



Distribución

Nº Proyecto:
Nº Tarea:
Nº GOM: 8670XJ

PROYECTO DE EJECUCIÓN

LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN INTEMPERIE, SITUADO EN PARAJE “CONTRERAS”, EN EL T.M. DE MONTELLANO (SEVILLA).

COORDENADAS UTM

ETRS89 HUSO: 30

NUEVO CTI 21369

“CONTRERAS”

X(m): 274.778

Y(m): 4.101.964

Sevilla, mayo de 2017

Documentos del Proyecto

- 1.- Memoria**
- 2.- Cálculos Justificativos**
- 3.- Pliego de Condiciones**
- 4.- Presupuesto**
- 5.- Planos**
- 6.- Estudio de Seguridad y Salud**
- Anexo 1, Gestión de Residuos**
- Anexo 2, Estudio Campos Magnéticos**

Documento 1

MEMORIA

ÍNDICE MEMORIA

ÍNDICE MEMORIA	4
1 OBJETO DEL PROYECTO	6
1.1 TITULAR DEL PROYECTO.....	6
2 ALCANCE	6
2.1 DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA	6
3 ANTECEDENTES Y TRAMITACIÓN ADMINISTRATIVA	6
4 REGLAMENTACIÓN Y NORMATIVA APLICABLE	7
4.1 NORMAS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO	10
5 EMPLAZAMIENTO	14
6 LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN	14
6.1 CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO	14
6.1.1 Generalidades	14
6.1.2 Niveles de tensión	14
6.2 DESCRIPCIÓN DEL TRAZADO.....	15
6.3 LÍNEA ALIMENTADORA.....	16
6.4 ELEMENTOS DE LAS LÍNEAS AÉREAS DE MT	16
6.4.1 Apoyos	16
6.4.2 Armados	18
6.4.3 Conductores	20
6.4.4 Aislamiento	20
6.4.5 Herrajes	23
6.4.6 Empalmes en el conductor	24
6.4.7 Piezas de conexión.....	25
6.4.8 Dispositivos antiescalamiento	25
6.4.9 Accesorios	25
6.4.10 Aparamenta	26
6.4.11 Protecciones.....	27
6.5 CIMENTACIONES PARA LOS APOYOS.....	27
6.6 PUESTA A TIERRA DE LOS APOYOS	28
6.6.1 Electrodo de Puesta a tierra	28
6.6.2 Línea de tierra.....	28
6.6.3 Clasificación de los apoyos según su ubicación	29
6.6.4 Sistemas de Puesta a Tierra	30
6.7 MEDIDAS DE PROTECCIÓN DE LA AVIFAUNA	31
6.8 DISTANCIAS DE SEGURIDAD	31
6.8.1 Distancia de aislamiento eléctrico para evitar descargas	32
6.8.2 Distancia de los conductores entre sí.....	32
6.8.3 Distancias de los conductores al terreno, caminos, sendas y a cursos de agua no navegables	32
6.8.4 Distancias a otras líneas eléctricas aéreas o líneas aéreas de telecomunicación	33
6.8.5 Distancias a carreteras.....	33
6.8.6 Distancias a ferrocarriles sin electrificar	34
6.8.7 Distancias a ferrocarriles electrificados, tranvías y trolebuses.....	34
6.8.8 Distancias a teleféricos y cables transportados	34
6.8.9 Distancias a ríos y canales, navegables o flotables.....	34
6.8.10 Paso por bosques y masas de arbolado.....	35
6.8.11 Distancias a edificios, construcciones y zonas urbanas	35
7 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE INTEMPERIE	35

7.1	CARACTERÍSTICAS GENERALES	35
7.2	EMPLAZAMIENTO	35
7.3	CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS.....	36
7.3.1	Transformadores de potencia MT/BT	36
7.3.2	Tensiones en MT	37
7.3.3	Aislamiento MT	38
7.3.4	Tensiones en BT.....	38
7.3.5	Esquemas unifilares	39
7.4	ELEMENTOS DE LOS CTI.....	40
7.4.1	Apoyo de sustentación	40
7.4.2	Herrajes	41
7.4.3	Circuito de MT	42
7.4.4	Aparata de MT	42
7.4.5	Protecciones en MT.....	42
7.4.6	Conexión de MT	47
7.4.7	Circuito de BT	47
7.5	CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS.....	50
7.6	PUESTA A TIERRA DEL CTI	50
7.6.1	Puesta a Tierra de Protección	51
7.6.2	Puesta a Tierra de Servicio	51
7.6.3	Ejecución del circuito de puesta a tierra.....	51
7.6.4	Sistemas de protección antitensión de paso y contacto	53
7.6.5	Electrodos de puesta a tierra.....	53
7.7	LIMITACIÓN DE LOS CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS EN LA PROXIMIDAD DE INSTALACIONES DE ALTA TENSIÓN	53
7.8	LIMITACIÓN DEL NIVEL DE RUIDO EMITIDO POR INSTALACIONES DE ALTA TENSIÓN	54
7.9	MEDIDAS DE PROTECCIÓN DE LA AVIFAUNA.....	54
7.10	SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN.....	54
8	RESUMEN DE DATOS	55
8.1	LÍNEA ELÉCTRICA AÉREA M.T.	55
8.2	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	55
9	ORGANISMOS AFECTADOS	56
10	CONCLUSIONES.....	56

1 OBJETO DEL PROYECTO

ENDESA DISTRIBUCIÓN proyecta la construcción de un nuevo **centro de transformación de intemperie (CTI)** 21369 “CONTRERAS” y un tramo de la línea aérea “MONTELLANO” de 15(20) kV para su alimentación eléctrica, con el objeto de sustituir otro CD construido en obra de fábrica y con ello mejorar las instalaciones existentes.

Con el presente proyecto se pretende establecer las características a que habrá de ajustarse dicha instalación, con el fin de obtener Autorización Administrativa Previa y Autorización Administrativa de Construcción por parte del Servicio Territorial de Industria de Sevilla.

1.1 TITULAR DEL PROYECTO

El titular y propietario de la instalación objeto del presente proyecto es la empresa distribuidora ENDESA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA, S.L.U., con C.I.F. B-82846817 y domicilio, a efectos de notificaciones, en Avda. Diego Martínez Barrio, nº2, C.P.: 41013 (Sevilla).

2 ALCANCE

El alcance 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 la L.A.M.T. y C.T. 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 instalación.

2.1 DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA

El proyecto consiste en:

- Instalación de un nuevo Centro de Transformación Intemperie, sobre un apoyo metálico de celosía de cabeza recta s/ UNE 207017, C-2000-14, que soportará todos los elementos que lo constituyen:
 - 3 cortacircuitos de expulsión XS-CUT OUT 24kV 200A.
 - 1 transformador de 160 kVA de tipo B1B2.
 - 3 autoválvulas pararrayos 24kV 10kA.
 - 1 cuadro de baja tensión con 2 salidas.
- Nueva LAMT de alimentación al nuevo CTI, formada por conductores tipo 47-AL1/8-ST1A (LA-56), con una longitud aproximada de 35 m, y con origen en el apoyo A265715.

3 ANTECEDENTES Y TRAMITACIÓN ADMINISTRATIVA.

Los antecedentes legales de regularización de la LAMT “MONTELLANO” de S.E. “MORON” son los siguientes:

EXP: 276572

RAT: 113228

El técnico autor del proyecto, estima oportuno presentar un proyecto donde se defina totalmente la instalación, aportando para ello los cálculos justificativos necesarios, con el fin de obtener la **Autorización Administrativa y la Aprobación del Proyecto** y servir como base genérica para la ejecución de la obra.

4 REGLAMENTACIÓN Y NORMATIVA APLICABLE

El diseño y construcción de la LAMT y el CTI a los que se refiere el presente Proyecto deberán cumplir lo que se establece en las siguientes Disposiciones y Reglamentos:

- 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.
- Método de Cálculo y Proyecto de instalaciones de puesta a tierra para Centros de Transformación conectados a redes de tercera categoría, UNESA.
- Normas particulares y de normalización de la Cía. Suministradora de Energía Eléctrica.
- Recomendaciones UNESA.
- 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 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.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002, de 2 de Agosto de 2002).
- Normas Tecnológicas de la Edificación NTE IER.
- Normalización Nacional. Normas UNE.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre de 1.997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Decreto 49/2004, de 20 de abril, por el que se regula el procedimiento para la instalación y puesta en funcionamiento de Establecimientos Industriales (B.O.E. Nº 48, de 27-04-04).
- Resolución de 10 de marzo de 2010, de la Dirección General de Ordenación Industrial y Política Energética, por la que se da publicidad a la metodología y requisitos a aportar por los instaladores y empresas instaladoras de líneas eléctricas de alta tensión, instalaciones en tramitación y modelos de documentos para instalaciones de alta y baja tensión, de conformidad con lo dispuesto en el R.D. 223/2008.

- Instrucción de 09/06/2003, de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, sobre normas aclaratorias para las tramitaciones a realizar de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión aprobado mediante RD 842/2002, de 2 de agosto.
- Instrucción 14/10/2004, de la Dirección General de Industria, Energía y minas, sobre previsión de cargas eléctricas y coeficientes de simultaneidad en áreas de uso residencial y áreas de uso industrial.
- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados y Ordenanzas Municipales.
- Decreto 59/2005, de 1 de marzo por el que se regula el procedimiento para la instalación, ampliación, traslado y puesta en funcionamiento de los establecimientos industriales, así como el control, responsabilidad y régimen sancionador de los mismos.
- Decreto 9/2011 de 18 de enero, por el que se modifican diversas Normas Regulatoras de Procedimientos Administrativos de Industria y Energía.
- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados y Ordenanzas Municipales.
- Ley 7/2002 de 17/12/2002, de ordenación Urbanística de Andalucía
- Corrección, errores de la Ley 7/2002, de 17 de diciembre, de ordenación Urbanística de Andalucía
- Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación.
- Real Decreto 997/2002 de 27/09/2002, por el que se aprueba la norma de construcción sismo resistente: parte general y edificación (NCSR-02)
- Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la instrucción de hormigón estructural (EHE-08)
- Real Decreto 1371/2007, de 19 de octubre, por el que se aprueba el documento básico «DB-HR Protección frente al ruido» del Código Técnico de la Edificación y se modifica el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Real Decreto 956/2008, de 6 de junio, por el que se aprueba la instrucción para la recepción de cementos (RC-08).
- Decreto 60/2010 del 16 marzo, Reglamento de Disciplina Urbanística de la Comunidad Autónoma de Andalucía.
- Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.
- Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.
- Real Decreto 7/1988, de 8 de enero, relativo a las exigencias de seguridad del material eléctrico destinado a ser utilizado en determinados límites de tensión.
- Real Decreto 1505/1990, de 23 de noviembre, por el que se derogan diferentes disposiciones incluidas en el ámbito del Real Decreto 7/1988.
- Real Decreto 154/1995, de 3 de febrero, por el que se modifica el Real Decreto 7/1988, de 8 de enero, por el que se regula las exigencias de seguridad del material eléctrico destinado a ser utilizado en determinados límites de tensión.
- Orden de 6 de junio de 1989 por la que se desarrolla y complementa el Real Decreto 7/1988, de 8 de enero, relativo a las Exigencias de Seguridad del Material Eléctrico, destinado a ser utilizado en determinados límites de tensión.

- Resolución de 3 de abril de 2008, de la Dirección General de Desarrollo Industrial, por la que se publica la relación actualizada de normas armonizadas que, en el ámbito del Real Decreto 7/1988, de 8 de enero, satisfacen las exigencias de seguridad del material eléctrico destinado a ser utilizado en determinados límites de tensión.
- Instrucción de 1 de marzo de 2017, de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, sobre tramitación de modificaciones y ampliaciones de líneas e instalaciones eléctricas de alta tensión competencia de la Comunidad Autónoma de Andalucía.

Normativa medioambiental de aplicación a proyectos

- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.
- Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, que desarrolla los títulos preliminar I, IV, V, VI y VII de la Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas.
- Real Decreto 212/2002, de 22 de febrero, por el que se regulan las emisiones sonoras en el entorno debidas a determinadas máquinas de uso al aire libre.
- Real Decreto 524/2006, de 28 de abril, por el que se modifica el Real Decreto 212/2002, de 22 de febrero, por el que se regulan las emisiones sonoras en el entorno debidas a determinadas máquinas de uso al aire libre.
- Ley 43/2003, de 21 de noviembre de Montes.
- Ley 10/2006, de 28 de abril, por la que se modifica la Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes.
- Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio.
- Ley 21/2015, de 20 de julio, por la que se modifica la Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes.
- Ley 3/1995, de 23 de marzo, de Vías Pecuarias.
- Decreto 155/1998, de 21 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Vías pecuarias de la Comunidad Autónoma de Andalucía. (BOJA 87/1998, de 4 de agosto).
- Ley 7/2007, de 9 de julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental CC.AA Andalucía BOJA 20-07-2007.
- Decreto-ley 3/2015, de 3 de marzo, por el que se modifican las Leyes 7/2007, de 9 de julio, de gestión integrada de la calidad ambiental de Andalucía, 9/2010, de 30 de julio, de aguas de Andalucía, 8/1997, de 23 de diciembre, por la que se aprueban medidas en materia tributaria, presupuestaria, de empresas de la Junta de Andalucía y otras entidades, de recaudación, de contratación, de función pública y de fianzas de arrendamientos y suministros y se adoptan medidas excepcionales en materia de sanidad animal.
- Decreto 356/2010, de 3 de agosto, por el que se regula la autorización ambiental unificada, se establece el régimen de organización y funcionamiento del registro de autorizaciones de actuaciones sometidas a los instrumentos de prevención y control ambiental, de las actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera y de las instalaciones que emiten compuestos orgánicos volátiles, y se modifica el contenido del Anexo I de la Ley 7/2007, de 9 de julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental.
- 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.

- Decreto 178/2006, de 10/10/2006, por el que se establecen normas de protección de la avifauna para las instalaciones eléctricas de alta tensión.
- Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera.
- Decreto 6/2012, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de Protección contra la Contaminación Acústica en Andalucía, y se modifica el Decreto 357/2010, de 3 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento para la Protección de la Calidad del Cielo Nocturno frente a la contaminación lumínica y el establecimiento de medidas de ahorro y eficiencia energética.
- Ley 37/2003, de 17/11/2003, del Ruido.
- Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental.
- Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.
- Real Decreto 1038/2012, de 6 de julio, por el que se modifica el Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.
- Ley 14/2007, de 26 de noviembre, del Patrimonio Histórico de Andalucía.
- Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos.
- Se declaran de obligado cumplimiento las siguientes normas y especificaciones técnicas:

4.1 NORMAS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO

Se declaran de obligado cumplimiento las siguientes normas y especificaciones técnicas:

Generales:

- UNE-EN 60060-1:2012. Técnicas de ensayo de alta tensión. Parte 1: Definiciones generales y requisitos de ensayo.
- UNE-EN 60060-2:2012. Técnicas de ensayo en alta tensión. Parte 2: Sistemas de medida.
- UNE-EN 60071-1:2006. Coordinación de aislamiento. Parte 1: Definiciones, principios y reglas.
- UNE-EN 60071-1/A1:2010. Coordinación de aislamiento. Parte 1: Definiciones, principios y reglas.
- UNE-EN 60071-2:1999. Coordinación de aislamiento. Parte 2: Guía de aplicación.
- UNE-EN 60027-1:2009. Símbolos literales utilizados en electrotecnia. Parte 1: Generalidades.
- UNE-EN 60027-1:2009/A2:2009. Símbolos literales utilizados en electrotecnia. Parte 1: Generalidades.

- UNE-EN 60027-4:2011. Símbolos literales utilizados en electrotécnica. Parte 4: Maquinas eléctricas rotativas.
- UNE 207020:2012 IN. Procedimiento para garantizar la protección de la salud y la seguridad de las personas en instalaciones eléctricas de ensayo y de medida de alta tensión.

Aisladores y pasatapas:

- UNE-EN 60168:1997. Ensayos de aisladores de apoyo, para interior y exterior, de cerámica o de vidrio, para instalaciones de tensión nominal superior a 1 000 V.
- UNE 207020:2012 IN. Procedimiento para garantizar la protección de la salud y la seguridad de las personas en instalaciones eléctricas de ensayo y de medida de alta tensión.
- UNE-EN 60168/A1:1999. Ensayos de aisladores de apoyo, para interior y exterior, de cerámica o de vidrio, para instalaciones de tensión nominal superior a 1 kV.
- UNE-EN 60168/A2:2001. Ensayos de aisladores de apoyo, para interior y exterior, de cerámica o de vidrio, para instalaciones de tensión nominal superior a 1 kV.
- UNE 21110-2:1996. Características de los aisladores de apoyo de interior y de exterior para instalaciones de tensión nominal superior a 1 000 V.
- UNE 21110-2 ERRATUM:1997. Características de los aisladores de apoyo de interior y de exterior para instalaciones de tensión nominal superior a 1 000 V.
- UNE-EN 60137:2011. Aisladores pasantes para tensiones alternas superiores a 1000 V.
- UNE-EN 60507:2014. Ensayos de contaminación artificial de aisladores de cerámica y vidrio para alta tensión destinados a redes de corriente alterna.

Aparamenta

- UNE-EN 62271-1:2009. Aparamenta de alta tensión. Parte 1: Especificaciones comunes.
- UNE-EN 62271-1/A1:2011. Aparamenta de alta tensión. Parte 1: Especificaciones comunes.
- UNE-EN 61439-5:2011. Conjuntos de aparamenta de baja tensión. Parte 5: Conjuntos de aparamenta para redes de distribución pública.

Seccionadores

- UNE-EN 62271-102:2005. Aparamenta de alta tensión. Parte 102: Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.
- UNE-EN 62271-102:2005 ERR:2011. Aparamenta de alta tensión. Parte 102: Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.
- UNE-EN 62271-102:2005/A1:2012. Aparamenta de alta tensión. Parte 102: Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.
- UNE-EN 62271-102:2005/A2:2013. Aparamenta de alta tensión. Parte 102: Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.

Transformadores de potencia:

- 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 60076-3:2014. Transformadores de potencia. Parte 3: Niveles de aislamiento, ensayos dieléctricos y distancias de aislamiento en el aire.
- UNE-EN 60076-5:2008. Transformadores de potencia. Parte 5: Aptitud para soportar cortocircuitos.
- UNE 21428-1:2011. Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 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 21428-1-1:2011. Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 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 21428-1-2:2011. Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 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 50464-1:2010. Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2500 kVA con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 1: Requisitos generales
- UNE-EN 50464-1:2010/A1:2013. Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2 500 kVA con tensión más elevada para el material hasta 36 kV. Parte 1: Requisitos generales.
- UNE-EN 50464-2-1:2010. Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 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 baja tensión. Requisitos generales
- UNE-EN 50464-2-2:2010. Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 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 50464-2-3:2010. Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, 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.

Transformadores de medida y protección:

- UNE-EN 61869-1:2010. Transformadores de medida. Parte 1: Requisitos generales.
- UNE-EN 61869-1:2010 ERRATUM:2011. Transformadores de medida. Parte 1: Requisitos generales.
- UNE-EN 61869-2:2013. Transformadores de medida. Parte 2: Requisitos adicionales para los transformadores de intensidad.
- UNE-EN 61869-5:2012. Transformadores de medida. Parte 5: Requisitos adicionales para los transformadores de tensión capacitivos.

- UNE-EN 61869-3:2012. Transformadores de medida. Parte 3: Requisitos adicionales para los transformadores de tensión inductivos.
- UNE-EN 61869-4:2017. Transformadores de medida. Parte 4: Requisitos adicionales para transformadores combinados.

Pararrayos:

- UNE-EN 60099-4:2005. Pararrayos. Parte 4: Pararrayos de óxido metálico sin explosores para sistemas de corriente alterna.
- UNE-EN 60099-4:2005/A1:2007. Pararrayos. Parte 4: Pararrayos de óxido metálico sin explosores para sistemas de corriente alterna.
- UNE-EN 60099-4:2005/A2:2010. Pararrayos. Parte 4: Pararrayos de óxido metálico sin explosores para sistemas de corriente alterna.
- UNE-EN 60099-4:2016. Pararrayos. Parte 4: Pararrayos de óxido metálico sin explosores para sistemas de corriente alterna.

Fusibles de alta tensión:

- UNE-EN 60282-1:2011. Fusibles de alta tensión. Parte 1: Fusibles limitadores de corriente.
- UNE-EN 60282-1:2011/A1:2015. Fusibles de alta tensión. Parte 1: Fusibles limitadores de corriente.
- UNE 21120-2:1998. Fusibles de alta tensión. Parte 2: Cortacircuitos de expulsión.

