializados. Para el ejercicio de sus funciones,

 <i>Operación y Mantenimiento</i> Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.5:SEG y SALUD Hoja 156 de 169

el empresario deberá facilitar a dicho servicio el acceso a la información y documentación a que se refiere el apartado 3 del artículo 30 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

Los servicios de Prevención deberán estar en condiciones de proporcionar a la empresa el asesoramiento y apoyo que precise en función de los tipos de riesgo en ella existentes y en lo referente a:

- El diseño, aplicación y coordinación de los planes y programas de actuación preventiva.
- La evaluación de los factores de riesgo que pueden afectar a la seguridad y la salud de los trabajadores en los términos previstos en el artículo 16 de esta Ley.
- La determinación de las prioridades en la adopción de las medidas preventivas adecuadas y la vigilancia de su eficacia.
- La información y formación de los trabajadores.
- La prestación de los primeros auxilios y planes de emergencia.
- La vigilancia de la salud de los trabajadores en relación con los riesgos derivados del trabajo.

El Servicio de Prevención que tendrá carácter interdisciplinario, debiendo sus medios ser apropiados para cumplir sus funciones. Para ello, la formación, especialidad, capacitación, dedicación y número de componentes de estos servicios, así como sus recursos técnicos deberán ser suficientes a adecuados a las actividades preventivas a desarrollar, en función de las siguientes circunstancias:

- Tamaño de la empresa.
- Tipos de riesgo a los que puedan encontrarse expuestos los trabajadores.
- Distribución de riesgos en la empresa.

1.10 MEDICINA ASISTENCIAL

Partiendo de la imposibilidad humana de conseguir el nivel de riesgo cero, es necesario prever las medidas que disminuyan las consecuencias de los accidentes que, inevitablemente puedan producirse. Esto se llevará a cabo a través de tres situaciones:

- Control médico de los empleados.
- La organización de medios de actuación rápida y primeros auxilios a accidentados.
- La medicina asistencial en caso de accidente o enfermedad profesional.

1.10.1 Control médico

Tal como establece la legislación Vigente, todos los trabajadores que intervengan en la construcción de las obras objeto de este Estudio, pasarán los reconocimientos médicos previstos en función del riesgo a que, por su oficio u ocupación, vayan a estar sometidos.

1.10.2 Medios de actuación y primeros auxilios

La primera asistencia médica a los posibles accidentados será realizada por los servicios médicos de la mutua laboral concertada por cada contratista o, cuando la gravedad o tipo de asistencia lo requiera por los servicios de urgencia de los hospitales públicos o privados más próximos.

 <i>Operación y Mantenimiento</i> Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.5:SEG y SALUD Hoja 157 de 169

En la obra se dispondrá, en todo momento, de un vehículo para hacer una evacuación inmediata, de un medio de comunicación (teléfono) y de un botiquín y, además, habrá personal con unos conocimientos básicos de primeros auxilios, con el fin de actuar en casos de urgente necesidad.

Así mismo se dispondrá, igualmente, en obra de una "nota" escrita, colocada en un lugar visible y de la que se informará y dará copia a todos los contratistas, que contendrá una relación con las direcciones y teléfonos de los hospitales, ambulancias más cercanas, así como los médicos locales.

1.10.3 Medicina asistencial en incapacidades laborables transitorias o permanentes

El contratista acreditará que este servicio queda cubierto por la organización de la Mutua Laboral con la que debe tener contratada póliza de cobertura de incapacidad transitoria, permanente o muerte por accidente o enfermedad profesional.

1.11 VESTUARIOS Y ASEOS

En la zona destinada a instalaciones de contratistas, éstos montarán casetas prefabricadas para aseos y vestuarios de su personal cumpliendo, en función del número de trabajadores que los utilicen en cada momento, las condiciones mínimas establecidas en el Capítulo III de la O.G.S.H.T., o bien usar, en su defecto y bajo las mismas condiciones las instalaciones definitivas. En cualquier caso, estas instalaciones se deberán mantener en unas adecuadas condiciones de limpieza e higiene.

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.5:SEG y SALUD Hoja 158 de 169

2 PLIEGO DE CONDICIONES

2.1 OBJETO

El objeto del siguiente Pliego de Condiciones es especificar las características y condiciones técnicas correspondientes a los medios de protección colectiva e individual previstos en la Memoria, así como las normas necesarias para su correcto mantenimiento, atendiendo a la Reglamentación Vigente.

