ANEJO Nº24: INSTALACIÓN ELECTRICA EN MEDIA TENSIÓN

INDICE ANEJO 24: INSTALACION ELECTRICA EN MEDIA TENSION

MEMORIA

1. ANTECEDENTES

2. OBJETO DEL ANEJO DEL PROYECTO

3. DATOS IDENTIFICATIVOS

- 3.1 Identificación del Titular
- 3.2 Datos de la Instalación

4. LEGISLACIÓN APLICABLE

5. TERRENOS Y OCUPACIÓN

6. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

7.- PUNTO CONEXIÓN A RED. CONDICIONES DE SUMINISTRO.

8.- CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.

- 8.1. GENERALIDADES
- 8.2. OBRA CIVIL. CIMENTACIONES
- 8.3. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN. EDIFICIO.
- 8.4. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN. EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO.

9.- LÍNEA SUBTERRÁNEA EN MT DESDE CENTRO TRANSFORMACION HASTA EL NUEVO APOYO 5 DE CONVERSIÓN AÉREA/SUBTERRÁNEA (A/S).

10.- LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN 13,2KV DE 440MTS CON CINCO NUEVOS APOYOS, DE APOYO 5 (A/S) A APOYO 1 (A/S).

- 10.1. GENERALIDADES
- 10.2. DATOS DEL CONDUCTOR
- 10.3. DATOS TOPOGRÁFICOS
- 10.4. APOYOS
- 10.5. CIMENTACIONES
- 10.6. DESCRIPCIÓN DE LAS CADENAS
- 10.7. PUESTA A TIERRA DE LOS APOYOS
- 10.8. NUMERACIÓN Y AVISO DE PELIGRO

11.- LÍNEA SUBTERRÁNEA EN MT DESDE EL NUEVO APOYO 1 (A/S) HASTA CENTRO DE MEDIDA.

12.- CENTRO DE SECCIONAMIENTO Y CENTRO DE MEDIDA.

- 12.1. GENERALIDADES
- 12.2. CENTRO DE SECCIONAMIENTO
- 12.3. CENTRO DE MEDIDA
- 12.4. OBRA CIVIL. CIMENTACIONES
- 12.5. CENTRO DE SECCIONAMIENTO (KIOSKO) Y CENTRO DE MEDIDA (EDIFICIO).

12.6. CENTRO DE SECCIONAMIENTO y CENTRO DE MEDIDA. EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO.

13.- LINEA M.T. DE CENTRO DE SECCIONAMIENTO A CONEXIÓN ENTRONQUE CON LAMT EXISTENTE.

14.- POSTE 83B DE ENTRONQUE CON LAMT EXISTENTE.

15. GESTIÓN DE RESIDUOS

16. SEGURIDAD Y SALUD

17. COMPATIBILIDAD URBANÍSTICA. CALIFICACIÓN AMBIENTAL. AFECCIONES A TERCEROS

18. PLAN DE LA ACTUACIÓN Y DE EJECUCIÓN

19. DOCUMENTOS QUE COMPONEN EL ANEJO

- <u>ANEXOS A LA MEMORIA DEL ANEJO 24</u>

- Anexo I. PLIEGO CONDICIONES TECNICAS DE SUMINISTRO I-DE IBERDROLA.
- Anexo II. CÁLCULOS ELÉCTRICOS DEL CENTRO TRANSFORMACIÓN.
- Anexo III. CÁLCULOS ELÉCTRICOS DE LAS LINEAS SUBTERRANEAS DE MEDIA TENSION.
- Anexo IV. CALCULOS DE LA LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN 13,2KV DE 440MTS CON CINCO NUEVOS APOYOS.
- Anexo V. CALCULOS ELECTRICOS DEL CENTRO DE SECCIONAMIENTO Y CENTRO DE MEDIDA.
- Anexo V. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

1. ANTECEDENTES

Por encargo de la Comunidad de Regantes del tramo II del Canal Margen Izquierda del Rio Najerilla en TTMM de La Rioja se diseña, calcula y valora la presente Instalación Eléctrica en Media Tensión, destinada a suministro eléctrico de la Estación de Bombeo situada en su Balsa de Regulación de Riego, dentro del proyecto de Modernización del Regadio de esta Comunidad de Regantes del que forma parte el presente **Anejo 24.**

Con objeto abaratar el suministro eléctrico y contribuir al consumo de energías renovables, los equipos de Bombeo de la Estación de Bombeo de 690V AC una parte de la energía la consumirán de la red eléctrica en Media Tensión, que se diseña en el presente **Anejo 24**, y otra parte la consumirán de la energía producida por una nueva planta solar fotovoltaica de 603kwpico, que se diseña en otro **Anejo 26** independiente, de modo que en las horas diurnas parte de la energía consumida por estas bombas provenga de la instalación solar de autoconsumo individual sin excedentes.

Se obtendrá la energía de suministro en Baja Tensión 690V AC para el Bombeo (**Anejo 25**), de la Red De Distribución en Media Tensión a través del nuevo Edificio Centro de Transformación (CT) (13.200/690V 2.000KVAs). Este CT será alimentado por una nueva Línea Aérea de Media Tensión y seccionado por un nuevo Centro de Seccionamiento y Centro de Medida hasta enlazar con la Red Aérea de Media Tensión 13.200V de la compañía eléctrica Iberdrola (Línea Nájera STR Cirueña), todo ello se recoge en el presente **Anejo 24,** objeto de toda la infraestructura Eléctrica en Media Tensión.

2. OBJETO DEL ANEJO DEL PROYECTO

Tiene por objeto la presente documentación, establecer y justificar todas las condiciones técnicas y legales por las que se ha de regir la instalación y los materiales a emplear de la instalación Eléctrica en Media Tensión de una Estación de Bombeo, así como de servir de base a los distintos Organismos y Autoridades Competentes, con el fin de obtener las respectivas licencias y autorizaciones que se precisen para su ejecución y puesta en funcionamiento.

Con objeto abaratar el suministro eléctrico y contribuir al consumo de energías renovables, los equipos de la Estación de Bombeo una parte de la energía la consumirán de la energía producida por una nueva planta solar fotovoltaica y otra parte de la red eléctrica en Media Tensión, de modo que para alimentar estas bombas necesita diseñarse la instalación de evacuación de la Energia Eléctrica en Media Tensión, que se define en el presente Anejo 24.

3. DATOS IDENTIFICATIVOS

3.1 Identificación del Titular:

Nombre: **Comunidad de Regantes del tramo II del Canal Margen Izquierda del Rio Najerilla en TTMM de La Rioja**

Domicilio Social: **C/Mediodia 61-1**

C.P.: **26.324**

Provincia: **Alesanco (La Rioja)**

3.2 Datos de la Instalación:

Emplazamiento: **Parcelas 692, 693, 694 y 10693 del Polígono 8**

Municipio: **Alesanco (La Rioja)**

Referencias Catastrales:

REFERENCIA CATASTRAL	AFECCION
26009B008006920000WH	PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA
26009B008006930000WW	BALSA RECEPCION + LSBT
26009B008106930000WF	BALSA RECEPCION + LSBT
26009B008006940000WA	BALSA RECEPCION + LSBT + ESTACION BOMBEO + CENTRO TRANSFORMACION + LSMT+ LAMT
26009B008006850000WE	LAMT
26009B008006610000WW	LAMT
26009B008006620000WA	LAMT
26009B008006630000WB	LAMT
26009B008006640000WY	LAMT
26009B008006650000WG	LAMT
26009A0080002600001Q	LAMT + CENTRO SECCIONAMIENTO Y MEDIDA

Coordenadas UTM ETRS89 – Huso 30:

X: 514.692 ; Y: 4.694.639 PSF

X: 514.887 ; Y: 4.694.795 CENTRO TRANSFORMACION-EST.BOMBEO

X: 514.493 ; Y: 4.695.068 CENTRO SECCIONAMIENTO Y MEDIDA

X: 514.490 ; Y: 4.695.073 NUEVO POSTE 83B ENTRONQUE LAMT IBERDROLA

4. LEGISLACIÓN APLICABLE

• 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-LAT01 a 09.

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

• Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, (Decreto 842/2002 de 2 de agosto), e Instrucciones Complementarias.

• Ley 1/2021, de 11 de febrero, de simplificación administrativa. BOA 39 de 23/2/2021.

• Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.

• Real Decreto-ley 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores.

• Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo.

• Real Decreto 1699/2011 de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.

• Ley 24/2013 del Sector Eléctrico.

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

• Real Decreto-ley 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores.

• Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.

• Real Decreto 1183/2020, de 29 de diciembre, de acceso y conexión a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica.

• Circular 1/2021, de 20 de enero, de la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia, por la que se establece la metodología y condiciones del acceso y de la conexión a las redes de transporte y distribución de las instalaciones de producción de energía eléctrica.

- Real Decreto 647/2020, de 7 de julio, por el que se regulan aspectos necesarios para la implementación de los códigos de red de conexión de determinadas instalaciones eléctricas.

• Real Decreto 1454/2005 del 2 de diciembre de 2005, por el que se modifica parcialmente el Real Decreto 1955/2000, del 1 de diciembre de 2000, por el que se regulaban las actividades de Transporte, Distribución, Comercialización, Suministro y Procedimientos de Autorización de Instalaciones de Energía Eléctrica.

• Real Decreto 1110/2007 de 24 de agosto de 2007 por el que se aprueba el reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.

• Código Técnico de la Edificación (C.T.E.) - Documento Básico SE-AE Acciones en la edificación.

• LEY 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales y Normativa de Desarrollo (BOE nº 269, de 10 de noviembre de 1995)

• 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 (BOE de 21 de junio de 2001)

• REAL DECRETO 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción (BOE n.° 256, de 25 de octubre de 1997)

• REAL DECRETO 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo (BOE de 7 de agosto de 1997)

• REAL DECRETO 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual (BOE de 12 de junio de 1997)

• REAL DECRETO 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo (BOE de 23 de abril de 1997).

• Real Decreto 2267/2004, de 3 de Diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de Seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.

• Normas Particulares de Red Eléctrica de España.

• Todas las Instrucciones Técnicas, Especificaciones Particulares, Normas y Proyectos tipo de Compañía de Distribución I-DE Iberdrola.

• Condicionados que puedan ser emitidos por Organismos afectados por las instalaciones.

• Normas UNE, Normas EN y Normas IEC de obligado cumplimiento.

5. TERRENOS y OCUPACION

La Instalación Eléctrica en Media Tensión se emplazará en las **Parcelas 692, 693, 694 y 10693 del Polígono 8 del** Municipio de **Alesanco (La Rioja).**

Referencias Catastrales:

REFERENCIA CATASTRAL	AFECCION
26009B008006920000WH	PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA
26009B008006930000WW	BALSA RECEPCION + LSBT
26009B008106930000WF	BALSA RECEPCION + LSBT
26009B008006940000WA	BALSA RECEPCION + LSBT + ESTACION BOMBEO + CENTRO TRANSFORMACION + LSMT+ LAMT
26009B008006850000WE	LAMT
26009B008006610000WW	LAMT
26009B008006620000WA	LAMT
26009B008006630000WB	LAMT
26009B008006640000WY	LAMT
26009B008006650000WG	LAMT
26009A008000260000IQ	LAMT + CENTRO SECCIONAMIENTO Y MEDIDA

6. DESCRIPCION DEL PROYECTO

El objeto del presente Anejo número 24, es la instalación Eléctrica de Media Tensión del suministro de la demanda en baja tensión a 690V AC de la Estación de Bombeo de una balsa de Regulación.

Toda la infraestructura en Media Tensión necesaria para acometer a la instalación en Baja Tensión de la Estación de bombeo desde la Línea Aérea de Media Tensión existente a unos 500mts constara de las siguientes partes:

1-Edificio Centro de Transformación (CT) (13.200/690V 2.000KVAs)

2-Línea Subterránea en MT de 12mts hasta remonte en poste hasta el nuevo apoyo 5 de conversión Aérea/Subterránea (A/S).

3-Nueva Línea Aérea de Media Tensión 13,2kv de 440mts con cinco nuevos apoyos, de Apoyo 5 (A/S) a Apoyo 1 (A/S).

4-Línea Subterránea en MT de 50mts desde Apoyo 1 (A/S) hasta el nuevo Centro de Medida en Media Tensión.

5-Nuevos Edificios de Centro de Seccionamiento y Centro de Medida.

6-Doble Línea Subterránea en MT entrada/salida de 10mts. del Centro de Seccionamiento hasta enlazar con nuevo apoyo 83B de entronque con conversión Aéreo/subterránea, para conexión con la Red Aérea de Media Tensión 13.200V de la compañía eléctrica Iberdrola (Línea Nájera STR Cirueña).

7.- PUNTO CONEXIÓN A RED. CONDICIONES DE SUMINISTRO.

Para el suministro de energía en Baja Tensión (690V AC) a la Estación de Bombeo será necesaria su transformación en Media Tensión, para ello se procedió a la oportuna **Solicitud de Suministro** de energía para grupos de Bombeo, contestadas por I-DE Iberdrola con **Referencia 9041000646**, las cuales se adjuntan como **Anexo I** a la presente Memoria.

Dentro de su Pliego de Condiciones Técnicas indica:

CARACTERÍSTICAS DEL SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA:

Potencia Solicitada: 1200,000 kW. *Tensión: 13.200 V.*

PUNTO DE CONEXIÓN:

*La entrega de energía se hará a 13.200 V., según lo señalado en el plano adjunto (*nuevo poste 83B entre los postes 83 y 84 de la LAMT Najera STR Cirueña*):*

Intensidad de cortocircuito Trifásica: 16 kA

Intensidad de cortocircuito Monofásica: 4,5 kA

CRITERIOS GENERALES:

Por su distinta naturaleza, los trabajos a realizar se han clasificado en dos partidas diferenciadas[1]:

1. *Trabajos de refuerzo, adecuación, adaptación o reforma de instalaciones de la red de distribución existente en servicio, que son necesarios para incorporar las nuevas instalaciones. De acuerdo a la normativa vigente, por razones de seguridad, fiabilidad y calidad de suministro, deben ser realizados obligatoriamente por I-DE REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES, S.A.U..*
2. *Trabajos necesarios para la nueva extensión de red desde la red de distribución existente hasta el primer elemento propiedad del solicitante. Estos trabajos serán ejecutados por cualquier empresa instaladora legalmente autorizada contratada por usted.*

DETALLE DE TRABAJOS A REALIZAR:

A continuación se concretan y detallan, según la clasificación indicada, los trabajos e instalaciones necesarias para atender su solicitud.

1. *Trabajos de refuerzo, adecuación, adaptación o reforma de instalaciones de la red de distribución:*

Conexión y Entronque	
LAMT CIRUEÑA - NAJERA (IMPORTE NO REPERCUTIBLE)	
LAMT CIRUEÑA - NAJERA (IMPORTE REPERCUTIBLE)	
Trabajos de refuerzo, adecuación o reforma de instalaciones	
TRABAJOS STAR EN CT	
LSMT CIRUEÑA - NAJERA	
NUEVA LÍNEA (METROS)	*2,0 M*
LAMT CIRUEÑA - NAJERA	
NUEVOS APOYOS	*1,0 UD*
NUEVOS ELEMENTOS MP	*2,0 UD*
LMT COMUNES OBRA	

Puntualizaciones específicas.

El suministro solicitado está condicionado a la construcción por pate de i-DE de un nuevo enlace, de unos 2.500 metros de longitud, que una la antena que va al CT 160319280 "Mirador Hormilleja" y otros, del circuito 6 "Arenales" de la STR Nájera con el circuito 2 "Huercanos" de la STR Nájera en las proximidades del CT 160306510 "Recolva. La fecha estimada de ejecución es para 2024, condicionada a la obtención de las autorizaciones oportunas.

La entrada en vigor de la Directriz de protección de suelo no urbanizable de La Rioja RD 18/2019, puede condicionar esta solucionar técnica.

El punto de conexión será en el nuevo apoyo a intercalar entre los existentes apoyos 83 y apoyo 84 de la Línea Nájera STR Cirueña preparado para su derivación.

Los trabajos a realizar por i-DE Redes Eléctricas inteligentes, S.A.U. consistirán en, intercalar el nuevo apoyo (con seccionadores y acera perimetral) entre los existentes 83 y 84, y tendido del primer vano de la nueva línea aérea de Media Tensión, debiendo abonar de forma previa a la ejecución de los trabajos el importe que se indica en el apartado de Condiciones Económicas, el cual incluye la tramitación del proyecto correspondiente y su dirección de obra. Dicho importe se ha calculado considerando la obtención de los permisos de los propietarios afectados por las nuevas instalaciones (nuevo apoyo con acera perimetral e izado del D.C. de LSMT a construir y ceder), lo que reduce su tramitación administrativa. Este hecho debe justificarse mediante la entrega de los citados permisos antes de la presentación del proyecto. En caso contrario, se remitirá una nueva valoración que incluirá los trámites adicionales necesarios.

Asimismo, se ha considerado la necesidad de adecuar el apoyo 83 con un cambio de armado. Dicha necesidad vendrá determinada en los cálculos realizados en el correspondiente proyecto eléctrico.

2. *<u>Trabajos necesarios para la nueva extensión de red</u>:*

   La obra de extensión será ejecutada por una empresa instaladora legalmente autorizada, según se describe a continuación.

Puntualizaciones específicas.

La infraestructura eléctrica será realizada por Vd y a su costa, consistente en la instalación de un nuevo Centro de Seccionamiento Automatizado (CS) con acceso directo desde vía pública y la canalización y tendido de una doble Red Subterránea de Media Tensión (RSMT) de entrada y salida entre el punto de conexión y dicho centro. El solicitante deberá realizar, cumpliendo las indicaciones del Anexo de Especificaciones Técnicas adjunto los proyectos necesarios para la legalización de dichas instalaciones: uno dellos que recoja la instalación del nuevo apoyo a intercalar; y otro que recoja la RSMT y el CS; ambos a nombre de i-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U..

En caso de que la RSMT tenga una longitud menor de 200 metros, en el apoyo de conversión se instalarán seccionadores.

El punto de medida se establecerá en el límite de propiedad. i-DE Redes Eléctricas Inteligentes S.A.U. tendrá acceso directo, fácil y permanente desde vía pública a los equipos de medida.

El centro de seccionamiento automatizado con transformador de servicios auxiliares citado, estará formado por un conjunto de cuatro celdas prefabricadas bajo envolvente metálica, con aislamiento en SF6. Tres posiciones, dotadas con interruptor-seccionador y seccionador de puesta a tierra y otra con interruptor-seccionador, seccionador de puesta a tierra y fusibles para alimentar al transformador de servicios auxiliares. Dos posiciones, dotadas con interruptor-seccionador y seccionador de puesta a tierra, se conectarán a la entrada y salida de las ramas del anillo de alimentación a la red general, mientras que la tercera, con seccionador de puesta a tierra e interruptor-seccionador se dispondrá para la alimentación y seccionamiento de la instalación del cliente. I-DE tendrá acceso directo y permanente desde la vía pública a las cuatro celdas citadas.

La protección de las instalaciones del cliente se realizará mediante relés e interruptor automático.

Las funcionalidades de los centros de seccionamiento automatizados son las recogidas en el Manual Técnico de i-DE 2.00.03. En dicho CS, el promotor instalará el correspondiente armario de automatización (ACP) y armario de comunicaciones (ACOM).

La elección del método de comunicación de dicho CS con el Centro de Control de i-DE D.E.S.A.U. será definida una vez se conozca la ubicación exacta del nuevo centro.

PROPIEDAD DE LAS INSTALACIONES:
De acuerdo con lo establecido en el Artículo 25 del Real Decreto 1048/2013, de 27 de diciembre, ustedes conservarán la titularidad del nuevo centro de transformación de Cliente (CTC), siendo responsables de su operación y mantenimiento. Las redes de Alta Tensión así como el Centro de Seccionamiento, en su caso, deberán ser cedidos a I-DE REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES, S.A.U., libres de cargas y gravámenes. Tras la aceptación de la cesión, I-DE REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES, S.A.U. será la nueva titular de dichas instalaciones, siendo responsable de su operación y mantenimiento.

OBSERVACIONES:
Para la realización de estos trabajos, deberán cumplirse las Condiciones técnicas y de seguridad reglamentarias, las Especificaciones Técnico Administrativas adjuntas y los Manuales Técnicos de Distribución aprobados por la Administración competente.

<u>Para Centro de seccionamiento que corta PLC o no y automatizado</u>

Como una instalación más dentro del proyecto del Centro de Seccionamiento que debe facilitarnos debe quedar recogida la referente al equipo de Telecomunicaciones que permitirá la automatización del Centro de Seccionamiento.

Por la ubicación del nuevo Centro de Seccionamiento y de acuerdo al esquema de la red de Media Tensión, el modelo del equipo de Telecomunicaciones a incluir en el Centro de Seccionamiento seria el siguiente:

- *ACOM-I-GPRS.*

Al tener que integrarse estos nuevos equipos dentro del desarrollo estándar de la red de TELECOMUNICACIONES es preciso que los mismos se configuren específicamente desde su diseño y se fabriquen exprofeso por empresas homologadas.

Queremos informarle/s que la constante evolución de estos equipos pueden llevar una modificación de algún componente de los mismos o incluso al cambio de su configuración completa, por lo que su validez constructiva debe ser acorde con la fecha de puesta en marcha prevista del nuevo o nuevos centros.

Se ha adjuntado como anexo información general que debe tomar como base del diseño inicial del equipo de TG Y AUTOMATIZACION donde se incluyen modelos, fabricantes e instaladores autorizados de los distintos equipos. Previamente a la redacción definitiva del proyecto rogamos se pongan en contacto con el gestor técnico del expediente para cerrar el diseño que inicialmente debe recoger el proyecto.

8.- CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.

8.1. GENERALIDADES

La energía eléctrica demandada en la Estación de Bombeo será en Baja Tensión, a un nivel de 690V AC, mientras que la red de distribución de la zona, a la cual se suministra la energía, es en Media Tensión; esta es la razón por la cual será necesario la creación de una instalación de transformación de la energía demandada en las bombas para su adecuación a la tensión de suministro de 13.200V indicada por la compañía.

De esta forma, la instalación de Grupo de Bombeo, contará con un nuevo Centro de Transformación en Edificio, que contendrá las protecciones necesarias según reglamento e indicaciones de la compañía suministradora cumpliendo en su totalidad con la normativa vigente.

El Centro de Transformación será un edificio prefabricado de hormigón monobloque con dos puertas de peatón, tipo PFU-5/24KV, de dimensiones totales exteriores de largo 6,08mts x ancho 2,38mts x alto 3,045mts. En su interior a través de puertas metálica se accede al transformador de 2.000KVA, la celda de protección del Transformador con Interruptor Automático y los Cuadros General de Baja Tensión (CGBT) con todas las protecciones necesarias.

Este Centro de Transformación estará dotado de un sistema de protección y un **interruptor automático de corte general** para permitir su desconexión en caso de una falta en la red o en la instalación generadora. Las protecciones de cabecera están asociadas al interruptor general de la celda protección del transformador, mediante un cuadro de protección de MT, ubicado en un armario metálico y deberá incluir un **relé multifunción**. Las protecciones del relé multifunción serán: Protección contra de sobreintensidad temporizada (sobrecarga) e instantánea (cortocircuito) de fases y de neutro (50/51, 50N/51N, 67N) de acuerdo con la MT 2.00.03. ESPECIFICACIONES PARTICULARES PARA INSTALACIONES DE CLIENTES EN AT, en su apartado *9.3.2. Protección con relés e interruptor automático.*

8.2. OBRA CIVIL. CIMENTACIONES

La cimentación sobre la que se sustentará toda la estructura del centro de transformación será de tipología superficial, en concreto una losa de cimentación para la totalidad de la superficie de la instalación, constituida por un hormigón HAF-25/P/20/IIa, con unas dimensiones de 6,7 metros de longitud por 2,72 metros de anchura y una altura

de 25 cm. El edificio se apoyará sobre esta losa de hormigón a través de una capa de arena intermedia.

8.3. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN. EDIFICIO.

El edificio donde se alojan las celdas compactas es un edificio prefabricado monobloque de hormigón, tipo PFU-5/24KV, de dimensiones totales exteriores de largo 6,08mts x ancho 2,38mts x alto 3,25mts., que permite efectuar el esquema eléctrico de media tensión necesario para este proyecto.

La resistencia y gran fiabilidad de este edificio está garantizada por la calidad y robustez del hormigón armado, permite una resistencia superior a 300kg/cm^2 y una total impermeabilidad. Subrayar la importancia de una elevada resistencia mecánica de la envolvente de hormigón ya que la instalación de este equipo se hace sin vallas de protección en su perímetro más inmediato.

El acceso a los equipos en tensión es a través de puertas con cerradura de seguridad y/o dispositivos de enclavamiento mecánico.

El acceso será restringido a técnicos especializados y/o el personal de mantenimiento autorizado.

La solución de este edificio se basa fundamentalmente en los siguientes conceptos:

* Fabricado conforme con las normas IEC 62271-200 e IEC 62271-202.
* Prefabricado en hormigón armado de elevada resistencia y totalmente impermeable.
* Puertas y rejillas de ventilación en chapa galvanizada y pintada en epoxi.
* Separación física del compartimiento de propiedad/empresa distribuidora.
* Adaptado a tipo de equipamiento de I-DE Iberdrola Distribución Eléctrica
* Facilidad de transporte y montaje.

<u>- Base y paredes</u>

La base y las paredes son de hormigón prefabricado con malla electrosoldada de acero. La base tiene orificios para los cables de entrada y salida de media y baja tensión.

<u>- Techos</u>

El techo del edificio está constituido por una pieza única, de elevada resistencia, se coloca sobre las paredes por gravedad, y su geometría en laberinto garantiza la estanqueidad total. La pintura y el revestimiento siguen el sistema adecuado para garantizar la estanqueidad a las infiltraciones durante la vida útil.

- Pavimento

El pavimento consiste en una losa de hormigón prefabricada, fabricada en una plataforma vibratoria colocada en la base por gravedad. Sobre esta losa se colocarán las celdas de media tensión, transformadores, cuadros de baja tensión y los demás elementos constituyentes del centro de transformación. En esta losa hay orificios que permiten pasar los cables de celdas y cuadros eléctricos. En la parte central de la losa también se practican unas tapas para paso de personal autorizado, que permiten el acceso a la galería de cables.

- Red Equipotencial

La propia armadura de la malla electrosoldada del edificio de hormigón garantiza la red equipotencial de todo el conjunto.