Cables y accesorios de conexión de cables

- UNE 211605:2013. Ensayo de envejecimiento climático de materiales de revestimiento 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 211002:2012. Cables de tensión asignada inferior o igual a 450/750 V con aislamiento termoplástico. Cables unipolares, no propagadores del incendio, con aislamiento termoplástico libre de halógenos, para instalaciones fijas.
- UNE 21027-9:2014. Cables eléctricos de baja tensión. Cables de tensión asignada inferior o igual a 450/750 V (U_0/U). Cables con propiedades especiales ante el fuego. Cables unipolares sin cubierta con aislamiento reticulado libre de halógenos y baja emisión de humos. Cables no propagadores del incendio.
- UNE 211620:2014. Cables eléctricos de distribución con aislamiento extruido y pantalla 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 para redes subterráneas de distribución con cables de tensión asignada hasta 18/30 (36 kV).
- UNE 211028:2013. Accesorios de conexión. Conectores separables apantallados enchufables y atornillables para redes subterráneas de distribución con cables de tensión asignada hasta 18/30 (36 kV).

5 EMPLAZAMIENTO

Las instalaciones objeto de este proyecto estarán situadas en el paraje “Contreras”, polígono 6, parcela 5, en el término municipal de Montellano (Sevilla). Su situación exacta figura en los planos adjuntos.

6 LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN

6.1 CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO

6.1.1 Generalidades

Las líneas aéreas de media tensión se estructurarán a partir de la subestación, donde se instalará el Interruptor y la protección de la línea, o en caso de tratarse de nuevas derivaciones a partir de una línea de media tensión o de un centro de transformación existente.

Las líneas objeto del presente proyecto, a efectos reglamentarios, se consideraran de tercera categoría.

Las líneas principales serán de sección uniforme y adecuada a las características de carga de la línea; igualmente las derivaciones tendrán la misma sección en todo su recorrido.

En el trazado de las líneas se deberán cumplir todas las reglamentaciones y normativas relativas a distancias a edificaciones, vías de comunicación y otros servicios, tanto en cruces como en paralelismos, así como los requerimientos mecánicos y eléctricos en ellas establecidos en la ITC-LAT-07.

Se procurará reducir al máximo el impacto medio ambiental de las líneas sobre el entorno, procurando que su traza discurra por lugares en que pasen lo más desapercibidas posible. Así, en zonas montañosas discurrirán preferentemente por las laderas de modo que desde los lugares habituales de tránsito, queden proyectadas sobre horizontes opacos. Se intentará alejar la línea aérea de núcleos urbanos y parajes de valor cultural, histórico-artístico o arqueológico.

Se evitará el paso por zonas de espacios protegidos y, si esto no fuera posible, se adoptarán las medidas adecuadas para la protección de la avifauna específica.

A igualdad de condiciones, se proyectará la línea más directa, sin fuertes cambios de dirección y con menos apoyos de ángulo.

El emplazamiento y la ubicación de los apoyos de la LAMT se realizarán, en la medida de lo posible, en zonas de fácil acceso para su construcción y mantenimiento.

6.1.2 Niveles de tensión

Las LAMT objeto del presente proyecto, deberán estar integradas en redes trifásicas de hasta 30 kV y frecuencia nominal 50 Hz. La tensión nominal de la LAMT vendrá determinada por la red a la que se conecte.

Para la definición de tensión más elevada y niveles de aislamiento del material a utilizar se establecen los parámetros de la Tabla

Tabla 1. Nivel de aislamiento del material

Tensión nominal de la red U (kV)	Tensión más elevada para el material Um (kV eficaces)	Tensión soportada nominal a frecuencia industrial (kV eficaces)	Tensión de choque soportada nominal (tipo rayo) (kV de cresta)
$U \leq 20$	24	50	125
$20 < U \leq 30$	36	70	170

6.2 DESCRIPCIÓN DEL TRAZADO

La línea eléctrica objeto del presente proyecto tiene su origen en el Apoyo A265715 existente, desde donde se llegará al nuevo CTI 21369 “CONTRERAS”.

La longitud total aproximada de la línea es de 35 metros, discurriendo por el siguiente término municipal:

- Montellano: 35 m.

La línea proyectada está formada por los siguientes tramos:

Único tramo desde apoyo A265715 existente, finalizando en nuevo CTI 21369 “CONTRERAS”.

Nº ALINEACIÓN	APOYOS Nº	LONGITUD (m)	ÁNGULO CON ALINEACIÓN POSTERIOR (g)	TÉRMINO MUNICIPAL
1	A265715 existente – Nuevo CTI 21369	35	-	Montellano
TOTAL	1 Ud.	35		

A continuación se indican coordenadas U.T.M. aproximadas de ubicación de los apoyos proyectados en la Línea. Asimismo se incluyen las cotas (Z) de los apoyos referidas sobre nivel medio del mar.

Nº APOYO	COORDENADAS UTM ETRS 89 HUSO 30		
	X	Y	Z
A265715	274767	4101998	211
Nuevo CTI 21369	274778	4101964	211

La cota del terreno es uniforme a lo largo de la LAMT, alcanzando una cota de 211 m. Por tanto, y según el Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión (R.D. 223/2008), se deberá considerar a efectos de cálculo la zona A.

El trazado discurre por un único tramo, desde apoyo A265715 existente y finalizando en nuevo CTI 21369 “CONTRERAS”.

El recorrido de la línea afectará a terrenos de dominio público o privados con los correspondientes permisos de paso y/o sobrevuelo, y se efectuará por zonas que ofrezcan rasantes presentes o futuras que puedan permanecer permanentes.

Para ver el trazado, consultar los planos adjuntos.

6.3 LÍNEA ALIMENTADORA

La Línea objeto del presente proyecto tiene como principales características las siguientes:

- Sistema	Corriente alterna trifásica
- Frecuencia	50 Hz
- Tensión nominal	15(20) kV
- Categoría	Tercera
- Longitud	35 metros
- Número de circuitos	1
- Tipo de conductor	47-AL1/8-ST1A (LA-56)
- Número de conductores por fase	1
- Temperatura máxima conductor	50 °C
- Zona	A
- Tipo de aislamiento	Vidrio templado U40BS
- Tipo de apoyos y material	Metálicos de celosía Ac. Galv.
- Número de apoyos nuevos a instalar	1
- Cimentaciones	Monobloque
- Puestas a tierra	Anillo difusor

6.4 ELEMENTOS DE LAS LÍNEAS AÉREAS DE MT

6.4.1 Apoyos

En general los apoyos a instalar en las nuevas líneas de MT serán metálicos de celosía.

Por recomendación o imposición de los organismos medioambientales locales o autonómicos, o en aquellos casos en los que su instalación, debidamente justificada, sea la mejor solución, se podrán utilizar apoyos de chapa plegada o de hormigón armado vibrado.

Atendiendo al tipo de cadena de aislamiento y a su función en la línea los apoyos se clasifican en la siguiente forma:

- **Apoyos de suspensión:** Apoyos con cadenas de aislamiento en suspensión.
- **Apoyos de amarre:** Apoyos con cadenas de aislamiento de amarre.
- **Apoyos de anclaje:** Apoyos de amarre que además proporcionarán puntos firmes que eviten la propagación a lo largo de la línea de esfuerzos longitudinales de carácter excepcional. Se instalarán como mínimo cada tres kilómetros.
- **Apoyos de fin de línea:** Apoyos de amarre, situados en el origen y final de la línea cuya función es la soportar en sentido longitudinal, las solicitaciones de todos los conductores en un solo sentido.
- **Apoyos especiales:** Son aquellos que tienen una función diferente a las indicadas en los puntos anteriores.

Por otro lado, en función de la posición relativa del apoyo respecto al trazado de la línea, los apoyos se clasifican en:

- **Apoyos de alineación:** Apoyos de suspensión, amarre o anclaje en tramos rectilíneos de la línea. Su función es la de sostener los conductores, manteniéndolos elevados del suelo la distancia establecida en el proyecto.

- **Apoyos de ángulo:** Apoyos de amarre o anclaje colocados en un ángulo del trazado de la línea.

Para este Proyecto Tipo se describen los apoyos metálicos de celosía, de hormigón y de chapa plegada normalizados por EDE. No se incluyen los apoyos de madera para nuevas instalaciones, limitando su empleo para mantenimiento de instalaciones existentes y atención de situaciones provisionales para reparación de averías.

Atendiendo a su naturaleza constructiva, los apoyos pueden ser de los siguientes tipos:

- **Apoyos metálicos de celosía:** Los apoyos de celosía cumplirán la norma UNE 207017 y la norma **AND001 Apoyos y armados de perfiles metálicos para líneas de MT hasta 30 kV.**
- **Apoyos de hormigón:** Los apoyos de hormigón cumplirán la norma UNE-EN 207016 y la **Norma AND002 Postes de hormigón armado vibrado.**
- **Apoyos de chapa plegada:** Los apoyos de chapa plegada cumplirán la norma UNE-EN 207018 y la **Norma AND004 Apoyos de chapa metálica para líneas aéreas hasta 36 kV.**

En los apoyos metálicos de celosía y de chapa plegada el recubrimiento superficial que se realizará será el de galvanizado en caliente. En la información de proyecto deberá indicarse el tipo de ambiente en que se prevé ubicar los apoyos, y si los niveles de contaminación y salinidad ambiental lo requieren se aplicarán medidas de protección adicionales, tales como la combinación de galvanizado y pintado de los apoyos.

Los apoyos a utilizar en la construcción de la Línea Aérea en proyecto serán apoyos metálicos tipo C, según norma UNE 207017 y Norma Particular del Grupo Endesa AND001. Se trata de estructuras metálicas de celosía de cuatro caras formadas por perfiles metálicos.

Estarán diseñados para la instalación de líneas eléctricas de media tensión de 1 y 2 circuitos hasta 30 kV para armados S/C al tresbolillo, bandera, triángulo, capa o bóveda y para D/C en armado tipo hexagonal.

Los materiales para perfiles de acero y tornillería cumplen con lo especificado en la norma AND001 (apoyos y armados de perfiles metálicos para líneas de MT hasta 30 kV).

Los materiales que constituyan los apoyos serán piezas de acero conforme con las Normas UNE-EN 10025-1 y UNE-EN 10025-2.

Las medidas y tolerancias de los angulares serán las establecidas en las normas UNE EN 10056-1 y UNE-EN 10056-2.

Los tornillos, tuercas y arandelas tendrán las medidas indicadas y cumplirán la Norma UNE 17115.

Los materiales serán conformes a las exigencias fijadas en el punto 2.4.2 de la ITCLAT- 07 (Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en las líneas eléctricas de alta tensión).

Asimismo los perfiles, cuya anchura mínima será de 40 mm, y el resto de componentes tales como presillas, casquillos y placas base, etc., deben haber sido fabricados de acuerdo a la norma UNE-EN 10056 con acero AE 275-B (S 275 JR) o AE 355-B (S 355 J0) de límite elástico R = 275 o 355 N/mm² respectivamente.

Los tornillos empleados serán de calidad mínima de 5.6 garantizada. La composición de la materia prima, la designación y las propiedades mecánicas cumplen la norma UNE 17115:2010. Asimismo se ajustarán a lo prescrito en dicha norma las dimensiones de los tornillos, las longitudes de apriete, la correspondiente arandela y las tuercas hexagonales.

Para determinar el número y diámetro de los tornillos a emplear en cada unión se usarán las fórmulas adecuadas a la solicitud a que estén sometidas las barras.

Los cálculos mecánicos de estos apoyos y de sus cimentaciones se desarrollarán de acuerdo con la ITC-LAT-07 del RLAT y la Norma Particular del Grupo Endesa ADZ001 “Criterios de Diseño”.

En el documento 5 – Planos se incluyen los esquemas y planos de cimentaciones así como volúmenes de las cimentaciones.

6.4.1.1 Protección superficial de los apoyos metálicos

El recubrimiento superficial que se realizará será el de galvanizado en caliente, según Norma EN/ISO 1461. En la información de proyecto deberá indicarse el tipo de ambiente al que irán destinados los apoyos (Normal o Excepcional). Tal y como establece la Norma, los espesores de galvanizado, en función de los niveles de contaminación y salinidad ambiental se establecerán de acuerdo con la Norma CEI-60.815:2013 y serán los reflejados en las tablas que figuran a continuación.

Para perfiles y chapas en general:

AMBIENTE NORMAL		
ESPESOR DE LA PIEZA	Valor local mínimo (µm)	Valor medio mínimo (µm)
Acero > 6 mm	70	85
Acero > 3 mm hasta < 6 mm	55	70
Acero > 1,5 mm hasta < 3 mm	45	55

AMBIENTE EXCEPCIONAL		
ESPESOR DE LA PIEZA	Valor local mínimo (µm)	Valor medio mínimo (µm)
Acero > 6 mm	100	120
Acero > 3 mm hasta < 6 mm	80	100
Acero > 1,5 mm hasta < 3 mm	65	80

Para tornillería:

DIÁMETRO DEL COMPONENTE ROSCADO	Valor local mínimo (µm)	Valor medio mínimo (µm)
Acero > 6 mm	45	55
Acero > 3 mm hasta < 6 mm	35	45

Durante el galvanizado, la tornillería se somete a un proceso de centrifugado para evitar el cegado de los elementos roscados y la existencia de un excesivo roce en las operaciones de apriete de los tornillos. Por ese motivo los espesores de galvanizado exigidos son menores a los de los perfiles y chapas.

6.4.2 Armados

En el caso de líneas de un solo circuito, se instalarán crucetas de bóveda o semicrucetas atirantadas. Para dos circuitos, se instalarán semicrucetas atirantadas con montaje en disposición de hexágono.

Las características técnicas de los armados metálicos se ajustarán a los criterios establecidos en la ITC-LAT-07 en función de las magnitudes y direcciones de las cargas de trabajo y de las distancias de aislamiento eléctrico requeridas.

6.4.2.1 Semicrucetas atirantadas

Se utilizarán en los apoyos metálicos de celosía, con una distribución al tresbolillo o en horizontal para líneas de simple circuito y en hexágono para líneas de doble circuito.

Se emplearán en apoyos de cualquier función: alineación, ángulo, anclaje, fin de línea o especiales y cumplirán la norma UNE 207017 y la norma **AND001 Apoyos y armados de perfiles metálicos para líneas de MT hasta 30 kV.**

La longitud de la semicruceta instalada dependerá de la distancia de aislamiento eléctrico requerida.

6.4.2.2 Crucetas de bóveda

Las crucetas tipo bóveda se utilizará en apoyos de celosía, hormigón y chapa plegada, con función de alineación o ángulo, y con las limitaciones que se deriven de los cálculos mecánicos de los mismos.

Las crucetas que se instalen en apoyos metálicos de celosía cumplirán la norma UNE 207017 y la norma **AND001 Apoyos y armados de perfiles metálicos para líneas de MT hasta 30 kV.**

Las crucetas de bóveda de los apoyos de hormigón y de chapa plegada cumplirán las siguientes especificaciones:

Tabla 2. Listado especificaciones crucetas de bóveda

Especificación	Código
Especificación técnica cruceta bóveda 3 m para apoyo hormigón o chapa zona A o B	6702291
Especificación técnica cruceta bóveda 3,6 m para apoyo hormigón chapa zona A o B	6702293
Especificación técnica cruceta bóveda 4 m para apoyo hormigón chapa zona A o B	6702294
Especificación técnica cruceta bóveda CB3-E	6706752
Especificación técnica cruceta bóveda CB2-E	6706753

6.4.2.3 Dimensiones de los apoyos y armados

La altura elegida de los apoyos está determinada por la distancia mínima a mantener al terreno y demás obstáculos por los conductores de la línea aérea, según lo establecido en el apartado 5 de la ITC-LAT 07 del RLAT y en la Norma Particular ADZ001 de Endesa “Criterios de Diseño de Líneas Aéreas de Media Tensión”.

La separación entre fases viene dada por la distancia a mantener de los conductores entre sí en los vanos de la línea aérea, según lo indicado en el apartado 5.4.1. de la ITC-LAT 07 del RLAT, así como en los “Criterios de líneas aéreas de media tensión” ADZ001.

En función de las necesidades de la ubicación y de las condiciones de utilización previstas, se colocará el siguiente tipo:

Nº DE APOYO (SEGÚN PLANO)	FUNCIÓN DEL APOYO	TIPO DE APOYO	ARMADOS
A65715 (existente)	ENTR	CELOSÍA	Simple Circuito
Nuevo CTI 21369 "CONTRERAS"	FL	CELOSÍA C-2000-14	S/C HORIZONTAL, T2, a=1,5 m, g=0,6 m.

En el documento Planos, se adjunta plano de apoyos tipo donde se resumen las dimensiones, así como esquema de las cimentaciones con sus volúmenes de cimentación.

6.4.3 Conductores

Los conductores que se emplearán para la construcción de las LAMT estarán de acuerdo con la Norma UNE-EN 50182 y a la Norma **GSC003 Concentric-lay-stranded bare conductors**.

Se emplearán conductores de aluminio con alma de acero galvanizado (tipo ST1A) en zonas consideradas con nivel de contaminación normal o alta.

En zonas consideradas con nivel de contaminación muy alto se emplearán conductores de aluminio con alma de acero recubierto de aluminio (tipo A20SA).

La línea aérea está dotada de un conductor de aluminio con alma de acero galvanizado del tipo 47-AL1/8-ST1A (LA-56), de acuerdo a las Normas UNE-EN 50182 y Norma Particular GE AND010, tipo AL1/ST1A, cuyas características son las siguientes:

Designación Nueva Anterior			47AL1/8-ST1A (LA 56)
Sección (mm ²)	Aluminio		46,8
	Total		54,6
Equivalencia en Cobre (mm ²)			30
Diámetro	Acero		3,15
	Total		9,45
Composición	Alambres de aluminio	Nº	6
		Ø (mm)	3,15
	Alambre de acero	Nº	1
		Ø (mm)	3,15
Carga de rotura (daN)			1.629
Resistencia eléctrica a 20°C (Ω/km)			0,6129
Masa (kg/m)			188,8
Módulo de elasticidad (daN/mm ²)			7.900
Coeficiente de dilatación lineal (°Cx10 ⁻⁶)			19,1
I _{máx.} (A)			199

6.4.4 Aislamiento

El aislamiento se dimensionará mecánicamente en función del conductor instalado, garantizando un coeficiente de seguridad a rotura igual o superior a 3, y eléctricamente en función del nivel de tensión de la red proyectada, de la línea de fuga requerida y de la distancia entre partes activas y masa.

Además, para determinar las necesidades de cada instalación se tendrá en cuenta el nivel de contaminación salina e industrial, atendiendo a lo indicado en el documento de EDE NZZ009 “Mapas de contaminación salina e industrial” y en la ITC-LAT-07.

Preferiblemente, los aisladores a instalar en las líneas nuevas de MT serán del tipo polimérico. En ese caso la línea de fuga específica mínima será:

Tabla 3. Línea de fuga aisladores poliméricos

Aisladores poliméricos		
Tensión más elevada	Línea de fuga específica mínima (mm)*	
	Contaminación Normal/Alta	Contaminación Muy alta
24 kV	600	835
36 kV	900	1.250

(*)según documento **EDE NNZ009**

Los aisladores poliméricos se ajustarán a las normas UNE-EN 61109:2010, UNE-EN 61466 y a la **Norma AND012 Aisladores compuestos para cadenas de líneas aéreas de MT, hasta 30 kV.**

Este tipo de aisladores presentan ventajas frente al vidrio por su elevada hidrofobicidad, bajo mantenimiento, poco peso, alta resistencia mecánica y buen comportamiento frente a la contaminación y el vandalismo.

Los aisladores de vidrio sólo podrán instalarse en zonas de contaminación salina e industrial “normal” y su línea de fuga específica mínima será:

Tabla 4. Línea de fuga aisladores de vidrio

Aisladores de vidrio	
Tensión más elevada	Línea de fuga específica mínima (mm)**
24 kV	384
36 kV	576

(**)según tabla 14 ITC-LAT-07

Los aisladores de vidrio estarán constituidos por elementos aislantes formando cadenas articuladas, cuyo número de elementos dependerá del nivel de aislamiento requerido.

Los aisladores y las cadenas que se formen con ellos, así como sus características, se ajustarán a las indicadas en la Norma **AND008 Aisladores de vidrio para cadenas de líneas aéreas de AT, de tensión nominal hasta 30 kV.**

El aislamiento estará dimensionado mecánicamente para el conductor 47-AL1/8-ST1A (LA-56), garantizando un coeficiente de seguridad a rotura igual o superior a 3, y eléctricamente para 20 kV

En nuestro caso concreto, dado que el emplazamiento se encuentra en zona de contaminación salina e industrial “normal”, se utilizarán cadenas de aisladores de vidrio templado.