No se especifican en este documento por estar claramente definidos en los diferentes artículos del RD 1627/1997, los aspectos relativos a las obligaciones del coordinador en materia de seguridad y de salud, a las obligaciones de los contratistas, subcontratistas y trabajadores autónomos y al uso del libro de incidencias. También son de aplicación fundamental los principios generales y disposiciones mínimas de seguridad y de salud que se recogen en el RD 1627/1997.

2.2 DISPOSICIONES LEGALES REGLAMENTARIAS

Será de obligado cumplimiento, por parte de los contratistas, la normativa reseñada a continuación:

- Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- O. M., de 16 de diciembre de 1987, por la que se establecen nuevos modelos para la notificación de accidentes de trabajo y se dan instrucciones para su cumplimentación y tramitación.
- R.D. 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- R.D. 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- R.D. 488/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización.
- R.D. 487/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.
- R.D. 485/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- R.D. 664/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo.
- R.D. 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.
- R.D. 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- R.D. 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- R.D. 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.5:SEG y SALUD Hoja 159 de 169

- R.D. 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.
- R.D. 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- R.D. 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.
- R.D. 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.
- R.D.L. 2/2015, de 23 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores.
- O.M., de 9 de marzo de 1971, por la que se aprueba la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo, en los Capítulos y artículos no derogados por la Ley 31/95.
- Ley 27/2011, de 1 de agosto, sobre actualización, adecuación y modernización del sistema de Seguridad Social.
- Orden TAS/3623/2006, de 28 de noviembre, por la que se regulan las actividades preventivas en el ámbito de la Seguridad Social y la financiación de la fundación para la prevención de riesgos laborales.
- R.D. 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.
- R.D. 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- R.D. 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueban el Reglamento electrotécnico para baja tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-BT 01 a 51.
- R.D. 212/2002, de 22 de febrero, por el que se regulan las emisiones sonoras en el entorno debidas a determinadas máquinas de uso al aire libre.
- Libro de incidencias en materia de seguridad (OM 20.9.86, B.O.E. 13.11.86).
- Ley General de la Seguridad Social (D.2065/74 de 30 de mayo).
- R.D.L. 8/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley General de la Seguridad Social.
- Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera
- R.D. 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.
- R.D. 837/2003, de 27 de junio, modificada por R.D 560/2010, de 2010, Ley 17/2009 de 23 de Noviembre y Ley 25/2009, de 22 de Diciembre, por el que se aprueba el nuevo texto modificado y refundido de la Instrucción técnica complementaria "MIE-AEM-4" del Reglamento de aparatos de elevación y manutención, referente a grúas móviles autopropulsadas.

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.5:SEG y SALUD Hoja 160 de 169

- R.D. 379/2001, de 6 de abril, por el que se aprueba el Reglamento de almacenamiento de productos químicos y sus instrucciones técnicas complementarias MIE APQ-1, MIE APQ-2, MIE APQ-3, MIE APQ-4, MIE APQ-5, MIE APQ-6 y MIE APQ-7.
- Orden, de 31 de mayo de 1982, por la que se aprueba la Instrucción Técnica Complementaria MIE-AP5 del Reglamento de Aparatos a Presión sobre Extintores de incendios.
- R.D. 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- R.D. 1407/1992, de 20 de noviembre, modificado por R.D. 159/1995, de 3 de febrero, por el que se regulan las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual.
- R.D. 513/2017, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.
- R.D. 2060/2008, de 12 de diciembre, por el que se aprueba el reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias.
- R.D. 230/1998, de 16 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento de Explosivos.
- Convenios Colectivos Provinciales de la Construcción.

Serán también de obligado cumplimiento cualquiera otra disposición oficial, relativa a la Seguridad y Salud Laboral, que entre en vigor durante la ejecución de la obra y que pueda afectar a los trabajos en la misma.

2.3 PROTECCIONES PERSONALES

2.3.1 Equipos de protección individual

Los Equipos de Protección Individual, en adelante EPI's, deberán utilizarse cuando los riesgos no se puedan evitar o no puedan limitarse suficientemente por medios técnicos de protección colectiva o mediante medidas, métodos o procedimientos de organización del trabajo.

Los EPI que se utilicen en la obra cumplirán lo establecido en el R.D. 1407/92, de 20 de noviembre, y modificaciones posteriores, por el que se adoptan en España los criterios de la Normativa Europea (Directiva 89/656/CE).