- Puertas y rejillas de ventilación

Las puertas y las aberturas de ventilación son de chapa galvanizada de 2 mm de espesor, pintadas con pintura epoxi. Esta doble protección, galvanizado y pintura, las hace muy resistentes a la corrosión causada por los agentes atmosféricos. Existen dos puertas de acceso al centro de transformación, una que accede a las celdas de MT, y otra puerta para acceso al Transformador.

Las ventilaciones poseen unas finas redes metálicas que impiden la penetración de pequeños insectos y otros animales pequeños, sin disminuir la capacidad de ventilación.

- Ventilación

La ventilación del edificio se realiza por convección natural a través de rejillas de ventilación en chapa galvanizada y pintada, garantizando la disipación de calor. El número de rejillas de ventilación y la superficie de las, se ajustan al prefabricado instalado y la potencia disipada.

Las rejillas de ventilación están diseñadas para impedir la entrada de animales pequeños, la entrada de aguas pluviales y los contactos accidentales con las partes en tensión mediante la introducción de elementos metálicos para la misma.

Debido a la potencia del transformador de aceite elegido es necesaria una ventilación adicional forzada mediante un extractor.

- Índice de Protección

El índice de protección exterior del edificio en su conjunto es IP 23D excepto las rejillas que son IP 33D. En relación al impacto mecánico es IK 10.

- Iluminación y tomas

En el interior del centro se dispondrá de iluminación que se colocará para proporcionar un nivel de iluminación suficiente para verificar y maniobrar los elementos contenidos en él. También contará con tomas eléctricas para usos generales.

- Características eléctricas

Características eléctricas	
Media Tensión	Hasta 24 kV – 50 Hz
Baja Tensión	Hasta 1000 V
Celdas	Hasta 24 kV 400/630A 16/20 kA (1/3s) - 25 kA (1s)

- Equipos de seguridad

Todos los equipamientos de MT instalados disponen de refuerzos estructurales, que permiten que los mismos resistan en caso de arco interno. Igualmente están incorporados dispositivos de protección contra la sobrepresión, que permiten el escape de los humos y del gas caliente para la protección de los operadores.

Elementos de seguridad formado por un juego de carteles de las cinco reglas de oro y primeros auxilios, un juego de guantes aislantes, extintor de CO2 y pértiga de salvamento, y todo lo exigido en las normas ITC-RAT del Reglamento de Alta Tensión.

8.4. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN. EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO.

Las celdas del centro de transformación tendrán las siguientes unidades modulares:

-CML Celda de remonte CGMCOSMOS-RC, 24Kv-630A-20KA

-CMPAS celda de interruptor automático, CGMCOSMOS-V (630A/20kA - M.Motorizado) con seccionador en SF6.

-RELÉ MULTIFUNCIÓN. Relé multifunción ekorRPG con las funciones de sobreintensidad temporizada (sobrecarga) e instantánea (cortocircuito) de fases y de neutro:

• Sobrecarga y cortocircuito 50/51,
• Homopolar direccional 67N (neutro aislado) o no direccional 50N/51N (neutro puesto a tierra).

Las características del embarrado de las celdas modulares de aislamiento en SF6 y corte en vacío del transformador CGMCOSMOS son:

Tensión nominal		24 Kv (IEC) /27kv (IEEE)
Nivel de aislamiento	A frecuencia industrial (50 Hz – 1 min)	50/60 kV
	Al choque (1,2 / 50 μs)	125/145 kV

Corriente nominal	Embarrado	630 A
	Llegada / salida	400/630 A
	Bajante de transformador	200A
	Protección por Interruptor Automático	630 A
Corriente de corto-circuito	16/20 kA (1/3s) - 25 kA (1s)	
Poder de cierre bajo corto-circuito	40 kA - 52 kA - 62.5 kA	
Frecuencia	50/60 Hz	
Arco interno (IAC AFL)	Hasta 20kA 1s	
Temperatura ambiente	-5 a 40 ºC	
Categoría de pérdida de continuidad de servicio	LSC 2 (según CEI 62271-200)	
Clase de separación	PI (según CEI 62271-200)	
Índice de protección (CEI 60529 y EN 50102)	IPX8 (cuba gas) IP2XD (envolvente externa) IK09 (Compartimento Media Tensión)	

-Las características del transformador son:

Tipo Transformador trifásico de distribución, para instalación interior s/ IEC 60076- 1.

Refrigeración natural en dieléctrico ORGANIC (s/ IEC60296) KNAN, ester natural con poder de combustión >300ºC.

Normativa UE 548/2014 Eco Diseño TIER2

Potencia 2.000KVA

Relación transformación: 13.200 V /690 V

(Tensión máxima estimada red: según I-DE, Tensión mínima estimada red: según I-DE)

Regulación: ±2.5, ±5%, ±10% o según I-DE

Grupo conexión Dyn11

Frecuencia 50Hz

Relé de protección de trafo tipo DGPT2

Niveles de aislamiento: -Tensión nominal(Um) HV: 24 Kv rms, LV:1.1 Kv rms

-Al choque (LI) HV:125KV peak

- Puentes de Media Tensión

Juego de cables de Media Tensión, para interconexión entre celda de trafo y el transformador, con cable de 240 mm^2 de aluminio de tensión de aislamiento de 12/20 kV.

- Puentes de Baja Tensión

Juego de Interconexiones de Baja Tensión, para interconexión entre el transformador y el cuadro de baja tensión con cable de cobre de una sección de 8x(3x240+1x150)mm^2 RZ1 de una tensión de aislamiento de 0,6/1 kV.

- Bornas de línea

Conectores para corriente nominal de 630A para una sección de cable de entre 95-240mm^2 de una tensión de aislamiento de 12/20 kV.

Los cables que forman los puentes del transformador, ya montados en el centro compacto, vienen preparados para soportar la potencia según el fabricante.

- Cuadros de Baja Tensión 690V AC

En el interior del edificio de CT se colocará un Cuadro de Baja Tensión CBTA alimentado por las salidas de los puentes de Baja Tensión del Trasformador. En el Cuadro de BT se colocarán las protecciones de los cables mediante Seccionadores de bases TRIVER+ NH-00/1/2/3, 320A 690Vca para dar salida a cada uno de los circuitos de BT que alimentan el CGMP situado en la Sala de Cuadros Eléctricos del interior de la Estación de Bombeo.

El Cuadro de Baja Tensión estará montado en un armario metálico, de unas dimensiones de 940(ancho)x1860(alto)x500(fondo) mm con una protección minima IP20, contará como protección de cabecera un interruptor seccionador de corte en carga de caja moldeada 3F+N y de intensidad nominal de 2.500A, con poder de corte de 50kA, 1000VAC.

Los cuadros eléctricos estarán debidamente montado y conexionado con el material eléctrico descrito en el Documento de Presupuesto y en el Plano de Esquema Unifilar.

- Cuadro eléctrico Servicios Auxiliares

Con el fin de dar servicio eléctrico a los servicios auxiliares del Edificio de CT, como son los equipos de monitorización, iluminación, tomas corriente y extractor-ventilador, se instalará un cuadro de servicios auxiliares (SSAA).

En el interior del Cuadro de SSAA (400V) se colocarán las protecciones magnetotérmicas en la cabecera de cada uno de los circuitos, así como una protección diferencial y magnetotérmica en la salida.

En el edificio de CT también se colocará un autotransformador monofasico de tensión de 2KVAs, 690V/400V-230v autotrafo. Dicho transformador se conectará en primario al embarrado del CGBT-690V. La salida del secundario, junto con el neutro alimentaran las protecciones de los equipos receptores de Cuadro SSAA de 400V. La conexión será en la modalidad TT, conexionando el neutro de este transformador de servicios auxiliares a tierra.

En el Documento Planos se define el esquema unifilar de los SSAA del Edificio CT, y en el Documento Presupuesto se detallan los equipos a colocar.

- Elementos de seguridad y protección contra incendios

Elementos de seguridad formados por un juego de carteles de las cinco reglas de oro y primeros auxilios, un juego de guantes aislantes, una banqueta aislante, extintor de CO_2 y pértiga de salvamento.

-Alumbrado

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

Los focos luminosos estarán colocados sobre soportes rígidos y dispuestos de tal forma que se mantenga la máxima uniformidad posible en la iluminación. Además, se deberá poder efectuar la sustitución de lámparas sin peligro de contacto con otros elementos en tensión. El interruptor se situará al lado de la puerta de entrada, de forma que su accionamiento no represente peligro por su proximidad a la alta tensión.

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

-Instalación de Puesta a Tierra

Estas instalaciones estarán realizadas de forma que ningún punto normalmente accesible del interior o exterior del Centro de Transformación pueda resultar peligroso tanto para las personas como para los circuitos de menor tensión, cumpliendo la I.T.C. MIE RAT 13 - Instalaciones de Puesta a Tierra del vigente Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.

El sistema de puesta a tierra que se utiliza en la presente instalación es el denominado de tierras separadas, por lo que se dispondrán dos tierras: Toma de tierra de protección o de masas y la toma de tierra del neutro o servicio.

--Tierra de protección.

Todas las partes metálicas no unidas a los circuitos principales, de todos los aparatos y equipos instalados en el Centro de Transformación, se unen a la tierra de protección: envolventes de las celdas y cuadros de baja tensión, rejillas de protección, carcasa de los transformadores, etc., así como la armadura del edificio (si este es prefabricado). No se unirán, por contra, las rejillas y puertas metálicas del centro, si son accesibles desde el exterior. Este sistema de tierras está formado por cable desnudo de 50 mm2 de sección dispuesto a unos 50 cm de profundidad y circundando el local, prolongándose este anillo hasta el exterior del recinto con un flagelo de la misma sección que se hace pasar a través

de los tubos de paso de la MT. Este sistema de tierras seguirá una configuración tipo UNESA 70-30/5/82. La disposición de las picas, número, tipo, longitud y demás se detalla en el **Anejo II** de Cálculos Eléctricos de CT.

--Tierra de neutro (o servicio).

Con objeto de evitar tensiones peligrosas en baja tensión, debido a faltas en la red de alta tensión, el neutro del sistema de baja tensión se conecta a una toma de tierra independiente del sistema de alta tensión, de tal forma que no exista influencia en la red general de tierra, para lo cual se emplea un cable de cobre aislado (0,6/1 kV) de 50 mm2 de sección, que se hace salir al exterior del recinto a través de los tubos de paso de la baja tensión. La disposición de las picas, número, tipo, longitud y demás se detalla en el **Anexo II** de Cálculos Eléctricos de CT.

La descripción completa, disposición de las picas detallada y los cálculos del Centro de Transformación se encuentran en el **Anexo II de Cálculos Eléctricos del Centro Transformación.**

9.- LÍNEA SUBTERRÁNEA EN MT DESDE CENTRO TRANSFORMACION HASTA EL NUEVO APOYO 5 DE CONVERSIÓN AÉREA/SUBTERRÁNEA (A/S).

El Centro de Transformación se alimentará mediante una Línea Subterránea de Media Tensión (LSMT), de 3 conductores de 240 mm^2 de Aluminio RH5Z1 12/20 kV. La LSMT de 13.2KV partirá del Centro de Transformación hasta Apoyo número 5 de conversión A/S de la nueva Línea aérea a construir.

El trazado de la línea se realiza por la parcela donde está situada la Estación de Bombeo, como se puede apreciar en los planos y su longitud es de 12mts. Esta nueva LSMT que alimenta la Estación de Bombeo objeto del presente proyecto será de propiedad particular.

La canalización será subterránea bajo tubo de 200 mm de diámetro exterior, a una profundidad mínima de 80 cm, medidos desde la parte superior del tubo al pavimento. Poseerán una resistencia suficiente a las solicitaciones a las que se han de someter (Libres de halógenos) para canalizaciones subterráneas.

Para evitar que el tubo del cable sufra daños en su tendido, se colocará un lecho de un mínimo de 5 cm de espesor de arena de río o tierra cribada, totalmente desprovista de

piedras que pudieran rasgar la cubierta. Con ese mismo material de arena se cubrirán los tubos de los cables con un espesor mínimo de 20 cm, y sobre ésta se colocará una protección mecánica a todo lo largo del trazado del cable, ésta protección estará constituida por una placa de polietileno. A continuación se tenderá una capa de tierra procedente de la excavación de 20 cm de espesor, apisonada por medios manuales. Esta capa de tierra estará exenta de piedras o cascotes, en general serán tierras nuevas. A continuación, se rellenara la zanja con tierra apta para compactar por capas sucesivas de 15 cm de espesor, debiendo utilizar para su apisonado compactación medios mecánicos, con el fin de que el terreno quede suficientemente consolidado. En la compactación del relleno debe alcanzar una densidad mínima del 95% sobre el próctor modificado. Sobre esta capa de tierra, próxima a la superficie a unos 10cms mínimo, se dispondrá una cinta de señalización que advierte de la presencia de un cable eléctrico de media tensión.

Como conductor se utilizará cable RH5Z1 D/C 3x1x240mm^2 - 12/20 Kv de aluminio. Cuyas características están detalladas en el Anejo de Cálculos Eléctricos de la Línea de Media Tensión.

La descripción completa de zanjas, cruzamientos, cálculo intensidades, secciones y potencias detalladas y sus cálculos se encuentran en el **Anejo III de Cálculos Eléctricos de las Líneas de Media Tensión**.

10.- LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN 13,2KV DE 440MTS CON CINCO NUEVOS APOYOS, DE APOYO 5 (A/S) A APOYO 1 (A/S).

10.1. GENERALIDADES

Desde la LSMT que viene del Centro de Transformación se realizara una Nueva Línea Aérea de Media Tensión 13,2kv de 440mts con cinco nuevos apoyos, de Apoyo 5 (A/S) a Apoyo 1 (A/S), a partir del cual mediante una LSMT entra en el edificio del Centro de Medida en Media Tensión.

10.2. DATOS DEL CONDUCTOR

El conductor elegido es de tipo Aluminio-Acero, según la norma UNE-50182, tiene las siguientes características:

- Denominación:---------- LA-56 (47-AL1/8-ST1A)
- Sección total (mm^2):----------54,6
- Diámetro total (mm): ---------- 9,5
- Número de hilos de aluminio:----------6

- Número de hilos de acero: ----------1
- Carga de rotura (kg):----------1670
- Resistencia eléctrica a 20 ºC (Ohm/km): ---------- 0,6136
- Peso (kg/m):----------0,189
- Coeficiente de dilatación (ºC):----------1,91E-5
- Módulo de elasticidad (kg/mm²):----------8100
- Densidad de corriente (A/mm²):----------3,58
- Tense máximo (Zona B): 560 Kg - EDS (En zona B): 15%

DATOS DE LA LÍNEA

Datos de la línea	Fase	Protección
TENSIÓN (KV)	13,2	
CONDUCTOR	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	
NÚMERO FASES	3	
NÚMERO COND/FASE	1	
LONGITUD CADENA SUSPENSIÓN (	0,58	
LONGITUD CADENA AMARRE (m)	0,58	
ALTURA DEL PUENTE (m)	0,58	
TEMPERATURA MAX. TENDIDO (ºC)	50	
VELOCIDAD VIENTO (Km/h)	140	

DATOS DEL CONDUCTOR

Datos del conductor	Fase	Protección 1	Protección 2
DIÁMETRO (MM)	9,5		
PESO (KG/M)	0,189		
CARGA DE ROTURA (Kg):	1670		
SECCIÓN (MM2)	54,6		
COEFICIENTE DE DILATACIÓN	1,91E-5		
MÓDULO ELASTICIDAD (Kg/mm2)	8100		
EDS Max. Zona A (%)	15		
EDS Max. Zona B (%)	15		
EDS Max. Zona C (%)	15		
SOBRECARGA VIENTO 120 Km/h (Kg/m)	0,581		
SOBRECARGA VIENTO 140 Km/h (Kg/m)	0,791		
SOBRECARGA VIENTO 1/2 120Km/h (Kg/m)	0,291		
ÁNGULO OSCILACIÓN 120Km/h (°)	71,99		
PESO VIENTO 120Km/h (Kg/m)	0,611		
PESO VIENTO 140 Km/h (Kg/m)	0,813		
PESO VIENTO 1/2 120Km/h (Kg/m)	0,347		
PESO HIELO ZONA B (Kg/m)	0,755		
PESO HIELO ZONA C (Kg/m)	1,321		
COMPOSICIÓN NÚM. HILOS ALUMINIO+ACERO	6+1		
RESISTENCIA A 20ºC (Ohmios/Km)	0,6136		

El tendido se efectuará de acuerdo con las tablas de tensiones y flechas que se acompañan en la siguiente tabla:

TENSIONES Y FLECHAS

CONDUCTOR DE FASE: : LA-56

Diámetro (mm): 9,5 Coef. Dilatación (ºC): 1,91E-5

Peso (Kg/m): 0,189 Mod. Elasticidad (Kg/mm2): 8100

Sección (mm2): 54,6 Carga Rotura (Kg): 1670

Vano	Zona	Longitud Vano (m)	Desnivel de conductores (m)	Vano Regulación (m)	Tensión máxima (Kg.)	EDS 15ºC (%)	EDS 10ºC (%)	EDS 10ºC (%)	CHS (%)	Zona A	Zona B	Zona C	Zona A	Zona B	Zona C	Zona A	Zona B	Zona C	Zona A	Zona B	Zona C	Tens. (50ºC)		Tens.(15ºC+V)		Tens.(0ºC+H)			Flecha máxima (m)
						Zona A	Zona B	Zona C		Tensión (Kg) -5ºC + 1/2V	Tensión (Kg) -10ºC + 1/2V	Tensión (Kg) -15ºC + 1/2V	Tensión (Kg) -5ºC+V	Tensión (Kg) -10ºC+V	Tensión (Kg) -15ºC+H	Tensión (Kg) -15ºC+V	Tensión (Kg) -20ºC+H		Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)			Flecha mínima (m)	
1-2	B	100	0,37	100	548	---	10,73	---	13,63	---	337	---	---	548	542	---	---	117	2,02	388	1,97	492	1,92			0,86	2,02
2-3	B	100	-0,5	100	548	---	10,73	---	13,63	---	337	---	---	548	542	---	---	117	2,02	388	1,97	492	1,92			0,86	2,02
3-4	B	100	-1,16	100	548	---	10,73	---	13,63	---	337	---	---	548	542	---	---	117	2,02	388	1,97	492	1,92			0,86	2,02
4-5	B	140	-3,77	140	550	---	9,08	---	10,12	---	287	---	---	550	531	---	---	122	3,81	398	3,76	499	3,71			2,52	3,81

10.3. DATOS TOPOGRÁFICOS

En la siguiente tabla se incluye la relación de las longitudes de los vanos y las cotas de los apoyos que se proyectan para la construcción de esta línea.

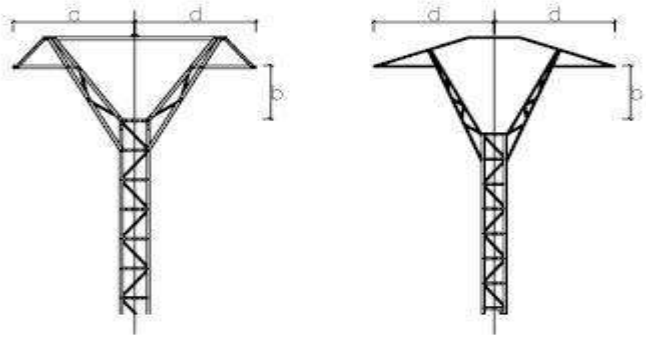
Nº Apoyo	Cota Absoluta (m)	Vano Anterior (m)	Vano Posterior (m)	Cruzamiento	Función	Tipo Terreno	Ángulo Interior (g)
1	583.50	0	100	NO	FL	Normal	0
2	583.50	100	100	NO	AL-SU	Normal	0
3	583.00	100	100	SI	AL-SU	Normal	0
4	582.00	100	140	SI	AL-ANC	Normal	0
5	576.50	140	140	NO	AL-ANC	Normal	0

10.4. APOYOS

Todos los apoyos utilizados para este proyecto serán metálicos y galvanizados en caliente. En la siguiente tabla puede consultarse tanto la geometría como los esfuerzos admisibles por tales apoyos:

Nº de Apoyo	Función Apoyo	Denominación	Peso total (Kg)	Tipo Armado	Dimensiones (m)				
					"a-d"	"b"	"c"	"h"	Altura útil
1	FL	C-3000-12	785	B	2	1			11.04
2	AL-SU	C-500-12	509	B	2	1			11.75
3	AL-SU	C-500-12	509	B	2	1			11.75
4	AL-ANC	C-1000-12	460	B	1.5	0.7			11.01
5	FL	C-3000-14	913	B	2	1			12.8

El **total de kg de acero** necesario para la construcción de esta línea son 3176.



Tipo B

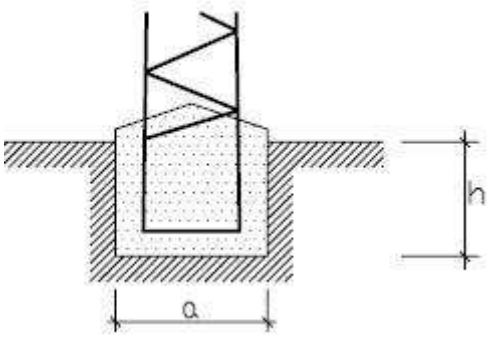
Las dimensiones de los armados de las crucetas tipo B y los esfuerzos útiles equivalentes en cúpula de cada uno de los cinco apoyos, se encuentran en las Fichas Técnicas de los Apoyos grafiadas en el **Documento Planos.**

10.5. CIMENTACIONES

Para una eficaz estabilidad de los apoyos, éstos se encastrarán en el suelo en bloques de hormigón u hormigón armado, calculados de acuerdo con la resistencia mecánica del mismo. Las características de las cimentaciones de cada uno de los apoyos será la siguiente:

Nº de Apoyo	Apoyo	Tipo de Terreno	Tipo de Cimentación	Dimensiones (m)					Volumen Excavación	Volumen Hormigón
				a	h	b	H	c		
1	C-3000-12	Normal	Monobloque	0,98	2,16	-	-	-	2,07	2,27
2	C-500-12	Normal	Monobloque	0,93	1,45	-	-	-	1,25	1,43
3	C-500-12	Normal	Monobloque	0,93	1,45	-	-	-	1,25	1,43
4	C-1000-12	Normal	Monobloque	0,92	1,69	-	-	-	1,43	1,6
5	C-3000-14	Normal	Monobloque	1,06	2,2	-	-	-	2,47	2,7

El **volumen total de hormigón** necesario para la cimentación de los apoyos es de 9,43 **m^3**.



Cimentación monobloque

10.6. DESCRIPCIÓN DE LAS CADENAS

Las cadenas que componen cada apoyo, y que sostienen al conductor están formadas por diferentes componentes, como son los aisladores y herrajes. Veamos las características de todos los elementos que las componen, y una descripción de las cadenas según los diferentes apoyos:

10.6.1. Cadena de suspensión ("simples.")

Se utilizarán aisladores que superen las tensiones reglamentarias de ensayo tanto a onda de choque tipo rayo como a frecuencia industrial, fijadas en el artículo 4.4 de la ITC07 del R.L.A.T. La configuración elegida es de cadenas simples.
El aislador elegido, y sus características, es:

- Tipo: ---------- COMP-20-70-425
- Material: ---------- Polimérico
- Diámetro (mm): ---------- 128
- Línea de fuga (mm): ---------- 603
- Peso (Kg): ---------- 1,75
- Carga de rotura (Kg): ---------- 7000
- Tensión soportada a frecuencia industrial (kV): ---------- 60
- Tensión soportada al impulso de un rayo (kV): ---------- 160

- Longitud de la cadena de suspensión:

- Longitud total de la cadena (aisladores + herrajes) (m): ---------- 0,58

Herrajes:

Veamos las características de los herrajes utilizados para las cadenas de suspensión en el proyecto de esta línea:

Herraje	Tipo	Peso aproximado (Kg)	Carga de rotura (Kg)
Grapa de Suspensión	GS_1	0,6	3000
Horquilla de bola	HB_11	0,3	7500
Rótula corta	R-11	0,18	7000

10.6.2. Cadena de amarre (“simples.”)

Se utilizarán aisladores que superen las tensiones reglamentarias de ensayo tanto a onda de choque tipo rayo como a frecuencia industrial, fijadas en el artículo 4.4 de la ITC07 del R.L.A.T. La configuración elegida es de cadenas simples.
El aislador elegido, y sus características, es:

- Tipo: ----------COMP-20-70-425
- Material: ----------Polimérico
- Diámetro (mm): ----------128
- Línea de fuga (mm): ----------603
- Peso (Kg): ----------1,75
- Carga de rotura (Kg): ----------7000
- Tensión soportada a frecuencia industrial (kV): ---------- 60
- Tensión soportada al impulso de un rayo (kV): ----------160

-Longitud de la cadena de amarre y altura del puente

- Longitud total de la cadena (aisladores + herrajes) (m): ----------0,58
- Altura del puente en apoyos de amarre (m): ----------0,58
- Ángulo de oscilación del puente (º): ---------- 20

- Herrajes:

Veamos las características de los herrajes utilizados para las cadenas de amarre en el proyecto de esta línea:

Herraje	Tipo	Peso aproximado (Kg)	Carga de rotura (Kg)
Grapa de Amarre	GA_1	0,45	4000
Horquilla de bola	HB_11	0,3	7500
Rótula corta	R-11	0,18	7000

Descripción de cadenas según tipo de apoyos

-Apoyos de fin de línea.

En los apoyos de fin de línea se montarán los siguientes elementos:

3 cadenas simples de aisladores poliméricos, Aisladores tipo COMP-20-70-425

3 Ud. – Grapa de amarre GA_1

3 Ud. - Horquilla de bola , tipo HB_11.

3 Ud. - Rótula corta , tipo R-11.

- Apoyos de alineación-suspensión.

Los apoyos con cadena en suspensión serán **2** , y llevarán los siguientes componentes:

3 cadenas simples de aisladores poliméricos, Aisladores tipo COMP-20-70-425

3 Ud. – Grapa de alineación GS_1.

3 Ud. - Horquilla de bola , tipo HB_11.

3 Ud. - Rótula corta , tipo R-11.

10.7. PUESTA A TIERRA DE LOS APOYOS

Todos los apoyos se conectarán a tierra con una conexión independiente y específica para cada uno dellos.

Se puede emplear como conductor de conexión a tierra cualquier material metálico que reúna las características exigidas a un conductor según el apartado 7.2.2 de la ITC07 del R.L.A.T.