Cada cadena de aisladores estará constituida por 3 elementos de vidrio templado del tipo caperuza y vástago, con las siguientes características:

Denominación	U40BS
Material	Vidrio templado
Carga de rotura (kN)	40
Línea de fuga (mm)	185
Diámetro (mm)	175
Paso (mm)	100
Norma de acoplamiento	11
Peso de un elemento (kg)	1,60

La normativa aplicable para la fabricación de estos aisladores será:

- Norma GE AND008 de EDE – Aisladores de vidrio para líneas aéreas de A.T. de tensión nominal hasta 30 kV.
- UNE-EN 60.305.- Características de los elementos tipo caperuza y vástago.
- UNE-EN 60.383.- Ensayos de aisladores para líneas superiores a 1000V.
- UNE 21.009.- Medidas de acoplamiento para rótula y alojamiento.
- UNE-EN 60.372.- Dispositivos de enclavamiento para las uniones entre los elementos de las cadenas de aisladores mediante rótula y alojamiento de rótula. Dimensiones y ensayos.

Las características eléctricas del conjunto de aisladores son las siguientes, según UNE-EN 60.383.

Tabla 5.- Línea de fuga aisladores de vidrio

Aisladores de vidrio	
Tensión más elevada	Línea de fuga específica mínima (mm)**
24 kV	384
36 kV	576

(**)según tabla 14 ITC-LAT-07

Por tanto, con las cadenas de aisladores previstas, se sobrepasan tanto estos valores de línea de fuga como los niveles de aislamiento determinados por el R.L.A.T. en cuanto a tensión de choque y frecuencia industrial.

Los aisladores rígidos únicamente podrán emplearse en los puentes flojos, para fijar los cables en su paso por los apoyos y asegurar las distancias, pero no podrán ser elementos de sujeción al comienzo o final de un vano.

El aislamiento adquirirá la condición de reforzado, cuando las características dieléctricas que le corresponden en función de la tensión más elevada del material de la línea, se eleven al escalón inmediato superior de la tensión que le corresponde, y que se indica en el apartado 4.4 de la ITC LAT-07. En general, esta condición se cumple incrementando en una unidad el número de aisladores de la cadena.

Cuando las sollicitaciones mecánicas lo requieran podrán acoplarse dos cadenas de aisladores mediante un yugo.

6.4.5 Herrajes

Se engloban bajo esta denominación todos los elementos necesarios para la fijación de los aisladores a los apoyos y a los conductores, los de protección eléctrica de los aisladores y los accesorios del conductor como antivibradores, separadores, manguitos,...

Para la elección de los herrajes se tendrá en cuenta su comportamiento frente al efecto corona y serán fundamentalmente de acero forjado, protegido de la oxidación mediante galvanizado a fuego. Deberán tener un coeficiente de seguridad mecánica no inferior a 3 respecto a su carga mínima de rotura.

Se tendrán en cuenta las disposiciones de los taladros y los gruesos de chapas y casquillos de cogida de las cadenas para que éstas queden posicionadas adecuadamente.

Todas las características métricas, constructivas, de ensayo, etc. de los herrajes serán las indicadas en las normas siguientes:

- Norma GE AND009 de EDE – Herrajes y accesorios para conductores desnudos en líneas aéreas de A.T. hasta 36 kV.
- UNE-EN 61.284.- Líneas eléctricas aéreas. Requisitos y ensayos para herrajes.
- UNE 207009.- Herrajes y elementos de fijación y empalme para líneas eléctricas aéreas de alta tensión.

6.4.5.1 **Herrajes para los conductores eléctricos**

Para su elección se tendrán en cuenta las características constructivas y dimensionales de los conductores.

Deberán tener un coeficiente de seguridad mecánica no inferior a 3 respecto a su carga mínima de rotura.

Se tendrán en cuenta las disposiciones de los taladros y los gruesos de chapas y casquillos de cogida de las cadenas para que éstas queden posicionadas adecuadamente.

Todas las características técnicas, constructivas, de ensayo, etc. de los herrajes destinados a los conductores eléctricos serán las indicadas en la Norma **AND009 Herrajes y accesorios para conductores desnudos en líneas aéreas AT hasta 36 kV.**

Las diversas cadenas de herrajes para el conductor eléctrico están representadas en el documento PLANOS.

Los elementos de acoplamiento empleados son los siguientes:

- Grapas de amarre
- Grapas de suspensión
- Varillas de protección
- Horquillas de bola
- Grilletes
- Anillas de bola
- Rótulas
- Alargaderas

Las cadenas normalizadas codifican los conjuntos de herrajes con 7 dígitos, que indican la función a cumplir (suspensión o amarre) y su tipo de composición (sencilla o doble), siguiendo el siguiente criterio:

- Dígito 1: Indica el tipo de conjunto
 - A = Amarre
 - S = Suspensión
- Dígito 2: Indica si la cadena de aisladores es simple o doble
 - S = Cadena sencilla de aisladores
 - D = Cadena doble de aisladores
- Dígito 3: Indica el tipo de grapa a utilizar en la cadena
 - T = Grapa de amarre a tornillería
 - G = Grapa de suspensión armada
- Dígito 4: Indica el tipo de conductor con el que se va a utilizar
 - L= Conductor de aluminio – acero, LA, y aluminio – acero recubierto de aluminio, LARL.
 - D = Conductor de aleación de aluminio, D
 - X = Todos los anteriores
- Dígitos 5, 6 y 7: indican la sección del conductor que se va a utilizar:
 - 56 = LA-56 y LALR-56
 - 78 = LALR-78
 - 110 = LA-110
 - 125 = LARL-125E
 - 145 = LARL-145E y D-145
 - 180 = LA-180 y LARL-180

6.4.6 Empalmes en el conductor

Los empalmes de los conductores entre sí, se efectuarán por el sistema de “manguito comprimido”, estando constituidos por:

- Tubo de aluminio de extrusión para la compresión del aluminio.
- Tubo de acero de extrusión para la compresión del acero.

Serán de un material prácticamente inoxidable y homogéneo con el material del conductor que unen, con objeto de evitar formación de un par eléctrico apreciable. La ejecución quedará hecha de modo que el empalme tenga una resistencia mecánica por lo menos igual al 95% de la del cable que une y una resistencia eléctrica igual a la de un trozo de cable sin empalme de la misma longitud. Cumplirán lo fijado en la norma UNE 21021.

Deberán cumplir dos condiciones para que la compresión no provoque una disminución de resistencia mecánica:

- Todos los alambres deberán ser apretados uniformemente, lo que requiere una distribución uniforme de la presión.
- Ningún alambre deberá ser deformado.

Su ejecución se realizará mediante una máquina apropiada que dispondrá de los troqueles necesarios para que resulte, tras la compresión, una sección del empalme hexagonal con la medida entre-caras dada por el fabricante, lo cual servirá para garantizar que la unión ha quedado correctamente realizada.

En una línea de nueva construcción, los empalmes deberán realizarse en el puente flojo de un apoyo con cadenas de amarre. Quedan expresamente prohibidas las uniones por tornillo en particular y en especial aquellas que provoquen que los ejes de los conductores a unir no formen una misma línea recta y aquellos que sean desmontables, así como los de varillas preformadas.

6.4.7 Piezas de conexión

Las piezas de conexión serán de diseño y naturaleza tal que eviten los efectos electrolíticos. En zonas de alta y muy alta contaminación se cubrirán con cinta de protección anticorrosiva estable a la intemperie, para que las superficies de contacto no sufran oxidación.

Las piezas de conexión se dividen en terminales y piezas de derivación. Las características de las piezas de conexión se ajustarán a las normas UNE 21021 y CEI 1238-1.

6.4.7.1 Terminales

Serán de aluminio homogéneo con pala de doble taladro, adecuados para que la conexión al cable se efectúe por compresión hexagonal. La conexión del terminal a la instalación fija se efectuará mediante tornillos a presión.

Los terminales cumplirán la Norma **NNZ015 Terminales rectos de aleación para conductores de aluminio y aluminio-acero**.

6.4.7.2 Piezas de Derivación

La conexión de conductores en las líneas aéreas de MT se realizará en lugares donde el conductor no esté sometido a sollicitaciones mecánicas, es decir, siempre en un puente flojo.

En este caso la pieza de conexión, además de no aumentar la resistencia eléctrica del conductor, tendrá una resistencia al deslizamiento de, al menos, el 20 % de la carga de rotura del conductor.

La conexión de derivaciones a la línea principal se efectuará mediante conectores de presión constante, de pleno contacto y de acuíñamiento cónico.

6.4.8 Dispositivos antiescalamiento

En los apoyos frecuentados, de acuerdo a lo indicado en el apartado 2.4.2 e la ITC-AT-07, se instarán dispositivos antiescalamiento que dificulten al acceso a las partes en tensión de los apoyos.

Los antiescalos que se instalen en los apoyos metálicos cumplirán la Norma **AND017 Antiescalos para apoyos metálicos de celosía**.

6.4.9 Accesorios

6.4.9.1 Amortiguadores para los conductores eléctricos

Aunque su uso no es común en líneas de MT, en el caso de que puedan preverse daños provocados por las vibraciones se dispondrán grapas adecuadas y antivibradores que absorban parte de la energía amortiguando la fatiga en el punto de agarre.

Es más conveniente diseñar la traza de la línea para que no sea necesario la utilización de dispositivos antivibratorios y para ello es importante seguir la recomendación CIGRE que establece que en España, con una temperatura media de 15 °C, el EDS (Every Day Stress) o tracción media de todos los días, de las líneas aéreas de MT no sobrepase el 15% de la carga de rotura del conductor, por tanto hay que comprobar que el tense correspondiente cumple con esa condición.

Además se debe cumplir que la tensión del conductor en horas frías no sea superior al 20%, CHS (Cool Hour Stress). Es decir, que la tracción del conductor a -5°C no sea superior al 20% de su carga de rotura.

Se evitará la colocación de contrapesos en los apoyos cuyo gravivano sea negativo, substituyendo el apoyo de suspensión por uno de amarre.

6.4.9.2 Dispositivos de protección avifauna

Cuando la traza de la LAMT discurra por zonas o espacios protegidos, y en los casos en los que el Órgano competente de la Comunidad Autónoma lo determine, se adoptarán las medidas adecuadas para la protección de la avifauna frente a colisiones y electrocuciones.

6.4.9.2.1 Salva pájaros

Como medida preventiva anticolidión se instalarán sistemas en los conductores de fase de manera que generen un efecto visual equivalente a una señal cada 10 m como máximo. En cada caso se adecuará a lo establecido por el Órgano competente de la Comunidad Autónoma.

6.4.9.2.2 Otros dispositivos

Para evitar la electrocución se instalarán, en los armados de los apoyos, dispositivos que dificulten la posada de las aves tales como sistemas de espinas anti-posada, dispositivos que impidan la nidificación e incluso dispositivos que la faciliten.

Cuando no sea posible alcanzar distancia de seguridad establecida desde la zona de apoyo de la avifauna hasta los puntos en tensión se aislarán los conductores, si bien, en los apoyos en los que existan elementos de maniobra y en los que se requiera el aislamiento de los conductores para evitar la electrocución de la avifauna en cumplimiento de la legislación, se instalarán puntos fijos de estribo para la conexión de puestas a tierras portátiles. Estas piezas no se aislarán y por lo tanto serán puntos en tensión.

6.4.9.3 Balizas

En caso de ser necesario para hacer más visibles los conductores en zonas con elevada densidad de tráfico aéreo, se colocarán balizas para señalar la presencia de tendidos eléctricos.

6.4.9.4 Placas de señalización

En todos los apoyos se instalará una placa de señalización de riesgo eléctrico, donde se indicará la tensión de la línea (kV), el titular de la instalación y el número del apoyo. La placa se instalará a una altura del suelo de 3 m. en la cara paralela o más cercana a los caminos o carreteras, para que pueda ser vista fácilmente.

6.4.10 Aparamenta

Con objeto de facilitar la maniobrabilidad y mejorar la calidad de servicio de la red de media tensión, en las líneas aéreas se podrá instalar la siguiente aparamenta en apoyos:

- Seccionadores unipolares.
- Seccionadores trifásicos.
- Interruptores-seccionadores SF6.

- Cortacircuitos fusibles de expulsión “XS”.
- Cortacircuitos fusibles limitadores de APR.

En general, en cualquier derivación se instalará un dispositivo de seccionamiento que la aisle de la línea principal. Se situará en el primer o segundo apoyo de la derivación que sea de fácil acceso.

Las derivaciones deberán estar protegidas desde la cabecera de la línea, y cuando por criterios de explotación sea necesario que exista una protección intermedia, deberá ser selectiva con la de cabecera de la línea.

En los casos en los que se considere necesario, los elementos de maniobra (Interruptores-seccionadores), estarán telemandados para minimizar el impacto de eventuales averías y reducir los tiempos de maniobra, localización y afectación durante los trabajos de normalización del servicio eléctrico.

Los elementos de maniobra y protección cumplirán la siguiente normativa:

- **Seccionador unipolar:** Los seccionadores unipolares de intemperie cumplirán la norma UNE-EN-60265/1 y la norma **AND005 “Seccionadores unipolares para líneas de alta tensión hasta 36 kV”**.
- **Seccionador trifásico:** Los seccionadores unipolares intemperie cumplirán la norma UNE-EN-60265/1.
- **Interruptor seccionador SF6:** Los Interruptores-seccionadores SF6 intemperie cumplirán con la norma **GSCM003 MV pole mounted switch-disconnectors**.
- **Cortacircuitos fusibles:** Los fusibles de expulsión cumplirán con la norma **AND007 Cortacircuitos fusibles de expulsión seccionadores de hasta 36 kV**
- **Los cortacircuitos fusibles limitadores de APR** cumplirán con la norma UNE 21120.

6.4.11 Protecciones

6.4.11.1 Protección de sobretensiones

En las nuevas líneas aéreas en las que existan conexiones con redes subterráneas de media tensión, deberán instalarse dispositivos de protección frente a sobretensiones o pararrayos. También se instalarán en zonas con un elevado índice isocerámico.

Los pararrayos cumplirán con la norma UNE-EN 60099 y norma **AND015 Pararrayos de óxidos metálicos sin explosores para redes de MT hasta 36 kV** y se instalarán lo más cerca posible del elemento a proteger (red subterránea de MT).

6.5 CIMENTACIONES PARA LOS APOYOS

Las cimentaciones de los apoyos serán de hormigón en masa de calidad HM-20 y deberán cumplir lo especificado en la Instrucción de Hormigón Estructural EHE 08.

La cimentación de los apoyos cumplirá lo detallado en el apartado 3.6 de la ITC-LAT-07 y será del tipo monobloque prismática de sección cuadrada.

El bloque de cimentación sobresaldrá del terreno, como mínimo 15 cm, formando un zócalo, con el objeto de proteger los extremos inferiores de los montantes y sus uniones. Dichas cimentaciones se terminarán con un vierteaguas de 5 cm de altura para facilitar la evacuación del agua de lluvia. Así mismo, con el objeto de evitar que el agua que queda confinada en los perfiles de los montantes en su inserción con la cimentación, se efectuarán unos pequeños planos inclinados a tal efecto.

Las dimensiones de las cimentaciones variarán en función del coeficiente de compresibilidad del terreno (K). Los valores de los coeficientes de compresibilidad se deducen de estudios de suelos o se adoptan los de la Tabla 10 de la ITC-LAT-07. Las dimensiones mínimas de cimentaciones de los apoyos se detallan en el documento PLANOS.

6.6 PUESTA A TIERRA DE LOS APOYOS

Los apoyos de MT deberán conectarse a tierra mediante una conexión específica con objeto de limitar las tensiones de defecto a tierra que puedan producirse. La instalación de puesta a tierra, complementada con los dispositivos de interrupción de corriente, deberá asegurar la descarga a tierra de la intensidad homopolar de defecto, contribuyendo a la eliminación del riesgo eléctrico debido a la aparición de tensiones peligrosas en el caso de contacto con las masas que puedan ponerse en tensión.

La puesta a tierra de los apoyos se realizará teniendo en cuenta lo especificado en el apartado 7 de la ITC-LAT-07.

Deberán conectarse a tierra mediante una conexión específica todos los apoyos metálicos o de hormigón armado según lo indicado en el punto 7.2.4 de la ITC-LAT-07.

El sistema de puesta a tierra deberá cumplir los siguientes condicionantes:

- a) Resistir los esfuerzos mecánicos y la corrosión.
- b) Resistir a la temperatura provocada por la intensidad de falta más elevada.
- c) Garantizar la seguridad de las personas respecto a las tensiones que aparezcan durante una falta a tierra.
- d) Proteger las propiedades y equipos y garantizar la fiabilidad de la línea.

Los elementos constituyentes de la instalación de puesta a tierra son, la línea de tierra y los electrodos de puesta a tierra.

6.6.1 Electrodos de Puesta a tierra

Los electrodos de tierra estarán compuestos por:

- Picas de acero recubierto de cobre de 2 m. de longitud y 14 mm. de diámetro
- Conductores horizontales de cobre desnudo con una sección mínima de 50 mm².
- Combinación de picas y conductores horizontales.

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

6.6.2 Línea de tierra

La línea de tierra es el conductor o conjunto de conductores que une el electrodo de tierra con la parte del apoyo que se pretende poner a tierra.

Los conductores empleados en las líneas de tierra deberán tener una resistencia mecánica adecuada y ofrecerán una elevada resistencia a la corrosión. No podrán insertarse fusibles o Interruptores.

Las líneas de tierra se realizarán con conductores de cobre desnudo de una sección mínima de 50 mm².

La parte de conductor de cobre desnudo hasta el punto de conexión con el montante se protegerá mediante un tubo de PVC, para lo cual el paso de dicho conductor a través del macizo de cimentación se efectuará por medio de un tubo introducido en el momento del hormigonado.

El extremo superior del tubo quedará sellado con poliuretano expandido o similar para impedir la entrada de agua, evitando así tener agua estancada que favorezca la corrosión del cable de tierra.

Como conductores de tierra, entre herrajes y crucetas y la propia toma de tierra, puede emplearse la estructura de los apoyos metálicos.

6.6.3 Clasificación de los apoyos según su ubicación

Para poder identificar los apoyos en los que se debe garantizar los valores admisibles de las tensiones de contacto, se establece la siguiente clasificación de los apoyos según su ubicación:

- Apoyos NO frecuentados. Son los situados en lugares que no son de acceso público o donde el acceso de personas es poco frecuente.
- Apoyos frecuentados. Son los situados en lugares de acceso público y donde la presencia de personas ajenas a la instalación eléctrica es frecuente: donde se espere que las personas se queden durante tiempo relativamente largo, algunas horas al día durante varias semanas, o por un tiempo corto pero muchas veces al día.

Básicamente se considerarán apoyos frecuentados los situados en:

- Casco urbano y parques urbanos públicos.
- Zonas próximas a viviendas.
- Polígonos industriales.
- Áreas públicas destinadas al ocio, como parques deportivos, zoológicos, ferias y otras instalaciones análogas.
- Zonas de equipamientos comunitarios, tanto públicos como privados, tales como hipermercados, hospitales, centros de enseñanza, etc.

Desde el punto de vista de la seguridad de las personas, los apoyos frecuentados podrán considerarse exentos del cumplimiento de las tensiones de contacto en los siguientes casos:

- Cuando se aíslen los apoyos de tal forma que todas las partes metálicas del apoyo queden fuera del volumen de accesibilidad limitado por una distancia horizontal mínima de 1,25 m, utilizando para ello vallas aislantes.
- Cuando todas las partes metálicas del apoyo queden fuera del volumen de accesibilidad limitado por una distancia horizontal mínima de 1,25 m, debido a agentes externos (orografía del terreno, obstáculos naturales, etc.).
- Cuando el apoyo esté recubierto por placas aislantes o aisladas respecto del apoyo o protegido por obra de fábrica de ladrillo hasta una altura de 2,5 m, de forma que se impida la escalada al apoyo.

En estos casos, no obstante, habrá que garantizar que se cumplen las tensiones de paso aplicadas.

A su vez, los apoyos frecuentados se clasifican en dos subtipos:

- Apoyos frecuentados con calzado (F): se considerará como resistencias adicionales la resistencia del calzado y la resistencia a tierra en el punto de contacto.

Estos apoyos serán los situados en lugares donde se puede suponer, razonadamente, que las personas estén calzadas, como pavimentos de carreteras públicas, lugares de aparcamiento, etc.

- Apoyos frecuentados sin calzado (F.S.C.): se considerará como resistencia adicional únicamente la resistencia a tierra en el punto de contacto considerando nula la resistencia del calzado.

