INSTALACIÓN ELECTRICA EN MEDIA TENSION PARA PLANTA DE PROCESADO DE PISTACHOS EN EL T.M. DE SOCUELLAMOS (C.REAL)

TITULAR
LA MANCHA FARMS PISTACHOS SL

EMPLAZAMIENTO DE LA OBRA
POLIGONO 25, PARCELA 53 Y 73
(PARAJE LA LOSILLA)
SOCUELLAMOS (CIUDAD REAL)
CP: 13630

FEBRERO 2024

PROYECTO

FERNANDO
TORRES CRESPO
INGENIERO INDUSTRIAL
COLEGIADO Nº 13199
C.O.I.I.M.

Igisa, S.L.
C/ Canalejas, 5 – TOMELLOSO (C.Real)
Tfno.: 926 50 11 70 - Fax: 926 51 18 56
www.igisa.net - mail: igisa@igisa.net

3116 (feb. 24)

DECLARACION RESPONSABLE DE TÉCNICOS COMPETENTES PROYECTISTA Y DIRECTOR DE LA EJECUCIÓN DE TRABAJOS/OBRAS

A	DATOS DEL TÉCNICO TITULADO COMPETENTE PROYECTISTA	
NOMBRE Y APELLIDOS: FERNANDO TORRES CRESPO		DNI 6254977-N
DOMICILIO (CALLE Y NÚMERO): c/ Canalejas 5		C.P. 13700
LOCALIDAD: TOMELLOSO	PROVINCIA: CIUDAD REAL	
TITULACIÓN: INGENIERO INDUSTRIAL	ESPECIALIDAD:	
COLEGIO PROFESIONAL (SI PROCEDE): MADRID	NÚMERO COLEGIADO (SI PROCEDE): 13199	

B DECLARACIÓN DEL TÉCNICO TITULADO COMPETENTE PROYECTISTA

Declaro bajo mi responsabilidad que:

1. **Poseo la titulación indicada en el apartado A.**
2. **De acuerdo con las atribuciones profesionales de esta titulación tengo competencia para la redacción y firma del proyecto técnico denominado [1]:** PROYECTO DE INSTALACIÓN ELECTRICA EN MEDIA TENSION PARA PLANTA DE PROCESADO DE PISTACHOS EN EL T.M. DE SOCUELLAMOS (C.REAL)
3. **No estoy inhabilitado, ni administrativamente ni judicialmente, para la redacción y firma de dicho proyecto.**
4. **He tenido en cuenta la normativa vigente de aplicación en el proyecto indicado en el apartado 2.**
5. **Que el proyecto [2]** ☐ **Se encuentra contemplado en el art. 2 R.D. 1000/2010 y amparado por lo previsto en el art. 3 del R.D. 1000/2010**

   ☒ **No se encuentra contemplado en el art. 2 R.D. 1000/2010**

C	DATOS DEL TÉCNICO TITULADO COMPETENTE DIRECTOR DE LA EJECUCIÓN DE TRABAJOS/OBRAS	
NOMBRE Y APELLIDOS:		DNI
DOMICILIO (CALLE Y NÚMERO):		C.P.
LOCALIDAD:	PROVINCIA:	
TITULACIÓN:	ESPECIALIDAD:	
COLEGIO PROFESIONAL (SI PROCEDE):	NÚMERO COLEGIADO (SI PROCEDE):	

D DECLARACIÓN DEL TÉCNICO TITULADO COMPETENTE DIRECTOR DE LA EJECUCIÓN DE TRABAJOS/OBRAS

Declaro bajo mi responsabilidad que:

- **Poseo la titulación indicada en el apartado C**
- **De acuerdo con las atribuciones profesionales de esta titulación tengo competencia para la dirección de los trabajos/obras de ejecución y la certificación relativas al proyecto técnico [3] :**
- **No estoy inhabilitado, ni administrativamente ni judicialmente, para la redacción y firma del certificado de dirección de la ejecución de las citadas obras.**
- **He tenido en cuenta la normativa vigente de aplicación en el proyecto anteriormente mencionado**

E FIRMAS DE LOS TÉCNICOS TITULADOS COMPETENTES QUE DECLARAN

Y para que conste y surta los efectos oportunos, se expide y firma la presente declaración responsable de la veracidad de los datos e información anteriores	Y para que conste y surta los efectos oportunos, se expide y firma la presente declaración responsable de la veracidad de los datos e información anteriores
19 de 02 de 2024	de de
Firmado el técnico titulado competente proyectista	Firmado el técnico titulado competente director de la ejecución de los trabajos/obras

[1] Se debe indicar con el detalle adecuado el tipo y características del establecimiento y/o instalación proyectada objeto de las presente declaración.

[2] Señálese la que proceda.

[3] Cuando el técnico proyectista y el director de la ejecución de trabajos/obras no sean la misma persona podrán presentar este documento por separado, en este caso el director de los trabajos/obras deberá identificar al autor del proyecto técnico y la denominación de este.
En este caso de que se suscriban ambas declaraciones responsables (la del proyectista y la del director de la ejecución de los trabajos/obras) en este documento bastará con hacer referencia al proyecto detallado en el apartado B.

DESIGNACIÓN DEL TRABAJO:

PROYECTO DE INSTALACIÓN ELECTRICA EN MEDIA TENSION PARA PLANTA DE PROCESADO DE PISTACHOS EN EL T.M. DE SOCUELLAMOS (C.REAL)

TITULAR:

LA MANCHA FARMS PISTACHOS SL
C/DON QUIJOTE, 15 - 1 PLT
SOCUELLAMOS (CIUDAD REAL)
CP: 13630

SITUACIÓN:

POLIGONO 25, PARCELA 53 y 73 (PARAJE LA LOSILLA)
SOCUELLAMOS (CIUDAD REAL)
CP: 13630

ÍNDICE

1. GENERALIDADES

2.1 CENTRO DE PROTECCION Y MEDIDA (CS). MEMORIA Y CALCULOS
2.2 CENTRO DE TRANSFORMACION (CT). MEMORIA Y CALCULOS
2.3 LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN ALIMENTACION. MEMORIA Y CALCULOS
2.4 LÍNEA AEREA DE MEDIA TENSIÓN ALIMENTACION. MEMORIA Y CALCULOS

3. ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD

4. PLIEGO DE CONDICIONES

5. PRESUPUESTO

6. PLANOS

PLANO 1 – SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO.
PLANO 2 – EMPLAZAMIENTO DE LA INSTALACION.
PLANO 3 – PLANTA GENERAL. ACOMETIDA ELÉCTRICA DE MEDIA TENSIÓN.
PLANO 4 – PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL
PLANO 5 – CT 50KVA. PFU-4
PLANO 6 – CT 50KVA. INSTALACIÓN ELECTRICA
PLANO 7 – CT 250KVA. PFU-4
PLANO 8 – CT 250KVA. INSTALACIÓN ELECTRICA. ESQUEMA UNIFILAR DE MT
PLANO 9 – DETALLES DE MT
PLANO 10 – DETALLES DEL PASO AÉREO A SUBTERANEO. PUESTA A TIERRA.

1. GENERALIDADES

1. ANTECEDENTES Y FINALIDAD DE LA INSTALACIÓN.

Se redacta el "**PROYECTO DE INSTALACIÓN ELECTRICA EN MEDIA TENSION PARA PLANTA DE PROCESADO DE PISTACHOS EN EL T.M. DE SOCUELLAMOS (C.REAL))**" a petición y como titular, LA MANCHA FARMS PISTACHOS SL con CIF: B09676693 y a instancia de la Consejería de Trabajo e Industria, Delegación Provincial de C.Real y del Excmo. Ayuntamiento de Socuéllamos.

La finalidad del proyecto es el suministro de energía eléctrica en MT para la nueva planta de procesado de pistachos, que el titular de la instalación, pretende realizar en Socuéllamos (C. Real).

Este proyecto tiene como número de expediente en Unión Fenosa:

Nº Expediente: EXP928223040120

2. DATOS DEL PROYECTO

TITULAR:

Nombre:	LA MANCHA FARMS PISTACHOS SL
CIF:	B09676693
Domicilio:	C/DON QUIJOTE, 15 - 1 PLT
Población:	Socuellamos
Código Postal:	13630

EMPLAZAMIENTO DE LA OBRA:

Dirección:	POLIGONO 25, PARCELA 53 y 73 (Paraje La Losilla)
Población:	Socuellamos
Código Postal:	13630

3. OBJETO DEL PROYECTO.

El objeto del presente proyecto es establecer y justificar todos los datos constructivos que permitan la ejecución de la instalación eléctrica en MT, de la planta de procesado de pistachos y al mismo tiempo exponer ante los Organismos Competentes que la instalación de Alta Tensión, que nos ocupa, reúne las condiciones y garantías mínimas exigidas por la reglamentación vigente, con el fin de obtener la Autorización Administrativa y la de Ejecución de la instalación, así como servir de base a la hora de proceder a la ejecución de dicha red.

Se describirán en el presente proyecto:

Líneas Aéreas de Media Tensión (LAMT en adelante) tanto privada como publica a 15kV, de conexión entre el punto de entronque y los CTs, de la planta. En total, se proyectan dos (2) líneas de MT, a saber:

LAMT – 1: Trazado común a ceder a CIA, de conexión entre el punto de entronque y el apoyo de derivación a las dos instalaciones privadas, con una longitud de 270m.

LAMT – 2: Línea de titularidad privada, de conexión entre el apoyo de derivación y el CPM de la planta, con una longitud de 20m.

Las dos (2) LAMT, se ejecutarán con cable de Al-Ac, de sección 54.6mm^2, Al 1/8 ST1A (LA56) y normativa avifauna.

Además, se describirán las Líneas Subterráneas de Media Tensión (LSMT en adelante) privada a 15kV, nueva, realizando entrada al Centro de Proteccion y Medida (CPM en adelante) con una longitud de 5m en simple circuito. Otra LSMT, también en simple circuito, de longitud 177m que conecta el CPM con el CT de la planta de 250kVA.

En total, se proyectan dos (2) líneas de MT, a saber:

LSMT – 1: Línea de titularidad privada, de conexión entre el apoyo del paso de aéreo a subterráneo para alimentación de la planta, conectando dicho apoyo con el CPM (centro de protección y medida con trafo de 50kVA), con una longitud de 5m.

L5MT – 2: Línea de titularidad privada, de conexión entre el CPM y el Centro de Transformación de la planta con una potencia de 250kVA, con una longitud de 177m.

Las dos (2) LSMT, se ejecutarán con cable de Al, de sección S:3x240mm^2, RHZ1-2OL 12/20kV.

Por último, se describirá el centro de protección y medida, donde se realizará la medida del consumo eléctrico y que dispone de un transformador de 50kVA y el centro de transformación de la planta, el cual, dispone de un transformador de 250kVA. Ambos transformadores, tienen relación de transformación 15/B2 kV.

La instalación de las Líneas de Media Tensión (LMT en adelante), se ajusta al REAL DECRETO 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.

Las Líneas, subterráneas y aéreas, se describen con detalle, en los siguientes apartados.

La instalación del Centro de Medida con un transformador de 50kVA y Centro de Transformación de 250kVA, se ajusta al Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.

Estos Centros de Transformación, se describen con detalle, en los siguientes apartados.

En resumen:

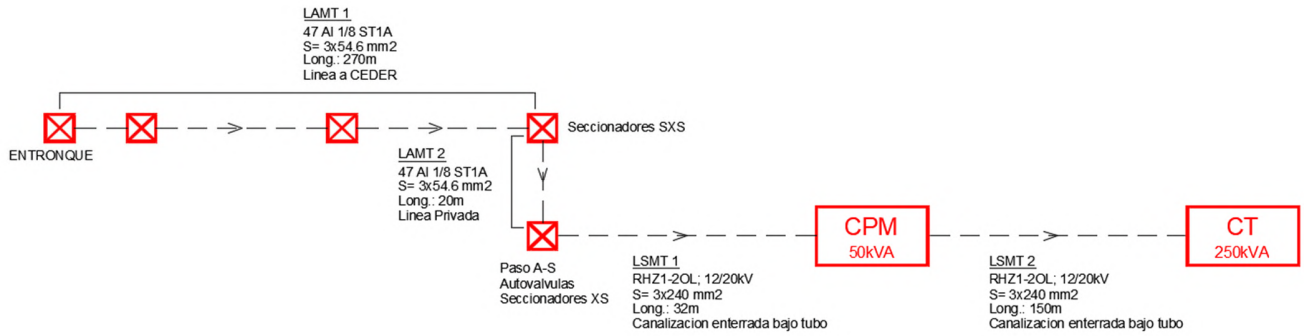
LINEAS DE MEDIA TENSION:

LINEA	Simple / Doble	Aerea /Subt.	Longitud	Conecta	Sección, Aislamiento	a Ceder
Línea 1 (LAMT)	Simple	Aérea	270	Punto de entronque-Ap. Derivación	47 Al 1/8 ST1A	Si
Línea 2 (LAMT)	Simple	Aérea	20	Ap. Derivación – CPM	47 Al 1/8 ST1A	No
Línea 1 (LSMT)	Simple	Subt.	5	Apoyo paso A-S – CPM	S:3x240m^2; RHZ1-2OL	No
Línea 2 (LSMT)	Simple	Subt.	177	CPM – CT 250kVA	S:3x240m^2; RHZ1-2OL	No

CENTROS DE TRANSFORMACION:

Centro	USO	Potencia	a Ceder
CPMC	Medida y Transformación	50kVA	No
CT	Transformación	250kVA	No

Se aporta croquis explicativo de la instalación en Proyecto.



Todos estos elementos, se describen con más detalle en los siguientes apartados.

4. OBJETIVO DEL PROYECTO.

El objetivo del presente proyecto es establecer y justificar todos los datos constructivos que permitan la ejecución de la instalación y al mismo tiempo exponer ante los Organismos Competentes que las LSMT que nos ocupan y los CS y CTs, reúnen las condiciones y garantías mínimas exigidas por la reglamentación vigente, con el fin de obtener la Autorización Administrativa y de Ejecución de la instalación, y servir de base a la hora de proceder a la ejecución de dicha red.

5. COMPAÑÍA SUMINISTRADORA

La empresa suministradora de la energía eléctrica es Unión Fenosa Distribución. La energía se suministrará a 15kV y 50Hz.

6. RELACCION DE PROPIETARIOS Y BIENES

Las instalaciones objeto de este proyecto discurren por zonas de dominio privado perteneciente al titular.

Será necesaria la obtención de permisos de obra, para la realización de la instalación de MT

7. ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS

Los materiales usados en instalaciones privadas deben ajustarse a las Normas Nacionales, y su calidad será calificada por la entidad correspondiente. Serán de procedencia nacional y marcas de reconocido prestigio.

8. JUSTIFICICACION DE POTENCIAS.

A continuación, se adjunta un resumen de potencias que debe abastecer la nueva acometida a la planta de procesado de pistachos.

CT	Potencia Instalada (kVA)	Potencia Simultanea (kVA)
CPM	50	40
CT	250	200
TOTAL		**300**

9. REGLAMENTACION Y DISPOSICIONES OFICIALES Y PARTICULARES.

El presente anexo a proyecto recoge las características de los materiales, los cálculos que justifican su empleo y la forma de ejecución de las obras a realizar, dando con ello cumplimiento a las siguientes disposiciones:

Normas Generales:

Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.

Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión, y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.

Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. Aprobado por Decreto 842/2002, de 02 de agosto, B.O.E. 224 de 18-09-2002.

Instrucciones Técnicas Complementarias, denominadas MI-BT. Aprobadas por Orden del MINER de 18 -09- 2002.

Ley 24/2013 de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico

Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica (B.O.E. de 27 de diciembre de 2000).

Ordenación del Sistema Eléctrico Nacional y desarrollos posteriores. Aprobado por Ley 40/1994, B.O.E. 31-12-1994.

Real Decreto 1634/2006, de 29 de diciembre, por el que se establece la tarifa eléctrica a partir de 1 de enero de 2007.

Decreto 6/2003 de 16/1, por el que se regulan las instalaciones de producción, transporte y distribución de energía eléctrica.

Instrucción de 17 de noviembre de 2004 de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, sobre tramitación simplificada de determinadas instalaciones de distribución de alta y media tensión.

Orden de 8 de octubre de 2003, del Departamento de Industria, Comercio y Turismo, por la que se regula el procedimiento de acreditación del cumplimiento de las condiciones de seguridad industrial de las instalaciones eléctricas de baja tensión, adaptándola a la nueva legislación

Instrucción Nº 1/2005/RSI sobre aplicación de la Guía Técnica prevista en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

Orden de 11 de septiembre de 2003, de la Consejería de Economía, Industria e Innovación, por la que se establecen procedimientos de actuación de los instaladores autorizados y de los organismos de control en el mantenimiento e inspección de las instalaciones eléctricas de baja tensión en locales de pública concurrencia, locales con riesgo de incendio o explosión y locales de características especiales.

Orden de 8 de Marzo de 1996, de la Consejería de Industria, Trabajo y Turismo, sobre mantenimiento de instalaciones eléctricas de alta tensión.

Real Decreto 1432/2008, de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas de alta tensión.

Resolución de 5 / 07 / 2001, de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, por la que se desarrolla la Orden de 25 de abril de 2001 sobre procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica de tensión superior a 1kV.

Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía, Decreto de 12 Marzo de 1954 y Real Decreto 1725/84 de 18 de Julio.

NTE-IEP. Norma tecnológica de 24-03-1973, para Instalaciones Eléctricas de Puesta a Tierra.

Normas UNE / IEC. Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados.

Ordenanzas municipales del ayuntamiento de Socuéllamos donde se ejecute la obra.

Condicionados que puedan ser emitidos por organismos afectados por las instalaciones.

Cualquier otra normativa y reglamentación de obligado cumplimiento para este tipo de instalaciones.

Normas UNE.

El Proyecto presentado se ajusta a lo especificado en las normas de laITC-LAT 02, del Real Decreto 223/2008, siguientes:

- **Generales:**

CÓDIGO	TÍTULO
UNE-EN 60060-3:2006	Técnicas de ensayo en alta tensión. Parte 3: Definiciones y requisitos para ensayos in situ.
UNE-EN 60060-3 CORR.:2007	Técnicas de ensayo en alta tensión. Parte 3: Definiciones y requisitos para ensayos in situ.
UNE-EN 60270:2002	Técnicas de ensayo en alta tensión. Medidas de lasdescargas parciales.
UNE-EN 60865-1:2013	Corrientes de cortocircuito. Parte 1: Definiciones ymétodos de cálculo.
UNE-EN 60909-0:2016	Corrientes de cortocircuito en sistemas trifásicos de corriente alterna. Parte 0: Cálculo de corrientes.
UNE-EN 60909-3:2011	Corrientes de cortocircuito en sistemas trifásicos de corriente alterna. Parte 3: Corrientes durante dos cortocircuitos monofásicos a tierra simultáneos y separadosy corrientes parciales de cortocircuito circulando a través de tierra.

- Cables y conductores:

CÓDIGO	TÍTULO
UNE 21144-1-1:2012	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 1:Ecuaciones de intensidad admisible (factor de carga 100%) y cálculo de pérdidas. Sección 1: Generalidades.
UNE 21144-1-1:2012	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 1:Ecuaciones de intensidad admisible (factor de carga 100%) y cálculo de pérdidas. Sección 1: Generalidades.
Modifica a: UNE 21144-1-1:1997	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 1:Ecuaciones de intensidad admisible (factor de carga 100%) y cálculo de pérdidas. Sección 2: Factores de pérdidas por corrientes de Foucault en las cubiertas en el caso de dos circuitos en capas.
UNE 21144-1-3:2003	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 1:Ecuaciones de intensidad admisible (factor de carga 100%) y cálculo de pérdidas. Sección 3: Reparto de la intensidad entre cables unipolares dispuestos en paralelo y cálculo de pérdidas por corrientes circulantes.
UNE 21144-2-1:1997	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 2: Resistencia térmica. Sección 1: Cálculo de la resistencia térmica.
UNE 21144-2-1/1M:2002	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 2: Resistencia térmica. Sección 1: Cálculo de la resistencia térmica.
UNE 21144-2-1/21V1:2007	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 2: Resistencia térmica. Sección 1: Cálculo de la resistencia térmica.
UNE 21144-2-2:1997	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 2: Resistencia térmica. Sección 2: Método de cálculo de los coeficientes de reducción de la intensidad admisible para grupos de cables al aire y protegidos de la radiación solar.
UNE 21144-3-1:2018	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte3: Secciones sobre condiciones de funcionamiento. Sección 1: Condiciones de funcionamiento de referencia y selección deltipo de cable.
UNE 21144-3-2:2000	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 3:Secciones sobre condiciones de funcionamiento. Sección 2: Optimización económica de las secciones de los cables eléctricos de potencia.
UNE 21144-3-3:2007	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte3: Secciones sobre condiciones de funcionamiento. Sección 3: Cables que cruzan fuentes de calor externas.
UNE 21192:1992	Cálculo de las intensidades de cortocircuito térmicamente admisibles, teniendo en cuenta los efectos del calentamientono adiabático.
UNE 211003-2:2001	Límites de temperatura de cortocircuito en cables eléctricos detensión asignada de 6 kV (Um= 7,2 kV) a 30 kV (Um=36kV).
UNE 211435:2011	Guía para la elección de cables eléctricos de tensión asignadasuperior o igual a 0,6/1 kV para circuitos de distribución.
UNE-EN 50182:2002	Conductores para líneas eléctricas aéreas. Conductores dealambres redondos cableados en capas concéntricas.

UNE-EN 50182:2002/AC:2013	Conductores para líneas eléctricas aéreas. Conductores dealambres redondos cableados en capas concéntricas.
UNE-EN 50189:2000	Conductores para líneas eléctricas aéreas. Alambres de acerogalvanizado.
UNE-EN 60228:2005	Conductores de cables aislados.
UNE-EN 60228 CORR.:2005	Conductores de cables aislados.
UNE-EN 61232:1996	Alambres de acero recubiertos de aluminio para usoseléctricos.
UNE-EN 61232/A11:2001	Alambres de acero recubiertos de aluminio para usoseléctricos.
UNE-HD 620.9:2010	Cables eléctricos de distribución con aislamiento extruido, detensión asignada desde 3,6/6 (7,2) kV hasta 20,8/36 (42) kV. Parte 9: Cables unipolares y unipolares reunidos, con aislamiento de HEPR. Sección E: Cables con aislamiento de HEPR y cubierta de compuesto de poliolefina (tipos 9E-1, 9E-4 y 9E-5).
PNE 211632-4A	Cables de energía con aislamiento extruido y sus accesorios,para tensión asignada desde 36 kV (Um = 42 kV) hasta 150 kV (Um =170 kV). Parte 4: Cables con aislamiento de HEPR y cubierta de compuesto de poliolefina (tipos 1, 2 y 3).

Accesorios para cables:

CÓDIGO	TÍTULO
UNE 21021:1983	Piezas de conexión para líneas eléctricas hasta 72,5 kV.
UNE-EN 61442:2005	Métodos de ensayo para accesorios de cables eléctricos de tensiónasignada de 6 kV (Um = 7,2 kV) a 36 kV (Um = 42 kV)
UNE-EN IEC 61238-1-1:2020	Conectores mecánicos y de compresión para cables de energía de tensiones asignadas hasta 36 kV (Um=42 kV). Parte 1: Métodos deensayo y requisitos.
UNE-HD 629.1:2008	Prescripciones de ensayo para accesorios de utilización en cables de energía de tensión asignada de 3,6/6(7,2) kV hasta 20,8/36(42) kV. Parte 1: Cables con aislamiento seco.
UNE-HD 629.1:2008	Prescripciones de ensayo para accesorios de utilización en cables de energía de tensión asignada desde 3,6/6 (7,2) kV hasta 20,8/36 (42) kV. Parte 1: Cables con aislamiento seco.

Apoyos y herrajes

CÓDIGO	TÍTULO
UNE-EN ISO 10684:2006	Recubrimientos galvanizados en caliente de tornillería y otroselementos de fijación.
UNE 207009:2019	Herrajes y elementos de fijación y empalme para líneaseléctricasaéreas de alta tensión.
UNE 207017:2010	Apoyos metálicos de celosía para líneas eléctricas aéreas dedistribución.
UNE-EN 60652:2004	Ensayos mecánicos de estructuras para líneas eléctricas aéreas.
UNE-EN 61284:1999	Líneas eléctricas aéreas. Requisitos y ensayos para herrajes.
UNE-EN ISO 1461:2010	Recubrimientos galvanizados en caliente sobre productos acabados de hierro y acero. Especificaciones y métodos de ensayo.

Aisladores

CÓDIGO	TÍTULO
UNE 21009:1989	Medidas de los acoplamientos para rótula y alojamiento derotula de los elementos de cadenas de aisladores
UNE 21128:1980	Dimensiones de los acoplamientos con horquilla y lengüeta de los elementos de las cadenas de aisladores.
UNE 21128/1 M:2000	Dimensiones de los acoplamientos con horquilla y lengüeta de los elementos de las cadenas de aisladores.
UNE-EN 61109:2010	Aisladores compuestos destinados a las líneas aéreas de corriente alterna de tensión nominal superior a 1.000 V. Definiciones, métodos de ensayo y criterios de aceptación.
UNE-EN 61109:2010	Aisladores compuestos destinados a las líneas aéreas de corriente alterna de tensión nominal superior a 1.000 V. Definiciones, métodos de ensayo y criterios de aceptación.
UNE-EN 61467:2010	Aisladores para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1.000 V. Ensayos de arco de potencia en corriente alterna decadenas de aisladores equipadas.
UNE-EN 60383-2:1997	Aisladores para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1.000 V. Parte 2: Cadenas de aisladores y cadenas de aisladoresequipadas para sistemas de corriente alterna. Definiciones, métodos de ensayo y criterios de aceptación.
UNE-EN 61466-1:2016	Elementos de cadenas de aisladores compuestos para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV. Parte 1: Clases mecánicas y acoplamientos de extremos normalizados.
UNE-EN 61466-2:1999	Elementos de cadenas de aisladores compuestos para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV. Parte 2: Características dimensionales y eléctricas
UNE-EN 61466-2/A1:2003	Elementos de cadenas de aisladores compuestos para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV. Parte 2: Características dimensionales y eléctricas.

El Proyecto presentado se ajusta a lo especificado en las normas de laITC-RAT 02, del Real Decreto 337/2014, siguientes:

Generales:

CÓDIGO	TÍTULO
UNE-EN 60060-1:2012	Técnicas de ensayo de alta tensión. Parte 1: Definicionesgenerales y requisitos de ensayo.
UNE-EN 60060-2:2012	Técnicas de ensayo en alta tensión. Parte 2: Sistemas demedida.
UNE-EN 60027-1:2009	Símbolos literales utilizados en electrotecnia. Parte1:Generalidades.
UNE-EN 60027-1:2009/A2:2009	Símbolos literales utilizados en electrotecnia. Parte1:Generalidades.
UNE-EN IEC 60071-1:2020	Coordinación de aislamiento. Parte 1:Definiciones,principios y reglas.
UNE-EN 60027-4:2011	Símbolos literales utilizados en electrotécnica. Parte4:Maquinas eléctricas rotativas.
EN 60617-7:1996	Símbolos gráficos para esquemas. Parte 3: Conductores ydispositivos de conexión.
EN 60617-7:1996	Símbolos gráficos para esquemas. Parte 7: Aparamenta ydispositivos de control y protección.
UNE-EN 60617-8:1997	Símbolos gráficos para esquemas. Parte 8: Aparatos de medida, lámparas y dispositivos de señalización.
UNE 207020:2012 IN	Procedimiento para garantizar la protección de la salud y la seguridad de las personas en instalaciones eléctricas deensayo y de medida de alta tensión.

Aisladores y pasatapas

CÓDIGO	TÍTULO
UNE 21110-2:1996	Características de los aisladores de apoyo de interior y de exteriorpara instalaciones de tensión nominal superior a 1000 V.
UNE 21110-2 ERRATUM:1997	Características de los aisladores de apoyo de interior y de exteriorpara instalaciones de tensión nominal superior a 1000 V.
UNE-EN 60507:2014	Ensayos de contaminación artificial de aisladores para altatensióndestinados a redes de corriente alterna.

Aparamenta

CÓDIGO	TÍTULO
UNE-EN 62271-1:2019	Aparamenta de alta tensión. Parte 1: Especificaciones comunes.
UNE-EN 62271-1:2019	Aparamenta de alta tensión. Parte 1: Especificaciones comunes.
UNE-EN 61439-5:2015	Conjuntos de aparamenta de baja tensión. Parte 5: Conjuntosdeaparamenta para redes de distribución pública.

Seccionadores

CÓDIGO	TÍTULO
UNE-EN IEC 62271-102:2021	Aparamenta de alta tensión. Parte 102: Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.

Cables y accesorios de conexión de cables

CÓDIGO	TÍTULO
UNE 211605:2022	Ensayo de envejecimiento climático de materialesderevestimiento de cables.
UNE-EN 60332-1-2:2005	Métodos de ensayo para cables eléctricos y cables de fibra óptica sometidos a condiciones de fuego. Parte 1-2: Ensayo de resistencia a la propagación vertical de la llama para un conductor individual aislado o cable. Procedimiento para llama premezclada de 1 kW.
UNE-EN 60228:2005	Conductores de cables aislados.
UNE 211006:2010	Ensayos previos a la puesta en servicio de sistemas de cableseléctricos de alta tensión en corriente alterna.
UNE 211620:2014	Cables eléctricos de distribución con aislamiento extruido ypantalla de tubo de aluminio de tensión asignada desde 3,6/6(7,2) kV hasta 20,8/36 (42) kV.
UNE 211027:2013	Accesorios de conexión. Empalmes y terminaciones pararedes subterráneas de distribución con cables de tensión asignada hasta 18/30 (36 kV).
UNE 211028:2013	Accesorios de conexión. Conectores separables apantalladosenchufables y atornillables para redes subterráneas de distribución con cables de tensión asignada hasta 18/30 (36kV).

Interruptores, contactores e interruptores automáticos:

CÓDIGO	TÍTULO
UNE-EN 62271-103:2012	Aparamenta de alta tensión. Parte 103: Interruptores para tensiones asignadas superiores a 1kV e inferiores o iguales a 52kV.
UNE-EN 62271-106:2012	Aparamenta de alta tensión. Parte 106: Contactores, controladores y arrancadores de motor con contactores,decorriente alterna.
UNE-EN 62271-100:2011	Aparamenta de alta tensión. Parte 100: Interruptores automáticos de corriente alterna.

Aparamenta bajo envolvente metálica o aislante:

CÓDIGO	TÍTULO
UNE-EN 62271-200:2012	Aparamenta de alta tensión. Parte 200: Aparamenta bajoenvolvente metálica de corriente alterna para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV.
UNE-EN 62271-201:2015	Aparamenta de alta tensión. Parte 201: Aparamenta bajoenvolvente metálica de corriente alterna para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV.
UNE-EN 60529:2018/A2:2018	Grados de protección proporcionados por lasenvolventes(Código IP).
UNE-EN 60529:2018	Grados de protección proporcionados por lasenvolventes(Código IP).
UNE-EN 60529:2018/A1:2018	Grados de protección proporcionados por lasenvolventes(Código IP).
UNE-EN 62262:2002	Grados de protección proporcionados por las envolventes dematerialeseléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).
UNE-EN 62262:2002	Grados de protección proporcionados por las envolventes dematerialeseléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).
UNE-EN 62262:2002	Grados de protección proporcionados por las envolventes dematerialeseléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).
UNE-EN 62262:2002	Grados de protección proporcionados por las envolventes dematerialeseléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).

Transformadores de Potencia.

CÓDIGO	TÍTULO
UNE-EN 60076-1:2013	Transformadores de potencia. Parte 1: Generalidades.
UNE-EN 60076-2:2013	Transformadores de potencia. Parte 2: Calentamiento de transformadores sumergidos en líquido.
UNE-EN 60076-3:2002	Transformadores de potencia. Parte 3: Niveles de aislamiento, ensayos dieléctricos y distancias de aislamiento en el aire.
UNE-EN 60076-3:2014	Transformadores de potencia. Parte 3: Niveles de aislamiento, ensayos dieléctricos y distancias de aislamientoen el aire.
UNE-EN 60076-5:2008	Transformadores de potencia. Parte 5: Aptitud parasoportar cortocircuitos.
UNE-EN 50464-1:2010	Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite50 Hz, de 50 kVA a 2500 kVA con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 1: Requisitos generales.
UNE-EN 50588-1:2016	Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite50 Hz, de 50 kVA a 2500 kVA con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 1: Requisitos generales.
UNE 21428-1-1:2017	Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite50 Hz, de 50 kVA a 2500 kVA con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 1: Requisitos generales. Complemento nacional
UNE 21428-1-1:2017	Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite50 Hz, de 50 kVA a 2500 kVA con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 1: Requisitos generales. Requisitos para transformadores multitensión en alta tensión.
UNE 21428-1-2:2017	Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite50 Hz, de 50 kVA a 2500 kVA con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 1: Requisitos generales. Requisitos para transformadores bitensión en baja tensión.
UNE-EN 50588-2:2019	Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite50 Hz, de 50 kVA a 2500 kVA con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 2-1: Transformadores de distribución con cajas de cables en el lado de alta y/o bajatensión. Requisitos generales.
UNE-EN 50588-3:2018	Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite50 Hz, de 50 kVA a 2500 kVA con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 2-2: Transformadores de distribución con cajas de cables en el lado de alta y/o baja tensión. Cajas de cables Tipo 1 para uso en transformadores de distribución que cumplan los requisitos de la norma EN 50464-2-1.
UNE-EN 50588-4:2018	Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite50Hz, de 50 kVA a 2500 kVA con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 2-3: Transformadores de distribución con cajas de cables en el lado de alta y/o baja tensión. Cajas de cables Tipo 2 para uso en transformadores de distribución que cumplan los requisitos de la norma EN 50464-2-1.
UNE-EN 50588-4:2018	Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2500 kVA con tensión más elevadapara el material de hasta 36 kV. Parte 3: Determinación de la potencia asignada de transformadores con corrientes no sinusoidales.

Centros de transformación prefabricados

CÓDIGO	TÍTULO
UNE-EN 62271-202:2015	Aparamenta de alta tensión. Parte 202: Centros de transformación prefabricados de alta tensión/baja tensión.
UNE-EN 62271-212:2017	Conjuntos compactos de aparamenta para centros de transformación (CEADS).

Fusibles de alta tensión.

ÓDIGO	TÍTULO
UNE-EN 60282-1:2011	Fusibles de alta tensión. Parte 1: Fusibles limitadores de corriente.
HD 636 S1:1996 o IEC 60282-2:1995	Fusibles de alta tensión. Parte 2: Cortacircuitos de expulsión.

2.1 CENTRO DE PROTECCION Y MEDIDA (CPM)

A continuación, se aporta un resumen de características del Centro de Proteccion y Medida (CPM) a instalar en la planta de procesado de pistachos. A continuación, se aporta un resumen de características del centro de transformación (CT) de la citada planta. Se adjunta también, anexos de cálculo de las instalaciones.

CPM 50kVA

Potencia Unitaria de cada Transformador y Potencia Total en kVA

Potencia del Transformador 1: 50 kVA

Tipo de Transformador

Refrigeración del transformador 1: aceite

Volumen Total en Litros de Dieléctrico

Volumen de dieléctrico transformador: 120 l

Volumen Total de Dieléctrico: 120 l

Objeto del Proyecto

Este proyecto tiene por objeto definir las características de un centro destinado al suministro de energía eléctrica, así como justificar y valorar los materiales empleados en el mismo.

Características Generales del Centro de Proteccion y Medida

El Centro de Proteccion y Medida, tipo cliente, objeto de este proyecto, tiene la misión de suministrar energía, realizándose la medición de la misma en Media Tensión.

La energía será suministrada por la compañía UFd a la tensión trifásica de 15kV y frecuencia de 50Hz, realizándose la acometida por medio de cables subterráneos.

La alimentación a la nueva instalación eléctrica se alimentará mediante una línea de media tensión subterránea con las características descritas en su correspondiente apartado.

Los tipos generales de equipos de Media Tensión empleados en este proyecto son:

CGMCOSMOS: Celdas modulares de aislamiento y corte en gas, extensibles "in situ" a derecha e izquierda, sin necesidad de reponer gas.

Programa de necesidades y potencia instalada en kVA

Se precisa el suministro de energía a una tensión de 400/230V, con una potencia máxima simultánea de 300kW.

Para atender a las necesidades arriba indicadas, la potencia total instalada en este Centro de Transformación es de 50kVA. No obstante, la celda de medida, realizara la labor de medida de la potencia total instalada en la planta, es decir, 50+250=300kVA.

Descripción de la instalación

Obra Civil

En este proyecto el Centro de Transformación se encuentra dividido en dos edificios: uno destinado a albergar la aparamenta de la compañía suministradora, y otro que contendrá la aparamenta del cliente, los transformadores y elementos para distribución en BT.

Para el diseño de este Centro de Transformación se han tenido en cuenta todas las normativas anteriormente indicadas.

Características de los Materiales

Edificio de Transformación: ***PFU 5/20***

- Descripción

Los edificios **PFU** para Centros de Transformación, de superficie y maniobra interior (tipo caseta), constan de una envolvente de hormigón, de estructura monobloque, en cuyo interior se incorporan todos los componentes eléctricos, desde la aparamenta

de MT, hasta los cuadros de BT, incluyendo los transformadores, dispositivos de control e interconexiones entre los diversos elementos.

La principal ventaja que presentan estos edificios prefabricados es que tanto la construcción como el montaje y equipamiento interior pueden ser realizados íntegramente en fábrica, garantizando con ello una calidad uniforme y reduciendo considerablemente los trabajos de obra civil y montaje en el punto de instalación. Además, su cuidado diseño permite su instalación tanto en zonas de carácter industrial como en entornos urbanos.

- Envolvente

La envolvente de estos centros es de hormigón armado vibrado. Se compone de dos partes: una que aglutina el fondo y las paredes, que incorpora las puertas y rejillas de ventilación natural, y otra que constituye el techo.

Las piezas construidas en hormigón ofrecen una resistencia característica de 300 kg/cm². Además, disponen de una armadura metálica, que permite la interconexión entre sí y al colector de tierras. Esta unión se realiza mediante latiguillos de cobre, dando lugar a una superficie equipotencial que envuelve completamente al centro. Las puertas y rejillas están aisladas eléctricamente, presentando una resistencia de 10 kOhm respecto de la tierra de la envolvente.

Las cubiertas están formadas por piezas de hormigón con inserciones en la parte superior para su manipulación.

En la parte inferior de las paredes frontal y posterior se sitúan los orificios de paso para los cables de MT y BT. Estos orificios están semiperforados, realizándose en obra la apertura de los que sean necesarios para cada aplicación. De igual forma, dispone de unos orificios semiperforados practicables para las salidas a las tierras exteriores.

El espacio para el transformador, diseñado para alojar el volumen de líquido refrigerante de un eventual derrame, dispone de dos perfiles en forma de "U", que se pueden deslizar en función de la distancia entre las ruedas del transformador.

- Placa piso

Sobre la placa base y a una altura de unos 400 mm se sitúa la placa piso, que se sustenta en una serie de apoyos sobre la placa base y en el interior de las paredes, permitiendo el paso de cables de MT y BT a los que se accede a través de unas troneras cubiertas con losetas.

- Accesos

En la pared frontal se sitúan las puertas de acceso de peatones, las puertas del transformador (ambas con apertura de 180º) y las rejillas de ventilación. Todos estos materiales están fabricados en chapa de acero.

Las puertas de acceso disponen de un sistema de cierre con objeto de garantizar la seguridad de funcionamiento para evitar aperturas intempestivas de las mismas del Centro de Transformación. Para ello se utiliza una cerradura de diseño ORMAZABAL que anclan las puertas en dos puntos, uno en la parte superior y otro en la parte inferior.

- Ventilación

Las rejillas de ventilación natural están formadas por lamas en forma de "V" invertida, diseñadas para formar un laberinto que evita la entrada de agua de lluvia en el Centro de Transformación y se complementa cada rejilla interiormente con una malla mosquitera.

- Acabado

El acabado de las superficies exteriores se efectúa con pintura acrílica rugosa de color blanco en las paredes y marrón en el perímetro de la cubierta o techo, puertas y rejillas de ventilación.

Las piezas metálicas expuestas al exterior están tratadas adecuadamente contra la corrosión.

- Calidad

Estos edificios prefabricados han sido acreditados con el Certificado de Calidad ISO 9001.

- Alumbrado

El equipo va provisto de alumbrado conectado y gobernado desde el cuadro de BT, el cual dispone de un interruptor para realizar dicho cometido.

- Varios

Sobrecargas admisibles y condiciones ambientales de funcionamiento según normativa vigente.

- Cimentación

Para la ubicación de los edificios PFU para Centros de Transformación es necesaria una excavación, cuyas dimensiones variarán en función de la solución adoptada para la red de tierras, sobre cuyo fondo se extiende una capa de arena compactada y nivelada de 100 mm de espesor.

- **Características Detalladas**

Nº de transformadores:	1
Tipo de ventilación:	Normal
Puertas de acceso peatón:	1 puerta

Dimensiones exteriores

Longitud:	6080 mm
Fondo:	2380 mm
Altura:	3045 mm
Altura vista:	2585 mm
Peso:	17460 kg

Dimensiones interiores

Longitud:	5900 mm
Fondo:	2200 mm
Altura:	2355 mm

Dimensiones de la excavación

Longitud:	6880 mm
Fondo:	3180 mm
Profundidad:	560 mm

Nota: Estas dimensiones son aproximadas en función de la solución adoptada para el anillo de tierras.

Instalación Eléctrica

Características de la Red de Alimentación

La red de la cual se alimenta el Centro de Transformación es del tipo subterráneo, con una tensión de 15kV, nivel de aislamiento según la MIE-RAT 12, y una frecuencia de 50 Hz.

La potencia de cortocircuito en el punto de acometida, según los datos suministrados por la compañía eléctrica, es de 350MVA, lo que equivale a una corriente de cortocircuito de 13,472kA eficaces.

Características de la Aparamenta de Media Tensión

Características Generales de los Tipos de Aparamenta Empleados en la Instalación.

Celdas: ***CGMCOSMOS***

Sistema de celdas de Media Tensión modulares bajo envolvente metálica de aislamiento integral en gas SF6 de acuerdo a la normativa UNE-EN 62271-200 para instalación interior, clase -5 ºC según IEC 62271-1, hasta una altitud de 2000 m sobre el nivel del mar sin mantenimiento con las siguientes características generales estándar:

- **Construcción**:

Cuba de acero inoxidable de sistema de presión sellado, según IEC 62271-1, conteniendo los elementos del circuito principal sin necesidad de reposición de gas durante 30 años.

3 Divisores capacitivos de 24 kV.

Bridas de sujeción de cables de Media Tensión diseñadas para sujeción de cables unipolares de hasta 630 mm2 y para soportar los esfuerzos electrodinámicos en caso de cortocircuito.

Alta resistencia a la corrosión, soportando 150 h de niebla salina en el mecanismo de maniobra según norma ISO 7253.

-**Seguridad**:

Enclavamientos propios que no permiten acceder al compartimento de cables hasta haber conectado la puesta de tierra, ni maniobrar el equipo con la tapa del compartimento de cables retirada. Del mismo modo, el interruptor y el seccionador de puesta a tierra no pueden estar conectados simultáneamente.

Enclavamientos por candado independientes para los ejes de maniobra del interruptor y de seccionador de puesta a tierra, no pudiéndose retirar la tapa del compartimento de mecanismo de maniobras con los candados colocados.

Posibilidad de instalación de enclavamientos por cerradura independientes en los ejes de interruptor y de seccionador de puesta a tierra.

Inundabilidad: equipo preparado para mantener servicio en el bucle de Media Tensión en caso de una eventual inundación de la instalación soportando ensayo de 3 m de columna de agua durante 24 h.

Grados de Protección:

- Celda / Mecanismos de Maniobra: IP 2XD según EN 60529
- Cuba: IP X7 según EN 60529
- Protección a impactos en:
  - cubiertas metálicas: IK 08 según EN 5010
  - cuba: IK 09 según EN 5010

- Conexión de cables

La conexión de cables se realiza desde la parte frontal mediante unos pasatapas estándar.

- Enclavamientos

La función de los enclavamientos incluidos en todas las celdas **CGMCOSMOS** es que:

No se pueda conectar el seccionador de puesta a tierra con el aparato principal cerrado, y recíprocamente, no se pueda cerrar el aparato principal si el seccionador de puesta a tierra está conectado.

No se pueda quitar la tapa frontal si el seccionador de puesta a tierra está abierto, y a la inversa, no se pueda abrir el seccionador de puesta a tierra cuando la tapa frontal ha sido extraída.

- Características eléctricas

Las características generales de las celdas **CGMCOSMOS** son las siguientes:

Tensión nominal	24 kV
Nivel de aislamiento	
Frecuencia industrial (1 min)	
a tierra y entre fases	50 kV
a la distancia de seccionamiento	60 kV
Impulso tipo rayo	
a tierra y entre fases	125 kV
a la distancia de seccionamiento	145 kV

En la descripción de cada celda se incluyen los valores propios correspondientes a las intensidades nominales, térmica y dinámica, etc.

Características Descriptivas de la Aparamenta MT y Transformadores

Entrada 1: ***CGMCOSMOS-RB Celda remonte de barras***

Celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo con las siguientes características:

La celda **CGMCOSMOS-RB** de remonte está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida.

- Características eléctricas:

Tensión asignada:	24 kV

- Características físicas:

Ancho:	365 mm
Fondo:	735 mm
Alto:	1740 mm
Peso:	95 kg

Remonte Cliente: ***CGMCOSMOS-L Interruptor-seccionador***

Celda con envolvente metálica, fabricada por **ORMAZABAL** , formada por un módulo con las siguientes características:

La celda **CGMCOSMOS-L** de línea, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos **ekor**.**vpis** para la detección de tensión en los cables de acometida y alarma sonora de prevención de puesta a tierra **ekor**.**sas**.

- Características eléctricas:

Tensión asignada:	24 kV
Intensidad asignada:	400 A
Intensidad de corta duración (1 s), eficaz:	16 kA
Intensidad de corta duración (1 s), cresta:	40 kA

Nivel de aislamiento

- Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases:	28 kV
- Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta):	75 kV

Capacidad de cierre (cresta): 40 kA

Capacidad de corte

Corriente principalmente activa:	400 A
Clasificación IAC:	AFL

- Características físicas:

Ancho:	365 mm
Fondo:	735 mm
Alto:	1740 mm
Peso:	95 kg

Medida: ***CGMCOSMOS-M Medida***

Celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo con las siguientes características:

La celda **CGMCOSMOS-M** de medida es un módulo metálico, construido en chapa galvanizada, que permite la incorporación en su interior de los transformadores de tensión e intensidad que se utilizan para dar los valores correspondientes a los aparatos de medida, control y contadores de medida de energía.

Por su constitución, esta celda puede incorporar los transformadores de cada tipo (tensión e intensidad), normalizados en las distintas compañías suministradoras de electricidad.

La tapa de la celda cuenta con los dispositivos que evitan la posibilidad de contactos indirectos y permiten el sellado de la misma, para garantizar la no manipulación de las conexiones.