Dispondrán del consiguiente certificado y contendrá de forma visible el sello (CE) correspondiente.

Con carácter general, a la hora de la elección, las características que deben reunir los EPI's son:

- Adecuados a las condiciones existentes en el lugar de trabajo.
- Tener en cuenta las condiciones anatómicas y fisiológicas, así como el estado de salud del trabajador.
- Adecuarse al portador, tras los ajustes adecuados.

Otros aspectos a tener en cuenta con respecto al uso de los equipos son los que a continuación se indican:

- Todos los equipos de protección individual tanto de uso personal como colectiva, tendrán fijado un período de vida útil, desechándose a su término.

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.5:SEG y SALUD Hoja 161 de 169

- Cuando por las circunstancias del trabajo se produzca un deterioro más rápido de lo habitual en un determinado equipo o prenda, se repondrá independientemente de la duración prevista o fecha de entrega.
- Todo equipo o prenda de protección que haya sufrido un trato límite, es decir, el máximo para el que fue concebido será desechado y reemplazado al momento.
- Aquellos equipos o prendas de protección que por su uso hayan adquirido más holguras o tolerancias superiores a las admitidas por el fabricante, serán reemplazados inmediatamente.
- El uso de un equipo o una prenda de protección, nunca deberá representar un riesgo por sí mismo.

2.3.2 Equipos de protección colectiva

Sin perjuicio de lo dispuesto específicamente en otras normativas particulares, la señalización de seguridad y salud en el trabajo se utilizará siempre que el análisis de los riesgos existentes, de las situaciones de emergencia previsible y de las medidas preventivas adoptadas, ponga de manifiesto la necesidad de:

- Llamar la atención de los trabajadores sobre la existencia de determinados riesgos, prohibiciones u obligaciones.
- Alertarlos tras una emergencia que requiera medidas urgentes de protección o evacuación.
- Facilitar a los trabajadores la localización e identificación de determinados medios o instalaciones de protección, evacuación, emergencia o primeros auxilios.
- Orientar o guiar a los trabajadores que realicen determinadas maniobras peligrosas.

La señalización no deberá considerarse una medida sustitutoria de las medidas técnicas y organizativas de protección colectiva, ni de formación e información y se utilizará cuando mediante estas últimas no haya sido posible eliminar riesgos o reducirlos suficientemente. Por otro lado, la señalización deberá permanecer en tanto persista la situación que la motiva.

Los medios y dispositivos de señalización deberán ser, según los casos, limpiados, mantenidos y verificados regularmente y reparados o sustituidos cuando sea necesario, de forma que conserven en todo momento sus cualidades intrínsecas y de funcionamiento. Las señalizaciones que necesiten de una fuente de energía dispondrán de alimentación de emergencia que garantice su funcionamiento en caso de interrupción de aquella, salvo que el riesgo desaparezca con el corte de suministro.

Las señales se instalarán a una altura y en una posición apropiadas con relación al ángulo visual, teniendo en cuenta posibles obstáculos, en la proximidad inmediata del riesgo u objeto que deba señalizarse o, cuando se trate de un riesgo general en el acceso a la zona de riesgo.

El lugar de emplazamiento de la señal deberá estar bien iluminado, ser accesible y visible. A fin de evitar la disminución de la eficacia de la señalización no se utilizarán demasiadas señales próximas entre sí. Se retirarán cuando deje de existir la situación que las justificaba.

Existirán señales de advertencia, obligación, prohibición, conrainscendios, salvamento-socorro; la forma, dimensión y colores de las distintas señales se atenderán a lo dispuesto específicamente en los anexos II y III del R.D. 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo; así como a las especificaciones contenidas en el Anexo VII del mismo Real Decreto.

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.5:SEG y SALUD Hoja 162 de 169

Como norma general la relación de señales en forma de panel que pueden ser de aplicación en la obra son:

- Señales de prohibición:
 - Entrada prohibida a personas no autorizadas.
 - Atención, peligro obras.
 - Peligro, paso de cargas suspendidas.
 - Prohibido maniobrar en la instalación eléctrica.
- Señales de obligación:
 - Protección obligatoria de la cabeza.
 - Protección obligatoria de los pies.
 - Protección obligatoria de las manos.
 - Protección individual obligatoria contra caídas.
 - Vía obligatoria para peatones.
- Lucha contra incendios:
 - Extintor.
 - Dirección que debe seguirse.
- Señales de salvamento o socorro:
 - Primeros auxilios.
 - Salida de socorro.
 - Dirección que debe seguirse.
 - Teléfono de salvamento y primeros auxilios.