Estos apoyos serán los situados en lugares como jardines, piscinas, camping, áreas recreativas donde las personas puedan estar con los pies desnudos.

Los apoyos que sean diseñados para albergar conversiones aéreo-subterráneas deberán cumplir los mismos requisitos que el resto de los apoyos en función de su ubicación.

Los apoyos que sean diseñados para albergar aparatos de maniobra y/o protección deberán cumplir los mismos requisitos que los apoyos frecuentados.

6.6.4 Sistemas de Puesta a Tierra

6.6.4.1 Apoyos no frecuentados

De acuerdo a lo indicado en el apartado 7.3.4.3 de la ICT-LAT-07, si el tiempo de desconexión automática en la líneas de media tensión es inferior a 1 segundo, en el diseño del sistema de puesta a tierra de estos apoyos no será obligatorio garantizar, a un metro de distancia del apoyo, valores de tensión de contacto inferiores a los valores admisibles. No obstante, el valor de la resistencia de puesta a tierra será lo suficientemente bajo para garantizar la actuación de las protecciones.

A tal efecto se podrá utilizar un electrodo lineal por apoyo compuesto por picas de cobre, de 2 m de longitud y 14 mm de diámetro, unidas mediante grapas de fijación y cable de cobre desnudo al montante del apoyo.

El extremo superior de la pica de tierra quedará, como mínimo, a 0,50 m por debajo de la superficie del terreno. A esta profundidad irán también los cables de conexión entre las picas de tierra y el apoyo. En terrenos donde se prevean heladas se aconseja una profundidad mínima de 0,80 m.

6.6.4.2 Apoyos frecuentados

Se realizará una puesta a tierra en anillo cerrado a una profundidad de al menos 0,50 m alrededor del apoyo, de forma que cada punto del mismo quede distanciados 1 m. como mínimo de las aristas del macizo de cimentación, unido a los montantes del apoyo mediante dos/cuatro conexiones. En terrenos donde se prevean heladas se aconseja una profundidad mínima de 0,80 m.

A este anillo se conectarán como mínimo dos picas de cobre, de 2 m de longitud y 14 mm de diámetro, de manera que se garantice un valor de tensión de contacto aplicada inferior a los reglamentarios. En caso contrario se adoptará alguna de las tres medidas indicadas en el apartado Clasificación de apoyos según su ubicación con el objeto de considerarlos exentos del cumplimiento de las tensiones de contacto.

Tanto en apoyos frecuentados como en no frecuentados, la parte visible del cable de cobre hasta el punto de unión con el montante de la torre se protegerá mediante tubo de PVC rígido y en la unión con la pica enterrada se colocará pasta aislante al objeto de evitar humedad que dañe por oxidación dicha unión.

Excepcionalmente, si no es posible obtener un valor de resistencia de tierra adecuado mediante los métodos anteriormente indicados, se realizará una puesta a tierra profunda consistente en:

- Perforación de 85 mm de diámetro y de unos 12 o 14 m. de profundidad. En caso necesario se repetirá esta perforación para obtener la resistencia adecuada, la cual se irá midiendo a medida que avance la perforación
- Se introducirá una cadena de electrodos, básicamente consistente en:

- Barra de grafito de 55 mm de diámetro por 1 m.
- Elementos de conexión del electrodo hasta llegar a la superficie.
- Relleno con mezcla de grafito polvo.
- Ánodos de Mg para protección contra corrosión de elementos metálicos enterrados.

6.7 MEDIDAS DE PROTECCIÓN DE LA AVIFAUNA

En el diseño de las líneas que afecten o se proyecten en las zonas de protección definidas en el artículo 3 del R.D. 1432/2008, de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra colisión y la electrocución en líneas eléctricas de alta tensión, se aplicaran las siguientes medidas correctoras:

1. Los puentes y aparamenta deberán mantener siempre las partes en tensión por debajo de la cruceta. Además se aislarán los puentes y/o partes en tensión de las conexiones en los apoyos especiales (derivaciones, seccionamientos, fusibles, centros de transformación, conversiones, etc.)
2. En configuraciones al tresbolillo y en hexágono se asegurará que la distancia entre la semicruceta inferior y el conductor superior es mayor de 1,5 m.
3. Para armados de bóveda la distancia entre la cabeza del apoyo y el conductor central, será mayor de 0,88 m., o en caso contrario, se aislará dicho conductor un metro a cada lado del punto de enganche.
4. Las distancias mínimas de seguridad entre la cruceta y cualquier punto en tensión del conductor asociado a ella, será:
 - Para cadenas de suspensión: 0,60 m. (*)
 - Para cadenas de amarre: 1,00 m.
5. En el caso de no poder alcanzarse estas distancias de seguridad mediante la instalación de aisladores, se colocarán alargaderas de protección, de una geometría que dificulte la posada de las aves, colocadas entre la cruceta y los aisladores con objeto de aumentar la distancia entre la zona de posada y los puntos en tensión.
6. En cualquier caso, si no es posible obtener la distancia de seguridad mediante la instalación de aisladores y alargaderas, se puede adoptar la solución de aislar el conductor y/o las piezas de conexión.

(*) En nuestro caso, el Decreto 178/2006, de 10 de octubre, por el que se establecen normas para la protección de avifauna para las instalaciones eléctricas de alta tensión, publicada en BOJA 229 de 27/10/2006, aumenta esta distancia a 0,75 m.

6.8 DISTANCIAS DE SEGURIDAD

Para el cálculo de los distintos elementos de la instalación se tendrán en cuenta las distancias mínimas de seguridad indicadas en el apartado 5 de la ICT-LAT-07 y/o en las correspondientes Especificaciones Particulares de EDE.

A continuación se indican las distancias mínimas a tener en cuenta en este proyecto.

6.8.1 Distancia de aislamiento eléctrico para evitar descargas

Se tendrán en cuenta las siguientes distancias:

Del= Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase y objetos a potencial de tierra de sobretensiones de frente lento o rápido. Del puede ser tanto interna, cuando se consideran distancias del conductor a la estructura de la torre, como externa, cuando se considera una distancia del conductor a un obstáculo.

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. Dpp es una distancia interna.

Asom= Valor mínimo de la distancia de descarga de la cadena de aisladores, definida como la distancia más corta en línea recta entre las partes en tensión y las partes puestas a tierra.

Distancia entre conductores (Dpp)

Distancia entre conductores y partes del apoyo puestos a tierra (Del)

Tabla 6. Distancias de aislamiento eléctrico para evitar descargas

Tensión más elevada de la red US (kV)	Del (m)	Dpp (m)
24	0,22	0,25
30	0,35	0,40

6.8.2 Distancia de los conductores entre sí

La ITC-LAT 07 en el punto 5.4.1, establece que la separación mínima entre conductores se determina con la siguiente expresión:

$$D = K\sqrt{F + L} + K' \cdot D_{pp}$$

Siendo:

D = Separación en m,

K = Coeficiente de oscilación (Se obtiene de la Tabla 16, apartado 5.4 ITC-LAT 07)

F = Flecha en m.

L = Longitud de la cadena de suspensión en m.

K' = Coeficiente que depende de la tensión de la línea (0,85 para líneas de categoría especial y 0,75 para el resto).

Dpp = Distancia mínima de aislamiento en el aire para prevenir descargas disruptivas entre conductores en fase de sobretensiones de frente lento o rápido. Viene dado por la Tabla 1 del apartado 5.2.

6.8.3 Distancias de los conductores al terreno, caminos, sendas y a cursos de agua no navegables

La altura de los apoyos será la necesaria para que los conductores, con su máxima flecha prevista según las hipótesis de temperatura hielo, queden situados por encima de cualquier punto del terreno, senda, vereda o cursos de agua no navegables, a una altura mínima de 7 metros.

En lugares de difícil acceso, estas distancias podrán reducirse hasta en un metro.

6.8.4 Distancias a otras líneas eléctricas aéreas o líneas aéreas de telecomunicación

6.8.4.1 Cruzamientos

En los cruces de líneas eléctricas se situará a mayor altura la de mayor tensión y se procurará que el cruce se efectúe en la proximidad de uno de los apoyos de la línea de tensión más elevada. En cualquier caso, la distancia entre los conductores de la línea inferior y las partes más próximas de los apoyos de la línea superior no deberá ser inferior a:

Tabla 7. Distancias entre los conductores y los apoyos en caso de cruzamientos

Nivel tensión (kV)	Distancia
$U \leq 45$	2
$45 < U \leq 66$	3
$66 < U \leq 132$	4
$132 < U \leq 220$	5
$220 < U \leq 440$	7

La distancia vertical entre los conductores de fase de ambas líneas, en las condiciones más desfavorables, no será inferior a:

$$D_{add} + D_{pp} \text{ en metros}$$

A la distancia entre conductores (D_{pp}) se aplicarán los valores de la tabla 6 y a la distancia de aislamiento adicional se aplicarán los valores de la tabla 8

Tabla 8. Distancia aislamiento adicional cruzamiento líneas eléctricas

Tensión nominal red (kV)	Dadd (m)	
	Para distancias del apoyo de la línea superior al punto de cruce ≤ 25 m	Para distancias del apoyo de la línea superior al punto de cruce ≤ 25 m
$U \leq 30$	1,8	2,5

6.8.4.2 Paralelismos

Se evitará la construcción de líneas paralelas de distribución o transporte a distancias inferiores a 1,5 veces la altura del apoyo más alto.

Este mismo criterio se aplicará para el paralelismo con líneas de telecomunicación.

6.8.5 Distancias a carreteras

En general la ubicación de los apoyos en las proximidades de carreteras será a una distancia de la arista de la calzada superior a vez y media su altura, con un mínimo de 25 metros en carreteras y 50 metros en autovías.

En cualquier caso se seguirán las prescripciones indicadas por el órgano competente de la Administración para cada caso particular.

6.8.5.1 Cruzamientos

La mínima distancia de los conductores sobre la rasante de la carretera será, para líneas de tensión hasta 30 kV, de 7 metros.

En caso de cruce con autovías y autopistas, se establece una distancia mínima de 8 m.

6.8.6 Distancias a ferrocarriles sin electrificar

La distancia mínima para la ubicación de los apoyos será de 50 metros hasta la arista exterior de la explanación de la vía férrea.

En cualquier caso se seguirán las prescripciones indicadas por el órgano competente de la Administración.

6.8.6.1 Cruzamientos

La mínima distancia de los conductores sobre las cabezas de los carriles, para líneas de tensión hasta 30 kV, será de 8 metros.

6.8.7 Distancias a ferrocarriles electrificados, tranvías y trolebuses

La distancia mínima para la ubicación de los apoyos será de 50 metros hasta la arista exterior de la explanación de la vía férrea.

En cualquier caso se seguirán las prescripciones indicadas por el órgano competente de la Administración.

6.8.7.1 Cruzamientos

La distancia mínima vertical entre los conductores de la línea eléctrica de tensión hasta 30 kV, con su máxima flecha vertical prevista, y el conductor más alto de todas las líneas de energía eléctrica, telefónicas y telegráficas del ferrocarril será de 4 metros.

6.8.8 Distancias a teleféricos y cables transportados

La distancia mínima vertical entre los conductores de la línea eléctrica de tensión hasta 30 kV, con su máxima flecha vertical prevista, y la parte más elevada del teleférico será de 5 metros.

6.8.9 Distancias a ríos y canales, navegables o flotables

En general la ubicación de los apoyos en las proximidades de ríos y canales navegables será a una distancia del borde del cauce fluvial superior a vez y media su altura, con un mínimo de 25 metros.

La altura mínima de los conductores sobre la superficie del agua para el máximo nivel que pueda alcanzar ésta será:

$$G + D_{add} + D_{el} = G + 2.3 + D_{el} \text{ en metros}$$

Donde G es el gálibo. Si no está definido se utilizará un valor de 4,7 m.

6.8.10 Paso por bosques y masas de arbolado

Cuando se sobrevuelen masas de arbolado se abrirán calles libres de cualquier vegetación que pueda favorecer un incendio, siempre que se cuente con la autorización del organismo competente.

De esta forma se establecerá una zona de protección de la línea definida por la zona de servidumbre de vuelo incrementada en 2 metros.

En caso de no disponer del permiso necesario para abrir la calle, se mantendrá entre los conductores en su posición más desfavorable y la masa de arbolado una distancia vertical suficiente para permitir el desarrollo completo de la especie sobrevolada sin necesidad de realizar podas periódicas de la misma. Por lo tanto la distancia de los conductores al suelo deberá ser la altura máxima de la especie sobrevolada, incrementada en 2 metros.

6.8.11 Distancias a edificios, construcciones y zonas urbanas

No se construirán líneas por encima de edificios o instalaciones industriales.

Se establece una zona de no edificación definida por la zona de servidumbre de vuelo incrementada en 5 m para todas las tensiones de EDE.

7 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE INTEMPERIE

7.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES

Se instalará un nuevo centro de transformación tipo intemperie, que se instalará sobre nuevo apoyo y estará empotrado en el terreno y cimentado mediante macizo de hormigón en masa que asegura la estabilidad del conjunto, en sustitución del actual centro de transformación CD 16097 “ARREBOLADO” ubicado junto al apoyo A243227 existente.

Se instalará un transformador de 50 kVA B2 (400 V) y la instalación de la apartamenta de media tensión (cortacircuitos fusibles de expulsión, aislamiento tubular de silicona para el forrado de los puentes, etc.).

La coordenada del nuevo CTI será:

Nº Apoyo según proyecto	Tipo de apoyo	Montaje	Función	Coordenadas UTM (ETRS-89)		
				Huso	X (m)	Y (m)
CTI 16097	C-2000-16	Horizontal	FL	30	255.507	4.117.691

7.2 EMPLAZAMIENTO

El CTI estará situado en terrenos de dominio público, en una zona cuya ubicación y accesos cumplan con los siguientes factores:

- Permitir el transporte, movimiento e instalación de los elementos integrantes del centro de transformación con medios mecánicos.
- Permitir la ejecución de los trabajos necesarios para la explotación del centro cumpliendo siempre con la reglamentación en materia de seguridad para las personas que realicen los trabajos.
- El emplazamiento del centro de transformación debe permitir el mantenimiento y sustitución del material que compone el mismo.

En los casos en los que no sea posible la instalación en dominio público podrá instalarse, excepcionalmente, en terrenos de propiedad privada si se obtiene la cesión del terreno donde está ubicado y la servidumbre de paso y con acceso directo desde terrenos de dominio público,

7.3 CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

El CTI, objeto del presente proyecto, deberá estar integrado en redes trifásicas hasta 30 kV y frecuencia nominal 50 Hz, se definirá mediante los valores nominales de tensión, nivel de aislamiento y potencia del transformador.

7.3.1 Transformadores de potencia MT/BT

El CTI estará previsto para la instalación de transformadores hasta 160 kVA. De la misma manera se podrán instalar potencias menores, cuyos valores normalizados son: 50, 100 y 160 kVA. En casos excepcionales, puede aceptarse la instalación de transformadores de 250 kVA preparados para su fijación en la estructura del apoyo que aloja el CTI.

El centro intemperie consta de una máquina reductora de tensión, siendo la entrada a 15,4-20 kV y la tensión a la salida en vacío de 420 V entre fases, según UNE-EN 60038:2012.

Los transformadores cumplen los requisitos (características mecánicas y eléctricas) de las series de Norma **UNE-EN 21.428** (21428-1:2011; 21428-1-1:2011; 21428-1-2:2011), **UNE-EN 60076** (UNE-EN 60076-1:2013; 60076-2:2013; 60076-3:2014; 60076-5:2008) y las normas particulares de la compañía suministradora.

Los transformadores y sus características cumplen lo estipulado en las siguientes normas:

- UNE-EN 50464-1:2010. Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2500 kVA con tensión más elevada para el material hasta 36 kV. Parte 1: Requisitos generales.
- UNE-EN 21428-1-1:2011. Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite, 50 Hz, de 50 kVA a 2500 kVA con tensión más elevada para el material hasta 36 kV. Parte 1: Requisitos generales. Sección 1: Requisitos para transformadores multitensión en alta tensión.

Los transformadores serán del tipo intemperie y los valores máximos garantizados serán los indicados a continuación:

Potencia asignada (KVA)	Pérdidas máximas debidas a la carga (W) (*)	Pérdidas máximas en vacío (W) (*)
25	C _k (900)	A ₀ (70)
50	C _k (1100)	A ₀ (90)
100	C _k (1750)	A ₀ (145)
160	C _k (3102) (*)	C ₀ (300) (*)

(*) Los valores garantizados de pérdidas en vacío y en carga para los transformadores son los establecidos en la tabla I.6 del Reglamento (UE) N° 548/2014 de la Comisión Europea de 21 de mayo de 2014, y se corresponden a una clase C₀ en vacío y C_k+32% en carga.

La relación entre las pérdidas en vacío, medidas al 110 y al 100% de la tensión asignada, no debe exceder de 1,45.

En nuestro caso, el centro dispondrá de un transformador de 160 kVA B1B2 de refrigeración natural en baño de aceite, con regulación en el devanado primario mediante dispositivo conmutador a accionar sin tensión, cumpliendo la recomendación UNESA 5201, y de características:

	TRAFO 1
POTENCIA	160 kVA
TENSIÓN PRIMARIA	15,4-20 kV
TENSIÓN SECUNDARIA	230/400 V (B1B2)

Los transformadores cumplirán las siguientes características:

- Transformadores trifásicos, 50 Hz para instalación en interior.
- Sumergidos en aceite mineral de acuerdo a la norma UNE-EN 60296:2012.
- Cuba de aletas.
- Refrigeración natural (ONAN).
- El color de la capa exterior será azul verdoso muy oscuro del tipo 8010-B10G según norma UNE 48103:2014.

7.3.2 Tensiones en MT

La instalación se considera de tercera categoría en su parte de alta tensión según los Artículos 3 del RD 223/08 y del RD 337/2014, y estará prevista para la siguiente tensión nominal y niveles de aislamiento del grupo A, según la ITC-RAT 12 del RD 337/2014:

Arrollamiento	Tensión asignada U_r (kV)	Tensión más elevada para el material U_m (kV)	Tensión soportada de corta duración (1 min.) a frecuencia industrial (kV)	Tensión soportada a impulsos tipo rayo (kV)
MT	5	12	28	75
	11			
	12	17,5	38	95
	13,2			
	15,4			
	16			
	9,5/16,455	24	50	125
	20			
25	36	70	170	

7.3.3 Aislamiento MT

Con la finalidad de mantener el nivel de aislamiento necesario, la separación al aire entre fases y entre fases y tierra, será como mínimo de 22 cm para tensiones de aislamiento 24 kV y 32 cm para tensiones de aislamiento de 36kV según se indica en la tabla 1 de la ITC-RAT 12 “Aislamiento”, para instalaciones situadas a una altitud inferior a 1000 m.