- Características eléctricas:

Tensión asignada:	24 kV
Clasificación IAC:	AFL

- Características físicas:

Ancho:	800 mm
Fondo:	1025 mm
Alto:	1740 mm
Peso:	165 kg

- Otras características constructivas:

Transformadores de medida:	3 TT y 3 TI

De aislamiento seco y construidos atendiendo a las correspondientes normas UNE y CEI, con las siguientes características:

* Transformadores de tensión

Relación de transformación:	16500/V3 / 110/V3 - 110/3 V
Sobretensión admisible en permanencia:	1,2 Un en permanencia y 1,9 Un durante 8 horas

Medida
Potencia: 15 VA
Clase de precisión: 0,2

Protección
Potencia: 30 VA
Clase de precisión: 3 P

Para el caso de los transformadores de tensión, y en cumplimiento de los procedimientos de operación del Operador del Sistema, se deberá garantizar la carga de al menos el 50% de la carga de precisión del secundario de medida. En caso necesario se instalarán cargas artificiales para conseguirlo, dichas cargas irán en un caja independiente lo más cerca posible de los transformadores.

* Transformadores de intensidad
Relación de transformación: 10 - 15/5 A
Intensidad térmica: 80 In (mín. 5 kA)
Sobreint. admisible en permanencia: Fs <= 5

Medida
Potencia: 5 VA
Clase de precisión: 0,2 s

Protección General: ***CGMCOSMOS-P Protección fusibles***

Celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo con las siguientes características:

La celda **CGMCOSMOS-P** de protección con fusibles, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables, y en serie con él, un conjunto de fusibles fríos, combinados o asociados a ese interruptor. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida y puede llevar una de alarma sonora de prevención de puesta a tierra **ekor**.**sas**, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

- Características eléctricas:
Tensión asignada: 24 kV
Intensidad asignada en el embarrado: 400 A
Intensidad asignada en la derivación: 200 A
Intensidad fusibles: 3x20 A
Intensidad de corta duración (1 s), eficaz: 16 kA
Intensidad de corta duración (1 s), cresta: 40 kA
Nivel de aislamiento

Frecuencia industrial (1 min)
a tierra y entre fases: 50 kV

Impulso tipo rayo
a tierra y entre fases (cresta): 125 kV

Capacidad de cierre (cresta): 40 kA
Capacidad de corte
Corriente principalmente activa: 400 A
Clasificación IAC: AFL

- Características físicas:
Ancho: 470 mm
Fondo: 735 mm
Alto: 1740 mm
Peso: 140 kg

- Otras características constructivas:
Mando posición con fusibles: manual tipo B
Combinación interruptor-fusibles: combinados

Salida CT: ***CGMCOSMOS-L Interruptor-seccionador***

Celda con envolvente metálica, fabricada por **ORMAZABAL,** formada por un módulo con las siguientes características:

La celda **CGMCOSMOS-L** de línea, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos **ekor**.**vpis** para la detección de tensión en los cables de acometida y alarma sonora de prevención de puesta a tierra **ekor**.**sas**.

- Características eléctricas:

Tensión asignada:	24 kV
Intensidad asignada:	400 A
Intensidad de corta duración (1 s), eficaz:	16 kA
Intensidad de corta duración (1 s), cresta:	40 kA
Nivel de aislamiento	
Frecuencia industrial (1 min)	
a tierra y entre fases:	28 kV
Impulso tipo rayo	
a tierra y entre fases (cresta):	75 kV
Capacidad de cierre (cresta):	40 kA
Capacidad de corte	
Corriente principalmente activa:	400 A
Clasificación IAC AFL	

- Características físicas:

Ancho:	365 mm
Fondo:	735 mm
Alto:	1740 mm
Peso:	95 kg

- Otras características constructivas:

Mando interruptor:	manual tipo B

Transformador 1: ***transformador 50kVA 15/B2kV aceite***

Transformador trifásico reductor de tensión, construido según las normas citadas anteriormente, de marca ORMAZABAL, con neutro accesible en el secundario, de potencia 50kVA y refrigeración natural aceite, de tensión primaria 15kV y tensión secundaria 420V en vacío (B2).

- Otras características constructivas:

Regulación en el primario:	+/- 5%, +/- 2,5%
Tensión de cortocircuito (Ecc):	4%
Grupo de conexión:	Yzn11

Protección incorporada al transformador: Termómetro

<u>Características Descriptivas de los Cuadros de Baja Tensión</u>

Cuadros BT - B2 Transformador 1: ***Interruptor en carga + Fusibles***

El Cuadro de Baja Tensión (CBT), es un conjunto de aparamenta de BT cuya función es recibir el circuito principal de BT procedente del transformador MT/BT y distribuirlo en un número determinado de circuitos individuales.

El cuadro tiene las siguientes características:

Interruptor manual de corte en carga de 160 A.
1 Salida formadas por bases portafusibles.
Interruptor diferencial bipolar de 25 A, 30 mA.
Base portafusible de 32 A y cartucho portafusible de 20 A.
Base enchufe bipolar con toma de tierra de 16 A/ 250 V.
Bornas (alimentación a alumbrado) y pequeño material.

- Características eléctricas

Tensión asignada:	440 V
Nivel de aislamiento	
Frecuencia industrial (1 min)	
a tierra y entre fases:	10 kV
entre fases:	2,5 kV
Impulso tipo rayo:	
a tierra y entre fases:	20 kV

Dimensiones:

Altura:	730 mm
Anchura:	360 mm
Fondo:	265 mm

Características del material vario de Media Tensión y Baja Tensión

El material vario del Centro de Transformación es aquel que, aunque forma parte del conjunto del mismo, no se ha descrito en las características del equipo ni en las características de la aparamenta.

- Interconexiones de MT:

Puentes MT Transformador 1: ***Cables MT 12/20 kV***

Cables MT 12/20 kV del tipo RHZ1-1OL, unipolares, con conductores de sección y material 1x95 Al.

La terminación al transformador es EUROMOLD de 24 kV del tipo cono difusor y modelo OTK 224.

En el otro extremo, en la celda, es EUROMOLD de 24 kV del tipo cono difusor y modelo OTK 224.

- Interconexiones de BT:

Puentes BT - B2 Transformador 1: ***Puentes transformador-cuadro***

Juego de puentes de cables de BT, de sección y material 0,6/1 kV tipo RZ1 de 1x240Al sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 3xfase+3xneutro.

- Defensa de transformadores:

Defensa de Transformador 1: ***Protección física transformador***

Protección metálica para defensa del transformador.

Cerradura enclavada con la celda de protección correspondiente.

- Equipos de iluminación:

Iluminación Edificio de Transformación: ***Equipo de iluminación***

Equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en los centros.

Equipo autónomo de alumbrado de emergencia y señalización de la salida del local.

Medida de la energía eléctrica

El conjunto consta de un contador tarificador electrónico multifunción, un registrador electrónico y una regleta de verificación. Todo ello va en el interior de un armario homologado para contener estos equipos.

Unidades de protección, automatismo y control

No incorpora relés esta aplicación.

Puesta a tierra

Tierra de protección

Todas las partes metálicas no unidas a los circuitos principales de todos los aparatos y equipos instalados en el Centro de Transformación se unen a la tierra de protección: envolventes de las celdas y cuadros de BT, rejillas de protección, carcasa de los transformadores, etc. , así como la armadura del edificio (si éste es prefabricado).

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

Tierra de servicio

Con objeto de evitar tensiones peligrosas en BT, debido a faltas en la red de MT, el neutro del sistema de BT se conecta a una toma de tierra independiente del sistema de MT, de tal forma que no exista influencia en la red general de tierra, para lo cual se emplea un cable de cobre aislado.

Instalaciones secundarias

- Alumbrado

El interruptor se situará al lado de la puerta de entrada, de forma que su accionamiento no represente peligro por su proximidad a la MT.

El interruptor accionará los puntos de luz necesarios para la suficiente y uniforme iluminación de todo el recinto del centro.

- Protección contra incendios

Si va a existir personal itinerante de mantenimiento no se exige que en el Centro de Transformación haya un extintor. En caso contrario, se incluirá un extintor de eficacia 89B. Este extintor deberá colocarse siempre que sea posible en el exterior de la instalación para facilitar su accesibilidad y, en cualquier caso, a una distancia no superior a 15 metros de la misma.

Si existe un personal itinerante de mantenimiento con la misión de vigilancia y control de varias instalaciones que no dispongan de personal fijo, este personal itinerante deberá llevar, como mínimo, en sus vehículos dos extintores de eficacia 89 B, no siendo preciso en este caso la existencia de extintores en los recintos que estén bajo su vigilancia y control.

- Armario de primeros auxilios

El Centro de Transformación cuenta con un armario de primeros auxilios.

- Medidas de seguridad

Para la protección del personal y equipos, se debe garantizar que:

1- No será posible acceder a las zonas normalmente en tensión, si éstas no han sido puestas a tierra. Por ello, el sistema de enclavamientos interno de las celdas debe afectar al mando del aparato principal, del seccionador de puesta a tierra y a las tapas de acceso a los cables.

2- Las celdas de entrada y salida serán con aislamiento integral y corte en gas, y las conexiones entre sus embarrados deberán ser apantalladas, consiguiendo con ello la insensibilidad a los agentes externos, y evitando de esta forma la pérdida del suministro en los Centros de Transformación interconectados con éste, incluso en el eventual caso de inundación del Centro de Transformación.

3- Las bornas de conexión de cables y fusibles serán fácilmente accesibles a los operarios de forma que, en las operaciones de mantenimiento, la posición de trabajo normal no carezca de visibilidad sobre estas zonas.

4- Los mandos de la aparamenta estarán situados frente al operario en el momento de realizar la operación, y el diseño de la aparamenta protegerá al operario de la salida de gases en caso de un eventual arco interno.

Planificación

Las diferentes etapas del proyecto son: [a completar por el usuario]

Limitación de campos magnéticos

De acuerdo al apartado 4.7 de la ITC-RAT 14 del RD 337/2014, se debe comprobar que no se supera el valor establecido en el Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre.

Mediante ensayo tipo se comprueba que los centros de transformación de Ormazabal especificados en este proyecto no superan los siguientes valores del campo magnético a 200 mm del exterior del centro de transformación, según el Real Decreto 1066/2001:

- Inferior a 100 µT para el público en general
- Inferior a 500 µT para los trabajadores (medido a 200 mm de la zona de operación)

Dicho ensayo tipo se realiza de acuerdo al Technical Report IEC/TR 62271-208, indicado en la norma de obligado cumplimiento UNE-EN 62271-202 como método válido de ensayo para la evaluación de campos electromagnéticos en centros de transformación prefabricados de alta/baja tensión.

En el caso específico en el que los centros de transformación se encuentren ubicados en edificios habitables o anexos a los mismos, se observarán las siguientes condiciones de diseño:

a) Las entradas y salidas al centro de transformación de la red de alta tensión se efectuarán por el suelo y adoptarán una disposición en triángulo y formando ternas.
b) La red de baja tensión se diseñará igualmente con el criterio anterior.

c) Se procurará que las interconexiones sean lo más cortas posibles y se diseñarán evitando paredes y techos colindantes con viviendas.
d) No se ubicarán cuadros de baja tensión sobre paredes medianeras con locales habitables y se procurará que el lado de conexión de baja tensión del transformador quede lo más alejado de estos locales.

CALCULO DE LOS CAMPOS MAGNETICOS

Al objeto de limitar en el exterior de las instalaciones de alta tensión los campos magnéticos creados en el exterior por la circulación de corrientes de 50 Hz en los diferentes elementos de las instalaciones, se tomarán las siguientes medidas:

- Los conductores trifásicos se dispondrán lo más cerca posible uno del otro, preferentemente juntos y al tresbolillo.

- En el caso en el que las interconexiones de baja tensión del transformador se ejecuten con varios cables por fase, se agruparan las diferentes fases en grupos RSTN. No se llevarán por tanto conductores de la misma fase en paralelo.

De acuerdo con el apartado 4.7 de la ITC-RAT 14 del RD 337/2014, se debe comprobar que no se supera el valor establecido en el Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre:

- Inferior a 100 μT para el público en general.
- Inferior a 500 μT para los trabajadores (medido a 200 mm de la zona de operación).

Para calcular el campo electromagnético máximo creado por la circulación de corriente de 50Hz en la instalación, tomaremos la siguiente expresión (1):

$$B = \frac{\mu_0 \cdot I}{2 \cdot \pi \cdot r}$$

Donde:

B: Inducción magnética en Teslas.
μ_0: permeabilidad magnética del vacío: $4\ \pi \times 10^{-7}$ en H/m
I: Intensidad de corriente en A
r: distancia en m

Para el transformador instalado, la intensidad de corriente máxima viene definida por la siguiente expresión:

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

Donde:

S: potencia aparente del transformador instalado → 50kVA. Se calcula la intensidad para este

$U_{primario}$: Tensión. 15kV

Resultando una intensidad de corriente total de 1.92A.

La distancia desde el cableado de alta tensión hasta 200mm del exterior del CT tiene un valor mayor de 1.20m, tal como se aprecia en el plano adjunto de implantación del CT.

Según la expresión (1), resulta un campo electromagnético de 3.20 μ T< 100 μ T → **VALIDO → ✓**

Se aporta protocolo de los transformadores instalados.

Campos magnéticos en la parte de baja tensión en las proximidades de la instalación

La alimentación del cuadro de BT del centro de transformación de la instalación, se efectuarán canalizadas al aire, por el interior del propio CT.

Se instalarán dichos cables de BT, formando varias ternas, de forma que se minimiza la generación de campos magnéticos generados por la red.

Se ha procurado a su vez, que las interconexiones entre el cuadro de BT y el Transformador de la instalación, sea lo más corta posible, habiendo realizado la instalación, en la línea, más recta posible. Se diseñan e instalaran, evitando paredes y techos colindantes con viviendas. No obstante, no hay cerca ninguna vivienda, puesto que está ubicado en zona rustica.

No se han ubicado cuadros de baja tensión sobre paredes medianeras con locales habitables, dentro de un recinto industrial.

Por último, el lado de conexión de baja tensión del transformador queda alejado lo máximo posible de cualquier tipo de local, al estar en un edificio independiente y separado del resto de usos del edificio que lo alberga.

Puesto que se han podido respetar todas las medidas indicadas en el punto **4.7 Limitación de los campos magnéticos en la proximidad de instalaciones de alta tensión** de la **ITC-RAT 14 INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE INTERIOR,** no se han adoptado medidas adicionales para minimizar dichos valores.

PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Con carácter general se adoptarán las medidas siguientes:

a) Instalación de dispositivos de recogida del líquido dieléctrico en fosos colectores. En nuestro caso, se dispone de un (1) transformador que contienen más de 50 litros de dieléctrico líquido, por tanto, se dispone de un foso de recogida del líquido por trafo, con revestimiento resistente y estanco, para el volumen total de líquido dieléctrico del transformador.

En el caso que nos ocupa, puesto que el dieléctrico líquido del trafo, tiene un punto de combustión igual o superior a 300ºC será suficiente con un sistema de recogida de posibles derrames, que impida su salida al exterior.

Sistemas de extinción.

b.1) Extintores móviles.

Se colocará un extintor de eficacia 89B, en la instalación.

Este extintor está colocado en el interior del CT, en la sala de celdas.

b.2) Sistemas fijos.

En aquellas instalaciones con transformadores cuyo dieléctrico sea inflamable o combustible de punto de combustión inferior a 300ºC y potencia instalada de cada transformador mayor de 1000kVA en cualquiera o mayor de 4000kVA en el conjunto de transformadores, deberá disponerse un sistema fijo de extinción automático adecuado para este tipo de instalaciones.

En nuestro caso, no aplica, puesto que la potencia del conjunto es inferior a 4000kVA y el transformador, dispone de una potencia de 50kVA.

c) Resistencia al fuego de la envolvente.

El CT, está situado en un edificio existente, el cual constituye un sector de incendios independiente, amparado por el reglamento de incendios oportuno.

d) Pantallas y sectores de incendios.

En todas las instalaciones, cuando se instalen juntos varios transformadores, y a fin de evitar el deterioro de uno de ellos por la proyección de aceite al averiarse otro próximo, se instalará una pantalla entre ambos de las dimensiones y resistencia mecánica apropiadas.

En el CT objeto de proyecto, se ha instalado cada transformador en un habitáculo independiente, de forma que se evita el deterioro de cualquiera de estos.

RUIDOS

El centro de Transformación se diseña de forma que los índices de ruido medidos en el exterior de las instalaciones se ajusten a los niveles de calidad acústica establecidos en el RD 1367/2007 por el que se desarrolla la ley 37/2003 de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.

Se tomarán en consideración los niveles sonoros permitidos en las Ordenanzas Municipales y/o distintas legislaciones de las Comunidades Autónomas si estos fuesen más restrictivos. Complementariamente, el transformador, que es el elemento generador de vibraciones, se instalara con las precauciones necesarias para reducir los niveles transmitidos por su funcionamiento y que se encuentre dentro de los parámetros que indica la normativa.

En el Anexo II del citado RD, se indican los siguientes objetivos de calidad acústica para ruido aplicables a áreas urbanizadas existentes:

Tipo de área acústica		Ld	Le	Ln
b	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial	75	75	65

El principal emisor acústico es el transformador, y según el protocolo de pruebas incluido en el anexo correspondiente, la potencia acústica máxima asciende a 50dB, con lo que el nivel de ruido es admisible.

CÁCULOS

Intensidad de Media Tensión

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

$$I_p = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_p} \qquad (2.1.a)$$

donde:
P potencia del transformador [kVA]
Up tensión primaria [kV]
Ip intensidad primaria [A]

En el caso que nos ocupa, la tensión primaria de alimentación es de 15kV.

Para el único transformador de este Centro de Transformador, la potencia es de 50kVA.
Ip = 1,925A

Intensidad de Baja Tensión

Para el único transformador de este Centro de Transformador, la potencia es de 50kVA, y la tensión secundaria es de 420V en vacío.

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

$$I_s = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_s} \qquad (2.2.a)$$

donde:
P potencia del transformador [kVA]
U_s tensión en el secundario [kV]
I_s intensidad en el secundario [A]

La intensidad en las salidas de 420V en vacío puede alcanzar el valor
Is = 68,732A.

Cortocircuitos

Observaciones

Para el cálculo de las intensidades que origina un cortocircuito. se tendrá en cuenta la potencia de cortocircuito de la red de MT, valor especificado por la compañía eléctrica.

Cálculo de las intensidades de cortocircuito

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

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_p} \qquad (2.3.2.a)$$

donde:
S_{cc} potencia de cortocircuito de la red [MVA]
U_p tensión de servicio [kV]
I_{ccp} corriente de cortocircuito [kA]

Para los cortocircuitos secundarios, se va a considerar que la potencia de cortocircuito disponible es la teórica de los transformadores de MT-BT, siendo por ello más conservadores que en las consideraciones reales.

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

$$I_{ccs} = \frac{100 \cdot P}{\sqrt{3} \cdot E_{cc} \cdot U_s} \qquad (2.3.2.b)$$

donde:
P potencia de transformador [kVA]
E_{cc} tensión de cortocircuito del transformador [%]
U_s tensión en el secundario [V]
I_{ccs} corriente de cortocircuito [kA]

Cortocircuito en el lado de Media Tensión

Utilizando la expresión 2.3.2.a, en el que la potencia de cortocircuito es de 350MVA y la tensión de servicio 15kV, la intensidad de cortocircuito es:

Iccp = 13,472kA

Cortocircuito en el lado de Baja Tensión

Para el único transformador de este Centro de Transformación, la potencia es de 50kVA, la tensión porcentual del cortocircuito del 4%, y la tensión secundaria es de 420V en vacío

La intensidad de cortocircuito en el lado de BT con 420 V en vacío será, según la fórmula 2.3.2.b:

Iccs = 1,718kA

Dimensionado del embarrado

Las celdas fabricadas por ORMAZABAL han sido sometidas a ensayos para certificar los valores indicados en las placas de características, por lo que no es necesario realizar cálculos teóricos ni hipótesis de comportamiento de celdas.

Comprobación por densidad de corriente

La comprobación por densidad de corriente tiene por objeto verificar que el conductor indicado es capaz de conducir la corriente nominal máxima sin superar la densidad máxima posible para el material conductor. Esto, además de mediante cálculos teóricos, puede comprobarse realizando un ensayo de intensidad nominal, que con objeto de disponer de suficiente margen de seguridad, se considerará que es la intensidad del bucle, que en este caso es de 400A.

Comprobación por solicitación electrodinámica

La intensidad dinámica de cortocircuito se valora en aproximadamente 2,5 veces la intensidad eficaz de cortocircuito calculada en el apartado 2.3.2.a de este capítulo, por lo que:
Icc(din) = 33,68kA

Comprobación por solicitación térmica

La comprobación térmica tiene por objeto comprobar que no se producirá un calentamiento excesivo de la aparamenta por defecto de un cortocircuito. Esta comprobación se puede realizar mediante cálculos teóricos, pero preferentemente se debe realizar un ensayo según la normativa en vigor.

En este caso, la intensidad considerada es la eficaz de cortocircuito, cuyo valor es:
Icc(ter) = 13,472kA.

Protección contra sobrecargas y cortocircuitos

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

Los transformadores están protegidos en BT, la protección se incorpora en los cuadros de las líneas de salida.

Transformador

La protección en MT de este transformador se realiza utilizando una celda de interruptor con fusibles, siendo éstos los que efectúan la protección ante eventuales cortocircuitos.

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

Los fusibles se seleccionan para:

Permitir el funcionamiento continuado a la intensidad nominal, requerida para esta aplicación.

No producir disparos durante el arranque en vacío de los transformadores, tiempo en el que la intensidad es muy superior a la nominal y de una duración intermedia.

No producir disparos cuando se producen corrientes de entre 10 y 20 veces la nominal, siempre que su duración sea inferior a 0,1 s, evitando así que los fenómenos transitorios provoquen interrupciones del suministro.

Sin embargo, los fusibles no constituyen una protección suficiente contra las sobrecargas, que tendrán que ser evitadas incluyendo un relé de protección de transformador, o si no es posible, una protección térmica del transformador.

La intensidad nominal de estos fusibles es de 6,3A.

La celda de protección de este transformador no incorpora el relé ekorRPT.

Termómetro

El termómetro verifica que la temperatura del dieléctrico del transformador no supera los valores máximos admisibles.

Dimensionado de los puentes de MT

Los cables que se utilizan en esta instalación, descritos en la memoria, deberán ser capaces de soportar los parámetros de la red.

Transformador 1

La intensidad nominal demandada por este transformador es igual a 1,925A que es inferior al valor máximo admisible por el cable.

Este valor es de 235A para un cable de sección de 95mm^2 de Al según el fabricante.

Dimensionado de la ventilación del Centro de Transformación

Se considera de interés la realización de ensayos de homologación de los Centros de Transformación.

El edificio empleado en esta aplicación ha sido homologado según los protocolos obtenidos en laboratorio Labein (Vizcaya - España):

97624-1-E, para ventilación de transformadores de potencia unitaria hasta 1000 kVA
960124-CJ-EB-01, para ventilación de transformador de potencia hasta 1600 kVA

Dimensionado del pozo apagafuegos

Al no haber transformadores de aceite como refrigerante, no es necesaria la existencia de pozos apagafuegos.

Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra

Investigación de las características del suelo

El Reglamento de Alta Tensión indica que, para instalaciones de tercera categoría, y de intensidad de cortocircuito a tierra inferior o igual a 16kA no será imprescindible realizar la citada investigación previa de la resistividad del suelo, bastando el examen visual del terreno y pudiéndose estimar su resistividad, siendo necesario medirla para corrientes superiores.

Según la investigación previa del terreno donde se instalará este Centro de Transformación, se determina la resistividad media en 150 Ohm·m.

Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente a la eliminación del defecto

En las instalaciones de MT de tercera categoría, los parámetros que determinan los cálculos de faltas a tierra son las siguientes:

De la red:

Tipo de neutro. El neutro de la red puede estar aislado, rígidamente unido a tierra, unido a esta mediante resistencias o impedancias. Esto producirá una limitación de la corriente de la falta, en función de las longitudes de líneas o de los valores de impedancias en cada caso.

Tipo de protecciones. Cuando se produce un defecto, éste se eliminará mediante la apertura de un elemento de corte que actúa por indicación de un dispositivo relé de intensidad, que puede actuar en un tiempo fijo (tiempo fijo), o según una curva de tipo inverso (tiempo dependiente). Adicionalmente, pueden existir reenganches posteriores al primer disparo, que sólo influirán en los cálculos si se producen en un tiempo inferior a los 0,5 segundos.

No obstante, y dada la casuística existente dentro de las redes de cada compañía suministradora, en ocasiones se debe resolver este cálculo considerando la intensidad máxima empírica y un tiempo máximo de ruptura, valores que, como los otros, deben ser indicados por la compañía eléctrica.

Intensidad máxima de defecto:

$$I_{d\,max\,cal.} = \sqrt{3} \cdot U_n \cdot w(C_a \cdot L_a + C_c \cdot L_c) \qquad (2.9.2.a)$$

donde:
U_n Tensión de servicio [kV]
L_a Longitud e las líneas aéreas [km]
L_c Longitud de las líneas subterráneas [km]
C_a Capacidad de las líneas aéreas [0,006 mF/km]
C_c Capacidad de líneas subterráneas [0.250 mF/km]
$I_{d\,max\,cal.}$ Intensidad máxima calculada [A]

La Id max en este caso será, según la fórmula 2.9.2.a:
$I_{d\,max\,cal.}$ =20,898A

Superior o similar al valor establecido por la compañía eléctrica que es de:
$I_{d\,max}$ =10A

Diseño preliminar de la instalación de tierra

El diseño preliminar de la instalación de puesta a tierra se realiza basándose en las configuraciones tipo presentadas en el Anexo 2 del método de cálculo de instalaciones de puesta a tierra de UNESA, que esté de acuerdo con la forma y dimensiones del Centro de Transformación, según el método de cálculo desarrollado por este organismo.

Cálculo de la resistencia del sistema de tierra

Características de la red de alimentación:
Tensión de servicio: Ur = 15 kV

Puesta a tierra del neutro:

Longitud de líneas aéreas	La = 10 km
Longitud de líneas subterráneas	Lc = 10 km
Limitación de la intensidad a tierra	Idm = 10 A

Nivel de aislamiento de las instalaciones de BT:
Vbt = 8 000 V

Características del terreno:

Resistencia de tierra	Ro = 150 Ohm·m
Resistencia del hormigón	R'o = 3000 Ohm

La resistencia máxima de la puesta a tierra de protección del edificio, y la intensidad del defecto salen de:

$$I_d \cdot R_t \leq V_{bt} \qquad (2.9.4.a)$$

donde:
I_d intensidad de falta a tierra [A]
R_t resistencia total de puesta a tierra [Ohm]
V_{bt} tensión de aislamiento en baja tensión [V]

La intensidad del defecto se calcula de la siguiente forma:

$$I_d = \frac{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot (w \cdot C_a \cdot L_a + w \cdot C_c \cdot L_c)}{\sqrt{1 + (w \cdot C_a \cdot L_a + w \cdot C_c \cdot L_c)^2 \cdot (3 \cdot R_t)^2}} \qquad (2.9.4.b)$$

donde:
U_n tensión de servicio [V]
w pulsación del sistema (w=2 ·π·f)
C_a capacidad de las líneas aéreas (0.006 mF/km)
L_a longitud de las líneas aéreas [km]
C_c capacidad de las líneas subterráneas (0.250 mF/km)
L_c longitud de las líneas subterráneas [km]
R_t resistencia total de puesta a tierra [Ohm]
I_d intensidad de falta a tierra [A]

Operando en este caso, el resultado preliminar obtenido es:
Id = 8,003 A

La resistencia total de puesta a tierra preliminar:
Rt = 999,6251 Ohm

Se selecciona el electrodo tipo (de entre los incluidos en las tablas, y de aplicación en este caso concreto, según las condiciones del sistema de tierras) que cumple el requisito de tener una Kr más cercana inferior o igual a la calculada para este caso y para este centro.

Valor unitario de resistencia de puesta a tierra del electrodo:

$$K_r \leq \frac{R_t}{R_o} \qquad (2.9.4.c)$$

donde:
R_t resistencia total de puesta a tierra [Ohm]
R_o resistividad del terreno en [Ohm·m]
K_r coeficiente del electrodo

- Centro de Transformación

Para nuestro caso particular, y según los valores antes indicados:
Kr <= 6,6642

La configuración adecuada para este caso tiene las siguientes propiedades:

Configuración seleccionada:	70/25/5/42
Geometría del sistema:	Anillo rectangular
Distancia de la red:	5.0x2.5 m
Profundidad del electrodo horizontal:	0,5 m
Número de picas:	cuatro
Longitud de las picas:	2 metros

Parámetros característicos del electrodo:

De la resistencia	Kr = 0,084
De la tensión de paso	Kp = 0,0186
De la tensión de contacto	Kc = 0,0409

Medidas de seguridad adicionales para evitar tensiones de contacto.

Para que no aparezcan tensiones de contacto exteriores ni interiores, se adaptan las siguientes medidas de seguridad:

Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del Edificio/s no tendrán contacto eléctrico con masas conductoras susceptibles de quedar a tensión debido a defectos o averías.

En el piso del Centro de Transformación se instalará un mallazo cubierto por una capa de hormigón de 10 cm, conectado a la puesta a tierra del mismo.

En el caso de instalar las picas en hilera, se dispondrán alineadas con el frente del edificio.

El valor real de la resistencia de puesta a tierra del edificio será:

$$R'_t = K_r \cdot R_o \qquad (2.9.4.d)$$

donde:
K_r coeficiente del electrodo
R_o resistividad del terreno en [Ohm·m]
R'_t resistencia total de puesta a tierra [Ohm]

por lo que para el Centro de Transformación:
R't = 12,6 Ohm

y la intensidad de defecto real, tal y como indica la fórmula (2.9.4.b):
I'd = 20,895 A

Cálculo de las tensiones de paso en el interior de la instalación

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, no es preciso calcular las tensiones de paso y contacto en el interior en los edificios de maniobra interior, ya que éstas son prácticamente nulas.

La tensión de defecto vendrá dada por:

$$V'_d = R'_t \cdot I'_d \qquad (2.9.5.a)$$

donde:
R'_t resistencia total de puesta a tierra [Ohm]

I'_d intensidad de defecto [A]
V'_d tensión de defecto [V]

por lo que en el Centro de Transformación:
V'd = 263,277 V

La tensión de paso en el acceso será igual al valor de la tensión máxima de contacto siempre que se disponga de una malla equipotencial conectada al electrodo de tierra según la fórmula:

$$V'_c = K_c \cdot R_o \cdot I'_d \qquad (2.9.5.b)$$

donde:
K_c coeficiente
R_o resistividad del terreno en [Ohm·m]
I'_d intensidad de defecto [A]
V'_c tensión de paso en el acceso [V]

por lo que tendremos en el Centro de Transformación:
V'c = 128 V

Cálculo de las tensiones de paso en el exterior de la instalación

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, no es preciso calcular las tensiones de contacto en el exterior de la instalación, ya que éstas serán prácticamente nulas.

Tensión de paso en el exterior:

$$V'_p = K_p \cdot R_o \cdot I'_d \qquad (2.9.6.a)$$

donde:
K_p coeficiente
R_o resistividad del terreno en [Ohm·m]
I'_d intensidad de defecto [A]
V'_p tensión de paso en el exterior [V]

por lo que, para este caso:
V'p = 58,297 V en el Centro de Transformación

Cálculo de las tensiones aplicadas

- Centro de Transformación

Los valores admisibles son para una duración total de la falta igual a:
t = 0,2 s

Tensión de paso en el exterior:

$$U_p = 10 \cdot U_{ca}\left[1 + \frac{2 \cdot R_{a1} + 6 \cdot R_0}{1000}\right] \qquad (2.9.7.a)$$

donde:
Uca valor admisible de la tensión de contacto aplicada que es función de la duración de la corriente de falta
R_o resistividad del terreno en [Ohm·m]
R_{a1} Resistencia del calzado, superficies de material aislante, etc. [Ohm]

por lo que, para este caso
Vp = 31152 V

La tensión de paso en el acceso al edificio:

$$U_{pacc} = 10 * U_{ca}\left[1 + \frac{2 \cdot R_{a1} + 3 \cdot R_o + 3 \cdot R_0^r}{1000}\right] \qquad (2.9.7.b)$$

donde:
Vca valor admisible de la tensión de contacto aplicada que es función de la duración de la corriente de falta
R_o resistividad del terreno en [Ohm·m]
R'_o resistividad del hormigón en [Ohm·m]
R_{a1} Resistencia del calzado, superficies de material aislante, etc. [Ohm]

por lo que, para este caso
Vp(acc) = 76.296 V

Comprobamos ahora que los valores calculados para el caso de este CT son inferiores a los valores admisibles:

Tensión de paso en el exterior del centro:
V'p = 58,297 V < Vp = 31152 V

Tensión de paso en el acceso al centro:
V'p(acc) = 128 V < Vp(acc) = 76.296 V

Tensión de defecto:
V'd = 263,277 V < Vbt = 8.000 V

Intensidad de defecto:
Ia = 5 A < Id = 20,895 A < Idm = 10 A

Investigación de las tensiones transferibles al exterior

Para garantizar que el sistema de tierras de protección no transfiera tensiones al sistema de tierra de servicio, evitando así que afecten a los usuarios, debe establecerse una separación entre los electrodos más próximos de ambos sistemas, siempre que la tensión de defecto supere los 1000V.

Aunque no es preciso mantener la separación entre ambos sistemas de tierra, según se deduce de los cálculos, se desea mantener voluntariamente esta separación.

La distancia mínima de separación entre los sistemas de tierras viene dada por la expresión:

$$D = \frac{R_o \cdot I'_d}{2000 \cdot \pi} \qquad (2.9.8.a)$$

donde:
R_o resistividad del terreno en [Ohm·m]
I'_d intensidad de defecto [A]
D distancia mínima de separación [m]

Para este Centro de Transformación:
D = 0,477 m

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

Las características del sistema de tierras de servicio son las siguientes:

Identificación:	5/22 (según método UNESA)
Geometría:	Picas alineadas
Número de picas:	dos
Longitud entre picas:	2 metros
Profundidad de las picas:	0,5 m

Los parámetros según esta configuración de tierras son:
Kr = 0,201
Kc = 0,0392

El criterio de selección de la tierra de servicio es no ocasionar en el electrodo una tensión superior a 24 V cuando existe un defecto a tierra en una instalación de BT protegida contra contactos indirectos por un diferencial de 650 mA. Para ello la resistencia de puesta a tierra de servicio debe ser inferior a 37 Ohm.

R_{tserv} = Kr · Ro = 0,201 · 150 = 30,15 < 37 Ohm

Para mantener los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio independientes, la puesta a tierra del neutro se realizará con cable aislado de 0,6/1 kV, protegido con tubo de PVC de grado de protección 7 como mínimo, contra daños mecánicos.

Corrección y ajuste del diseño inicial

Según el proceso de justificación del electrodo de puesta a tierra seleccionado, no se considera necesaria la corrección del sistema proyectado.

No obstante, se puede ejecutar cualquier configuración con características de protección mejores que las calculadas, es decir, atendiendo a las tablas adjuntas al Método de Cálculo de Tierras de UNESA, con valores de "Kr" inferiores a los calculados, sin necesidad de repetir los cálculos, independientemente de que se cambie la profundidad de enterramiento, geometría de la red de tierra de protección, dimensiones, número de picas o longitud de éstas, ya que los valores de tensión serán inferiores a los calculados en este caso.

2.2 CENTRO DE TRANSFORMACION PLANTA

Potencia Unitaria de cada Transformador y Potencia Total en kVA

Potencia del Transformador 1: 250kVA

Tipo de Transformador

Refrigeración del transformador 1: aceite

Volumen Total en Litros de Dieléctrico

Volumen de dieléctrico transformador 1: 240 l

Volumen Total de Dieléctrico: 240 l

Objeto del Proyecto

Este proyecto tiene por objeto definir las características de un centro destinado al suministro de energía eléctrica, así como justificar y valorar los materiales empleados en el mismo.

Características Generales del Centro de Transformación

El Centro de Transformación, tipo cliente, objeto de este proyecto tiene la misión de suministrar energía, realizándose la medición de la misma en Media Tensión, en el centro de protección y medida previamente descrito.

La energía será suministrada por la compañía UFd a la tensión trifásica de 15kV y frecuencia de 50Hz, realizándose la acometida por medio de cables subterráneos.

La alimentación a la nueva instalación eléctrica se alimentará mediante una línea de media tensión subterránea con las características descritas en el siguiente apartado.

Los tipos generales de equipos de Media Tensión empleados en este proyecto son:

CGMCOSMOS: Celdas modulares de aislamiento y corte en gas, extensibles "in situ" a derecha e izquierda, sin necesidad de reponer gas.

Programa de necesidades y potencia instalada en kVA

Se precisa el suministro de energía a una tensión de 400/230V, con una potencia máxima simultánea de 200kW.

Para atender a las necesidades arriba indicadas, la potencia total instalada en este Centro de Transformación es de 250kVA.

Descripción de la instalación

Obra Civil

En este proyecto el Centro de Transformación se encuentra dividido en dos edificios: uno destinado a albergar la aparamenta de la compañía suministradora, y otro que contendrá la aparamenta del cliente, los transformadores y elementos para distribución en BT.

Para el diseño de este Centro de Transformación se han tenido en cuenta todas las normativas anteriormente indicadas.

Características de los Materiales

Edificio de Transformación: ***PFU 4/20***

- Descripción

Los edificios **PFU** para Centros de Transformación, de superficie y maniobra interior (tipo caseta), constan de una envolvente de hormigón, de estructura monobloque, en cuyo interior se incorporan todos los componentes eléctricos, desde la aparamenta de MT, hasta los cuadros de BT, incluyendo los transformadores, dispositivos de control e interconexiones entre los diversos elementos.

La principal ventaja que presentan estos edificios prefabricados es que tanto la construcción como el montaje y equipamiento interior pueden ser realizados íntegramente en fábrica, garantizando con ello una calidad uniforme y reduciendo considerablemente los trabajos de obra civil y montaje en el punto de instalación. Además, su cuidado diseño permite su instalación tanto en zonas de carácter industrial como en entornos urbanos.

- Envolvente

La envolvente de estos centros es de hormigón armado vibrado. Se compone de dos partes: una que aglutina el fondo y las paredes, que incorpora las puertas y rejillas de ventilación natural, y otra que constituye el techo.

Las piezas construidas en hormigón ofrecen una resistencia característica de 300 kg/cm². Además, disponen de una armadura metálica, que permite la interconexión entre sí y al colector de tierras. Esta unión se realiza mediante latiguillos de cobre, dando lugar a una superficie equipotencial que envuelve completamente al centro. Las puertas y rejillas están aisladas eléctricamente, presentando una resistencia de 10 kOhm respecto de la tierra de la envolvente.

Las cubiertas están formadas por piezas de hormigón con inserciones en la parte superior para su manipulación.

En la parte inferior de las paredes frontal y posterior se sitúan los orificios de paso para los cables de MT y BT. Estos orificios están semiperforados, realizándose en obra la apertura de los que sean necesarios para cada aplicación. De igual forma, dispone de unos orificios semiperforados practicables para las salidas a las tierras exteriores.

El espacio para el transformador, diseñado para alojar el volumen de líquido refrigerante de un eventual derrame, dispone de dos perfiles en forma de "U", que se pueden deslizar en función de la distancia entre las ruedas del transformador.

- Placa piso

Sobre la placa base y a una altura de unos 400 mm se sitúa la placa piso, que se sustenta en una serie de apoyos sobre la placa base y en el interior de las paredes, permitiendo el paso de cables de MT y BT a los que se accede a través de unas troneras cubiertas con losetas.

- Accesos

En la pared frontal se sitúan las puertas de acceso de peatones, las puertas del transformador (ambas con apertura de 180º) y las rejillas de ventilación. Todos estos materiales están fabricados en chapa de acero.

Las puertas de acceso disponen de un sistema de cierre con objeto de garantizar la seguridad de funcionamiento para evitar aperturas intempestivas de las mismas del Centro de Transformación. Para ello se utiliza una cerradura de diseño ORMAZABAL que anclan las puertas en dos puntos, uno en la parte superior y otro en la parte inferior.

- Ventilación

Las rejillas de ventilación natural están formadas por lamas en forma de "V" invertida, diseñadas para formar un laberinto que evita la entrada de agua de lluvia en el Centro de Transformación y se complementa cada rejilla interiormente con una malla mosquitera.

- Acabado

El acabado de las superficies exteriores se efectúa con pintura acrílica rugosa de color blanco en las paredes y marrón en el perímetro de la cubierta o techo, puertas y rejillas de ventilación.

Las piezas metálicas expuestas al exterior están tratadas adecuadamente contra la corrosión.

- Calidad

Estos edificios prefabricados han sido acreditados con el Certificado de Calidad ISO 9001.

- Alumbrado

El equipo va provisto de alumbrado conectado y gobernado desde el cuadro de BT, el cual dispone de un interruptor para realizar dicho cometido.

- Varios

Sobrecargas admisibles y condiciones ambientales de funcionamiento según normativa vigente.

- Cimentación

Para la ubicación de los edificios PFU para Centros de Transformación es necesaria una excavación, cuyas dimensiones variarán en función de la solución adoptada para la red de tierras, sobre cuyo fondo se extiende una capa de arena compactada y nivelada de 100 mm de espesor.

- **Características Detalladas**

Nº de transformadores: 1

Tipo de ventilación:	Normal
Puertas de acceso peatón:	1 puerta de acceso

Dimensiones exteriores

Longitud:	4460 mm
Fondo:	2380 mm
Altura:	3045 mm
Altura vista:	2585 mm
Peso:	13465 kg

Dimensiones interiores

Longitud:	4280 mm
Fondo:	2200 mm
Altura:	2355 mm

Dimensiones de la excavación

Longitud:	5260 mm
Fondo:	3180 mm
Profundidad:	560 mm

Nota: Estas dimensiones son aproximadas en función de la solución adoptada para el anillo de tierras.

Instalación Eléctrica

Características de la Red de Alimentación

La red de la cual se alimenta el Centro de Transformación es del tipo subterráneo, con una tensión de 15kV, nivel de aislamiento según la MIE-RAT 12, y una frecuencia de 50Hz.

La potencia de cortocircuito en el punto de acometida, según los datos suministrados por la compañía eléctrica, es de 350MVA, lo que equivale a una corriente de cortocircuito de 13,472kA eficaces.

Características de la Aparamenta de Media Tensión

Características Generales de los Tipos de Aparamenta Empleados en la Instalación.

Celdas: ***CGMCOSMOS***

Sistema de celdas de Media Tensión modulares bajo envolvente metálica de aislamiento integral en gas SF6 de acuerdo a la normativa UNE-EN 62271-200 para instalación interior, clase -5 ºC según IEC 62271-1, hasta una altitud de 2000 m sobre el nivel del mar sin mantenimiento con las siguientes características generales estándar:

- **Construcción**:

Cuba de acero inoxidable de sistema de presión sellado, según IEC 62271-1, conteniendo los elementos del circuito principal sin necesidad de reposición de gas durante 30 años.

3 Divisores capacitivos de 24 kV.

Bridas de sujeción de cables de Media Tensión diseñadas para sujeción de cables unipolares de hasta 630 mm2 y para soportar los esfuerzos electrodinámicos en caso de cortocircuito.

Alta resistencia a la corrosión, soportando 150 h de niebla salina en el mecanismo de maniobra según norma ISO 7253.

-**Seguridad**:

Enclavamientos propios que no permiten acceder al compartimento de cables hasta haber conectado la puesta de tierra, ni maniobrar el equipo con la tapa del compartimento de cables retirada. Del mismo modo, el interruptor y el seccionador de puesta a tierra no pueden estar conectados simultáneamente.

Enclavamientos por candado independientes para los ejes de maniobra del interruptor y de seccionador de puesta a tierra, no pudiéndose retirar la tapa del compartimento de mecanismo de maniobras con los candados colocados.

Posibilidad de instalación de enclavamientos por cerradura independientes en los ejes de interruptor y de seccionador de puesta a tierra.

Inundabilidad: equipo preparado para mantener servicio en el bucle de Media Tensión en caso de una eventual inundación de la instalación soportando ensayo de 3 m de columna de agua durante 24 h.

Grados de Protección:

- Celda / Mecanismos de Maniobra: IP 2XD según EN 60529
- Cuba: IP X7 según EN 60529
- Protección a impactos en:
  - cubiertas metálicas: IK 08 según EN 5010
  - cuba: IK 09 según EN 5010

- Conexión de cables

La conexión de cables se realiza desde la parte frontal mediante unos pasatapas estándar.

- Enclavamientos

La función de los enclavamientos incluidos en todas las celdas **CGMCOSMOS** es que:

No se pueda conectar el seccionador de puesta a tierra con el aparato principal cerrado, y recíprocamente, no se pueda cerrar el aparato principal si el seccionador de puesta a tierra está conectado.

No se pueda quitar la tapa frontal si el seccionador de puesta a tierra está abierto, y a la inversa, no se pueda abrir el seccionador de puesta a tierra cuando la tapa frontal ha sido extraída.

- Características eléctricas

Las características generales de las celdas **CGMCOSMOS** son las siguientes:

Tensión nominal	24 kV
Nivel de aislamiento	
Frecuencia industrial (1 min)	
a tierra y entre fases	50 kV
a la distancia de seccionamiento	60 kV
Impulso tipo rayo	
a tierra y entre fases	125 kV
a la distancia de seccionamiento	145 kV

En la descripción de cada celda se incluyen los valores propios correspondientes a las intensidades nominales, térmica y dinámica, etc.

Características Descriptivas de la Aparamenta MT y Transformadores

Remonte Cliente: ***CGMCOSMOS-L Interruptor-seccionador***

Celda con envolvente metálica, fabricada por **ORMAZABAL,** formada por un módulo con las siguientes características:

La celda **CGMCOSMOS-L** de línea, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos **ekor**.**vpis** para la detección de tensión en los cables de acometida y alarma sonora de prevención de puesta a tierra **ekor**.**sas.**

- Características eléctricas:	
Tensión asignada:	24 kV
Intensidad asignada:	400 A
Intensidad de corta duración (1 s), eficaz:	16 kA
Intensidad de corta duración (1 s), cresta:	40 kA
Nivel de aislamiento	
- Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases:	28 kV
- Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta):	75 kV
Capacidad de cierre (cresta):	40 kA
Capacidad de corte	
Corriente principalmente activa:	400 A
Clasificación IAC:	AFL
- Características físicas:	
Ancho:	365 mm

Fondo:	735 mm
Alto:	1740 mm
Peso:	95 kg

Protección General: ***CGMCOSMOS-P Protección fusibles***

Celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo con las siguientes características:

La celda **CGMCOSMOS**-P de protección con fusibles, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables, y en serie con él, un conjunto de fusibles fríos, combinados o asociados a ese interruptor. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida y puede llevar una de alarma sonora de prevención de puesta a tierra **ekor**.**sas**, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

- Características eléctricas:

Tensión asignada:	24 kV
Intensidad asignada en el embarrado:	400 A
Intensidad asignada en la derivación:	200 A
Intensidad fusibles:	3x20 A
Intensidad de corta duración (1 s), eficaz:	16 kA
Intensidad de corta duración (1 s), cresta:	40 kA
Nivel de aislamiento	
Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases:	50 kV
Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta):	125 kV
Capacidad de cierre (cresta):	40 kA
Capacidad de corte	
Corriente principalmente activa:	400 A
Clasificación IAC:	AFL

- Características físicas:

Ancho:	470 mm
Fondo:	735 mm
Alto:	1740 mm
Peso:	140 kg

- Otras características constructivas:

Mando posición con fusibles:	manual tipo B
Combinación interruptor-fusibles:	combinados

Transformador: ***transformador 250kVA 15/B2 kV aceite***

Transformador trifásico reductor de tensión, construido según las normas citadas anteriormente, de marca ORMAZABAL, con neutro accesible en el secundario, de potencia 250kVA y refrigeración natural aceite, de tensión primaria 15kV y tensión secundaria 420V en vacío (B2).