De esta manera, deberán tener una sección tal que puedan soportar sin un calentamiento peligroso la máxima corriente de descarga a tierra prevista, durante un tiempo doble al de accionamiento de las protecciones. En ningún caso se emplearán conductores de conexión a tierra con sección inferior a los equivalentes en 25 mm^2 de cobre según el apartado 7.3.2.2 de la ITC07 del R.L.A.T.

Las tomas de tierra deberán ser de un material, diseño, colocación en el terreno y número apropiados para la naturaleza y condiciones del propio terreno, de modo que puedan garantizar una resistencia de difusión mínima en cada caso y de larga permanencia.

Además de estas consideraciones, un sistema de puesta a tierra debe cumplir los esfuerzos mecánicos, corrosión, resistencia térmica, la seguridad para las personas y la protección a propiedades y equipos exigida en el apartado 7 de la ITC07 del R.L.A.T.

10.8. NUMERACIÓN Y AVISO DE PELIGRO

En cada apoyo se marcará el número de orden que le corresponda de acuerdo con el criterio de la línea que se haya establecido.

Todos los apoyos llevarán una placa de señalización de riesgo eléctrico, situado a una altura visible y legible desde el suelo a una distancia mínima de 2m.

11.- LÍNEA SUBTERRÁNEA EN MT DESDE EL NUEVO APOYO 1 (A/S) HASTA CENTRO DE MEDIDA.

La LSMT de 13.2KV partirá del Apoyo número 1 de conversión A/S de la nueva Línea aérea a construir hasta el Edificio del Centro de Medida.

El trazado de la línea se realiza por la parcela indicada que se puede apreciar en los planos y su longitud es de 50mts. Esta nueva LSMT será de propiedad particular.

La canalización será subterránea bajo tubo de 200 mm de diámetro exterior, a una profundidad mínima de 80 cm, medidos desde la parte superior del tubo al pavimento. Poseerán una resistencia suficiente a las solicitaciones a las que se han de someter (Libres de halógenos) para canalizaciones subterráneas.

Para evitar que el tubo del cable sufra daños en su tendido, se colocará un lecho de un mínimo de 5 cm de espesor de arena de río o tierra cribada, totalmente desprovista de piedras que pudieran rasgar la cubierta. Con ese mismo material de arena se cubrirán los tubos de los cables con un espesor mínimo de 20 cm, y sobre ésta se colocará una protección mecánica a todo lo largo del trazado del cable, ésta protección estará constituida por una placa de polietileno. A continuación se tenderá una capa de tierra procedente de la excavación de 20 cm de espesor, apisonada por medios manuales. Esta capa de tierra estará exenta de piedras o cascotes, en general serán tierras nuevas. A continuación, se rellenara la zanja con tierra apta para compactar por capas sucesivas de 15 cm de espesor, debiendo utilizar para su apisonado compactación medios mecánicos, con el fin de que el terreno quede suficientemente consolidado. En la compactación del relleno debe alcanzar una densidad mínima del 95% sobre el próctor modificado.

Sobre esta capa de tierra, próxima a la superficie a unos 10cms mínimo, se dispondrá una cinta de señalización que advierte de la presencia de un cable eléctrico de media tensión.

Como conductor se utilizará cable RH5Z1 D/C 3x1x240mm^2 - 12/20 Kv de aluminio. Cuyas características están detalladas en el Anejo de Cálculos Eléctricos de las Líneas de Media Tensión.

La descripción completa de zanjas, cruzamientos, cálculo intensidades, secciones y potencias detalladas y sus cálculos se encuentran en el **Anexo III de Cálculos Eléctricos de las Líneas de Media Tensión**.

12.- CENTRO DE SECCIONAMIENTO Y CENTRO DE MEDIDA.

12.1. GENERALIDADES

De acuerdo al Manual Técnico de Distribución **MT 2.00.03** de I-DE sobre Especificaciones Particulares para Instalaciones de Clientes en AT en su apartado 12.2 expone: *Cuando la alimentación a un centro particular de tensión nominal igual o inferior a 30kV se realice a través de la red subterránea de i-DE, se instalará un conjunto de celdas en un centro de seccionamiento (con entrada y salida). Siempre que sea posible el Centro de Seccionamiento se ubicará en una envolvente independiente del Centro particular (Centro de Seccionamiento Independiente).* Por tanto, se ejecutará una envolvente particular para Centro de Seccionamiento y otra para Centro de Medida, no obstante podría habilitarse en el mismo edificio con dos puertas independientes de acceso, lo cual simplificaría la instalación.

Según condiciones de suministro de Iberdrola mencionadas anteriormente, en el lugar indicado en los planos se instalará un Centro de Seccionamiento y un Centro de Medida que contendrán las celdas de conexión/desconexión necesarias, según reglamento e indicaciones de la compañía suministradora I-DE Iberdrola.

12.2. CENTRO DE SECCIONAMIENTO

El nuevo Centro de Seccionamiento a instalar se situará anexo a la línea LAMT Nájera (STR Cirueña) en el tramo comprendido entre los apoyos 83 y 84 de 13,2kv, situado según plano de planta y según se indica en las condiciones Técnico Económicas de I-DE Iberdrola. En el Centro de Seccionamiento se situarán tres celdas de línea compactas de Entrada/Salida y de seccionamiento, todas ellas motorizadas También en el Centro de Seccionamiento, se situará la Celda de Servicios Auxiliares (circuitos alimentación y alumbrado del CS), formada por una celda de protección con ruptofusible, con mando manual y trafo de tensión.

Contará con 3 celdas modulares de Línea Motorizadas compactas 2LP1A con rele e interruptor seccionador, una celda modular de Protección con ruptofusible y un armario de telemando sobre celda ACC; el sistema a instalar estará homologado por I-DE Iberdrola Distribución.

La unidad compacta de telemando (UCT) estará compuesta de armario de automatización sobre celda ACC con interconexión telemando armario -celda con conectores Harting BUS RS485.

Las tres **celdas de línea motorizadas** darán suministro:

-Celda línea 1: entrada Línea Nájera STR Cirueña que viene del tramo comprendido entre el nuevo apoyo 83B existente, mediante empalme.

-Celda línea 2: salida Línea Nájera STR Cirueña que viene del tramo comprendido entre el nuevo apoyo 83B existente, mediante empalme.

-Celda línea 3: Salida LSMT que alimentara el Centro de Medida Propiedad del Cliente donde se encuentran las celdas de medida y relés del suministro al CT de la Estación de Bombeo objeto del presente proyecto.

El Centro de Seccionamiento tendrá también un armario de telemando. El sistema de telecontrol se ubicará en el punto de conexión con la red de Distribución de la Compañía, en el interior del Centro de Seccionamiento de conexión a red. Dicho sistema de telecontrol cumplirá con los criterios técnicos definidos en la normativa interna de I-DE Iberdrola Distribución, con las prescripciones recogidas en el Pliego de Condiciones Técnicas que la compañía distribuidora ha emitido al respecto de esta instalación y que se adjunta en el **Anejo I** de este proyecto, así como las normas y especificaciones técnicas asociadas a ellas, en particular la MT 2.80.14 - GUIA PARA LA INSTALACIÓN DE MEDIDA EN CLIENTES Y REGIMEN ESPECIAL DE A.T. (HASTA 132 kv).

Es necesario disponer de telemando sobre el equipo de conexión de la instalación a la red de i-DE. Los equipos de telecomunicaciones a incluir en el centro de seccionamiento serán los siguientes:

Si Operador Móvil (4G):

- ACOM-I-GPRS
- 1 Router 4G doble SIM 1+0 AC/DC STAR
- Antena

Todos estos equipos de MT se alojarán en el interior de un edificio kiosko prefabricado de hormigón, tipo CMS-21, de dimensiones totales exteriores de largo 2,35mts x ancho 1,37mts x alto 2,5mts, que se ubicará en el lugar indicado en los planos, homologado por la compañía Distribuidora I-DE Iberdrola.

La instalación del Centro de Seccionamiento se realizará cumpliendo todas las normas y Manuales Técnicos de I-DE Iberdrola, y se cederá a esta la Compañía Distribuidora. Se cumplirán por tanto todas las normas de Obligado Cumplimiento (Reglamentos Electrotécnicos de BT, MT y CTs) y las indicadas en las Condiciones Técnicas de Iberdrola que se adjuntan en el Anejo I, destacando las siguientes:

MT 2.03.20. Normas particulares para instalaciones de Alta Tensión (hasta 30kV) y Baja Tensión.

MT 2.00.03. Especificaciones particulares para instalaciones de clientes en AT.

MT 2.80.12. Especificaciones particulares para las instalaciones de enlace.

MT 2.11.20. Proyecto Tipo Centro Seccionamiento para Conexión de Instalaciones Particulares.

12.3. CENTRO DE MEDIDA

Anexo al Centro de Seccionamiento se colocará otro edificio que contendrá el Centro de Medida (CM) donde se situarán la Celda de remonte, Celda de protección por interruptor automático (con relé multifunción normalizado por I-DE Iberdrola), y Celda de Medida. Todo este conjunto necesario para realizar la medida en Media Tensión, el cual será propiedad particular.

La celda de **protección por Interruptor Automático** estará dotada de un automatismo que permitirá su reposición de forma automática si su apertura se ha producido por actuación de las protecciones voltimétricas instaladas en el punto de interconexión con la red y se adecuarán a la normativa de i-DE. Los equipos de control y protección irán ubicados en cuadros que se instalará en el interior del CM en sus distintos compartimentos.

Las protecciones de cabecera para el enganche de la Instalación de Bombeo con la red de compañía están asociadas al interruptor general de la celda protección por Interruptor Automático, mediante un cuadro de protección de MT, ubicado en un armario metálico. De acuerdo con la MT 2.00.03. ESPECIFICACIONES PARTICULARES PARA INSTALACIONES DE CLIENTES EN AT, en su apartado *9.3.2. Protección con relés e interruptor automático*, deberá incluir un **relé multifunción** normalizado por la compañía distribuidora dispondrá de las protecciones requeridas por compañía según esta norma técnica particular, donde la actuación de las protecciones de los clientes en caso de faltas en sus instalaciones debe ser anterior a la apertura de los interruptores de i-DE. Esto se garantiza mediante una actuación del sistema de protecciones de los clientes en tiempos que, siendo adaptados a las características de la instalación, sean asimismo inferiores a los tiempos máximos de actuación que se describen a continuación.

Las protecciones voltimétricas del relé multifunción serán:

-Protecciones de fase: Arranque y tiempos de actuación de la unidad temporizada de fase (51) e instantánea (50), según curva indicada en la MT 2.00.03. apartado 9.3.2.1.

-Protecciones de neutro o servicio: La curva viene definida por los tramos, que representan una unidad de neutro temporizada (51N) y una instantánea (50N) según curva indicada en la MT 2.00.03 apartado 9.3.2.2.

-Instalaciones de gran potencia: relés de protección dispondrá de un sistema que le haga inmune a las corrientes de energización de transformadores, con objeto de evitar disparos intempestivos durante la energización de los transformadores debido a su corriente transitoria de conexión.

En el Centro de Seccionamiento también se encuentra el **equipo de medida**, mediante una Celda de Medida, equipada con tres transformadores de tensión y tres transformadores de intensidad, con resistencia de caldeo. Según las Condiciones de Suministro de I-DE Iberdrola la medida en media tensión y relación de transformadores del equipo de medida será de acuerdo con la Norma Técnica MT 2.80.14. GUIA PARA LA INSTALACION DE MEDIDA EN CLIENTES Y REGIMEN ESPECIAL DE at (HASTA 132KV)

Del Centro de Seccionamiento y Medida de 13.2kv, situado en lugar indicado en planos, se realizarán dos ternas de nueva línea subterránea de 13.2 kV de tensión hasta conectar con el nuevo APOYO 83B de conversión aéreo subterránea (A/S), mediante entrada/salida.

Esto se realizará conforme a las condiciones técnicas que ha redactado I-DE Iberdrola Distribución, que se encuentran en el **Anejo I** correspondiente.

-Telemedida:

Según Solicitud de permisos de Acceso y Conexión para Productor / Generador, contestadas por I-DE Iberdrola con Referencia 904036824, se indica que es necesario el envío de las medidas de potencia activa, potencia reactiva y tensión al centro de control de distribución. Se debe disponer asimismo de la indicación del estado del interruptor de conexión. Este sistema es independiente del previsto por el Real Decreto 413/2014.

Respecto a la configuración de medida, el RD 244/2019 en su Disposición Transitoria 9ª establece la necesaria aprobación de las configuraciones de medida equivalentes al amparo del RD 1110/2007 dentro del conjunto de Instrucciones Técnicas Complementarias del mencionado RD. No obstante, el RDL 15/2018 indica que deberán contener los equipos de medida estrictamente necesarios para la correcta facturación de los precios, tarifas, cargos o peajes que resulten de aplicación (medir y facturar), lo que permite proceder, con carácter general, con la instalación de un equipo de medida bidireccional en el punto frontera o en su caso, en cada uno de los puntos frontera.

Será necesario un equipo de medida de generación neta (Art. 10.3 RD 244/19) solo en aquellos casos en los que:

- Se realice autoconsumos colectivos.
- En las instalaciones de generación conectadas en instalaciones próximas a través de la red.
- Cuando la tecnología de generación no sea renovable, cogeneración o residuos.
- En instalaciones de generación con potencia aparente nominal igual o superior a 12 MVA.

Por tanto, ya que la parte de generación fotovoltaica es un **autoconsumo individual sin excedentes,** en nuestro caso no será necesario un equipo de medida de generación neta, únicamente mediante la telemedida bidireccional de la energía importada (consumo bombeo) y exportada (planta solar fotovoltaica, con antivertido la energía exportada será cero), que se instalará en el punto frontera, el Centro de Medida, mediante un equipo de telemedida bidireccional remota homologado y normalizado por la compañía Distribuidora.

Se instalará en Centro de Medida, un equipo de telemedida bidireccional remota homologado y normalizado por la compañía Distribuidora I-DE Iberdrola, con discriminación horaria, maxímetro y trafos de intensidad, que permita adquirir las medidas necesarias indicadas por la Compañía Distribuidora, según el MT 2.80.14. indicado anteriormente.

12.4. OBRA CIVIL. CIMENTACIONES

La cimentación necesaria para el Centro de Seccionamiento y el Centro de Media, será de tipología superficial, en concreto una losa de cimentación para la totalidad de la superficie de la instalación, constituida por un hormigón HAF-25/P/20/IIa, con unas dimensiones indicadas en el Documento Planos y Presupuesto.

12.5. CENTRO DE SECCIONAMIENTO (KIOSKO) Y CENTRO DE MEDIDA (EDIFICIO).

El edificio donde se alojan las celdas compactas del Centro de Seccionamiento es un edificio prefabricado monobloque kiosko de hormigón homologado por la Compañía Distribuidora, en este caso I-DE Iberdrola , tipo CMS-21, de dimensiones totales exteriores de largo 2,355mts x ancho 1,37mts x alto 2,50mts., que permite efectuar el esquema eléctrico de media tensión necesario para este proyecto.

El edificio donde se alojan las celdas compactas es un edificio prefabricado monobloque de hormigón homologado por la Compañía Distribuidora, en este caso I-DE Iberdrola , tipo PFU-4/24KV, de dimensiones totales exteriores de largo 4,46mts x ancho 2,38mts x alto 3,045mts., que permite efectuar el esquema eléctrico de media tensión necesario para este proyecto.

La resistencia y gran fiabilidad de este edificio está garantizada por la calidad y robustez del hormigón armado, permite una resistencia superior a 300kg/cm^2 y una total impermeabilidad. Subrayar la importancia de una elevada resistencia mecánica de la envolvente de hormigón ya que la instalación de este equipo se hace sin vallas de protección en su perímetro más inmediato.

El acceso a los equipos en tensión es a través de puertas con cerradura de seguridad y/o dispositivos de enclavamiento mecánico. El acceso será restringido a técnicos especializados y/o el personal de mantenimiento autorizado.

La solución de este edificio se basa fundamentalmente en los siguientes conceptos

* Fabricado conforme con las normas IEC 62271-200 e IEC 62271-202.
* Prefabricado en hormigón armado delevada resistencia y totalmente impermeable.
* Puertas y rejillas de ventilación en chapa galvanizada y pintada en epoxi.
* Separación física del compartimiento de propiedad/empresa distribuidora.
* Adaptado a tipo de equipamiento de I-DE Iberdrola Distribución Eléctrica
* Facilidad de transporte y montaje.

- Base y paredes

La base y las paredes son de hormigón prefabricado con malla electrosoldada de acero. La base tiene orificios para los cables de entrada y salida de media y baja tensión.

- Techos

El techo del edificio está constituido por una pieza única, delevada resistencia, se coloca sobre las paredes por gravedad, y su geometría en laberinto garantiza la estanqueidad total.
La pintura y el revestimiento siguen el sistema adecuado para garantizar la estanqueidad a las infiltraciones durante la vida útil.

- Pavimento

El pavimento consiste en una losa de hormigón prefabricada, fabricada en una plataforma vibratoria colocada en la base por gravedad. Sobre esta losa se colocarán las celdas de media tensión, transformadores, cuadros de baja tensión y los demás elementos constituyentes del centro de medida. En esta losa hay orificios que permiten pasar los cables de celdas y cuadros

eléctricos. En la parte central de la losa también se practican unas tapas para paso de personal autorizado, que permiten el acceso a la galería de cables.

- Red Equipotencial

La propia armadura de la malla electrosoldada del edificio de hormigón garantiza la red equipotencial de todo el conjunto.

- Puertas y rejillas de ventilación

Las puertas y las aberturas de ventilación son de chapa galvanizada de 2 mm de espesor, pintadas con pintura epoxi. Esta doble protección, galvanizado y pintura, las hace muy resistentes a la corrosión causada por los agentes atmosféricos.

Las ventilaciones poseen unas finas redes metálicas que impiden la penetración de pequeños insectos y otros animales pequeños, sin disminuir la capacidad de ventilación.

- Ventilación

La ventilación del edificio se realiza por convección natural a través de rejillas de ventilación en chapa galvanizada y pintada, garantizando la disipación de calor. El número de rejillas de ventilación y la superficie de las, se ajustan al prefabricado instalado y la potencia disipada.
Las rejillas de ventilación están diseñadas para impedir la entrada de animales pequeños, la entrada de aguas pluviales y los contactos accidentales con las partes en tensión mediante la introducción de elementos metálicos para la misma.

- Índice de Protección

El índice de protección exterior del edificio en su conjunto es IP 23D excepto las rejillas que son IP 33D. En relación al impacto mecánico es IK 10.

- Iluminación y tomas

En el interior del centro se dispondrá de iluminación que se colocará para proporcionar un nivel de iluminación suficiente para verificar y maniobrar los elementos contenidos en él. También contará con tomas eléctricas para usos generales.

- Características eléctricas

Características eléctricas	
Media Tensión	Hasta 24 kV – 50 Hz
Baja Tensión	Hasta 1000 V
Celdas	Hasta 24 kV 400/630A 16/20 kA (1/3s) - 25 kA (1s)

- Equipos de seguridad

Todos los equipamientos de MT instalados disponen de refuerzos estructurales, que permiten que los mismos resistan en caso de arco interno. Igualmente están incorporados dispositivos de protección contra la sobrepresión, que permiten el escape de los humos y del gas caliente para la protección de los operadores.

Elementos de seguridad formado por un juego de carteles de las cinco reglas de oro y primeros auxilios, un juego de guantes aislantes, extintor de CO2 y pértiga de salvamento, y todo lo exigido en las normas ITC-RAT del Reglamento de Alta Tensión.

12.6. CENTRO DE SECCIONAMIENTO y CENTRO DE MEDIDA. EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO.

12.6.1.-Celdas Centro Seccionamiento cesión a Compañía Eléctrica:

Las celdas del Centro de Seccionamiento del lado propiedad I-DE Iberdrola tendrán las siguientes unidades modulares: tres unidades de Celda Modular de Línea Motorizadas con Relé GSM001 (CGMCOSMOS-L) + Celda modular de Protección con ruptofusible (CGMCOSMOS-P-TT BIFASICO-1300mm, 630A/20KA) + Armario Telemando (normalizado Iberdrola). El sistema a instalar estará homologado por I-DE Iberdrola Distribución.

Las características del embarrado de las celdas del Centro de Seccionamiento son:

- Tres Celdas Modulares de Línea Motorizadas con Relé (CGMCOSMOS-L):

Celda de línea motorizada switchgear, tipo Cosmos-L, según norma Iberdrola 24kV, 630A/20 kA, Interruptores trifásicos corte en gas SF6 de 3 posiciones conectado – seccionado – puesto a tierra. Unidad ekorIVDS para presencia/ausencia de tensión en el lado de cable conforme a IEC 61243-5 estándar.

Equipo de automatización que incluye:

- Mando Motor tipo BM (24 Vcc).
- Soporte para el detector de paso de falta, tipo RGDAT.
- Enchufe según dimensiones DY811, para conexión RGDAT y compatible con indicador de presencia de voltaje ekorIVDS.
- Control de circuito Auxiliar, botones incluidos de abertura y de cierre según DY1050
- Un (1) cable de conexión para circuito auxiliar del mando motor, conectores incluidos según DY1050.
- Equipo detector de paso de falta diseñado según las normas Iberdrola, RGDAT instalado en fábrica con las funciones:

• Sobreintensidad de fase 51
• Sobreintensidad direccional de tierra 67
• Presencia de tension 59

➢ Celda modular de Protección con ruptofusible (CGMCOSMOS-P-TT BIFASICO-1300mm, 630A/20KA):

Celda modular de protección con ruptofusible CGMCOSMOSP, de 1,300mm. de alto, corte y aislamiento integral en SF6, interruptor-seccionador de tres posiciones (cat. E3 s/IEC 62271-103), conexión-seccionamiento-doble puesta a tierra. Un=24kV, In=630A / Icc=20kA.
-Con mando manual (Clase M1, 1000 maniobras).
-Incluye indicador presencia tensión.
-Cajón de control tipo A.
-Cableado y protección del circuito secundario de baja tensión del transformador de SSAA hasta bornero ubicado en compartimento de mando, y protección circuitos de alimentación de Automatización e Iluminación.
-1 Transformador de tensión SSAA enchufable bifásico de baja inducción VEG-24 de baja inducción. Relación de transformación: 13.200 / 230V. Potencia de calentamiento 5.000VA.
-1 Tapón aislante para pasatapas.

➢ Armario Telemando (normalizado por Iberdrola):

Armario de telemando Norma Iberdrola ACOM-I-GPRS, sobrecelda tipo CM-UP (Ceiling-mounted indoor cabinet container) conteniendo en su interior, debidamente montados y conexionados los siguientes aparatos y materiales:
-1 Equipo cargador-batería
-1 Unidad Remota de Telemando; RTU tipo UE8 para el control de las celdas y la conexión con el puesto de control.
- Bornas, accesorios y pequeño material.
- Interconexión telemando armario-celda.

Por lo tanto, dicho embarrado debe soportar la intensidad nominal sin superar la temperatura de régimen permanente (comprobación por densidad de corriente), así como los esfuerzos electrodinámicos y térmicos que se produzcan durante un cortocircuito.

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

12.6.2.-Celdas Centro Medida Propiedad Privada:

- Celda CD (CR) 24kV 630A 20kA, CGMCOSMOS RC, con resistencia de caldeo, celda de remonte que permite hacer una llegada o una salida, directa con cables.

- Celda TT+DC (CMPAS) 24kV 630A 20kA, CGMCOSMOS-V, con protección mediante interruptor automático y con espacio para albergar tres transformadores de tensión de relación indicada por Iberdrola, contactos de estado, resistencia de caldeo y un kit de fusibles. Con contactos de estado libres de potencial 2NC+2NO+2NC, preparada para albergar el relé multifunción normalizado I-DE Iberdrola, mando motorizado, bobina de cierre, bobina de mínima tensión y resistencia de caldeo.

-Relé multifunción ekorRPG con las funciones de sobreintensidad temporizada (sobrecarga) e instantánea (cortocircuito) de fases y de neutro:

• Sobrecarga y cortocircuito 50/51,

• Homopolar direccional 67N (neutro aislado) o no direccional 50N/51N (neutro puesto a tierra).

- Celda M (CMM) 24kV 630A 20kA, CGMCOSMOS-M, celda de Medida con tres transformadores de tensión de relación indicada en norma I-DE Iberdrola y tres transformadores de intensidad de relación indicada en norma I-DE Iberdrola, con resistencia de caldeo.

- Celda IS (CML) 24kV 630A 20kA celda de línea con contactos de estado y resistencia de caldeo. Para llegada / salida de cables equipada con interruptor seccionador ISF6.

Las características del embarrado de las celdas modulares de aislamiento en SF6 CGMCOSMOS son:

Tensión nominal		24 Kv (IEC) /27kv (IEEE)
Nivel de aislamiento	50/60 kV	50/60 kV
	125/145 kV	125/145 kV
Corriente nominal	Embarrado	630 A
	Llegada / salida	400/630 A
	Bajante de transformador	200A
	Protección por Interruptor Automático	630 A
Corriente de corto-circuito	16/20 kA (1/3s) - 25 kA (1s)	
Poder de cierre bajo corto-circuito	40 kA - 52 kA - 62.5 kA	
Frecuencia	50/60 Hz	
Arco interno (IAC AFL)	Hasta 20kA 1s	
Temperatura ambiente	-5 a 40 ºC	
Categoría de pérdida de continuidad de servicio	LSC 2 (según CEI 62271-200)	
Clase de separación	PI (según CEI 62271-200)	
Índice de protección (CEI 60529 y EN 50102)	IPX8 (cuba gas) IP2XD (envolvente externa) IK09 (Compartimento Media Tensión)	

-Relé de protección multifunción de transformador contra sobrecargas

Las protecciones de cabecera para el enganche de la Instalación de Bombeo con la red de compañía están asociadas al interruptor general de la celda protección por Interruptor Automático, mediante un cuadro de protección de MT, ubicado en un armario metálico. De acuerdo con la MT 2.00.03. ESPECIFICACIONES PARTICULARES PARA INSTALACIONES

DE CLIENTES EN AT, en su apartado *9.3.2. Protección con relés e interruptor automático*, deberá incluir un **relé multifunción** normalizado por la compañía distribuidora dispondrá de las protecciones requeridas por compañía según esta norma técnica particular, donde la actuación de las protecciones de los clientes en caso de faltas en sus instalaciones debe ser anterior a la apertura de los interruptores de i-DE. Esto se garantiza mediante una actuación del sistema de protecciones de los clientes en tiempos que, siendo adaptados a las características de la instalación, sean asimismo inferiores a los tiempos máximos de actuación que se describen a continuación.