Para instalaciones situadas a por encima de los 1000 m de altitud, las distancias mínimas en el aire, hasta los 3000 m de altitud, se incrementaran según la siguiente tabla:

ALTITUD entre (m)	NIVELES DE AISLAMIENTO (kV)					
	U _m	U _d	U _p	U _m	U _d	U _p
	24	50	125	36	70	170
Distancia mínima de aislamiento al aire (mm)						
1000 y 1100	223			324		
1100 y 1200	226			329		
1200 y 1300	229			333		
1300 y 1400	232			338		
1400 y 1500	235			342		
1500 y 1600	238			347		
1600 y 1700	242			351		
1700 y 1800	245			356		
1800 y 1900	248			360		
1900 y 2000	251			365		
2000 y 2100	254			369		
2100 y 2200	257			374		
2200 y 2300	260			378		
2300 y 2400	263			383		
2400 y 2500	266			387		
2500 y 2600	269			392		
2600 y 2700	272			396		
2700 y 2800	275			401		
2800 y 2900	279			405		
2900 y 3000	282			410		

7.3.4 Tensiones en BT

En cuanto a la tensión de servicio de la instalación de BT del CTI, se podrán dar los casos recogidos en la tabla siguiente:

Tipo CTI	Tensión nominal en BT (V)	Transformador
Monotensión	400	Clase B2
Bitensión	230 y 400	Clase B1B2

Los niveles de aislamiento en BT serán los siguientes:

Tensión asignada de la Red (U_n)	400 V
Tensión más elevada para el material (U_m)	1,1 kV
Tensión soportada a los impulsos tipo rayo (valor de cresta)	20 kV
Tensión soportada de corta duración 1 min. a frecuencia industrial (valor de cresta)	10 kV

7.3.5 Esquemas unifilares

Según la solución constructiva elegida al realizar el CTI se dispondrá de los siguientes esquemas eléctricos:

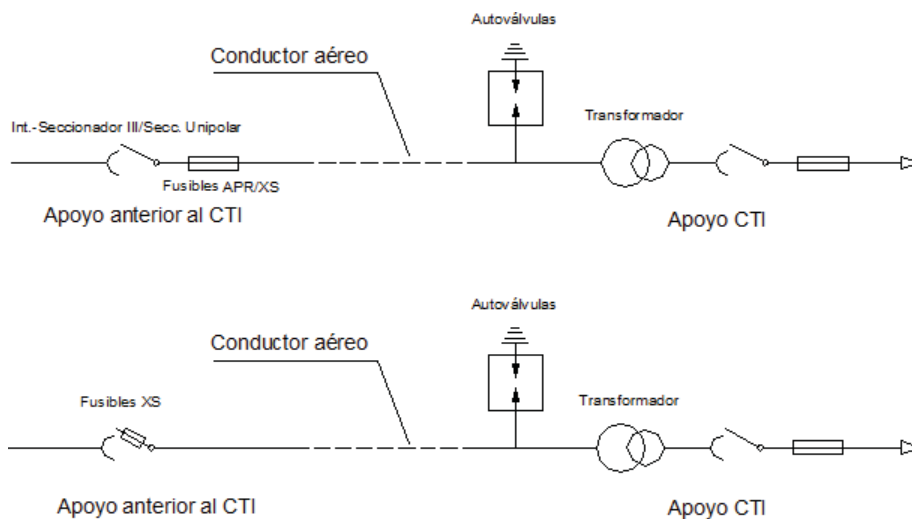


Figura 1.- Esquema Unifilar CTI (Aparamiento y protección en apoyo anterior):

- a.- Seccionador Unipolar/ Interruptor .Seccionador III con fusibles APR.
- b.- Interruptor Seccionador III con fusibles XS.
- c.- Fusibles XS

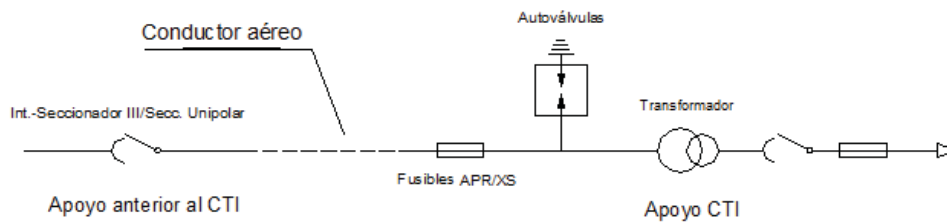


Figura 2.- Esquema Unifilar CTI (Aparamenta en apoyo anterior y protección en apoyo transformador):

a.- Seccionador Unipolar/ Interruptor-Seccionador III (apoyo anterior) y fusibles APR (apoyo transformador).

b.- Interruptor-Seccionador III (apoyo anterior) y fusibles XS (apoyo transformador).

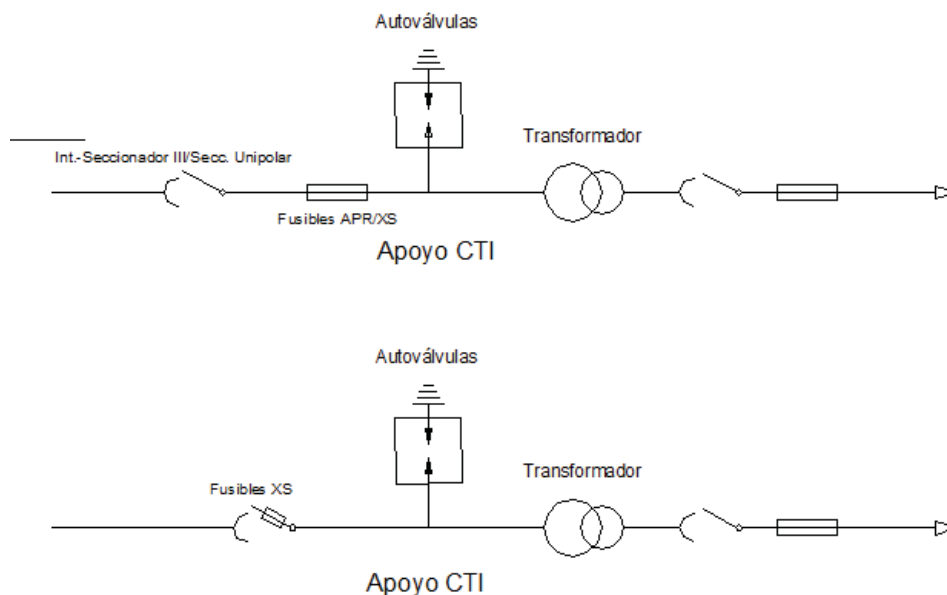


Figura 3.- Esquema Unifilar CTI (Aparamenta y protección en apoyo transformador):

a.- Seccionador Unipolar/ Interruptor-Seccionador III con fusibles APR.

b.- Interruptor-Seccionador III y fusibles XS.

c.- Fusibles XS.

7.4 ELEMENTOS DE LOS CTI

7.4.1 Apoyo de sustentación

Para el cálculo del esfuerzo útil del apoyo de sustentación del CTI se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- El apoyo será capaz de resistir los esfuerzos derivados del amarre de la línea de MT que deberá alimentar al CTI, la presión ejercida por el viento y el hielo sobre el propio apoyo, la aparamenta que soporta, así como, la tracción de la línea aérea de BT, en el caso de que existiera.
- El apoyo que sustenta el transformador actuará en todos los casos como final de línea, por lo que deberá cumplir las condiciones que se exigen en el vigente *Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en las líneas eléctricas de alta tensión* (Apartado 3 de la ITC-LAT 07).

La instalación completa del CTI puede situarse en un único apoyo, o bien en dos apoyos de modo que el transformador estará situado en un apoyo y la aparamenta de MT en el apoyo anterior asociado, dependiendo de las características de la línea, según apartado 5.2.3 de ITC-RAT 15 "Instalaciones eléctricas de exterior".

El apoyo donde se instale el CTI será metálico de celosía, denominado tipo C, según UNE 207017, formado por perfiles de acero laminado según la norma AND001 "Apoyos y Armados de perfiles metálicos para Líneas de MT hasta 30 kV".

Se establecerán las siguientes soluciones constructivas:

- CTI con la aparamenta y protección en apoyo anterior:
 - Interruptor seccionador trifásico o seccionador unipolar, más fusibles APR.
 - Interruptor Seccionador trifásico más fusibles XS.
 - Fusibles XS.
- CTI con la aparamenta en apoyo anterior y protección en apoyo transformador:
 - Interruptor seccionador trifásico o seccionador unipolar (apoyo anterior) y fusibles APR (apoyo transformador).
 - Interruptor seccionador trifásico (apoyo anterior) y fusibles XS (apoyo transformador).
- CTI con la aparamenta y protección en apoyo de transformador:
 - Interruptor seccionador trifásico o seccionador unipolar más fusibles APR.
 - Interruptor seccionador trifásico más fusibles XS
 - Fusibles XS.

El interruptor-seccionador trifásico se utilizará en líneas MT con neutro aislado.

El criterio de utilización de fusibles APR o XS se indica en el apartado 7.5.1.

En el caso que nos ocupa, el apoyo para el CTI es nuevo a instalar, con la aparamenta y protección en el apoyo del transformador.

7.4.2 Herraies

Para la elección de los herrajes se tendrán en cuenta las características constructivas y dimensionales de los conductores.

Deberán tener un coeficiente de seguridad mecánica no inferior a 3 respecto a su carga mínima de rotura.

Se tendrán en cuenta las disposiciones de los taladros y los gruesos de chapas y casquillos de cogida de las cadenas para que éstas queden posicionadas adecuadamente.

Todas las características técnicas, constructivas, de ensayo, etc. de los herrajes serán según la norma AND009 "*Herrajes y accesorias para conductores desnudos en líneas aéreas AT hasta 36 kV*".

Todos los herrajes estarán galvanizados en caliente, el peso del recubrimiento será de 460 g/m² para los de espesor 2 a 5 mm y de 610 g/m² para los de espesor superior a 5 mm.

La tornillería para la sujeción de herrajes y aparataje se admitirá galvanizada en caliente excepto en las zonas afectadas de alta contaminación, donde deberán ser de acero inoxidable.

En el montaje del CTI, para evitar puntos de corrosión los apoyos no se taladrarán ni se utilizarán clavos Spit o similares; asimismo, será obligatorio el apriete de tornillería utilizando llave dinamométrica.

7.4.3 Circuito de MT

El circuito de MT estará constituido por la protección contra defectos internos, la protección contra sobretensiones, el transformador y sus respectivas conexiones eléctricas.

El apoyo de sustentación del CTI se completará con el armado en disposición horizontal, con semicrucetas invertidas necesarias para amarrar la línea de MT y derivarla hacia el transformador.

La línea de alimentación de MT será aérea, en simple circuito trifásico, construida con conductores de aluminio con el interior de acero, generalmente del tipo 47-AL1/8-ST1A según UNE-EN 50182.

Los conductores se ajustarán a la Norma GSC003 "*Concentric-lay-stranded bare conductors*".

En aquellas líneas afectadas de muy alta contaminación según documento de referencia NNZ009 "*Mapas de contaminación salina e industrial*", deberá utilizarse conductores de aluminio con alma de acero recubierto de aluminio (tipo A20SA).

En el apoyo del transformador se efectuará, en general, amarre sencillo, mediante cadena de aisladores horizontales sujetos al armado. La composición de la cadena de aislamiento, en cuanto a su número de aisladores, estará en función de la tensión nominal de la línea y de la contaminación de la zona según lo especificado en el Proyecto.

7.4.4 Aparataje de MT

Esta aparataje y para cada uno de los casos deberá cumplir con las normas siguientes:

- AND005 "*Seccionadores Unipolares para LAAT hasta 36 kV*"
- AND007 "*Cortacircuitos Fusibles de Expulsión de LAAT hasta 30 kV*".

Se dispondrá en un plano vertical paralelo al eje del apoyo de manera que las partes activas queden suficientemente alejadas de los armados en los que se puedan posar las aves.

La disposición del transformador se ha previsto tan próxima como sea posible al eje del apoyo y opuesto a la llegada de la línea de MT, con la finalidad de compensar en parte los esfuerzos del mismo.

El soporte del transformador estará situado a una altura mayor o igual de 5 m del suelo para el caso más desfavorable según ITC-RAT 15 "*Instalaciones eléctricas de exterior*". El espacio libre inferior se utilizará para la instalación de BT.

7.4.5 Protecciones en MT

Seguirán lo dispuesto en la ITC-RAT 09 "*Protecciones*", contemplándose los siguientes casos:

7.4.5.1 Protección contra defectos internos

Con el objeto de proteger la red y el transformador ante defectos internos y externos al mismo se instalarán cortacircuitos fusibles de expulsión XS o cortacircuitos fusibles tipo APR del calibre apropiado a la potencia y tensión nominal del transformador.

Los cortacircuitos fusibles estarán formados por la base unipolar y el tubo de expulsión o por la base unipolar y el tubo fusible.

Las características principales de los cortacircuitos fusibles de expulsión XS serán las siguientes:

Corriente mínima asignada de la base	200 A
Corriente asignada del portafusible	100 A
Corriente mínima asignada de la cuchilla seccionadora	200 A
Corriente asignada admisible	20 kA (Valor cresta)

Serán preferentemente de curva D (anti-tormenta) o en su defecto de curva K.

Se instalarán fusibles de expulsión en CTI a conectar en redes de distribución con una intensidad de cortocircuito trifásico menor de 8 kA. Para valores de 8 kA o superiores, en lugar de fusibles de expulsión se instalarán fusibles de alto poder de ruptura (APR).

Con carácter general se fija el valor de la intensidad de cortocircuito trifásico (intensidad asignada de corta duración) en 16 kA en barras de MT de Subestación. De forma aproximada, la distancia en metros desde ese punto, a partir de la cual se puede considerar el valor de 8 kA, se muestra en la siguiente tabla:

Conductor	U _n (kV)		
	15	20	25
	Longitudes (m)		
LA 56	1100	1200	1200
LA 110	1550	1700	1700
LA 180	1644	1880	1880
LARL 56	1100	1200	1200
LARL 78	1300	1400	1400
LARL 125E	1600	1700	1700
LARL 145E	1700	1800	1800
LARL 180	1775	1875	1875
D145	1700	1800	1800

El valor de la intensidad de cortocircuito trifásico ($I_{cc3\phi}$) deberá ser confirmado por EDE.

Para la elección del calibre del fusible a instalar en MT en el transformador se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

a) La intensidad nominal del transformador.

La protección contra sobrecargas en la red BT han de prestarla las protecciones en las salidas BT y, en última instancia, la protección térmica del transformador.

El fusible AT debe garantizar su No Fusión a la corriente nominal del transformador; es decir: el fusible debe tener un calibre superior a la corriente nominal del transformador.

A efectos de proteger el transformador sin que el fusible se halle permanentemente en su zona nominal (lo que reduciría su vida media) se determina un calibre del fusible de al menos dos veces la corriente nominal del transformador.

b) La intensidad máxima de cortocircuito en BT

Este punto es fundamental a efectos de garantizar la mejor protección para el transformador sin que sufra ningún deterioro en sus materiales frente a cortocircuitos externos.

Una característica constructiva del transformador, garantizada por su fabricante y descrita en la Norma UNE-EN 60076-5 entre otras normas, es la de soportar durante 2 segundos la corriente máxima provocada por un cortocircuito trifásico en sus bornes BT.

Conocida la corriente máxima de cortocircuito en bornes BT para cada transformador, se elegirá un fusible de calibre tal que funda antes de 2 segundos para la corriente en AT resultante de un de cortocircuito trifásico en BT.

c) La intensidad magnetizante

En el momento de la conexión del transformador al sistema eléctrico, y a efectos de evitar la fusión del fusible AT por la corriente magnetizante del transformador (corriente de avalancha), el tiempo de operación (prearco) del fusible debe ser mayor que 0,1 segundos para 12 veces la corriente nominal del transformador.

d) La selectividad con las protecciones en BT

Manteniendo los criterios de selectividad expuestos, para la corriente máxima de cortocircuito en BT, el fusible AT debe tener un tiempo de respuesta superior al del mayor fusible o protección instalado en las salidas BT.

Es decir, tiene que haber un margen de al menos 250 milisegundos entre las respuestas del fusible AT (prearco) y la protección instalada en BT, para la corriente máxima de cortocircuito en bornes BT. Esta selectividad se tiene que mantener a todo lo largo de las curvas de respuesta de las protecciones, verificando que no haya solape en la actuación de estas protecciones a valores bajos de corriente.

Esta selectividad debe establecerse entre la curva mínima de respuesta de la protección de AT (curva mínima de prearco del fusible AT), y la curva de máxima respuesta de la protección de BT (curva máxima de funcionamiento del fusible BT o curva de actuación en frío del magnetotérmico BT).

Conocida la $I_{cc3\phi}$ en BT de un transformador y el fusible de mayor calibre en sus salidas de BT, se puede hallar el tiempo máximo de actuación de dicho fusible, ya que la respuesta tiempo/corriente de estos fusibles está perfectamente especificada en la Norma UNE-EN 60269-1.

Estos tiempos máximos en fusibles "gG" son:

Potencia Transformador (kVA)	Tensión AT del transformador			
	>24 kV		<24 kV	
	Calibre Fusible BT	Tiempo (segundos)	Calibre Fusible BT	Tiempo (segundos)
50	80	0,03	80	0,02
100	160	0,05	160	0,03
160	250	0,07	250	0,045
250	315	0,04	315	0,025
400	315	0,01	315	<0,01
630	315	<0,01	315	<0,01
1000	315	<0,01	315	<0,01

Con estas respuestas en los fusibles BT, la característica de prearco del fusible MT debe estar por encima del punto correspondiente a la $I_{cc3\phi}$ del transformador en un tiempo de 320 milisegundos.

Este tiempo se determina tomando el tiempo máximo en que actúa un fusible BT (70 ms, en la tabla) y sumando los 250 milisegundos establecidos como margen de selectividad.

e) La intensidad máxima de cortocircuito en AT

La corriente máxima que puede atravesar a los fusibles MT, es la corriente máxima de cortocircuito trifásico en bornes MT del transformador en cuestión:

Potencia de cortocircuito del Sistema (MVA)	Intensidad máxima de cortocircuito en AT (kA) según la Potencia de cortocircuito del Sistema											
	Tensión nominal AT (kV)											
	30	25	20	16,5	16	15,4	13,2	12	11	10	9,5	5
500	10	12	14	18	18	19	22	24	26	29	30	58
200	4	5	6	7	7	7	9	10	10	12	12	23
100	2	2	3	4	4	4	4	5	5	6	6	12
Tensión asignada (kV)	36		24						12			
Mínimo Poder de corte (kA)	20		30						60			

Una vez hallados los puntos críticos de un transformador, tal y como se han descrito anteriormente, se debe comparar éstos con la curva de respuesta real del fusible propuesto.

No obstante, lo que determinará el calibre del fusible MT es que su actuación se produzca por debajo de 2 segundos para la intensidad máxima de cortocircuito en BT del transformador, verificando posteriormente el cumplimiento del resto de criterios descritos

A modo orientativo se seguirá la tabla siguiente para la selección del calibre de los fusibles de MT de protección del transformador.

POTENCIA DEL TRANSFORMADOR	FUSIBLES APR RECOMENDADOS (A)							
	5 KV	11 KV	13,2 KV	15,4 KV	16 KV	20 KV	25 KV	30 KV
50	25	10	10	10	6	6	5	5
100	40	20	16	16	16	16	10	8
160	63	32	25	20	25	20	16	10

Cortacircuitos fusibles de expulsión (Cut-out)

La protección contra sobrecargas se realizará con cortacircuitos fusibles en la derivación de la línea que alimenta al transformador o sobre el propio centro de transformación, según condiciones de la compañía suministradora de la electricidad.

En la elección del apoyo, para la instalación de los elementos de protección y de maniobra, se deberá tener en cuenta que los seccionadores sean visibles desde el CT y que disponga de una fácil accesibilidad.

En el apoyo del CTI se dispondrán tres cut-out para intemperie con tensión de servicio de 24 kV y una intensidad nominal asignada del portafusibles de 100 A, poder de corte de 8 kA. El Cut-Out tendrá las siguientes características técnicas:

Tensión asignada kV	Tensión soportada a los impulsos de tipo rayo kV (valor de cresta)		Tensión soportada bajo lluvia a frecuencia industrial kV (valor eficaz)	
	A tierra (NA)	Sobre la distancia de seccionamiento (NAS)	A tierra	Sobre la distancia de seccionamiento
24	125	145	50	60
36	170	195	70	80

7.4.5.2 Protección contra sobretensiones

Se instalarán sobre el transformador pararrayos de óxidos metálicos como protección frente a sobretensiones de origen atmosférico en el mismo CTI. El tipo a utilizar será en función de la tensión nominal de la red.

La norma que establece las especificaciones de este equipo es la AND015 "Pararrayos de Óxidos Metálicos sin explosores para Redes de MT hasta 36 kV".

Estos pararrayos llevan incorporados el dispositivo de desconexión y la trencilla de puesta a tierra de cobre de sección 50 mm² y longitud 500 mm, que en el extremo no unido al pararrayos equipará un terminal de cobre estañado; es decir, se prima la continuidad del servicio.

La protección contra sobretensiones en alta tensión se realizará mediante la instalación de autoválvulas pararrayos de óxidos metálicos de 24 kV de tensión asignada y 10 kA de intensidad de descarga (Pararrayos con designación POM 25/10). La conexión de la línea al pararrayos se hará mediante conductor desnudo y de las mismas características que el de la línea. Dicha conexión se hará lo más corta posible. Las conexiones a tierra deberán establecerse mediante conductores de cobre desnudo, entre el borne de tierra del pararrayos y la línea de puesta a tierra de las masas. Su longitud deberá ser lo más corta posible con objeto de minimizar los efectos de autoinducción y de la resistencia óhmica.

Las tensiones asignadas de los pararrayos serán las indicadas en el cuadro siguiente:

U_n (kV)	U_r (kV)	U_c (kV)	U_{res} (kV) máximo (*)	Sistema de neutro red
6	9	7,65	19,8	Puesto a tierra
10	12	10,2	39,6	Aislado
11	12	10,2	39,6	Puesto a tierra
13,2	12	10,2	39,6	Puesto a tierra
15	18	15,3	59,4	Aislado
15,4	18	15,3	59,4	Puesto a tierra
17,5	21	17	69,3	Aislado
20	21	17	69,3	Puesto a tierra
	24	19,5	79,2	Aislado
25	30	25	99,0	Puesto a tierra
	30	25	99,0	Aislado
30	36	30	118,8	Aislado

Un Tensión nominal de la red.