- Otras características constructivas:

Regulación en el primario:	+/- 5%, +/- 2,5%
Tensión de cortocircuito (Ecc):	4%
Grupo de conexión:	Dyn11
Protección incorporada al transformador:	Termómetro

Características Descriptivas de los Cuadros de Baja Tensión

Cuadros BT - B2 Transformador 1: ***Interruptor en carga + Fusibles***

El Cuadro de Baja Tensión (CBT), es un conjunto de aparamenta de BT cuya función es recibir el circuito principal de BT procedente del transformador MT/BT y distribuirlo en un número determinado de circuitos individuales.

El cuadro tiene las siguientes características:

Interruptor manual de corte en carga de 400 A.
1 Salida formadas por bases portafusibles.
Interruptor diferencial bipolar de 25 A, 30 mA.
Base portafusible de 32 A y cartucho portafusible de 20 A.
Base enchufe bipolar con toma de tierra de 16 A/ 250 V.
Bornas(alimentación a alumbrado) y pequeño material.

- Características eléctricas

Tensión asignada:	440 V
Nivel de aislamiento	
Frecuencia industrial (1 min)	
a tierra y entre fases:	10 kV
entre fases:	2,5 kV
Impulso tipo rayo:	
a tierra y entre fases:	20 kV

Dimensiones:	
Altura:	730 mm
Anchura:	360 mm
Fondo:	265 mm

Características del material vario de Media Tensión y Baja Tensión

El material vario del Centro de Transformación es aquel que, aunque forma parte del conjunto del mismo, no se ha descrito en las características del equipo ni en las características de la aparamenta.

- Interconexiones de MT:

Puentes MT Transformador 1: ***Cables MT 12/20 kV***

Cables MT 12/20 kV del tipo RHZ1-1OL, unipolares, con conductores de sección y material 1x95 Al.

La terminación al transformador es EUROMOLD de 24 kV del tipo cono difusor y modelo OTK 224.

En el otro extremo, en la celda, es EUROMOLD de 24 kV del tipo cono difusor y modelo OTK 224.

- Interconexiones de BT:

Puentes BT - B2 Transformador 1: ***Puentes transformador-cuadro***

Juego de puentes de cables de BT, de sección y material 0,6/1 kV tipo RZ1 de 1x240Al sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 3xfase+3xneutro.

- Defensa de transformadores:

Defensa de Transformador 1: ***Protección física transformador***

Protección metálica para defensa del transformador.

Cerradura enclavada con la celda de protección correspondiente.

- Equipos de iluminación:

Iluminación Edificio de Transformación: ***Equipo de iluminación***

Equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en los centros.

Equipo autónomo de alumbrado de emergencia y señalización de la salida del local.

Medida de la energía eléctrica

El presente CT no consta de contador tarificador electrónico multifunción, puesto que la medida, se realiza en el CPM.

Unidades de protección, automatismo y control

La presente aplicación, no dispone de relés de control.

Puesta a tierra

Tierra de protección

Todas las partes metálicas no unidas a los circuitos principales de todos los aparatos y equipos instalados en el Centro de Transformación se unen a la tierra de protección: envolventes de las celdas y cuadros de BT, rejillas de protección, carcasa de los transformadores, etc. , así como la armadura del edificio (si éste es prefabricado). No se unirán, por contra, las rejillas y puertas metálicas del centro, si son accesibles desde el exterior

Tierra de servicio

Con objeto de evitar tensiones peligrosas en BT, debido a faltas en la red de MT, el neutro del sistema de BT se conecta a una toma de tierra independiente del sistema de MT, de tal forma que no exista influencia en la red general de tierra, para lo cual se emplea un cable de cobre aislado.

Instalaciones secundarias

- Alumbrado

El interruptor se situará al lado de la puerta de entrada, de forma que su accionamiento no represente peligro por su proximidad a la MT.

El interruptor accionará los puntos de luz necesarios para la suficiente y uniforme iluminación de todo el recinto del centro.

- Protección contra incendios

Si va a existir personal itinerante de mantenimiento no se exige que en el Centro de Transformación haya un extintor. En caso contrario, se incluirá un extintor de eficacia 89B. Este extintor deberá colocarse siempre que sea posible en el exterior de la instalación para facilitar su accesibilidad y, en cualquier caso, a una distancia no superior a 15 metros de la misma.

Si existe un personal itinerante de mantenimiento con la misión de vigilancia y control de varias instalaciones que no dispongan de personal fijo, este personal itinerante deberá llevar, como mínimo, en sus vehículos dos extintores de eficacia 89 B, no siendo preciso en este caso la existencia de extintores en los recintos que estén bajo su vigilancia y control.

- Armario de primeros auxilios

El Centro de Transformación cuenta con un armario de primeros auxilios.

- Medidas de seguridad

Para la protección del personal y equipos, se debe garantizar que:

1- No será posible acceder a las zonas normalmente en tensión, si éstas no han sido puestas a tierra. Por ello, el sistema de enclavamientos interno de las celdas debe afectar al mando del aparato principal, del seccionador de puesta a tierra y a las tapas de acceso a los cables.

2- Las celdas de entrada y salida serán con aislamiento integral y corte en gas, y las conexiones entre sus embarrados deberán ser apantalladas, consiguiendo con ello la insensibilidad a los agentes externos, y evitando de esta forma la pérdida del suministro en los Centros de Transformación interconectados con éste, incluso en el eventual caso de inundación del Centro de Transformación.

3- Las bornas de conexión de cables y fusibles serán fácilmente accesibles a los operarios de forma que, en las operaciones de mantenimiento, la posición de trabajo normal no carezca de visibilidad sobre estas zonas.

4- Los mandos de la aparamenta estarán situados frente al operario en el momento de realizar la operación, y el diseño de la aparamenta protegerá al operario de la salida de gases en caso de un eventual arco interno.

Planificación

Las diferentes etapas del proyecto son: [a completar por el usuario]

Limitación de campos magnéticos

De acuerdo al apartado 4.7 de la ITC-RAT 14 del RD 337/2014, se debe comprobar que no se supera el valor establecido en el Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre.

Mediante ensayo tipo se comprueba que los centros de transformación de Ormazabal especificados en este proyecto no superan los siguientes valores del campo magnético a 200 mm del exterior del centro de transformación, según el Real Decreto 1066/2001:

- Inferior a 100 µT para el público en general
- Inferior a 500 µT para los trabajadores (medido a 200 mm de la zona de operación)

Dicho ensayo tipo se realiza de acuerdo al Technical Report IEC/TR 62271-208, indicado en la norma de obligado cumplimiento UNE-EN 62271-202 como método válido de ensayo para la evaluación de campos electromagnéticos en centros de transformación prefabricados de alta/baja tensión.

En el caso específico en el que los centros de transformación se encuentren ubicados en edificios habitables o anexos a los mismos, se observarán las siguientes condiciones de diseño:

a) Las entradas y salidas al centro de transformación de la red de alta tensión se efectuarán por el suelo y adoptarán una disposición en triángulo y formando ternas.

b) La red de baja tensión se diseñará igualmente con el criterio anterior.

c) Se procurará que las interconexiones sean lo más cortas posibles y se diseñarán evitando paredes y techos colindantes con viviendas.

d) No se ubicarán cuadros de baja tensión sobre paredes medianeras con locales habitables y se procurará que el lado de conexión de baja tensión del transformador quede lo más alejado de estos locales.

CALCULO DE LOS CAMPOS MAGNETICOS

Al objeto de limitar en el exterior de las instalaciones de alta tensión los campos magnéticos creados en el exterior por la circulación de corrientes de 50 Hz en los diferentes elementos de las instalaciones, se tomarán las siguientes medidas:

- Los conductores trifásicos se dispondrán lo más cerca posible uno del otro, preferentemente juntos y al tresbolillo.

- En el caso en el que las interconexiones de baja tensión del transformador se ejecuten con varios cables por fase, se agruparan las diferentes fases en grupos RSTN. No se llevarán por tanto conductores de la misma fase en paralelo.

De acuerdo al apartado 4.7 de la ITC-RAT 14 del RD 337/2014, se debe comprobar que no se supera el valor establecido en el Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre:

- Inferior a 100 µT para el público en general.
- Inferior a 500 µT para los trabajadores (medido a 200 mm de la zona de operación).

Para calcular el campo electromagnético máximo creado por la circulación de corriente de 50Hz en la instalación, tomaremos la siguiente expresión (1):

$$B = \frac{\mu_0 \cdot I}{2 \cdot \pi \cdot r}$$

Donde:
B: Inducción magnética en Teslas.
μ_0: permeabilidad magnética del vacío: $4\ \pi \times 10^{-7}$ en H/m
I: Intensidad de corriente en A
r: distancia en m

Para el transformador instalado, la intensidad de corriente máxima viene definida por la siguiente expresión:

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

Donde:

S: potencia aparente del transformador instalado (250kVA), por tanto, se calcula la intensidad para este.

$U_{primario}$: Tensión. 15kV

Resultando una intensidad de corriente total de 9.62A.

La distancia desde el cableado de alta tensión hasta 200mm del exterior del CT tiene un valor mayor de 1.20m, tal como se aprecia en el plano adjunto de implantación del CT.

Según la expresión (1), resulta un campo electromagnético de 16.03 μ T< 100 μ T → **VALIDO** → ✓

Se aporta protocolo de los transformadores instalados.

Campos magnéticos en la parte de baja tensión en las proximidades de la instalación

Las salidas del centro de transformación de la red de baja tensión hacia el CGBT de la instalación, se efectuarán canalizadas al aire, en bandeja de rejilla, por el interior del propio CT y zonas, de forma subterránea.

Se han instalado dichos cables de BT, formando varias ternas, de forma que se minimiza la generación de campos magnéticos generados por la red.

Se ha procurado a su vez, que las interconexiones entre el cuadro de BT del CT y el CGBT de la instalación, sea lo más corta posible, habiendo realizado la instalación, en la línea, más recta posible. Se diseñan e instalaran, evitando paredes y techos colindantes con viviendas. No obstante, no hay cerca ninguna vivienda, puesto que está ubicado en zona rustica.

No se han ubicado cuadros de baja tensión sobre paredes medianeras con locales habitables, puesto que el CGBT se ubica en un edificio prefabricado, en las cercanías del CGBT, dentro de un recinto industrial.

Por último, el lado de conexión de baja tensión del transformador queda alejado lo máximo posible de cualquier tipo de local, al estar en un edificio independiente y separado del resto de usos del edificio que lo alberga.

Puesto que se han podido respetar todas las medidas indicadas en el punto **4.7 Limitación de los campos magnéticos en la proximidad de instalaciones de alta tensión** de la **ITC-RAT 14 INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE INTERIOR,** no se han adoptado medidas adicionales para minimizar dichos valores.

PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Con carácter general se adoptarán las medidas siguientes:

a) Instalación de dispositivos de recogida del líquido dieléctrico en fosos colectores. En nuestro caso, se dispone de un (1) transformador que contiene más de 50 litros de dieléctrico líquido, por tanto, se dispone de un foso de recogida del líquido, con revestimiento resistente y estanco, para el volumen total de líquido dieléctrico del transformador.

En el caso que nos ocupa, puesto que el dieléctrico líquido del trafo, tiene un punto de combustión igual o superior a 300ºC será suficiente con un sistema de recogida de posibles derrames, que impida su salida al exterior.

Sistemas de extinción.

b.1) Extintores móviles.

Se colocará un extintor de eficacia 89B, en la instalación.

Este extintor está colocado en el interior del CT, en la sala de celdas, puesto que fuera, no se puede instalar, para evitar robos y mantenimientos excesivos.

b.2) Sistemas fijos.

En aquellas instalaciones con transformadores cuyo dieléctrico sea inflamable o combustible de punto de combustión inferior a 300ºC y potencia instalada de cada transformador mayor de 1000kVA en cualquiera o mayor de 4000kVA en el conjunto de transformadores, deberá disponerse un sistema fijo de extinción automático adecuado para este tipo de instalaciones.

En nuestro caso, no aplica, puesto que la potencia del conjunto es inferior a 4000kVA y el transformador, no dispone de una potencia superior a 1000kVA.

c) Resistencia al fuego de la envolvente.

El CT, al estar situado en un edificio prefabricado, en el exterior, constituirá un sector de incendios independiente, amparado por el reglamento de incendios oportuno.

d) Pantallas y sectores de incendios.

En todas las instalaciones, cuando se instalen juntos varios transformadores, y a fin de evitar el deterioro de uno de ellos por la proyección de aceite al averiarse otro próximo, se instalará una pantalla entre ambos de las dimensiones y resistencia mecánica apropiadas.

En el CT objeto de proyecto, se ha instalado cada transformador en un habitáculo independiente, de forma que se evita el deterioro de cualquiera de estos.

RUIDOS

El centro de Transformación se diseña de forma que los índices de ruido medidos en el exterior de las instalaciones se ajusten a los niveles de calidad acústica establecidos en el RD 1367/2007 por el que se desarrolla la ley 37/2003 de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.

Se tomarán en consideración los niveles sonoros permitidos en las Ordenanzas Municipales y/o distintas legislaciones de las Comunidades Autónomas si estos fuesen más restrictivos. Complementariamente, el transformador, que es el elemento generador de vibraciones, se instalara con las precauciones necesarias para reducir los niveles transmitidos por su funcionamiento y que se encuentre dentro de los parámetros que indica la normativa.

En el Anexo II del citado RD, se indican los siguientes objetivos de calidad acústica para ruido aplicables a áreas urbanizadas existentes:

Tipo de área acústica		Ld	Le	Ln
b	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial	75	75	65

El principal emisor acústico es el transformador, y según el protocolo de pruebas incluido en el anexo correspondiente, la potencia acústica máxima asciende a 50dB, con lo que el nivel de ruido es admisible.

CÁLCULOS

Intensidad de Media Tensión

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

$$I_p = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_p} \qquad (2.1.a)$$

donde:
P potencia del transformador [kVA]
Up tensión primaria [kV]
Ip intensidad primaria [A]

En el caso que nos ocupa, la tensión primaria de alimentación es de 15kV.

Para el único transformador de este Centro de Transformador, la potencia es de 250kVA.
Ip = 9,623 A

Intensidad de Baja Tensión

Para el único transformador de este Centro de Transformador, la potencia es de 250kVA, y la tensión secundaria es de 420V en vacío.
La intensidad secundaria en un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_s = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_s} \qquad (2.2.a)$$

donde:
P potencia del transformador [kVA]
U_s tensión en el secundario [kV]
I_s intensidad en el secundario [A]

La intensidad en las salidas de 420 V en vacío puede alcanzar el valor
Is = 343,661 A.

Cortocircuitos

Observaciones

Para el cálculo de las intensidades que origina un cortocircuito. se tendrá en cuenta la potencia de cortocircuito de la red de MT, valor especificado por la compañía eléctrica.

Cálculo de las intensidades de cortocircuito

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

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_p} \qquad (2.3.2.a)$$

donde:
S_{cc} potencia de cortocircuito de la red [MVA]
U_p tensión de servicio [kV]
I_{ccp} corriente de cortocircuito [kA]

Para los cortocircuitos secundarios, se va a considerar que la potencia de cortocircuito disponible es la teórica de los transformadores de MT-BT, siendo por ello más conservadores que en las consideraciones reales.

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

$$I_{ccs} = \frac{100 \cdot P}{\sqrt{3} \cdot E_{cc} \cdot U_s} \qquad (2.3.2.b)$$

donde:
P potencia de transformador [kVA]
E_{cc} tensión de cortocircuito del transformador [%]
U_s tensión en el secundario [V]
I_{ccs} corriente de cortocircuito [kA]

Cortocircuito en el lado de Media Tensión

Utilizando la expresión 2.3.2.a, en el que la potencia de cortocircuito es de 350 MVA y la tensión de servicio 15 kV, la intensidad de cortocircuito es:

Iccp = 13,472kA

Cortocircuito en el lado de Baja Tensión

Para el único transformador de este Centro de Transformación, la potencia es de 250kVA, la tensión porcentual del cortocircuito del 4%, y la tensión secundaria es de 420V en vacío

La intensidad de cortocircuito en el lado de BT con 420V en vacío será, según la fórmula 2.3.2.b:
Iccs = 8,592kA

Dimensionado del embarrado

Las celdas fabricadas por ORMAZABAL han sido sometidas a ensayos para certificar los valores indicados en las placas de características, por lo que no es necesario realizar cálculos teóricos ni hipótesis de comportamiento de celdas.

Comprobación por densidad de corriente

La comprobación por densidad de corriente tiene por objeto verificar que el conductor indicado es capaz de conducir la corriente nominal máxima sin superar la densidad máxima posible para el material conductor. Esto, además de mediante cálculos teóricos, puede comprobarse realizando un ensayo de intensidad nominal, que con objeto de disponer de suficiente margen de seguridad, se considerará que es la intensidad del bucle, que en este caso es de 400 A.

Comprobación por solicitación electrodinámica

La intensidad dinámica de cortocircuito se valora en aproximadamente 2,5 veces la intensidad eficaz de cortocircuito calculada en el apartado 2.3.2.a de este capítulo, por lo que:

Icc(din) = 33,68kA

Comprobación por solicitación térmica

La comprobación térmica tiene por objeto comprobar que no se producirá un calentamiento excesivo de la aparamenta por defecto de un cortocircuito. Esta comprobación se puede realizar mediante cálculos teóricos, pero preferentemente se debe realizar un ensayo según la normativa en vigor.

En este caso, la intensidad considerada es la eficaz de cortocircuito, cuyo valor es:

Icc(ter) = 13,472kA.

Protección contra sobrecargas y cortocircuitos

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

Los transformadores están protegidos en BT, la protección se incorpora en los cuadros de las líneas de salida.

Transformador

La protección en MT de este transformador se realiza utilizando una celda de interruptor con fusibles, siendo éstos los que efectúan la protección ante eventuales cortocircuitos.

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

Los fusibles se seleccionan para:

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

Sin embargo, los fusibles no constituyen una protección suficiente contra las sobrecargas, que tendrán que ser evitadas incluyendo un relé de protección de transformador, o si no es posible, una protección térmica del transformador.

La intensidad nominal de estos fusibles es de 20A.

La celda de protección de este transformador incorpora el relé ekorRPT, que permite que la celda, además de protección contra cortocircuitos, proteja contra sobreintensidades o sobrecargas y contra fugas a tierra. Se consigue así que la celda de protección con fusibles realice prácticamente las mismas funciones que un interruptor automático, pero con velocidad muy superior de los fusibles en el caso de cortocircuitos. De esta forma se limitan los efectos térmicos y dinámicos de las corrientes de cortocircuitos y se protege de una manera más efectiva la instalación.

Termómetro

El termómetro verifica que la temperatura del dieléctrico del transformador no supera los valores máximos admisibles.

Dimensionado de los puentes de MT

Los cables que se utilizan en esta instalación, descritos en la memoria, deberán ser capaces de soportar los parámetros de la red.

Transformador 1

La intensidad nominal demandada por este transformador es igual a 9,623A que es inferior al valor máximo admisible por el cable.

Este valor es de 235A para un cable de sección de 95mm^2 de Al según el fabricante.

Dimensionado de la ventilación del Centro de Transformación

Se considera de interés la realización de ensayos de homologación de los Centros de Transformación.

El edificio empleado en esta aplicación ha sido homologado según los protocolos obtenidos en laboratorio Labein (Vizcaya - España):

97624-1-E, para ventilación de transformadores de potencia unitaria hasta 1000 kVA
960124-CJ-EB-01, para ventilación de transformador de potencia hasta 1600 kVA

Dimensionado del pozo apagafuegos

Se dispone de un foso de recogida de aceite de 600 l de capacidad por cada transformador cubierto de grava para la absorción del fluido y para prevenir el vertido del mismo hacia el exterior y minimizar el daño en caso de fuego.

Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra

Investigación de las características del suelo

El Reglamento de Alta Tensión indica que para instalaciones de tercera categoría, y de intensidad de cortocircuito a tierra inferior o igual a 16 kA no será imprescindible realizar la citada investigación previa de la resistividad del suelo, bastando el examen visual del terreno y pudiéndose estimar su resistividad, siendo necesario medirla para corrientes superiores.

Según la investigación previa del terreno donde se instalará este Centro de Transformación, se determina la resistividad media en 150 Ohm·m.

Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente a la eliminación del defecto

En las instalaciones de MT de tercera categoría, los parámetros que determinan los cálculos de faltas a tierra son las siguientes:

De la red:

Tipo de neutro. El neutro de la red puede estar aislado, rígidamente unido a tierra, unido a esta mediante resistencias o impedancias. Esto producirá una limitación de la corriente de la falta, en función de las longitudes de líneas o de los valores de impedancias en cada caso.

Tipo de protecciones. Cuando se produce un defecto, éste se eliminará mediante la apertura de un elemento de corte que actúa por indicación de un dispositivo relé de intensidad, que puede actuar en un tiempo fijo (tiempo fijo), o según una curva de tipo inverso (tiempo dependiente). Adicionalmente, pueden existir reenganches posteriores al primer disparo, que sólo influirán en los cálculos si se producen en un tiempo inferior a los 0,5 segundos.

No obstante, y dada la casuística existente dentro de las redes de cada compañía suministradora, en ocasiones se debe resolver este cálculo considerando la intensidad máxima empírica y un tiempo máximo de ruptura, valores que, como los otros, deben ser indicados por la compañía eléctrica.

Intensidad máxima de defecto:

$$I_{d\,max\,cal.} = \sqrt{3} \cdot U_n \cdot w(C_a \cdot L_a + C_c \cdot L_c) \qquad (2.9.2.a)$$

donde:
U_n Tensión de servicio [kV]
L_a Longitud e las líneas aéreas [km]
L_c Longitud de las líneas subterráneas [km]
C_a Capacidad de las líneas aéreas [0,006 mF/km]
C_c Capacidad de líneas subterráneas [0.250 mF/km]
$I_{d\,max\,cal.}$ Intensidad máxima calculada [A]

La Id max en este caso será, según la fórmula 2.9.2.a :
$I_{d\,max\,cal.}$ =20,898 A

Superior o similar al valor establecido por la compañía eléctrica que es de:
$I_{d\,max}$ =10 A

Diseño preliminar de la instalación de tierra

El diseño preliminar de la instalación de puesta a tierra se realiza basándose en las configuraciones tipo presentadas en el Anexo 2 del método de cálculo de instalaciones de puesta a tierra de UNESA, que esté de acuerdo con la forma y dimensiones del Centro de Transformación, según el método de cálculo desarrollado por este organismo.

Cálculo de la resistencia del sistema de tierra

Características de la red de alimentación:
Tensión de servicio: Ur = 15 kV

Puesta a tierra del neutro:
Longitud de líneas aéreas La = 10 km
Longitud de líneas subterráneas Lc = 10 km
Limitación de la intensidad a tierra Idm = 10 A

Nivel de aislamiento de las instalaciones de BT:
Vbt = 8 000 V

Características del terreno:
Resistencia de tierra Ro = 150 Ohm·m
Resistencia del hormigón R'o = 3000 Ohm

La resistencia máxima de la puesta a tierra de protección del edificio, y la intensidad del defecto salen de:

$$I_d \cdot R_t \le V_{bt} \qquad (2.9.4.a)$$

donde:
I_d intensidad de falta a tierra [A]
R_t resistencia total de puesta a tierra [Ohm]
V_{bt} tensión de aislamiento en baja tensión [V]

La intensidad del defecto se calcula de la siguiente forma:

$$I_d = \frac{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot (w \cdot C_a \cdot L_a + w \cdot C_c \cdot L_c)}{\sqrt{1 + (w \cdot C_a \cdot L_a + w \cdot C_c \cdot L_c)^2 \cdot (3 \cdot R_t)^2}} \qquad (2.9.4.b)$$

donde:
U_n tensión de servicio [V]
w pulsación del sistema (w=2 ·π·f)
C_a capacidad de las líneas aéreas (0.006 mF/km)
L_a longitud de las líneas aéreas [km]
C_c capacidad de las líneas subterráneas (0.250 mF/km)
L_c longitud de las líneas subterráneas [km]
R_t resistencia total de puesta a tierra [Ohm]
I_d intensidad de falta a tierra [A]

Operando en este caso, el resultado preliminar obtenido es:
Id = 8,003 A

La resistencia total de puesta a tierra preliminar:
Rt = 999,6251 Ohm

Se selecciona el electrodo tipo (de entre los incluidos en las tablas, y de aplicación en este caso concreto, según las condiciones del sistema de tierras) que cumple el requisito de tener una Kr más cercana inferior o igual a la calculada para este caso y para este centro.

Valor unitario de resistencia de puesta a tierra del electrodo:

$$K_r \leq \frac{R_t}{R_o} \qquad (2.9.4.c)$$

donde:
R_t resistencia total de puesta a tierra [Ohm]
R_o resistividad del terreno en [Ohm·m]
K_r coeficiente del electrodo

- Centro de Transformación

Para nuestro caso particular, y según los valores antes indicados:
Kr <= 6,6642

La configuración adecuada para este caso tiene las siguientes propiedades:

Configuración seleccionada:	50-25/5/42
Geometría del sistema:	Anillo rectangular
Distancia de la red:	5.0x2.5 m
Profundidad del electrodo horizontal:	0,5 m
Número de picas:	cuatro
Longitud de las picas:	2 metros

Parámetros característicos del electrodo:

De la resistencia	Kr = 0,097
De la tensión de paso	Kp = 0,0221
De la tensión de contacto	Kc = 0,0483

Medidas de seguridad adicionales para evitar tensiones de contacto.

Para que no aparezcan tensiones de contacto exteriores ni interiores, se adaptan las siguientes medidas de seguridad:

Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del Edificio/s no tendrán contacto eléctrico con masas conductoras susceptibles de quedar a tensión debido a defectos o averías.

En el piso del Centro de Transformación se instalará un mallazo cubierto por una capa de hormigón de 10 cm, conectado a la puesta a tierra del mismo.

En el caso de instalar las picas en hilera, se dispondrán alineadas con el frente del edificio.

El valor real de la resistencia de puesta a tierra del edificio será:

$$R'_t = K_r \cdot R_o \qquad (2.9.4.d)$$

donde:
K_r coeficiente del electrodo
R_o resistividad del terreno en [Ohm·m]
R'_t resistencia total de puesta a tierra [Ohm]

por lo que para el Centro de Transformación:
R't = 14,55 Ohm

y la intensidad de defecto real, tal y como indica la fórmula (2.9.4.b):
I'd = 10 A

Cálculo de las tensiones de paso en el interior de la instalación

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, no es preciso calcular las tensiones de paso y contacto en el interior en los edificios de maniobra interior, ya que éstas son prácticamente nulas.

La tensión de defecto vendrá dada por:

$$V'_d = R'_t \cdot I'_d \qquad (2.9.5.a)$$

donde:
R'$_t$ resistencia total de puesta a tierra [Ohm]
I'$_d$ intensidad de defecto [A]
V'$_d$ tensión de defecto [V]

por lo que en el Centro de Transformación:
V'd = 145,5 V

La tensión de paso en el acceso será igual al valor de la tensión máxima de contacto siempre que se disponga de una malla equipotencial conectada al electrodo de tierra según la fórmula:

$$V'_c = K_c \cdot R_o \cdot I'_d \qquad (2.9.5.b)$$

donde:
K_c coeficiente
R_o resistividad del terreno en [Ohm·m]
I'$_d$ intensidad de defecto [A]
V'$_c$ tensión de paso en el acceso [V]

por lo que tendremos en el Centro de Transformación:
V'c = 72 V

Cálculo de las tensiones de paso en el exterior de la instalación

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, no es preciso calcular las tensiones de contacto en el exterior de la instalación, ya que éstas serán prácticamente nulas.

Tensión de paso en el exterior:

$$V'_p = K_p \cdot R_o \cdot I'_d \qquad (2.9.6.a)$$

donde:
K_p coeficiente
R_o resistividad del terreno en [Ohm·m]
I'$_d$ intensidad de defecto [A]
V'$_p$ tensión de paso en el exterior [V]

por lo que, para este caso:
V'p = 33,15 V en el Centro de Transformación

Cálculo de las tensiones aplicadas

- Centro de Transformación

Los valores admisibles son para una duración total de la falta igual a:
t = 0,7 s

Tensión de paso en el exterior:

$$U_p = 10 \cdot U_{ca}\left[1 + \frac{2 \cdot R_{a1} + 6 \cdot R_0}{1000}\right] \qquad (2.9.7.a)$$

donde:
Uca valor admisible de la tensión de contacto aplicada que es función de la duración de la corriente de falta
R_o resistividad del terreno en [Ohm·m]
R_{a1} Resistencia del calzado, superficies de material aislante, etc. [Ohm]

por lo que, para este caso
Vp = 6313 V

La tensión de paso en el acceso al edificio:

$$U_{pacc} = 10 * U_{ca}\left[1 + \frac{2 \cdot R_{a1} + 3 \cdot R_o + 3 \cdot R_0^r}{1000}\right] \qquad (2.9.7.b)$$

donde:
Vca valor admisible de la tensión de contacto aplicada que es función de la duración de la corriente de falta
R_o resistividad del terreno en [Ohm·m]
R'$_o$ resistividad del hormigón en [Ohm·m]
R_{a1} Resistencia del calzado, superficies de material aislante, etc. [Ohm]

por lo que, para este caso
Vp(acc) = 15 461 V

Comprobamos ahora que los valores calculados para el caso de este Centro de Transformación son inferiores a los valores admisibles:

Tensión de paso en el exterior del centro:
V'p = 33,15 V < Vp = 6313 V

Tensión de paso en el acceso al centro:
V'p(acc) = 72 V < Vp(acc) = 15 461 V

Tensión de defecto:
V'd = 145,5 V < Vbt = 8 000 V

Intensidad de defecto:
Ia = 5 A < Id = 10 A < Idm = 10 A

Investigación de las tensiones transferibles al exterior

Para garantizar que el sistema de tierras de protección no transfiera tensiones al sistema de tierra de servicio, evitando así que afecten a los usuarios, debe establecerse una separación entre los electrodos más próximos de ambos sistemas, siempre que la tensión de defecto supere los 1000V.

Aunque no es preciso mantener la separación entre ambos sistemas de tierra, según se deduce de los cálculos, se desea mantener voluntariamente esta separación.

La distancia mínima de separación entre los sistemas de tierras viene dada por la expresión:

$$D = \frac{R_o \cdot I'_d}{2000 \cdot \pi} \qquad (2.9.8.a)$$

donde:
R_o resistividad del terreno en [Ohm·m]
I'_d intensidad de defecto [A]
D distancia mínima de separación [m]

Para este Centro de Transformación:
D = 0,239 m

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

Las características del sistema de tierras de servicio son las siguientes:

Identificación:	5/22 (según método UNESA)
Geometría:	Picas alineadas
Número de picas:	dos
Longitud entre picas:	2 metros
Profundidad de las picas:	0,5 m

Los parámetros según esta configuración de tierras son:
Kr = 0,201
Kc = 0,0392

El criterio de selección de la tierra de servicio es no ocasionar en el electrodo una tensión superior a 24 V cuando existe un defecto a tierra en una instalación de BT protegida contra contactos indirectos por un diferencial de 650 mA. Para ello la resistencia de puesta a tierra de servicio debe ser inferior a 37 Ohm.

$R_{tserv} = Kr \cdot Ro = 0,201 \cdot 150 = 30,15 < 37\ \Omega$

Para mantener los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio independientes, la puesta a tierra del neutro se realizará con cable aislado de 0,6/1 kV, protegido con tubo de PVC de grado de protección 7 como mínimo, contra daños mecánicos.

Corrección y ajuste del diseño inicial

Según el proceso de justificación del electrodo de puesta a tierra seleccionado, no se considera necesaria la corrección del sistema proyectado.

No obstante, se puede ejecutar cualquier configuración con características de protección mejores que las calculadas, es decir, atendiendo a las tablas adjuntas al Método de Cálculo de Tierras de UNESA, con valores de "Kr" inferiores a los calculados, sin necesidad de repetir los cálculos, independientemente de que se cambie la profundidad de enterramiento, geometría de la red de tierra de protección, dimensiones, número de picas o longitud de éstas, ya que los valores de tensión serán inferiores a los calculados en este caso.

2.5 LÍNEAS SUBTERRÁNEAS DE MEDIA TENSIÓN

1. TRAZADO DE LAS LINEAS

Como se indicó previamente, las líneas subterráneas de media tensión, a 15kV y en simple circuito, estarán formadas por conductor del tipo RHZ1-2OL 12/20kV de sección S:3x240mm^2, en aluminio, y discurrirán a través de nuevas canalizaciones entubadas, mediante tubos de plástico (PVC), tipo DECAPLAST de color rojo y de 160mm de diámetro.

Existen dos (2) líneas de MT, nuevas a instalar y que discurren por el interior de la planta objeto de proyecto, según se puede ver en planos adjuntos.

Las líneas subterráneas de media tensión objeto de proyecto, conectan el paso de aéreo a subterráneo (apoyo metálico) con el CPM y el CPM, a su vez, con el CT de la planta.

En resumen:

LSMT-1: Línea de titularidad privada, de conexión entre el apoyo del paso de aéreo a subterráneo para alimentación de la planta, conectando dicho apoyo con el CPM (con transformador de 50kVA).

L5MT-2: Línea de titularidad privada, de conexión entre el CPM y el Centro de Transformación de la planta con una potencia de 250kVA.

Las líneas subterráneas de media tensión, tendrán unas longitudes de cable de, aproximadamente:

- LSMT-1: 5m → (LSMT **nueva** a instalar)
- LSMT-2: 177m → (LSMT **nueva** a instalar)

Las coordenadas UTM 30 – ED 50 de las líneas son:

	INICIO		FIN	
	X	Y	X	Y
LSMT - 1	521543	4343694	521579	4343716
LSMT - 2	521579	4343716	521516	4343825
HUSO	30	30	30	30

CARACTERISTICAS PRINCIPALES DE LAS LÍNEAS SUBTERRÁNEAS:

CARACTERISTICAS	LSMT – 4 (nueva)	LSMT – 5 (nueva)
Categoría	3ª	3ª
Corriente	Alterna trifásica	Alterna trifásica
Frecuencia	50Hz	50Hz
Tensión	15kV	15kV
Longitud	5m	177m
Inicio LSMT	Apoyo Paso A-S	CPM
Fin LSMT	CPM	CT 250kVA
Conductor	3x240mm2 Al 12/20kV RHZ1-2OL	3x240mm2 Al 12/20kV RHZ1-2OL
Circuitos por fase	1	1

2. MATERIALES.

El aislamiento de los materiales de la instalación estará dimensionado como mínimo para la tensión más elevada de la red (Aislamiento pleno).

Los materiales siderúrgicos serán como mínimo de acero A-42b. Estarán galvanizados por inmersión en caliente con recubrimiento de zinc de 0,61 kg/m² como mínimo, debiendo ser capaces de soportar cuatro inmersiones en una solución de SO_4 Cu al 20 % de una densidad de 1,18 a 18ºC sin que el hierro quede al descubierto o coloreado parcialmente.

3. CONDUCTORES.

La sección nominal mínima admisible de los conductores de cobre y sus aleaciones será de 10mm². En el caso de los conductores de acero galvanizado la sección mínima admisible será de 12,5mm². Para los demás metales, no se emplearán conductores de menos de 350 kg de carga de rotura.

Fundamentalmente se emplearán conductores del tipo denominado de aluminio con alma de acero, según condiciones de las compañías suministradoras.

En el caso en que se utilicen conductores usados, procedentes de otras líneas desmontadas, las características que afectan básicamente a la seguridad deberán establecerse razonadamente, de acuerdo con los ensayos que preceptivamente habrán de realizarse.

Cuando en una línea eléctrica se empleen como conductores cables, cualquiera que sea su composición o naturaleza, o alambres de más de 6mm de diámetro, los empalmes de los conductores se realizarán mediante piezas adecuadas a la naturaleza, composición y sección de los conductores.

Los empalmes y las conexiones de conductores no deben aumentar la resistencia eléctrica del conductor. Los empalmes deberán soportar sin rotura ni deslizamiento del cable el 90 por 100 de la carga del cable empalmado.

La conexión de conductores, tal y como ha sido definida en el presente apartado, sólo podrá ser realizada en conductores sin tensión mecánica o en las uniones de conductores realizadas en el bucle entre cadenas horizontales de un apoyo, pero en este caso deberá tener una resistencia al deslizamiento de al menos el 20 por 100 de la carga de rotura del conductor.

Para conductores de alambre de 6mm o menos de diámetro, se podrá realizar el empalme por simple retorcimiento de los hilos.

Queda prohibida la ejecución de empalmes en conductores por la soldadura a tope de los mismos.

Se prohíbe colocar en una instalación de una línea más de un empalme por vano y conductor.

Cuando se trate de la unión de conductores de distinta sección o naturaleza, es preciso que dicha unión se efectúe en el puente de conexión de las cadenas horizontales de amarre.

Las piezas de empalme y conexión serán de diseño y naturaleza tal que eviten los efectos electrolíticos, si éstos fueran de temer, y deberán tomarse las precauciones necesarias para que las superficies en contacto no sufran oxidación.

4. INSTALACIÓN DE CABLES AISLADOS

La canalización, que conecta el apoyo metálico donde se realiza el paso aéreo subterráneo con el CPM (con trafo de 50kVA) y este, con CT de 250kVA de la planta, se dispondrá por terrenos de dominio privado, por suelo de la planta, que tenga, además, las cotas de nivel previstas en proyecto, evitando en lo posible, los cambios bruscos de dirección, siendo el trazado lo más rectilíneo posible, paralelo en toda su longitud a elementos fijos, como pueden ser bordes de caminos, etc.

Los cables podrán instalarse en las formas que se indican a continuación:

- Directamente enterrados. La profundidad, hasta la parte superior del cable más próximo a la superficie, no será menor de 0,6m en acera o tierra, ni de 0,8m en calzada. Cuando existan impedimentos que no permitan lograr las mencionadas profundidades, éstas podrán reducirse, disponiendo protecciones mecánicas suficientes. La zanja ha de ser de la anchura suficiente para permitir el trabajo de un hombre, salvo que el tendido del cable se haga por medios mecánicos.

- En canalización entubada. La profundidad, hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie, no será menor de 0,6m en acera o tierra, ni de 0,8m en calzada. No se instalará más de un circuito por tubo. Si se instala un solo cable unipolar por tubo, los tubos deberán ser de material no ferromagnético. Se evitará, en lo posible, los cambios de dirección de las canalizaciones entubadas respetando los cambios de curvatura indicados por el fabricante de los cables. En los puntos donde se produzcan, para facilitar la manipulación de los cables podrán disponerse arquetas con tapas registrables o no. Con objeto de no sobrepasar las tensiones de tiro indicadas en las normas aplicables a cada tipo de cable, en los tramos rectos se instalarán arquetas intermedias, registrables, ciegas o simplemente calas de tiro en aquellos casos que lo requieran.

- En galerías. Pueden utilizarse dos tipos de galería, la galería visitable, de dimensiones interiores suficientes para la circulación de personal, y la galería o zanja registrable, en la que no está prevista la circulación de personal y las tapas de registro precisan medios mecánicos para su manipulación.

- En atarjeas o canales revisables. Son canales de obra con tapas prefabricadas de hormigón o de cualquier otro material sintético de elevada resistencia mecánica (que normalmente enrasan con el nivel del suelo) manipulables a mano.

- En bandejas, soportes, palomillas o directamente sujetos a la pared. Normalmente, este tipo de instalación sólo se empleará en subestaciones u otras instalaciones eléctricas de alta tensión (de interior o exterior) en las que el acceso quede restringido al personal autorizado. Cuando las zonas por las que discurre el cable sean accesibles a personas o vehículos, deberán disponerse protecciones mecánicas que dificulten su accesibilidad.

EN CANALIZACION ENTUBADA

La instalación de las LSMT objeto de proyecto, se realizará mediante canalización entubada enterrada, con las prescripciones que a continuación se citan.

La profundidad, hasta la parte superior del cable más próximo a la superficie, no será menor de 0,6m en acera o tierra, ni de 0,8m en calzada. En nuestro caso, la profundidad, será de aproximadamente 0.8m en todo el trazado.

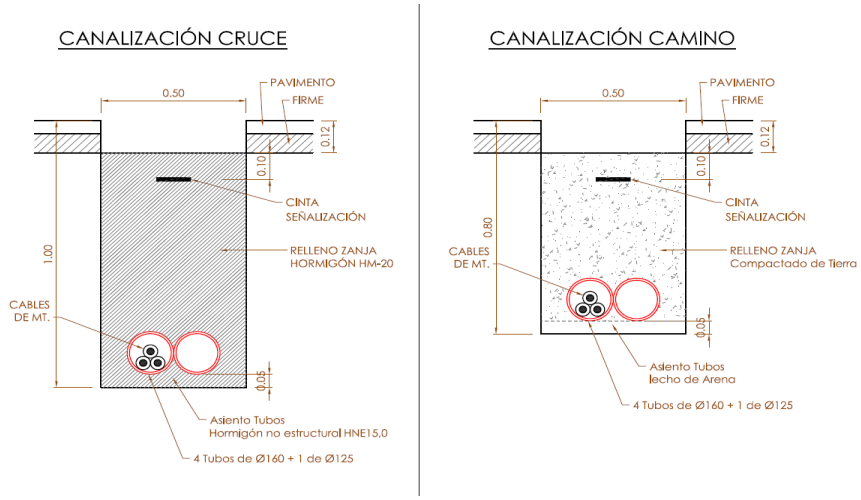
Estarán construidas por tubos de material sintético, de cemento y derivados, o metálicos, hormigonadas en la zanja o no, con tal que presenten suficiente resistencia mecánica. El diámetro interior de los tubos no será inferior a vez y media el diámetro exterior del cable o del diámetro aparente del circuito en el caso de varios cables instalados en el mismo tubo. El interior de los tubos será liso para facilitar la instalación o sustitución del cable o circuito averiado. No se instalará más de un circuito por tubo.

Si se instala un solo cable unipolar por tubo, los tubos deberán ser de material no ferromagnético.

Antes del tendido se eliminará de su interior la suciedad o tierra garantizándose el paso de los cables mediante mandrilado acorde a la sección interior del tubo o sistema equivalente. Durante el tendido se deberán embocar correctamente para evitar la entrada de tierra o de hormigón.

Se evitará, en lo posible, los cambios de dirección de las canalizaciones entubadas respetando los cambios de curvatura indicados por el fabricante de los cables. En los puntos donde se produzcan, para facilitar la manipulación de los cables podrán disponerse arquetas con tapas registrables o no. Con objeto de no sobrepasar las tensiones de tiro indicadas en las normas aplicables a cada tipo de cable, en los tramos rectos se instalarán arquetas intermedias, registrables, ciegas o simplemente calas de tiro en aquellos casos que lo requieran. A la entrada de las arquetas, las canalizaciones entubadas deberán quedar debidamente selladas en sus extremos.

La canalización deberá tener una señalización mediante cinta señalizadora de cables eléctricos, para advertir de la presencia de cables de alta tensión. La disposición de esta, será la siguiente:



EN CANALIZACION DIRECTAMENTE ENTERRADA

No aplica en el presente proyecto.

EN GALERIAS

No aplica en el presente proyecto.

EN BANDEJA

No aplica en el presente proyecto.

DISPOSICIÓN E IDENTIFICACIÓN DE LOS CABLES

Los cables se dispondrán de forma que su trazado sea recto y procurando conservar su posición relativa con los demás. Todos los cables deberán estar debidamente señalizados e identificados, de forma que se indique la empresa a quien pertenecen, la designación del circuito, la tensión y la sección de los cables.

5 CONVERSIONES AÉREO-SUBTERRÁNEAS

No son objeto de proyecto, puesto que no existe ninguno en el trazado proyectado.

6 ENSAYOS ELÉCTRICOS DESPUÉS DE LA INSTALACIÓN

Una vez que la instalación ha sido concluida, es necesario comprobar que el tendido del cable y el montaje de los accesorios (empalmes, terminales, etc.) se ha realizado correctamente, para lo cual serán de aplicación los ensayos especificados al efecto en las normas correspondientes y según se establece en la ITC-LAT 05.

7 PLANOS DE IDENTIFICACION DE LOS CABLES

Las empresas propietarias de los cables, una vez canalizados estos, deberán disponer de planos de situación de los mismos en los que figuren las cotas y referencias suficientes para su posterior identificación. Estos planos deben servir tanto para la identificación de posibles averías en los cables, como para poder señalizarlos frente a obras de terceros.

8 PETICIÓN DE INFORMACIÓN SOBRE LOS SERVICIOS ELÉCTRICOS

Cualquier contratista de obras que tenga que realizar trabajos de proyecto o construcción en vías públicas (calles, carreteras, etc.) estará obligado a solicitar a la empresa eléctrica (o empresas) que distribuya en aquella zona, así como a los posibles propietarios de servicios, la situación de sus instalaciones enterradas, con una antelación de 30 días antes de iniciar sus trabajos. Asimismo, la empresa eléctrica (o empresas) y los demás propietarios de servicios facilitarán estos datos en un plazo de 20 días. En aquellas zonas donde existan empresas dedicadas a la recogida de datos información y coordinación de servicios, serán estas las encargadas de aportar estos datos.

El contratista deberá comunicar el inicio de las obras a las empresas afectadas con una antelación mínima de 24 horas.

En el caso de que las obras afecten, por proximidad o por incidencia directa, a canalizaciones eléctricas, gas etc, el contratista de obras notificará a la empresa afectada o al propietario de los servicios, el inicio de las obras, con objeto de poder comprobar sobre el terreno las posibles incidencias. Se realizará conjuntamente el replanteo, para evitar posibles accidentes y desperfectos.

9 CRUZAMIENTOS, PROXIMIDADES Y PARALELISMOS

CONDICIONES GENERALES

Los cables subterráneos enterrados directamente en el terreno deberán cumplir los requisitos señalados en el presente apartado y las condiciones que pudieran imponer otros órganos competentes de la Administración, como consecuencia de disposiciones legales, cuando sus instalaciones fueran afectadas por tendidos de cables subterráneos de A.T.