Además de las indicadas pueden existir otras señales de advertencia u obligación (caída a distinto nivel, protección de la vista, etc.) y ser necesarias su colocación debido a los riesgos que se presenten durante la realización de los trabajos.

2.4 PROTECCIONES COLECTIVAS

Se consideran como Protecciones Colectivas las siguientes:

- Andamios.
- Redes (según Norma UNE 81-650-80).
- Mamparas.
- Protecciones de la instalación eléctrica.
- Medios de protección contra incendios.
- Señalización.
- Barandillas.
- Plataformas.

 <i>Operación y Mantenimiento</i> Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020 <hr/> Doc.5:SEG y SALUD Hoja 163 de 169
--	---	--

- Líneas o cuerdas de vida, etc.

Algunas de éstas han sido ya descritas en la Memoria y otras son parte integrante de los propios equipos, medios o estructuras, por lo que omitiremos extendernos en sus características.

2.5 REVISIONES TÉCNICAS DE SEGURIDAD

Tal como se ha indicado a lo largo del presente Estudio, se realizarán, con cierta periodicidad, las revisiones necesarias a los equipos, herramientas y medios auxiliares, con el fin de mantenerlos en perfectas condiciones de uso.

 <i>Operación y Mantenimiento</i> Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		Doc.5:SEG y SALUD Hoja 164 de 169

3 MEDICIONES Y PRESUPUESTO

Las mediciones y el presupuesto de los distintos medios de seguridad se agruparán en los siguientes capítulos:

CAPÍTULO I. Equipos De Protección Individual	€
CAPÍTULO II. Protecciones Colectivas	€
CAPÍTULO III. Señalización.....	€
CAPÍTULO IV. Instalaciones Provisionales	€
CAPÍTULO V. Vigilancia de la salud y primeros Auxilios.....	€
CAPÍTULO VI. Formación en obra.....	€
TOTAL CAPÍTULOS:	€

 <i>Operación y Mantenimiento</i> Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		PROYECTO Simplificado Hoja 165 de 169

PROYECTO SIMPLIFICADO

1	MEMORIA	166
2	CALCULOS.....	166
3	PLIEGO DE CONDICIONES	166
4	PLANOS.....	167
5	ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	167
6	ESTUDIO DE CAMPOS MAGNÉTICOS	168
7	PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN	168
8	PRESUPUESTO	169

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		PROYECTO Simplificado Hoja 166 de 169

CONTENIDO DEL PROYECTO SIMPLIFICADO

En el **Proyecto Tipo Simplificado**, se fijarán las características mínimas necesarias para la tramitación de la autorización administrativa y la autorización de ejecución de la instalación y su posterior construcción, tomando como base para su redacción la memoria y los documentos complementarios que forman parte de este Proyecto Tipo.

El Proyecto Simplificado deberá ser conforme a lo indicado en este Proyecto Tipo y a la legislación vigente que le sea de aplicación y deberá aportar, como mínimo, los siguientes documentos:

1 MEMORIA

En la memoria se justificará la finalidad de la instalación razonando su conveniencia y el objetivo que se alcanza con su construcción.

En su contenido se describirá la subestación, haciendo constar los siguientes datos descriptivos de la instalación:

- Objeto y alcance del proyecto.
- Emplazamiento de la instalación: ubicación y accesos.
- Entidad peticionaria.
- Entidades y organismos afectados.
- Línea o líneas de alimentación.
- Descripción de la instalación y de los sistemas que lo componen y que aparecen detallados en el Proyecto tipo:
 - Sistema de Alta Tensión: aparamenta y configuración
 - Sistema de Media Tensión: aparamenta y disposición.
 - Sistema de Transformación: número de transformadores y potencia instalada.
 - Sistema de Control y Protecciones a instalar.
 - Sistema de Puesta a Tierra elegido y su justificación.
 - Características constructivas de la Obra Civil, Edificio, y sistemas de seguridad industrial.

2 CÁLCULOS

Se incluirán los cálculos necesarios para la descripción y justificación de la instalación.