Ur Tensión asignada del pararrayos.

Uc Tensión de servicio continuo del pararrayos.

Ures Tensión residual del pararrayos con onda tipo rayo 8/20 μ s y con corriente nominal de descarga 10 kA.

(*) Valores máximos según la tabla 8 de la CEI 60099-1.

El valor normalizado de la corriente nominal de descarga con onda 8/20 μ s, es de 10 kA.

7.4.6 Conexión de MT

De modo general se seguirá lo dispuesto en ITC-RAT 05 "Circuitos eléctricos".

El conexionado hasta los bornes del transformador se efectuará utilizando conductor del mismo tipo que el de la línea forrado con aislamiento de polietileno por medio de una grapa de amarre de tornillería.

En las derivaciones a los portafusibles y pararrayos se utilizarán terminales de apriete en cuña de compresión. La conexión a la borna del transformador se hará con terminales bimetálicos.

La cadena de amarre se adecuará a las normas AND008 "Aisladores de vidrio para cadenas de LAAT hasta 36 kV" o AND012 "Aisladores Compuestos para cadenas líneas aéreas MT hasta 30 kV".

El conexionado hasta los bornes del transformador se efectuará utilizando conductor 47-AL1/8-A20SA, forrado con aislamiento de polietileno por medio de una grapa de amarre de tornillería; en las zonas de muy alta contaminación se utilizarán preformados. En las derivaciones a los portafusibles y pararrayos se utilizarán terminales de apriete en cuña de compresión, la conexión a los pasatapas del transformador se hará con terminales bimetálicos.

7.4.7 Circuito de BT

La instalación de BT estará formada por la conexión que une el transformador con el cuadro de BT intemperie (conjunto de maniobra y protección al que se conectan las líneas de salida en BT).

7.4.7.1 Conexión de BT

La unión entre los bornes del transformador y el cuadro de BT, se realizará a través de cables trenzados de 3x150 Al + 80 Alm mm², aislados con polietileno reticulado (XLPE) tipo RZ 0,6/1kV. Las uniones serán bimetálicas en caso que los bornes de trafo y/o embarrado de cuadro BT cuando sean de cobre.

7.4.7.2 Cuadro de BT intemperie

Su empleo tiene por finalidad permitir, exclusivamente, la derivación de la línea de baja tensión proveniente del secundario del transformador y la conexión del equipo concentrador de telegestión de contadores.

El cuadro cumplirá con la norma FNL001 “Cuadros de Baja Tensión para Centros de Transformación Intemperie” y las bases portafusibles BT con la NNL012 “Bases Tripolares Verticales Cerradas para Fusibles de Baja Tensión del Tipo Cuchilla con Dispositivo Extintor de Arco”.

Tensión asignada		500 V
Tensión soportada de corta duración 1 min. a frecuencia industrial (valor de cresta)	Entre partes activas	2.500 V
	Entre partes activas y masa	10.000 V
Tensión soportada a impulsos tipo rayo (valor de cresta)		8 kV
Corriente límite térmico		20 kA
Corriente límite dinámico		50 kA

Estará constituido por dos módulos unidos entre sí verticalmente. El módulo inferior será el correspondiente al embarrado de entrada BT transformador / salidas a distribución (módulo de entrada/salidas), y el módulo superior será el destinado a albergar el equipo concentrador para la telegestión de contadores (módulo de concentrador).

Estará realizado de forma que en ninguna parte de su envolvente se produzcan estancamientos de agua debidos a la lluvia, rocío, etc. Además, dispondrá de un sistema de autoventilación que no reducirá el grado de protección establecido.

Para la sujeción al apoyo el cuadro irá provisto de orejetas metálicas de suficiente robustez, colocadas una en cada ángulo del módulo de salidas y una en cada ángulo superior del módulo de concentrador.

El material utilizado será polyester armado con fibra de vidrio y cumplirá con las condiciones requeridas para superar los ensayos de resistencia al fuego de acuerdo con lo indicado en la Norma UNE-EN 60695-2-10, 11, 12 y 13.

El cuadro estará constituido por material aislante, de clase térmica A como mínimo según la Norma UNE-EN 60085, capaz de soportar las sollicitaciones mecánicas y térmicas, así como los efectos de la humedad, susceptibles de presentarse en servicio normal.

Además, dispuesto en posición de servicio, cumplirá todo lo que sobre el particular indica la Norma UNE-EN 61439-1 y tendrá grado de inflamabilidad según señala la Norma UNE-EN 61439-3.

La envolvente no presentará aristas cortantes accesibles durante la manipulación del cuadro o de cualquiera de los elementos que lo integran.

Ambos módulos (entrada/salidas y concentrador) deberán ser accesibles por la cara frontal del cuadro y su manipulación únicamente podrá realizarla personal de Grupo ENDESA por lo que deberá existir algún dispositivo para su cerramiento.

En ambas cajas se ha previsto el acceso de los cables por la parte inferior para evitar la entrada de agua. Todo el conjunto de la instalación de BT estará protegido contra contactos directos e indirectos según los criterios establecidos en las ITC-BT 22 “Instalaciones interiores y receptoras. Protección contra sobrecorrientes” e ITC-BT 23 “Instalaciones interiores y receptoras. Protección contra sobretensiones”.

7.4.7.3 Protecciones en BT

Seguirán lo dispuesto en la ITC-RAT 09 “Protecciones”.

Las líneas de salida en BT estarán individualmente protegidas con fusibles curva “gG” del calibre apropiado a la longitud y carga de las mismas. Estos fusibles estarán situados en el cuadro BT.

Conocida la máxima corriente de cortocircuito trifásico en bornes BT del transformador que alimente a dicho conductor, el poder de corte del fusible del conductor debe superar ampliamente este valor, de modo que sea capaz de cortar la intensidad máxima de cortocircuito fundiendo solamente, sin deterioro de su estructura externa. Esto también es aplicable al conjunto portador del elemento fusible (contactos, base,...).

Para una salida BT determinada el calibre del fusible vendrá impuesto por:

- La intensidad nominal del conductor
- La respuesta térmica del conductor
- La potencia del transformador MT/BT

Siendo el valor menor que resulte de aplicar estos criterios el que determine el calibre del fusible a aplicar.

- **Intensidad nominal del conductor.**

El fusible elegido con este criterio permite la plena utilización del conductor. Se tomará la intensidad máxima permanente admisible del conductor, en condiciones habituales de explotación, comparándose ésta con la intensidad convencional de No Fusión de los fusibles, eligiendo el fusible con intensidad de No Fusión inferior.

La intensidad convencional de No Fusión es aquella que el fusible puede soportar durante un tiempo especificado (tiempo convencional, normalmente superior a 1 – 2 horas), sin fundir.

De considerarse solo este criterio, el calibre de los fusibles en las salidas de un CTI sería:

Conductor fase (mm ²)	I nominal aéreo (A) (t=40° C)	I nominal enterrado (A)	Calibre del Fusible “gG”	I de no Fusión
50	150	180	125	156
95	230	260	200	250
150	305	330	250	312
240	---	430	315	312

- **Respuesta térmica del conductor**

Bajo esta condición, se determinan las intensidades que puede soportar el conductor de la salida BT durante un tiempo específico, siendo el método de cálculo empleado del tipo de función de respuesta térmica:

$$I^2 \times t = \text{cte}$$

La característica intensidad/tiempo del conductor tendrá que ser superior a la respuesta del fusible, a efectos de que el fusible proteja al conductor. El conductor puede soportar un valor determinado de corriente durante un tiempo $t_{\text{conductor}}$; para este mismo valor de corriente, el fusible debe fundir en un tiempo t_{fusible} , menor que $t_{\text{conductor}}$, respetando siempre los criterios de selectividad que se han descrito anteriormente.

$$t_{\text{fusible}} + 250 \leq t_{\text{conductor}}$$

- **La potencia del transformador**

Este criterio determina el calibre máximo del fusible que se puede instalar en una salida de BT del CTI.

Se tomará la intensidad nominal del transformador, en sus condiciones habituales de explotación y se elegirá el calibre del fusible inmediato superior. El fusible elegido permite la plena explotación del transformador.

Potencia Transformador (kVA)	Valores en BT				
	Intensidad Nominal (A)	Calibre	I. Máxima 0,1seg. (A)	Fusible tipo gG	
				Tiempo máximo para $I_{cc3\phi}$ (seg.)	
				U>24 kV	U<24kV
50	72	80	1100	0,03	0,02
100	144	160	2590	0,04	0,03
160	230	250	4500	0,06	0,04
250	360	400	8060	0,1	0,07
400	577	630	14140	0,2	0,1
630	909	1000	24000	0,2	0,4
1000	1443	1600	Sin determinar	0,8 aprox.	0,8 aprox.

En la tabla superior, se indica el tiempo máximo de fusión del fusible instalado en BT, del tipo “gG”, para la corriente máxima de cortocircuito trifásico, en dos rangos de nivel de tensión MT. El valor de la intensidad para 0,1 segundo, es el máximo que se puede encontrar en la respuesta corriente/tiempo de los fusibles de este tipo, y servirá como referencia para determinar la selectividad frente al fusible o protección instalados en el lado MT.

Instalar un fusible en la BT de mayor calibre que el indicado, implica:

- La no-selectividad con el fusible de MT. El fusible instalado en BT tiene su zona de actuación dentro de la misma zona que el fusible de MT, o la supera, llegando a fundir antes el fusible de MT.
- La zona de actuación del fusible de BT está por encima de la respuesta térmica del conductor. La eliminación del defecto solo la puede efectuar el fusible instalado en el lado MT.

7.5 CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS

El CTI, objeto del presente proyecto, tendrá un esfuerzo útil capaz de resistir los esfuerzos derivados del amarre de la línea de AT que deberá alimentar al CTI, la presión ejercida por el viento sobre el propio apoyo, la aparamenta que soporta, así como, la tracción de la línea aérea de BT, en el caso de que existiera.

El apoyo que sustenta el transformador actuará en todos los casos como final de línea, por lo que deberá cumplir las condiciones que se exigen en el vigente *Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en las líneas eléctricas de alta tensión* (Apartado 3 de la ITC-LAT 07).

7.6 PUESTA A TIERRA DEL CTI

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

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

La separación mínima entre los electrodos de las tierras de protección y de servicio se calcula en el capítulo “*Calculo de la Instalación de Puesta a Tierra*” del Documento Cálculos justificativos

Se podrá prescindir de una red independiente de puesta a tierra de servicio en aquellos casos en los que la intensidad de defecto y la resistencia de puesta a tierra de protección sean tales que ante un posible defecto a tierra la elevación de potencial en la red de la instalación de puesta a tierra sea inferior a 1.000 V.

7.6.1 Puesta a Tierra de Protección

Cuando se produce un defecto a tierra en la instalación de MT, se provoca una elevación del potencial en el circuito de puesta a tierra de protección a través del cual circulará la intensidad de defecto. Asimismo, al disiparse dicha intensidad por tierra, aparecerán en el terreno gradientes de potencial.

Al diseñarse el sistema de puesta a tierra de protección deberán tenerse en cuenta los siguientes aspectos:

- Seguridad de las personas en relación a las elevaciones de potencial.
- Sobretensiones peligrosas para las instalaciones.
- Valor de la intensidad de defecto que haga actuar las protecciones, asegurando la eliminación de la falta.

7.6.2 Puesta a Tierra de Servicio

El sistema de puesta a tierra de servicio se diseña bajo el criterio de que su resistencia de puesta a tierra sea inferior a 37Ω . Con esto se consigue que un defecto a tierra en la instalación de un cliente, protegida contra contactos indirectos por un Interruptor diferencial de 650 mA de sensibilidad, no ocasione en el electrodo de puesta a tierra de servicio una tensión superior a 24 V ($37 \times 0.65 \cong 24$).

7.6.3 Ejecución del circuito de puesta a tierra

Al circuito de puesta a tierra de protección se conectará el apoyo, todos los herrajes, caja del transformador y la tierra de los pararrayos.

En la instalación de puesta a tierra de protección y en los elementos conectados a la misma, deberán darse las siguientes condiciones:

- La conexión del electrodo con la instalación general de conexión de tierra se realizará en un punto accesible, el cual permitirá tomar medidas de la resistencia del electrodo enterrado.
- Todos los elementos que constituyen la instalación de puesta a tierra estarán protegidos adecuadamente contra deterioros por acciones mecánicas o de cualquier otro tipo.
- Los elementos conectados a tierra no estarán intercalados en el circuito en serie, sino que se hará mediante derivaciones individuales.

La conexión de la tierra de servicio se hará conectando el neutro en el primer apoyo de las líneas de BT, en caso de que la salida sea aérea.

Cuando las salidas de BT sean subterráneas, la línea de tierra del neutro estará aislada en todo su recorrido.

Los circuitos de conexión de tierra de neutro cumplirán las dos primeras condiciones, señaladas para la puesta a tierra de protección.

En el apoyo donde se instalará el transformador, será necesario efectuar una losa o solera de hormigón tipo HM-20 de 20 cm de altura sobre el terreno, cuyas dimensiones serán las adecuadas para que de cada arista de esta solera a la parte más saliente del apoyo (dispositivo antiescalada) quede a una distancia mínima de 1,10 m.

Rodeando la cimentación con una separación de 1 m y enterrado a una profundidad de 0,50 m (0,80 m en aquellas zonas donde se prevean heladas) se instalará un electrodo horizontal en forma de anillo, rodeado totalmente de tierra. Unidas a este electrodo y en los vértices se clavarán en el terreno picas de acero - cobre de 2 m de longitud y 14,6 mm de diámetro. Dado que las medidas del electrodo horizontal son pequeñas, será necesario instalar electrodos verticales profundos o agrupar en paralelo más de un electrodo tipo para conseguir la resistencia de tierra necesaria.

Embebido en la solera, aproximadamente a 15 cm por debajo de su superficie, se instalará, un mallazo constituido por redondos de acero de diámetro no inferior a 4 mm, con los nudos electrosoldados, formando cuadrículas no superiores a 30x30 cm por lado y se conectará al electrodo de tierra de protección en al menos dos puntos opuestos.

Figura 4.- Solera CTI con mallazo electrosoldado.



Esta conexión se efectuará con cable de cobre de 50 mm² de sección.

En el caso de salida de BT en subterráneo la puesta a tierra de servicio se hará con cable aislado 0,6/1 kV de cobre 50 mm² sección.

Todo el conjunto de picas y anillo difusor se unirá a la toma de tierra del apoyo mediante grapas de conexión y cable de cobre atravesando la solera mediante tubos de PVC, PG-36. Las grapas de conexión se recubrirán de cinta de protección anticorrosiva.

En los casos en que la salida de BT sea subterránea también se habrá de prever un tubo de paso de polietileno PN 160, a través de la solera.

Los apoyos asociados al CTI que soporten aparataje de MT, se dotarán de electrodos de tierra en anillo, debiendo cumplir los requisitos exigidos por el apartado 7 de la ITC-LAT 07 a los apoyos frecuentados con respecto a los valores admisibles de las tensiones de paso y contacto.

7.6.4 Sistemas de protección antitensión de paso y contacto

Para evitar que no aparezcan tensiones de paso o contacto superiores a las permitidas, en el apoyo, se podrán utilizar diversos sistemas de protección antitensión en función de las posibilidades que ofrezca la zona de instalación.

- Si en el apoyo donde se instala el transformador puede construirse la losa de hormigón, la solución general prevista es hacer una cubeta sobre la losa de hormigón mediante un reborde perimetral de 6 cm de altura, impregnar la superficie de hormigón con la emulsión asfáltica “Emulsión catiónica ECR-1”, para facilitar el agarre del asfalto en frío tipo “Mezcla bituminosa en frío AF-12” que se verterá hasta el ras del reborde dejado.
- En algún caso excepcional en el que no es posible construir la losa de hormigón prevista, o las tensiones de contacto aplicadas continúen siendo superiores a las permitidas, la solución a utilizar es instalar un antiescalo aislado normalizado según norma AND017 “Antiescalos metálicos para apoyos de celosía”. En este caso deberá comprobarse que el valor de la tensión de paso es inferior al máximo reglamentario.

Existen otras alternativas al uso del asfalto en frío como aislante, por ejemplo la solera de hormigón tratada con pintura aislante o recubierta de gres cerámico, que sólo deben utilizarse en casos excepcionales. En lugar de antiescalo normalizado también puede utilizarse un muro de ladrillo de 2,5 metros de altura, para evitar el contacto con partes metálicas del CTI según se indica en el plano FPY30108 “Detalle Sistema Antiescalo”.

7.6.5 Electrodos de puesta a tierra

Dependiendo de las características del CT, la composición de los electrodos podrá estar formada por:

- Picas de acero recubierto de cobre, según Norma NNZ035 Picas cilíndricas para puesta a tierra.
- Conductores enterrados horizontalmente (cable de cobre C-50).
- Una combinación de picas y conductores horizontales:

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

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

7.7 LIMITACIÓN DE LOS CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS EN LA PROXIMIDAD DE INSTALACIONES DE ALTA TENSIÓN

Los centros de transformación de intemperie se diseñarán para minimizar en el exterior de la instalación los campos electromagnéticos creados por la circulación de corriente a 50 Hz en los diferentes elementos de las instalaciones según lo indicado en la ITC-RAT 15.

En la Recomendación del Consejo Europeo de 12 de julio de 1999 relativa a la exposición del público en general a campos electromagnéticos (0 Hz a 300 GHz) se definen unos niveles de referencia de la exposición para ser comparados con los valores de las cantidades medias. Estos niveles de referencia para la frecuencia de 50 Hz son:

Campo eléctrico (V/m)	Campo magnético (T)
5.000	100

En el Anexo III, se adjunta el correspondiente estudio de limitación de los campos magnéticos en la proximidad de las instalaciones de alta tensión.

7.8 LIMITACIÓN DEL NIVEL DE RUIDO EMITIDO POR INSTALACIONES DE ALTA TENSIÓN

Los centros de transformación de intemperie deberán cumplir con los índices de ruido medidos en el exterior de las instalaciones según lo indicado en la ITC-RAT 15 ajustándose 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.

También 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.

No será de aplicación el cálculo justificativo de las limitaciones del nivel de ruido emitido por dicha instalación al no existir edificaciones existentes a su alrededor.

7.9 MEDIDAS DE PROTECCIÓN DE LA AVIFAUNA

Se adoptarán las medidas de protección de la avifauna contenidas en el apartado de línea aérea de media tensión del presente proyecto.

Ante la posibilidad de accidentes, que puedan sufrir las aves se deberán respetar, obligatoriamente, las siguientes condiciones:

- La separación entre las partes activas y las zonas previstas de posada de aves será como mínimo de 0,7 m. Para ello, se dispondrán alargadores o elementos aislantes en número y longitud suficientes para conseguir dicha distancia.

Esta separación mínima de seguridad se incrementará a 1 m cuando el CTI esté ubicado en espacios naturales protegidos o de Red Natura 2000. En tal caso, se dispondrá la grapa de amarre forrada. Además, se dispondrán elementos aisladores de vidrio en número suficiente para alcanzar la distancia mínima de seguridad, o bien aisladores poliméricos según el código de material de ENDESA 6709926.

- No existirán partes activas por encima de la parte superior del apoyo.
- El conexionado AT se realizará mediante conductores forrados o aislados.

A su vez, en caso de ser necesario se realizará:

- Colocación de barreras antiposada de aves, que consistirá en un sistema de espinas fabricado en resina de policarbonato con inhibidores ultravioleta (UV), dispositivo antinidificación o armado atirantado para apoyos de celosía.
- Aislar el armado mediante manta aislante.

7.10 SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN

Los apoyos en los que se instale el transformador dispondrán de un dispositivo antiescalada que estará construido en chapa de acero galvanizado o de obra de fábrica a una altura de 3 m para dificultar la subida y entrada en contacto con partes peligrosas.

En caso de encontrarse el CTI en terreno forestal, se dispondrá alrededor del apoyo un cortafuegos perimetral. En caso de que los fusibles se encuentren en un apoyo distinto al del transformador, también deberá rodearse el apoyo correspondiente, de otro cortafuegos perimetral igual al anteriormente descrito.

Atendiendo a lo indicado en el apdo. 2.4.7 de la ITC-LAT 07, el apoyo deberá contar con las siguientes señalizaciones:

- Placa de riesgo eléctrico.
- Placa de Identificación de la empresa y número del CTI.
- Fabricante del apoyo y tipo.