Conforme a lo establecido en el artículo 162 del RD 1955/2000, de 1 de diciembre, para las líneas subterráneas se prohíbe la plantación de árboles y construcción de edificios e instalaciones industriales en la franja definida por la zanja donde van alojados los conductores, incrementada a cada lado en una distancia mínima de seguridad igual a la mitad de la anchura de la canalización. Estos requisitos no serán de aplicación a cables dispuestos en galerías. En dichos casos, la disposición de los cables se hará a criterio de la empresa que los explote; sin embargo, para establecer las intensidades admisibles en dichos cables, deberán aplicarse, cuando corresponda, los factores de corrección definidos en el capítulo 6 de la presente instrucción.

Para cruzar zonas en las que no sea posible o suponga graves inconvenientes y dificultades la apertura de zanjas (cruces de ferrocarriles, carreteras con gran densidad de circulación, etc.), pueden utilizarse máquinas perforadoras "topo" de tipo impacto, hincadora de tuberías o taladradora de barrena. En estos casos se prescindirá del diseño de zanja prescrito anteriormente puesto que se utiliza el proceso de perforación que se considere más adecuado. La adopción de este sistema precisa, para la ubicación de la maquinaria, zonas amplias despejadas a ambos lados del obstáculo a atravesar.

CRUZAMIENTOS

A continuación, se fijan las condiciones a que deben responder los cruzamientos de cables subterráneos de AT.

Calles y carreteras

No existen cruces con calles, carreteras o camino públicos.

Ferrocarriles

No existen cruces con ferrocarriles.

Otros cables de energía eléctrica

No existen cruces con otros cables.

Cables de telecomunicación

No existen cruces con cables de telecomunicación.

Canalizaciones de abastecimiento de agua

No existen cruces con canalizaciones de agua para uso.

Canalizaciones de abastecimiento de gas

No existen cruces con canalizaciones de gas.

Conducciones de alcantarillado

No existen cruces con redes de saneamiento.

PROXIMIDADES Y PARALELISMOS

Los cables subterráneos de AT deberán cumplir las condiciones y distancias de proximidad que se indican a continuación, procurando evitar que queden en el mismo plano vertical que las demás conducciones. Cabe mencionar que estas características, hacen referencia a paralelismos con instalaciones públicas.

Otros cables de energía eléctrica

No existe paralelismo con cables de energía eléctrica

Cables de telecomunicación

No existen paralelismo con cables de telecomunicaciones.

Canalizaciones de agua

No existen paralelismo con canalizaciones de agua.

Canalizaciones de gas

La canalización de cables, discurre si paralelismos con canalizaciones de gas.

10 INTENSIDADES ADMISIBLES

Intensidades máximas permanentes en los conductores

Para cada instalación, dependiendo de sus características, configuración, condiciones de funcionamiento, tipo de aislamiento, etc., el proyectista justificará y calculará según la Norma UNE 21144 la intensidad máxima permanente admisible del conductor, con el fin de no superar su temperatura máxima asignada. Se permitirán otros valores de intensidad máxima permanentes admisibles siempre que correspondan con valores actualizados y publicados en las normas EN y CEI aplicables. En su defecto se aplicarán las tablas de intensidades máximas admisibles recogidas en este apartado.

Si se prevén condiciones de instalación o tipo de cables distintos a los indicados en este capítulo, éstas deberán estar justificadas por el proyectista con el fin de no superar la temperatura máxima asignada al conductor.

11 PROTECCIONES

11.1 PROTECCIÓN CONTRA SOBREINTENSIDADES

Las líneas deberán estar debidamente protegidas contra los efectos peligrosos, térmicos y dinámicos que puedan originar las sobreintensidades susceptibles de producirse en la instalación, cuando éstas puedan dar lugar a averías y daños en las citadas instalaciones.

Las salidas de línea deberán estar protegidas contra cortocircuitos y, cuando proceda, contra sobrecargas. Para ello se colocarán cortacircuitos fusibles o interruptores automáticos, con emplazamiento en el inicio de las líneas. Las características de funcionamiento de dichos elementos corresponderán a las exigencias del conjunto de la instalación de la que el cable forme parte integrante, considerando las limitaciones propias de éste.

En cuanto a la ubicación y agrupación de los elementos de protección de los transformadores, así como los sistemas de protección de las líneas, se aplicará lo establecido en la ITC MIE-RAT 09 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación.

Los dispositivos de protección utilizados no deberán producir, durante su actuación, proyecciones peligrosas de materiales ni explosiones que puedan ocasionar daños a personas o cosas.

Entre los diferentes dispositivos de protección contra las sobreintensidades pertenecientes a la misma instalación, o en relación con otros exteriores a ésta, se establecerá una adecuada coordinación de actuación para que la parte desconectada en caso de cortocircuito o sobrecarga sea la menor posible.

El proyectista analizará la existencia de fenómenos de ferrorresonancias por combinación de las intensidades capacitivas con las magnetizantes de transformadores durante el seccionamiento unipolar de líneas sin carga, en cuyo caso se utilizará de seccionamiento tripolar en lugar de seccionamiento unipolar.

11.1.1 Protección contra cortocircuitos

La protección contra cortocircuito por medio de fusibles o interruptores automáticos se establecerá de forma que la falta sea despejada en un tiempo tal que la temperatura alcanzada por el conductor durante el cortocircuito no exceda de la máxima admisible asignada en cortocircuito.

Las intensidades máximas admisibles de cortocircuito en los conductores y pantallas, correspondientes a tiempos de desconexión comprendidos entre 0,1 y 3 segundos, serán las indicadas en el capítulo 6 de la presente instrucción. Podrán admitirse intensidades de cortocircuito mayores a las indicadas, y a estos efectos el fabricante del cable deberá aportar la documentación justificativa correspondiente.

En nuestro caso, la protección contra cortocircuitos en las líneas subterráneas de MT es la siguiente:

LSMT-1: Se realiza mediante autoválvulas pararrayos de 18kV 10kA, instalados en el apoyo del paso aéreo a subterráneo.
LSMT-2: Se realiza mediante autoválvulas pararrayos de 18kV 10kA, instalados en el apoyo del paso aéreo a subterráneo.

11.1.2 Protecciones contra sobrecargas

En general, no será obligatorio establecer protecciones contra sobrecargas, si bien es necesario, controlar la carga en el origen de la línea o del cable mediante el empleo de aparatos de medida, mediciones periódicas o bien por estimaciones estadísticas a partir de las cargas conectadas al mismo, con objeto de asegurar que la temperatura del cable so supere la máxima admisible en servicio permanente.

En nuestro caso, la protección contra sobrecargas en las líneas subterráneas de MT es la siguiente:

LSMT-1: Se realiza mediante seccionadores XS de 24kV 20A, instalados en el apoyo del paso aéreo a subterráneo.
LSMT-2: Se realiza mediante seccionadores XS de 24kV 20A, instalados en el apoyo del paso aéreo a subterráneo.

11.2 PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES

Los cables deberán protegerse contra las sobretensiones peligrosas, tanto de origen interno como de origen atmosférico, cuando la importancia de la instalación, el valor de las sobretensiones y su frecuencia de ocurrencia así lo aconsejen.

Para ello se utilizarán pararrayos de resistencia variable o pararrayos de óxidos metálicos, como se indicó previamente, cuyas características estarán en función de las probables intensidades de corriente a tierra que puedan preverse en caso de sobretensión o se observará el cumplimiento de las reglas de coordinación de aislamiento correspondientes. Deberá cumplirse también, en lo referente a coordinación de aislamiento y puesta a tierra de los pararrayos, lo indicado en las instrucciones MIE-RAT 12 y MIE-RAT 13, respectivamente, Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación, aprobado por Real Decreto 3275/1982, de 12 de noviembre.

En lo referente a protecciones contra sobretensiones serán de consideración igualmente las especificaciones establecidas por las Normas UNE-EN 60071-1, UNE-EN 60071-2 Y UNE-EN 60099-5.

12 SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

Las pantallas metálicas de los cables se conectarán a tierra, por lo menos en una de sus cajas terminales extremas.

Cuando no se conecten ambos extremos a tierra, el proyectista deberá justificar en el extremo no conectado que las tensiones provocadas por el efecto de las faltas a tierra o por inducción de tensión entre la tierra y pantalla, no producen una tensión de contacto aplicada superiores al valor indicado en la ITC-LAT 07, salvo que en este extremo la pantalla esté protegida por envolvente metálica puesta a tierra o sea inaccesible. Asimismo, también deberá justificar que el aislamiento de la cubierta es suficiente para soportar las tensiones que pueden aparecer en servicio o en caso de defecto.

13. ENTRONQUE.

El entronque de la LMT se realiza mediante conexión con la LAMT que la CIA. dispone en la zona.

Para la realización de la entrada al CPM de 50kVA y al CT de 250kVA, se usarán conectores apantallados para pasa-tapas de 400A en forma de ‘T’ con el aislamiento adecuado.

14. EMPALMES Y APARAMENTA ELECTRICA.

Los empalmes para conductores con aislamiento seco podrán estar constituidos por un manguito metálico que realice la unión a presión de la parte conductora, sin debilitamiento de sección ni producción de vacíos superficiales. El aislamiento podrá ser construido a base de cinta semiconductora interior, cinta autovulcanizable, cinta semiconductora capa exterior, cinta metálica de reconstitución de pantalla, cinta para compactar, trenza de tierra y nuevo encintado de compactación final, o utilizando materiales termorretráctiles, o premoldeados u otro sistema de eficacia equivalente. Los empalmes para conductores desnudos podrán ser de plena tracción de los denominados estirados, comprimidos o de varillas preformadas.

La aparamenta eléctrica que interviene en el diseño de la red eléctrica queda descrita perfectamente en el anexo de cálculo del proyecto.

En el empalme de las líneas de MT se usarán empalmes universales en frío en versión unipolar con aislamiento de 18/30kV del tipo ELASPEED. En nuestro caso, no se realizarán empalmes.

15. PLANOS

En el documento correspondiente de este proyecto, se adjuntan cuantos planos se han estimado necesarios con los detalles suficientes de las instalaciones que se han proyectado, con claridad y objetividad.

16. ANEXO DE CÁLCULO

A continuación, se adjuntan los cálculos de la red de MT a instalar.

Las características generales de la red son:

Fórmulas Generales

Emplearemos las siguientes:

$I = S \times 1000 / 1{,}732 \times U$ = Amperios (A)

$e = 1.732 \times I[(L \times \cos\varphi / k \times s \times n) + (Xu \times L \times \text{Sen}\varphi / 1000 \times n)]$ = voltios (V)

En donde:

- I = Intensidad en Amperios.
- e = Caída de tensión en Voltios.
- S = Potencia de cálculo en kVA.
- U = Tensión de servicio en voltios.
- s = Sección del conductor en mm².
- L = Longitud de cálculo en metros.
- K = Conductividad.
- Cos φ = Coseno de φ. Factor de potencia.
- Xu = Reactancia por unidad de longitud en mΩ/m.
- n = Nº de conductores por fase.

Fórmula Conductividad Eléctrica

$K = 1/\rho$

$\rho = \rho_{20}[1+\alpha\ (T-20)]$

$T = T_0 + [(T_{max}-T_0)\ (I/I_{max})^2]$

Siendo,

K = Conductividad del conductor a la temperatura T.

ρ = Resistividad del conductor a la temperatura T.

ρ_{20} = Resistividad del conductor a 20°C. (Conductores bimetálicos, ρ_{20} = Stotal/Σ(s/ρ), siendo ρ y s la resistividad y sección de los distintos metales que componen el conductor)

- Cu = 0.017241 ohmiosxmm²/m
- Al = 0.028264 ohmiosxmm²/m
- AlMgSi = 0.03250 ohmiosxmm²/m
- Ac (Acero) = 0.192 ohmiosxmm²/m
- Ac-Al (Acero recubierto Al) = 0.0848 ohmiosxmm²/m

α = Coeficiente de temperatura:

- Cu = 0.003929
- Al y demás conductores = 0.004032

T = Temperatura del conductor (°C).

T_0 = Temperatura ambiente (°C):

- Cables enterrados = 25°C
- Cables al aire = 40°C

T_{max} = Temperatura máxima admisible del conductor (°C):

- XLPE, EPR = 90°C
- HEPR = 90°C (105°C, Uo/U<=18/30 kv)
- PVC = 70°C
- Conductores Recubiertos = 90°C
- Conductores Desnudos = 85°C

I = Intensidad prevista por el conductor (A).

I_{max} = Intensidad máxima admisible del conductor (A).

Fórmulas Cortocircuito

* $IpccM = Scc \times 1000 / 1.732 \times U$

Siendo:

IpccM: Intensidad permanente de c.c. máxima de la red en Amperios.

Scc: Potencia de c.c. en MVA.

U: Tensión nominal en kV.

* Icccs = Kc x S / $(tcc)^{1/2}$

Siendo:
Icccs: Intensidad de c.c. en Amperios soportada por un conductor de sección "S", en un tiempo determinado "tcc".
S: Sección de un conductor en mm².
tcc: Tiempo máximo de duración del c.c., en segundos.
Kc: Cte del conductor que depende de la naturaleza y del aislamiento.

Red Alta Tensión

Las características generales de la red son:
Tensión(V): 15000
C.d.t. máx.(%): 5
Cos φ : 0,8
Coef. Simultaneidad: 1

Constante cortocircuito Kc:
- XLPE. KcCu = 143, KcAl = 94

A continuación, se presentan los resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos:

Línea	Nudo Origen	Nudo Destino	Long. (m)	Metal/ Xu (mΩ/m)	Canal.	Designación	Polar.	I. Cálculo (A)	Sección (mm2)	D.tubo (mm)	I. Admisi. (A)/Fci
1	1	2	20	Al-Ac/0,33	Desnudos	47-AL1/8-ST1A LA-56	Unipolar	11,55	3x54,6		199/1
2	2	3	123	Al-Ac/0,33	Desnudos	47-AL1/8-ST1A LA-56	Unipolar	11,55	3x54,6		199/1
3	3	4	124	Al-Ac/0,33	Desnudos	47-AL1/8-ST1A LA-56	Unipolar	11,55	3x54,6		199/1
7	4	8	20	Al-Ac/0,33	Desnudos	47-AL1/8-ST1A LA-56	Unipolar	11,55	3x54,6		199/1
8	8	9	5	Al/0,15	Enterrado bajo tubo	RHZ1-2OL 12/20kV H16	Unipolar	11,55	3x240	160	320/1
9	9	10	177	Al/0,15	Enterrado bajo tubo	RHZ1-2OL 12/20kV H16	Unipolar	9,62	3x240	160	320/1

Nudo	C.d.t. (V)	Tensión Nudo (V)	C.d.t. (%)	Carga Nudo
1	0	15.000	0	11,547 A(300 kVA)
2	0,284	14.999,717	0,002	0 A(0 kVA)
3	2,028	14.997,972	0,014	0 A(0 kVA)
4	3,787	14.996,213	0,025	0 A(0 kVA)
8	4,071	14.995,93	0,027	0 A(0 kVA)
9	4,19	14.995,811	0,028	-1,925 A(-50 KVA)
10	4,655	14.995,345	0,031*	-9,623 A(-250 KVA)

NOTA: - * Nudo de mayor c.d.t.

A continuación, se muestran las pérdidas de potencia activa en kW.

Línea	Nudo Origen	Nudo Destino	Pérdida Potencia Activa Rama.3RI²(kW)
1	1	2	0,005
2	2	3	0,031
3	3	4	0,032
7	4	8	0,005
8	8	9	0,002
9	9	10	0,005

Pérdida Potencia Activa Total = 0,08 kW

Pérdida Potencia Activa Total Itinerarios.3RI²(kW):

1-2-3-4-8-9-10 = 0,08 kW

Resultados obtenidos para las protecciones:

Línea	Nudo Origen	Nudo Destino	Un (kV)	U1 (kV)	U2 (kV)	Fusibles;In (Amp)	I.Aut;In/IReg (Amp)	I-Secc;In/Iter/IFus (Amp)
1	1	2	17,5	95	38	CIA		
7	4	8	17,5	95	38			200/12,5
8	8	9	17,5	95	38	20		

In(A). Intensidad nominal del elemento de protección o corte.
Ireg(A). Intensidad de regulación del relé térmico del interruptor automático.
Iter(A). Intensidad nominal del relé térmico asociado al elemento de corte (seccionador interruptor).
IFus(A). Intensidad nominal de los fusibles asociados al elemento de corte (seccionador interruptor).

Resultados obtenidos para las Autoválvulas-Pararrayos:

Línea	Nudo Origen	Nudo Destino	In (kA)	Un (kV)	U1 (kV)	U2 (kV)
8	8	9	10	18	95	38

In(kA). Intensidad nominal de la autoválvulas-pararrayos.
Un(kV). Tensión más elevada de la red.
U1(kV). Tensión de ensayo al choque con onda de impulso de 1,2/50 microsegundos. kV Cresta.
U2(kV). Tensión de ensayo a frecuencia industrial 50 Hz, bajo lluvia durante un minuto. kV Eficaces.

Caída de tensión total en los distintos itinerarios: 1-2-3-4-8-9-10 = 0,03 %

Según la configuración de la red, se obtienen los siguientes resultados del cálculo a cortocircuito:

Scc = 350 MVA.
U = 15 kV.
tcc = 0,35 s.
IpccM = 13.471,51 A.

Línea	Nudo Origen	Nudo Destino	Sección (mm^2)	Icccs (A)	Prot. térmica/In	PdeC (kA)
1	1	2	3x54,6	12.459,26	16	25
2	2	3	3x54,6	12.459,26		
3	3	4	3x54,6	12.459,26		
7	4	8	3x54,6	12.459,26	200	16
8	8	9	3x240	38.133,36	16	25
9	9	10	3x240	38.133,36		

Cálculo de Cortocircuito en Pantallas:

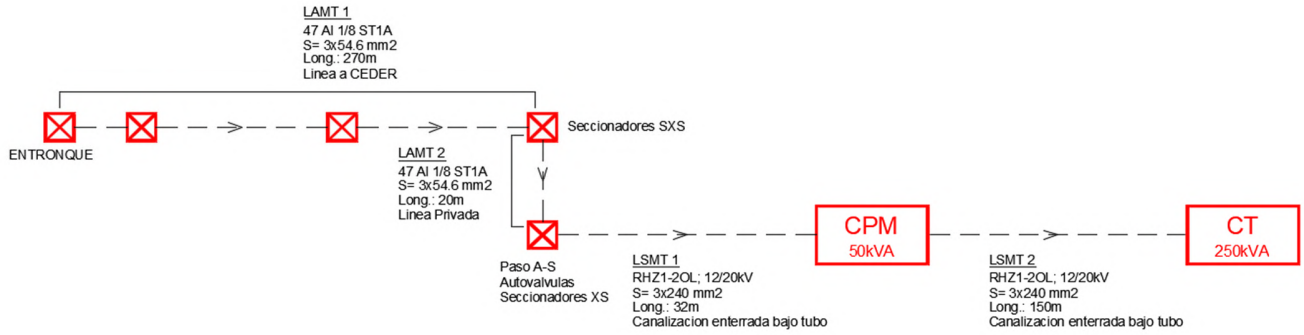
Datos generales:
Ipcc en la pantalla = 1.000 A.
Tiempo de duración c.c. en la pantalla = 1 s.

Resultados:
Sección pantalla = 16 mm^2.
Icc admisible en pantalla = 3.130 A.

2.4 LINEAS AEREAS DE MEDIA TENSIÓN (LAMT)

A continuación, se describen las características de las LAMT a la planta objeto, justificando así, la instalación proyectada.

Como se indicó, existen dos (2) líneas aéreas de alta tensión, una de ellas, para ceder y otra, privada, según el siguiente croquis explicativo:



La LAMT 1 estará constituida por tres (3) vanos, el primero, destensado o flojo, de unos 20m y el resto, tensados. Los apoyos de la LAMT a instalar, serán de celosía metálica de 12m altura y 2000daN de esfuerzo, con cruceta recta modelo H-35 y un apoyo de alineación de tipo HV, con cruceta de bóveda modelo B-1. En el apoyo final, se realizarán las dos derivaciones.

La LAMT 2 estará constituida por un (1) único vano, destensado. En este apoyo, se realizará el paso de aéreo a subterráneo, será de celosía metálica de 12m altura y 2000daN de esfuerzo, con cruceta recta modelo H-35 donde se instalarán unas autoválvulas de 18kVA y 10kA los XS de proteccion y seccionamiento de la LSMT de la planta. En el apoyo de inicio de la LAMT (apoyo de CIA), se instalarán unos seccionadores unipolares de tipo SXS.

Por último, recalcar que la LAMT-1 que consta de 270 metros, será cedida a UFD ya que, posteriormente, en el apoyo 3, se solicitará el cambio de punto de entronque del CT 13PU43.

LÍNEA ÁREA DE MEDIA TENSION

A continuación, se describen las características de la LAMT:

1. TRAZADO DE LA LINEA.

La línea en proyecto, entroncará en el apoyo matrícula SX4MLNNI//51 de la línea de media tensión SOC706. Dicha línea aérea, es existente, propiedad de Unión Fenosa Distribución (LAMT de CIA con nombre **SOC 706**) y finalizará en dos centros uno de caseta CT de 75kVA, y otro, de (50+250)kVA15/B2kV. Como se ha indicado, hay una LAMT que se cede y dos LAMT junto con dos LSMT, que NO serán cedidas inicialmente. Lo mismo ocurre con los CT, ya que ambos, serán de uso privado.

La LAMT, discurre en su totalidad por el término municipal de Socuéllamos (C.Real), con una longitud de (191+20)m, quedando emplazada toda ella en zona B.

2. CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS.

Cuando las circunstancias lo requieran y se necesiten efectuar Cruzamientos o Paralelismos, éstos se ajustarán a lo preceptuado en el apdo. 5 de la ITC-LAT 07 del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Líneas Eléctricas de Alta Tensión.

2.1. GENERALIDADES.

En ciertas situaciones especiales, como cruzamientos y paralelismos con otras líneas o con vías de comunicación o sobre zonas urbanas, y con objeto de reducir la probabilidad de accidente aumentando la seguridad de la línea, deberán cumplirse las prescripciones especiales que se detallan en este capítulo.

No será necesario adoptar disposiciones especiales en los cruces y paralelismos con cursos de agua no navegables, caminos de herradura, sendas, veredas, cañadas y cercados no edificados, salvo que estos últimos puedan exigir un aumento en la altura de los conductores.

En aquellos tramos de línea en que, debido a sus características especiales, haya que reforzar sus condiciones de seguridad, será preceptiva la aplicación de las siguientes prescripciones.

a) Ningún conductor tendrá una carga de rotura inferior a 1.200daN en líneas de tensión nominal superior a 30kV, ni inferior a 1000daN en líneas de tensión nominal igual o inferior a 30kV. Los conductores no presentarán ningún empalme en el vano de cruce.

b) Se prohíbe la utilización de apoyos de madera.

c) Los coeficientes de seguridad en cimentaciones, apoyos y crucetas, en el caso de hipótesis normales, deberán ser un 25% superior a los establecidos para la línea.

d) La fijación de los conductores al apoyo podrá ser efectuada con dos cadenas horizontales de amarre por conductor, con una cadena sencilla de suspensión, en la que los coeficientes de seguridad mecánica de herrajes y aisladores sean un 25% superior a los establecidos, o con una cadena de suspensión doble.

A efectos de aplicación en las distancias siguientes, *Del* es la distancia de aislamiento para prevenir una descarga entre conductores de fase y objetos a potencial de tierra, y *Dpp* es la distancia de aislamiento para prevenir una descarga entre conductores de fase. Sus valores están indicados en la tabla 15 de la ITC-LAT 07.

2.2. DISTANCIAS A OTRAS LINEAS ELECTRICAS AEREAS O DE TELECOMUNICACION.

2.2.1. Cruzamientos.

No hay cruzamientos con otras líneas de aéreas o de telecomunicaciones.

2.2.2. Paralelismo entre líneas aéreas.

No hay paralelismos con otras líneas de aéreas o de telecomunicaciones.

2.3. DISTANCIAS A CARRETERAS Y CAMINOS

2.3.1. Cruzamientos.

Existen cruces con caminos de propiedad municipal, por tanto, se deberán cumplir las normas municipales de afección.

2.3.2. Paralelismos.

No hay paralelismos con carreteras ni caminos.

2.4. DISTANCIAS A FERROCARRILES SIN ELECTRIFICAR.

No hay ferrocarriles en las cercanías, por tanto, no habrá ni paralelismos ni cruzamientos.

2.5. DISTANCIAS A FERROCARRILES ELECTRIFICADOS, TRANVIAS Y TROLEBUSES.

No hay ferrocarriles electrificados, tranvías y trolebuses en las cercanías, por tanto, no habrá ni paralelismo ni cruzamientos.

2.6. DISTANCIAS A TELEFERICOS Y CABLES TRANSPORTADORES.

2.6.1. Cruzamientos.

No hay teleféricos y cables trasportadores en las cercanías, por tanto, no habrá ni paralelismo ni cruzamientos..

2.7. DISTANCIAS A RIOS Y CANALES, NAVEGABLES O FLOTABLES.

No hay ríos y canales navegables o flotables en las cercanías, por tanto, no habrá ni paralelismo ni cruzamientos.

5.8. PASO POR ZONAS.

5.8.1. Bosques, árboles y masas de arbolado.

No son de aplicación las prescripciones especiales definidas.
Para evitar las interrupciones del servicio y los posibles incendios producidos por el contacto de ramas o troncos de árboles con los conductores de una línea eléctrica aérea, deberá establecerse una zona de protección de la línea definida por la zona de servidumbre de vuelo, incrementada por la siguiente distancia a ambos lados de dicha proyección:

D: 1,5 + Del (m) (mínimo 2 m)

Además, deberán ser cortados todos aquellos árboles que constituyen un peligro para la conservación de la línea.

En este apartado, cabe mencionar, que en la implantación de los apoyos, se ha tenido especial atención a este aspecto, elevando todos, por 2 / 4 metros, por encima de lo reglamentario, para que las crecidas de los arboles cercanos, no afecte a la LAMT objeto de proyecto.

2.8.2. Edificios, construcciones y zonas urbanas.

El trazado de la línea aérea de media tensión, discurre en su totalidad por terreno calificado como rustico, por tanto, no habrá que tener consideraciones especiales respecto de las distancias.

La cara del transformador, guarda una distancia superior a 7m, distancia mínima exigida por la reglamentación vigente.

2.8.3. Proximidad de aeropuertos.

No hay aeropuertos en las cercanías.

3. MATERIALES.

Todos los materiales serán de los tipos "aceptados" por la Cía. Suministradora de Electricidad. El aislamiento de los materiales de la instalación estará dimensionado como mínimo para la tensión más elevada de la red (Aislamiento pleno).

Los materiales siderúrgicos serán como mínimo de acero A-42b. Estarán galvanizados por inmersión en caliente con recubrimiento de zinc de 0,61 kg/m² como mínimo, debiendo ser capaces de soportar cuatro inmersiones en una solución de SO_4 Cu al 20 % de una densidad de 1,18 a 18 ºC sin que el hierro quede al descubierto o coloreado parcialmente.

4. CONDUCTORES.

La sección nominal mínima admisible de los conductores de cobre y sus aleaciones será de 10 mm². En el caso de los conductores de acero galvanizado la sección mínima admisible será de 12,5 mm². Para otros tipos de materiales no se emplearán conductores de menos de 350daN de carga de rotura.

En el caso en que se utilicen conductores usados, procedentes de otras líneas desmontadas, las características que afectan básicamente a la seguridad deberán establecerse razonadamente, de acuerdo con los ensayos que preceptivamente habrán de realizarse.

4.1. CONDUCTORES DE ALUMINIO.

Podrán estar constituidos por hilos redondos o con forma trapezoidal de aluminio o aleación de aluminio y podrán contener, para reforzarlos, hilos de acero galvanizados o de acero recubiertos de aluminio.

Los conductores deberán cumplir la Norma UNE-EN 50182 y serán del tipo:

- Conductores compuestos (bimetálicos) de aluminio aleación de aluminio, reforzados con acero galvanizado.

La sección de las LAMT será de S: 47 AL1/8-ST1A.

4.2. CONDUCTORES DE ACERO.

No hay conductores de acero.

4.3. CONDUCTORES DE COBRE.

No hay conductores de cobre.

4.4. EMPALMES Y CONEXIONES.

Los empalmes de los conductores se realizarán mediante piezas adecuadas a la naturaleza, composición y sección de los conductores. Lo mismo el empalme que la conexión no deberán aumentar la resistencia eléctrica del conductor. Los empalmes deberán soportar sin rotura ni deslizamiento del cable el 95% de la carga de rotura del cable empalmado.

La conexión de conductores sólo podrá ser realizada en conductores sin tensión mecánica o en las uniones de conductores realizadas en el puente de conexión de las cadenas de amarre, pero en este caso deberá tener una resistencia al deslizamiento de al menos el 20% de la carga de rotura del conductor.

Queda prohibida la ejecución de empalmes en conductores por la soldadura a tope de los mismos.

Con carácter general los empalmes no se realizarán en los vanos sino en los puentes flojos entre las cadenas de amarre. En cualquier caso, se prohíbe colocar en la instalación de una línea más de un empalme por vano y conductor.

Cuando se trate de la unión de conductores de distinta sección o naturaleza, es preciso que dicha unión se efectúe en el puente de conexión de las cadenas de amarre.
Las piezas de empalme y conexión serán de diseño y naturaleza tal que eviten los efectos electrolíticos, si éstos fueran de temer, y deberán tomarse las precauciones necesarias para que las superficies en contacto no sufran oxidación.

5. HERRAJES Y ACCESORIOS.

Deberán cumplir los requisitos de las normas UNE-EN 61284, UNE-EN 61854 o UNE-EN 61897. Su diseño deberá ser tal que sean compatibles con los requisitos eléctricos especificados para la línea aérea.

Todos los materiales utilizados en la construcción de herrajes y accesorios de líneas aéreas deberán ser inherentemente resistentes a la corrosión atmosférica. La elección de materiales o el diseño de herrajes y accesorios deberá ser tal que la corrosión galvánica de herrajes o conductores sea mínima.

Todos los materiales férreos, que no sean de acero inoxidable, utilizados en la construcción de herrajes, deberán ser protegidos contra la corrosión atmosférica mediante galvanizado en caliente.

Los herrajes y accesorios sujetos a articulaciones o desgaste deberán ser diseñados y fabricados, incluyendo la selección del material, para asegurar las máximas propiedades de resistencia al rozamiento y al desgaste.

Las características mecánicas de los herrajes de las cadenas de aisladores deberán cumplir con los requisitos de resistencia mecánica dados en las normas UNE-EN 60305 y UNE-EN 60433 o UNE-EN 61466-1.

Las dimensiones de acoplamiento de los herrajes a los aisladores deberán cumplir con la Norma UNE 21009 o la Norma UNE 21128.

Los dispositivos de cierre y bloqueo utilizados en el montaje de herrajes con uniones tipo rótula, deberán cumplir con los requisitos de la norma UNE-EN 60372.

Cuando se elijan metales o aleaciones para herrajes de líneas, deberá considerarse el posible efecto de bajas temperaturas, cuando proceda. Cuando se elijan materiales no metálicos, deberá considerarse su posible reacción a temperaturas extremas, radiación UV, ozono y polución atmosférica.

6. AISLADORES.

Comprenderán cadenas de unidades de aisladores del tipo caperuza y vástago o del tipo bastón, y aisladores rígidos de columna o peana. Podrán estar fabricados usando materiales cerámicos (porcelana), vidrio, aislamiento compuesto de goma de silicona, poliméricos u otro material de características adecuadas a su función.

Deberán resistir la influencia de todas las condiciones climáticas, incluyendo las radiaciones solares. Deberán resistir la polución atmosférica y ser capaces de funcionar satisfactoriamente cuando estén sujetos a las condiciones de polución.

Todos los materiales usados en la construcción de aisladores deberán ser inherentemente resistentes a la corrosión atmosférica.

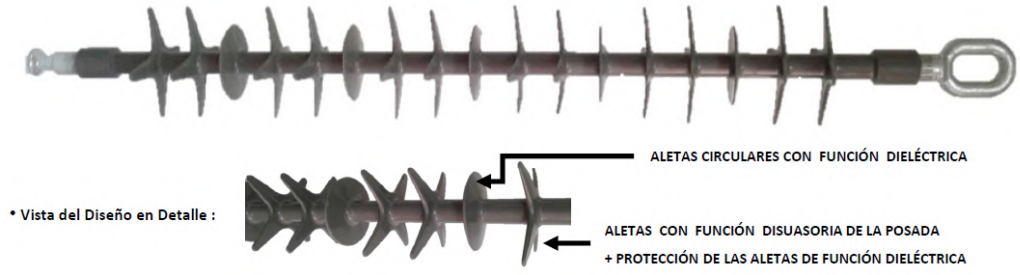
Podrá obtenerse un indicador de la durabilidad de las cadenas de aisladores de material cerámico o vidrio a partir de los ensayos termo-mecánicos especificados en la norma UNE-EN 60383-1.

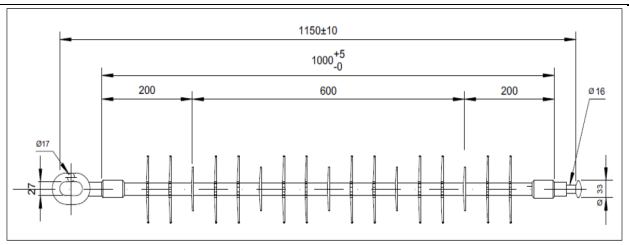
Todos los materiales férreos, que no sean de acero inoxidable, usados en aisladores, deberán ser protegidos contra la corrosión atmosférica mediante galvanizado en caliente, debiendo cumplir los requisitos de ensayo indicados en la norma UNE-EN 60383-1.

Las características y dimensiones de los aisladores utilizados para la construcción de líneas aéreas deberán cumplir con los requisitos dimensionales de las siguientes normas:

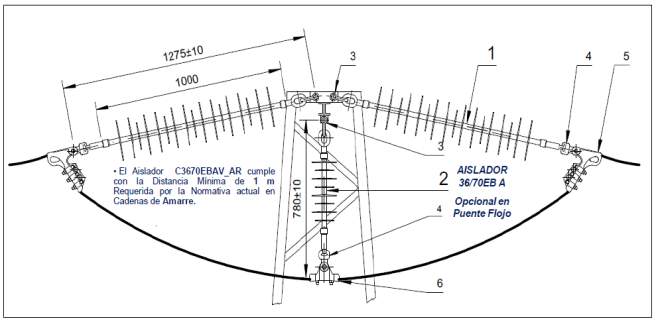
- UNE-EN 62217 para aisladores poliméricos.

Las cadenas a instalar, seguirán el siguiente formato, donde las alargaderas, se equiparán con chapa antiposado:





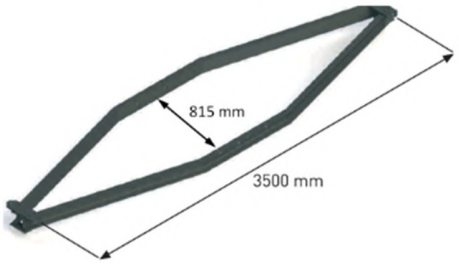
Tipo	Tensión de Servicio	Línea de Fuga Mínima	Línea de Fuga Mínima Protegida	Carga CME Mecánica	Tensiones de Ensayo 1,2/50 BIL	50 Hz/Lluvia
CAON-KORWI	kV	mm	mm	kN	kV	kV
C3670EBAV_AR	36	1350	1005	70	200	80



7. CRUCETAS.

Las crucetas a utilizar serán metálicas galvanizadas por inmersión en caliente, capaces de soportar los esfuerzos a que estén sometidas, y con las distancias adecuadas a los vanos contiguos.

En nuestro caso, las crucetas serán del tipo H-35 para apoyos de celosía, según el plano adjunto:



Y crucetas del tipo B-1 para apoyos de hormigón vibrado, según el plano adjunto:

8. APOYOS.

Los conductores de la línea se fijarán mediante aisladores a los apoyos. Estos podrán ser metálicos o de hormigón.

Los materiales empleados deberán presentar una resistencia elevada a la acción de los agentes atmosféricos, y en caso de no presentarla por sí mismos, deberán recibir los tratamientos protectores adecuados para tal fin.

No se permitirá el uso de tirantes para la sujeción de los apoyos, salvo en caso de avería, sustitución o desvío provisional.

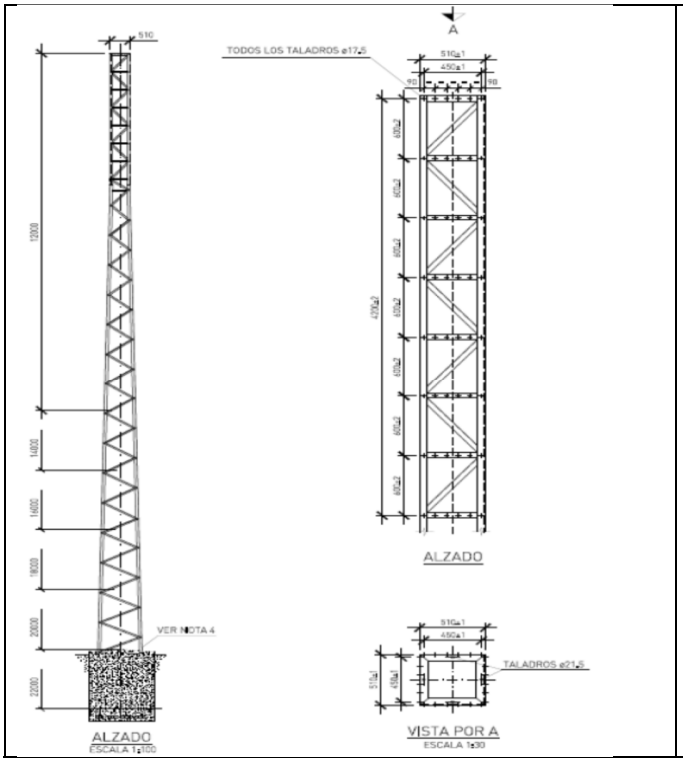
El apoyo a instalar se clasifica como apoyo de principio o fin de línea: Son los apoyos primero y último de la línea, con cadenas de aislamiento de amarre, destinados a soportar, en sentido longitudinal, las solicitaciones del haz completo de conductores en un solo sentido.

Atendiendo a su posición relativa respecto al trazado de la línea, el apoyo se clasifica como apoyo de ángulo: Apoyos de suspensión, amarre o anclaje colocado en un ángulo del trazado de una línea.

8.1. APOYOS METALICOS.

Se instalarán tres (3) apoyos de celosía metálica, fabricados con materiales de primera calidad, respondiendo a los tipos y características a lo expuesto en la norma UNE 207016. El apoyo instalado en el inicio y fin de la LAMT será de este tipo, además del apoyo donde ser realizará el paso de aéreo a subterráneo.

Se instalarán apoyos de celosía metálica, tipo C, con esfuerzos de 1000daN y 2000daN y 12m, 14m, 16m y 18m de altura, según el siguiente plano:

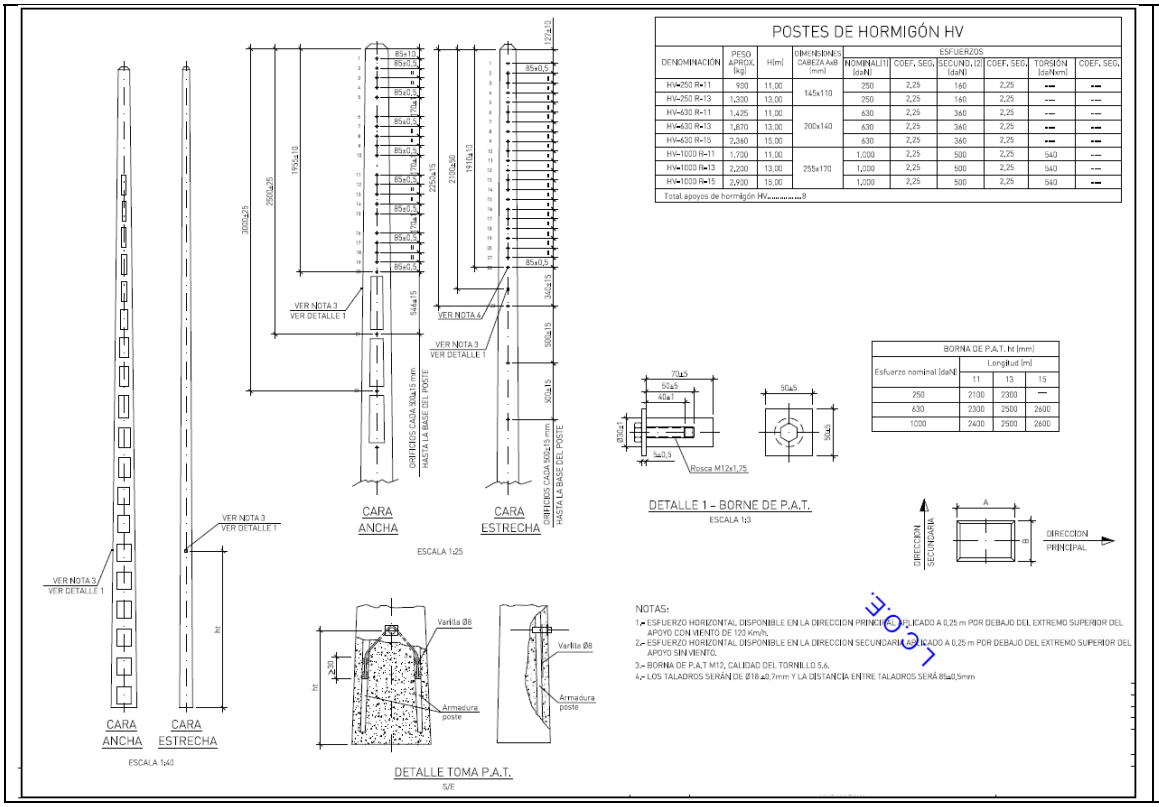


Resumen de apoyos	Tipo de apoyo
Apoyo 1	C-2000daN 12m
Apoyo 3	C-2000daN 12m
Apoyo 4	C-2000daN 12m

La ubicación de los apoyos en la LAMT, se puede apreciar en planos adjuntos.

8.2. APOYOS DE HORMIGON.

Los apoyos de hormigón tipo HV será de 11 metros de altura y 250daN de esfuerzo en punta, con la siguiente forma:



Resumen de apoyos	Tipo de apoyo
Apoyo 2	HV-11-250

La ubicación de los apoyos en la LAMT, se puede apreciar en planos adjuntos.

8.3. NUMERACION, MARCADO Y AVISOS DE RIESGO ELECTRICO

Cada apoyo se identificará individualmente mediante un número, código o marca alternativa (como por ejemplo coordenadas geográficas), de tal manera que la identificación sea legible desde el suelo.

En todos los apoyos, cualquiera que sea su naturaleza, deberán estar claramente identificados el fabricante y tipo.

También se recomienda colocar indicaciones de existencia de riesgo eléctrico en todos los apoyos. Esta indicación será preceptiva para líneas de tensión nominal superior a 66kV y, en general, para todos los apoyos situados en zonas frecuentadas.

Estas indicaciones cumplirán la normativa existente sobre señalizaciones de seguridad.

9. ELEMENTOS DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA Y CONDICIONES DE MONTAJE.

El sistema de puesta a tierra estará constituido por uno o varios electrodos de puesta a tierra enterrados en el suelo y por la línea de tierra que conecta dichos electrodos a los elementos que deban quedar puestos a tierra.

Los electrodos de puesta a tierra deberán ser de material, diseño, dimensiones, colocación en el terreno y número apropiados para la naturaleza y condiciones del terreno, de modo que puedan garantizar una tensión de contacto dentro de los niveles aceptables.

El uso de productos químicos para reducir la resistividad del terreno, aunque puede estar justificado en circunstancias especiales, plantea inconvenientes, ya que incrementa la corrosión de los electrodos de puesta a tierra, necesita un mantenimiento periódico y no es muy duradero.

9.1. ELECTRODOS DE PUESTA A TIERRA.

Podrán disponerse de las siguientes formas:

- Electrodos horizontales de puesta a tierra (varillas, barras o cables enterrados) dispuestos en forma radial, formando una red mallada o en forma de anillo. También podrán ser placas o chapas enterradas.

- Picas de tierra verticales o inclinadas hincadas en el terreno, constituidas por tubos, barras u otros perfiles, que podrán estar formados por elementos empalmables.

Es recomendable que el electrodo de puesta a tierra esté situado a una profundidad suficiente para evitar la congelación del agua ocluida en el terreno. Los electrodos horizontales de puesta a tierra serán enterrados como mínimo a una profundidad de 0,5m (habitualmente entre 0,5m y 1m). Esta medida garantiza una cierta protección mecánica.

Los electrodos horizontales de puesta a tierra se colocarán en el fondo de una zanja o en la excavación de la cimentación de forma que:

- se rodeen con tierra ligeramente apisonada,
- las piedras o grava no estén directamente en contacto con los electrodos de puesta a tierra enterrados,
- cuando el suelo natural sea corrosivo para el tipo de metal que constituye el electrodo, el suelo se reemplace por un relleno adecuado.

Las picas verticales o inclinadas son particularmente ventajosas cuando la resistividad del suelo decrece mucho con la profundidad. Se clavarán en el suelo, empleando herramientas apropiadas para evitar que los electrodos se dañen durante su hincado.

Cuando se instalen varias picas en paralelo se separarán como mínimo 1,5 veces la longitud de la pica.

La parte superior de cada pica siempre quedará situada debajo del nivel de tierra.

Las uniones utilizadas para conectar las partes conductoras de una red de tierras, con los electrodos de puesta a tierra dentro de la propia red, deberán tener las dimensiones adecuadas para asegurar una conducción eléctrica y un esfuerzo térmico y mecánico equivalente a los de los propios electrodos.

Los electrodos de puesta a tierra deberán ser resistentes a la corrosión y no deberán ser susceptibles de crear pares galvánicos.

Cuando se tengan que conectar metales diferentes, que creen pares galvánicos, pudiendo causar una corrosión galvánica, las uniones se realizarán mediante piezas de conexión bimetálica apropiadas para limitar estos efectos.

9.2. LINEAS DE TIERRA.

Los conductores de las líneas de tierra deberán instalarse procurando que su recorrido sea lo más corto posible, evitando

trazados tortuosos y curvas de poco radio.

Conviene prestar especial atención para evitar la corrosión donde los conductores de las líneas de tierra desnudos entren el suelo o en el hormigón. En este sentido, cuando en el apoyo exista macizo de hormigón el conductor no deberá tenderse por encima de él, sino atravesarlo.

Se cuidará la protección de los conductores de las líneas de tierra en las zonas inmediatamente superior e inferior al terreno, de modo que queden defendidos contra golpes, etc.

En las líneas de tierra no podrán insertarse fusibles ni interruptores.

Las uniones no deberán poder soltarse y serán protegidas contra la corrosión. Cuando se tengan que conectar metales diferentes, que creen pares galvánicos, pudiendo causar una corrosión galvánica, las uniones se realizarán mediante piezas de conexión bimetálica apropiadas para limitar estos efectos.

Conviene que sea imposible desmontar las uniones sin herramientas.