Se realizarán, de acuerdo al *Documento 2: CÁLCULOS* incluido en el presente Proyecto Tipo, los siguientes cálculos particularizados para la instalación objeto del proyecto: cálculos de estructuras y cimentaciones, eléctricos y mecánicos de embarrados y conductores, de red de tierras y de campos electromagnéticos.

3 PLIEGO DE CONDICIONES

Se incluirá PLIEGO DE CONDICIONES de acuerdo al *Documento 3* de condiciones del presente Proyecto Tipo caracterizado para la instalación objeto del proyecto.

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		PROYECTO Simplificado Hoja 167 de 169

4 PLANOS

El proyecto tipo simplificado constará de planos de la instalación según se detalla en el listado incluido en el Documento 4: PLANOS. Como mínimo deberá contener los siguientes planos:

- Plano de situación.
- Plano de emplazamiento o localización.
- Esquema unifilar.
- Planta general de la instalación.
- Alzados de las posiciones.
- Planta general de Red de Tierras.
- Planta general de Obra Civil.
- Planos detalle viales, vallados y accesos.
- Planos de planta y fachadas del Edificio
- Canales y Zanjas para cables de potencia y control

5 ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

El estudio de seguridad y salud formará parte del proyecto, partiendo de todos los elementos e instalaciones previstas en el proyecto y de su hipótesis de ejecución. Dicho estudio contendrá las medidas de prevención y protección necesarias para la realización de la obra en condiciones de seguridad y salud.

En este sentido el estudio 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.

El estudio de seguridad y salud (elaborado junto con el proyecto) deberá ser realizado por un técnico competente designado por el promotor.

En el *Documento 5: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD* se incluye una memoria con las actividades y riesgos propios de la ejecución de subestaciones de las características del presente Proyecto Tipo. En cualquier caso, se particularizará para la instalación objeto del proyecto y se incluirá en el mismo cualquier actividad que se prevea realizar en la obra.

El estudio definitivo contendrá, como mínimo, los siguientes documentos:

- 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 que no puedan eliminarse conforme a lo señalado anteriormente, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlarlos y reducirlos y valorando su eficacia 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.

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		PROYECTO Simplificado Hoja 168 de 169

- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- Presupuesto: mediciones de todas aquellas unidades o elementos de seguridad y salud en el trabajo que hayan sido definidos o proyectados. 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. El presupuesto ha de cuantificar el conjunto de gastos previstos para la aplicación y ejecución del estudio de seguridad y salud y que se obtiene valorando cada una de las unidades medidas según el cuadro de precios unitarios.

6 ESTUDIO DE CAMPOS MAGNÉTICOS

Se realizará un estudio de los campos magnéticos que afecten a la instalación justificando que el valor del campo magnético en cualquier punto de la instalación está por debajo de 100 μ Teslas, valor que fija el RD 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.*

En el *Documento 2: CÁLCULOS* se incluye el cálculo de los valores del campo magnético presentes en subestaciones híbridas y la justificación del método utilizado para su obtención.

7 PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN

Se realizará un informe en cumplimiento de los preceptos técnicos y administrativos recogidos en la Ley 10/1998, de 21 de abril, de Residuos, en relación a la producción y posesión de residuos y su entrega a gestor autorizado. Para el resto de residuos generados, en la fase de obras, se cumplirán las previsiones recogidas en 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.

Por último, se cumplirá lo expuesto en el Real Decreto 833/1988, de 20 de Julio sobre residuos peligrosos y el Real Decreto 679/2006, de 2 de Junio, por el que se regula la gestión de los aceites industriales usados.

El plan de gestión, regulará la producción y gestión de los residuos industriales, peligrosos y no peligrosos y de residuos de construcción y de demolición.

 Operación y Mantenimiento Ingeniería de Red	PROYECTO TIPO SUBESTACIONES AT/MT EXTERIOR HÍBRIDA	SYZH01 Edición 1ª Abril 2020
		PROYECTO Simplificado Hoja 169 de 169

8 PRESUPUESTO

Capítulo I.

Equipos principales

Posiciones Alta tensión

Posiciones Media tensión

Capítulo II.

Edificio y obra civil

Edificio

Cimentaciones y urbanización

Capítulo III.

Estructura metálica y montajes

Montaje

Capítulo IV.

Comunicaciones

Sistema de comunicaciones

Subtotal explotación

Capítulo IV.

Seguridad y salud

Estudio de seguridad y salud

Asistencia técnica y coordinación de seguridad

Total