Las protecciones voltimetricas del relé multifunción serán:

-Protecciones de fase: Arranque y tiempos de actuacion de la unidad temporizada de fase (51) e instantánea (50), según curva indicada en la MT 2.00.03. apartado 9.3.2.1. (Sobrecarga y cortocircuito 50/51).

-Protecciones de neutro: La curva viene definida por los tramos, que representan una unidad de neutro temporizada (51N) y una instantánea (50N) según curva indicada en la MT 2.00.03 apartado 9.3.2.2. Homopolar direccional 67N (neutro aislado) o no direccional 50N/51N(neutro puesto a tierra),

-Instalaciones de gran potencia: relés de protección dispondra de un sistema que le haga inmune a las corrientes de energización de transformadores, con objeto de evitar disparos intempestivos durante la energización de los transformadores debido a su corriente transitoria de conexión.

Fuente alimentación 48Vdc / 5A / 7Ah con una autonomía de más de 8 horas (o según requerimiento de I-DE Iberdrola).

Por lo tanto, dicho embarrado debe soportar la intensidad nominal sin superar la temperatura de régimen permanente (comprobación por densidad de corriente), así como los esfuerzos electrodinámicos y térmicos que se produzcan durante un cortocircuito.

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

<u>- Bornas de línea</u>

Conectores para corriente nominal de 630A para una sección de cable de 240mm^2 de una tensión de aislamiento de 12/20 kV.

12.6.3.-Instalación de Puesta a Tierra:

Estas instalaciones estarán realizadas de forma que ningún punto normalmente accesible del interior o exterior del Centro de Seccionamiento y Centro de Medida pueda resultar peligroso tanto para las personas como para los circuitos de menor tensión, cumpliendo la I.T.C. MIE RAT 13 - Instalaciones de Puesta a Tierra del vigente Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.

El sistema de puesta a tierra que se utiliza en el Centro de Seccionamiento y Centro de Medida es de tierra de protección o de masas: todas las partes metálicas no unidas a los circuitos principales, de todos los aparatos y equipos instalados en el Centro de Seccionamiento, se unen a la tierra de protección: envolventes de las celdas, rejillas de protección, etc., así como la armadura del edificio (si este es prefabricado). No se unirán, por contra, las rejillas y puertas metálicas del centro, si son accesibles desde el exterior. Este sistema de tierras está formado por cable desnudo de 50 mm2 de sección dispuesto a unos 50 cm de profundidad y circundando el local, prolongándose este anillo hasta el exterior del recinto con un flagelo de la misma sección que se hace pasar a través de los tubos de paso de la MT.

El sistema de tierras del Centro de Seccionamiento seguirá una configuración tipo UNESA 30-25 / 5 / 82. La disposición de las picas, número, tipo, longitud y demás se detalla en el Anexo de Cálculos Eléctricos de MT.

El sistema de tierras del Centro de Medida de Abonado seguirá una configuración tipo UNESA 70-30/5/82. La disposición de las picas, número, tipo, longitud y demás se detalla en el Anexo de Cálculos Eléctricos de MT.

La descripción completa, detallada y los cálculos de Puesta a Tierra del Centro de Seccionamiento y Centro de Medida se encuentran en el **Anexo V de Cálculos Eléctricos de Centro de Seccionamiento y Medida de Media Tensión**.

13.- LINEA M.T. DE CENTRO DE SECCIONAMIENTO A CONEXIÓN ENTRONQUE CON LAMT EXISTENTE.

Desde el nuevo Centro de Seccionamiento hasta la línea Aérea de Media Tensión 13.2KV existente “Nájera STR Cirueña”, en el tramo comprendido entre los apoyos 83 y 84, se ejecuta un nuevo apoyo 83B con una derivación de entrada y salida de LSMT, de unos

20mts de longitud total, en dos circuitos de 10mts. Esta nueva LSMT que empalma con el Centro de Seccionamiento de 20mts, objeto también del presente proyecto, será cedida a la compañía Distribuidora I-DE Iberdrola.

Esta LSMT que se cederá a I-DE Iberdrola cumplirá lo especificado en el Proyecto Tipo Líneas Subterráneas Media Tensión de I-DE Iberdrola Distribución.

La LSMT cumplirá lo especificado en el Proyecto Tipo Línea Subterránea Media Tensión de la compañía Distribuidora I-DE Iberdrola y sus normas particulares, para las líneas que se cedan a Compañía.

En la canalización irán dos ternas de cables bajo tubo y otro tubo sobre ellos en vacío, según las zanjas descritas en los planos correspondientes, ejecutándose según las zanjas tipo de la compañía de Distribución Eléctrica I-DE Iberdrola.

La canalización será subterránea bajo tubo de 200 mm de diámetro exterior, a una profundidad mínima de 80 cm, medidos desde la parte superior del tubo al pavimento. Poseerán una resistencia suficiente a las solicitaciones a las que se han de someter (Libres de halógenos) para canalizaciones subterráneas.

Para evitar que el tubo del cable sufra daños en su tendido, se colocará un lecho de un mínimo de 5 cm de espesor de arena de río o tierra cribada, totalmente desprovista de piedras que pudieran rasgar la cubierta. Con ese mismo material de arena se cubrirán los tubos de los cables con un espesor mínimo de 20 cm, y sobre ésta se colocará una protección mecánica a todo lo largo del trazado del cable, ésta protección estará constituida por una placa de polietileno. A continuación se tenderá una capa de tierra procedente de la excavación de 20 cm de espesor, apisonada por medios manuales. Esta capa de tierra estará exenta de piedras o cascotes, en general serán tierras nuevas. A continuación, se rellenara la zanja con tierra apta para compactar por capas sucesivas de 15 cm de espesor, debiendo utilizar para su apisonado compactación medios mecánicos, con el fin de que el terreno quede suficientemente consolidado. En la compactación del relleno debe alcanzar una densidad mínima del 95% sobre el próctor modificado. Sobre esta capa de tierra, próxima a la superficie a unos 10cms mínimo, se dispondrá una cinta de señalización que advierte de la presencia de un cable eléctrico de media tensión.

Como conductor se utilizará cable RH5Z1 D/C 2x(3x1x240)mm^2 - 12/20 Kv de aluminio. Cuyas características están detalladas en el Anejo de Cálculos Eléctricos de Media Tensión.

La descripción completa de zanjas, cruzamientos, cálculo intensidades, secciones y potencias detalladas y sus cálculos se encuentran en el **Anexo IV de Cálculos Eléctricos de las Líneas de Media Tensión**.

14.- POSTE 83B DE ENTRONQUE CON LAMT EXISTENTE.

14.1. GENERALIDADES

Para el entronque con la nueva instalación será necesario realizar un **nuevo poste 83B entre los dos apoyos 83 y 84** de hormigón existentes en la LAMT Nájera STR Cirueña. Este nuevo apoyo metálico 83B se ha diseñado preliminarmente a continuación, no obstante como es objeto de cesión hay que verificarlo con la Compañía de Distribución de la zona, para su aprobación definitiva.

La tramitación, legalización, ejecución y finalización (cesión, recepción y conexión) se realizara por parte del instalador de Media Tensión, siguiendo las ESPECIFICACIONES TÉCNICO-ADMINISTRATIVAS PARA LA EJECUCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA, POR EL SOLICITANTE DEL SUMINISTRO.

Estas especificaciones están indicadas en la **Solicitud de Suministro** de energía para grupos de Bombeo, contestadas por I-DE Iberdrola con **Referencia 9041000646**, las cuales se adjuntan como **Anexo I** a la presente Memoria.

14.2. DATOS DEL CONDUCTOR

El conductor elegido es de tipo Aluminio-Acero, según la norma UNE-50182, tiene las siguientes características:

- Denominación:----------LA-56 (47-AL1/8-ST1A)
- Sección total (mm^2):----------54,6
- Diámetro total (mm): ---------- 9,5
- Número de hilos de aluminio: ----------6
- Número de hilos de acero: ----------1
- Carga de rotura (kg):----------1670
- Resistencia eléctrica a 20 ºC (Ohm/km): ---------- 0,6136
- Peso (kg/m):----------0,189
- Coeficiente de dilatación (ºC): ----------1,91E-5
- Módulo delasticidad (kg/mm^2): ----------8100
- Densidad de corriente (A/mm^2):----------3,58
- Tense máximo (Zona B): 560 Kg - EDS (En zona B): 15%

El tendido se efectuará de acuerdo con las tablas de tensiones y flechas que se acompañan :

TENSIONES Y FLECHAS

CONDUCTOR DE FASE: : LA-56

Diámetro (mm): 9,5 Coef. Dilatación (ºC): 1,91E-5

Peso (Kg/m): 0,189 Mod. Elasticidad (Kg/mm2): 8100

Sección (mm2): 54,6 Carga Rotura (Kg): 1670

Vano	Zona	Longitud Vano (m)	Desnivel de conductores (m)	Vano Regulación (m)	Tensión máxima (Kg.)	EDS 15ºC (%)	EDS 10ºC (%)	EDS 10ºC (%)	CHS (%)	Zona A Tensión (Kg) -5ºC + 1/2V	Zona B Tensión (Kg) -10ºC + 1/2V	Zona C Tensión (Kg) -15ºC + 1/2V	Zona A Tensión (Kg) -5ºC+V	Zona B Tensión (Kg) -10ºC+V	Zona B Tensión (Kg) -15ºC+H	Zona C Tensión (Kg) -15ºC+V	Zona C Tensión (Kg) -20ºC+H	Tens. (50ºC) Tensión (Kg.)	Tens. (50ºC) Flecha (m)	Tens.(15ºC+V) Tensión (Kg.)	Tens.(15ºC+V) Flecha (m)	Tens.(0ºC+H) Tensión (Kg.)	Tens.(0ºC+H) Flecha (m)	Flecha mínima (m)	Flecha máxima (m)
85-84	B	130	-2	130	547	---	9,25	---	10,51	---	293	---	---	547	530	---	---	120	3,33	394	3,28	495	3,22	2,08	3,33
84-83B	B	33	-1	33	497	---	15	---	22,22	---	422	---	---	469	497	---	---	88	0,39	288	0,29	396	0,26	0,06	0,39
83B-83	B	99	-2,5	123	551	---	9,85	---	11,24	---	306	---	---	551	537	---	---	121	1,92	396	1,89	499	1,86	1,09	1,92
83-82	B	137	-2,5	123	551	---	9,85	---	11,24	---	306	---	---	551	537	---	---	121	3,68	396	3,62	499	3,55	2,09	3,68

14.3. DATOS TOPOGRÁFICOS

En la siguiente tabla se incluye la relación de las longitudes de los vanos y las cotas de los apoyos que se proyectan para la construcción de esta línea.

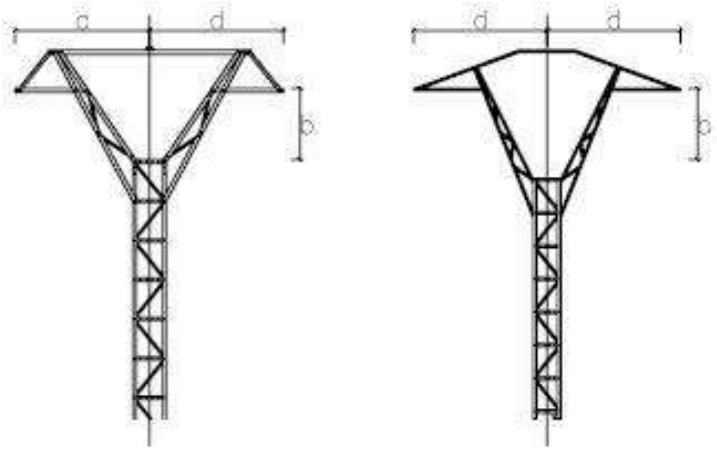
Nº Apoyo	Cota Absoluta (m)	Vano Anterior (m)	Vano Posterior (m)	Cruzamiento	Función	Tipo Terreno	Ángulo Interior (g)
84	585.00	130	33	NO	AN-AM	Normal	170
83B	584.00	33	99	NO	AL-ANC	Normal	0
83	581.50	99	137	NO	AL-SU	Normal	0

14.4. APOYOS

Todos los apoyos utilizados para este proyecto serán metálicos y galvanizados en caliente.

Nº de Apoyo	Función Apoyo	Denominación	Peso total (Kg)	Tipo Armado	Dimensiones (m)				
					"a-d"	"b"	"c"	"h"	Altura útil
84	AN-AM	C-2000-12	673	B	2	1			11.04
83B	AL-ANC	C-1000-12	460	B	1.5	0.7			11.01
83	AL-SU	C-500-12	509	B	2	1			11.75

El **total de kg de acero** necesario para la construcción de esta línea son 3212.



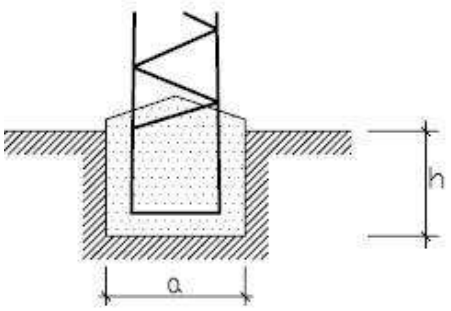
Tipo B

14.5. CIMENTACIONES

Para una eficaz estabilidad de los apoyos, éstos se encastrarán en el suelo en bloques de hormigón u hormigón armado, calculados de acuerdo con la resistencia mecánica del mismo. Las características de las cimentaciones de cada uno de los apoyos será la siguiente:

Nº de Apoyo	Apoyo	Tipo de Terreno	Tipo de Cimentación	Dimensiones (m)		Volumen Excavación	Volumen Hormigón
				a	h		
84	C-2000-12	Normal	Monobloque	0,97	1,96	1,84	2,03
83B	C-1000-12	Normal	Monobloque	0,92	1,69	1,43	1,6
83	C-500-12	Normal	Monobloque	0,93	1,45	1,25	1,43

El **volumen total de hormigón** necesario para la cimentación de los apoyos es de 9,6 **m^3**.



Cimentación monobloque

14.6. DESCRIPCIÓN DE LAS CADENAS

Las cadenas que componen cada apoyo, y que sostienen al conductor están formadas por diferentes componentes, como son los aisladores y herrajes. Veamos las características de todos los elementos que las componen, y una descripción de las cadenas según los diferentes apoyos:

-Cadena de suspensión (“simples.”)

Se utilizarán aisladores que superen las tensiones reglamentarias de ensayo tanto a onda de choque tipo rayo como a frecuencia industrial, fijadas en el artículo 4.4 de la ITC07 del R.L.A.T. La configuración elegida es de cadenas simples.

El aislador elegido, y sus características, es:

- Tipo: ----------COMP-20-70-425
- Material: ---------- Polimérico
- Diámetro (mm): ---------- 128
- Línea de fuga (mm): ---------- 603
- Peso (Kg): ----------1,75
- Carga de rotura (Kg): ----------7000
- Tensión soportada a frecuencia industrial (kV): ---------- 60
- Tensión soportada al impulso de un rayo (kV): ---------- 160

Longitud de la cadena de suspensión:

- Longitud total de la cadena (aisladores + herrajes) (m): ----------0,58

Herrajes

Veamos las características de los herrajes utilizados para las cadenas de suspensión en el proyecto de esta línea:

Herraje	Tipo	Peso aproximado (Kg)	Carga de rotura (Kg)
Grapa de Suspensión	GS_1	0,6	3000
Horquilla de bola	HB_11	0,3	7500
Rótula corta	R-11	0,18	7000

-Cadena de amarre (“simples.”)

Se utilizarán aisladores que superen las tensiones reglamentarias de ensayo tanto a onda de choque tipo rayo como a frecuencia industrial, fijadas en el artículo 4.4 de la ITC07 del R.L.A.T. La configuración elegida es de cadenas simples.

El aislador elegido, y sus características, es:

- Tipo: ----------COMP-20-70-425
- Material: ---------- Polimérico
- Diámetro (mm): ---------- 128
- Línea de fuga (mm): ---------- 603
- Peso (Kg): ----------1,75
- Carga de rotura (Kg): ----------7000
- Tensión soportada a frecuencia industrial (kV): ---------- 60
- Tensión soportada al impulso de un rayo (kV): ---------- 160

Longitud de la cadena de amarre y altura del puente

- Longitud total de la cadena (aisladores + herrajes) (m):----------0,58

- Altura del puente en apoyos de amarre (m): ----------0,58

- Ángulo de oscilación del puente (º): ---------- 20

Herrajes

Veamos las características de los herrajes utilizados para las cadenas de amarre en el proyecto de esta línea:

Herraje	Tipo	Peso aproximado (Kg)	Carga de rotura (Kg)
Grapa de Amarre	GA_1	0,45	4000
Horquilla de bola	HB_11	0,3	7500
Rótula corta	R-11	0,18	7000

Descripción de cadenas según tipo de apoyos

-Apoyos de alineación-suspensión.

Los apoyos con cadena en suspensión serán **1** , y llevarán los siguientes componentes:

3 cadenas simples de aisladores poliméricos, – Aisladores tipo COMP-20-70-425

3 Ud. – Grapa de alineación GS_1.

3 Ud. - Horquilla de bola , tipo HB_11.

3 Ud. - Rótula corta , tipo R-11.

- Apoyos de amarre y/o de anclaje.

Nuestra línea proyectada cuenta con **1** apoyos de amarre y/o anclaje que llevarán las siguientes cadenas:

6 cadenas simples de aisladores poliméricos, – Aisladores COMP-20-70-425

6 Ud. – Grapa de amarre, GA_1

6 Ud. - Horquilla de bola , tipo HB_11.

6 Ud. - Rótula corta , tipo R-11.

14.7. ELEMENTOS DE MANIOBRA Y PROTECCIÓN

Los elementos empleados para la manipulación y protección contra sobrecarga y cortocircuito de esta línea son:

Seccionadores unipolares de tensión asignada de 24 kV, y una corriente asignada de 400 A. Los seccionadores unipolares se colocarán en el apoyo: 83B.

14.8. PUESTA A TIERRA DE LOS APOYOS

Todos los apoyos se conectarán a tierra con una conexión independiente y específica para cada uno de ellos.

Se puede emplear como conductor de conexión a tierra cualquier material metálico que reúna las características exigidas a un conductor según el apartado 7.2.2 de la ITC07 del R.L.A.T.

De esta manera, deberán tener una sección tal que puedan soportar sin un calentamiento peligroso la máxima corriente de descarga a tierra prevista, durante un tiempo doble al de accionamiento de las protecciones. En ningún caso se emplearán conductores de conexión a tierra con sección inferior a los equivalentes en 25 mm^2 de cobre según el apartado 7.3.2.2 de la ITC07 del R.L.A.T.

Las tomas de tierra deberán ser de un material, diseño, colocación en el terreno y número apropiados para la naturaleza y condiciones del propio terreno, de modo que puedan garantizar una resistencia de difusión mínima en cada caso y de larga permanencia.

Además de estas consideraciones, un sistema de puesta a tierra debe cumplir los esfuerzos mecánicos, corrosión, resistencia térmica, la seguridad para las personas y la protección a propiedades y equipos exigida en el apartado 7 de la ITC07 del R.L.A.T.

14.9. NUMERACIÓN Y AVISO DE PELIGRO

En cada apoyo se marcará el número de orden que le corresponda de acuerdo con el criterio de la línea que se haya establecido.

Todos los apoyos llevarán una placa de señalización de riesgo eléctrico, situado a una altura visible y legible desde el suelo a una distancia mínima de 2m.

15. GESTION DE RESIDUOS

La presente instalación forma parte del Proyecto de Ejecución General, en el que se encuentra redactado en Estudio de Seguridad y Salud como **Anejo 14**, con el fin de llevar a cabo los preceptivos trámites reglamentarios para la legalización y puesta en marcha de la instalación a la que alude.

Por tanto, lo relativo a este apartado se recoge en dentro del proyecto general como parte de la gestión global en su conjunto y a este estudio remitimos en lo relativo a la gestión de residuos.

16. SEGURIDAD Y SALUD

La presente instalación forma parte del proyecto general, en el que se encuentra redactado en Estudio de Seguridad y Salud como **Documento nº 5**, con el fin de llevar a cabo los preceptivos trámites reglamentarios para la legalización y puesta en marcha de la instalación a la que alude.

Por tanto, todo lo relativo a la Seguridad y Salud en estas obras se ha recogido como una gestión integral y completa para el proyecto en su conjunto en el Estudio de Seguridad y Salud del proyecto general y a este estudio remitimos en lo relativo a la Seguridad y Salud.

17. AFECCIONES A TERCEROS

A nivel de calificación ambiental, se regirá por lo indicado en el Proyecto de Ejecución al que alude el presente Anejo.

Tanto la infraestructura de transformación de energía, como la línea de suministro de Media Tensión, se ubicará en terrenos donde el promotor tendrá que conseguir las autorizaciones pertinentes de los propietarios para llevar a cabo la instalación. Las parcelas catastrales afectadas son las siguientes:

REFERENCIA CATASTRAL	AFECCION
26009B008006920000WH	PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA
26009B008006930000WW	BALSA RECEPCION + LSBT
26009B008106930000WF	BALSA RECEPCION + LSBT
26009B008006940000WA	BALSA RECEPCION + LSBT + ESTACION BOMBEO + CENTRO TRANSFORMACION + LSMT+ LAMT

26009B008006850000WE	LAMT
26009B008006610000WW	LAMT
26009B008006620000WA	LAMT
26009B008006630000WB	LAMT
26009B008006640000WY	LAMT
26009B008006650000WG	LAMT
26009A008000260000IQ	LAMT + CENTRO SECCIONAMIENTO Y MEDIDA

Se deberán respectar las servidumbres de las líneas Aéreas y Subterráneas de Media Tensión que discurren por el ámbito, que en este caso atraviesa la Planta Solar Fotovoltaica una Línea Aérea de Media Tensión para lo cual se dejara una banda libre de 6 metros a cada lado de la línea.

Las líneas de Media Tensión y Centros de MT, discurrirá y se situaran fuera de la banda de 5 metros de anchura desde cauce ordinario que constituye la zona de servidumbre de los cauces superficiales. La infraestructura de Media Tensión discurre paralela al canal de la margen Izquierda del Rio Najerilla, pero fuera de la banda de servidumbre indicada, por lo que no se requiere de informe al respecto a la Confederación Hidrográfica del Ebro por parte del promotor.

Las líneas de Media Tensión y Centros de MT se ubican fuera de la zona de servidumbre y de la línea límite de edificación Carreteras, por lo que respecto del viario únicamente se tendrá en cuenta un camino de acceso a fincas agrícolas, de modo que la línea aérea que lo atraviesa estará a más de 7 metros de altura.

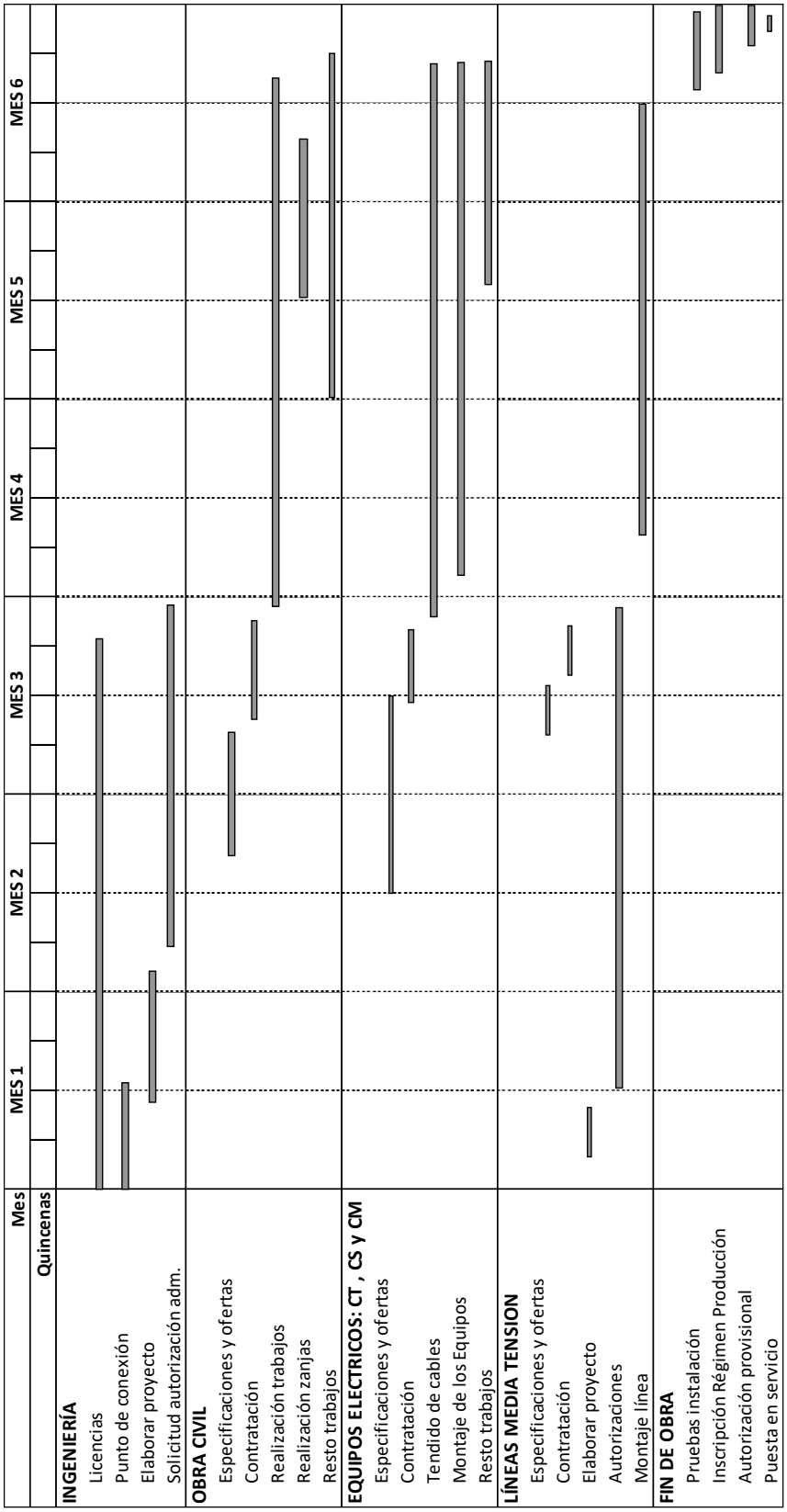
No existe en las proximidades ninguna infraestructura ferroviaria, por lo que este a este proyecto no le afectan las limitaciones a la propiedad establecidas por la Ley 38/2015 de 29 de septiembre del sector ferroviario y el Reglamento del Sector Ferroviario (R.D. 2387 de 30/12/2004).