8 RESUMEN DE DATOS

8.1 LÍNEA ELÉCTRICA AÉREA M.T.

1. Tipo	Línea aérea de media tensión
2. Finalidad	Reforma de LAMT e instalación de CTI
3. Origen	Apoyo A265715 existente
4. Final	CTI 21369 "CONTRERAS"
5. Términos Municipales afectados	Montellano
6. Tensión	15,4-20 kV
7. Longitud Total	35 m
8. Número de circuitos	Un circuito
9. Número de cables	Tres por circuito
10. Material conductor	Aluminio
11. Conductor	47-AL1/8-ST1A (LA-56)

8.2 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Lugar de ubicación CT	Polígono 6, parcela 5, paraje "Contreras".
Tipo	Centro de Transformación Intemperie
Tensión nominal MT	15,4-20 kV
Potencia de transformador instalado	160 kVA B1B2 (400 V)
Relación de transformación	15,4-20.000/420/242 V
Número de cuadros BT	1
Protección contra sobretensiones	Cortacircuitos fusibles de expulsión
Protección contra sobretensiones AT	Pararrayos autoválvulas
Protección contra sobrecargas	Termómetro
Electrodo de puesta a tierra de protección	T. Protección: Anillo; T. Servicio: Hilera

9 ORGANISMOS AFECTADOS

En las siguientes tablas se indican los organismos o entidades afectados por la línea aérea en proyecto, bien por cruzamientos, paralelismos o proximidad, que cumplen lo que al respecto se establece en el apartado 5.3. de la ITC-LAT 07 del Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión.

- Exmo. Ayuntamiento de Montellano.

Se aportara copia de proyecto para los organismos afectados.

10 CONCLUSIONES

En los documentos y planos que se acompañan se justifican y detallan los fundamentos técnicos que han servido de base para la redacción de este proyecto, los cuales cumplen con lo establecido en la normativa y reglamentos vigentes.

Con lo expuesto y con los documentos y planos que se adjuntan, se considera suficientemente descrita la instalación a realizar, solicitando las autorizaciones administrativas previstas en la legislación vigente. No obstante, el técnico redactor del presente documento queda a disposición de los Organismos correspondientes para toda aquella ampliación, aclaración y/o modificación que estimen pertinente.

Sevilla, mayo de 2017

El Ingeniero Técnico Industrial,
José Miguel Paredes Sánchez
Colegiado 10.167 COPITISE

Documento 4

PRESUPUESTO

PRESUPUESTO

1 DESCRIPCIÓN

El proyecto consiste en:

- Instalación de un nuevo Centro de Transformación Intemperie, sobre un apoyo metálico de celosía de cabeza recta s/ UNE 207017, C-2000-14, que soportará todos los elementos que lo constituyen:
 - 3 cortacircuitos de expulsión XS-CUT OUT 24kV 200A.
 - 1 transformador de 160 kVA de tipo B1B2.
 - 3 autoválvulas pararrayos 24kV 10kA.
 - 1 cuadro de baja tensión con 2 salidas.

Nueva LAMT de alimentación al nuevo CTI, formada por conductores tipo 47-AL1/8-ST1A (LA-56), con una longitud aproximada de 35 m, y con origen en el apoyo A265715.

2 PRESUPUESTO GENERAL

CENTRO DE TRANSFORMACION LINEAS M.T.-SUBTERRANEAS 20 KV (M.O. Y MATERIALES)			
Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
CORTAFUEGOS PERIMETRAL	1,00	398,80	398,80
CONSTRUCCION TABIQUE OBRA	15,00	36,09	541,35
RÓTULO IDENTIFICACION CD FECSA ENDESA	1,00	3,19	3,19
CARTEL PLASTICO PRIMEROS AUXILIOS	1,00	3,69	3,69
LETRERO INSTRUC.MANI.ICT-3C	1,00	3,69	3,69
RÓTULO IDENTIFICACION APOYO MT CSE	1,00	3,29	3,29
SEÑAL RIESGO ELECTRICO CE-14 CASTELLANO	4,00	1,10	4,40
COLOCACION PLACA INDICATIVA EN PARED	8,00	2,39	19,12
PINTADO CT PARED O TECHO (M2)	15,00	4,99	74,85
CAMBIO TRAF0 CTI	1,00	130,41	130,41
INSTALACION CONJUNTO PARARRAYOS MT	3,00	225,32	675,96
CUADRO BT INTEMPERIE	1,00	65,20	65,20
CABLE RZ 3X150AL-80 ALM 0,6-1	10,00	4,49	44,90
APOYO METÁLICO C 2000 DAN 14 M	1,00	616,50	616,50
SEMICRUCETA 1,5m ZONA AóB APOY	2,00	32,33	64,66
DESMONTAJE Y/O COLOCACION DE AISLADOR Y/O CADENA EN APOYO EXISTENTE	3,00	5,88	17,64
MONTAJE APOYO CELOSIA HASTA 4.500 DAN (POR KG)	1,00	685,00	685,00
TRAF0 160 KVA 20-15/B1B2 K=0,75 P/TAPA A	1,00	1.850,56	1.850,56
CUADRO BT INTEMP. PARA PT CON	1,00	260,65	260,65
PARARRAYOS 17,5-20 KV 10KA	3,00	28,40	85,20

M3 EXPLANACION TODO TERRENO	2,00	8,57	17,14
BASE CORTACIRC.I FUSIB. EXPULS. 24KV 200A	3,00	106,38	319,14
INSTALAR BASE PORTAFUSIBLES XS 24 O 36 KV	1,00	190,93	190,93
CABLE CU DESNUDO 50 mm2	35,00	2,75	96,25
CABLE CU RV 0,6/1 KV 1X50 mm2	6,00	2,96	17,76
PICA LISA (PL-20) PUESTA TIERRA -2M Y 15 mmD-	8,00	7,28	58,24
		Total parcial	6.248,52
LINEAS M.T.-AEREA (M.O. Y MATERIALES)			
Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
CABLE LA-56 AL-AC INTEMPERIE D	35,00	0,37	49,95
M DESMONTAJE CIRCUITO HASTA 56 INCLUSIVE	25,00	0,90	22,50
DESMONTAJE Y/O COLOCACION DE AISLADOR Y/O CADENA EN APOYO EXISTENTE	6,00	5,88	35,28
		Total parcial	107,73
		TOTAL PRESUPUESTO	6.356,25

El presupuesto de ejecución material asciende a la cantidad de SEIS MIL TRESCIENTOS CINCUENTA Y SEIS EUROS CON VEINTICINCO CÉNTIMOS.

Sevilla, mayo de 2017

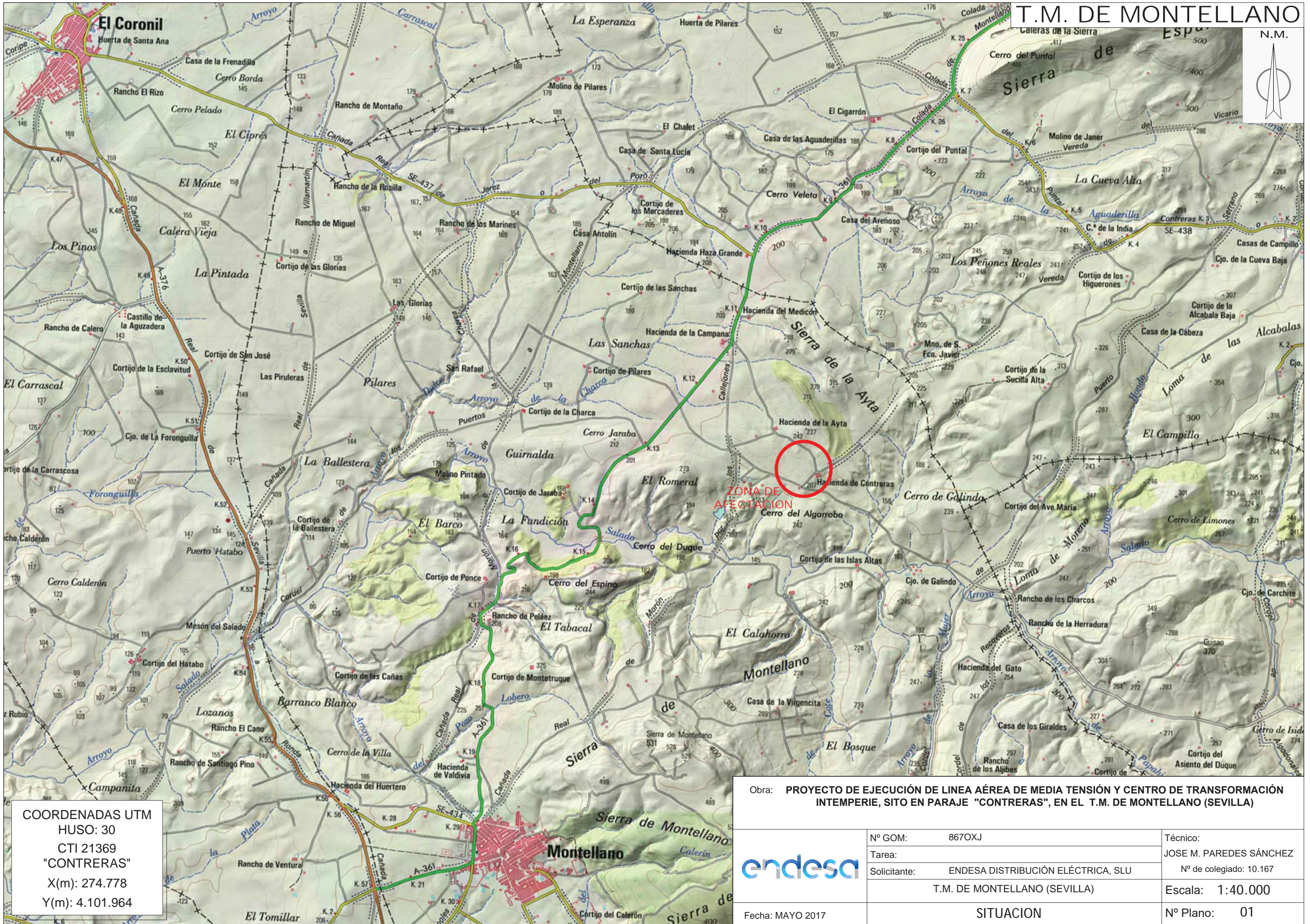
El Ingeniero Técnico Industrial,
José Miguel Paredes Sánchez
Colegiado 10.167 COPITISE

Documento 5

PLANOS

ÍNDICE DE PLANOS

- 1 **PLANO DE SITUACIÓN.**
- 2 **PLANO DE EMPLAZAMIENTO Y TRAZADO ACTUAL.**
- 3 **PLANO DE EMPLAZAMIENTO Y TRAZADO PREVISTO.**
- 4 **PLANO DE PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL DE LA L.A.M.T.**
- 5 **PLANO DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN INTEMPERIE.**
- 6 **PLANO DE PUESTA A TIERRA DE CTI.**
- 7 **PLANO DE CIMENTACION DE APOYOS.**



T.M. DE MONTELLANO



COORDENADAS UTM
 HUSO: 30
 CTI 21369
 "CONTRERAS"
 X(m): 274.778
 Y(m): 4.101.964

Obra: **PROYECTO DE EJECUCIÓN DE LINEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN INTEMPERIE, SITO EN PARAJE "CONTRERAS", EN EL T.M. DE MONTELLANO (SEVILLA)**



Nº GOM:	8670XJ	Técnico:	JOSE M. PAREDES SÁNCHEZ
Tarea:		Nº de colegiado:	10.167
Solicitante:	ENDESA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA, SLU	Escala:	1:40.000
	T.M. DE MONTELLANO (SEVILLA)	Nº Plano:	01
Fecha:	MAYO 2017	SITUACION	



LEYENDA

- RED EXISTENTE
- RED NUEVA
- LÍNEA AÉREA
- - - LÍNEA SUBTERRÁNEA
- EMPALME
- CONVERSIÓN AÉREA/SUBT.
- ⊠ T.M. (TORRE METÁLICA)
- ▲ C.D. (CENTRO DE DISTRIBUCIÓN)
- C.M. (CENTRO DE MEDIDA)
- ▲ C.X. (CENTRO DE DISTRIBUCIÓN Y MEDIDA)
- ▲ C.D.I. (CENTRO DE DISTRIBUCIÓN INTEMPERIE)
- RED A RETIRAR
- RED A RETENSAR

COORDENADAS UTM

HUSO: 30
 CTI 21369
 "CONTRERAS"
 X(m): 274.778
 Y(m): 4.101.964

CUMPLE SIEMPRE!
 CON LAS CINCO REGLAS DE ORO
 PARA TRABAJAR SIN TENSIÓN

	1 Apertura con corte efectivo de todas las fuentes de tensión		4 Poner a tierra y en corto circuito (inmediatamente después de comprobar la ausencia de tensión)
	2 Enclavamiento o bloqueo y señalización de los aparatos de corte en posición de apertura		5 Señalización y delimitación de la Zona de Trabajo
	3 Verificar la ausencia de tensión (inmediatamente antes de poner a tierra y en corto circuito)	RECUERDA QUE DEBES UTILIZAR SIEMPRE LOS EPI!!	

Obra: **PROYECTO DE EJECUCIÓN DE LINEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN INTEMPERIE, SITO EN PARAJE "CONTRERAS", EN EL T.M. DE MONTELLANO (SEVILLA)**

	Nº GOM: 8670XJ	Técnico: JOSE M. PAREDES SÁNCHEZ
	Tarea: ENDESA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA, SLU	Nº de colegiado: 10.167
Fecha: MAYO 2017	Solicitante: ENDESA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA, SLU	Escala: 1:1.000
	T.M. DE MONTELLANO (SEVILLA)	Nº Plano: 02
	EMPLAZAMIENTO Y TRAZADO ACTUAL	



LEYENDA

- RED EXISTENTE
- RED NUEVA
- RED A RETIRAR
- RED A RETENSAR
- LÍNEA AÉREA
- - - LÍNEA SUBTERRÁNEA
- EMPALME
- CONVERSIÓN AÉREA/SUBT.
- ⊠ T.M. (TORRE METÁLICA)
- ▲ C.D. (CENTRO DE DISTRIBUCIÓN)
- C.M. (CENTRO DE MEDIDA)
- C.X. (CENTRO DE DISTRIBUCIÓN Y MEDIDA)
- ▲ C.D.I. (CENTRO DE DISTRIBUCIÓN INTEMPERIE)

COORDENADAS UTM
 HUSO: 30
 CTI 21369
 "CONTRERAS"
 X(m): 274.778
 Y(m): 4.101.964

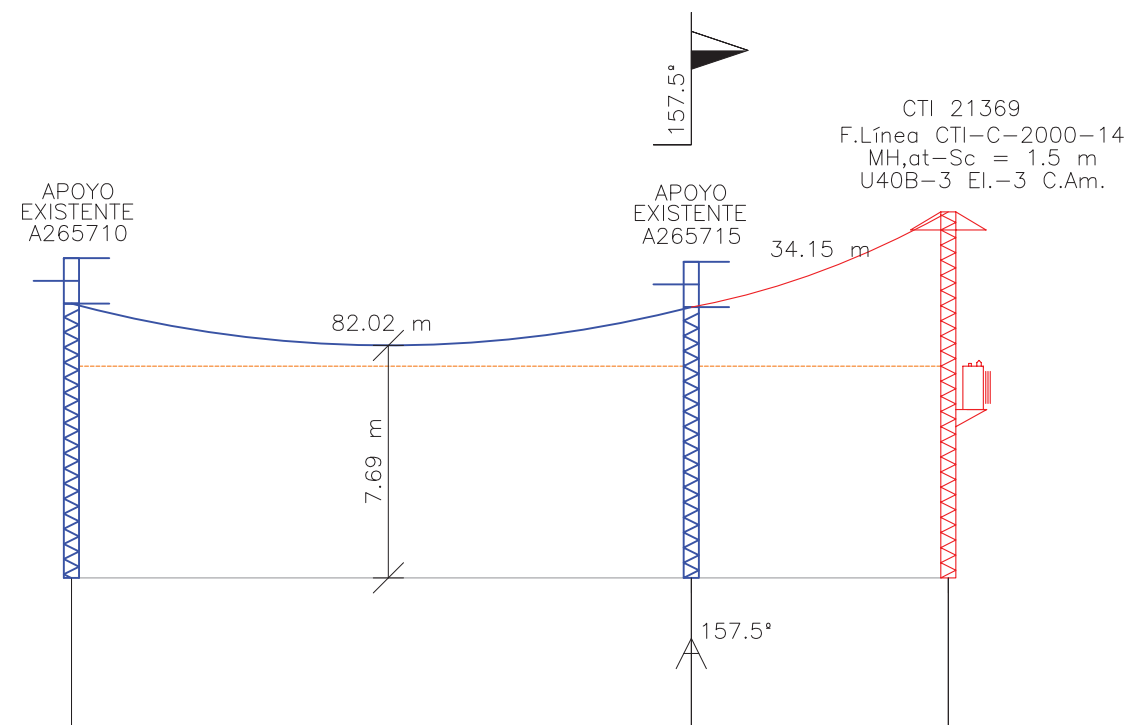
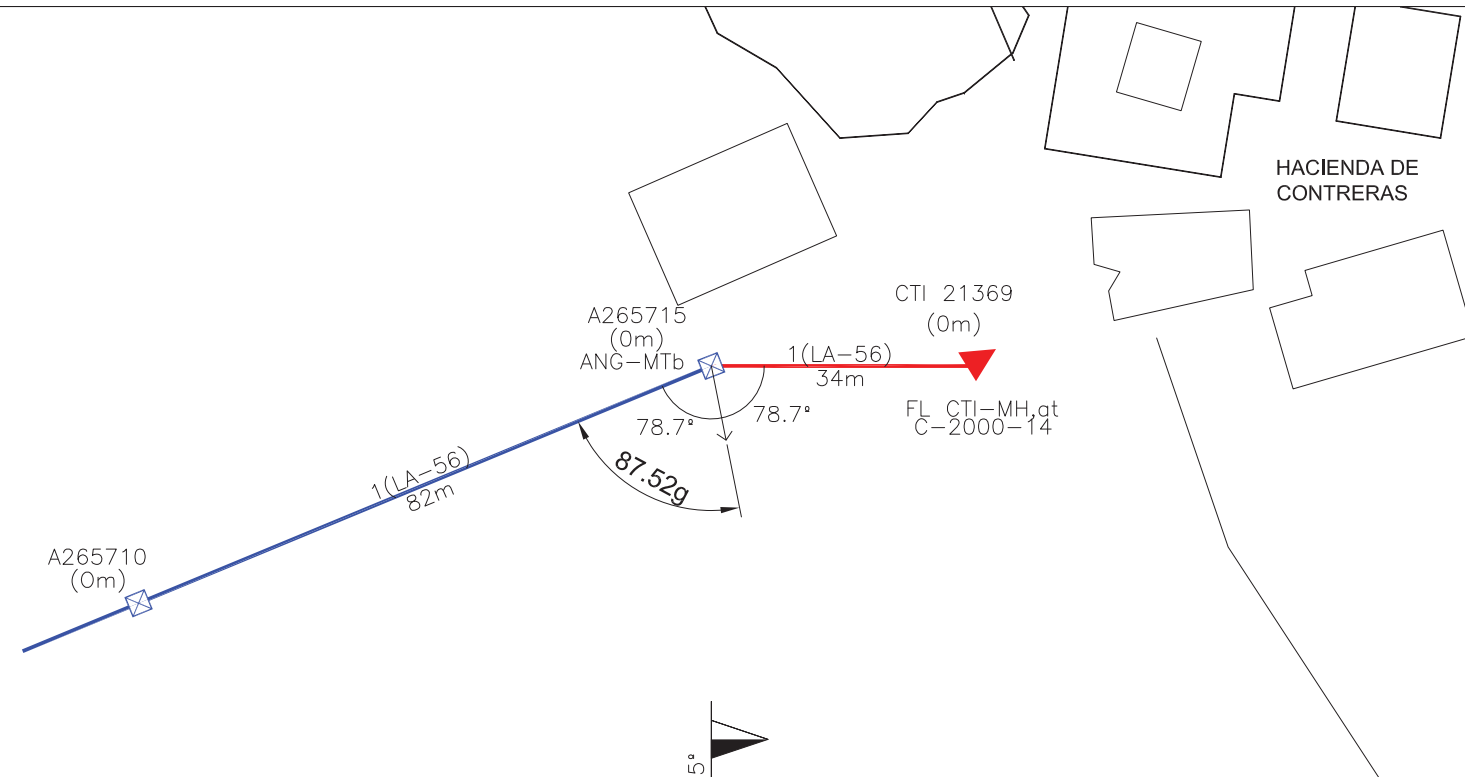
CUMPLE SIEMPRE!
 CON LAS CINCO REGLAS DE ORO
 PARA TRABAJAR SIN TENSIÓN

	1 Apertura con corte efectivo de todas las fuentes de tensión		4 Poner a tierra y en corto circuito (inmediatamente después de comprobar la ausencia de tensión)
	2 Enclavamiento o bloqueo y señalización de los aparatos de corte en posición de apertura		5 Señalización y delimitación de la Zona de Trabajo
	3 Verificar la ausencia de tensión (inmediatamente antes de poner a tierra y en corto circuito)	RECUERDA QUE DEBES UTILIZAR SIEMPRE LOS EPI!!	