9.3. CONEXION DE LOS APOYOS A TIERRA.

Todos los apoyos de material conductor o de hormigón armado deberán conectarse a tierra mediante una conexión específica. Los apoyos de material no conductor no necesitarán puesta a tierra. Además, todos los apoyos frecuentados, salvo los de material aislante, deberán ponerse a tierra.

La conexión específica a tierra de los apoyos de hormigón armado podrá efectuarse de las dos formas siguientes:

- Conectando a tierra directamente los herrajes o armaduras metálicas a las que estén fijados los aisladores, mediante un conductor de conexión.

- Conectando a tierra la armadura del hormigón, siempre que la armadura reúna las condiciones que se exigen para los conductores que constituyen la línea de tierra. Sin embargo, esta forma de conexión no se admitirá en los apoyos de hormigón pretensado.

En los apoyos de hormigón pretensado se deberán conectar a tierra, mediante un conductor de conexión, las armaduras metálicas que formen el puente conductor entre los puntos de fijación de los herrajes de los diversos aisladores.

La conexión a tierra de los pararrayos instalados en apoyos no se realizará ni a través de la estructura del apoyo metálico ni de las armaduras, en el caso de apoyos de hormigón armado. Los chasis de los aparatos de manibora y las envolventes de los transformadores podrán ponerse a tierra a través de la estructura del apoyo metálico.

10. CIMENTACIONES.

Las cimentaciones podrán ser realizadas en hormigón, hormigón armado o acero. En las cimentaciones de hormigón se cuidará su protección en el caso de suelo o aguas que sean agresivos para el mismo. En las de acero se prestará especial atención a su protección, de forma que quede garantizada su duración.

Las dimensiones de las cimentaciones, aparecen en el apartado de cálculos justificativos.

11. ENTRONQUE.

La conexión de la línea derivada con la principal se hará en un "puente flojo" de ambas, quedando prohibido que los conductores ejerzan esfuerzos mecánicos de tracción sobre las piezas de conexión, para lo cual el primer apoyo de la línea derivada se situará a una distancia de aproximadamente 20m del apoyo de entronque (en nuestro caso, 20m exactamente).

La derivación se hará desde un apoyo de alineación puesto que sus características lo permiten, mediante el cambio de las cadenas de aisladores, para su conversión en amarre. En caso de no ser posible ninguna de las soluciones anteriores, será necesaria la instalación de un nuevo apoyo para la línea principal, que mantendrá la altura y separación entre conductores existentes en ésta, y tendrá un mínimo de 1000 daN de esfuerzo en punta.

12. PROTECCION DE LA AVIFAUNA.

El presente proyecto aplica por estar en una zona de protección de la avifauna frente a la electrocución, por tanto, se cumplirán las siguientes indicaciones.

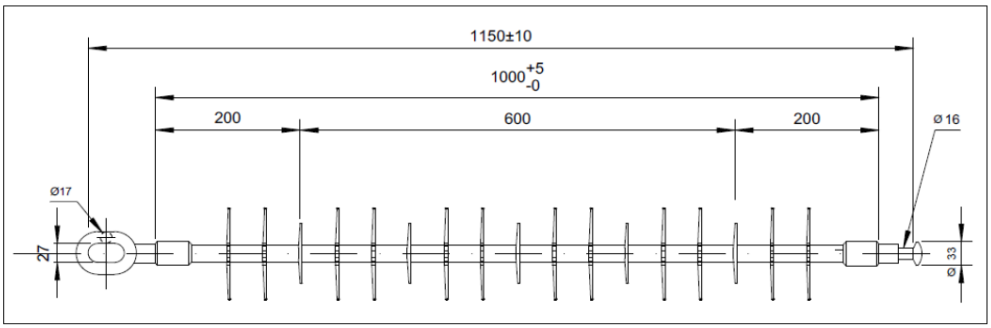
Con el objeto de preservar el medio ambiente y cumplir el Real Decreto 1432/2008 de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas aéreas de alta tensión, se adoptan soluciones para la protección de la avifauna en las líneas aéreas de media tensión en zonas de protección.

SOLUCIONES PARA PROTECCIÓN DE LA AVIFAUNA FRENTE A LA ELECTROCUCIÓN

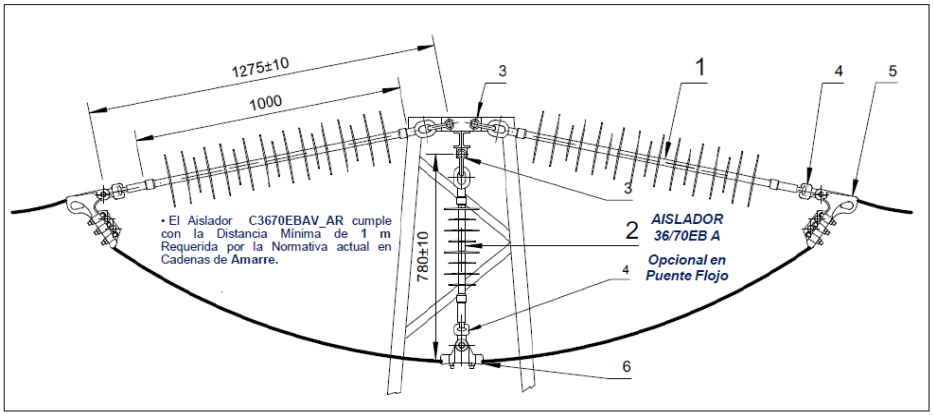
Tal y como establece el RD 1432/2008 en su artículo 6, en las líneas eléctricas de 3ª categoría ubicadas en zonas de protección (zonas definidas en el artículo 4 del RD 1432/2008) en las que no se disponga de crucetas o apoyos de material aislante ni se tengan instalados disuasores de posada de eficacia reconocida, se aplicarán las soluciones para la protección de la avifauna, siguiendo las siguientes premisas:

- ✓ Las líneas se han de ser con cadenas de aisladores suspendidas. En este proyecto tipo no se emplea aislamiento rígido.
- ✓ Se prohíbe la instalación en apoyos de amarre, anclaje y ángulo, de puentes flojos por encima de travesaños y cabeceras de postes, incluidos los dispositivos tipo “cuello de cisne o farolillo”
- ✓ Se prohíbe la instalación de seccionadores e interruptores en intemperie, colocados en posición horizontal por encima de los travesaños o cabeceras de los apoyos.
- ✓ El diseño de los apoyos de derivación y apoyos con seccionadores, fusibles, autoválvulas, pararrayos, transformadores de intemperie y cualquier otro elemento en tensión, será tal que los puentes flojos y elementos en tensión no sobrepasen la cabecera del apoyo.
- ✓ Los apoyos de alineación tendrán que cumplir las siguientes distancias mínimas accesibles de seguridad:
  - 0,60 m. entre cada conductor y las zonas de posada sobre la cruceta o cabecera del apoyo.
  - 1,50 m. entre el conductor superior y la zona de posada del ave sobre el brazo inferior, en crucetas de tresbolillo.
  - 1,50 m. entre conductores no aislados, en todos los casos.
- ✓ En los apoyos de anclaje, fin de línea y, en general, en todos aquéllos con aisladores de cadena de amarre en posición horizontal, la distancia mínima de seguridad entre la zona de posada y el conductor será de 1 m.
- ✓ Se procederá al aislamiento de los puentes de unión entre los elementos en tensión.
- ✓ En los casos en los que un armado incumple alguna de las distancias de avifauna definidas en los apartados del RD 1432/2008, se procede al aislado del conductor de la fase afectada.
- ✓ Para cumplir la distancia de seguridad entre el conductor y la zona de posada de la cruceta en los apoyos de amarre o anclaje, se emplean alargaderas con chapa anti-posada en la formación de las cadenas de amarre en las zonas de protección. En el caso de Castilla la Mancha, en el que se aplica el Decreto 5/1999 de 02-02-99, en las líneas de alta tensión de tercera categoría ubicadas en las zonas de especial riesgo de electrocución, se procederá al aislamiento de los conductores en un tramo de 1,4 m a ambos lados de la cruceta en apoyos de alineación.

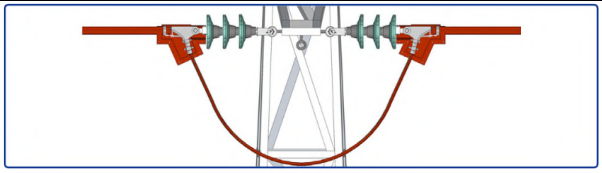
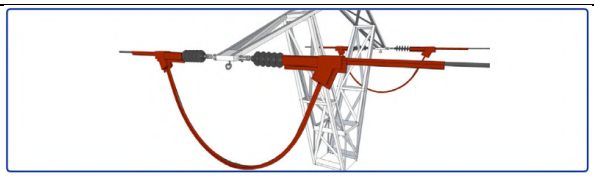
• Vista del Diseño en Detalle :

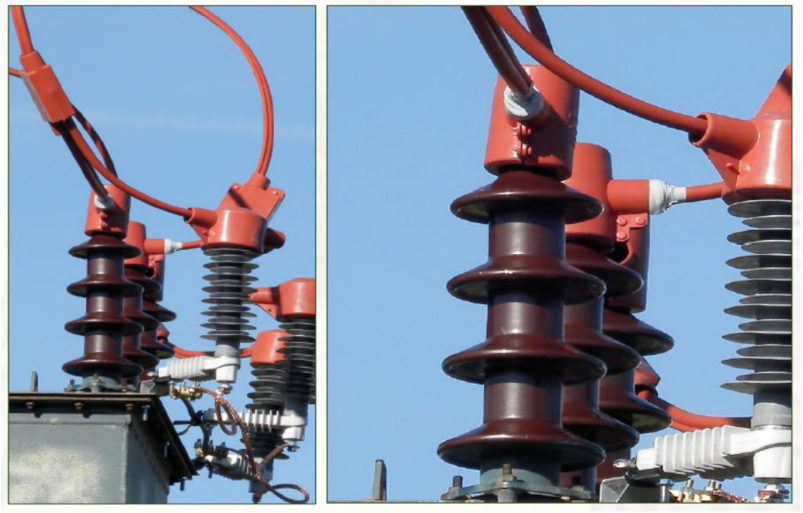


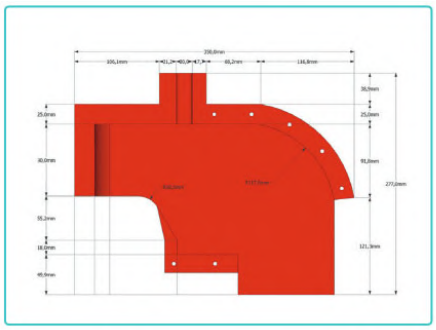
Tipo	Tensión de Servicio	Línea de Fuga Mínima	Línea de Fuga Mínima Protegida	Carga CME Mecánica	Tensiones de Ensayo 1,2/50 BIL	Tensiones de Ensayo 50 Hz/Lluvia
CAON-KORWI	kV	mm	mm	kN	kV	kV
C3670EBAV_AR	**36**	**1350**	**1005**	**70**	**200**	**80**

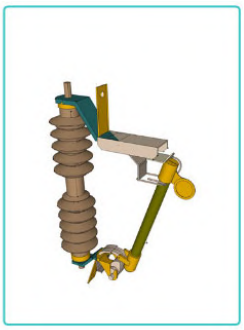


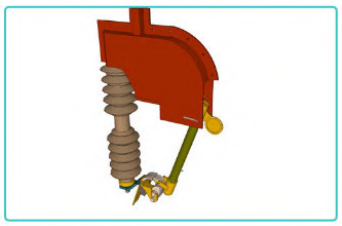
Aislamiento de grapas de cadenas, autoválvulas y pasatapas del transformador y cadenas.

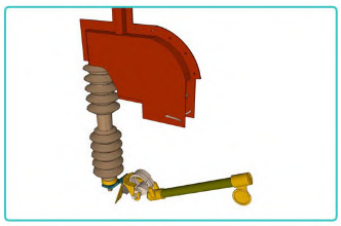
Forrado de las cadenas de amarre	
	

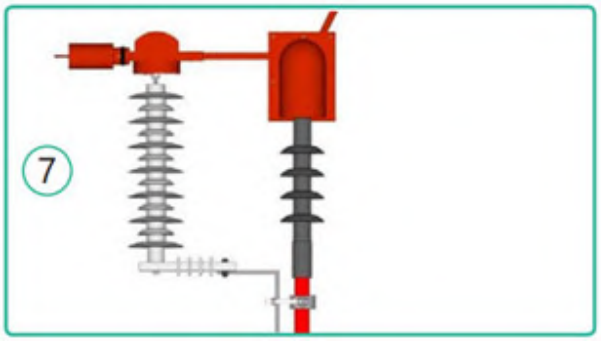










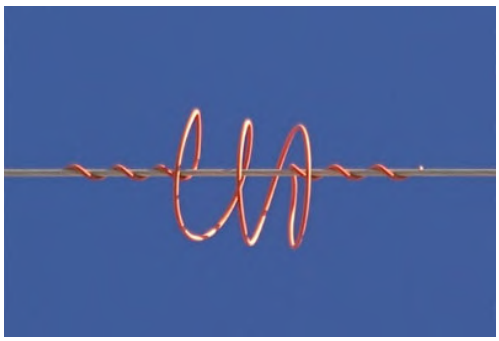


SOLUCIONES PARA PROTECCIÓN DE LA AVIFAUNA FRENTE A LA COLISIÓN

Como medida de prevención contra la colisión, los tendidos eléctricos se proveerán de salva-pájaros cuando estén ubicados en zonas de protección de la avifauna.

Los salva-pájaros serán preferiblemente de tipo cinta en X aunque también se podrá optar por espirales anticolisión, cuando la dificultad o imposibilidad de la instalación, así lo requiera. Este hecho, será valorado in situ.

La forma de ambos elementos, es la que aparece a continuación:



Los tamaños mínimos serán de salva-pájaros serán de tipo cinta serán de:

- ✓ Tipo cinta en X: 5 x 35 cm.

Para líneas de MT que no tienen cable de tierra, se dispondrán alternativamente en cada conductor de fase cada 20 metros, para que generen un efecto visual equivalente a una señal cada 10m.

CÁLCULOS

A continuación, se adjuntan los cálculos justificativos tanto de la red de media tensión instada:

LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN (CALCULO MECANICO)

CALCULO MECÁNICO.

1. JUSTIFICACION

A continuación, se adjuntan los cálculos mecánicos de la LAMT.

2. DATOS GENERALES DE LA INSTALACION.

Tensión de la línea: 15kV.
Tensión más elevada de la línea: 17,5kV.
Velocidad del viento: 120 km/h.
Zonas: B.

CONDUCTOR.

Denominación: LA-56 (47-AL1/8-ST1A).
Sección: 54.6 mm^2 .
Diámetro: 9.45 mm.
Carga de Rotura: 1640 daN.
Módulo de elasticidad: 7900 daN/mm^2 .
Coeficiente de dilatación lineal: $19.1 \cdot 10^{-6}$.
Peso propio: 0.185 daN/m.
Peso propio más sobrecarga de viento: 0,596 daN/m.
Peso propio más sobrecarga con la mitad del viento: 0,339 daN/m.
Peso propio más sobrecarga de hielo (Zona B): 0,738 daN/m.
Peso propio más sobrecarga de hielo (Zona C): 1,292 daN/m.

3. DISTANCIAS DE SEGURIDAD.

3.1. Distancia de los conductores al terreno

La altura de los apoyos será la necesaria para que los conductores, con su máxima flecha vertical, queden situados por encima de cualquier punto del terreno o superficies de agua no navegables a una altura mínima de.

dst_{des} = Dadd + Del = 5,3 + 0,16 = 5,46 m.; mínimo 6m → elegido: 7m
dst_{des} = 7m.
dst_{ais} = 7m.
dst_{rec} = 7m.

Siendo:
Dadd = Distancia de aislamiento adicional, para asegurar el valor Del con el terreno.
Del = Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase y objetos a potencial de tierra en sobretensiones de frente lento o rápido.

3.2. Distancia de los conductores entre sí

La distancia de los conductores entre sí D debe ser como mínimo:

$D_{des} = k \cdot \sqrt{(F + L)} + k' \cdot Dpp$
$D_{rec} = 1/3 \cdot k \cdot \sqrt{(F + L)} + k' \cdot Dpp$

Siendo:
k = Coeficiente que depende de la oscilación de los conductores con el viento, según tabla 16 del apdo. 5.4.1.
L = Longitud de la cadena de suspensión (m). Si la cadena es de amarre L=0.
F = Flecha máxima (m).
Dpp = Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase durante sobretensiones de frente lento o rápido.

apoyo 2
$D_{des} = 0,65 \cdot \sqrt{(2,98 + 0)} + 0,75 \cdot 0,2 = 1,27$ m

apoyo 3
$D_{des} = 0,65 \cdot \sqrt{(2,98 + 0,63)} + 0,75 \cdot 0,2 = 1,39$ m

apoyo 4

Cruceta Principal

$D_{des} = 0,65 \cdot \sqrt{(2,9 + 0)} + 0,75 \cdot 0,2 = 1,26$ m

Cruceta de Derivación

$D_{des} = 0,65 \cdot \sqrt{(0,62 + 0)} + 0,75 \cdot 0,2 = 0,66$ m

apoyo 5

$D_{des} = 0,65 \cdot \sqrt{(0,62 + 0)} + 0,75 \cdot 0,2 = 0,66$ m

3.3. Distancia de los conductores al apoyo

La distancia mínima de los conductores al apoyo dsa será de:

dsa = Del = 0,16 m.; mínimo 0,2 m.
dsa = 0,2 m.

Siendo:
Del = Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase y objetos a potencial de tierra en sobretensiones de frente lento o rápido.

4. ANGULO DE DESVIACION DE LA CADENA DE SUSPENSION.

Debido al esfuerzo del viento sobre los conductores, las cadenas de suspensión en los apoyos sufren una desviación respecto a la vertical. El ángulo máximo de desviación de la cadena α no podrá ser superior al ángulo β máximo permitido para que se mantenga la distancia del conductor al apoyo.

$tg\ \gamma = (Pv + Eca/2) / (P_{-X^oC+V/2} + Pca/2) = Etv / Pt$, en apoyos de alineación.

$tg\ \gamma = (Pv \cdot \cos[(180-\alpha)/2] + Rav + Eca/2) / (P_{-X^oC+V/2} + Pca/2) = Etv / Pt$, en apoyos de ángulo.

Siendo:
$tg\ \gamma$ = Tangente del ángulo que forma la cadena de suspensión con la vertical, al desviarse por la acción del viento.
Pv = Esfuerzo de la mitad de la presión de viento sobre el conductor (120 km/h) (daN).
Eca = Esfuerzo de la mitad de la presión de viento sobre la cadena de aisladores y herrajes (120 km/h) (daN).
$P_{-X^oC+V/2}$ = Peso total del conductor que gravita sobre el apoyo en las condiciones de una Tª X (- 5 ºC en zona A, -10 ºC en zona B, -15 ºC en zona C) con sobrecarga mitad de la presión de viento (120 km/h) (daN).
Pca = Peso de la cadena de aisladores y herrajes (daN).
α = Angulo que forman los conductores de la línea (gr. sexa.).
Rav = Resultante de ángulo en las condiciones de -5 °C en zona A, -10 °C en zona B y -15 °C en zona C con sobrecarga mitad de la presión de viento (120 km/h) (daN).

Si el valor del ángulo de desviación de la cadena "γ" es mayor del ángulo máximo permitido "μ", se deberá colocar un contrapeso de valor:

$G = Etv / tg\ \mu - Pt$

Apoyos con cadenas de suspensión.

apoyo 3

$tg\ \gamma = (Pv + Eca/2) / (P_{-10^oC+V/2} + Pca/2) = (35,09 + 3,18/2) / (21,83 + 1,28/2) = 1,63.$
$\gamma = 58,48^o$
$\mu = 67,36^o$

5. CRUZAMIENTOS.

Descritos en el cuerpo del proyecto

6. TENSIONES Y FLECHAS EN HIPOTESIS REGLAMENTARIAS.

Vano	Conductor	Longit. (m)	Desni. (m)	Vano Regula. (m)	Hipótesis de Tensión Máxima						
					-5°C+V Toh(daN)	-10°C+V Toh(daN)	-15°C+H Toh(daN)	-15°C+H+V Toh(daN)	-15°C+V Toh(daN)	-20°C+H Toh(daN)	-20°C+H+V Toh(daN)
1-2	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	20	0,15	20		64,6	81,6				

2-3	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	126	-0,39	125,2		459,6	544,5				
3-4	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	124,38	0,39	125,2		459,6	544,5				
4-5	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	20	2	20		63,7	80,5				

Vano	Conductor	Longit. (m)	Desni. (m)	Vano Regula. (m)	Hipótesis de Flecha Máxima						Hipótesis Flecha Mínima		
					15°C+V		50°C		0°C+H		-5°C	-15°C	-20°C
					Th(daN)	F(m)	Th(daN)	F(m)	Th(daN)	F(m)	F(m)	F(m)	F(m)
1-2	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	20	0,15	20	56,2	0,53	15,3	0,61	74,5	0,5		0,43	
2-3	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	126	-0,39	125,2	401,3	2,95	123,5	2,98	505	2,9		1,65	
3-4	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	124,38	0,39	125,2	401,3	2,88	123,5	2,9	505	2,83		1,61	
4-5	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	20	2	20	55,5	0,54	15,1	0,62	73,6	0,5		0,44	

Vano	Conductor	Longit. (m)	Desni. (m)	Vano Regula. (m)	Hipótesis de Cálculo Apoyos					Desviación Cadenas Aisladores		
					-5°C+V Th(daN)	-10°C+V Th(daN)	-15°C+H Th(daN)	-15°C+V Th(daN)	-20°C+H Th(daN)	-5°C+V/2 Th(daN)	-10°C+V/2 Th(daN)	-15°C+V/2 Th(daN)
1-2	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	20	0,15	20		64,6	81,6				37,5	
2-3	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	126	-0,39	125,2		459,6	544,5				313,6	
3-4	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	124,38	0,39	125,2		459,6	544,5				313,6	
4-5	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	20	2	20		63,7	80,5				37	

7. TENSIONES Y FLECHAS DE TENDIDO.

Vano	Conductor	Long. (m)	Desni. (m)	V.Reg. (m)	-20°C		-15°C		-10°C		-5°C		0°C	
					T(daN)	F(m)	T(daN)	F(m)	T(daN)	F(m)	T(daN)	F(m)	T(daN)	F(m)
1-2	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	20	0,15	20			21,6	0,43	20,8	0,45	20,1	0,46	19,5	0,48
2-3	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	126	-0,39	125,2			222,1	1,65	208,1	1,76	195,8	1,88	184,9	1,99
3-4	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	124,38	0,39	125,2			222,1	1,61	208,1	1,72	195,8	1,83	184,9	1,94
4-5	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	20	2	20			21,3	0,44	20,5	0,45	19,8	0,47	19,2	0,48

Vano	Conductor	Long. (m)	Desni. (m)	V.Reg. (m)	5°C		10°C		15°C		20°C		25°C	
					T(daN)	F(m)	T(daN)	F(m)	T(daN)	F(m)	T(daN)	F(m)	T(daN)	F(m)
1-2	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	20	0,15	20	18,9	0,49	18,3	0,5	17,9	0,52	17,4	0,53	17	0,55
2-3	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	126	-0,39	125,2	175,3	2,09	166,9	2,2	159,3	2,31	152,5	2,41	146,4	2,51
3-4	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	124,38	0,39	125,2	175,3	2,04	166,9	2,15	159,3	2,25	152,5	2,35	146,4	2,44
4-5	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	20	2	20	18,6	0,5	18,1	0,51	17,6	0,53	17,2	0,54	16,8	0,55

Vano	Conductor	Long. (m)	Desni. (m)	V.Reg. (m)	30°C		35°C		40°C		45°C		50°C		EDS
					T(daN)	F(m)	T(daN)	F(m)	T(daN)	F(m)	T(daN)	F(m)	T(daN)	F(m)	
1-2	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	20	0,15	20	16,6	0,56	16,2	0,57	15,9	0,58	15,6	0,6	15,3	0,61	1,09
2-3	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	126	-0,39	125,2	141	2,61	136	2,7	131,4	2,8	127,3	2,89	123,5	2,98	9,71
3-4	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	124,38	0,39	125,2	141	2,54	136	2,63	131,4	2,72	127,3	2,81	123,5	2,9	9,71
4-5	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	20	2	20	16,4	0,57	16	0,58	15,7	0,59	15,4	0,6	15,1	0,62	1,08

8. CALCULO DE APOYOS.

Apoyo	Tipo	Angulo Relativo	Hipótesis 1ª (Viento) (-5:A/-10:B/-15:C)°C+V				Hipótesis 2ª (Hielo) (-15:B/-20:C)°C+H			
		gr.sexa.	V (daN)	T (daN)	L (daN)	Lt (daN)	V (daN)	T (daN)	L (daN)	Lt (daN)
2	Anc. Alin.		115	162,5			241,4			
3	Alin. Susp.		250,8	237,2			451,4			
4	Anc. Ang.	33,5°; apo.5	158,2	276	1.463,5		263,7	161,8	1.740,3	
5	Fin Línea CTI		65,4	36,2	191,2		100,3		241,5	

Apoyo	Tipo	Angulo Relativo	Hipótesis 3ª (Desequilibrio de tracciones) (-5:A)°C+V (-15:B/-20:C)°C+H				Hipótesis 4ª (Rotura de conductores) (-5:A)°C+V (-15:B/-20:C)°C+H				Dist.Lt	Dist.Min. Cond.
		gr.sexa.	V (daN)	T (daN)	L (daN)	Lt (daN)	V (daN)	T (daN)	L (daN)	Lt (daN)	(m)	(m)
2	Anc. Alin.		241,4	15,1	1.388,5		233,4			544,4	1,5	1,27
3	Alin. Susp.		451,4		133,5							1,39
4	Anc. Ang.	33,5°; apo.5	263,7	161,8	1.740,3		216,1	161,8	1.195,8			1,26/0.66
5	Fin Línea CTI						84,8			53,7	1,5	0,66

9. APOYOS ADOPTADOS.

Apoyo	Tipo	Constitución	Coefic. Segur.	Angulo gr.sexa.	Altura Total (m)	Esf. Nominal (daN)	Esf. Secund. (daN)	Esf.punta c.Tors. (daN)	Esf.Ver. s.Tors. (daN)	Esf.Ver. c.Tors. (daN)	Esfuer. Torsión (daN)	Dist. Torsión (m)	Peso (daN)
2	Anc. Alin.	Celosia recto	N		12	2.000		1.150	600	600	1.400	1,5	
3	Alin. Susp.	Horm. vib.	N		11	250 (T)	160 (L)						
4	Anc. Ang.	Celosia recto	N	56,5°	12	2.000		1.150	600	600	1.400	1,5	
5	Fin Línea CTI	Celosia recto	N		12	2.000		1.150	600	600	1.400	1,5	

10. CRUCETAS ADOPTADAS.

Apoyo	Tipo	Constitución	Montaje	D.Cond. Cruceta (m)	a Brazo Superior (m)	b Brazo Medio (m)	c Brazo Inferior (m)	d D.Vert. Brazos (m)	e D.eje jabalcón (m)	f D.ref. jabalcón (m)	g Altura Tirante (m)	Peso (daN)
2	Anc. Alin.	Celosia recto	Horizontal	1,75	1,75							65
3	Alin. Susp.	Horm. vib.	Bóveda Triang.	1,6	1,6	0,45	0,6	0,75	1,1			180
4	Anc. Ang.	Celosia recto	Horizontal	1,75	1,75							65
4	Anc. Ang.	Celosia recto	Horizontal	1,75	1,75							50
5	Fin Línea CTI	Celosia recto	Horizontal	1,75	1,75							50

11. CALCULO DE CIMENTACIONES.

Apoyo	Tipo	Esf.Util Punta (daN)	Alt.Libre Apoyo (m)	Mom.Producido por el conduc. (daN.m)	Esf.Vie. Apoyos (daN)	Alt.Vie. Apoyos (m)	Mom.Producido Viento Apoyos (daN.m)	Momento Total Fuerzas externas (daN.m)
2	Anc, Alin.	2.000	10,15	20.300	341,6	4,59	1.566,5	21.866,5
3	A.lin, Susp.	250 (T)	9,65	2.412,5	237,7	4,16	989,7	3.402,2
4	Anc, Ang.	2.000	10,15	20.300	341,6	4,59	1.566,5	21.866,5
5	Fin Línea CTI	2.000	10,15	20.300	341,6	4,59	1.566,5	21.866,5

Apoyo	Tipo	Ancho Cimen.	Alto Cimen.	MONOBLOQUE		ZAPATAS AISLADAS								
				Coefic. Comp.	Mom.Absorbido por la cimentac.	Volum. Horm.	Peso Horm.	Volum. Tierra	Dens. Tierra	Peso Tierra	Esf.Roz. Tierra	Esf. Montan.	Esf. Vert.	Coef. Seg.	Res.Cálc. Tierra
		A(m)	H(m)	(daN/m^3)	(daN.m)	(m^3)	(daN)	(m^3)	(Kg/m^3)	(daN)	(daN)	(daN)	(daN)		(daN/cm^2)
2	Anc. Alin.	1,2	2,1	10	36.358,75										
3	Alin. Susp.	0,59	1,6	10	5.675,17										
4	Anc. Ang.	1,2	2,1	10	36.358,75										
5	Fin Línea CTI	1,2	2,1	10	36.358,75										

12. CALCULO DE CADENAS DE AISLADORES.

Apoyo	Tipo	Denom.	Qa (daN)	Diam. Aisl. (mm)	Llf (mm)	Long. Aisl. (m)	Peso Aisl. (daN)
2	Anc. Alin.	CS70AB-125/550	7.000	200	550	0,46	1,28
3	Alin. Susp.	CS70AB-125/550	7.000	200	550	0,46	1,28
4	Anc. Ang.	CS70AB-125/550	7.000	200	550	0,46	1,28
5	Fin Línea CTI	CS70AB-125/550	7.000	200	550	0,46	1,28

Apoyo	Tipo	N.Cad.	Denom.	N.Ais.	Nia (cm/KV)	Lca (m)	L.Alarg. (m)	Pca (daN)	Eca (daN)	Pv+Pca (daN)	Csmv	Toh · ncf (daN)	Csmh
2	Anc. Alin.	6 C.Am.	CS.70A.B-1.25/.550	1	1,7	0,63	0,625	1,28	6,37	49,52	141,36	544,46	12,86
3	Alin. Susp.	3 C.Su.	CS.70A.B-1.25/.550	1	1,7	0,63		1,28	6,37	90,47	77,38	71,06	98,51
4	Anc. Ang.	6 C.Am.	CS.70A.B-1.25/.550	1	1,7	0,63	0,625	1,28	6,37	48,94	143,03	544,46	12,86
5	Fin Línea CTI	3 C.Am.	CS.70A.B-1.25/.550	1	1,7	0,63	0,625	1,28	6,37	16,78	417,09	80,5	86,96

13. CALCULO DE ESFUERZOS VERTICALES SIN SOBRECARGA.

Apoyo	Tipo	Esf.Vert. -20°C (daN)	Esf.Vert. -15°C (daN)	Esf.Vert. -5°C (daN)
2	Anc. Alin.		50,7	50,5
3	Alin. Susp.		69,3	69,7
4	Anc. Ang.		43,5	43,7
5	Fin Línea CTI		15,8	15,4

14. FLECHAS EN HIPOTESIS DE TRACCION MAXIMA.

Vano	Conductor	Longit. (m)	Desni. (m)	Vano Regula. (m)	Hipótesis de Tensión Máxima						
					-5°C+V F(m)	-10°C+V F(m)	-15°C+H F(m)	-15°C+H+V F(m)	-15°C+V F(m)	-20°C+H F(m)	-20°C+H+V F(m)
1-2	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	20	0,15	20		0,46	0,45				
2-3	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	126	-0,39	125,2		2,58	2,69				
3-4	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	124,38	0,39	125,2		2,51	2,62				
4-5	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	20	2	20		0,47	0,46				

3 ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD

Objeto:

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

Asimismo es objeto de este estudio de seguridad dar cumplimiento a la Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales en lo referente a la obligación del empresario titular de un centro de trabajo, de informar y dar instrucciones adecuadas en relación con los riesgos existentes en el centro de trabajo y con las medidas de protección y prevención correspondientes.

Características de la obra

Descripción de la obra y situación

La situación de la obra a realizar y la descripción de la misma se recoge en la Memoria del presente proyecto.

Suministro de energía eléctrica

El suministro de energía eléctrica provisional de obra será facilitado por la Empresa constructora proporcionando los puntos de enganche necesarios en el lugar del emplazamiento de la obra

Suministro de agua potable

En caso de que el suministro de agua potable no pueda realizarse a través de las conducciones habituales, se dispondrán los medios necesarios para contar con la misma desde el principio de la obra.

Vertido de aguas sucias de los servicios higiénicos

Se dispondrá de servicios higiénicos suficientes y reglamentarios. Si es posible, las aguas fecales se conectarán a la red de alcantarillado existente en el lugar de las obras o en las inmediaciones.

Caso de no existir red de alcantarillado se dispondrá de un sistema que evite que las aguas fecales puedan afectar de algún modo al medio ambiente.

Interferencias y servicios afectados

No se prevé interferencias en los trabajos puesto que si bien la obra civil y el montaje pueden ejecutarse por empresas diferentes, no existe coincidencia en el tiempo. No obstante, si existe más de una empresa en la ejecución del proyecto deberá nombrarse un Coordinador de Seguridad y Salud integrado en la Dirección facultativa, que será quien resuelva en las mismas desde el punto de vista de Seguridad y Salud en el trabajo. La designación de este Coordinador habrá de ser sometida a la aprobación del Promotor.

En obras de ampliación y/o remodelación de instalaciones en servicio, deberá existir un coordinador de Seguridad y Salud que habrá de reunir las características descritas en el párrafo anterior, quien resolverá las interferencias, adoptando las medidas oportunas que puedan derivarse.

Memoria

Para el análisis de riesgos y medidas de prevención a adoptar, se dividen los trabajos por unidades constructivas dentro de los apartados de obra civil y montaje.

Obra civil

Descripción de la unidad constructiva, riesgos y medidas de prevención.

Movimiento de tierras y cimentaciones
a) Riesgos más frecuentes
Caídas a las zanjas.
Desprendimientos de los bordes de los taludes de las rampas.
Atropellos causados por la maquinaria.
Caídas del personal, vehículos, maquinaria o materiales al fondo de la excavación.
b) Medidas de preventivas
Controlar el avance de la excavación, eliminando bolos y viseras inestables, previniendo la posibilidad de lluvias o heladas.
Prohibir la permanencia de personal en la proximidad de las máquinas en movimiento.
Señalizar adecuadamente el movimiento de transporte pesado y maquinaria de obra.

Dictar normas de actuación a los operadores de la maquinaria utilizada.
Las cargas de los camiones no sobrepasarán los límites establecidos y reglamentarios.
Establecer un mantenimiento correcto de la maquinaria.
Prohibir el paso a toda persona ajena a la obra.
Balizar, señalizar y vallar el perímetro de la obra, así como los puntos singulares en el interior de la misma.
Establecer zonas de paso y acceso a la obra.
Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.
Establecer las estribaciones en las zonas que sean necesarias.

Estructura

a) Riesgos más frecuentes

Caídas de altura de personas, en las fases de encofrado, desencofrado, puesta en obra del hormigón y montaje de piezas prefabricadas.
Cortes en las manos.
Pinchazos producidos por alambre de atar, hierros en espera, eslingas acodadas, puntas en el encofrado, etc.
Caídas de objetos a distinto nivel (martillos, árido, etc.).
Golpes en las manos, pies y cabeza.
Electrocuciones por contacto indirecto.
Caídas al mismo nivel.
Quemaduras químicas producidas por el cemento.
Sobreesfuerzos.

b) Medidas preventivas

Emplear bolsas porta-herramientas.
Desencofrar con los útiles adecuados y procedimiento preestablecido.
Suprimir las puntas de la madera conforme es retirada.
Prohibir el trepado por los encofrados o permanecer en equilibrio sobre los mismos, o bien por las armaduras.
Vigilar el izado de las cargas para que sea estable, siguiendo su trayectoria.
Controlar el vertido del hormigón suministrado con el auxilio de la grúa, verificando el correcto cierre del cubo.
Prohibir la circulación del personal por debajo de las cargas suspendidas.
El vertido del hormigón en soportes se hará siempre desde plataformas móviles correctamente protegidas.
Prever si procede la adecuada situación de las redes de protección, verificándose antes de iniciar los diversos trabajos de estructura.
Las herramientas eléctricas portátiles serán de doble aislamiento y su conexión se efectuará mediante clavijas adecuadas a un cuadro eléctrico dotado con interruptor diferencial de alta sensibilidad.
Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.
Cerramientos

a) Riesgos más frecuentes

Caídas de altura.
Desprendimiento de cargas-suspendidas.
Golpes y cortes en las extremidades por objetos y herramientas.
Los derivados del uso de medios auxiliares. (andamios, escaleras, etc.).

b) Medidas de prevención

Señalizar las zonas de trabajo.
Utilizar una plataforma de trabajo adecuada.
Delimitar la zona señalizándola y evitando en lo posible el paso del personal por la vertical de los trabajos.
Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.

Albañilería

a) Riesgos más frecuentes

Caídas al mismo nivel.
Caídas a distinto nivel.
Proyección de partículas al cortar ladrillos con la paleta.
Proyección de partículas en el uso de punteros y cortafríos.
Cortes y heridas.
Riesgos derivados de la utilización de máquinas eléctricas de mano.

b) Medidas de prevención

Vigilar el orden y limpieza de cada uno de los tajos, estando las vías de tránsito libres de obstáculos (herramientas, materiales, escombros, etc.).

Las zonas de trabajo tendrán una adecuada iluminación.
Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.
Utilizar plataformas de trabajo adecuadas.
Las herramientas eléctricas portátiles serán de doble aislamiento y su conexión se efectuará a un cuadro eléctrico dotado con interruptor diferencial de alta sensibilidad.

Montaje

Descripción de la unidad constructiva, riesgos y medidas de prevención y de protección.

Colocación de soportes y embarrados
a) Riesgos más frecuentes
Caídas al distinto nivel.
Choques o golpes.
Proyección de partículas.
Contacto eléctrico indirecto.

b) Medidas de prevención

Verificar que las plataformas de trabajo son las adecuadas y que dispongan de superficies de apoyo en condiciones.
Verificar que las escaleras portátiles disponen de los elementos antideslizantes.
Disponer de iluminación suficiente.
Dotar de las herramientas y útiles adecuados.
Dotar de la adecuada protección personal para trabajos mecánicos y velar por su utilización.
Las herramientas eléctricas portátiles serán de doble aislamiento y su conexión se efectuará a un cuadro eléctrico dotado con interruptor diferencial de alta sensibilidad.
Montaje de Celdas Prefabricadas o aparamenta, Transformadores de potencia y Cuadros de B.T.

a) Riesgos más frecuentes

Atrapamientos contra objetos.
Caídas de objetos pesados.
Esfuerzos excesivos.
Choques o golpes.

b) Medidas de prevención

Verificar que nadie se sitúe en la trayectoria de la carga.
Revisar los ganchos, grilletes, etc., comprobando si son los idóneos para la carga a elevar.
Comprobar el reparto correcto de las cargas en los distintos ramales del cable.
Dirigir las operaciones por el jefe del equipo, dando claramente las instrucciones que serán acordes con el R.D.485/1997 de señalización.

Dar órdenes de no circular ni permanecer debajo de las cargas suspendidas.
Señalizar la zona en la que se manipulen las cargas.
Verificar el buen estado de los elementos siguientes:
- Cables, poleas y tambores
- Mandos y sistemas de parada.
- Limitadores de carga y finales de carrera.
- Frenos.

Dotar de la adecuada protección personal para manejo de cargas y velar por su utilización.

Ajustar los trabajos estrictamente a las características de la grúa (carga máxima, longitud de la pluma, carga en punta contrapeso). A tal fin, deberá existir un cartel suficientemente visible con las cargas máximas permitidas.

La carga será observada en todo momento durante su puesta en obra, bien por el señalista o por el enganchador.

Operaciones de puesta en tensión:

a) Riesgos más frecuentes
Contacto eléctrico en A.T. y B.T.
Arco eléctrico en A.T. y B.T.
Elementos candentes.
b) Medidas de prevención

Coordinar con la Empresa Suministradora definiendo las maniobras eléctricas necesarias.

Abrir con corte visible o efectivo las posibles fuentes de tensión.

Comprobar en el punto de trabajo la ausencia de tensión.

Enclavar los aparatos de maniobra.

Señalizar la zona de trabajo a todos los componentes de grupo de la situación en que se encuentran los puntos en tensión más cercanos.

Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.

Aspectos generales

La Dirección Facultativa de la obra acreditará la adecuada formación y adiestramiento del personal de la Obra en materia de Prevención y Primeros Auxilios. Así mismo, comprobará que existe un plan de emergencia para atención del personal en caso de accidente y que han sido contratados los servicios asistenciales adecuados. La dirección de estos Servicios deberá ser colocada de forma visible en los sitios estratégicos de la obra, con indicación del número de teléfono.

Botiquín de obra

Se dispondrá en obra, en el vestuario o en la oficina, un botiquín que estará a cargo de una persona capacitada designada por la Empresa, con los medios necesarios para efectuar las curas de urgencia en caso de accidente.

4. PLIEGO DE CONDICIONES

Condiciones Generales.

1. OBJETO.

Este Pliego de Condiciones determina los requisitos a que se debe ajustar la ejecución de instalaciones para la distribución de energía eléctrica cuyas características técnicas estarán especificadas en el correspondiente Proyecto.

2. CAMPO DE APLICACION.

Este Pliego de Condiciones se refiere a la construcción de redes aéreas o subterráneas de alta tensión hasta 132kV.

Los Pliegos de Condiciones particulares podrán modificar las presentes prescripciones.

3. DISPOSICIONES GENERALES.

El Contratista está obligado al cumplimiento de la Reglamentación del Trabajo correspondiente, la contratación del Seguro Obligatorio, Subsidio familiar y de vejez, Seguro de Enfermedad y todas aquellas reglamentaciones de carácter social vigentes o que en lo sucesivo se dicten. En particular, deberá cumplir lo dispuesto en la Norma UNE 24042 “Contratación de Obras. Condiciones Generales”, siempre que no lo modifique el presente Pliego de Condiciones.

El Contratista deberá estar clasificado, según Orden del Ministerio de Hacienda, en el Grupo, Subgrupo y Categoría correspondientes al Proyecto y que se fijará en el Pliego de Condiciones Particulares, en caso de que proceda. Igualmente deberá ser Instalador, provisto del correspondiente documento de calificación empresarial.

3.1. CONDICIONES FACULTATIVAS LEGALES.

Las obras del Proyecto, además de lo prescrito en el presente Pliego de Condiciones, se regirán por lo especificado en:

a) Reglamentación General de Contratación según Decreto 3410/75, de 25 de noviembre.

b) Pliego de Condiciones Generales para la Contratación de Obras Públicas aprobado por Decreto 3854/70, de 31 de diciembre.

c) Artículo 1588 y siguientes del Código Civil, en los casos que sea procedente su aplicación al contrato de que se trate.

d) Decreto de 12 de marzo de 1954 por el que se aprueba el Reglamento de Verificaciones eléctricas y Regularidad en el suministro de energía.

e) Real Decreto 3275/1982 de 12 de Noviembre, sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, así como las Ordenes de 6 de julio de 1984, de 18 de octubre de 1984 y de 27 de noviembre de 1987, por las que se aprueban y actualizan las Instrucciones Técnicas Complementarias sobre dicho reglamento.

f) RD 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.

g) Normas particulares y de normalización de la Cía. Suministradora de Energía Eléctrica.

h) Ley 31/1995, de 8 de noviembre, sobre Prevención de Riesgos laborales y RD 162/97 sobre Disposiciones mínimas en materia de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción.

3.2. SEGURIDAD EN EL TRABAJO.

El Contratista está obligado a cumplir las condiciones que se indican en el apartado “h” del 1párrafo 3.1. de este Pliego de Condiciones y cuantas en esta materia fueran de pertinente aplicación.

Asimismo, deberá proveer cuanto fuese preciso para el mantenimiento de las máquinas, herramientas, materiales y útiles de trabajo en debidas condiciones de seguridad.

Mientras los operarios trabajen en circuitos o equipos en tensión o en su proximidad, usarán ropa sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal; los metros, reglas, mangos de aceiteras, útiles limpiadores, etc., que se utilicen no deben ser de material conductor. Se llevarán las herramientas o equipos en bolsas y se utilizará calzado aislante o al menos sin herrajes ni clavos en suelas.

El personal de la Contrata viene obligado a usar todos los dispositivos y medios de protección personal, herramientas y prendas de seguridad exigidos para eliminar o reducir los riesgos profesionales tales como casco, gafas, banqueta aislante, etc., pudiendo el Director de Obra suspender los trabajos, si estima que el personal de la Contrata está expuesto a peligros que

son corregibles.

El Director de Obra podrá exigir del Contratista, ordenándolo por escrito, el cese en la obra de cualquier empleado u obrero que, por imprudencia temeraria, fuera capaz de producir accidentes que hicieran peligrar la integridad física del propio trabajador o de sus compañeros.

El Director de Obra podrá exigir del Contratista en cualquier momento, antes o después de la iniciación de los trabajos, que presente los documentos acreditativos de haber formalizado los regímenes de Seguridad Social de todo tipo (afiliación, accidente, enfermedad, etc.) en la forma legalmente establecida.

3.3. SEGURIDAD PÚBLICA.

El Contratista deberá tomar todas las precauciones máximas en todas las operaciones y usos de equipos para proteger a las personas, animales y cosas de los peligros procedentes del trabajo, siendo de su cuenta las responsabilidades que por tales accidentes se ocasionen.

El Contratista mantendrá póliza de Seguros que proteja suficientemente a él y a sus empleados u obreros frente a las responsabilidades por daños, responsabilidad civil, etc., que en uno y otro pudieran incurrir para el Contratista o para terceros, como consecuencia de la ejecución de los trabajos.

4. ORGANIZACION DEL TRABAJO.

El Contratista ordenará los trabajos en la forma más eficaz para la perfecta ejecución de los mismos y las obras se realizarán siempre siguiendo las indicaciones del Director de Obra, al amparo de las condiciones siguientes:

4.1. DATOS DE LA OBRA.

Se entregará al Contratista una copia de los planos y pliegos de condiciones del Proyecto, así como cuantos planos o datos necesite para la completa ejecución de la Obra.

El Contratista podrá tomar nota o sacar copia a su costa de la Memoria, Presupuesto y Anexos del Proyecto, así como segundas copias de todos los documentos.

El Contratista se hace responsable de la buena conservación de los originales de donde obtenga las copias, los cuales serán devueltos al Director de Obra después de su utilización.

Por otra parte, en un plazo máximo de dos meses, después de la terminación de los trabajos, el Contratista deberá actualizar los diversos planos y documentos existentes, de acuerdo con las características de la obra terminada, entregando al Director de Obra dos expedientes completos relativos a los trabajos realmente ejecutados.