18. PLAN DE LA ACTUACION Y DE EJECUCIÓN

Se han fraccionado las obras en función de su prioridad, dependencia de tareas y naturaleza de las actuaciones. A partir de ahí se han programado las tareas a realizar por quincenas, así como la previsión económica para cada uno de estos periodos de tiempo.

Se prevé construir las obras objeto del presente proyecto en **6 meses**, si las condiciones meteorológicas y el suministro de materiales y equipos así nos lo permiten.

La puesta en servicio del mismo dependerá de la obtención de las necesarias Autorizaciones Administrativas, licencias municipales y revisiones de la compañía Distribuidora eléctrica.



19. DOCUMENTOS QUE COMPONEN EL ANEJO

El presente **Anejo número 24** del Proyecto de Ejecución al que acompaña, desarrolla la Instalación Eléctrica en Media Tensión del proyecto general de la instalación de Modernización de Regadío, por lo que forma parte del mismo y se compone de los siguientes documentos:

- MEMORIA

ANEJOS A LA MEMORIA:

- Anexo I. PLIEGO CONDICIONES TECNICAS DE SUMINISTRO I-DE IBERDROLA.
- Anexo II. CÁLCULOS ELÉCTRICOS DEL CENTRO TRANSFORMACIÓN.
- Anexo III. CÁLCULOS ELÉCTRICOS DE LAS LINEAS SUBTERRANEAS DE MEDIA TENSION.
- Anexo IV. CALCULOS DE LA LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN 13,2KV DE 440MTS CON CINCO NUEVOS APOYOS.
- Anexo V. CALCULOS ELECTRICOS DEL CENTRO DE SECCIONAMIENTO Y CENTRO DE MEDIDA.
- Anexo V. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

DOCUMENTO – PLANOS

MT.1. Emplazamiento
MT.2. Planta General
MT.3. Planta General. Detalles CT, CS y CM
MT.4. Planta General Afecciones. Catastrales y Coordenadas UTM
MT.5. Esquema Unifilar MT
MT.6. Zanjas MT
MT.7. Centro de Transformación. Edificio y Esquema Unifilar
MT.8. Centro de Seccionamiento. Edificio y Esquema Unifilar
MT.9. Centro de Medida. Edificio y Esquema Unifilar
MT.10. Centro de Transformación. Esquema Puesta a Tierra
MT.11. Centro de Seccionamiento. Esquema Puesta a Tierra
MT.12. Centro de Medida. Esquema Puesta a Tierra
MT.13. Perfil Nueva Línea Aérea MT 440mts
MT.14. Perfil Línea Aérea MT Entronque Poste 83B
MT.15. LAMT Detalles Apoyo 1 y 2
MT.16. LAMT Detalles Apoyo 3 y 4
MT.17. LAMT Detalles Apoyo 5 y 83B

Alesanco, julio de 2023.
El Ingeniero Agrónomo:

ROMEO MARTIN ANTONIO - 18020403H
Firmado digitalmente por ROMEO MARTIN ANTONIO - 18020403H
Fecha: 2023.09.29 13:12:32 +02'00'

Fdo.: Antonio Romeo Martín
Colegiado nº 754.

Anexo I. PLIEGO CONDICIONES TECNICAS DE SUMINISTRO I-DE IBERDROLA.

Remite: Carretera de la guardia, 91 - 93 26006 Logroño

90414406465513072263 24

CDAD REGANTES TRAMO II CANAL M.IZDA NAJE
C/ MEDIODIA, 61-1

26324 ALESANCO (LA RIOJA)

Referencia: 9041440646

Fecha: 13/07/2022

Asunto: Solicitud de suministro de energía para Grupo Bombeo, Riego por Goteo
Potencia solicitada: 1200,000 kW
Localización: Poli OCHO, PARCELA 692, Bajo ALESANCO - LA RIOJA
CUPS:ES0021000042294046TX

Estimado cliente:

En relación con el asunto de referencia, les adjuntamos la siguiente documentación, en la que se indican las condiciones para la atención de su solicitud:

- **Pliego de Condiciones Técnicas**, en el que se describen las instalaciones y trabajos a realizar para poder atender su solicitud de suministro. Al mismo se acompañan los siguientes documentos:

  a) Planos de la zona, en los que se indica el punto de conexión y el trazado de la infraestructura eléctrica necesaria.

  b) Anexo de especificaciones técnico-administrativas, en el que se detallan las condiciones para la realización de la infraestructura eléctrica.

  c) Guia de documentación que deberá aportarse para la gestión del proyecto en cada una de sus fases (tramitación, obtención de permisos, ejecución, finalización y puesta en servicio)

  d) Anexo de Telegestión, en el que se detalla los equipos de telegestión a instalar dentro de los centros de transformación.

- **Presupuesto de las instalaciones y trabajos** descritos en el Pliego de Condiciones Técnicas. Este documento, junto con el documento para la aceptación de las condiciones informadas.

El plazo de validez de esta propuesta es de 6 meses, a partir de la fecha indicada en este escrito. Transcurrido dicho plazo sin haber recibido la conformidad al presupuesto, será necesario realizar una nueva solicitud.

Quedamos a su disposición y en caso de precisar más información, le recordamos que puede ponerse en contacto con nosotros a través del canal GEA usando el módulo de conversaciones o en nuestro teléfono gratuito 900171171**.**

En la confianza de dar adecuada respuesta a su solicitud, aprovechamos la ocasión para saludarles muy atentamente.

CARLOS SOBRINO
Jefe Distribución Zona La Rioja

Ejemplar para el solicitante

HERJTIP1A

PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

SUMINISTRO PRINCIPAL

Referencia: 9041440646 **CUPS: ES0021000042294046TX** **Fecha: 13/07/2022**

CARACTERÍSTICAS DEL SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA:

Potencia Solicitada: 1200,000 kW. Tensión: 13.200 V.

PUNTO DE CONEXIÓN:

La entrega de energía se hará a 13.200 V., según lo señalado en el plano adjunto.

Intensidad de cortocircuito Trifásica: 16 kA

Intensidad de cortocircuito Monofásica: 4,5 kA

CRITERIOS GENERALES

Por su distinta naturaleza, los trabajos a realizar se han clasificado en dos partidas diferenciadas[1]:

1. Trabajos de refuerzo, adecuación, adaptación o reforma de instalaciones de la red de distribución existente en servicio, que son necesarios para incorporar las nuevas instalaciones. De acuerdo a la normativa vigente, por razones de seguridad, fiabilidad y calidad de suministro, deben ser realizados obligatoriamente por I-DE REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES, S.A.U..

2. Trabajos necesarios para la nueva extensión de red desde la red de distribución existente hasta el primer elemento propiedad del solicitante. Estos trabajos serán ejecutados por cualquier empresa instaladora legalmente autorizada contratada por usted.

DETALLE DE TRABAJOS A REALIZAR:

A continuación se concretan y detallan, según la clasificación indicada, los trabajos e instalaciones necesarias para atender su solicitud.

1. Trabajos de refuerzo, adecuación, adaptación o reforma de instalaciones de la red de distribución:

Conexión y Entronque	
LAMT CIRUEÑA - NAJERA (IMPORTE NO REPERCUTIBLE)	
LAMT CIRUEÑA - NAJERA (IMPORTE REPERCUTIBLE)	
Trabajos de refuerzo, adecuación o reforma de instalaciones	
TRABAJOS STAR EN CT	
LSMT CIRUEÑA - NAJERA	
NUEVA LÍNEA (METROS)	2,0 M
LAMT CIRUEÑA - NAJERA	
NUEVOS APOYOS	1,0 UD
NUEVOS ELEMENTOS MP	2,0 UD
LMT COMUNES OBRA	

Puntualizaciones específicas.

El suministro solicitado está condicionado a la construcción por pate de i-DE de un nuevo enlace, de unos 2.500 metros de longitud, que una la antena que va al CT 160319280 “Mirador Hormilleja” y otros, del circuito 6 “Arenales” de la STR Nájera con el circuito 2 “Huercanos” de la STR Nájera en las proximidades del CT 160306510 “Recolva. La fecha estimada de ejecución es para 2024, condicionada a la obtención de las autorizaciones oportunas.

[1] *Dicha clasificación se efectúa en cumplimiento de lo establecido en el artículo 25 del Real Decreto 1048/2013, 27 de diciembre.*

La entrada en vigor de la Directriz de protección de suelo no urbanizable de La Rioja RD 18/2019, puede condicionar esta solucionar técnica.

El punto de conexión será en el nuevo apoyo a intercalar entre los existentes apoyos 83 y apoyo 84 de la Línea Nájera STR Cirueña preparado para su derivación.

Los trabajos a realizar por i-DE Redes Eléctricas inteligentes, S.A.U. consistirán en, intercalar el nuevo apoyo (con seccionadores y acera perimetral) entre los existentes 83 y 84, y tendido del primer vano de la nueva línea aérea de Media Tensión, debiendo abonar de forma previa a la ejecución de los trabajos el importe que se indica en el apartado de Condiciones Económicas, el cual incluye la tramitación del proyecto correspondiente y su dirección de obra. Dicho importe se ha calculado considerando la obtención de los permisos de los propietarios afectados por las nuevas instalaciones (nuevo apoyo con acera perimetral e izado del D.C. de LSMT a construir y ceder), lo que reduce su tramitación administrativa. Este hecho debe justificarse mediante la entrega de los citados permisos antes de la presentación del proyecto. En caso contrario, se remitirá una nueva valoración que incluirá los trámites adicionales necesarios.
Asimismo, se ha considerado la necesidad de adecuar el apoyo 83 con un cambio de armado. Dicha necesidad vendrá determinada en los cálculos realizados en el correspondiente proyecto eléctrico.

2. Trabajos necesarios para la nueva extensión de red:

La obra de extensión será ejecutada por una empresa instaladora legalmente autorizada, según se describe a continuación.

Puntualizaciones específicas.

La infraestructura eléctrica será realizada por Vd y a su costa, consistente en la instalación de un nuevo Centro de Seccionamiento Automatizado (CS) con acceso directo desde vía pública y la canalización y tendido de una doble Red Subterránea de Media Tensión (RSMT) de entrada y salida entre el punto de conexión y dicho centro. El solicitante deberá realizar, cumpliendo las indicaciones del Anexo de Especificaciones Técnicas adjunto los proyectos necesarios para la legalización de dichas instalaciones: uno de ellos que recoja la instalación del nuevo apoyo a intercalar; y otro que recoja la RSMT y el CS; ambos a nombre de i-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U..

En caso de que la RSMT tenga una longitud menor de 200 metros, en el apoyo de conversión se instalarán seccionadores.

El punto de medida se establecerá en el límite de propiedad. i-DE Redes Eléctricas Inteligentes S.A.U. tendrá acceso directo, fácil y permanente desde vía pública a los equipos de medida.

El centro de seccionamiento automatizado con transformador de servicios auxiliares citado, estará formado por un conjunto de cuatro celdas prefabricadas bajo envolvente metálica, con aislamiento en SF6. Tres posiciones, dotadas con interruptor-seccionador y seccionador de puesta a tierra y otra con interruptor-seccionador, seccionador de puesta a tierra y fusibles para alimentar al transformador de servicios auxiliares. Dos posiciones, dotadas con interruptor-seccionador y seccionador de puesta a tierra, se conectarán a la entrada y salida de las ramas del anillo de alimentación a la red general, mientras que la tercera, con seccionador de puesta a tierra e interruptor-seccionador se dispondrá para la alimentación y seccionamiento de la instalación del cliente. I-DE tendrá acceso directo y permanente desde la vía pública a las cuatro celdas citadas.

La protección de las instalaciones del cliente se realizará mediante relés e interruptor automático.

Las funcionalidades de los centros de seccionamiento automatizados son las recogidas en el Manual Técnico de i-DE 2.00.03. En dicho CS, el promotor instalará el correspondiente armario de automatización (ACP) y armario de comunicaciones (ACOM).
La elección del método de comunicación de dicho CS con el Centro de Control de i-DE D.E.S.A.U. será definida una vez se conozca la ubicación exacta del nuevo centro.

PROPIEDAD DE LAS INSTALACIONES:

PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

SUMINISTRO PRINCIPAL

Referencia: 9041440646 **CUPS: ES0021000042294046TX** **Fecha: 13/07/2022**

De acuerdo con lo establecido en el Artículo 25 del Real Decreto 1048/2013, de 27 de diciembre, ustedes conservarán la titularidad del nuevo centro de transformación de Cliente (CTC), siendo responsables de su operación y mantenimiento. Las redes de Alta Tensión así como el Centro de Seccionamiento, en su caso, deberán ser cedidos a I-DE REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES, S.A.U., libres de cargas y gravámenes. Tras la aceptación de la cesión, I-DE REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES, S.A.U. será la nueva titular de dichas instalaciones, siendo responsable de su operación y mantenimiento.

OBSERVACIONES:

Para la realización de estos trabajos, deberán cumplirse las Condiciones técnicas y de seguridad reglamentarias, las Especificaciones Técnico Administrativas adjuntas y los Manuales Técnicos de Distribución aprobados por la Administración competente.

Para Centro de seccionamiento que corta PLC o no y automatizado

Como una instalación más dentro del proyecto del Centro de Seccionamiento que debe facilitarnos debe quedar recogida la referente al equipo de Telecomunicaciones que permitirá la automatización del Centro de Seccionamiento.

Por la ubicación del nuevo Centro de Seccionamiento y de acuerdo al esquema de la red de Media Tensión, el modelo del equipo de Telecomunicaciones a incluir en el Centro de Seccionamiento seria el siguiente:

- ACOM-I-GPRS.

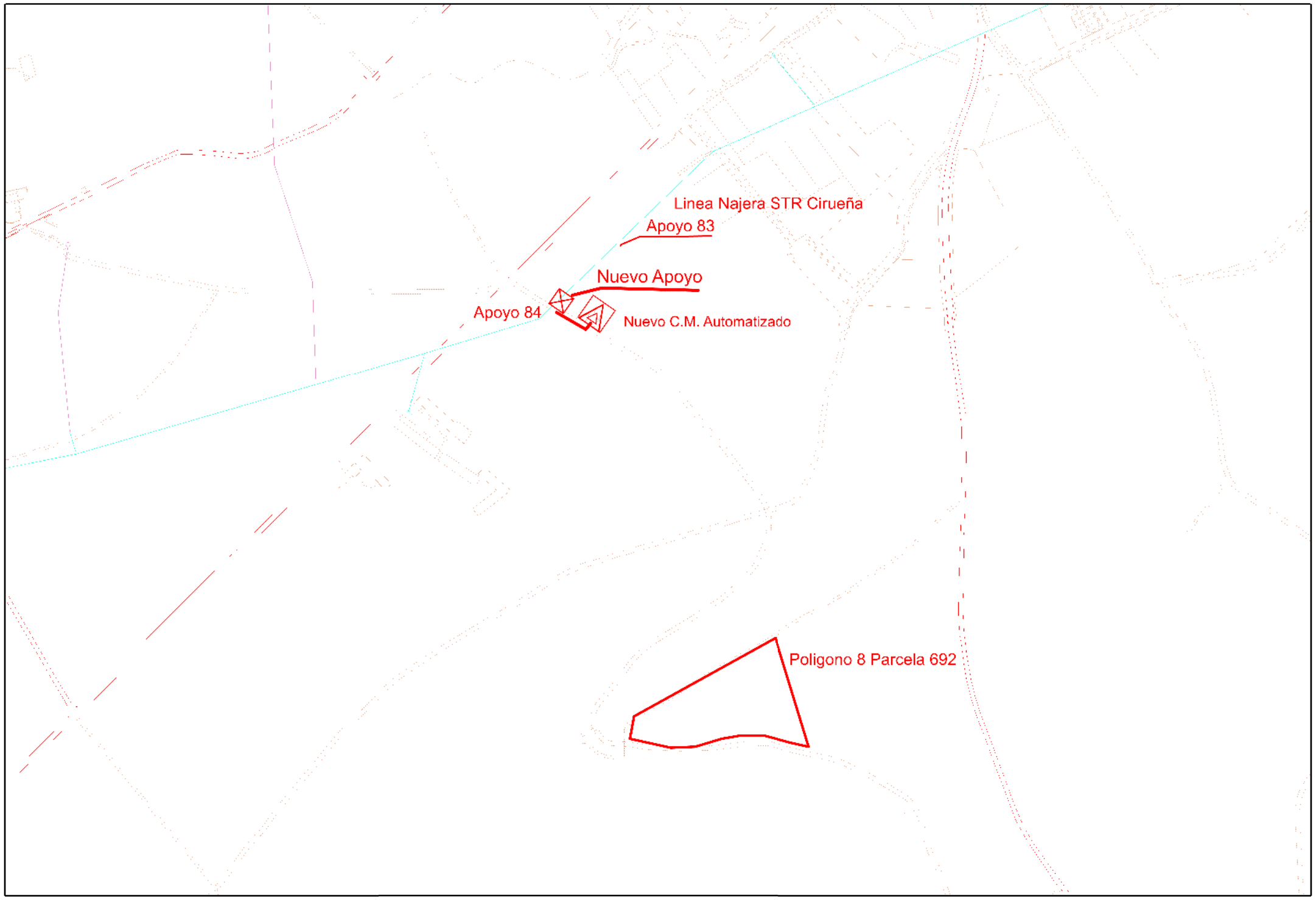
Al tener que integrarse estos nuevos equipos dentro del desarrollo estándar de la red de TELECOMUNICACIONES es preciso que los mismos se configuren específicamente desde su diseño y se fabriquen exprofeso por empresas homologadas.

Queremos informarle/s que la constante evolución de estos equipos pueden llevar una modificación de algún componente de los mismos o incluso al cambio de su configuración completa, por lo que su validez constructiva debe ser acorde con la fecha de puesta en marcha prevista del nuevo o nuevos centros.

Se ha adjuntado como anexo información general que debe tomar como base del diseño inicial del equipo de TG Y AUTOMATIZACION donde se incluyen modelos, fabricantes e instaladores autorizados de los distintos equipos. Previamente a la redacción definitiva del proyecto rogamos se pongan en contacto con el gestor técnico del expediente para cerrar el diseño que inicialmente debe recoger el proyecto.

TRATAMIENTO DE DATOS PERSONALES

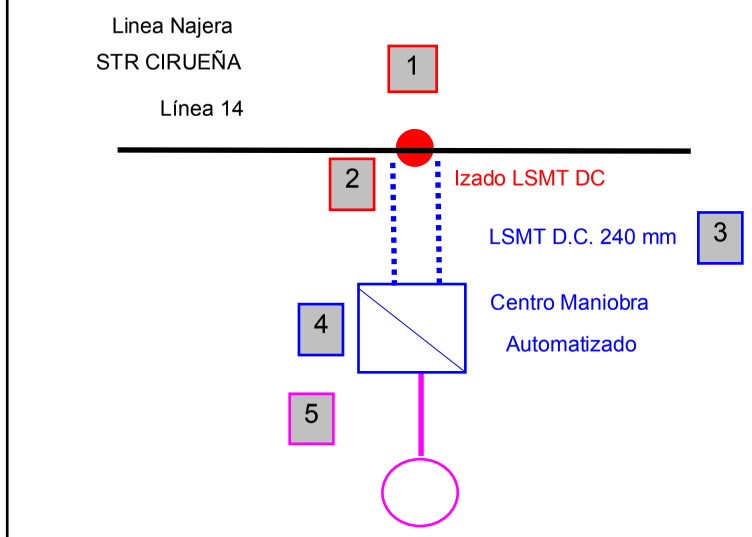
Los datos personales recogidos en su solicitud serán tratados por I-DE REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES, S.A.U. con la finalidad de gestionar la misma, siendo las bases legales del tratamiento, el interés legítimo de I-DE REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES, S.A.U. en su tramitación, su obligación legal de atenderla y, en su caso, la relación contractual que se formalice como consecuencia de ella. El titular de los datos y/o su representante legal tienen derecho a acceder a sus datos personales objeto de tratamiento, así como solicitar la rectificación de los datos inexactos o, en su caso, solicitar su supresión cuando los datos ya no sean necesarios para los fines que fueron recogidos, además de ejercer el derecho de oposición y limitación al tratamiento y de portabilidad de los datos. Podrán ejercer dichos derechos enviando un escrito a la Oficina Puntos Suministros, Apartado de Correos nº 61147, 28080 Madrid, adjuntando copia de su DNI o Pasaporte o mediante correo electrónico al Delegado de Protección de Datos en la dirección electrónica atencionderechos@i-de.es.En el caso de que no fueran atendidos sus derechos puede presentar una reclamación ante la Agencia Española de Protección de Datos. Sus datos personales no serán comunicados a ningún tercero ajeno a I-DE REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES, S.A.U., salvo que los mismos le sean requeridos por imperativo legal y serán conservados durante la tramitación de su solicitud, la vigencia de la relación contractual que se formalice, en su caso, como consecuencia de la misma y el plazo necesario para cumplir con las obligaciones legales de custodia de la información. Asimismo, sus datos se podrán mantener debidamente bloqueados durante el tiempo que sea exigido por la normativa aplicable.



ENTRONQUE EN LAMT + EXTENSION LSMT

UNIFILAR MT

Cable Aereo.: LA 56 mm² Al



OBRA A REALIZAR

ENTRONQUE Y REFUERZO (a realizar por Iberdrola)

1.- Intercado de un nuevo apoyo de celosia entre los actuales 83 y 84 para derivar en DC, cambio de armado en el apoyo 83 por temas tecnicos, y la Dirección de obra de dichos trabajos.
2.- Izado de la LSMT de DC en el nuevo apoyo a intercalar, una vez constuida y cedida por el promotor.

EXTENSION (a realizar por el Promotor para posterior Cesión)

3.- Proyecto y LSMT en DC de alimentación al nuevo C.M. Automatizado, incluyendo el intercalado del nuevo apoyo.
4.- Proyecto y Nuevo C.M. Automatizado

EXTENSION Cliente (a realizar por el Promotor)

5.- LMT desde el C.M. Automatizada y Centro de transformación del cliente hasta sus instalaciones.

Nota.-

La LMT del cliente debera instalar un OCR (interuptor-seccionador) con función seccionalizadora o reconectadores en caso de su realización en aéreo en el primer apoyo particular.

LEYENDA

- CENTRO DE TRANSFORMACION IBERDROLA
- CENTRO DE TRANSFORMACION DE CLIENTE
- CANALIZACION SUBTERRANEA EXISTENTE
- CANALIZACION SUBTERRANEA PROYECTADA
- ARQUETA EXISTENTE
- ARQUETA PROYECTADA
- TUBO LIBRE
- TUBO OCUPADO MT
- TUBO OCUPADO BT
- LINEA AEREA BAJA TENSION EXISTENTE
- LINEA AEREA BAJA TENSION A DESMONTAR
- LINEA SUBTERRANEA BAJA TENSION EXISTENTE
- LINEA SUBTERRANEA BAJA TENSION A DESMONTAR
- LINEA BAJA TENSION SUBT. PROYECTADA
- LINEA BAJA TENSION AEREA PROYECTADA
- CAJA DE PROTECCION O CPM EXISTENTE
- CAJA DE PROTECCION O CPM PROYECTADA
- APOYO MADERA EXISTENTE
- APOYO HORMIGON EXISTENTE
- APOYO CHAPA EXISTENTE
- APOYO CELOSIA EXISTENTE
- APOYO HORMIGON PROYECTADO
- APOYO CHAPA PROYECTADO
- APOYO CELOSIA PROYECTADO

Fecha	13/07/2022	Preparado	U504027	PLANO 9041440646

Suministro a Grupo de Bombeo

Alesanco

i-DE Grupo IBERDROLA

ESPECIFICACIONES TÉCNICO-ADMINISTRATIVAS PARA LA EJECUCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA, POR EL SOLICITANTE DEL SUMINISTRO

El presente documento recoge los elementos fundamentales que se observarán durante el diseño, la redacción del proyecto en su caso, tramitación, legalización, ejecución, cesión y conexión de instalaciones a la red de distribución contempladas en la Propuesta Previa remitida para su puesta en servicio, cuando los trabajos a realizar sean ejecutados directamente por el Solicitante.

1 DISEÑO DE LAS INSTALACIONES Y REDACCIÓN DEL PROYECTO

El Solicitante del nuevo suministro diseñara las instalaciones de acuerdo a las características informadas en la Propuesta Previa, redactará el proyecto de las instalaciones cuando así venga exigido y que sean necesarias para atender al fin que han de servir, teniendo en cuenta para ello cuantas normas, reglamentos y especificaciones técnicas estén vigentes en ese momento.

De forma no exhaustiva se enumera a continuación la normativa a tener en cuenta en la definición de los condicionantes técnicos de la instalación:

1) Reglamentación Electrotécnica de carácter general:

   - Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (Real Decreto 842/2002)
   - Reglamento Electrotécnico de Líneas (Real Decreto 223/2008)
   - Reglamento Electrotécnico de Centros de Transformación (Real Decreto 337/2014)

2) Normas y especificaciones técnicas de la empresa distribuidora

   - Instalaciones de distribución: Todas las instalaciones, deberán ajustarse a los Manuales Técnicos, Normas de i-DE y Proyectos Tipo disponibles en la web del Ministerio:

     http://www.f2i2.net/legislacionseguridadindustrial/EspecificacionesEmpresasSuministradoras.aspx?regl=RCESCT
     http://www.f2i2.net/legislacionseguridadindustrial/EspecificacionesEmpresasSuministradoras.aspx?regl=RLAT
     http://www.f2i2.net/legislacionseguridadindustrial/EspecificacionesEmpresasSuministradoras.aspx?regl=REBT
     y aquellas publicadas en el Boletín Oficial de las Comunidades autónomas, siendo de especial relevancia el MT 2.03.20 *"Normas particulares para instalaciones de alta tensión (hasta 30kV) y baja tensión".*

   - Instalaciones Particulares del Solicitante: Serán de aplicación los Manuales Técnicos disponibles en la web de del Ministerio:

     http://www.f2i2.net/legislacionseguridadindustrial/EspecificacionesEmpresasSuministradoras.aspx?regl=RCESCT
     http://www.f2i2.net/legislacionseguridadindustrial/EspecificacionesEmpresasSuministradoras.aspx?regl=RLAT
     http://www.f2i2.net/legislacionseguridadindustrial/EspecificacionesEmpresasSuministradoras.aspx?regl=REBT
     y aquellos aprobados por el Boletín Oficial de las Comunidades autónomas, teniendo especial relevancia los siguientes:

     - MT 2.00.03 Normativa particular para instalaciones de clientes en AT
     - MT 2.80.12 Especificaciones particulares para las instalaciones de enlace.