Obra: **PROYECTO DE EJECUCIÓN DE LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN INTEMPERIE, SITO EN PARAJE "CONTRERAS", EN EL T.M. DE MONTELLANO (SEVILLA)**



Nº GOM:	8670XJ	Técnico:	JOSE M. PAREDES SÁNCHEZ
Tarea:		Nº de colegiado:	10.167
Solicitante:	ENDESA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA, SLU	Escala:	1:1.000
	T.M. DE MONTELLANO (SEVILLA)	Nº Plano:	03
Fecha:	MAYO 2017	EMPLAZAMIENTO Y TRAZADO PROYECTADO	



PLANO COMPARACION = -5 m

APOYO	A265710	A265715	CTI 21369
COTAS DEL TERRENO (m)	0	0	0
DESNIVEL (m)		0	0
DISTANCIAS PARCIALES (m)		82	34
DISTANCIAS AL ORIGEN (m)	0	82	116
LONGITUD VANO (m)		82	34
ZONA		A	A

Obra: **PROYECTO DE EJECUCIÓN DE LINEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN INTEMPERIE, SITO EN PARAJE "CONTRERAS", EN EL T.M. DE MONTELLANO (SEVILLA)**



Nº GOM: 8670XJ
 Tarea:
 Solicitante: ENDESA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA, SLU
 T.M. DE MONTELLANO (SEVILLA)

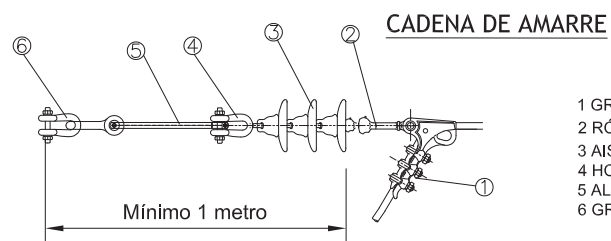
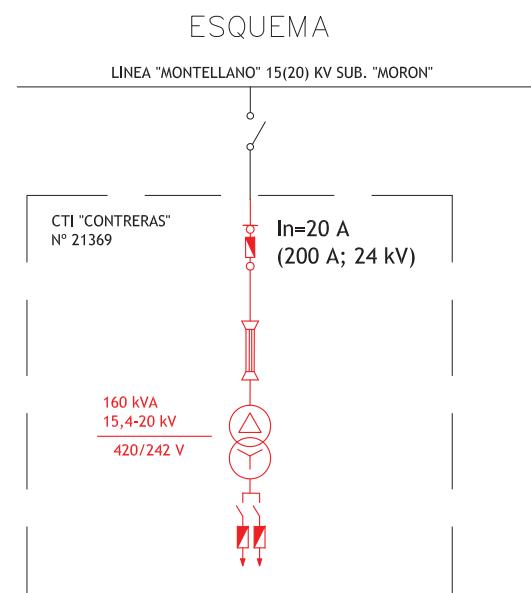
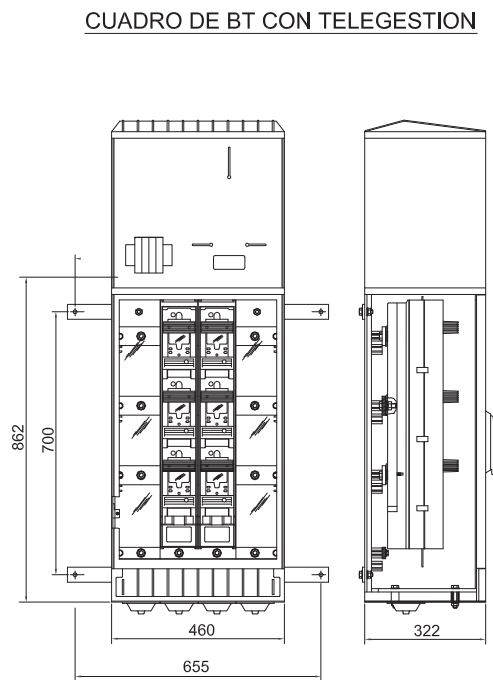
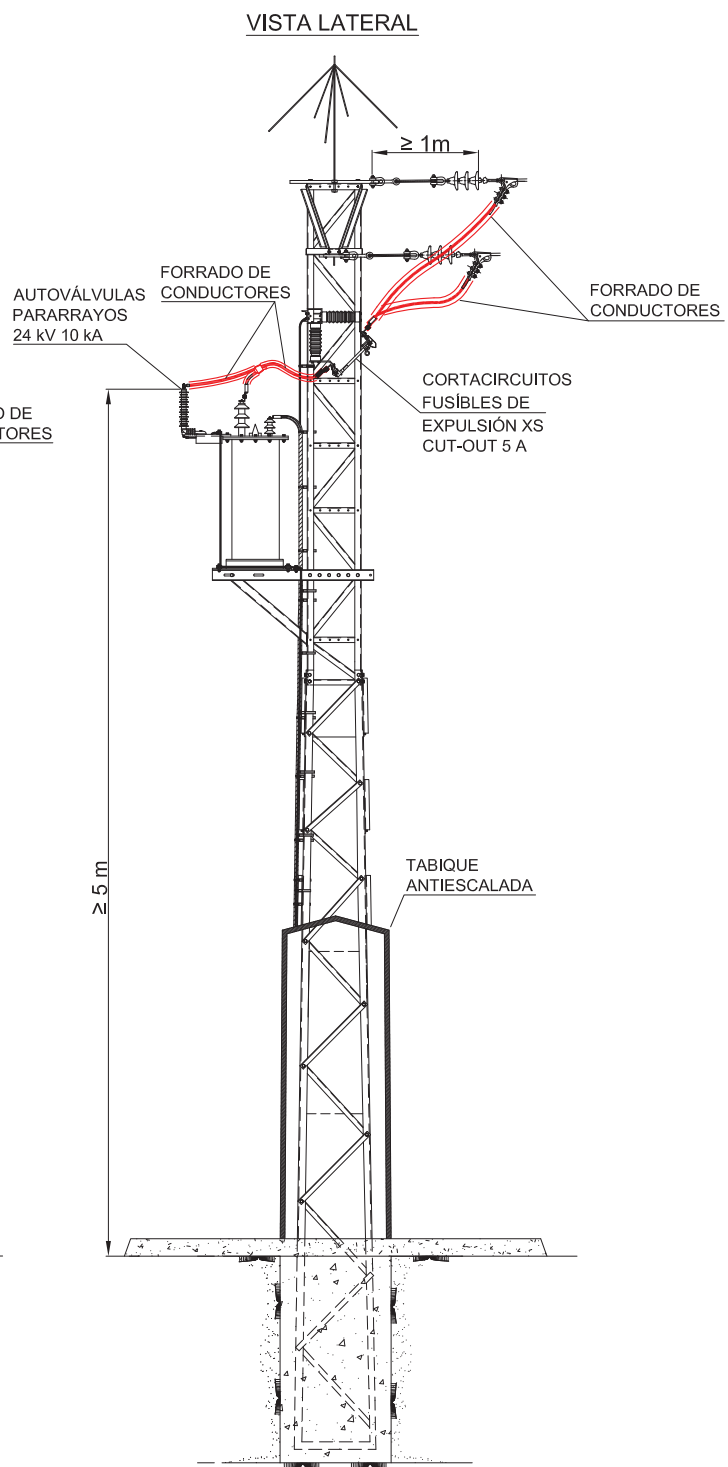
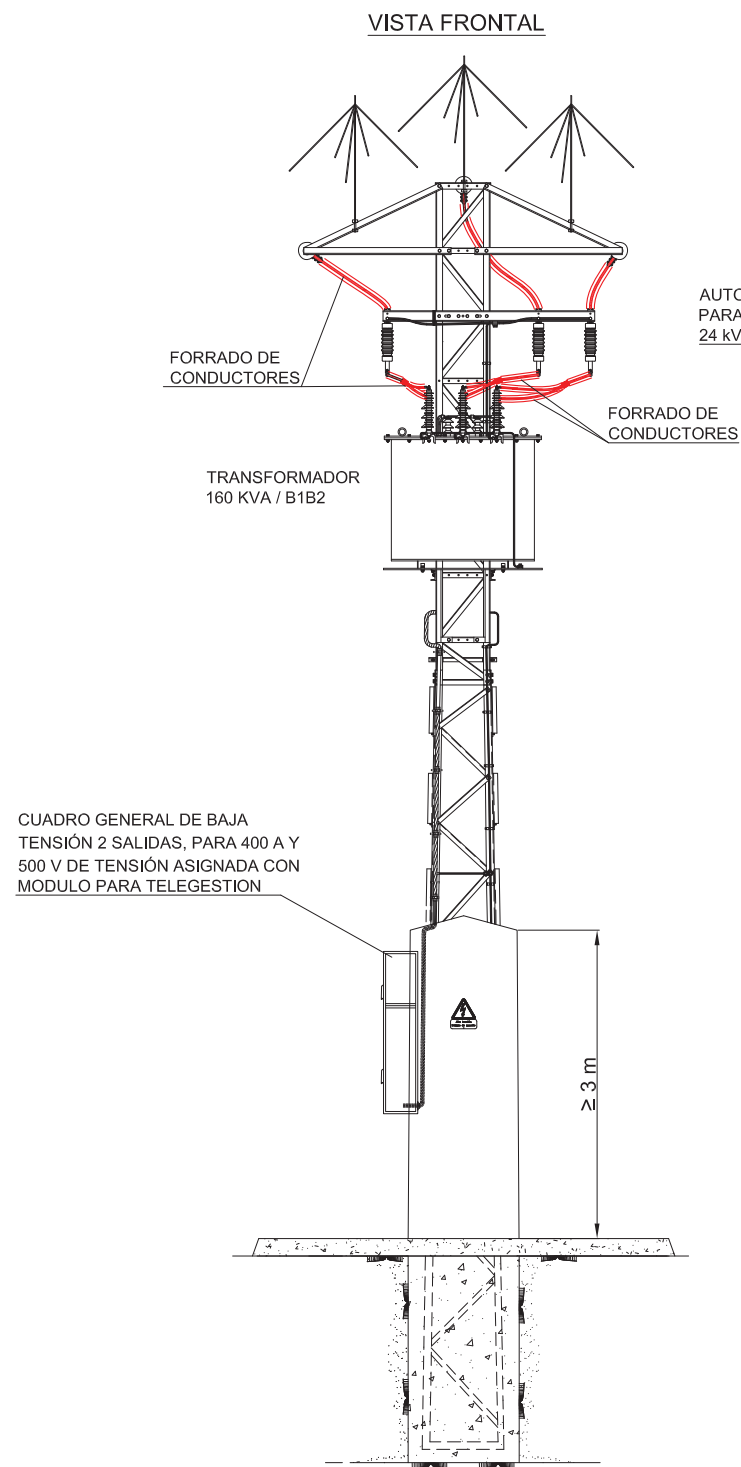
Técnico:
 JOSE M. PAREDES SÁNCHEZ
 Nº de colegiado: 10.167

Fecha: MAYO 2017

PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL DE L.A.M.T.

Escala: H=1:1.000
 V= 1:250

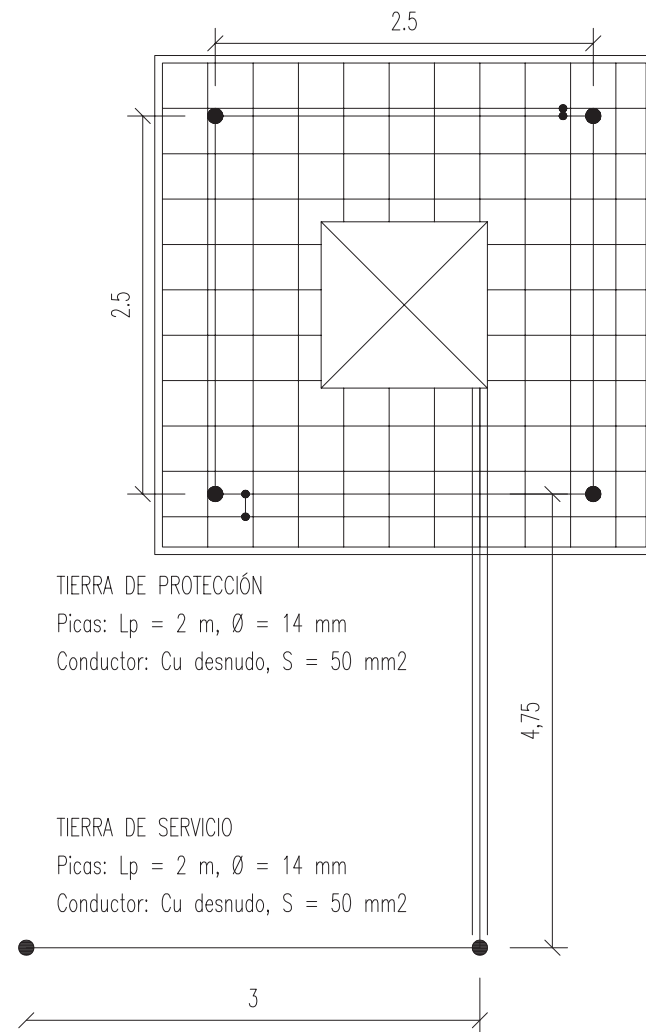
Nº Plano: 04



- 1 GRAPA AMARRE (GA1)
- 2 RÓTULA CORTA (R11)
- 3 AISLADOR VIDRIO (U40 BS)
- 4 HORQUILLA BOLA (HB11)
- 5 ALARGADERA (AL 300)
- 6 GRILLETE NORMAL (GN)

Obra: PROYECTO DE EJECUCIÓN DE LINEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN INTEMPERIE, SITO EN PARAJE "CONTRERAS", EN EL T.M. DE MONTELLANO (SEVILLA)		
	Nº GOM: 8670XJ	Técnico: JOSE M. PAREDES SÁNCHEZ
	Tarea:	Nº de colegiado: 10.167
	Solicitante: ENDESA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA, SLU	Escala: S/E
	T.M. DE MONTELLANO (SEVILLA)	Nº Plano: 05
Fecha: MAYO 2017	CENTRO DE TRANSFORMACION INTEMPERIE	

PUESTAS A TIERRA CTI



TIERRA DE PROTECCIÓN
 Configuración: 25-25/5/42
 Profundidad electrodo: 0.5 m
 Sección conductor: 50 mm²
 Diámetro picas: 14 mm
 Número de picas: 4
 Longitud picas: 2

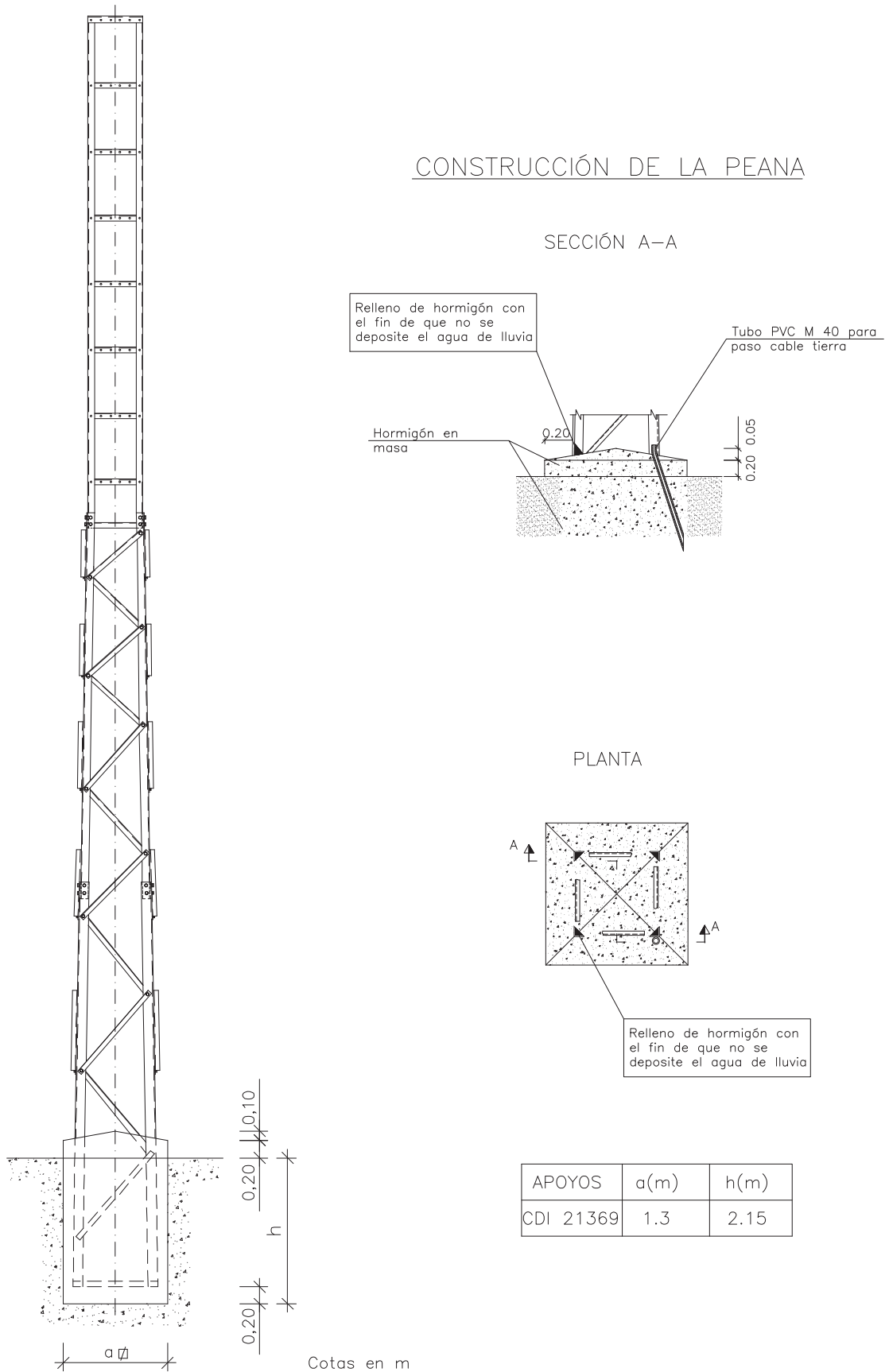
NOTA: Se instalará una losa de hormigón de espesor total 20 cm. como mínimo, y que sobresalga 1,10 m. del borde de la base de la columna o poste. Dentro de esta losa (plataforma del operador) y hasta 1 m. del borde de la base de la columna o poste se embeberá un mallazo electrosoldado de 4 mm. de diámetro 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.

TIERRA DE SERVICIO
 Configuración: 5/22.
 Profundidad electrodo: 0.5 m
 Separación picas: 3 m
 2 picas en hilera unidas por conductor horizontal
 Sección conductor: 50 mm²
 Diámetro picas: 14 mm
 Longitud picas: 2

NOTA: El conductor de conexión entre el neutro del transformador y el electrodo de la tierra de servicio será de cable aislado 0,6/1kV de 50 mm² en Cu, bajo tubo de PVC con grado al impacto 7 (mínimo)

Obra: PROYECTO DE EJECUCIÓN DE LINEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN INTEMPERIE, SITIO EN PARAJE "CONTRERAS", EN EL T.M. DE MONTELLANO (SEVILLA)		
	Nº GOM: 867OXJ	Técnico: JOSE M. PAREDES SÁNCHEZ
	Tarea:	Nº de colegiado: 10.167
	Solicitante: ENDESA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA, SLU	
	T.M. DE MONTELLANO (SEVILLA)	Escala: S/E
Fecha: MAYO 2017	PUESTA A TIERRA DE CTI	Nº Plano: 06

CONSTRUCCIÓN DE LA PEANA



Obra: **PROYECTO DE EJECUCIÓN DE LINEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN INTEMPERIE, SITO EN PARAJE "CONTRERAS", EN EL T.M. DE MONTELLANO (SEVILLA)**



Nº GOM: 8670XJ
 Tarea:
 Solicitante: ENDESA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA, SLU
 T.M. DE MONTELLANO (SEVILLA)

Técnico:
 JOSE M. PAREDES SÁNCHEZ
 Nº de colegiado: 10.167

Escala: S/E

Fecha: MAYO 2017

CIMENTACION DE APOYOS

Nº Plano: 07