No se harán por el Contratista alteraciones, correcciones, omisiones, adiciones o variaciones sustanciales en los datos fijados en el Proyecto, salvo aprobación previa por escrito del Director de Obra.

4.2. REPLANTEO DE LA OBRA.

El Director de Obra, una vez que el Contratista esté en posesión del Proyecto y antes de comenzar las obras, deberá hacer el replanteo de las mismas, con especial atención en los puntos singulares, entregando al Contratista las referencias y datos necesarios para fijar completamente la ubicación de los mismos.

Se levantará por duplicado Acta, en la que constarán, claramente, los datos entregados, firmado por el Director de Obra y por el representante del Contratista.

Los gastos de replanteo serán de cuenta del Contratista.

4.3. MEJORAS Y VARIACIONES DEL PROYECTO.

No se considerarán como mejoras ni variaciones del Proyecto más que aquellas que hayan sido ordenadas expresamente por escrito por el Director de Obra y convenido precio antes de proceder a su ejecución.

Las obras accesorias o delicadas, no incluidas en los precios de adjudicación, podrán ejecutarse con personal independiente del Contratista.

4.4. RECEPCION DEL MATERIAL.

El Director de Obra de acuerdo con el Contratista dará a su debido tiempo su aprobación sobre el material suministrado y confirmará que permite una instalación correcta.

La vigilancia y conservación del material suministrado será por cuenta del Contratista.

4.5. ORGANIZACION.

El Contratista actuará de patrono legal, aceptando todas las responsabilidades correspondientes y quedando obligado al pago de los salarios y cargas que legalmente están establecidas, y en general, a todo cuanto se legisle, decrete u ordene sobre el particular antes o durante la ejecución de la obra.

Dentro de lo estipulado en el Pliego de Condiciones, la organización de la Obra, así como la determinación de la procedencia de los materiales que se empleen, estará a cargo del Contratista a quien corresponderá la responsabilidad de la seguridad contra accidentes.

El Contratista deberá, sin embargo, informar al Director de Obra de todos los planes de organización técnica de la Obra, así como de la procedencia de los materiales y cumplimentar cuantas órdenes le de éste en relación con datos extremos.

En las obras por administración, el Contratista deberá dar cuenta diaria al Director de Obra de la admisión de personal, compra de materiales, adquisición o alquiler de elementos auxiliares y cuantos gastos haya de efectuar. Para los contratos de trabajo, compra de material o alquiler de elementos auxiliares, cuyos salarios, precios o cuotas sobrepasen en más de un 5% de los normales en el mercado, solicitará la aprobación previa del Director de Obra, quien deberá responder dentro de los ocho días siguientes a la petición, salvo casos de reconocida urgencia, en los que se dará cuenta posteriormente.

4.6. FACILIDADES PARA LA INSPECCION.

El Contratista proporcionará al Director de Obra o Delegados y colaboradores, toda clase de facilidades para los replanteos, reconocimientos, mediciones y pruebas de los materiales, así como la mano de obra necesaria para los trabajos que tengan por objeto comprobar el cumplimiento de las condiciones establecidas, permitiendo el acceso a todas las partes de la obra e incluso a los talleres o fábricas donde se produzcan los materiales o se realicen trabajos para las obras.

4.7. ENSAYOS.

Los ensayos, análisis y pruebas que deban realizarse para comprobar si los materiales reúnen las condiciones exigibles, se verificarán por la Dirección Técnica, o bien, si ésta lo estima oportuno, por el correspondiente Laboratorio Oficial.

Todos los gastos de pruebas y análisis serán de cuenta del Contratista.

4.8. LIMPIEZA Y SEGURIDAD EN LAS OBRAS.

Es obligación del Contratista mantener limpias las obras y sus inmediaciones de escombros y materiales, y hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean precisas, así como adoptar las medidas y ejecutar los trabajos necesarios para que las obras ofrezcan un buen aspecto a juicio de la Dirección técnica.

Se tomarán las medidas oportunas de tal modo que durante la ejecución de las obras se ofrezca seguridad absoluta, en evitación de accidentes que puedan ocurrir por deficiencia en esta clase de precauciones; durante la noche estarán los puntos de trabajo perfectamente alumbrados y cercados los que por su índole fueran peligrosos.

4.9. MEDIOS AUXILIARES.

No se abonarán en concepto de medios auxiliares más cantidades que las que figuren explícitamente consignadas en presupuesto, entendiéndose que en todos los demás casos el costo de dichos medios está incluido en los correspondientes precios del presupuesto.

4.10. EJECUCION DE LAS OBRAS.

Las obras se ejecutarán conforme al Proyecto y a las condiciones contenidas en este Pliego de Condiciones y en el Pliego Particular si lo hubiera y de acuerdo con las especificaciones señaladas en el de Condiciones Técnicas.

El Contratista, salvo aprobación por escrito del Director de Obra, no podrá hacer ninguna alteración o modificación de cualquier naturaleza tanto en la ejecución de la obra en relación con el Proyecto como en las Condiciones Técnicas especificadas, sin prejuicio de lo que en cada momento pueda ordenarse por el Director de Obra a tenor de los dispuesto en el último párrafo del apartado 4.1.

El Contratista no podrá utilizar en los trabajos personal que no sea de su exclusiva cuenta y cargo, salvo lo indicado en el apartado 4.3.

Igualmente, será de su exclusiva cuenta y cargo aquel personal ajeno al propiamente manual y que sea necesario para el control administrativo del mismo.

El Contratista deberá tener al frente de los trabajos un técnico suficientemente especializado a juicio del Director de Obra.

4.11. SUBCONTRATACION DE LAS OBRAS.

Salvo que el contrato disponga lo contrario o que de su naturaleza y condiciones se deduzca que la Obra ha de ser ejecutada

directamente por el adjudicatario, podrá éste concertar con terceros la realización de determinadas unidades de obra.

La celebración de los subcontratos estará sometida al cumplimiento de los siguientes requisitos:

a) Que se dé conocimiento por escrito al Director de Obra del subcontrato a celebrar, con indicación de las partes de obra a realizar y sus condiciones económicas, a fin de que aquél lo autorice previamente.

b) Que las unidades de obra que el adjudicatario contrate con terceros no exceda del 50% del presupuesto total de la obra principal.

En cualquier caso el Contratista no quedará vinculado en absoluto ni reconocerá ninguna obligación contractual entre él y el subcontratista y cualquier subcontratación de obras no eximirá al Contratista de ninguna de sus obligaciones respecto al Contratante.

4.12. PLAZO DE EJECUCION.

Los plazos de ejecución, total y parciales, indicados en el contrato, se empezarán a contar a partir de la fecha de replanteo.

El Contratista estará obligado a cumplir con los plazos que se señalen en el contrato para la ejecución de las obras y que serán improrrogables.

No obstante lo anteriormente indicado, los plazos podrán ser objeto de modificaciones cuando así resulte por cambios determinados por el Director de Obra debidos a exigencias de la realización de las obras y siempre que tales cambios influyan realmente en los plazos señalados en el contrato.

Si por cualquier causa, ajena por completo al Contratista, no fuera posible empezar los trabajos en la fecha prevista o tuvieran que ser suspendidos una vez empezados, se concederá por el Director de Obra, la prórroga estrictamente necesaria.

4.13. RECEPCION PROVISIONAL.

Una vez terminadas las obras y a los quince días siguientes a la petición del Contratista se hará la recepción provisional de las mismas por el Contratante, requiriendo para ello la presencia del Director de Obra y del representante del Contratista, levantándose la correspondiente Acta, en la que se hará constar la conformidad con los trabajos realizados, si este es el caso. Dicho Acta será firmada por el Director de Obra y el representante del Contratista, dándose la obra por recibida si se ha ejecutado correctamente de acuerdo con las especificaciones dadas en el Pliego de Condiciones Técnicas y en el Proyecto correspondiente, comenzándose entonces a contar el plazo de garantía.

En el caso de no hallarse la Obra en estado de ser recibida, se hará constar así en el Acta y se darán al Contratista las instrucciones precisas y detalladas para remediar los defectos observados, fijándose un plazo de ejecución. Expirado dicho plazo, se hará un nuevo reconocimiento. Las obras de reparación serán por cuenta y a cargo del Contratista. Si el Contratista no cumpliese estas prescripciones podrá declararse rescindido el contrato con pérdida de la fianza.

La forma de recepción se indica en el Pliego de Condiciones Técnicas correspondiente.

4.14. PERIODOS DE GARANTIA.

El periodo de garantía será el señalado en el contrato y empezará a contar desde la fecha de aprobación del Acta de Recepción.

Hasta que tenga lugar la recepción definitiva, el Contratista es responsable de la conservación de la Obra, siendo de su cuenta y cargo las reparaciones por defectos de ejecución o mala calidad de los materiales.

Durante este periodo, el Contratista garantizará al Contratante contra toda reclamación de terceros, fundada en causa y por ocasión de la ejecución de la Obra.

4.15. RECEPCION DEFINITIVA.

Al terminar el plazo de garantía señalado en el contrato o en su defecto a los seis meses de la recepción provisional, se procederá a la recepción definitiva de las obras, con la concurrencia del Director de Obra y del representante del Contratista levantándose el Acta correspondiente, por duplicado (si las obras son conformes), que quedará firmada por el Director de Obra y el representante del Contratista y ratificada por el Contratante y el Contratista.

4.16. PAGO DE OBRAS.

El pago de obras realizadas se hará sobre Certificaciones parciales que se practicarán mensualmente. Dichas Certificaciones contendrán solamente las unidades de obra totalmente terminadas que se hubieran ejecutado en el plazo a que se refieran. La relación valorada que figure en las Certificaciones, se hará con arreglo a los precios establecidos, reducidos en un 10% y con la cubicación, planos y referencias necesarias para su comprobación.

Serán de cuenta del Contratista las operaciones necesarias para medir unidades ocultas o enterradas, si no se ha advertido al Director de Obra oportunamente para su medición, los gastos de replanteo, inspección y liquidación de las mismas, con arreglo a las disposiciones vigentes, y los gastos que se originen por inspección y vigilancia facultativa, cuando la Dirección Técnica estime preciso establecerla.

La comprobación, aceptación o reparos deberán quedar terminadas por ambas partes en un plazo máximo de quince días.

El Director de Obra expedirá las Certificaciones de las obras ejecutadas que tendrán carácter de documentos provisionales a buena cuenta, rectificables por la liquidación definitiva o por cualquiera de las Certificaciones siguientes, no suponiendo por otra parte, aprobación ni recepción de las obras ejecutadas y comprendidas en dichas Certificaciones.

4.17. ABONO DE MATERIALES ACOPIADOS.

Cuando a juicio del Director de Obra no haya peligro de que desaparezca o se deterioren los materiales acopiados y reconocidos como útiles, se abonarán con arreglo a los precios descompuestos de la adjudicación. Dicho material será indicado por el Director de Obra que lo reflejará en el Acta de recepción de Obra, señalando el plazo de entrega en los lugares previamente indicados. El Contratista será responsable de los daños que se produzcan en la carga, transporte y descarga de este material.

La restitución de las bobinas vacías se hará en el plazo de un mes, una vez que se haya instalado el cable que contenían. En caso de retraso en su restitución, deterioro o pérdida, el Contratista se hará también cargo de los gastos suplementarios que puedan resultar.

5. DISPOSICION FINAL.

La concurrencia a cualquier Subasta, Concurso o Concurso-Subasta cuyo Proyecto incluya el presente Pliego de Condiciones Generales, presupone la plena aceptación de todas y cada una de sus cláusulas.

ANEXO 1:

CONDICIONES PARA LA OBRA CIVIL Y MONTAJE DE LAS LÍNEAS ELÉCTRICAS DE ALTA TENSIÓN CON CONDUCTORES AISLADOS

1. PREPARACION Y PROGRAMACION DE LA OBRA.

Para la buena marcha de la ejecución de un proyecto de línea eléctrica de alta tensión, conviene hacer un análisis de los distintos pasos que hay que seguir y de la forma de realizarlos.

Inicialmente y antes de comenzar su ejecución, se harán las siguientes comprobaciones y reconocimientos:

- Comprobar que se dispone de todos los permisos, tanto oficiales como particulares, para la ejecución del mismo (Licencia Municipal de apertura y cierre de zanjas, Condicionados de Organismos, etc.).

- Hacer un reconocimiento, sobre el terreno, del trazado de la canalización, fijándose en la existencia de bocas de riego, servicios telefónicos, de agua, alumbrado público, etc. que normalmente se puedan apreciar por registros en vía pública.

- Una vez realizado dicho reconocimiento se establecerá contacto con los Servicios Técnicos de las Compañías Distribuidoras afectadas (Agua, Gas, Teléfonos, Energía Eléctrica, etc.), para que señalen sobre el plano de planta del proyecto, las instalaciones más próximas que puedan resultar afectadas.

- Es también interesante, de una manera aproximada, fijar las acometidas a las viviendas existentes de agua y de gas, con el fin de evitar, en lo posible, el deterioro de las mismas al hacer las zanjas.

- El Contratista, antes de empezar los trabajos de apertura de zanjas hará un estudio de la canalización, de acuerdo con las normas municipales, así como de los pasos que sean necesarios para los accesos a los portales, comercios, garajes, etc., así como las chapas de hierro que hayan de colocarse sobre la zanja para el paso de vehículos, etc.

Todos los elementos de protección y señalización los tendrá que tener dispuestos el contratista de la obra antes de dar comienzo a la misma.

2. ZANJAS.

2.1. ZANJAS EN TIERRA.

2.1.1. Ejecución.

Su ejecución comprende:

a) Apertura de las zanjas.

b) Suministro y colocación de protección de arena.
c) Suministro y colocación de protección de rasillas y ladrillo.
d) Colocación de la cinta de Atención al cable.
e) Tapado y apisonado de las zanjas.
f) Carga y transporte de las tierras sobrantes.
g) Utilización de los dispositivos de balizamiento apropiados.

a) Apertura de las zanjas.

Las canalizaciones, salvo casos de fuerza mayor, se ejecutarán en terrenos de dominio público, bajo las aceras, evitando ángulos pronunciados.

El trazado será lo más rectilíneo posible, paralelo en toda su longitud a bordillos o fachadas de los edificios principales.

Antes de proceder al comienzo de los trabajos, se marcarán, en el pavimento de las aceras, las zonas donde se abrirán las zanjas marcando tanto su anchura como su longitud y las zonas donde se dejarán puentes para la contención del terreno.

Si ha habido posibilidad de conocer las acometidas de otros servicios a las fincas construidas se indicarán sus situaciones, con el fin de tomar las precauciones debidas.

Antes de proceder a la apertura de las zanjas se abrirán calas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto.

Al marcar el trazado de las zanjas se tendrá en cuenta el radio mínimo que hay que dejar en la curva con arreglo a la sección del conductor o conductores que se vayan a canalizar, de forma que el radio de curvatura de tendido sea como mínimo 20 veces el diámetro exterior del cable.

Las zanjas se ejecutarán verticales hasta la profundidad escogida, colocándose entibaciones en los casos en que la naturaleza del terreno lo haga preciso.

Se dejará un paso de 50 cm entre las tierras extraídas y la zanja, todo a lo largo de la misma, con el fin de facilitar la circulación del personal de la obra y evitar la caída de tierras en la zanja.

Se deben tomar todas las precauciones precisas para no tapar con tierra registros de gas, teléfonos, bocas de riego, alcantarillas, etc.

Durante la ejecución de los trabajos en la vía pública se dejarán pasos suficientes para vehículos, así como los accesos a los edificios, comercios y garajes. Si es necesario interrumpir la circulación se precisará una autorización especial.

En los pasos de carruajes, entradas de garajes, etc., tanto existentes como futuros, los cruces serán ejecutados con tubos, de acuerdo con las recomendaciones del apartado correspondiente y previa autorización del Supervisor de Obra.

b) Suministro y colocación de protecciones de arenas.

La arena que se utilice para la protección de los cables será limpia, suelta, áspera, crujiente al tacto; exenta de substancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas, para lo cual si fuese necesario, se tamizará o lavará convenientemente.

Se utilizará indistintamente de cantera o de río, siempre que reúna las condiciones señaladas anteriormente y las dimensiones de los granos serán de dos o tres milímetros como máximo.

Cuando se emplee la procedente de la zanja, además de necesitar la aprobación del Supervisor de la Obra, será necesario su cribado.

En el lecho de la zanja irá una capa de 10 cm. de espesor de arena, sobre la que se situará el cable. Por encima del cable irá otra capa de 15 cm. de arena. Ambas capas de arena ocuparán la anchura total de la zanja.

c) Suministro y colocación de protección de rasilla y ladrillo.

Encima de la segunda capa de arena se colocará una capa protectora de rasilla o ladrillo, siendo su anchura de un pie (25 cm.) cuando se trate de proteger un solo cable o terna de cables en mazos. La anchura se incrementará en medio pie (12,5 cm.) por cada cable o terna de cables en mazos que se añada en la misma capa horizontal.

Los ladrillos o rasillas serán cerámicos, duros y fabricados con buenas arcillas. Su cocción será perfecta, tendrá sonido campanil y su fractura será uniforme, sin caliches ni cuerpos extraños. Tanto los ladrillos huecos como las rasillas estarán fabricados con barro fino y presentará caras planas con estrías.

Cuando se tiendan dos o más cables tripolares de M.T. o una o varias ternas de cables unipolares, entonces se colocará, a todo lo largo de la zanja, un ladrillo en posición de canto para separar los cables cuando no se pueda conseguir una separación de 25 cm. entre ellos.

d) Colocación de la cinta de Atención al cable.

En las canalizaciones de cables de media tensión se colocará una cinta de cloruro de polivinilo, que denominaremos Atención a la existencia del cable, tipo UNESA. Se colocará a lo largo de la canalización una tira por cada cable de media tensión tripolar o terna de unipolares en mazos y en la vertical del mismo a una distancia mínima a la parte superior del cable de 30 cm. La distancia mínima de la cinta a la parte inferior del pavimento será de 10 cm.

e) Tapado y apisonado de las zanjas.

Una vez colocadas las protecciones del cable, señaladas anteriormente, se rellenará toda la zanja con tierra de la excavación (previa eliminación de piedras gruesas, cortantes o escombros que puedan llevar), apisonada, debiendo realizarse los 20 primeros cm. de forma manual, y para el resto es conveniente apisonar mecánicamente.

El tapado de las zanjas deberá hacerse por capas sucesivas de diez centímetros de espesor, las cuales serán apisonadas y regadas, si fuese necesario, con el fin de que quede suficientemente consolidado el terreno. La cinta de Atención a la existencia del cable, se colocará entre dos de estas capas, tal como se ha indicado en d). El contratista será responsable de los hundimientos que se produzcan por la deficiencia de esta operación y por lo tanto serán de su cuenta posteriores reparaciones que tengan que ejecutarse.

f) Carga y transporte a vertedero de las tierras sobrantes.

Las tierras sobrantes de la zanja, debido al volumen introducido en cables, arenas, rasillas, así como el esponje normal del terreno serán retiradas por el contratista y llevadas a vertedero.

El lugar de trabajo quedará libre de dichas tierras y completamente limpio.

g) Utilización de los dispositivos de balizamiento apropiados.

Durante la ejecución de las obras, éstas estarán debidamente señalizadas de acuerdo con los condicionamientos de los Organismos afectados y Ordenanzas Municipales.

2.1.2. Dimensiones y Condiciones Generales de Ejecución.

2.1.2.1. Zanja normal para media tensión.

Se considera como zanja normal para cables de media tensión la que tiene 0,60 m. de anchura media y profundidad 1,10 m., tanto en aceras como en calzada. Esta profundidad podrá aumentarse por criterio exclusivo del Supervisor de Obras.

La separación mínima entre ejes de cables tripolares, o de cables unipolares, componentes de distinto circuito, deberá ser de 0,20 m. separados por un ladrillo, o de 25 cm. entre capas externas sin ladrillo intermedio.

La distancia entre capas externas de los cables unipolares de fase será como mínimo de 8 cm. con un ladrillo o rasilla colocado de canto entre cada dos de ellos a todo lo largo de las canalizaciones.

Al ser de 10 cm. el lecho de arena, los cables irán como mínimo a 1 m. de profundidad. Cuando ésto no sea posible y la profundidad sea inferior a 0,70 m. deberán protegerse los cables con chapas de hierro, tubos de fundición u otros dispositivos que aseguren una resistencia mecánica equivalente, siempre de acuerdo y con la aprobación del Supervisor de la Obra.

2.1.2.2. Zanja para media tensión en terreno con servicios.

Cuando al abrir calas de reconocimiento o zanjas para el tendido de nuevos cables aparezcan otros servicios se cumplirán los siguientes requisitos.

a) Se avisará a la empresa propietaria de los mismos. El encargado de la obra tomará las medidas necesarias, en el caso de que estos servicios queden al aire, para sujetarlos con seguridad de forma que no sufran ningún deterioro. Y en el caso en que haya que correrlos, para poder ejecutar los trabajos, se hará siempre de acuerdo con la empresa propietaria de las canalizaciones. Nunca se deben dejar los cables suspendidos, por necesidad de la canalización, de forma que estén en tracción, con el fin de evitar que las piezas de conexión, tanto en empalmes como en derivaciones, puedan sufrir.

b) Se establecerán los nuevos cables de forma que no se entrecrucen con los servicios establecidos, guardando, a ser posible, paralelismo con ellos.

c) Se procurará que la distancia mínima entre servicios sea de 30 cm. en la proyección horizontal de ambos.

d) Cuando en la proximidad de una canalización existan soportes de líneas aéreas de transporte público, telecomunicación, alumbrado público, etc., el cable se colocará a una distancia mínima de 50 cm. de los bordes extremos de los soportes o de las fundaciones. Esta distancia pasará a 150 cm. cuando el soporte esté sometido a un esfuerzo de vuelco permanente hacia la zanja. En el caso en que esta precaución no se pueda tomar, se utilizará una protección mecánica resistente a lo largo de la fundación del soporte, prolongada una longitud de 50 cm. a un lado y a otro de los bordes extremos de aquella con la

aprobación del Supervisor de la Obra.

2.1.2.3. Zanja con más de una banda horizontal.

Cuando en una misma zanja se coloquen cables de baja tensión y media tensión, cada uno de ellos deberá situarse a la profundidad que le corresponda y llevará su correspondiente protección de arena y rasilla.

Se procurará que los cables de media tensión vayan colocados en el lado de la zanja más alejada de las viviendas y los de baja tensión en el lado de la zanja más próximo a las mismas.

De este modo se logrará prácticamente una independencia casi total entre ambas canalizaciones.

La distancia que se recomienda guardar en la proyección vertical entre ejes de ambas bandas debe ser de 25 cm.

Los cruces en este caso, cuando los haya, se realizarán de acuerdo con lo indicado en los planos del proyecto.

2.2. ZANJAS EN ROCA.

Se tendrá en cuenta todo lo dicho en el apartado de zanjas en tierra. La profundidad mínima será de 2/3 de los indicados anteriormente en cada caso. En estos casos se atenderá a las indicaciones del Supervisor de Obra sobre la necesidad de colocar o no protección adicional.

2.3. ZANJAS ANORMALES Y ESPECIALES.

La separación mínima entre ejes de cables multipolares o mazos de cables unipolares, componentes del mismo circuito, deberá ser de 0,20 m. separados por un ladrillo o de 0,25 m. entre caras sin ladrillo y la separación entre los ejes de los cables extremos y la pared de la zanja de 0,10 m.; por tanto, la anchura de la zanja se hará con arreglo a estas distancias mínimas y de acuerdo con lo ya indicado cuando, además, haya que colocar tubos.

También en algunos casos se pueden presentar dificultades anormales (galerías, pozos, cloacas, etc.). Entonces los trabajos se realizarán con precauciones y normas pertinentes al caso y las generales dadas para zanjas de tierra.

2.4. ROTURA DE PAVIMENTOS.

Además de las disposiciones dadas por la Entidad propietaria de los pavimentos, para la rotura, deberá tenerse en cuenta lo siguiente:

a) La rotura del pavimento con maza (Almádena) está rigurosamente prohibida, debiendo hacer el corte del mismo de una manera limpia, con lajadera.

b) En el caso en que el pavimento esté formado por losas, adoquines, bordillos de granito u otros materiales, de posible posterior utilización, se quitarán éstos con la precaución debida para no ser dañados, colocándose luego de forma que no sufran deterioro y en el lugar que molesten menos a la circulación.

2.5. REPOSICION DE PAVIMENTOS.

Los pavimentos serán repuestos de acuerdo con las normas y disposiciones dictadas por el propietario de los mismos.

Deberá lograrse una homogeneidad, de forma que quede el pavimento nuevo lo más igualado posible al antiguo, haciendo su reconstrucción con piezas nuevas si está compuesto por losas, losetas, etc. En general serán utilizados materiales nuevos salvo las losas de piedra, bordillo de granito y otros similares.

3. CRUCES (CABLES ENTUBADOS).

El cable deberá ir en el interior de tubos en los casos siguientes:

A) Para el cruce de calles, caminos o carreteras con tráfico rodado.

B) En las entradas de carruajes o garajes públicos.

C) En los lugares en donde por diversas causas no debe dejarse tiempo la zanja abierta.

D) En los sitios en donde esto se crea necesario por indicación del Proyecto o del Supervisor de la Obra.

3.1. MATERIALES.

Los materiales a utilizar en los cruces normales serán de las siguientes cualidades y condiciones:

a) Los tubos podrán ser de cemento, fibrocemento, plástico, fundición de hierro, etc. provenientes de fábricas de garantía,

siendo el diámetro que se señala en estas normas el correspondiente al interior del tubo y su longitud la más apropiada para el cruce de que se trate. La superficie será lisa.

Los tubos se colocarán de modo que en sus empalmes la boca hembra esté situada antes que la boca macho siguiendo la dirección del tendido probable, del cable, con objeto de no dañar a éste en la citada operación.

b) El cemento será Portland o artificial y de marca acreditada y deberá reunir en sus ensayos y análisis químicos, mecánicos y de fraguado, las condiciones de la vigente instrucción española del Ministerio de Obras Públicas. Deberá estar envasado y almacenado convenientemente para que no pierda las condiciones precisas. La dirección técnica podrá realizar, cuando lo crea conveniente, los análisis y ensayos de laboratorio que considere oportunos. En general se utilizará como mínimo el de calidad P-250 de fraguado lento.

c) La arena será limpia, suelta, áspera, crujiendo al tacto y exenta de sustancias orgánicas o partículas terrosas, para lo cual si fuese necesario, se tamizará y lavará convenientemente. Podrá ser de río o miga y la dimensión de sus granos será de hasta 2 ó 3 mm.

d) Los áridos y gruesos serán procedentes de piedra dura silícea, compacta, resistente, limpia de tierra y detritus y, a ser posible, que sea canto rodado. Las dimensiones será de 10 a 60 mm. con granulometría apropiada.

Se prohíbe el empleo del llamado revoltón, o sea piedra y arena unida, sin dosificación, así como cascotes o materiales blandos.

e) AGUA - Se empleará el agua de río o manantial, quedando prohibido el empleo de aguas procedentes de ciénagas.

f) MEZCLA - La dosificación a emplear será la normal en este tipo de hormigones para fundaciones, recomendándose la utilización de hormigones preparados en plantas especializadas en ello.

3.2. DIMENSIONES Y CARACTERISTICAS GENERALES DE EJECUCION.

Los trabajos de cruces, teniendo en cuenta que su duración es mayor que los de apertura de zanjas, empezarán antes, para tener toda la zanja a la vez, dispuesta para el tendido del cable.

Estos cruces serán siempre rectos, y en general, perpendiculares a la dirección de la calzada. Sobresaldrán en la acera, hacia el interior, unos 20 cm. del bordillo (debiendo construirse en los extremos un tabique para su fijación).

El diámetro de los tubos será de 20 cm. Su colocación y la sección mínima de hormigonado responderá a lo indicado en los planos. Estarán recibidos con cemento y hormigonados en toda su longitud.

Cuando por imposibilidad de hacer la zanja a la profundidad normal los cables estén situados a menos de 80 cm. de profundidad, se dispondrán en vez de tubos de fibrocemento ligero, tubos metálicos o de resistencia análoga para el paso de cables por esa zona, previa conformidad del Supervisor de Obra.

Los tubos vacíos, ya sea mientras se ejecuta la canalización o que al terminarse la misma se quedan de reserva, deberán taparse con rasilla y yeso, dejando en su interior un alambre galvanizado para guiar posteriormente los cables en su tendido.

Los cruces de vías férreas, cursos de agua, etc. deberán proyectarse con todo detalle.

Se debe evitar posible acumulación de agua o de gas a lo largo de la canalización situando convenientemente pozos de escape en relación al perfil altimétrico.

En los tramos rectos, cada 15 ó 20 m., según el tipo de cable, para facilitar su tendido se dejarán calas abiertas de una longitud mínima de 3 m. en las que se interrumpirá la continuidad del tubo. Una vez tendido el cable estas calas se taparán cubriendo previamente el cable con canales o medios tubos, recibiendo sus uniones con cemento o dejando arquetas fácilmente localizables para ulteriores intervenciones, según indicaciones del Supervisor de Obras.

Para hormigonar los tubos se procederá del modo siguiente:

Se echa previamente una solera de hormigón bien nivelada de unos 8 cm. de espesor sobre la que se asienta la primera capa de tubos separados entre sí unos 4 cm. procediéndose a continuación a hormigonarlos hasta cubrirlos enteramente. Sobre esta nueva solera se coloca la segunda capa de tubos, en las condiciones ya citadas, que se hormigona igualmente en forma de capa. Si hay más tubos se procede como ya se ha dicho, teniendo en cuenta que, en la última capa, el hormigón se vierte hasta el nivel total que deba tener.

En los cambios de dirección se construirán arquetas de hormigón o ladrillo, siendo sus dimensiones las necesarias para que el radio de curvatura de tendido sea como mínimo 20 veces el diámetro exterior del cable. No se admitirán ángulos inferiores a 90º y aún éstos se limitarán a los indispensables. En general los cambios de dirección se harán con ángulos grandes. Como norma general, en alineaciones superiores a 40 m. serán necesarias las arquetas intermedias que promedien los tramos de tendido y que no estén distantes entre sí más de 40 m.

Las arquetas sólo estarán permitidas en aceras o lugares por las que normalmente no debe haber tránsito rodado; si esto excepcionalmente fuera imposible, se reforzarán marcos y tapas.

En la arqueta, los tubos quedarán a unos 25 cm. por encima del fondo para permitir la colocación de rodillos en las operaciones de tendido. Una vez tendido el cable los tubos se taponarán con yeso de forma que el cable queda situado en la parte superior del tubo. La arqueta se rellenará con arena hasta cubrir el cable como mínimo.

La situación de los tubos en la arqueta será la que permita el máximo radio de curvatura.

Las arquetas podrán ser registrables o cerradas. En el primer caso deberán tener tapas metálicas o de hormigón provistas de argollas o ganchos que faciliten su apertura. El fondo de estas arquetas será permeable de forma que permita la filtración del agua de lluvia.

Si las arquetas no son registrables se cubrirán con los materiales necesarios para evitar su hundimiento. Sobre esta cubierta se echará una capa de tierra y sobre ella se reconstruirá el pavimento.

3.3. CARACTERISTICAS PARTICULARES DE EJECUCION DE CRUZAMIENTO Y PARALELISMO CON DETERMINADO TIPO DE INSTALACIONES.

El cruce de líneas eléctricas subterráneas con ferrocarriles o vías férreas deberá realizarse siempre bajo tubo. Dicho tubo rebasará las instalaciones de servicio en una distancia de 1,50 m. y a una profundidad mínima de 1,30 m. con respecto a la cara inferior de las traviesas. En cualquier caso se seguirán las instrucciones del condicionado del organismo competente.

En el caso de cruzamientos entre dos líneas eléctricas subterráneas directamente enterradas, la distancia mínima a respetar será de 0,25 m.

La mínima distancia entre la generatriz del cable de energía y la de una conducción metálica no debe ser inferior a 0,3m. Además entre el cable y la conducción debe estar interpuesta una plancha metálica de 3 mm de espesor como mínimo u otra protección mecánica equivalente, de anchura igual al menos al diámetro de la conducción y de todas formas no inferior a 0,5m.

Análoga medida de protección debe aplicarse en el caso de que no sea posible tener el punto de cruzamiento a distancia igual o superior a 1 m. de un empalme del cable.

En el paralelismo entre el cable de energía y conducciones metálicas enterradas se debe mantener en todo caso una distancia mínima en proyección horizontal de:

- 0,50 m. para gaseoductos.
- 0,30 m. para otras conducciones.

En el caso de cruzamiento entre líneas eléctricas subterráneas y líneas de telecomunicación subterránea, el cable de energía debe, normalmente, estar situado por debajo del cable de telecomunicación. La distancia mínima entre la generatriz externa de cada uno de los dos cables no debe ser inferior a 0,50 m. El cable colocado superiormente debe estar protegido por un tubo de hierro de 1m. de largo como mínimo y de tal forma que se garantice que la distancia entre las generatrices exteriores de los cables en las zonas no protegidas, sea mayor que la mínima establecida en el caso de paralelismo, que indica a continuación, medida en proyección horizontal. Dicho tubo de hierro debe estar protegido contra la corrosión y presentar una adecuada resistencia mecánica; su espesor no será inferior a 2 mm.

En donde por justificadas exigencias técnicas no pueda ser respetada la mencionada distancia mínima, sobre el cable inferior debe ser aplicada una protección análoga a la indicada para el cable superior. En todo caso la distancia mínima entre los dos dispositivos de protección no debe ser inferior a 0,10 m. El cruzamiento no debe efectuarse en correspondencia con una conexión del cable de telecomunicación, y no debe haber empalmes sobre el cable de energía a una distancia inferior a 1 m.

En el caso de paralelismo entre líneas eléctricas subterráneas y líneas de telecomunicación subterráneas, estos cables deben estar a la mayor distancia posible entre sí. En donde existan dificultades técnicas importantes, se puede admitir una distancia mínima en proyección sobre un plano horizontal, entre los puntos más próximos de las generatrices de los cables, no inferior a 0,50 m. en los cables interurbanos o a 0,30 m. en los cables urbanos.

4. TENDIDO DE CABLES.

4.1. TENDIDO DE CABLES EN ZANJA ABIERTA.

4.1.1. Manejo y preparación de bobinas.

Cuando se desplace la bobina en tierra rodándola, hay que fijarse en el sentido de rotación, generalmente indicado en ella con una flecha, con el fin de evitar que se afloje el cable enrollado en la misma.

La bobina no debe almacenarse sobre un suelo blando.

Antes de comenzar el tendido del cable se estudiará el punto más apropiado para situar la bobina, generalmente por facilidad

de tendido: en el caso de suelos con pendiente suele ser conveniente el canalizar cuesta abajo. También hay que tener en cuenta que si hay muchos pasos con tubos, se debe procurar colocar la bobina en la parte más alejada de los mismos, con el fin de evitar que pase la mayor parte del cable por los tubos.

En el caso del cable trifásico no se canalizará desde el mismo punto en dos direcciones opuestas con el fin de que las espirales de los tramos se correspondan.

Para el tendido, la bobina estará siempre elevada y sujeta por un barrón y gatos de potencia apropiada al peso de la misma.

4.1.2. Tendido de cables.

Los cables deben ser siempre desarrollados y puestos en su sitio con el mayor cuidado, evitando que sufran torsión, hagan bucles, etc. y teniendo siempre pendiente que el radio de curvatura del cable deber ser superior a 20 veces su diámetro durante su tendido, y superior a 10 veces su diámetro una vez instalado.

Cuando los cables se tiendan a mano, los hombres estarán distribuidos de una manera uniforme a lo largo de la zanja.

También se puede canalizar mediante cabrestantes, tirando del extremo del cable, al que se habrá adoptado una cabeza apropiada, y con un esfuerzo de tracción por mmR de conductor que no debe sobrepasar el que indique el fabricante del mismo. En cualquier caso el esfuerzo no será superior a 4 kg/mm² en cables trifásicos y a 5 kg/mm² para cables unipolares, ambos casos con conductores de cobre. Cuando se trate de aluminio deben reducirse a la mitad. Será imprescindible la colocación de dinamómetro para medir dicha tracción mientras se tiende.

El tendido se hará obligatoriamente sobre rodillos que puedan girar libremente y construidos de forma que no puedan dañar el cable. Se colocarán en las curvas los rodillos de curva precisos de forma que el radio de curvatura no sea menor de veinte veces el diámetro del cable.

Durante el tendido del cable se tomarán precauciones para evitar al cable esfuerzos importantes, así como que sufra golpes o rozaduras.

No se permitirá desplazar el cable, lateralmente, por medio de palancas u otros útiles, sino que se deberá hacer siempre a mano.

Sólo de manera excepcional se autorizará desenrollar el cable fuera de la zanja, en casos muy específicos y siempre bajo la vigilancia del Supervisor de la Obra.

Cuando la temperatura ambiente sea inferior a 0 grados centígrados no se permitirá hacer el tendido del cable debido a la rigidez que toma el aislamiento.

La zanja, en todo su longitud, deberá estar cubierta con una capa de 10 cm. de arena fina en el fondo, antes de proceder al tendido del cable.

No se dejará nunca el cable tendido en una zanja abierta, sin haber tomado antes la precaución de cubrirlo con la capa de 15 cm. de arena fina y la protección de rasilla.

En ningún caso se dejarán los extremos del cable en la zanja sin haber asegurado antes una buena estanqueidad de los mismos.

Cuando dos cables se canalicen para ser empalmados, si están aislados con papel impregnado, se cruzarán por lo menos un metro, con objeto de sanear las puntas y si tienen aislamiento de plástico el cruzamiento será como mínimo de 50cm.

Las zanjas, una vez abiertas y antes de tender el cable, se recorrerán con detenimiento para comprobar que se encuentran sin piedras u otros elementos duros que puedan da½ar a los cables en su tendido.

Si con motivo de las obras de canalización aparecieran instalaciones de otros servicios, se tomarán todas las precauciones para no dañarlas, dejándolas, al terminar los trabajos, en la misma forma en que se encontraban primitivamente. Si involuntariamente se causara alguna avería en dichos servicios, se avisará con toda urgencia a la oficina de control de obras y a la empresa correspondiente, con el fin de que procedan a su reparación. El encargado de la obra por parte de la Contrata, tendrá las señas de los servicios públicos, así como su número de teléfono, por si tuviera, el mismo, que llamar comunicando la avería producida.

Si las pendientes son muy pronunciadas, y el terreno es rocoso e impermeable, se está expuesto a que la zanja de canalización sirva de drenaje, con lo que se originaría un arrastre de la arena que sirve de lecho a los cables. En este caso, si es un talud, se deberá hacer la zanja al bies, para disminuir la pendiente, y de no ser posible, conviene que en esa zona se lleve la canalización entubada y recibida con cemento.

Cuando dos o más cables de M.T. discurran paralelos entre dos subestaciones, centros de reparto, centros de transformación, etc., deberán señalizarse debidamente, para facilitar su identificación en futuras aperturas de la zanja utilizando para ello cada metro y medio, cintas adhesivas de colores distintos para cada circuito, y en fajas de anchos diferentes para cada fase si son

unipolares. De todos modos al ir separados sus ejes 20 cm. mediante un ladrillo o rasilla colocado de canto a lo largo de toda la zanja, se facilitará el reconocimiento de estos cables que además no deben cruzarse en todo el recorrido entre dos C.T.

En el caso de canalizaciones con cables unipolares de media tensión formando ternas, la identificación es más dificultosa y por ello es muy importante el que los cables o mazos de cables no cambien de posición en todo su recorrido como acabamos de indicar.

Además se tendrá en cuenta lo siguiente:

a) Cada metro y medio serán colocados por fase una vuelta de cinta adhesiva y permanente, indicativo de la fase 1, fase 2 y fase 3 utilizando para ello los colores normalizados cuando se trate de cables unipolares.

Por otro lado, cada metro y medio envolviendo las tres fases, se colocarán unas vueltas de cinta adhesiva que agrupe dichos conductores y los mantenga unidos, salvo indicación en contra del Supervisor de Obras. En el caso de varias ternas de cables en mazos, las vueltas de cinta citadas deberán ser de colores distintos que permitan distinguir un circuito de otro.

b) Cada metro y medio, envolviendo cada conductor de MT tripolar, serán colocadas unas vueltas de cinta adhesivas y permanente de un color distinto para cada circuito, procurando además que el ancho de la faja sea distinto en cada uno.

4.2. TENDIDO DE CABLES EN GALERIA O TUBULARES.

4.2.1. Tendido de cables en tubulares.

Cuando el cable se tienda a mano o con cabrestantes y dinamómetro, y haya que pasar el mismo por un tubo, se facilitará esta operación mediante una cuerda, unida a la extremidad del cable, que llevará incorporado un dispositivo de manga tiracables, teniendo cuidado de que el esfuerzo de tracción sea lo más débil posible, con el fin de evitar alargamiento de la funda de plomo, según se ha indicado anteriormente.

Se situará un hombre en la embocadura de cada cruce de tubo, para guiar el cable y evitar el deterioro del mismo o rozaduras en el tramo del cruce.

Los cables de media tensión unipolares de un mismo circuito, pasarán todos juntos por un mismo tubo dejándolos sin encintar dentro del mismo.

Nunca se deberán pasar dos cables trifásicos de media tensión por un tubo.

En aquellos casos especiales que a juicio del Supervisor de la Obra se instalen los cables unipolares por separado, cada fase pasará por un tubo y en estas circunstancias los tubos no podrán ser nunca metálicos.

Se evitarán en lo posible las canalizaciones con grandes tramos entubados y si esto no fuera posible se construirán arquetas intermedias en los lugares marcados en el proyecto, o en su defecto donde indique el Supervisor de Obra (según se indica en el apartado CRUCES (cables entubados)).

Una vez tendido el cable, los tubos se taparán perfectamente con cinta de yute Pirelli Tupir o similar, para evitar el arrastre de tierras, roedores, etc., por su interior y servir a la vez de almohadilla del cable. Para ello se sierra el rollo de cinta en sentido radial y se ajusta a los diámetros del cable y del tubo quitando las vueltas que sobren.

4.2.2. Tendido de cables en galería.

Los cables en galería se colocarán en palomillas, ganchos u otros soportes adecuados, que serán colocados previamente de acuerdo con lo indicado en el apartado de Colocación de Soportes y Palomillas.

Antes de empezar el tendido se decidirá el sitio donde va a colocarse el nuevo cable para que no se interfiera con los servicios ya establecidos.

En los tendidos en galería serán colocadas las cintas de señalización ya indicadas y las palomillas o soportes deberán distribuirse de modo que puedan aguantar los esfuerzos electrodinámicos que posteriormente pudieran presentarse.

5. MONTAJES.

5.1. EMPALMES.

Se ejecutarán los tipos denominados reconstruidos indicados en el proyecto, cualquiera que sea su aislamiento: papel impregnado, polímero o plástico.

Para su confección se seguirán las normas dadas por el Director de Obra o en su defecto las indicadas por el fabricante del cable o el de los empalmes.

En los cables de papel impregnado se tendrá especial cuidado en no romper el papel al doblar las venas del cable, así como

en realizar los baños de aceite con la frecuencia necesaria para evitar coqueras. El corte de los rollos de papel se hará por rasgado y no con tijera, navaja, etc.

En los cables de aislamiento seco, se prestará especial atención a la limpieza de las trazas de cinta semiconductora pues ofrecen dificultades a la vista y los efectos de un deficiencia en este sentido pueden originar el fallo del cable en servicio.

5.2. BOTELLAS TERMINALES.

Se utilizará el tipo indicado en el proyecto, siguiendo para su confección las normas que dicte el Director de Obra o en su defecto el fabricante del cable o el de las botellas terminales.

En los cables de papel impregnado se tendrá especial cuidado en las soldaduras, de forma que no queden poros por donde pueda pasar humedad, así como en el relleno de las botellas, realizándose éste con calentamiento previo de la botella terminal y de forma que la pasta rebase por la parte superior.

Asimismo, se tendrá especial cuidado en el doblado de los cables de papel impregnado, para no rozar el papel, así como en la confección del cono difusor de flujos en los cables de campo radial, prestando atención especial a la continuidad de la pantalla.

Se recuerdan las mismas normas sobre el corte de los rollos de papel, y la limpieza de los trozos de cinta semiconductora dadas en el apartado anterior de Empalmes.

6. TRANSPORTE DE BOBINAS DE CABLES.

La carga y descarga, sobre camiones o remolques apropiados, se hará siempre mediante una barra adecuada que pase por el orificio central de la bobina.

Bajo ningún concepto se podrá retener la bobina con cuerdas, cables o cadenas que abracen la bobina y se apoyen sobre la capa exterior del cable enrollado, asimismo no se podrá dejar caer la bobina al suelo desde un camión o remolque.

ANEXO 2: CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Calidad de los materiales: Obra civil

La(s) envolvente(s) empleada(s) en la ejecución de este proyecto cumplirán las condiciones generales prescritas en el MIE-RAT 14, Instrucción Primera del Reglamento de Seguridad en Centrales Eléctricas, en lo referente a su inaccesibilidad, pasos y accesos, conducciones y almacenamiento de fluidos combustibles y de agua, alcantarillado, canalizaciones, cuadros y pupitres de control, celdas, ventilación, paso de líneas y canalizaciones eléctricas a través de paredes, muros y tabiques. Señalización, sistemas contra incendios, alumbrados, primeros auxilios, pasillos de servicio y zonas de protección y documentación.

Aparamenta de Media Tensión

Las celdas empleadas serán prefabricadas, con envolvente metálica, y que utilicen gas para cumplir dos misiones:

- Aislamiento: El aislamiento integral en gas confiere a la aparamenta sus características de resistencia al medio ambiente, bien sea a la polución del aire, a la humedad, o incluso a la eventual sumersión del centro por efecto de riadas.

Por ello, esta característica es esencial especialmente en las zonas con alta polución, en las zonas con clima agresivo (costas marítimas y zonas húmedas) y en las zonas más expuestas a riadas o entradas de agua en el centro.

- Corte: El corte en gas resulta más seguro que el aire, debido a lo explicado para el aislamiento.

Igualmente, las celdas empleadas habrán de permitir la extensibilidad "in situ" del centro, de forma que sea posible añadir más líneas o cualquier otro tipo de función, sin necesidad de cambiar la aparamenta previamente existente en el centro.

Las celdas podrán incorporar protecciones del tipo autoalimentado, es decir, que no necesitan imperativamente alimentación externa. Igualmente, estas protecciones serán electrónicas, dotadas de curvas CEI normalizadas (bien sean normalmente inversas, muy inversas o extremadamente inversas), y entrada para disparo por termostato sin necesidad de alimentación auxiliar.

Normas de ejecución de las instalaciones

Todos los materiales, aparatos, máquinas, y conjuntos integrados en los circuitos de instalación proyectada cumplen las normas, especificaciones técnicas, y homologaciones que le son establecidas como de obligado cumplimiento por el Ministerio de Ciencia y Tecnología.

Por lo tanto, la instalación se ajustará a los planos, materiales, y calidades de dicho proyecto, salvo orden facultativa en contra.