3) Otra normativa técnica y de seguridad que sea de obligado cumplimiento.

4) Normas y disposiciones autonómicas y municipales (normas urbanísticas, medioambientales, etc), siendo el peticionario responsable de la obtención de todos los permisos, autorizaciones o licencias que fueran necesarios para realizar, establecer y garantizar con carácter definitivo la permanencia de las instalaciones.

La empresa Distribuidora colaborará con el Solicitante en la definición de las instalaciones y en su caso en la redacción del proyecto, prestando asesoramiento técnico de forma que las instalaciones finalmente proyectadas estén de acuerdo con las prescripciones técnicas señaladas.

Para ello, y en el caso específico de instalaciones con proyecto, el Solicitante enviará una copia del proyecto a los servicios técnicos de la empresa

Distribuidora, los cuales emitirán escrito de conformidad o de observaciones una vez analizado el mismo. En el caso de existir estas observaciones se han de incorporar al proyecto final, que ha de contar con la conformidad de la empresa Distribuidora.

2 TRAMITACIÓN Y LEGALIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES

El Solicitante gestionará y obtendrá, antes de iniciar la ejecución de las instalaciones, todas las licencias y permisos necesarios, así como cualesquier documentos suficientes en derecho para establecer y garantizar la permanencia de las instalaciones.

Se incluyen en este punto todos los permisos en un sentido amplio, tanto de organismos oficiales como de particulares que puedan demandarse en cada caso. De forma no exhaustiva se enumeran los siguientes:

- Licencia municipal de obras.
- Permisos de ejecución del área de Medio Ambiente de la Comunidad Autónoma.
- Permisos de puesta en servicio del área de Industria de la Comunidad Autónoma.
- Permisos de cruzamientos / paralelismos con carreteras, caminos, vías de ferrocarril, líneas eléctricas o telecomunicaciones.
- Etc.

Si como consecuencia de la tramitación de los indicados permisos se estableciese la obligación de pago de tasas o cánones, únicos o periódicos, el importe de los mismos, con carácter anticipado y como condición necesaria para la aceptación de las instalaciones, deberá ser satisfecho a la empresa distribuidora por el Solicitante.

En el diseño del trazado de las instalaciones se preverá que estas discurran preferentemente por dominio público. En el caso de las instalaciones que vayan a ser cedidas a la empresa Distribuidora, cuando por razones justificadas, esto no fuese posible, deberá otorgarse una servidumbre de paso y permanencia de la instalación (permisos de ubicación de apoyos, vuelo conductores o franja de una anchura de tres metros en toda su longitud, convenientemente delimitada en el caso de líneas subterráneas, con el alcance y contenido definido en la legislación del sector eléctrico). Estas servidumbres deben quedar registradas mediante documento público.

En los casos de ejecución de centro de transformación será necesario que el Solicitante proceda a constituir, e inscribir en el Registro de la Propiedad, la correspondiente servidumbre sobre el local en que se implante y en los casos de edificios de nueva construcción se definirá en la escritura de división horizontal aquel como parte de los elementos comunes y exento de la obligación de asumir gastos de Comunidad.

La empresa Distribuidora no vendrá obligada a aceptar la cesión de las instalaciones si de los permisos otorgados o las servidumbres constituidas se derive cualquier tipo de cláusula de precario expresa o presunta.

En las instalaciones que requieran proyecto, cuando la tramitación ante la Administración sea realizada por la empresa Distribuidora, el Solicitante aportará ejemplares del proyecto validados para su tramitación, así como toda la documentación exigida por la normativa estatal y autonómica, figurando como titular la empresa Distribuidora y como promotor el Solicitante. Una vez autorizado y aprobado el proyecto se informará al Solicitante para que pueda iniciar la obra.

3 EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES

El Solicitante ejecutará a su cargo las instalaciones diseñadas.

Se evitará la ejecución de obra alguna que afecte a las instalaciones eléctricas existentes, o a su entorno, y que pudieran variar sus condiciones de seguridad y establecimiento, no solo por razón del servicio esencial que de ellas depende, sino por el grave peligro de accidente que ello significaría. No obstante, cuando la situación así lo requiera, el Solicitante deberá ponerse en contacto con la empresa Distribuidora para consensuar la solución óptima quien, en ningún caso será responsable de los daños a personas o cosas, cortes de suministro eléctrico, o cualquier otro incidente relacionado con obras no ejecutadas por personal propio.

Con la finalidad de coordinar correctamente el proceso de ejecución de las obras y facilitar y agilizar la recepción, cesión de las instalaciones y su puesta en servicio, las obras podrán ser supervisadas por personal técnico de la empresa Distribuidora, o empresa por ésta designada, aplicando en cada caso los medios de coordinación de actividades que se establezcan para poder acceder a la misma.

Para ello y en las obras con proyecto, con anterioridad al inicio de la construcción de las instalaciones, procederá a la designación de la Empresa Instaladora que ejecutará los trabajos, notificándolo a la empresa Distribuidora (persona física o jurídica adjudicataria de la obra, así como el Técnico Proyectista, y el Director de Obra debiendo, ambos, estar convenientemente acreditados).

La Empresa Instaladora se responsabilizará de garantizar el cumplimiento de las especificaciones de la memoria eléctrica y de los Manuales Técnicos durante la ejecución de las instalaciones.

Cuando exista proyecto, la Dirección Facultativa de la obra se responsabilizará de garantizar el cumplimiento de las especificaciones del Proyecto y los Manuales Técnicos durante la ejecución de las obras.

Para poder realizar dicha supervisión, la Dirección Facultativa cuando exista proyecto o la Empresa Instaladora cuando no lo haya, avisará al personal de la empresa Distribuidora con antelación suficiente del comienzo de las obras así como del proceso de ejecución de los trabajos, en los hitos que esta considere oportunos y en cualquier caso siempre que se trate de las siguientes actividades:

- Redes Aéreas: apertura de hoyos y cimentación de apoyos, puesta a tierra, tensado de conductores.
- Redes Subterráneas: apertura de zanjas, colocación de tubos y arquetas, tendido de cable, ejecución de empalmes y verificación de cables.
- Centros de Transformación: mediciones de tierras y tensiones de paso y contacto.

Los materiales a emplear serán nuevos y responderán a la Norma I-DE Redes Eléctricas Inteligentes correspondiente, siendo de fabricantes homologados por la empresa Distribuidora.

4 FINALIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES, CESIÓN, RECEPCIÓN Y CONEXIÓN DE LAS MISMAS

Finalizadas las instalaciones, el Solicitante procederá a comunicar esta circunstancia a la empresa Distribuidora, que procederá en su caso, con la revisión final previa a la puesta en servicio.

A la finalización de los trabajos se deberá aportar, entre otros, la siguiente documentación cuando aplique:

1. Documentación de finalización de los trabajos de la empresa instaladora
2. Documentación de tramitación y legalización de las instalaciones, según lo indicado en el punto anterior: licencias, permisos ambientales, de puesta en servicio de la instalación, permisos de particulares y organismos oficiales afectados, etc.

3. Documentación técnica de la instalación y verificaciones y ensayos hechos a la misma:

- Planos de tendido acotados y firmados por el promotor, el instalador y el Director de Obra (en aquellos casos donde haya proyecto), con detalle de los restantes servicios. A ser posible también en formato digital, Microstation o Autocad, a escala 1: 500 para redes subterráneas y escala H 1:2.000 y V 1:500 para redes aéreas.
- Inventario de Materiales y Protocolos de Ensayo.
- Certificado de Verificaciones y Ensayos: para líneas subterráneas. Se presentará certificado de ensayos según MT 2.33.15, y certificado de paso de testigo. Para líneas aéreas se presentará el certificado de mediciones de puestas a tierra y tensiones de paso y contacto.
- Certificado del técnico constructor del edificio, en el que se aloja el centro de transformación, de resistencia mecánica del forjado y del aislamiento térmico y de cumplimiento de la normativa autonómica y municipal sobre aislamiento acústico.
- Hoja de Instalaciones de Enlace.
- Memoria Técnica de Diseño
- Cuando exista proyecto, certificados finales de dirección de obra de instalaciones particulares y de distribución, debidamente diligenciados por el Colegio Oficial correspondiente (o bien acompañados de la declaración, como titulado competente, para la actuación en un reglamento de seguridad industrial), en el que se incluirán las modificaciones que durante la ejecución de los trabajos se hayan realizado respecto al proyecto inicialmente aprobado.
- En los casos de líneas de AT Será necesario disponer de la documentación técnica para la puesta en servicio definida en la ITC-RAT 22 Documentación y Puesta en servicio de las Instalaciones de Alta Tensión y en la ITC-LAT 04 Documentación y puesta en servicio de las líneas de alta tensión.

- En los casos de instalaciones de BT será necesario disponer de la documentación técnica para la puesta en servicio definida en la ITC-BT-04

Será requisito necesario para la aceptación de la cesión de las instalaciones el cumplimiento de las obligaciones señaladas previamente en cuanto a la garantía jurídica de permanencia e indemnidad económica de aquellas, es decir, el otorgamiento (i) de los títulos administrativos correspondientes sin cláusula de precario ni canon o tasa alguna y (ii) de las servidumbres igualmente aludidas.

Respecto a las instalaciones particulares, éstas deberán a su vez haber sido ejecutadas por un instalador autorizado. Con antelación suficiente, se comunicará por su parte su finalización y se facilitará a la empresa Distribuidora el acta de Puesta en Marcha.

4.1 Cesión de instalaciones:

En el caso de instalaciones que vayan a formar parte de la red de distribución, se emitirá por parte del solicitante el documento de cesión correspondiente, en el que constará un plazo de un año de garantía para la obra vista y tres años de garantía para la obra oculta. El período de garantía contará a partir de la puesta en funcionamiento de las instalaciones, comprometiéndose el promotor a la reparación y/o sustitución de cuantos defectos constructivos se detecten, con las condiciones que se indiquen en el documento de cesión, y responsabilizándose de las reclamaciones derivadas de su actuación.

En la aceptación de las instalaciones realizadas, la transmisión se entenderá libre de cargas y gravámenes. Caso de rechazarse las instalaciones, indicándose los motivos, la empresa Distribuidora no se verá obligada a efectuar suministro alguno a través de ellas.

La recepción de las comentadas instalaciones no supondrá la pérdida de las posibles garantías ni exención de cualquier responsabilidad que pueda derivarse de los daños producidos durante la ejecución.

Se informa expresamente de que en los términos y condiciones establecidos en el artículo 25.5. II del Real Decreto 1048/2013, de 27 de diciembre*, por el que se establece la metodología para el cálculo de la retribución de la actividad de distribución de energía eléctrica* podría tener derecho a la suscripción de un convenio de resarcimiento frente a terceros.

La instalación ejecutada que deberá ser cedida estará sujeta al Impuesto sobre el Valor Añadido debiendo cumplirse con todas las obligaciones fiscales dimanantes de este hecho.

4.2 Conexión de instalaciones.

I-DE Redes Eléctricas Inteligentes, a instancias del Solicitante, y de acuerdo con la empresa instaladora, programará la ejecución de la conexión y puesta en servicio, obteniendo en los casos que se precise la pertinente acta de puesta en marcha. Para los casos en los que se requieran descargos de instalaciones en servicio, y con objeto de cumplir con las exigencias y notificaciones legales pertinentes, la solicitud de puesta en servicio se deberá realizar con un plazo mínimo de 20 días.

Una vez puesta en servicio la instalación por la empresa Distribuidora, por parte del Solicitante se podrá proceder a la contratación del suministro de energía eléctrica con empresa Comercializadora.

ESPECIFICACIONES TÉCNICO-ADMINISTRATIVAS PARA LA EJECUCIÓN DE INSTALACIONES DE EXTENSIÓN DE RED O TRABAJO POR CUENTA DE TERCEROS (TCT), EJECUTADOS POR LA EMPRESA DISTRIBUIDORA

El presente documento recoge los elementos fundamentales que se observarán durante el diseño, la redacción del proyecto en su caso, tramitación y legalización, ejecución, cesión y conexión de instalaciones a la red de distribución contempladas en la Propuesta de Condiciones Previas para su puesta en servicio, cuando los trabajos a realizar, cuya responsabilidad de ejecución es del Solicitante, sean ejecutados, a requerimiento de éste por la empresa Distribuidora.

1 DISEÑO DE LAS INSTALACIONES Y REDACCIÓN DE PROYECTO

La empresa Distribuidora, con arreglo a lo indicado en la legislación vigente, proyectará las instalaciones necesarias teniendo en cuenta en su diseño y en la redacción del proyecto, cuantas normas, reglamentos y especificaciones técnicas estén vigentes en ese momento.

2 TRAMITACIÓN Y LEGALIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES

La empresa Distribuidora gestionará y obtendrá, a cargo del Solicitante, antes de iniciar la ejecución de las instalaciones, todas las autorizaciones y licencias necesarias. No obstante lo anterior, será de cuenta del solicitante la obtención de los permisos y servidumbres de particulares necesarios, así como los documentos suficientes en derecho para establecer y garantizar la permanencia de las mismas.

Si la Administración competente no otorgase la correspondiente Autorización Administrativa, en relación con los proyectos presentados, se estará a lo que esta determine y, en caso de variación sustancial de las características del diseño de las instalaciones, se procederá a revisar los costes de dichos trabajos presupuestados y aceptados por el Solicitante. De igual manera se procederá en cuanto a las posibles variaciones consecuencia de la imposibilidad de obtención de permisos de paso y establecimiento.

Si consecuencia de lo anterior se debiese incurrir en costes no contemplados en el presupuesto aceptado, la empresa Distribuidora comunicará previamente a este los mismos para su aceptación y continuación de la tramitación.

La empresa Distribuidora no se responsabiliza de los plazos de obtención de la Autorización Administrativa y Aprobación del proyecto técnico, así como de los plazos de obtención del resto de autorizaciones y permisos. La demora en el otorgamiento de dichos permisos y autorizaciones no dará lugar a compensación económica o indemnización de ningún tipo a favor del Solicitante.

3 EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES

La empresa Distribuidora ejecutará las instalaciones proyectadas de acuerdo con lo indicado por el Solicitante.

4 FINALIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES, CESIÓN, RECEPCIÓN Y CONEXIÓN DE LAS MISMAS

Finalizadas las instalaciones, la empresa Distribuidora procederá a comunicar esta circunstancia al Solicitante, para que si así lo desea, proceda con la revisión final previa a la puesta en servicio.

4.1 Cesión de instalaciones:

No **es necesario el otorgamiento de documento específico de cesión al tratarse de instalaciones que, por imperativo legal deben pasar a ser propiedad de la empresa distribuidora.**

4.2 Conexión de instalaciones.

La empresa Distribuidora programará la ejecución de la conexión y puesta en servicio a requerimiento del Solicitante, obteniendo en los casos que se precise la pertinente Acta de Puesta en Marcha. Para los casos en los que se requieran descargos de instalaciones en servicio, y con objeto de cumplir con las exigencias y notificaciones legales pertinentes, la solicitud de puesta en servicio se deberá realizar con un plazo mínimo de 20 días naturales.

Una vez puesta en servicio la instalación por la empresa Distribuidora, por parte del Solicitante se podrá proceder a la contratación del suministro de energía eléctrica con empresa Comercializadora.

HOJA DE CONTROL DE DOCUMENTACIÓN

Esta Hoja de Control de Documentación es una guía no exhaustiva que pretende facilitar la tramitación del expediente, por tanto, podría haber omisiones no intencionadas o requerirse otros documentos no previstos inicialmente durante la ejecución de la obra

PROMOTOR	
EXPEDIENTE SIC	

Necesario	Aportado	DESCRIPCIÓN	FECHA	OBSERVACIONES
		FASE 1: REVISIÓN DE PROYECTOS		
		CARTA DE ACEPTACIÓN DE LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICO-ECONÓMICAS		
		Proyectos de cada instalación de distribución,firmados por el ingeniero, para revisión. NO SE REVISARÁN Y SE DEVOLVERÁN LOS PROYECTOS QUE NO ESTÉN ASOCIADOS A UNA CARTA DE PRESENTACIÓN FIRMADA POR EL PROMOTOR		
		FASE 2: LEGALIZACIÓN DE PROYECTOS		
		2.1. Permisos		
		2.1.1. Líneas Aéreas		
		Permisos Voluntarios de Apoyo y/o Vuelo.		
		2.1.2 Líneas Subterráneas		
		Documento Público Servidumbre de Pasoque discurra por dominio privado.		
		2.1.3 Centros de Transformación		
		Documento Público Servidumbre de Uso / Compra / Permuta.		
		Documento de Cesión de terrenos por pleno del Ayto en caso de ubicación en terrenos públicos.		
		CTM Subterraneos. Verificar que no se encuentra en zona inundable		
		2.1.6. Caja General de Protección		
		Documento público de Servidumbre de Paso.		
		2.2. Proyectos firmados.		
		Proyectos de instalación de distribución para su tramitación (según Comunidad Autónoma)		
		Separatas especificas para cada Organismo afectado		
		2.3. Autorización de Organismos		
		Autorizaciones de organismos afectados.		
		2.4. Licencia de Obras, aprobaciones y autorizaciones del proyecto		
		Licencia de Obras y justificante pago de tasas. (Obra Eléctrica)		
		Certificado del Ayuntamiento de la inclusión en el proyecto de urbanización de la infraestructura eléctrica.		
		Aprobación y autorización administrativa de todos los proyectos del expediente por parte de la Administración.		
		FASE 3: PREVIO A LA EJECUCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA.		
		Comunicación escrita de Inicio de Trabajos de la D.O. e Instalador con Documento de Calificación Empresarial en vigor de la Empresa Instaladora.		
		Comunicación de FECHAS de los Hitos más significativos (previo al inicio de obras)		
		FASE 4: FIN DE TRABAJOS		
		4.1. Fin de obra		
		Carta de Finalización de Instalaciones.		
		4.2 Protocolos		
		4.2.1 Centros de Transformación		
		Protocolo de Transformadores.		
		Certificado por el arquitecto,visado por el colegio profesional, certificando que el forjado del recinto del CT (sobre sótanos) es capaz de soportar la carga indicada en el MT más peso propio		
		Certificado por el arquitecto del cumplimiento de la normativa municipal de aislamiento acústico y térmico.		
		4.3 Inventario y planos finales de tendido		
		Hoja de Instalaciones de Enlace.		
		Hoja de Inventario SIGRID		
		LSMT: Planos Acotados firmados por DO e instalador, y adicionalmente incluir Potencias reconocidas en MT, cuando proceda, con firma del Promotor, DO e Instalador		
		LAMT: Planos Acotados y firmados por DO e instalador, y adicionalmente incluir Potencias reconocidas en MT, cuando proceda, con firma del Promotor,DO e Instalador		
		LSBT: Planos Acotadosy firmados por DO e instalador, y adicionalmente incluir Potencias reconocidas en BT, cuando proceda, con firma del Promotor,DO e Instalador		
		LABT: Planos Acotados y firmados por DO e instalador, y adicionalmente incluir Potencias reconocidas en BT, cuando proceda, con firma del Promotor,DO e Instalador		
		4.4 Recepción de instalaciones		
		Certificado de Recepción de cables, con aportación de mediciones.		
		Recepción de las instalaciones por personal designado por Iberdrola.		
		Cesión de las instalaciones con garantía, firmado por el promotor de las obras.		
		Denominación y asignación de número de policía de las calles. Actualización callajero		
		4.5 Certificados Finales		
		Certificado Parcial para la solicitud de terminación (según condiciones de aprobación del proyecto)		
		Certificado Final de Obra que recoja la descripción de las instalaciones a ceder. Acta de puesta en marcha		
		Certificado del ORGANISMO DE CONTROL (OCA) (solo instalaciones cedidas)		

INSTRUCCIONES ESPECÍFICAS PARA LAS INSTALACIONES PARTICULARES EN SUMINISTROS DE ALTA TENSION.

1. INSTALACIONES PARTICULARES

Antes de iniciar la construcción de las instalaciones particulares de Alta Tensión, ***El Solicitante*** entregará a **I-DE** un ejemplar del proyecto oficial de estas instalaciones y previo a la inspección final, nos facilitarán los protocolos de pruebas del transformador de potencia.

2. EQUIPOS DE MEDIDA

Los aparatos de medida (transformadores de medida y contadores) cumplirán con lo indicado en el REGLAMENTO DE PUNTOS DE MEDIDA y en sus Instrucciones Técnicas Complementarias así como en el documento de **I-DE** MT 2.80.14 - GUIA PARA LA INSTALACIÓN DE MEDIDA EN CLIENTES Y REGIMEN ESPECIAL DE A.T. (HASTA 132 kv.), y que se resume en los siguientes párrafos:

- Todos los elementos de medida estarán sometidos al control metrológico vigente.
- Los contadores registradores serán acordes al RPM e ITCs vigentes, según la clasificación de cada punto de medida.
- El sistema de medida será de 4 hilos (con 3 transformadores de medida de tensión y 3 transformadores de medida de intensidad).
- Los secundarios de medida de los transformadores de medida serán de uso exclusivo para la medida de los consumos y tránsito de energía (liquidación) en el punto frontera.
- Los transformadores de medida serán del tipo inductivo, se instalarán de forma que sean fácilmente accesibles para su verificación, cambio de relación o sustitución ante avería.
- En cada transformador de medida se conectará a tierra un punto de su secundario. Si el entronque de la línea de Distribución es por el signo P_1 del transformador de medida, se conectará a tierra el punto secundario s_2.
- La carga de los transformadores de tensión es conveniente que se aproxime a su potencia nominal. En ningún caso la carga simultánea de los transformadores de tensión estará por debajo del 50 % de su potencia nominal, ni el factor de potencia (cos ρ) será inferior a 0,8. Cuando existan otros devanados secundarios no dedicados a medida, los protocolos de los transformadores de tensión deberán incluir los ensayos que justifiquen que la precisión de la medida es adecuada para el rango de cargas instalado.
- Los protocolos de los transformadores de medida se entregarán al responsable de medida de I-DE de la zona e incluirán la carga simultánea de todos sus devanados, de medida y para otros fines.
- Los transformadores de medida de intensidad serán de gama extendida (S). Se recomienda que sean de doble relación, tales que la intensidad correspondiente a la potencia contratada se encuentre entre el 45 % de la intensidad nominal y la intensidad máxima del transformador. Las relaciones de transformación serán números enteros y normalizados.
- Los transformadores de medida de tensión serán de un valor de relación en primario comprendida entre el 80 % y el 120 % de la tensión nominal de la red a la que se conectan. Las relaciones de transformación serán números enteros y normalizados.
- Los cables de interconexión entre los secundarios de los transformadores de medida y el bloque de pruebas o bornes de verificación a instalar en el armario de medida, serán de una sección mínima de 6 mm^2 de tal forma que, para el caso de la interconexión de tensión la caída de tensión sea inferior al uno por mil, y en la de intensidad su carga sea inferior a 4 VA.
- Los cables de interconexión entre los transformadores de medida y el contador (armario de medida) serán apantallados, con la pantalla conectada a tierra en el extremo de los transformadores y en el extremos del armario se dejará aislada. Se recomienda que exista una tierra de acompañamiento de sección suficiente para el caso de cortocircuitos a tierra entre la ubicación de los t/i y el devanado primario del transformador de potencia, en este caso se conectará la pantalla a tierra en ambos extremos. Serán preferentemente del tipo manguera con dos conductores por fase, o con cables unipolares por fase. Se utilizarán seis (6) conductores para los circuitos de intensidad y seis (6) conductores, o cuatro (4) conductores (ver anexo A) para los circuitos de tensión. La tensión de aislamiento de dichos cables de interconexión serán de 0,6/1kV, serán ignífugos y se instalarán siempre bajo tubo rígido o flexible. El armario deberá estar puesto a la tierra de herrajes del centro a través de un cable de sección mínima de 35 mm^2.
- Los cables de interconexión de medida serán sin solución de continuidad entre los secundarios de los transformadores de medida y el dispositivo de verificación dispuesto en el armario de medida, sin cajas intermedias, y sin dispositivos de protección. En el caso de los transformadores de tensión, podrán disponer de interruptores magnetotérmicos en los circuitos secundarios, siempre que el disparo de estos se controle como una alarma urgente en el telecontrol de un centro de Control de I-DE.
- Los armarios de medida serán los normalizados por I-DE de dimensiones mínimas 750mm x 750mm x 300mm y 750mm x 500mm x 300 mm según corresponda por el tipo de instalación. Dispondrán de un dispositivo de verificación por cada contador tipo bloque de prueba de, al menos seis polos para el circuito de intensidades y otro bloque de pruebas de, al menos cuatro polos para el circuito de tensiones o regletero – bornero seccionable equivalente de al menos diez polos que englobe circuito de intensidad y tensión, tal que permita la manipulación en los contadores sin necesidad de interrumpir el suministro.
- El armario se colocará a una altura del suelo entre 70 y 180 cm. Deberá existir una distancia no inferior de 100 cm. (pasillo de maniobra) desde la puerta del armario a las celdas de medida.
- Se cumplirán los requisitos de precintabilidad de todos los elementos de medida que lo requieran.
- Todos los puntos de suministros clasificados como Tipos 1 y 2 dispondrán de telelectura desde el Concentrador Secundario al que se conecte.

Remite: Carretera de la guardia, 91 - 93 26006 Logroño

9041440646Q01307226324

CDAD REGANTES TRAMO II CANAL M.IZDA NAJE
C/ MEDIODIA, 61-1

26324 ALESANCO (LA RIOJA)

Referencia: 9041440646

Fecha: 13/07/2022

Asunto: Solicitud de suministro de energía para Grupo Bombeo, Riego por Goteo
Potencia solicitada: 1200,000 kW
Localización: Poli OCHO, PARCELA 692, Bajo ALESANCO - LA RIOJA
Cups: ES0021000042294046TX

Estimados clientes:

Les adjuntamos el presupuesto de los trabajos descritos en el Pliego de Condiciones Técnicas de la misma referencia y fecha que este escrito, así como el documento de manifestación de su conformidad y aceptación, en su caso.

Para continuar con la tramitación de su solicitud, deberá remitir documento de conformidad y aceptación debidamente firmado por la misma vía que realizó su solicitud o acceder a nuestro canal GEA de gestiones de solicitud de acceso y conexión, habilitado para tal efecto www.i-de.es/geafr, incorporándolo al expediente.

El plazo de validez de esta propuesta es de 6 meses, a partir de la fecha indicada en este escrito. Transcurrido dicho plazo o modificadas las características de su petición, será necesario que nos formulen una nueva solicitud para actualizar las condiciones de conexión.

Quedamos a su disposición y en caso de precisar más información, le recordamos que puede ponerse en contacto con nosotros a través del canal GEA usando el módulo de conversaciones o en nuestro teléfono gratuito 900171171**.**

En la confianza de dar adecuada respuesta a su solicitud, aprovechamos la ocasión para saludarles muy atentamente.

CARLOS SOBRINO
Jefe Distribución Zona La Rioja

HERJIIPIB

PRESUPUESTO
SUMINISTRO PRINCIPAL

Referencia: 9041440646 **CUPS:ES0021000042294046TX** **Fecha:13.07.2022**

El Presupuesto para los trabajos descritos en el Pliego de Condiciones Técnicas de la misma Referencia y fecha, es el siguiente:

1. Trabajos de refuerzo, adecuación, adaptación o reforma de instalaciones de la red de distribución existente en servicio, que son necesarios para incorporar las nuevas instalaciones:

	Cantidad	Importe
Conexión y Entronque		**0,00 €**
LAMT CIRUEÑA - NAJERA (IMPORTE NO REPERCUTIBLE)		1.232,02 €
LAMT CIRUEÑA - NAJERA (IMPORTE REPERCUTIBLE)		0,00 €
Trabajos de refuerzo, adecuación o reforma de instalaciones		**32.725,28 €**
TRABAJOS STAR EN CT		370,04 €
LSMT CIRUEÑA - NAJERA		3.855,27 €
NUEVA LÍNEA (METROS)	2,00 M	
LAMT CIRUEÑA - NAJERA		27.989,97 €
NUEVOS APOYOS	1,00 UD	
NUEVOS ELEMENTOS MP	2,00 UD	
LMT COMUNES OBRA		510,00 €

2. Derechos por supervisión de instalaciones cedidas*, por la supervisión de trabajos y la realización de pruebas o ensayos previos a la obtención de la autorización de explotación. Serán de aplicación únicamente en el caso de que las instalaciones de nueva extensión de red sean realizadas por otra empresa y posteriormente deban cederse a la empresa distribuidora.

Derechos por supervisión de instalaciones cedidas	659,91 €

Los derechos por supervisión se revisarán en el momento de la recepción de las instalaciones por I-DE REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES, S.A.U., para adecuarlos a las instalaciones realmente ejecutadas.

* En Base a lo establecido en el artículo 24.2, apartado c) del Real Decreto 1048/2013, de 27 de diciembre. Según precios vigentes definidos en el Anexo V de la ORDEN ITC/3519/2009.

OBSERVACIONES:

Este presupuesto está condicionado a la obtención de los permisos y autorizaciones necesarios. Según se recoge en el Anexo de Especificaciones Administrativas, los permisos que fueran necesarios para los trabajos de nueva extensión de red serán a su cargo.

Ejemplar para el solicitante

PRESUPUESTO
SUMINISTRO PRINCIPAL

Referencia: 9041440646 **CUPS:ES0021000042294046TX** **Fecha:13.07.2022**

9041440646Q01307226324

OPCIÓN DE EJECUCIÓN DE LA EXTENSIÓN DE RED POR UNA EMPRESA INSTALADORA AUTORIZADA

CONFORMIDAD Y ACEPTACIÓN DE LAS CONDICIONES INFORMADAS PARA LA SOLICITUD DE ACCESO Y CONEXION

Por la presente el solicitante declara su conformidad y acepta el Punto de Conexión propuesto y las condiciones técnicas y económicas para el mismo con referencia y fecha arriba indicadas, entendiendo que el incumplimiento de las mismas y su acuerdo de pago conllevará la cancelación del Permiso de Acceso y Conexión otorgado a esta solicitud.

Trabajos de refuerzo, adecuación, adaptación o reforma de instalaciones de la red de distribución existente	32.725,28€
Derechos de Supervisión de instalaciones cedidas	659,91€
Base imponible	33.385,19€
IVA 21%	7.010,89€
TOTAL	40.396,08€

En caso de cesión de local, las compensaciones a satisfacer por la empresa distribuidora serán calculadas de acuerdo con los dispuesto en la Orden IET/2660/2015, de 11 de Diciembre o norma que la sustituya.

La cesión de instalaciones a que se hace referencia en el Anexo I 'Especificaciones técnico-administrativas para la ejecución de la infraestructura eléctrica por el solicitante del suministro', apartado 3.4, punto 7, está sujeta al Impuesto sobre el Valor Añadido, por lo que ambas partes se comprometen a cumplir con las obligaciones fiscales derivadas de dicha cesión.

FIRMA: **FECHA :**_____

FIRMADO POR: _____ **DNI:** _____

Modalidad de Pago:

El abono será realizado según las formas de pago indicadas en el Anexo adjunto.

El pago del presupuesto se realizará en un plazo máximo de 12 meses desde la obtención de los Permisos de Acceso y Conexión. Una vez realizado se incorporará el justificante de pago, por la misma vía que realizó su solicitud, para el desarrollo y ejecución de las instalaciones.

Ejemplar para el solicitante

TRATAMIENTO DE DATOS PERSONALES:
Los datos personales recogidos en su solicitud serán tratados por I-DE REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES, S.A.U. con la finalidad de gestionar la misma, siendo las bases legales del tratamiento, el interés legítimo de I-DE REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES, S.A.U. en su tramitación, su obligación legal de atenderla y, en su caso, la relación contractual que se formalice como consecuencia de ella. El titular de los datos y/o su representante legal tienen derecho a acceder a sus datos personales objeto de tratamiento, así como solicitar la rectificación de los datos inexactos o, en su caso, solicitar su supresión cuando los datos ya no sean necesarios para los fines que fueron recogidos, además de ejercer el derecho de oposición y limitación al tratamiento y de portabilidad de los datos. Podrán ejercer dichos derechos enviando un escrito a la Oficina Puntos Suministros, Apartado de Correos nº 61147, 28080 Madrid, adjuntando copia de su DNI o Pasaporte o mediante correo electrónico al Delegado de Protección de Datos en la dirección electrónica atencionderechos@i-de.es. En el caso de que no fueran atendidos sus derechos puede presentar una reclamación ante la Agencia Española de Protección de Datos. Sus datos personales no serán comunicados a ningún tercero ajeno a I-DE REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES, S.A.U., salvo que los mismos le sean requeridos por imperativo legal y serán conservados durante la tramitación de su solicitud, la vigencia de la relación contractual que se formalice, en su caso, como consecuencia de la misma y el plazo necesario para cumplir con las obligaciones legales de custodia de la información. Asimismo, sus datos se podrán mantener debidamente bloqueados durante el tiempo que sea exigido por la normativa aplicable.

PRESUPUESTO
SUMINISTRO PRINCIPAL

Referencia: 9041440646 **CUPS:ES0021000042294046TX** **Fecha:13.07.2022**

9041440646Q01307226324

OPCIÓN DE EJECUCIÓN DE LA EXTENSIÓN DE RED POR UNA EMPRESA INSTALADORA AUTORIZADA

CONFORMIDAD Y ACEPTACIÓN DE LAS CONDICIONES INFORMADAS PARA LA SOLICITUD DE ACCESO Y CONEXION

Por la presente el solicitante declara su conformidad y acepta el Punto de Conexión propuesto y las condiciones técnicas y económicas para el mismo con referencia y fecha arriba indicadas, entendiendo que el incumplimiento de las mismas y su acuerdo de pago conllevará la cancelación del Permiso de Acceso y Conexión otorgado a esta solicitud.

Trabajos de refuerzo, adecuación, adaptación o reforma de instalaciones de la red de distribución existente	32.725,28€
Derechos de Supervisión de instalaciones cedidas	659,91€
Base imponible	33.385,19€
IVA 21%	7.010,89€
TOTAL	40.396,08€

En caso de cesión de local, las compensaciones a satisfacer por la empresa distribuidora serán calculadas de acuerdo con los dispuesto en la Orden IET/2660/2015, de 11 de Diciembre o norma que la sustituya.

La cesión de instalaciones a que se hace referencia en el Anexo I 'Especificaciones técnico-administrativas para la ejecución de la infraestructura eléctrica por el solicitante del suministro', apartado 3.4, punto 7, está sujeta al Impuesto sobre el Valor Añadido, por lo que ambas partes se comprometen a cumplir con las obligaciones fiscales derivadas de dicha cesión.

FIRMA: **FECHA :**_____

FIRMADO POR: _____ **DNI:** _____

Modalidad de Pago:

El abono será realizado según las formas de pago indicadas en el Anexo adjunto.

El pago del presupuesto se realizará en un plazo máximo de 12 meses desde la obtención de los Permisos de Acceso y Conexión. Una vez realizado se incorporará el justificante de pago, por la misma vía que realizó su solicitud, para el desarrollo y ejecución de las instalaciones.

Ejemplar duplicado para aceptación

TRATAMIENTO DE DATOS PERSONALES:
Los datos personales recogidos en su solicitud serán tratados por I-DE REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES, S.A.U. con la finalidad de gestionar la misma, siendo las bases legales del tratamiento, el interés legítimo de I-DE REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES, S.A.U. en su tramitación, su obligación legal de atenderla y, en su caso, la relación contractual que se formalice como consecuencia de ella. El titular de los datos y/o su representante legal tienen derecho a acceder a sus datos personales objeto de tratamiento, así como solicitar la rectificación de los datos inexactos o, en su caso, solicitar su supresión cuando los datos ya no sean necesarios para los fines que fueron recogidos, además de ejercer el derecho de oposición y limitación al tratamiento y de portabilidad de los datos. Podrán ejercer dichos derechos enviando un escrito a la Oficina Puntos Suministros, Apartado de Correos nº 61147, 28080 Madrid, adjuntando copia de su DNI o Pasaporte o mediante correo electrónico al Delegado de Protección de Datos en la dirección electrónica atencionderechos@i-de.es. En el caso de que no fueran atendidos sus derechos puede presentar una reclamación ante la Agencia Española de Protección de Datos. Sus datos personales no serán comunicados a ningún tercero ajeno a I-DE REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES, S.A.U., salvo que los mismos le sean requeridos por imperativo legal y serán conservados durante la tramitación de su solicitud, la vigencia de la relación contractual que se formalice, en su caso, como consecuencia de la misma y el plazo necesario para cumplir con las obligaciones legales de custodia de la información. Asimismo, sus datos se podrán mantener debidamente bloqueados durante el tiempo que sea exigido por la normativa aplicable.

Anexo II. CÁLCULOS ELÉCTRICOS DEL CENTRO TRANSFORMACIÓN.

ANEXO II.- CALCULOS DEL CENTRO DE TRANSFORMACION.

II.1.- INTENSIDAD DE MEDIA TENSIÓN TRAFO DE PLANTA.
II.2.- INTENSIDAD EN BAJA TENSIÓN TRAFO DE PLANTA.
II.3.- INTENSIDAD EN BAJA TENSIÓN TRAFO DE SS.AA.
II.4.- CALCULO DE LAS CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO.
II.4.1.- Corriente de cortocircuito en el primario.
II.4.2.- Corriente de cortocircuito en el secundario.
II.5.- DIMENSIONADO Y COMPROBACIONES
II.5.2.- Dimensionado del embarrado
II.5.2.- Comprobación por densidad de corriente.
II.5.3.- Comprobación por solicitación electrodinámica.
II.5.4.- Comprobación por solicitación térmica a cortocircuito.
II.5.5.- Protección contra sobrecargas y cortocircuitos.
II.5.6.- Dimensionado de los puentes de MT y BT.
II.5.7.-Cuadro de baja tensión.
II.5.8.-Transformador de servicios auxiliares SSAA
II.5.9.- Dimensionado de la ventilación.
II.5.10.- Dimensionado del pozo apagafuegos.
II.6.- CALCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA.
II.6.1.- Consideraciones previas.
II.6.2.- Investigación de las características del suelo.
II.6.3.- Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y tiempo máximo correspondiente deliminación de defecto.
II.6.4.- Diseño preliminar de la instalación de tierra.
II.6.5.- Diseño de los electrodos de puesto a tierra para el centro de transformación.
II.6.5.1- Cálculo de la resistencia del sistema de tierra para el CT.
II.6.5.3.- Intensidad de defecto real
II.6.5.4.- Calculo de la puesta a tierra de servicio
II.6.5.5.- Descripción del electrodo de puesta a tierra
II.6.6.- Cálculo de las tensiones de paso en el interior de la instalación.
II.6.7.- Cálculo de las tensiones de paso en el exterior de la instalación.
II.6.8.- Cálculo de las tensiones de contacto admisibles.
II.6.9.- Calculo de la puesta a tierra de neutro o servicio.
II.6.9.1.- Configuración de la puesta a tierra de neutro o servicio.
II.6.9.2.- Separación entre los sistemas de puesta a tierra general y de neutro.
II.6.10.- Corrección y ajusta del diseño inicial.
II.7.- LIMITACION DE LOS CAMPOS MAGNETICOS.
II.7.1.- Medidas de atenuación de campos magnéticos
II.7.2.- Medición de campos magnéticos: Métodos, Normas y Control por la Administración
II.8.- PROTECCION CONTRA INCENDIOS Y ELEMENTOS DE SEGURIDAD.

ANEJO II. CALCULOS DEL CENTRO DE TRANSFORMACION.

II.1.- INTENSIDAD DE MEDIA TENSIÓN TRAFO DE PLANTA.

En un transformador trifásico la intensidad del circuito primario **Ip** viene dada por la expresión:

$$Ip = \frac{S * 1000}{Up * \sqrt{3}}$$

Donde:

S = Potencia del transformador en kVA.
Up = Tensión compuesta primaria en V.
Ip = Intensidad primaria en A.

Potencia trasformador S (kVA)	Tensión primario Up (V)	Intensidad primaria Ip (A)
2.000	13.200	87,48

II.2.- INTENSIDAD EN BAJA TENSIÓN TRAFO DE PLANTA.

En un transformador trifásico la intensidad del circuito secundario **Is** viene dada por la expresión:

$$Is = \frac{S * 1000}{Us * \sqrt{3}}$$

Donde:

S = Potencia del transformador en kVA.
Us = Tensión compuesta secundaria en V.
Is = Intensidad secundaria en A.

Potencia trasformador S (kVA)	Tensión secundario Us (V)	Intensidad secundario Is (A)
2.000	690	1.673,53

II.3.- INTENSIDAD EN BAJA TENSIÓN TRAFO DE SS.AA.

En un transformador trifásico la intensidad del circuito secundario **Is** viene dada por la expresión:

$$Is = \frac{S * 1000}{Us * \sqrt{3}}$$

Donde:

S = Potencia del transformador en kVA.
Us = Tensión compuesta secundaria en V.
Is = Intensidad secundaria en A.

Potencia trasformador S (kVA)	Tensión secundario Us (V)	Intensidad secundario Is (A)
50	400	72,17

II.4.- CALCULO DE LAS CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO.

II.4.1.- Corriente de cortocircuito en el primario.

Según datos de las Condiciones de Suministro de la compañía distribuidora Iberdrola, el punto de conexión es en la línea Najera STR Cirueña, en el tramo de línea comprendido entre el apoyo 83 y el apoyo 84, mediante un nuevo apoyo 83B derivación a intercalar, siendo necesario la instalación de un centro de seccionamiento telemandado en dicha línea mediante una entrada/salida. El valor de la corriente de cortocircuito de la red de media tensión, tiene un valor en trifasica máximo de 16kA y un valor en monofásica de 4,5KA.

Según las especificaciones del fabricante, todos los elementos de media tensión como interruptores, etc. están capacitados para soportar una intensidad de cortocircuito de 16kA, por lo que su empleo en este centro es correcto.

II.4.2.- Corriente de cortocircuito en el secundario.

Para calcular la corriente de cortocircuito del secundario consideraremos que la potencia de cortocircuito disponible es la teórica del transformador.

La corriente de cortocircuito en el secundario viene dada por la expresión:

$$Iccs = \frac{100 * S}{Ucc * Us * \sqrt{3}}$$

Donde: S= Potencia del transformador en kVA.
Ucc = Tensión de cortocircuito del transformador en %
Us = Tensión en el secundario en V.
Iccs = Intensidad cortocircuito secundaria en kA.

Para el único transformador de este Centro de Transformación, la potencia es de 2.000 kVA, la tensión porcentual del cortocircuito de 4%, y la tensión secundaria es de 690 V en vacío.

Utilizando la expresión anterior, la intensidad de cortocircuito en el lado de BT es:

Iccs = 4,18kA

II.5.- DIMENSIONADO Y COMPROBACIONES.

II.5.1.- Dimensionado del embarrado.

El edificio donde se alojan las celdas compactas y el transformador es un edificio prefabricado de hormigón de largo 6,08mts x ancho 2,38mts x alto 3,045mts.

Las características del transformador son:

Tipo Transformador trifásico de distribución, para instalación interior s/ IEC 60076- 1.

Refrigeración natural en dieléctrico ORGANIC (s/ IEC60296) KNAN, ester natural con poder de combustión >300ºC.

Normativa UE 548/2014 Eco Diseño TIER2

Potencia 2.000KVA

Relación transformación: 13.200 V /690 V

(Tensión máxima estimada red: según I-DE, Tensión mínima estimada red: según I-DE)

Regulación: ±2.5, ±5%, ±10% o según I-DE

Grupo conexión Dyn11

Frecuencia 50Hz

Niveles de aislamiento: -Tensión nominal(Um) HV: 24 Kv rms, LV:1.1 Kv rms

-Al choque (LI) HV:125KV peak

Las celdas del centro de transformación tendrán las siguientes unidades modulares:

-CML Celda de remonte CGMCOSMOS-RC, 24Kv-630A-20KA

-CMPAS celda de interruptor automático, CGMCOSMOS-V (630A/20kA - M.Motorizado) con seccionador en SF6.

-RELÉ MULTIFUNCIÓN. -Relé multifunción ekorRPG con las funciones de sobreintensidad temporizada (sobrecarga) e instantánea (cortocircuito) de fases y de neutro:

- Sobrecarga y cortocircuito 50/51,
- Homopolar direccional 67N (neutro aislado) o no direccional 50N/51N (neutro puesto a tierra).

Las características del embarrado de las celdas modulares de aislamiento en SF6 y corte en vacío del transformador CGMCOSMOS de Ormazabal o similar son:

Tensión nominal		24 Kv (IEC) /27kv (IEEE)
Nivel de aislamiento	A frecuencia industrial (50 Hz – 1 min)	50/60 kV
	Al choque (1,2 / 50 µs)	170 kV
Corriente nominal	Embarrado	630 A
	Llegada / salida	400/630 A
	Bajante de transformador	200A
	Protección por Interruptor Automático	630 A
Corriente de corto-circuito		16/20 kA (1/3s) - 25 kA (1s)
Poder de cierre bajo corto-circuito		40 kA - 52 kA - 62.5 kA
Frecuencia		50/60 Hz
Arco interno (IAC AFL)		Hasta 20kA 1s
Temperatura ambiente		-5 a 40 ºC

Categoría de pérdida de continuidad de servicio	LSC 2 (según CEI 62271-200)
Clase de separación	PI (según CEI 62271-200)
Índice de protección (CEI 60529 y EN 50102)	IPX8 (cuba gas) IP2XD (envolvente externa) IK09 (Compartimento Media Tensión)

Por lo tanto, dicho embarrado debe soportar la intensidad nominal sin superar la temperatura de régimen permanente (comprobación por densidad de corriente), así como los esfuerzos electrodinámicos y térmicos que se produzcan durante un cortocircuito.

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

II.5.2.- Comprobación por densidad de corriente.

La comprobación por densidad de corriente tiene por objeto verificar que el conductor que constituye el embarrado es capaz de conducir la corriente nominal máxima sin sobrepasar la densidad de corriente máxima en régimen permanente. Dado que se utilizan celdas bajo envolvente metálica fabricadas conforme a la normativa vigente, se garantiza lo indicado para la intensidad asignada de 400 – 630 A.

II.5.3.- Comprobación por solicitación electrodinámica.

La intensidad dinámica de cortocircuito se valora en aproximadamente 2,5 veces la intensidad eficaz de cortocircuito del primario calculada anteriormente, por lo que:

$$Icc(din) \approx 2{,}5 \times 20 \approx 50kA$$

Dado que se utilizan celdas bajo envolvente metálica fabricadas conforme a la normativa vigente, el fabricante garantiza el cumplimiento de la expresión anterior.

$$I(\text{poder corte CC}) = 52\ kA - 62.5\ kA$$

II.5.4.- Comprobación por solicitación térmica a cortocircuito.

La comprobación térmica tiene por objeto comprobar que no se producirá un calentamiento excesivo de la aparamenta por defecto de un cortocircuito. Esta comprobación se puede realizar mediante cálculos teóricos, pero preferentemente se debe realizar un ensayo según la normativa en vigor. En este caso, la intensidad considerada es la eficaz de cortocircuito, cuyo valor es:

$$Icc(ter) = 20\ kA$$

Las celdas empleadas presentan la certificación correspondiente que cubre este valor necesitado. Puesto que se utilizan celdas bajo envolvente metálica fabricadas conforme a la normativa vigente, el fabricante garantiza que:

Iter ≥ 16/20 kA durante 1/3 s. Iter ≥ 25 kA durante 1 s.

II.5.5.- Protección contra sobrecargas y cortocircuitos.

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

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

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

Los fusibles se seleccionan para:

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

- Protecciones en BT

Las salidas de BT cuentan con fusibles o interruptores automáticos en todas las salidas, con una intensidad nominal igual al valor de la intensidad nominal exigida a esa salida y un poder de corte como mínimo igual a la corriente de cortocircuito correspondiente, según lo calculado en los apartados anteriores.

II.5.6.- Dimensionado de los puentes de MT y BT.

- Puentes de Media Tensión:

  Juego de cables de Media Tensión, para interconexión entre celda de trafo y el transformador, con cable de 240 mm^2 de aluminio de tensión de aislamiento de 12/20 kV.

- Puentes de Baja Tensión:

Juego de Interconexiones de Baja Tensión, para interconexión entre el transformador y el cuadro de baja tensión con cable de cobre de una sección de 8x3x240mm^2 de una tensión de aislamiento de 0,6/1 kV.

- Bornas de línea:

  Conectores para corriente nominal de 630A para una sección de cable entre 95-240mm^2 de una tensión de aislamiento de 12/20 kV.

Los cables que forman los puentes del transformador, ya montados en el centro compacto, vienen preparados para soportar la potencia según el fabricante.

II.5.7.-Cuadro de baja tensión.

En el interior del edificio de CT se colocará un Cuadro de Baja Tensión CBTA alimentado por las salidas de los puentes de Baja Tensión del Trasformador. En el Cuadro de BT se colocarán las protecciones de los cables mediante Seccionadores de bases TRIVER+ NH-00/1/2/3, 320A 690Vca para dar salida a cada uno de los circuitos de BT que alimentan el CGMP situado en la Sala de Cuadros Eléctricos del interior de la Estación de Bombeo.

El Cuadro de Baja Tensión estará montado en un armario metálico, de unas dimensiones de 940(ancho)x1860(alto)x500(fondo) mm con una protección minima IP20, contará como protección de cabecera un interruptor seccionador de corte en carga de caja moldeada 3F+N y de intensidad nominal de 3.150A, con poder de corte de 50kA, 1000VAC.

Los cuadros eléctricos estarán debidamente montado y conexionado con el material eléctrico descrito en el Documento de Presupuesto y en el Plano de Esquema Unifilar.

II.5.8.-Transformador de servicios auxiliares SSAA

Con el fin de dar servicio eléctrico a los servicios auxiliares del Edificio de CT, como son los equipos de monitorización, iluminación, tomas corriente y extractor-ventilador, se instalará un cuadro de servicios auxiliares (SSAA).

En el interior del Cuadro de SSAA (400V) se colocarán las protecciones magnetotérmicas en la cabecera de cada uno de los circuitos, así como una protección diferencial y magnetotérmica en la salida.

En el edificio de CT también se colocará un autotransformador monofasico de tensión de 2KVAs, 690V/400V-230v autotrafo. Dicho transformador se conectará en primario al embarrado del CGBT-690V. La salida del secundario, junto con el neutro alimentaran las protecciones de los equipos receptores de Cuadro SSAA de 400V. La conexión será en la

modalidad TT, conexionando el neutro de este transformador de servicios auxiliares a tierra.

En el Documento Planos se define el esquema unifilar de los SSAA del Edificio CT, y en el Documento Presupuesto se detallan los equipos a colocar, autotrafo, router 4G, iluminación, enchufes,…

II.5.9.- Dimensionado de la ventilación.

Para el cálculo de la superficie mínima de las rejillas de entrada de aire en el edificio del centro de transformación, se utiliza la siguiente expresión:

$$\mathrm{Sr} = \frac{Wcu + Wfe}{0{,}24 * k * \sqrt{h * \Delta T^3}}$$

Donde:

Wcu = Pérdidas en el cobre del transformador, en kW.

Wfe = Pérdidas en el hierro del transformador, en kW.

k = Coeficiente en función de la forma de las rejillas de entrada de aire, 0,5.

h = Distancia vertical entre centros de las rejillas de entrada y salida, en m.

ΔT = Diferencia de temperatura entre el aire de salida y el de entrada, 15ºC.

Sr = Superficie mínima de la rejilla de entrada de ventilación del transformador, en m^2.

Puesto que se ha utilizado edificio prefabricado estándar para este tipo de uso, este ha sufrido ensayos de homologación por parte del fabricante en cuanto al dimensionado de la ventilación del centro de transformación.

La ventilación del edificio se realiza por convección natural a través de rejillas de ventilación en chapa galvanizada y pintada, garantizando la disipación de calor y por ventilación forzada a través de un extractor. El número de rejillas de ventilación y la superficie de las y el extractor, se ajustan al transformador instalado y la potencia disipada.

Las rejillas de ventilación están diseñadas para impedir la entrada de animales pequeños, la entrada de aguas pluviales y los contactos accidentales con las partes en tensión mediante la introducción de elementos metálicos para la misma.

Las puertas y las aberturas de ventilación son de chapa galvanizada de 2 mm de espesor, pintadas con pintura epoxi. Esta doble protección, galvanizado y pintura, las hace muy resistentes a la corrosión causada por los agentes atmosféricos. Las ventilaciones poseen unas finas redes metálicas que impiden la penetración de

pequeños insectos y otros animales pequeños, sin disminuir la capacidad de ventilación.

II.5.10.- Dimensionado del pozo apagafuegos.

El pozo de recogida de aceite será capaz de alojar la totalidad del volumen que contiene el transformador, y así es dimensionado por el fabricante al tratarse de un edificio prefabricado que ha sido homologado para esta potencia de transformador.