Pruebas reglamentarias

Las pruebas y ensayos a que serán sometidos los equipos y/o edificios una vez terminada su fabricación serán las que establecen las normas particulares de cada producto, que se encuentran en vigor y que aparecen como normativa de obligado cumplimiento en el MIE-RAT 02.

Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad

El centro deberá estar siempre perfectamente cerrado, de forma que impida el acceso de las personas ajenas al servicio.

En el interior del centro no se podrá almacenar ningún elemento que no pertenezca a la propia instalación.

Para la realización de las maniobras oportunas en el centro se utilizará banquillo, palanca de accionamiento, guantes, etc., y deberán estar siempre en perfecto estado de uso, lo que se comprobará periódicamente.

Antes de la puesta en servicio en carga del centro, se realizará una puesta en servicio en vacío para la comprobación del correcto funcionamiento de las máquinas.

Se realizarán unas comprobaciones de las resistencias de aislamiento y de tierra de los diferentes componentes de la instalación eléctrica.

Toda la instalación eléctrica debe estar correctamente señalizada y debe disponer de las advertencias e instrucciones necesarias de modo que se impidan los errores de interrupción, maniobras incorrectas, y contactos accidentales con los elementos en tensión o cualquier otro tipo de accidente.

Se colocarán las instrucciones sobre los primeros auxilios que deben presentarse en caso de accidente en un lugar perfectamente visible.

Certificados y documentación

Se adjuntarán, para la tramitación de este proyecto ante los organismos público competentes, las documentaciones indicadas a continuación:

Autorización administrativa de la obra.

Proyecto firmado por un técnico competente.

Certificado de tensión de paso y contacto, emitido por una empresa homologada.

Certificación de fin de obra.

Contrato de mantenimiento.

Conformidad por parte de la compañía suministradora.

Libro de órdenes

Se dispondrá en este centro de un libro de órdenes, en el que se registrarán todas las incidencias surgidas durante la vida útil del citado centro, incluyendo cada visita, revisión, etc.

5. PRESUPUESTO

CAPÍTULO 1 LINEA AEREA MEDIA TENSION A CEDER

C2000-12	**ud APOYO METALICO DE CELOSIA TIPO C-2000daN-12m**			
	Apoyo de celosia metalica de 12 metros de altura y esfuerzo en punta 2000daN, tipo C-2000-12, de la marca Fammsa o similar.			
		2,00	790,00	1.580,00
CIMEN	**ud CIMENTACION, VIERTEAGUAS Y PLATAFORMA EQUIPONTECIAL**			
	Excavación de lado L=1.1m y profundidad de 2.1m, y cimentación de apoyo con hormigon, incluso realizacion de viertaguas para evitar aguas estancadas. Ademas, se realizara una plataforma equipotencial alrededor del apoyo de hormigon, de las dimensiones que aparecen en planos.			
		3,00	42,00	126,00
H-35	**ud CRUCETA RECTA 1.75m/fase MODELO H-35**			
	Cruceta recta de 3.5m de longitud y de 1.75m de separacion entre fases, modelo H-35.			
		2,00	175,00	350,00
P15AH350	**ud CADENA DE AMARRE POLIMERICA**			
	Cadena de amarre avifauna polimérica, con alargardera, completamente montada e instalada, de la marca INAEL o similar.			
		9,00	56,39	507,51
CADS	**ud CADENA DE SUSPENSION POLIMERICA**			
	Cadena de amarre avifauna polimerica, con alargardera, completamente montada e instalada, de la marca INAEL o similar.			
		3,00	52,65	157,95
P15AH300	**ud CERRAMIENTO ANTIESCALA PARA APOYO METALICO TIPO C**			
	Cerramiento antiescala para apoyo metalico de celosia tipo C, con una altura de 2.5m.			
		2,00	81,90	163,80
HV	**ud APOYO DE HORMIGON TIPO HV 13-250daN**			
	Apoyo de hormigon vibrado de 11 metros de altura y esfuerzo en punta 250daN, tipo HV-250-11, de la marca Fammsa o similar.			
		1,00	750,27	750,27
B-1	**ud CRUCETA DE BOVEDA 1.6m/fase MODELO B-1**			
	Cruceta de boveda tipo B-1 de separacion entre fases 1.6m, de la marca Fammsa o similar.			
		1,00	223,35	223,35
P15AC085	**m CABLE DESNUDO DE COMPOSICION Al-Ac 47 AL1/8 ST-1A**			
	Conductor de composicion Al-Ac, desnudo, tipo 47 AL1/8 ST-1A, de la marca PIRELLI o similar, tendido y tensado			
		825,00	3,48	2.871,00
145	**ud PUESTA A TIERRA HERRAJES CONFIGURACION 30/30/5/42**			
	Puesta a tierra de herrajes en apoyo fin de línea, realizada con cable desnudo de sección 12 metros de cable de 50mm2 y 4 picas de 2m, 14 mm de espesor, de cobre, incluso mayazo electrosoldado, segun planos adjuntos.			
		1,00	109,64	109,64
FORRADE	**ud PROTECCION AVIFAUNA ANTICOLISION Y ELECTROCUCION**			
	Forrado de las cadenas de amarre polimericas con avifauna, autovalvulas, XS y pasatapas del CTI, incluyendo las siguientes acciones: Forrado de las cadenas de amarre (cadenas y cable (1.5m))..... 6x40€ La partida incluye medios de elevacion, pequeño material, completamente montado y funcionando.			
		1,00	240,00	240,00
BALIZAS 1	**ud MONTAJE BALIZAS SALVAPÁJAROS EN X POR VANO Y CIRCUITO 3 FASES**			
	Montaje de balizas salvapajaros en X, instaladas por vano, cada dispuestas alternativamente en cada conductor de fase cada 20 metros generando un efecto visual equivalente a una señal cada 10m. Las balizas tipo cinta, tendran unas dimensiones de 5x35cm. Salvapajaros a instalar: 270 / 20 x 3 = 42uds			

Nota: La partida incluye medios de elevacion, pequeño material, carro de instalacion de reparto de baliza y elementos adicionales de acoplamiento, completamente montado y funcionando.

42,00	9,40	394,80

TOTAL CAPÍTULO 1 LINEA AEREA MEDIA TENSION A CEDER..... 7.474,32

CAPÍTULO 2 LINEA AEREA MEDIA TENSION PRIVADA

C2000-12 **ud APOYO METALICO DE CELOSIA TIPO C-2000daN-12m**

Apoyo de celosia metalica de 12 metros de altura y esfuerzo en punta 2000daN, tipo C-2000-12, de la marca Fammsa o similar.

1,00	790,00	790,00

CIMEN **ud CIMENTACION, VIERTEAGUAS Y PLATAFORMA EQUIPONTECIAL**

Excavación de lado L=1.1m y profundidad de 2.1m, y cimentación de apoyo con hormigon, incluso realizacion de viertaguas para evitar aguas estancadas. Ademas, se realizara una plataforma equipotencial alrededor del apoyo de hormigon, de las dimensiones que aparecen en planos.

1,00	42,00	42,00

H-35 **ud CRUCETA RECTA 1.75m/fase MODELO H-35**

Cruceta recta de 3.5m de longitud y de 1.75m de separacion entre fases, modelo H-35.

1,00	175,00	175,00

P15AH350 **ud CADENA DE AMARRE POLIMERICA**

Cadena de amarre avifauna polimérica, con alargardera, completamente montada e instalada, de la marca INAEL o similar.

6,00	56,39	338,34

P15AH300 **ud CERRAMIENTO ANTIESCALA PARA APOYO METALICO TIPO C**

Cerramiento antiescala para apoyo metalico de celosia tipo C, con una altura de 2.5m.

1,00	81,90	81,90

P15AC110 **ud CORTACIRCUITOS FUSIBLES XS**

Cortacircuitos de expulsion XS, CUT-OUT, con fusibles de calibre determinado, incluso soporte de sujecion de estas.

Fusibles 20A	3	3,00

3,00	165,10	495,30

P15AC100 **ud AUTOVALVULAS PARARRAYOS 18kV/10kA**

Autoválvulas pararrayos 10kA 18kV, de oxidos metalicos de la marca INAEL, completamente montada e instalada, incluso soporte de sujecion de estas.

3,00	214,78	644,34

P15AC085 **m CABLE DESNUDO DE COMPOSICION Al-Ac 47 AL1/8 ST-1A**

Conductor de composicion Al-Ac, desnudo, tipo 47 AL1/8 ST-1A, de la marca PIRELLI o similar, tendido y tensado

75,00	3,48	261,00

145 **ud PUESTA A TIERRA HERRAJES CONFIGURACION 30/30/5/42**

Puesta a tierra de herrajes en apoyo fin de línea, realizada con cable desnudo de sección 12 metros de cable de 50mm2 y 4 picas de 2m, 14 mm de espesor, de cobre, incluso mayazo electrosoldado, segun planos adjuntos.

1,00	109,64	109,64

123 **m. TUBO PROTECTOR 160mm**

Tubo PVC 160 mm rígido, espesor 1.2'' Canaldur, incluso capuchón termoretráctil tipo SEH 3 100-35, para bajada/subida de cable de media tensión.

5,00	3,90	19,50

TERM **ud JUEGO DE TERMINACIONES DE EXTERIOR P/CABLE 240mm2**

Terminacion de exterior retractil en frio, para cable de aislamiento seco hasta tensiones de 25kV y secciones de 95mm2 a 240mm2, para el paso de cable desnudo a cable asilado, de la marca 3M o similar.

1,00	65,54	65,54

FORRADE **ud PROTECCION AVIFAUNA ANTICOLISION Y ELECTROCUCION**

Forrado de las cadenas de amarre polimericas con avifauna, autovalvulas, XS y pasatapas del CTI,

incluyendo las siguientes acciones:

Forrado de las cadenas de amarre (cadenas y cable (1.5m)).... 6x40€

La partida incluye medios de elevacion, pequeño material, completamente montado y funcionando.

		1,00	240,00	240,00

BALIZAS 1 **ud MONTAJE BALIZAS SALVAPÁJAROS EN X POR VANO Y CIRCUITO 3 FASES**

Montaje de balizas salvapajaros en X, instaladas por vano, cada dispuestas alternativamente en cada conductor de fase cada 20 metros generando un efecto visual equivalente a una señal cada 10m.
Las balizas tipo cinta, tendran unas dimensiones de 5x35cm.
Salvapajaros a instalar: 270 / 20 x 3 = 42uds
Nota: La partida incluye medios de elevacion, pequeño material, carro de instalacion de reparto de baliza y elementos adicionales de acoplamiento, completamente montado y funcionando.

		3,00	9,40	28,20

TOTAL CAPÍTULO 2 LINEA AEREA MEDIA TENSION PRIVADA..... 3.290,76

CAPÍTULO 3 LÍNEA MEDIA TENSIÓN PRIVADA

P15AC070 **m. LÍNEA DE SECCION S:3x240mm2, RHZ1-20L Al 12/20kV**

Conductor de sección S:3x240mm2, RHZ1-2OL, 12/20kV para conexión entre el punto de entronque y el centro de transformacion subterraneo. Cable de aluminio electrolítico, clase 2 con obturación longitudinal. Con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE), y pantalla sobre el asilamiento de material semiconductor termoestable y pelable. Cubierta exterior de poliolefina libre de halógenos, color rojo.

LSMT	5		5,00
LSMT - 4	177		177,00
DESPUNTES	3	2,00	6,00

	188,00	18,25	3.431,00

BOTELLAS **ud CONECTOR APANTALLADO PARA PASATAPAS DE 400/630 A**

Botellas tipo T para la conexion del conductor a la salida de las celdas de linea

LSMT	3	3,00
LSMT	6	6,00

	9,00	78,50	706,50

ZANJA 1 **m. ZANJA DE DIMENSIONES MINIMAS 50x80cm**

Zanja de dimensiones mínimas 50cm. de ancho y 80cm. de profundidad, incluyendo excavación de zanja, asiento con 5cm. de arena, montaje de tubos de material termoplástico de 160mm. de diámetro, relleno con una capa de arena hasta una altura de 5cm. por encima de los tubos envolviéndolos completamente, con reposición de pavimento con parte proporcional de empalmes para cable, retirada y transporte a vertedero de los productos sobrantes de la excavación y pruebas de rigidez dieléctrica, totalmente instalada, transporte, montaje y conexionado.

CPM - CT	177	177,00
PASO A-S - CPM	5	5,00

	182,00	7,90	1.437,80

TOTAL CAPÍTULO 3 LÍNEA MEDIA TENSIÓN PRIVADA 5.575,30

CAPÍTULO 4 CENTRO DE PROTECCION Y MEDIDA PFU-5 (CPM) de 50kVA

PFU5 **ud Edificio de Transformación: PFU-4**

Edificio prefabricado constituido por una envolvente, de estructura monobloque, de hormigón armado, tipo pfu.4/30, de dimensiones generales aproximadas 4460 mm de largo por 2380 mm de fondo por 3045 mm de alto. Incluye el edificio y todos sus elementos exteriores según CEI 622171-202, transporte, montaje y accesorios.

	1,00	7.970,00	7.970,00

CM **ud Celda de Medida: cgmcosmos-M**

Módulo metálico, conteniendo en su interior debidamente montados y conexionados los aparatos y materiales adecuados, fabricado por ORMAZABAL con las siguientes características:
Un = 24 kV
Dimensiones: 800 mm / 1025 mm / 1740 mm
Se incluyen en la celda tres (3) transformadores de tensión y tres (3) transformadores de intensidad, para la medición de la energía eléctrica consumida, con las características detalladas en la Memoria.
Se incluyen el montaje y conexión.

	1,00	4.305,00	4.305,00

CPF **ud Celda de Protección General de Ruptofusible: cgmcosmos-P**

Protección General: cgmcosmos-p

Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL con las siguientes características:

Un = 24 kV
In = 400 A
Icc = 16 kA / 40 kA
Dimensiones: 470 mm / 735 mm / 1740 mm

Mando (fusibles): manual tipo BR

Se incluyen el montaje y conexión.

1,00	2.572,00	2.572,00

CRB **ud Celda de Remonte de Cables: cgmcosmos-RC**

Módulo metálico para protección del remonte de cables al embarrado general, fabricado por ORMAZABAL con las siguientes características:
Un = 24 kV
Dimensiones: 365 mm / 735 mm / 1740 mm
Se incluyen el montaje y conexión.

1,00	1.610,00	1.610,00

CL **ud Celda de linea: cgmcosmos-L**

Celda de linea CGMCOSMOS-L, módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL, con las siguientes características:

Un = 24 kV
In = 400 A
Icc = 16 kA / 40 kA
Dimensiones: 365 mm / 735 mm / 1740 mm
Mando: manual tipo B

Se incluyen el montaje y conexión.

2,00	1.780,00	3.560,00

PTEMT **ud Puentes MT Transformador: Cables MT 12/20 kV**

Cables MT 12/20 kV del tipo RHZ1-1OL, unipolares, con conductores de sección y material 1x95 Al empleando 3 de 10 m de longitud, y terminaciones EUROMOLD de 24 kV del tipo cono difusor y modelo OTK 224.

En el otro extremo son del tipo cono difusor y modelo OTK 224.

1,00	495,00	495,00

T50 **ud Transformador 50kVA en aceite de 15/B2 kV**

Transformador trifásico reductor de tensión marca ORMAZABAL, según las normas citadas en la Memoria con neutro accesible en el secundario, de potencia 50 kVA y refrigeración en aceite, de tensión primaria 15 kV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2), grupo de conexión DYN11, de tensión de cortocircuito de 4% y regulación primaria de +/-2.5%,+/-5%,+/-10%.

1,00	4.175,00	4.175,00

CBT2 **ud Cuadro BT - B2 Transformador Interruptor en Carga**

Cuadro de BT especialmente diseñado para esta aplicación con las siguientes características:

Interruptor manual de corte en carga de 400 A .
Salidas formadas por bases portafusibles: 1 Salida
Tensión nominal: 440 V
Aislamiento: 10 kV
Dimensiones:
Alto: 800 mm
Ancho: 600 mm
Fondo: 300 mm

1,00	1.270,00	1.270,00

MEDIDA **ud Equipo de Medida de Energía**

Contador tarificador electrónico multifunción, registrador electrónico y regleta de verificación.

1,00	1.920,00	1.920,00

78965 **ud TIERRA DE PROTECCION INTERIOR**

Tierras Interiores Proteccion Transformación: Instalación de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, con el conductor de cobre desnudo, grapado a la pared, y conectado a los equipos de MT y demás aparamenta de este edificio, así como una caja general de tierra de protección según las normas de la compañía suministradora y planos adjuntos.

1,00	545,00	545,00

65478 **ud TIERRA DE SERVICIO INTERIOR**

Tierras Interiores de Servicio Transformación (NEUTRO): Instalación de puesta a tierra de servicio en el edificio de transformación, con el conductor de cobre aislado, grapado a la pared, y conectado al neutro de BT, así como una caja general de tierra de servicio según las normas de la compañía suministradora y planos adjuntos.

1,00	497,50	497,50

320 **ud TIERRA DE PROTECCION EXTERIOR**

Tierras Exteriores Prot Transformación: Instalación exterior de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, debidamente montada y conexionada, empleando conductor de cobre desnudo.
El conductor de cobre está unido a picas de acero cobreado de 14 mm de diámetro.
Características:
Geometría: Anillo rectangular
Profundidad: 0,5 m
Número de picas: cuatro
Longitud de picas: 2 metros
Dimensiones del rectángulo: 5.0x3.0 m

1,00	854,87	854,87

023 **ud TIERRA DE SERVICIO EXTERIOR**

Tierra de servicio o neutro del transformador. Instalación exterior realizada con cobre aislado con el mismo tipo de materiales que las tierras de protección.
Características:
Geometría: Picas alineadas
Profundidad: 0,5 m
Número de picas: tres
Longitud de picas: 2 metros
Distancia entre picas: 3 metros

1,00	418,88	418,88

DEF **ud Defensa de Transformador: Protección física transformador**

Protección metálica para defensa del transformador. La defensa incluye una cerradura enclavada con la celda de protección del transformador correspondiente.

1,00	170,00	170,00

ILUM **ud Iluminación Edificio de Transformación: Equipo de iluminación**

Equipo de iluminación compuesto de:
Equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en los equipos de MT.
Equipo autónomo de alumbrado de emergencia y señalización de la salida del local.

1,00	450,00	450,00

SEG **ud Maniobra de Transformación: Equipo de seguridad y maniobra**

Equipo de operación que permite tanto la realización de maniobras con aislamiento suficiente para proteger al personal durante la operación, tanto de maniobras como de mantenimiento, compuesto por:
Banquillo aislante
Par de guantes aislantes
Una palanca de accionamiento
Armario de primeros auxilios

1,00	390,00	390,00

TOTAL CAPÍTULO 4 CENTRO DE PROTECCION Y MEDIDA PFU-5 (CPM) de 50kVA..... 31.203,25

CAPÍTULO 5 CENTRO TRANSFORMACION Y MEDIDA 250kVA PFU-4

PFU5 **ud Edificio de Transformación: PFU-4**

Edificio prefabricado constituido por una envolvente, de estructura monobloque, de hormigón armado, tipo Pfu 4/30, de dimensiones generales aproximadas 4460 mm de largo por 2380 mm de fondo por 3045mm de alto. Incluye el edificio y todos sus elementos exteriores según CEI 622171-202, transporte, montaje y accesorios.

1,00	7.970,00	7.970,00

CPF **ud Celda de Protección General de Ruptofusible: cgmcosmos-P**

Protección General: cgmcosmos-p

Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL con las siguientes características:

Un = 24 kV
In = 400 A
Icc = 16 kA / 40 kA
Dimensiones: 470 mm / 735 mm / 1740 mm

Mando (fusibles): manual tipo BR

Se incluyen el montaje y conexión.

1,00	2.572,00	2.572,00

CL **ud Celda de linea: cgmcosmos-L**

Celda de linea CGMCOSMOS-L, módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL, con las siguientes características:

Un = 24 kV
In = 400 A
Icc = 16 kA / 40 kA
Dimensiones: 365 mm / 735 mm / 1740 mm
Mando: manual tipo B

Se incluyen el montaje y conexión.

1,00	1.780,00	1.780,00

PTEMT **ud Puentes MT Transformador: Cables MT 12/20 kV**

Cables MT 12/20 kV del tipo RHZ1-1OL, unipolares, con conductores de sección y material 1x95 Al empleando 3 de 10 m de longitud, y terminaciones EUROMOLD de 24 kV del tipo cono difusor y modelo OTK 224.

En el otro extremo son del tipo cono difusor y modelo OTK 224.

1,00	495,00	495,00

T250 **UD Transformador 250kVA en aceite de 15/B2 kV**

Transformador trifásico reductor de tensión marca ORMAZABAL, según las normas citadas en la Memoria con neutro accesible en el secundario, de potencia 250 kVA y refrigeración en aceite, de tensión primaria 15 kV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2), grupo de conexión DYN11, de tensión de cortocircuito de 4% y regulación primaria de +/-2.5%,+/-5%,+/-10%.

1,00	6.790,00	6.790,00

CBT2 **ud Cuadro BT - B2 Transformador Interruptor en Carga**

Cuadro de BT especialmente diseñado para esta aplicación con las siguientes características:

Interruptor manual de corte en carga de 400 A .
Salidas formadas por bases portafusibles: 1 Salida
Tensión nominal: 440 V
Aislamiento: 10 kV
Dimensiones:
Alto: 800 mm
Ancho: 600 mm
Fondo: 300 mm

1,00	1.270,00	1.270,00

PTEBT **ud Puentes BT - B2 Transformador: Puentes BT - B2 Transformador**

Juego de puentes de cables de BT,de sección y material 0,6/1 kV tipo RZ1 de 1x240Al sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 5xfase+5xneutro de 3,0 m de longitud

1,00	1.096,00	1.096,00

78965 **ud TIERRA DE PROTECCION INTERIOR**

Tierras Interiores Proteccion Transformación: Instalación de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, con el conductor de cobre desnudo, grapado a la pared, y conectado a los equipos de MT y demás aparamenta de este edificio, así como una caja general de tierra de protección

según las normas de la compañía suministradora y planos adjuntos.

		1,00	545,00	545,00

65478 **ud TIERRA DE SERVICIO INTERIOR**

Tierras Interiores de Servicio Transformación (NEUTRO): Instalación de puesta a tierra de servicio en el edificio de transformación, con el conductor de cobre aislado, grapado a la pared, y conectado al neutro de BT, así como una caja general de tierra de servicio según las normas de la compañía suministradora y planos adjuntos.

		1,00	497,50	497,50

320 **ud TIERRA DE PROTECCION EXTERIOR**

Tierras Exteriores Prot Transformación: Instalación exterior de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, debidamente montada y conexionada, empleando conductor de cobre desnudo. El conductor de cobre está unido a picas de acero cobreado de 14 mm de diámetro.
Características:
Geometría: Anillo rectangular
Profundidad: 0,5 m
Número de picas: cuatro
Longitud de picas: 2 metros
Dimensiones del rectángulo: 5.0x3.0 m

		1,00	854,87	854,87

023 **ud TIERRA DE SERVICIO EXTERIOR**

Tierra de servicio o neutro del transformador. Instalación exterior realizada con cobre aislado con el mismo tipo de materiales que las tierras de protección.
Características:
Geometría: Picas alineadas
Profundidad: 0,5 m
Número de picas: tres
Longitud de picas: 2 metros
Distancia entre picas: 3 metros

		1,00	418,88	418,88

DEF **ud Defensa de Transformador: Protección física transformador**

Protección metálica para defensa del transformador. La defensa incluye una cerradura enclavada con la celda de protección del transformador correspondiente.

		1,00	170,00	170,00

ILUM **ud Iluminación Edificio de Transformación: Equipo de iluminación**

Equipo de iluminación compuesto de:
Equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en los equipos de MT.
Equipo autónomo de alumbrado de emergencia y señalización de la salida del local.

		1,00	450,00	450,00

SEG **ud Maniobra de Transformación: Equipo de seguridad y maniobra**

Equipo de operación que permite tanto la realización de maniobras con aislamiento suficiente para proteger al personal durante la operación, tanto de maniobras como de mantenimiento, compuesto por:
Banquillo aislante
Par de guantes aislantes
Una palanca de accionamiento
Armario de primeros auxilios

		1,00	390,00	390,00

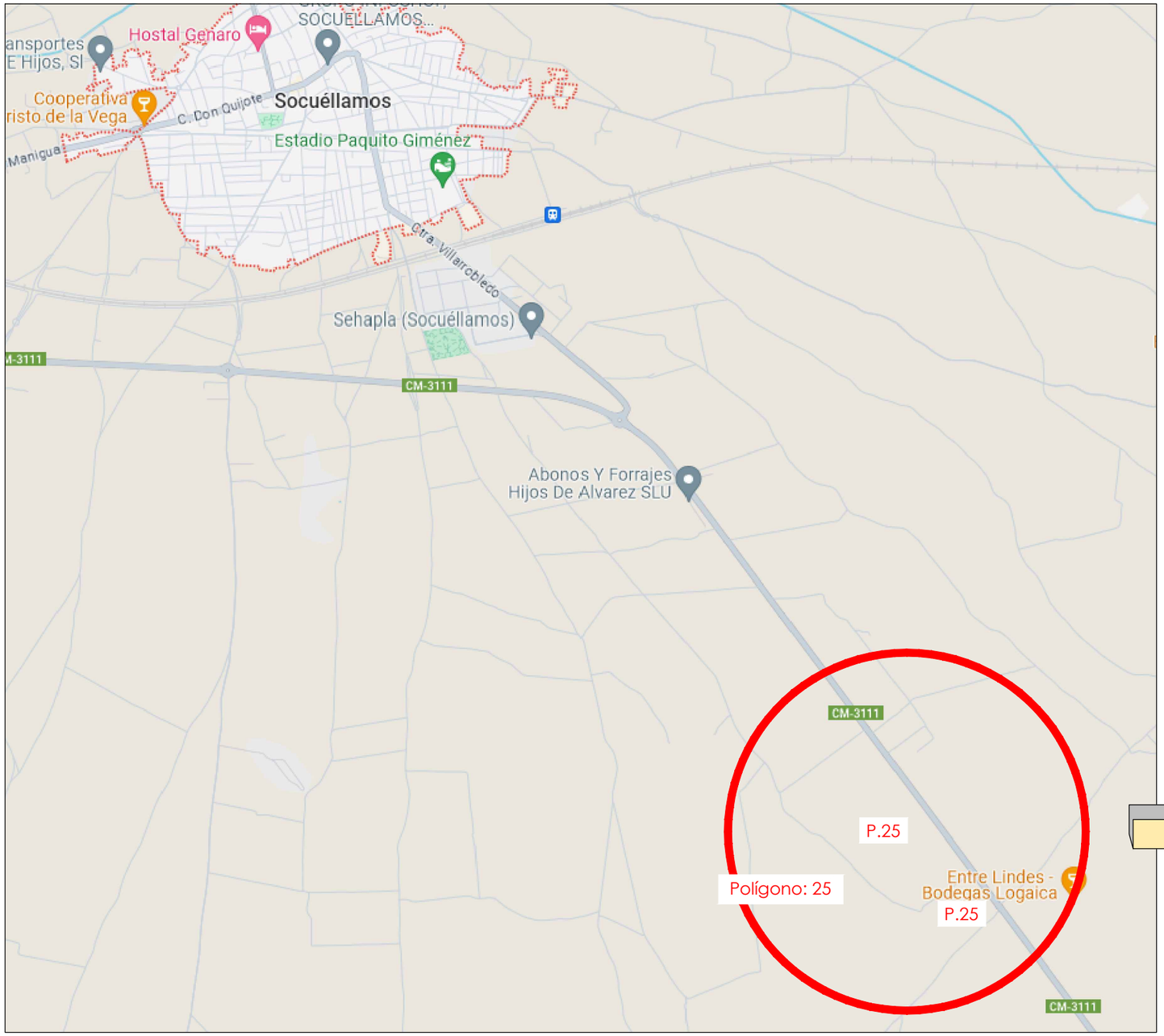
TOTAL CAPÍTULO 5 CENTRO TRANSFORMACION Y MEDIDA 250kVA PFU-4..... 25.299,25

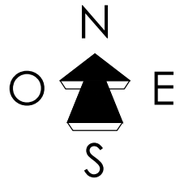
TOTAL..... 72.842,88

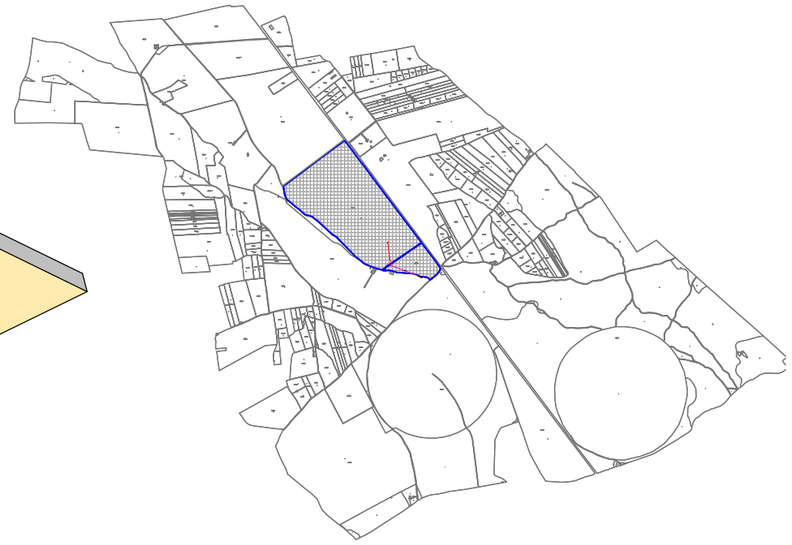
6. PLANOS

Se adjuntan a este proyecto los siguientes planos, indicando su nombre y contenido:

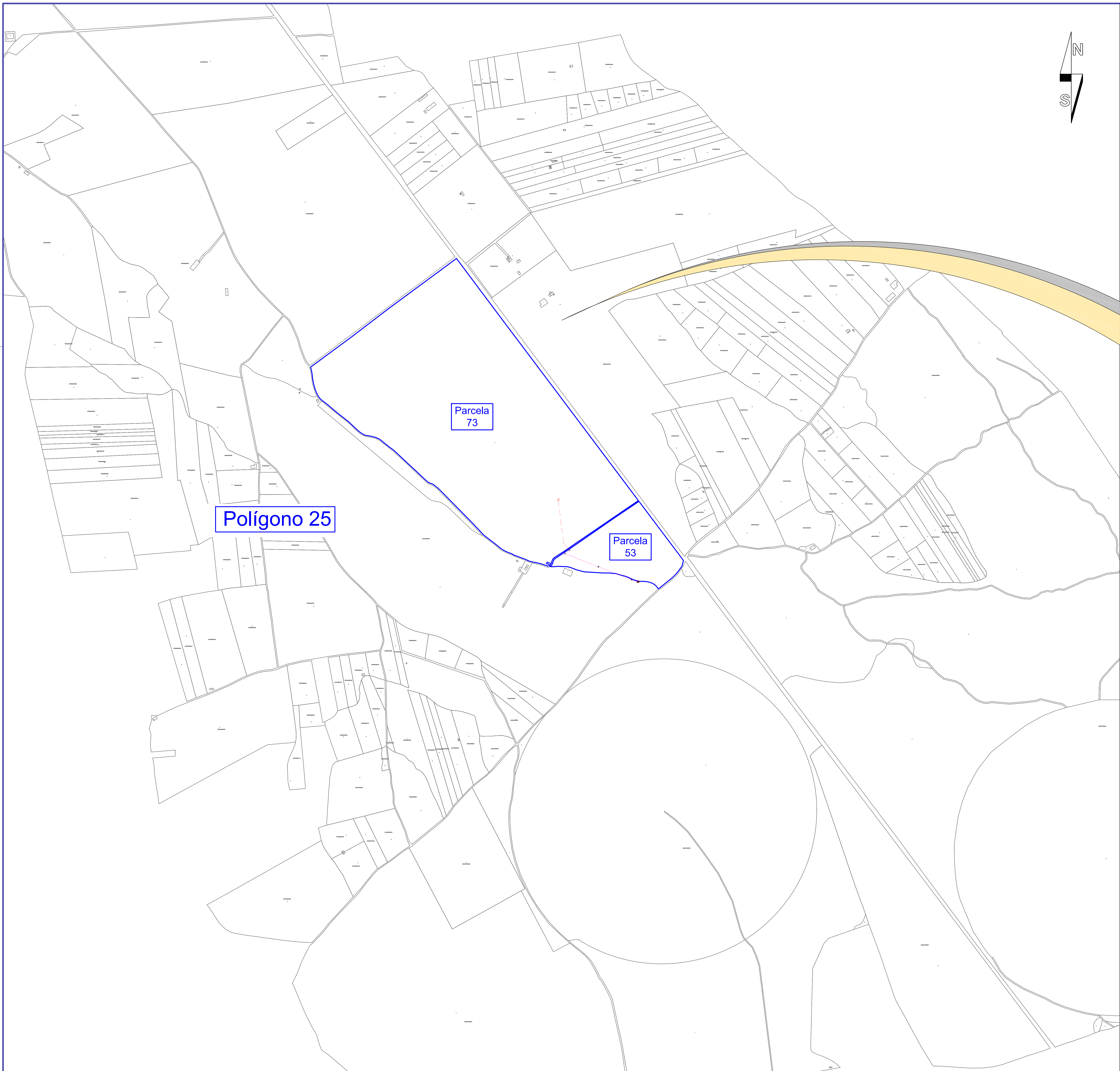
PLANO 1 – SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO.
PLANO 2 – EMPLAZAMIENTO DE LA INSTALACION.
PLANO 3 – PLANTA GENERAL. ACOMETIDA ELÉCTRICA DE MEDIA TENSIÓN.
PLANO 4 – PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL
PLANO 5 – CT 50KVA. PFU-4
PLANO 6 – CT 50KVA. INSTALACIÓN ELECTRICA
PLANO 7 – CT 250KVA. PFU-4
PLANO 8 – CT 250KVA. INSTALACIÓN ELECTRICA. ESQUEMA UNIFILAR DE MT
PLANO 9 – DETALLES DE MT
PLANO 10 – DETALLES DEL PASO AÉREO A SUBTERANEO. PUESTA A TIERRA.







ARCHIVO: 24-3116	Titular: LA MANCHA FARMS PISTACHOS, S.L. Situación: Poligono: 25, Parcela: 53 y 73 (paraje la Losilla) 13630. SOCUÉLLAMOS (C. Real)	ESCALAS: S/E	Igisa, S.L. C/ Canalejas 5. TOMELLOSO (C. Real) Tfno. 926 50 11 70 — INGENIERÍA DE GESTIÓN Y SERV. ADMINISTRATIVOS
REVISIÓN: 00	PLANO: SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO	PLANO Nº: 01	PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN MEDIA TENSIÓN PARA PLANTA DE PROCESADO DE PISTACHOS EN EL TM. DE SOCUÉLLAMOS (C. REAL)
DIBUJADO: J. Cano / FECHA: FEB. 24			EL INGENIERO INDUSTRIAL C.O.I.I.M. Colegiado nº: 13199 Fernando TORRES CRESPO



PARCELARIO CATASTRAL

PARCELAS AFECTADAS

ARCHIVO: 24-3116	Titular: LA MANCHA FARMS PISTACHOS, S.L. Situación: Poligono: 25, Parcela: 53 y 73 (paraje la Losilla) 13630. SOCUÉLLAMOS (C. Real)	ESCALAS: 1/10.000	Igisa, S.L. C/ Canalejas 5. TOMELLOSO (C. Real) Tfno. 926 50 11 70 — INGENIERÍA DE GESTIÓN Y SERV. ADMINISTRATIVOS
REVISIÓN: 00	PLANO: EMPLAZAMIENTO DE LA INSTALACIÓN	PLANO Nº: 02	PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN MEDIA TENSIÓN PARA PLANTA DE PROCESADO DE PISTACHOS EN EL TM. DE SOCUÉLLAMOS (C. REAL)
DIBUJADO: J. Cano — FECHA: FEB. 24			EL INGENIERO INDUSTRIAL C.O.I.I.M. Colegiado nº: 13199 — Fernando TORRES CRESPO

C.T. SOLICITUD
EXP928223040120

LINEA RETRANQUEO

CARRETERA CM-3111

CAMINO LA LOSILLA

LINEA ELECTRICA

CT 250kVA
PFU-4

LSMT 2
S:3x240m^2; Long: 177m
RHZ1-2OL, 12/20kV
Enterrada bajo tubo 160mm

CPM
50kVA

LSMT 1
S:3x240m^2; Long: 5m
RHZ1-2OL, 12/20kV
Enterrada bajo tubo 160mm

Apoyo 4:
C-2000-12 daN
H-35
Cadena de Amarre
Paso A-S (XS(20A)+Autovalvulas 18kV/10kA)

Apoyo 2:
HV-11-250 daN
B-1
Cadena de Suspensión

Apoyo 3:
C-2000-12 daN
H-35
Cadena de Amarre
Cruceta Derivación LAMT
Seccionadores SXS

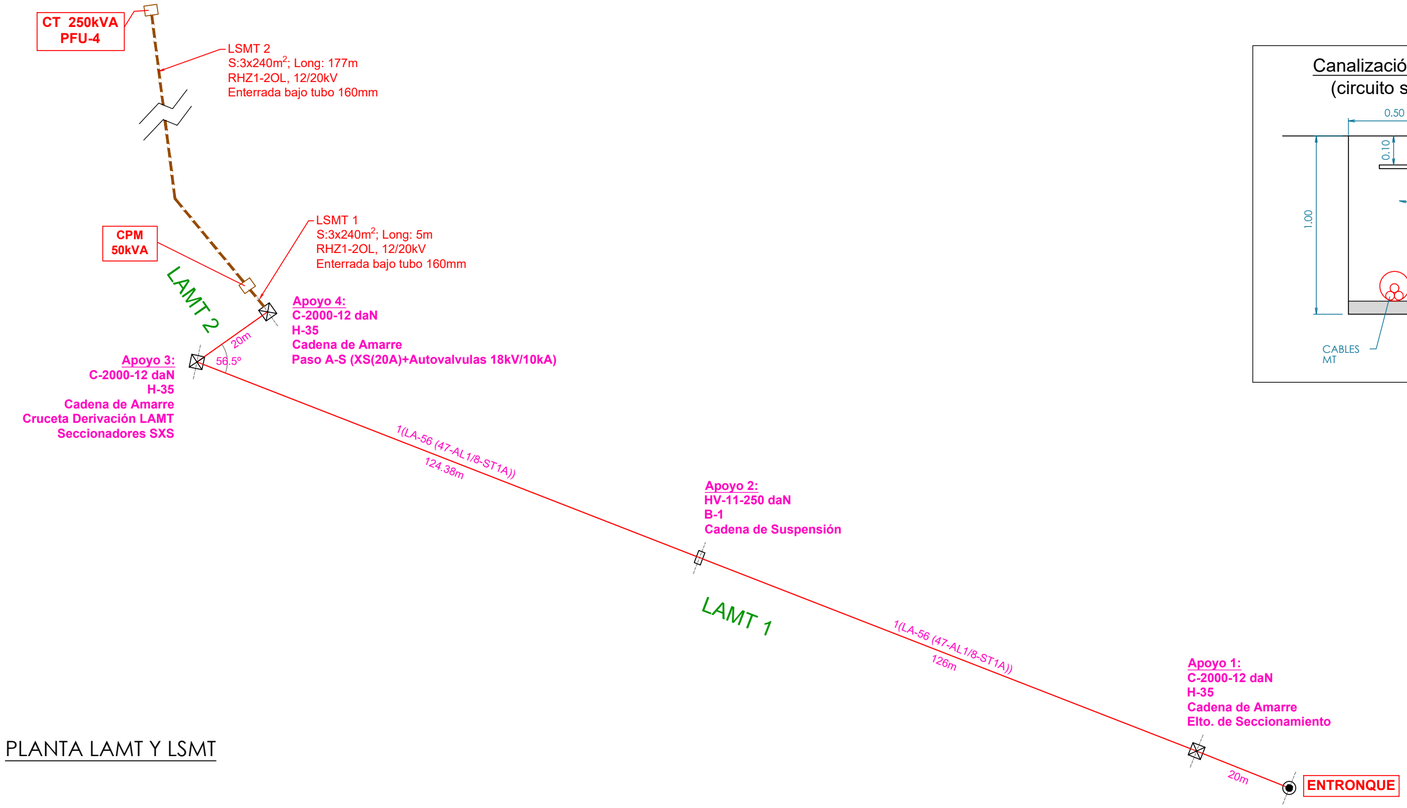
Apoyo 1:
C-2000-12 daN
H-35
Cadena de Amarre
Elto. de Seccionamiento

LAMT
PROYECTADA

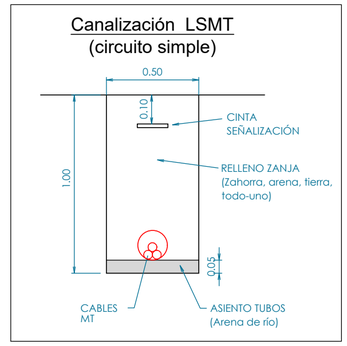
ENTRONQUE

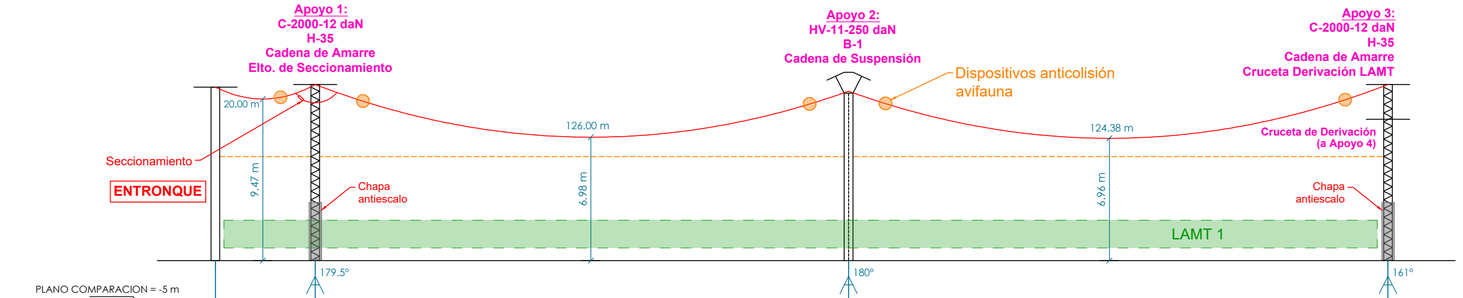
53

ARCHIVO: 24-3116	Titular: LA MANCHA FARMS PISTACHOS, S.L. Situación: Polígono: 25, Parcela: 53 y 73 (paraje la Losilla) 13630. SOCUÉLLAMOS (C. Real)	ESCALAS: 1/1500	Igisa, S.L. C/ Comisario S. TOMELLOSO (C. Real) Tfno.: 926 50 11 70 — INGENIERÍA DE GESTIÓN Y SERV. ADMINISTRATIVOS
REVISIÓN: 00	PLANO: PLANTA GENERAL DE LA INSTALACIÓN	PLANO Nº: 03	PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN MEDIA TENSIÓN PARA PLANTA DE PROCESADO DE PISTACHOS EN EL TM. DE SOCUÉLLAMOS (C. REAL)
DIBUJADO: J. Cano — FECHA: FEB. 24			EL INGENIERO INDUSTRIAL C.O.I.I.M. Colegiado nº: 13199 — Fernando TORRES CRESPO



PLANTA LAMT Y LSMT

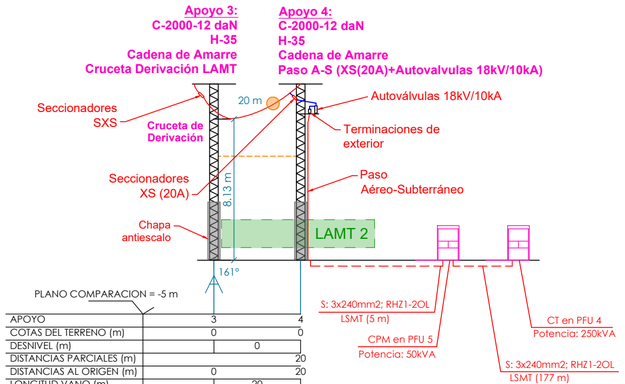




PLANO COMPARACION = -5 m

APOYO	0	1	2	3
COTAS DEL TERRENO (m)	0	0	0	0
DESNIVEL (m)	0	0	0	
DISTANCIAS PARCIALES (m)		20	126	124.38
DISTANCIAS AL ORIGEN (m)	0	20	146	270.38
LONGITUD VANO (m)	20	126	124.38	
ZONA	B	B	B	

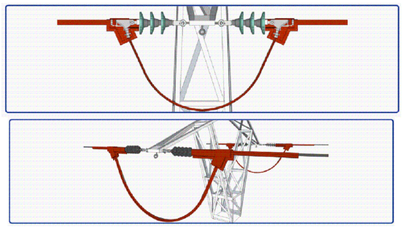
PERFIL LONGITUDINAL LAMT 1 y 2

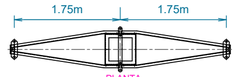


PLANO COMPARACION = -5 m

APOYO	3	4
COTAS DEL TERRENO (m)	0	0
DESNIVEL (m)	0	
DISTANCIAS PARCIALES (m)		20
DISTANCIAS AL ORIGEN (m)	0	20
LONGITUD VANO (m)	20	
ZONA	B	

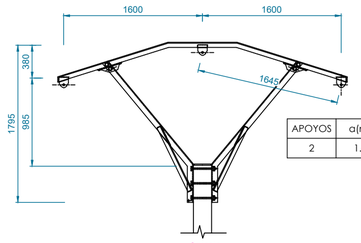
PERFIL LONGITUDINAL LAMT 3



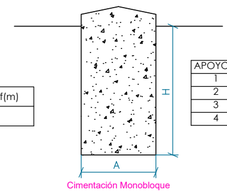


Nota: Las crucetas deberán elegirse para que soporten los esfuerzos (horizontales, cargas verticales), obtenidos en el anexo de cálculo.

APOYOS	a(m)
1	1.75
3	1.75
4	1.75

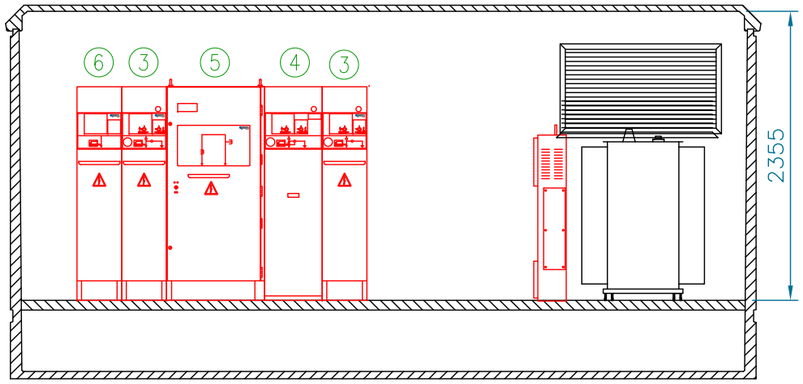


APOYOS	a(m)	b(m)	c(m)	d(m)	e(m)	f(m)
2	1.6	0.45	0.6	0.75	1.1	

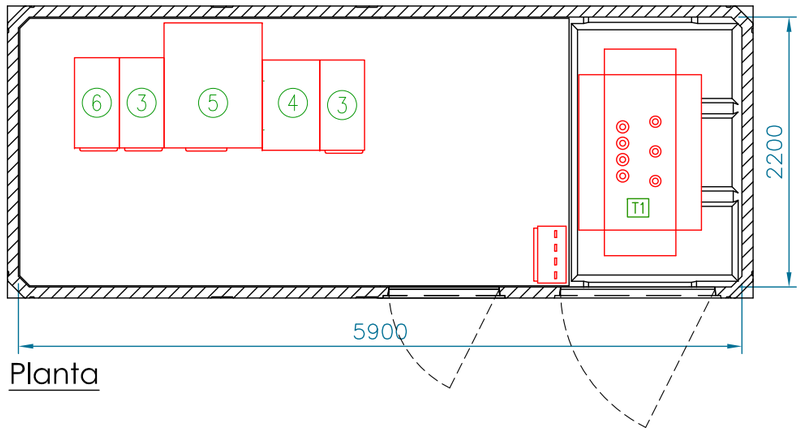


APOYOS	A(m)	H(m)
1	1.2	2.1
2	0.59	1.6
3	1.2	2.1
4	0.59	1.6

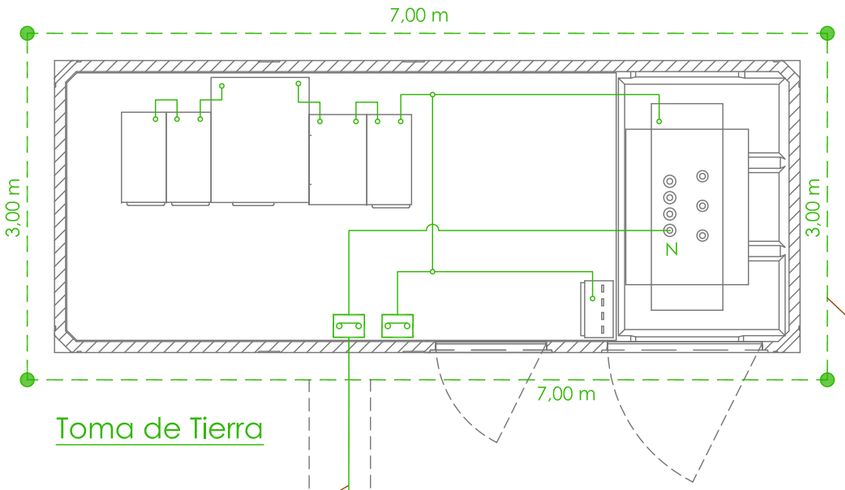
ARCHIVO: 24-3116	Titular: LA MANCHA FARMS PISTACHOS, S.L. Situación: Polígono: 25, Parcela: 53 y 73 (paraje la Losilla) 13630. SOCUÉLLAMOS (C. Real)	ESCALAS: 1/1000	Igisa, S.L. C/ Consejo 3, TOMELLOSO (C. Real) Tfno.: 926 50 11 76 — INGENIERÍA DE GESTIÓN Y SERV. ADMINISTRATIVOS
REVISIÓN: 00	PLANO: PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL LAMT	PLANO Nº: 04	PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN MEDIA TENSIÓN PARA PLANTA DE PROCESADO DE PISTACHOS EN EL TM. DE SOCUÉLLAMOS (C. REAL)
DIBUJADO: J. Cano — FECHA: FEB. 24			EL INGENIERO INDUSTRIAL C.O.I.I.M. Colegiado nº: 13199 — Fernando TORRES CRESPO



Sección



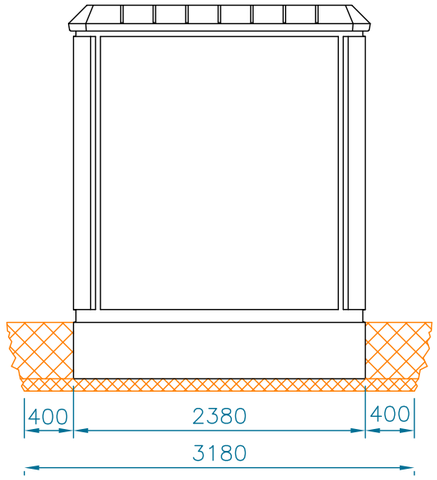
Planta



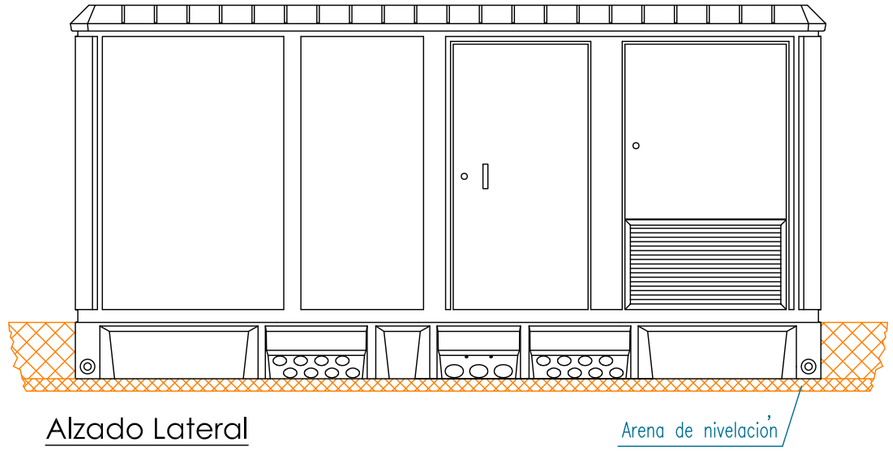
Toma de Tierra

CU DESNUDO 50 mm2
TIERRA DE SERVICIO
UNESA - Neutro= 5/22

TIERRA DE PROTECCIÓN (HERRAJES)
CU DESNUDO 50 mm2
UNESA - Herrajes= 70-25/5/42



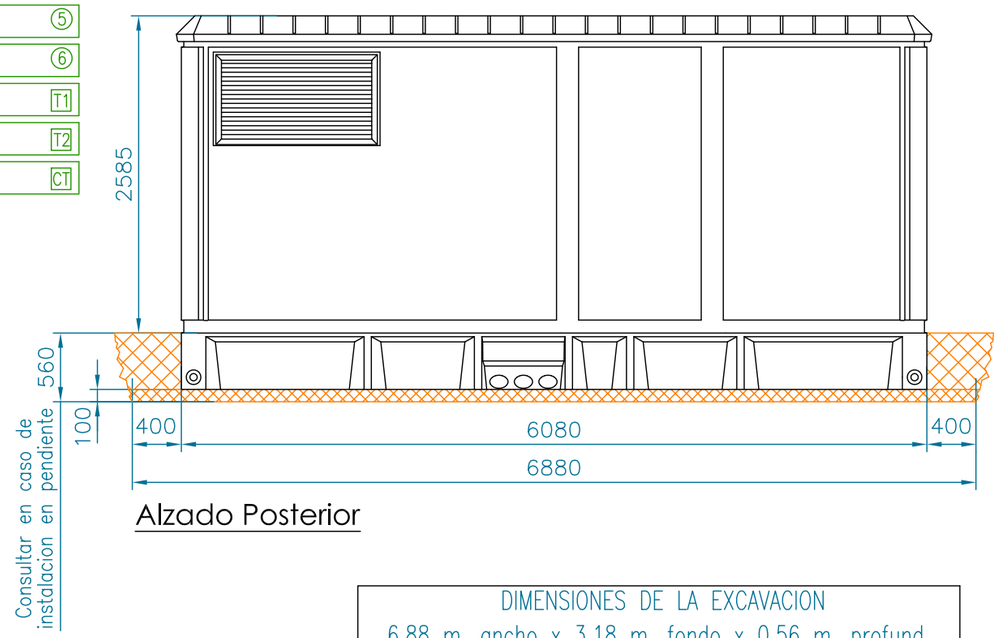
Alzado Frontal



Alzado Lateral

LEYENDA

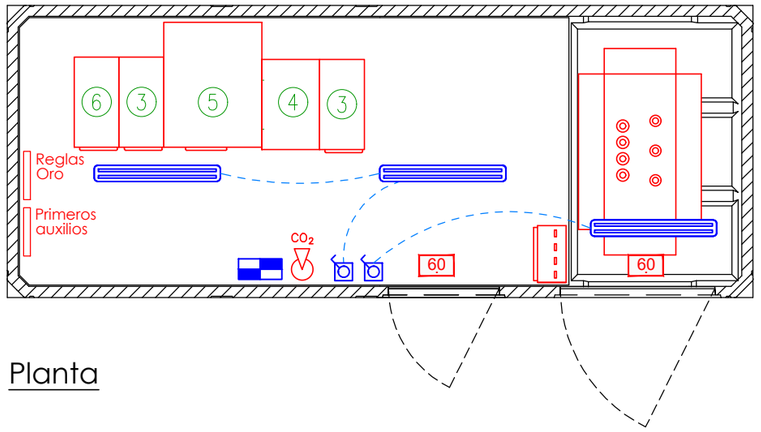
CELDA DE LINEA DE ENTRADA 24 kV	③
CELDA DE PROTECCIÓN DE CON RUPTOFUSIBLES 24 kV	④
CELDA DE MEDIDA (3+3) Verif. 24kV	⑤
CELDA DE REMONTE DE BARRAS DE ENTRADA 24 kV	⑥
TRANSFORMADOR 50kVA 15/B2 kV ACEITE	T1
TRANSFORMADOR 250kVA 15/B2 kV ACEITE	T2
CAJON TELECONTROL	CT



Alzado Posterior

DIMENSIONES DE LA EXCAVACION
6.88 m. ancho x 3.18 m. fondo x 0.56 m. profund.

ARCHIVO: 24-3116	Titular: LA MANCHA FARMS PISTACHOS, S.L. Situación: Poligono: 25, Parcela: 53 y 73 (paraje la Losilla) 13630. SOCUÉLLAMOS (C. Real)	ESCALAS: 1/50	Igisa, S.L. C/ Candelejos 5. TOMELLOSO (C. Real) Tfno. 926 50 11 70 — INGENIERÍA DE GESTIÓN Y SERV. ADMINISTRATIVOS
REVISIÓN: 00	PLANO: CT 50 kVA PFU-5	PLANO Nº: 05	PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN MEDIA TENSIÓN PARA PLANTA DE PROCESADO DE PISTACHOS EN EL TM. DE SOCUÉLLAMOS (C. REAL)
DIBUJADO: J. Cano — FECHA: FEB. 24			EL INGENIERO INDUSTRIAL C.O.I.I.M. Colegiado nº: 13199 — Fernando TORRES CRESPO



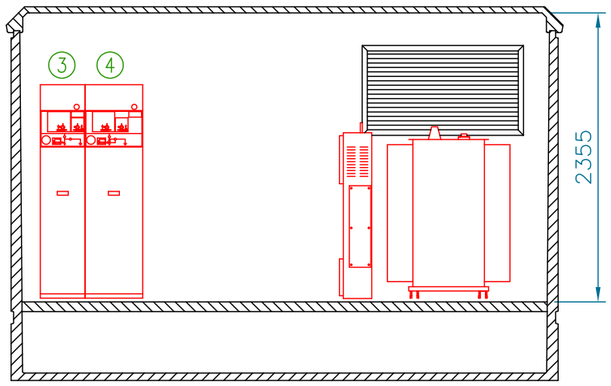
Planta

LEYENDA SIMBOLOGÍA ELECTRICIDAD	
	LUMINARIA ESTANCA DE SUPERFICIE TIPO LED 40W
	INTERRUPTOR UNIPOLAR ESTANCO.
60	EMERGENCIA ESTANCA 60 LÚMENES.
CO_2	EXTINTOR 89B
	GUANTES AISLANTES, BANQUETA

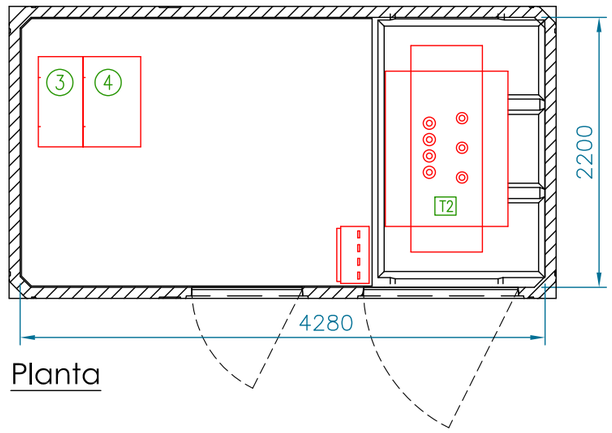
LEYENDA

CELDA DE LINEA DE ENTRADA 24 kV	3
CELDA DE PROTECCIÓN DE CON RUPTOFUSIBLES 24 kV	4
CELDA DE MEDIDA (3+3) Verif. 24kV	5
CELDA DE REMONTE DE BARRAS DE ENTRADA 24 kV	6
TRANSFORMADOR 50kVA 15/B2 kV ACEITE	T1
TRANSFORMADOR 250kVA 15/B2 kV ACEITE	T2
CAJON TELECONTROL	CT

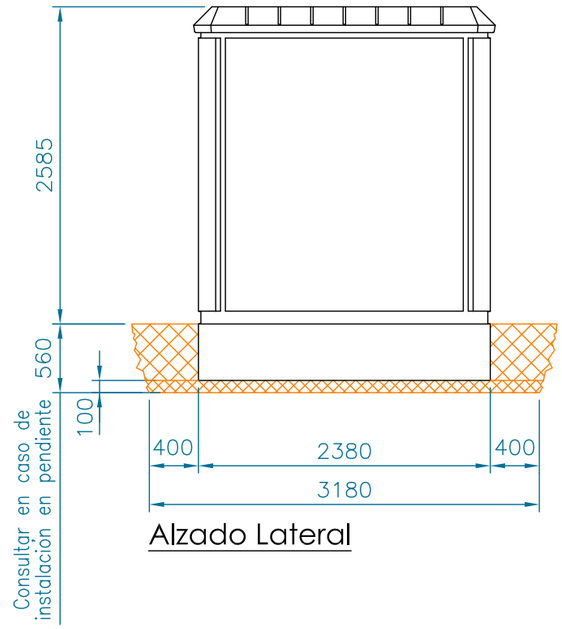
ARCHIVO: 24-3116	Titular: LA MANCHA FARMS PISTACHOS, S.L. Situación: Polígono: 25, Parcela: 53 y 73 (paraje la Losilla) 13630. SOCUÉLLAMOS (C. Real)	ESCALAS: 1/50	Igisa, S.L. C/ Candilejas 5. TOMELLOSO (C. Real) Tfno. 926 50 11 70 — INGENIERÍA DE GESTIÓN Y SERV. ADMINISTRATIVOS
REVISIÓN: 00	PLANO: CT 50 kVA. PFU-5 INSTALACIÓN ELÉCTRICA	PLANO Nº: 06	PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN MEDIA TENSIÓN PARA PLANTA DE PROCESADO DE PISTACHOS EN EL TM. DE SOCUÉLLAMOS (C. REAL)
DIBUJADO: J. Cano / FECHA: FEB. 24			EL INGENIERO INDUSTRIAL C.O.I.I.M. Colegiado nº: 13199 Fernando TORRES CRESPO



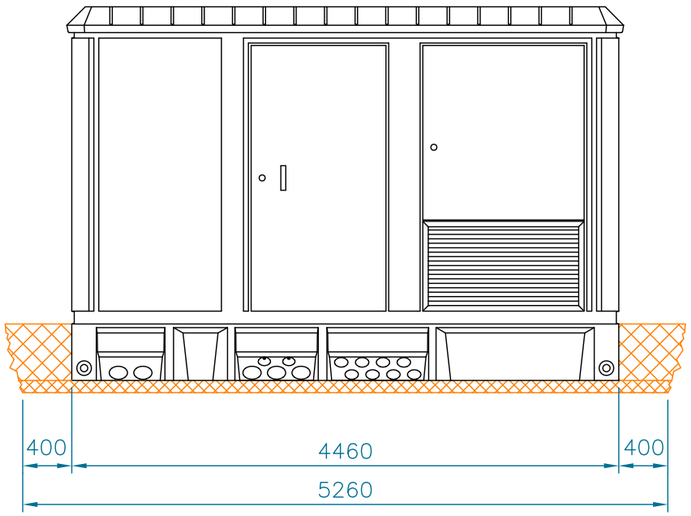
Sección



Planta



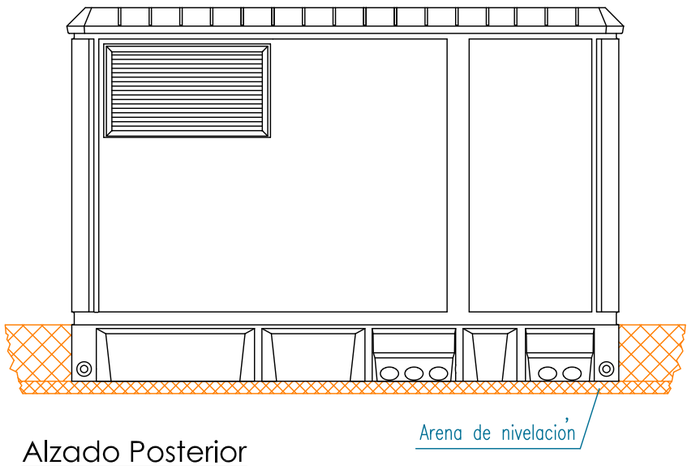
Alzado Lateral



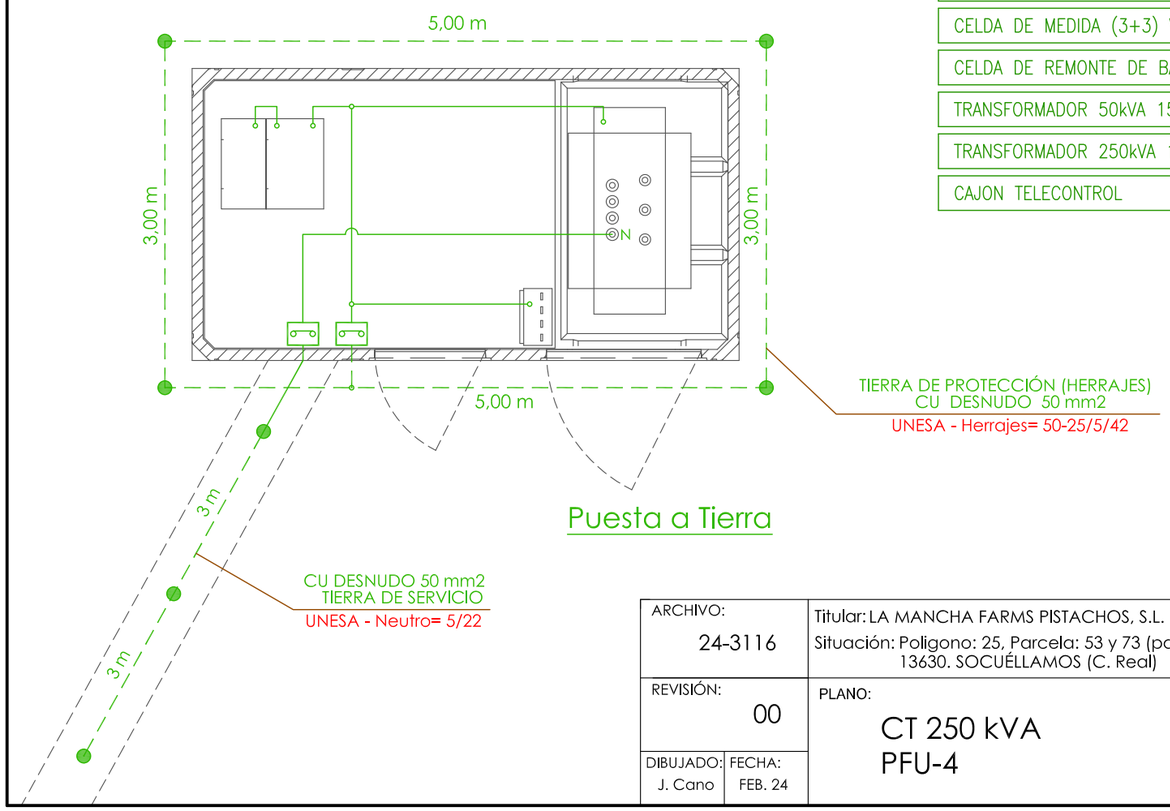
Alzado Frontal

LEYENDA

CELDA DE LINEA DE ENTRADA 24 kV	3
CELDA DE PROTECCIÓN DE CON RUPTOFUSIBLES 24 kV	4
CELDA DE MEDIDA (3+3) Verif. 24kV	5
CELDA DE REMONTE DE BARRAS DE ENTRADA 24 kV	6
TRANSFORMADOR 50kVA 15/B2 kV ACEITE	T1
TRANSFORMADOR 250kVA 15/B2 kV ACEITE	T2
CAJON TELECONTROL	CT



Alzado Posterior

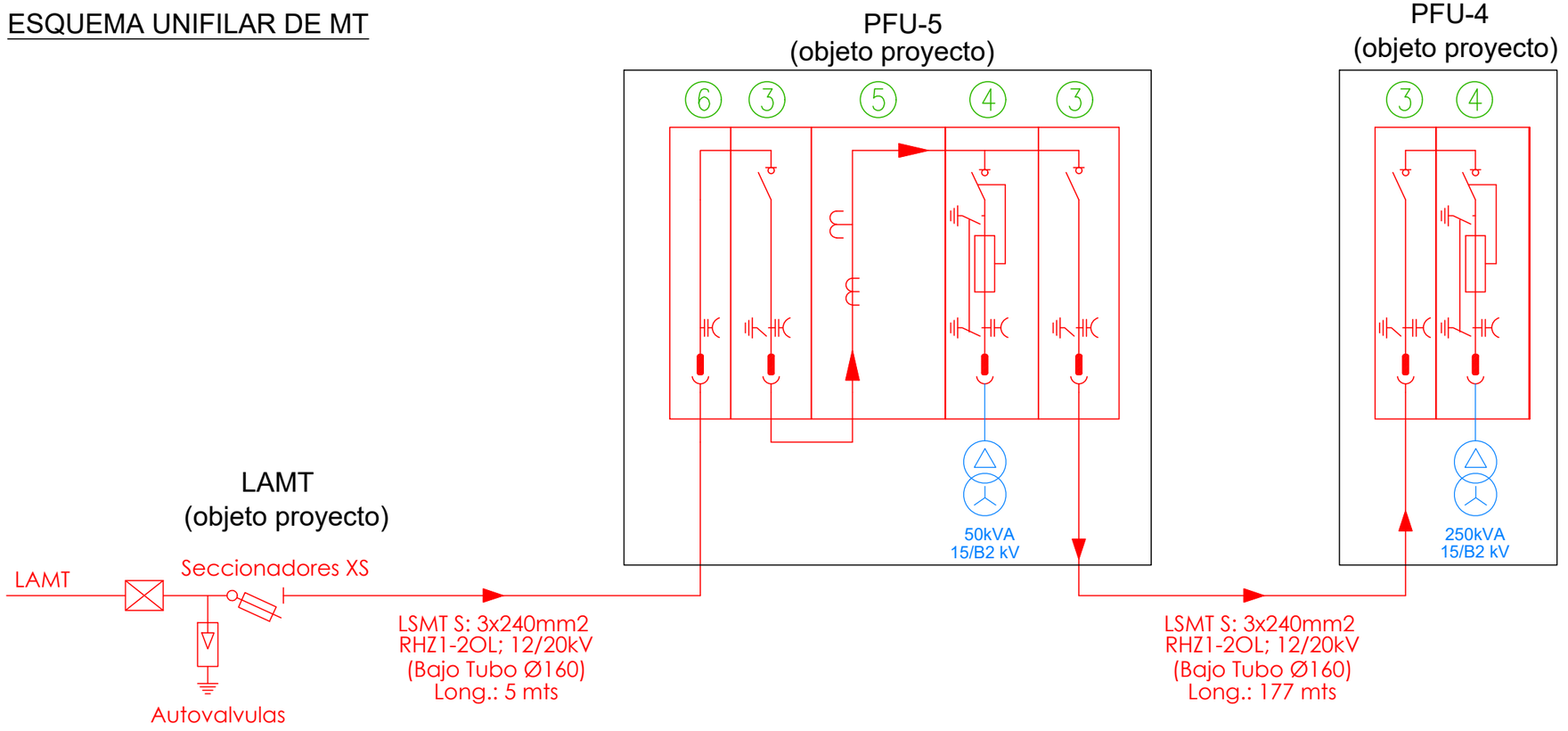


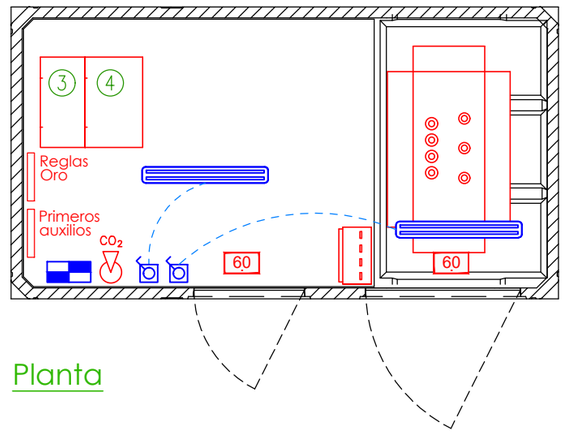
Puesta a Tierra

DIMENSIONES DE LA EXCAVACION
5.26 m. ancho x 3.18 m. fondo x 0.56 m. profund.

ARCHIVO: 24-3116	Titular: LA MANCHA FARMS PISTACHOS, S.L. Situación: Poligono: 25, Parcela: 53 y 73 (paraje la Losilla) 13630. SOCUÉLLAMOS (C. Real)	ESCALAS: 1/50	Igisa, S.L. C/ Canalejas 5. TOMELLOSO (C. Real) Tfno.: 926 50 11 70 — INGENIERÍA DE GESTIÓN Y SERV. ADMINISTRATIVOS
REVISIÓN: 00	PLANO: CT 250 kVA PFU-4	PLANO Nº: 07	PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN MEDIA TENSIÓN PARA PLANTA DE PROCESADO DE PISTACHOS EN EL TM. DE SOCUÉLLAMOS (C. REAL)
DIBUJADO: J. Cano — FECHA: FEB. 24			EL INGENIERO INDUSTRIAL C.O.I.I.M. Colegiado nº: 13199 Fernando TORRES CRESPO

ESQUEMA UNIFILAR DE MT





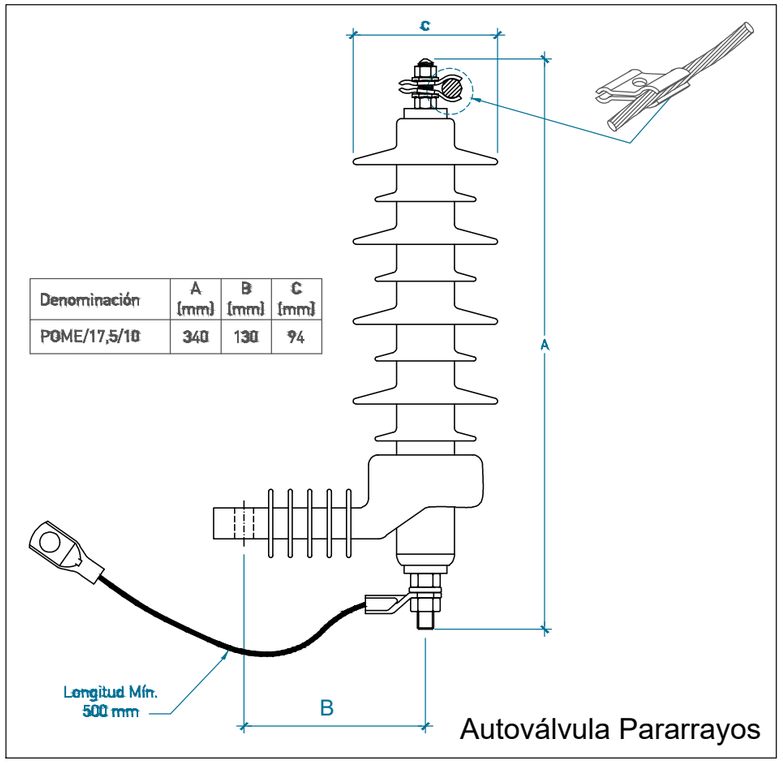
Planta

LEYENDA SIMBOLOGÍA ELECTRICIDAD	
	LUMINARIA ESTANCA DE SUPERFICIE TIPO LED 40W
	INTERRUPTOR UNIPOLAR ESTANCO.
60	EMERGENCIA ESTANCA 60 LÚMENES.
CO2	EXTINTOR 89B
	GUANTES AISLANTES, BANQUETA

LEYENDA

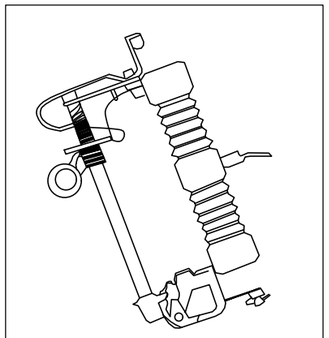
CELDA DE LINEA DE ENTRADA 24 kV	3
CELDA DE PROTECCIÓN DE CON RUPTOFUSIBLES 24 kV	4
CELDA DE MEDIDA (3+3) Verif. 24kV	5
CELDA DE REMONTE DE BARRAS DE ENTRADA 24 kV	6
TRANSFORMADOR 50kVA 15/B2 kV ACEITE	T1
TRANSFORMADOR 250kVA 15/B2 kV ACEITE	T2
CAJON TELECONTROL	CT

ARCHIVO: 24-3116	Titular: LA MANCHA FARMS PISTACHOS, S.L. Situación: Polígono: 25, Parcela: 53 y 73 (paraje la Losilla) 13630. SOCUÉLLAMOS (C. Real)	ESCALAS: 1/50	Igisa, S.L. C/ Canalejas 5, TOMELLOSO (C. Real) Tfno. 926 50 11 70 — INGENIERÍA DE GESTIÓN Y SERV. ADMINISTRATIVOS
REVISIÓN: 00	PLANO: CT 250 kVA. PFU-4 INSTALACIÓN ELÉCTRICA	PLANO Nº: 08	PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN MEDIA TENSIÓN PARA PLANTA DE PROCESADO DE PISTACHOS EN EL TM. DE SOCUÉLLAMOS (C. REAL)
DIBUJADO: J. Cano — FECHA: FEB. 24			EL INGENIERO INDUSTRIAL C.O.I.I.M. Colegiado nº: 13199 — Fernando TORRES CRESPO

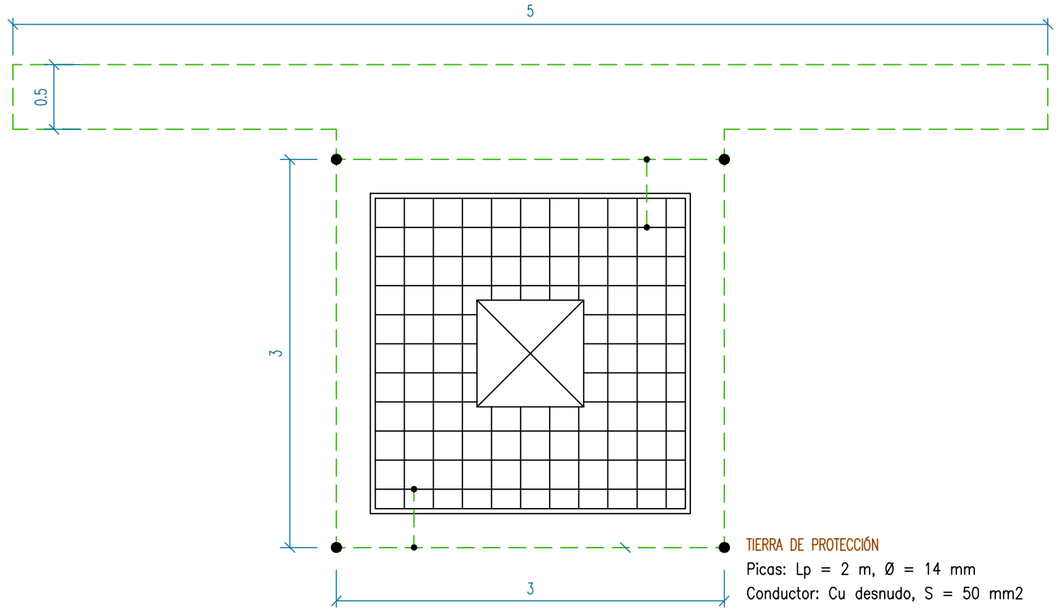


Denominación	A (mm)	B (mm)	C (mm)
POME/17,5/10	340	130	94

Autoválvula Pararrayos



Seccionador XS

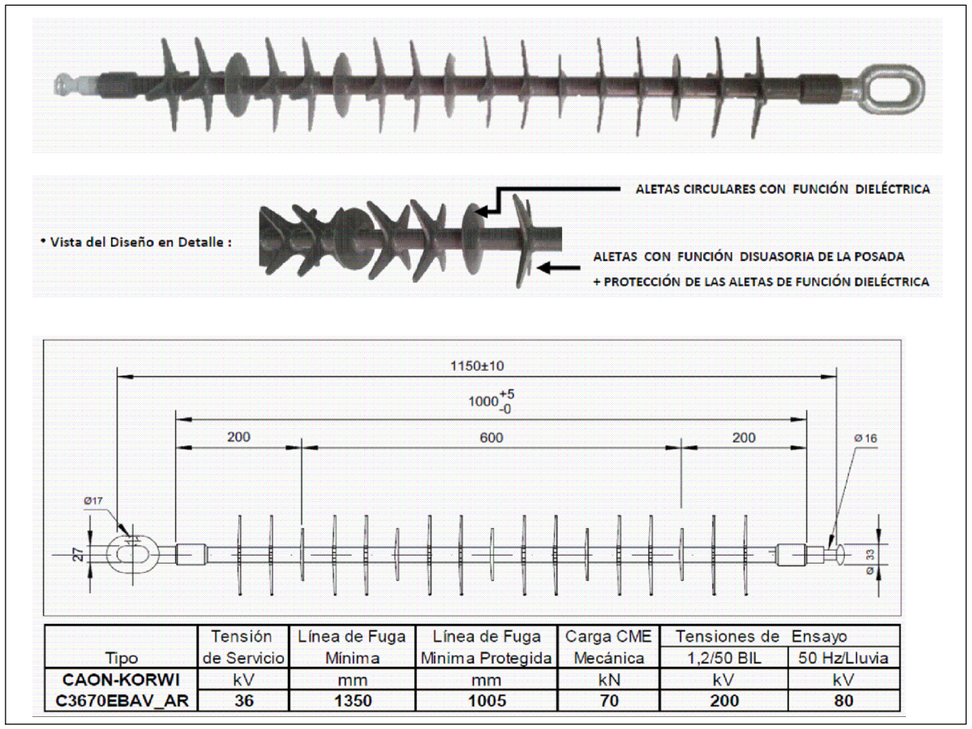


TIERRA DE PROTECCIÓN
Picas: Lp = 2 m, Ø = 14 mm
Conductor: Cu desnudo, S = 50 mm2

TIERRA DE PROTECCIÓN (HERRAJES)
Configuración: 30-30/5/42
Profundidad electrodo: 0.5 m
Sección conductor: 50 mm2
Diámetro picas: 14 mm
Número de picas: 4
Longitud picas: 2

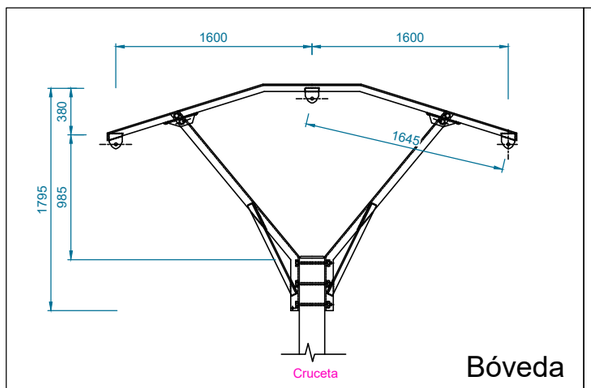
NOTA: Se instalará una losa de hormigón de espesor total 20 cm. como mínimo, y que sobresalga 1,2 m. del borde de la base de la columna o poste. Dentro de esta losa (plataforma del operador) y hasta 1 m. del borde de la base de la columna o poste se embeberá un mallazo electrosoldado de 4 mm. de diámetro como mínimo formando una retícula de 0,30x0,30m. Este mallazo debe conectarse a dos puntos opuestos de la puesta a tierra. El mallazo tendrá por encima al menos 10 cm. de hormigón.

Puesta a Tierra Paso A-S

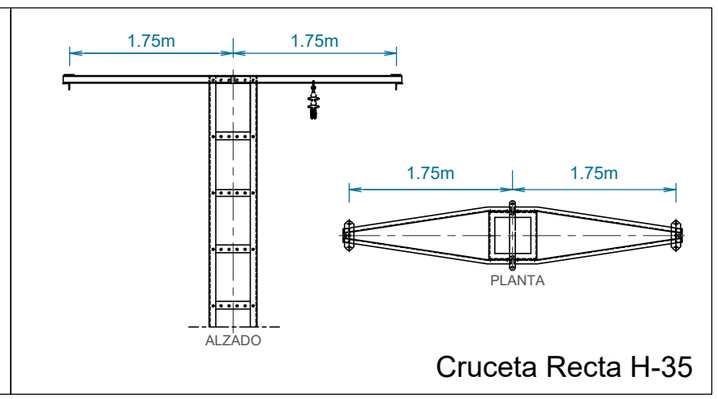


Tipo	Tensión de Servicio	Línea de Fuga Mínima	Línea de Fuga Minima Protegida	Carga CME Mecánica	Tensiones de Ensayo 1,2/50 BIL	Tensiones de Ensayo 50 Hz/Lluvia
	kV	mm	mm	kN	kV	kV
CAON-KORWI C3670EBAV_AR	**36**	**1350**	**1005**	**70**	**200**	**80**

Cadenas Poliméricas

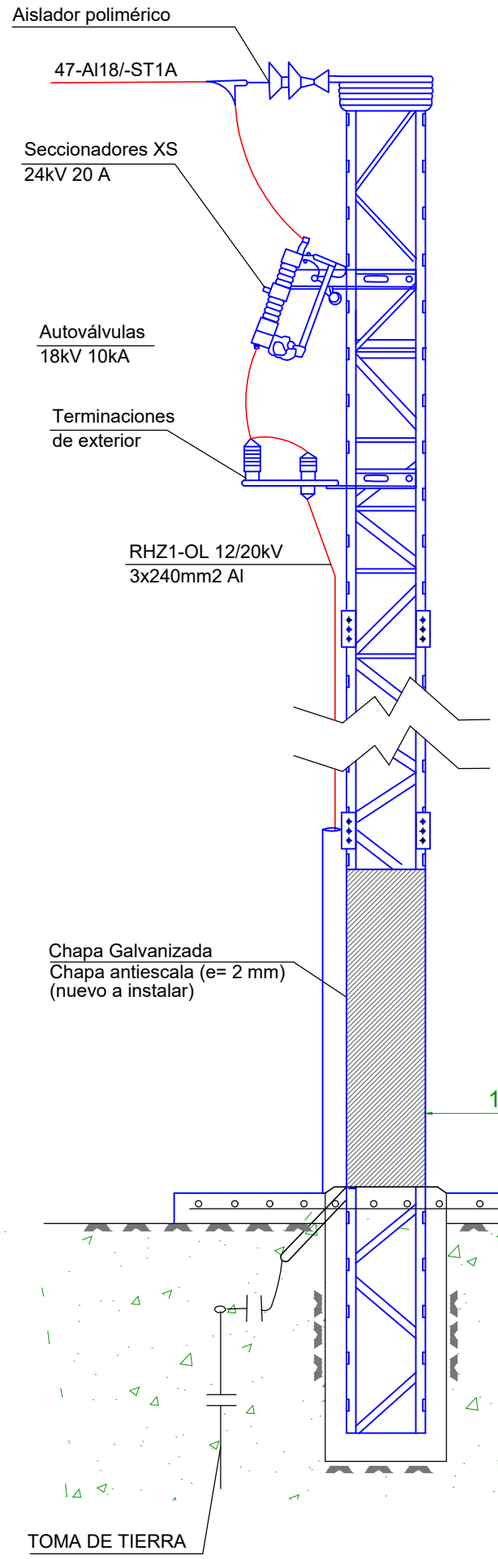


Bóveda

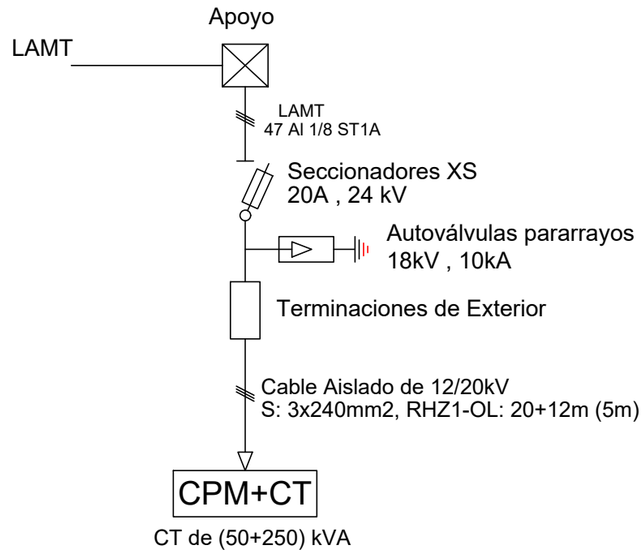


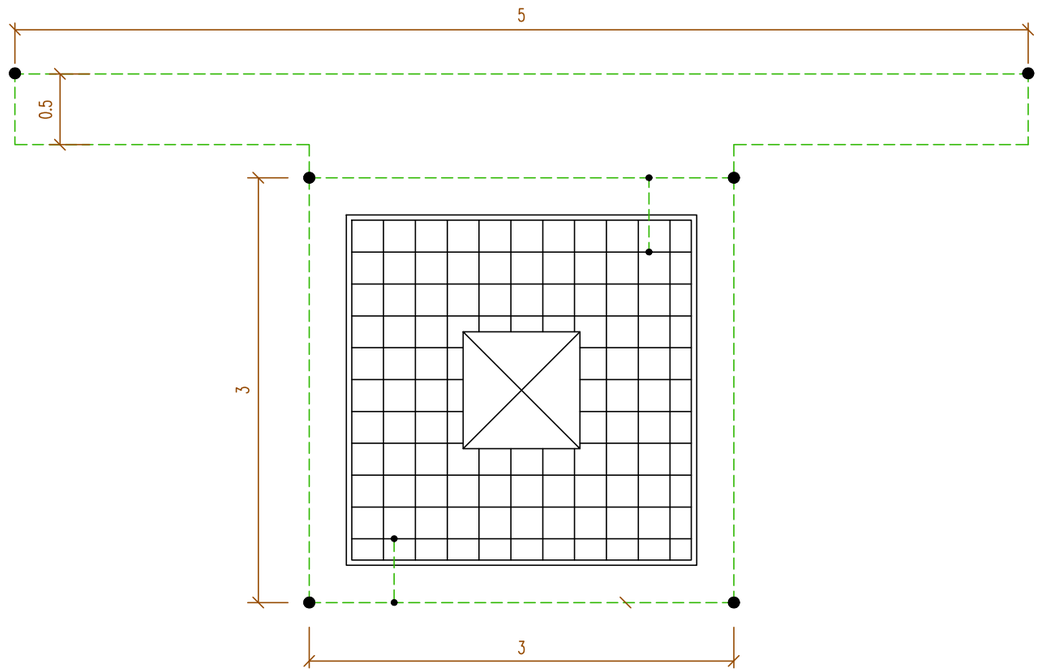
Cruceta Recta H-35

ARCHIVO: 24-3116	Titular: LA MANCHA FARMS PISTACHOS, S.L. Situación: Poligono: 25, Parcela: 53 y 73 (paraje la Losilla) 13630. SOCUÉLLAMOS (C. Real)	ESCALAS: S/E	Igisa, S.L. C/ Canalejas 5. TOMELLOSO (C. Real) Tfno. 926 50 11 70 — INGENIERÍA DE GESTIÓN Y SERV. ADMINISTRATIVOS
REVISIÓN: 00	PLANO: DETALLES DE MT	PLANO Nº: 09	PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN MEDIA TENSIÓN PARA PLANTA DE PROCESADO DE PISTACHOS EN EL TM. DE SOCUÉLLAMOS (C. REAL)
DIBUJADO: J. Cano — FECHA: FEB. 24			EL INGENIERO INDUSTRIAL C.O.I.I.M. Colegiado nº: 13199 — Fernando TORRES CRESPO



ESQUEMA UNIFILAR DE MT DEL APOYO PASO AEREO-SUBTERRANEO





TIERRA DE PROTECCIÓN Y AUTOVALVULAS
Picas: Lp = 2 m, Ø = 14 mm
Conductor: Cu desnudo, S = 50 mm2

TIERRA DE PROTECCIÓN (HERRAJES Y AUTOVALVULAS)
Configuración: 30-30/5/42
Profundidad electrodo: 0.5 m
Sección conductor: 50 mm2
Diámetro picas: 14 mm
Número de picas: 4
Longitud picas: 2

NOTA: Se instalará una losa de hormigón de espesor total 20 cm. como mínimo, y que sobresalga 1,2 m. del borde de la base de la columna o poste. Dentro de esta losa (plataforma del operador) y hasta 1 m. del borde de la base de la columna o poste se embeberá un mallazo electrosoldado de 4 mm. de diámetro como mínimo formando una retícula de 0,30x0,30m. Este mallazo debe conectarse a dos puntos opuestos de la puesta a tierra. El mallazo tendrá por encima al menos 10 cm. de hormigón.

ARCHIVO: 24-3116	Titular: LA MANCHA FARMS PISTACHOS, S.L. Situación: Poligono: 25, Parcela: 53 y 73 (paraje la Losilla) 13630. SOCUÉLLAMOS (C. Real)	ESCALAS: S/E	Igisa, S.L. C/ Canalejas 5. TOMELLOSO (C. Real) Tfno. 926 50 11 70 — INGENIERÍA DE GESTIÓN Y SERV. ADMINISTRATIVOS
REVISIÓN: 00	PLANO: DETALLE PASO AÉREO SUBTERRÁNEO Y TIERRAS	PLANO Nº: 10	PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN MEDIA TENSIÓN PARA PLANTA DE PROCESADO DE PISTACHOS EN EL TM. DE SOCUÉLLAMOS (C. REAL)
DIBUJADO: J. Cano — FECHA: FEB. 24			EL INGENIERO INDUSTRIAL C.O.I.I.M. Colegiado nº: 13199 — Fernando TORRES CRESPO