El prefabricado incluye, en la base, un depósito que, en los casos que se utiliza un transformador de aceite, funciona como un depósito para la recogida del dieléctrico, estando dimensionado para recoger en su interior todo el aceite del transformador.

En caso de una eventual fuga de aceite, éste será forzado por el propio diseño de la losa en forma de diamante de decantación a evacuar a la rejilla ubicada en la parte superior del foso. Esta rejilla esta rellena de grava de 20 mm de diámetro, con el fin de evitar que el fuego se propague desde el interior al exterior de la cuba.

Este recinto garantiza estanquidad total para el exterior cumpliendo con las reglas ambientales en vigor.

En el caso del transformador es de refrigeración natural en dieléctrico ORGANIC (s/ IEC60296) KNAN, de ester natural con poder de combustión >300ºC, no será necesario un sistema fijo de protección contra incendios.

II.6.- CALCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA.

II.6.1.- Consideraciones previas.

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

La instalación de puesta a tierra estará formada por dos circuitos independientes: el correspondiente a la tierra general (protección) y el de tierra del neutro(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 II.000 V.

Se podrá prescindir de una red independiente de puesta a tierra de neutro en aquellos casos en los que la intensidad de defecto y la resistencia de puesta a tierra general 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.

Se conectarán al circuito de puesta a tierra general, las masas de MT y BT y más concretamente los siguientes elementos:

- Envolturas y pantallas metálicas de los cables.
- Envolvente metálica de las celdas de distribución secundaria y cuadros de BT.
- Cuba del transformador.
- Bornas de tierra de los detectores de tensión.
- Bornas de puesta a tierra de los transformadores de intensidad de BT.
- Pantallas o enrejados de protección.
- Mallazo equipotencial de la solera.
- Tapas y marco metálico de los canales de cables.

Las rejillas de ventilación y las puertas se instalarán de manera que no estén en contacto con la red de tierra de general del CT.

Al circuito de puesta a tierra de neutro se conectará el neutro de BT del transformador y la barra general de neutro del cuadro de BT.

Para diseñar la instalación de puesta a tierra se utilizará el "Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación conectados a redes de tercera categoría" elaborado por UNESA. El método UNESA establece el siguiente procedimiento a seguir para el diseño de la instalación de puesta a tierra de un CT:

1.- Investigación de las características del terreno. Se admite la estimación del valor de la resistividad del terreno, con los condicionantes especificados en la ITC-RAT 13, aunque resulta conveniente medirla in situ mediante el método de Wenner.

2.- Determinación de la intensidad de defecto a tierra y del tiempo máximo deliminación del defecto. El cálculo de la intensidad de defecto tiene una formulación diferente según el sistema de instalación de la puesta a tierra del neutro, pudiendo ser:

- o Neutro aislado
- o Neutro unido a tierra
  - Directamente
  - Mediante impedancia

3.- Diseño preliminar de la instalación de puesta a tierra.

4.- Cálculo de la resistencia de puesta a tierra.

5.- Cálculo de las tensiones de paso en el exterior del CT.

6.- Cálculo de las tensiones de paso y contacto en el interior del CT.

7.- Comprobación de que las tensiones de paso y contacto son inferiores a los valores máximos admisibles definidos en el ITC-RAT 13 "Instalaciones de puesta a tierra".

8.- Investigación de las tensiones transferidas al exterior.

9.- Corrección y ajuste del diseño inicial.

II.6.2.- Investigación de las características del suelo.

El Reglamento de Alta Tensión indica que, para instalaciones de tercera categoría y de intensidad de cortocircuito a tierra inferior o igual a 1,5 kA, no será imprescindible realizar la citada investigación previa de la resistividad del suelo, bastando el examen visual del terreno y pudiéndose estimar su resistividad, siendo necesario medirla para corrientes superiores. No obstante, se recomienda hacer un ensayo para determinar la resistividad del terreno, si el terreno fuera muy arcilloso y húmedo.

El terreno en el que se colocara el centro de transformación, está en un terreno de cultivo de arena arcillosa, y está compuesto principalmente por arenas arcillosas, que según la tabla 2 de la ITC-RAT 13 la resistividad es de 50 a 500 ohm-m, por lo que tendrá en cuenta una resistividad media en 300 ohm x m = Ro.

II.6.3.- Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y tiempo máximo correspondiente deliminación de defecto.

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

De la red:

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

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

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

Según la tabla 5 de la MT 2.11.33_E03_may19- DISEÑO DE PUESTAS A TIERRA, para el sistema de puesta a tierra adoptado por i-DE en las subestaciones, el valor adoptado para la corriente máxima de defecto a tierra,

empleado para la verificación de las configuraciones tipo de los sistemas de puesta a tierra será:

Tabla 5. Intensidades máximas de puesta a tierra e impedancias equivalentes para cada nivel de tensión y tipo de puesta a tierra de la ST.

Tensión nominal de la red Un (kV)	Tipo de puesta a tierra **	Reactancia equivalente XLTH (Ω)	Intensidad máxima de corriente de defecto a tierra * (A)
13,2	Rígido	1,863	4500
13,2	Reactancia 4 Ω	4,5	1863
15	Rígido	2,117	4500
15	Reactancia 4 Ω	4,5	2117
20	Zig-Zag 500A	25,4	500
20	Zig-Zag 1000A	12,7	1000
20	Reactancia 5,2 Ω	5,7	2228
30	Zig-Zag 1000 A	2,117	9000

La tensión de la red es de 13.2KV, por lo que según la tabla la I_{dmax} es de 4.500A.

Según la tabla 6 de la MT 2.11.33_E03_may19- DISEÑO DE PUESTAS A TIERRA, la característica de actuación de las protecciones, para el caso de faltas a tierra, para las instalaciones de i-DE con tensiones nominales ≤ 30 kV, cumple con las relaciones:

Tabla 6. Característica de actuación de las protecciones en caso de defecto a tierra.

Característica de actuación de las protecciones	U_n (kV)
$I'_{1F}.t = 400$	≤ 20 kV
$I'_{1Fp}.t = 400$	
$I'_{1F}.t = 2200$	30 kV
$I'_{1Fp}.t = 2200$	

Nuestra red de 13.2kv tendrá que cumplir unas características de actuación: $I'_{1F} . t = 400$.

II.6.4.- Diseño preliminar de la instalación de tierra.

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

En este tipo de centros, el electrodo de Puesta a Tierra estará formado por disposiciones lineales, realizándose la salida al exterior en cable de cobre aislado de 0,6/1 kV protegido contra daños mecánicos, y aprovechando, para la colocación del electrodo, las zanjas de los cables de alimentación del centro.

En todas las configuraciones se utilizarán electrodos de pica de 14mm. de diámetro y una longitud de 2m. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0,5 m. como mínimo.

II.6.5.- Diseño de los electrodos de puesta a tierra para el centro de transformación.

II.6.5.1- Cálculo de la resistencia del sistema de tierra para el CT.

Características de la red de alimentación:

-Tensión de servicio: Ur=13.200V

-Limitación de la intensidad a tierra calculado I_{dm} = 400 A.

-Características de actuación de las protecciones: $I'_{1F} \cdot t = 400$.

-Nivel de aislamiento de las instalaciones de BT del edificio: Vbt = 10.000 V

-Características del terreno:

Resistividad del terreno Ro = 300 Ω × m

Resistividad del hormigón ρ′o= 3000 Ω × m

-Tipo pantallas de los cables: Sin Conectar a otros Cts a traves de pantallas

La resistencia máxima de la puesta a tierra de protección del edificio, y la intensidad del defecto salen de: $Id \times Rt \leq Vbt$ siendo:

Id= Intensidad de falta a tierra, en A
Rt = Resistencia total de puesta a tierra, en Ω
Vbt= Tensión de aislamiento en baja tensión, en V

Según la tabla 4 de la MT 2.11.33_E03_may19- DISEÑO DE PUESTAS A TIERRA, para el sistema de puesta a tierra adoptado por i-DE en las subestaciones, el valor adoptado para, el valor máximo de la resistencia de puesta a tierra, en función de la tensión de red del Centro de Transformación, será la indicada en la tabla 4:

Tabla 4. Valores máximos de la resistencia a tierra en Centros de Transformación.

Tensión nominal de la red U_n (kV)	Conexión de las pantallas	Máximo valor de la resistencia de puesta a tierra (Ω)
≤ 20 kV	Desconectado	50
	Conectado	100
30 kV	Desconectado	30
	Conectado	60

Asi pues, la resistencia total de puesta a tierra máximo de Rt=50Ω con el Nivel de aislamiento de las instalaciones de BT del edificio de Vbt = 10.000V, se obtendrá una intensidad del defecto preliminar será de: Id = Idm = 200 A

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

Valor unitario de resistencia de puesta a tierra del electrodo:

Kr ≤ Rt / Ro siendo:

Rt = Resistencia total de puesta a tierra, en Ω
Ro = Resistividad de tierra, en Ω × m
Kr = Coeficiente del electrodo

Asi pues, para nuestro caso particular, y según los valores antes indicados: Kr ≤ 50/300=0.16666.

II.6.5.2.- Descripción del electro de puesta a tierra.

Debido a la planta del Centro de Transformación de 6,08 metros de largo por 2,38 metros de ancho, elegiremos una configuración de tipo delectrodos de anillo rectangular de 7mtsx3mts. Para la tierra de protección optaremos por un sistema de las características que se indican a continuación:

- Identificación: código 70-30 / 5 / 82 del método de cálculo de tierras de UNESA.
- Parámetros característicos del electrodo:
  - De la resistencia Kr = 0,073
  - De la tensión de paso Kp = 0,0155
  - De la tensión de contacto Kc = 0,0322

Estará constituida por un rectángulo de 7 m x 3 m con 4 picas en los vértices y otras 4 picas en la mitad del lado, unidas por un conductor horizontal de cobre desnudo de 50 mm² de sección.

Las picas tendrán un diámetro de 14 mm. y una longitud de 2 m. Se enterrará el electrodo horizontal a una profundidad de 0,5 m.

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

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

- Todas las partes metálicas del edificio se pondrán unidas a la tierra de protección.
- En el piso del Centro de Transformación se instalará un mallazo cubierto por una capa de hormigón de 10 cm, conectado a la puesta a tierra del mismo.
- Las picas en hilera a instalar se dispondrán alineadas con el frente del edificio.

II.6.5.3.- Intensidad de defecto real.

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

R′t = Kr × Ro siendo:

R′t = Resistencia total de puesta a tierra Ω
Ro Resistividad del terreno en Ω x m
Kr Coeficiente del electrodo

Por lo que para el Centro de Transformación: R′t = 21,9 Ω

Intensidad de defecto real para neutro aislado será:

$$I'_{1F} = \frac{1{,}1 U_n}{\sqrt{3}.\sqrt{R_T{}^2 + X_{LTH}^2}} \quad (A)$$

X_{LTH}= tabla 5 anterior, de valor 1,863 Ω

U_n= Tensión de servicio, en V

R_t = Resistencia total de puesta a tierra, 21,9 Ω

Por lo que la intensidad de defecto real será**: I' d = 381 A**

II.6.6.- Cálculo de las tensiones de paso en el interior de la instalación.

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

La tensión de defecto vendrá dada por:

$V'd = R't \times I'd$ Siendo,

R′t Resistencia total de puesta a tierra en Ω
I′d Intensidad de defecto en A
V′d Tensión de defecto en V

Por lo que en el Centro de transformación:

$V'd = 21{,}9x\ 381 = 8.343V$

Cálculo de las tensiones de acceso a la instalación para CT.

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

$V'c = Kc \times Ro \times I'd$ Siendo,

Kc Coeficiente tensión contacto = 0,0322
Ro Resistividad del terreno en Ω x m
I′d Intensidad de defecto en A
V′c Tensión de paso en el acceso en V

Por lo que para el caso:

$V'c = 0{,}0322 \times 300 \times 381 = 3.680V$

II.6.7.- Cálculo de las tensiones de paso en el exterior de la instalación.

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

Tensión de paso en el exterior:

$V'p = Kp \times Ro \times I'd$ Siendo,

K Coeficiente tensión de paso Kp = 0,0155
Ro Resistividad del terreno en Ω x m
I′d Intensidad de defecto en A
V′p Tensión de paso en el exterior en V

Por lo que para el caso:

$V'p = 0{,}0155 \times 300 \times 381 = 1.771V$

II.6.8.- Cálculo de las tensiones de contacto admisibles.

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

De acuerdo a la siguiente tabla:

Duración de la corriente de falta, t_F (s)	Tensión de contacto aplicada admisible, Uca (V)
0.05	735
0.1	633
0.2	528
0.3	420
0.4	310
0.5	204
1.0	107

El valor de tiempo de duración de la corriente de falta es: I'_{1F} . t = 400, con lo que el tiempo de actuacion de las protecciones (rele) será de 400/381=1,05seg, dato que aparece en la tabla adjunta, por lo que la máxima tensión de contacto aplicada admisible al cuerpo humano es:

Uca = 107 V

La **tensión de paso máxima admisible en el exterior** es:

$$Up = 10 * U_{ca}\left[1 + \frac{2 * R_{a1} + 6 * R_0}{1000}\right]$$ siendo :

Uca máxima tensión de contacto aplicada

Ra1 resistencia equivalente calzado suela aislante, 2000 Ω

Ro Resistividad del terreno en Ω x m =300

Por tanto, la tensión de paso máxima admisible en el exterior es: Up = 7.276V

La **tensión de paso máxima admisible en el acceso al edificio**:

$$U_{pacc} = 10 * U_{ca}\left[1 + \frac{2 * R_{a1} + 3 * R_0 + 3 * R'_0}{1000}\right]$$ siendo :

Uca Máxima tensión de contacto aplicada V

Ra1 Resistencia equivalente calzado suela aislante, 2000 Ω

Ro Resistividad del terreno en Ω x m =300

R'o Resistividad del hormigón en Ω x m =3000

Por tanto, la tensión de paso máxima admisible en acceso al edificio es: Up acc = 15.943 V

Comprobamos ahora que los valores calculados son inferiores a los valores admisibles:

- Tensión de paso en el exterior del centro:

  V′p = 1.771 V < Vp = 7.276 V

- Tensión de paso en el acceso al centro:

  V′p(acc) = 3.680 V < Vp = 15.943 V

- Tensión que aparece en la instalación, nivel de aislamiento:

V= Id x Rtot = 381 x 21,9 =8.343V < Vbt = 10.000 V por tanto cumple este requisito.

II.6.9.- Calculo de la puesta a tierra de servicio neutro o servicio.

II.6.9.1.- Configuración de la puesta a tierra de servicio neutro o servicio.

Se empleará cable de cobre aislado de 50 mm2 de sección tipo DN-RA 0,6/1 KV.

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

Las características de las picas serán las mismas que las indicadas para la tierra de protección.

La configuración escogida se describe a continuación:

- Identificación: código 8/42 del método de cálculo de tierras de UNESA.
- Parámetros característicos:

  K'r = 0,100 Ω/(Ω × m)

  K'p = 0,0127 V/(Ω × mA)

Descripción:

Estará constituida por 4 picas en hilera unidas por un conductor horizontal de cobre desnudo de 50 mm² de sección. Las picas tendrán un diámetro de 14 mm y una longitud de 2 m. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0,8 m. y la separación entre cada pica y la siguiente será de 3 m. Con esta configuración, la longitud de conductor desde la primera pica a la última será de 3x3=9mt., dimensión que tendrá que haber disponible en el terreno.

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

La conexión desde el Centro hasta la primera pica se realizará con cable de cobre aislado de 0.6/1 kV protegido contra daños mecánicos, cuya longitud se calcula más adelante en el apartado 1.6.9.

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

$$R't = Kr \times Ro = 0{,}100 \times 300 = 30\ \Omega < 37\ \Omega$$

Cuando la Puesta a Tierra de protección y servicio hayan de establecerse separadas, el aislamiento de la línea de tierra de la PaT de neutro, deberá reforzarse en las zonas que en su recorrido resulten próximas a la línea de tierra, y además en el cruce con el electrodo de PaT de servicio deberán estar separadas una distancia mínima de 40 cm.

II.6.9.2.- Separación entre los sistemas de puesta a tierra general y de neutro o servicio.

Para garantizar que el sistema de tierras de protección no transfiera tensiones al sistema de tierra de servicio, evitando así que afecten a los usuarios, debe establecerse una separación entre los electrodos más próximos de ambos sistemas, siempre que la tensión de defecto supere los 1.000V.

En este caso es imprescindible mantener esta separación, al ser la tensión de defecto superior a los 1.000V (Uinducida) indicados.

$$D > Ro \times Id / 2 \times \pi \times Ui = Ro \times Id / 6263 = 18 \text{metros mínimo de separación}$$

La distancia de separación que se adopta entre los sistemas de tierras será de 20 metros.

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

II.6.10.- Corrección y ajusta del diseño inicial.

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

No obstante, se puede ejecutar cualquier configuración con características de protección mejores que las calculadas, es decir, atendiendo a las tablas adjuntas al Método de Cálculo de Tierras de UNESA, con valores de "Kr" inferiores a los calculados, sin necesidad de repetir los cálculos, independientemente de que se

cambie la profundidad de enterramiento, geometría de la red de tierra de protección, dimensiones, número de picas o longitud de éstas, ya que los valores de tensión serán inferiores a los calculados en este caso.

A su vez, se recomienda hacer un ensayo para determinar la resistividad del terreno, si el terreno fuera muy arcilloso y húmedo. Ya que en los cálculos se ha supuesto que es en un terreno saso aluvial compuesto por arena arcillosa, que según la tabla 2 de la ITC-RAT 13 la resistividad es de 50 a 500 ohm-m, por lo que se he elegido para los cálculos resistividad media en 150 ohm x m = Ro, si este valor fuera inferior habrá que recalcular el sistema de puesta a tierra.

II.7.- LIMITACION DE LOS CAMPOS MAGNETICOS.

Según establece el apartado 4.7 de la ITC-RAT 14 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión, en el diseño de las instalaciones se adoptarán las medidas adecuadas para minimizar, en el exterior de las instalaciones de alta tensión, los campos magnéticos creados por la circulación de corriente a 50 Hz, en los diferentes elementos de dichas instalaciones.

El Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas, establece unos límites de exposición máximos que se deberán de cumplir en las zonas en las que puedan permanecer habitualmente las personas.

La comprobación de que no se superan los valores establecidos en dicho Real Decreto se detalla en el documento Estudio de Campos Magnéticos del MT 2.11.01 PROYECTO TIPO PARA CENTRO DE TRANSFORMACIÓN PREFABRICADO DE SUPERFICIE.

De este modo, el presente proyecto de Centro de Transformación se realiza conforme a la disposición y configuración del Proyecto Tipo MT 2.11.01, los cálculos de campos magnéticos para la instalación real se pueden considerar idénticos a los del proyecto tipo MT 2.11.01, no siendo necesario incluir cálculos específicos adicionales.

De acuerdo al apartado 2 de la ITC-RAT 03 del RD 337/2014, el ensayo tipo de emisión electromagnética del centro de transformación forma parte del Expediente Técnico, el cual mantiene el fabricante a la disposición de la autoridad nacional española de vigilancia de mercado, tal y como se estipula en dicha ITC-RAT.

II.7.1.- Medidas de atenuación de campos magnéticos

Para minimizar el posible impacto de los campos magnéticos generados por el CT, en su diseño se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- Las entradas y salidas al CT de la red de media tensión se efectuarán por el suelo y adoptarán, preferentemente, la disposición en triángulo y formando ternas, o en atención a las circunstancias particulares del caso, aquella que el proyectista justifique que minimiza la generación de campos magnéticos.
- La red de baja tensión se diseñará con el criterio anterior.
- Se procurará que las interconexiones sean lo más cortas posibles y se diseñarán evitando paredes y techos colindantes con viviendas.
- En el caso que por razones constructivas no se pudieran cumplir alguno de estos condicionantes de diseño, se adoptarán medidas adicionales para minimizar dichos valores, como por ejemplo el apantallamiento.

II.7.2.- Medición de campos magnéticos: Métodos, Normas y Control por la Administración

Con objeto de verificar que en la proximidad de las instalaciones de alta tensión no se sobrepasan los límites máximos admisibles, la Administración pública competente podrá requerir al titular de la instalación que se realicen las medidas de campos magnéticos por organismos de control habilitados o laboratorios acreditados en medidas magnéticas. Las medidas deben realizarse en condiciones de funcionamiento con carga, y referirse al caso más desfavorable, es decir, a los valores máximos previstos de corriente.

En lo relativo a los métodos de medidas, tipos de instrumentación y otros requisitos se estará a lo recogido en las normas técnicas aplicables, con el orden de prelación que se indica:

1. Las adoptadas por organismos europeos de normalización reconocidos: El Instituto Europeo de Normas de Telecomunicación (ETSI), el Comité Europeo de Normalización (CEN) y el Comité Europeo de Normalización Electrotécnica (CENELEC).
2. Las internacionales adoptadas por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), la Organización Internacional de Normalización (ISO) o la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI).
3. Las emanadas de organismos españoles de normalización y, en particular, de la Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR).
4. Las especificaciones técnicas que cuenten con amplia aceptación en la industria y hayan sido elaboradas por los correspondientes organismos internacionales.

Normas de referencia:

- UNE-EN 62311 Evaluación de los equipos eléctricos y electrónicos respecto de las restricciones relativas a la exposición de las personas a los campos electromagnéticos (0 Hz - 300 GHz).
- NTP-894 Campos electromagnéticos: evaluación de la exposición laboral.

II.8.- PROTECCION CONTRA INCENDIOS Y ELEMENTOS DE SEGURIDAD.

En la construcción se tomarán las medidas de protección contra incendios de acuerdo a Lo establecido en el apartado 5.1 del ITC-RAT 14, el Documento Básico DB-SI “Seguridad en caso de Incendio” del Código Técnico de la Edificación y las Ordenanzas Municipales aplicables en cada caso.

Los elementos de seguridad están formados por un juego de carteles de las cinco reglas de oro y primeros auxilios, un juego de guantes aislantes, una banqueta aislante, extintor de CO2 y pértiga de salvamento.

Anexo III. CÁLCULOS ELÉCTRICOS DE LAS LINEAS SUBTERRANEAS DE MEDIA TENSION

INDICE ANEXO III. CALCULO DE LAS LÍNEAS SUBTERRANEAS MEDIA TENSION

III.1.- TRAZADO Y LONGITUD DE LA LSMT
III.2.- CONDUCTORES.
III.3.- ZANJAS.
III.3.1- Canalización.
III.3.2.- Arquetas.
III.4.- CRUZAMIENTOS, PROXIMIDADES Y PARALELISMOS.
III.5.- PUESTA A TIERRA.
III.6.- PROTECCIONES.
III.6.1. Protecciones contra sobreintensidades.
III.6.2. Protecciones contra sobreintensidades de cortocircuito.
III.7.- INTENSIDAD DE LA LINEA.
III.8.- SECCION POR INTENSIDAD ADMISIBLE.
III.8.1.- Cables enterrados en terrenos cuya temperatura sea distinta de 25 ºC.
III.8.2.- Cables enterrados, directamente o en conducciones, en terreno de resistividad térmica distinta de 1,5 k.m/w.
III.8.3.- Cables tripolares o ternos de cables unipolares agrupados bajo tierra.
III.8.4.- Coeficientes para profundidades distintas de 1 m.
III.8.5.- Intensidades máximas admisibles en servicio permanente y con corriente alterna.
III.9.- SECCIÓN POR INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO.
III.10.-POTENCIA MÁXIMA A TRANSPORTAR.
III.11.-SECCION POR CAIDA DE TENSION.
III.12.- ENSAYO CONDUCTORES.

ANEXO III. CALCULOS DE LAS LÍNEAS SUBTERRÁNEAS DE MEDIA TENSION

III.1.- TRAZADO Y LONGITUD DE LA LSMT.

- Desde el Centro de Transformación se realizará una línea subterránea de 13,2kv hasta el Apoyo número 5 de conversión A/S de la nueva Línea aérea a construir. El trazado de la línea se realiza por la parcela donde esta situada la Estación de Bombeo, como se puede apreciar en los planos y su longitud es de 12mts. Esta nueva LSMT que alimenta la Estación de Bombeo objeto del presente proyecto será de propiedad particular.

- Desde el Apoyo número 1 de conversión A/S, de la nueva Línea aérea a construir, se realizará una línea subterránea de 13,2kv hasta el Edificio del Centro de Medida. El trazado de la línea se realiza por la parcela indicada que se puede apreciar en los planos y su longitud es de 50mts. Esta nueva LSMT será de propiedad particular.

- Desde el nuevo Centro de Seccionamiento (CS) hasta la línea Nájera STR Cirueña 13,2KV en el tramo comprendido entre el CS y el nuevo apoyo 83B, se ejecuta una derivación de entrada y salida de LSMT para empalmar con la línea Nájera STR Cirueña, de unos 20 mts de longitud total, en dos circuitos de 10mts. Esta nueva LSMT que empalma la línea Nájera STR Cirueña con el Centro de Seccionamiento de 20mts, objeto también del presente proyecto, será cedida a la compañía Distribuidora I-DE Iberdrola. Esta LSMT que se cederá a I-DE Iberdrola cumplirá lo especificado en el Manual Tecnico MT 2.31.01 de Proyecto Tipo Líneas Subterráneas Media Tensión de I-DE Iberdrola Distribución.

Por tanto en este Anejo se calcularan los tres tramos de Líneas Subterráneas de Media Tensión según:

-Tramo de Centro de Transformación (CT) a Apoyo5: 12mts

-Tramo de Apoyo 1 a Centro de Medida (CM): 50mts

-Tramo de Apoyo 83B a Centro Seccionamiento (CS) entrada/salida: 20mts

III.2.- CONDUCTORES.

El conductor subterráneo a instalar, responde a la denominación RH5Z1 AL H16 12/20 kV de sección 3x(1x240) mm², cable subterráneo unipolar de aluminio, con aislamiento seco termoestable (XLPE), con pantalla semiconductora sobre conductor y sobre aislamiento y con pantalla metálica de aluminio de 16mm2 de sección. Se ajustarán a lo indicado en las normas UNE-HD 620-10E, UNE 211620 y ITC-LAT-06 y a la Norma Iberdrola NI.56.43.02.

Dicho cable RH5Z1 tiene siguientes características:

Sección 240 mm2

Naturaleza Aluminio clase 2 según IEC 60228

Pantalla semiconductor extruido

Aislamiento Polietileno reticulado (XLPE).

Nivel de aislamiento 12/20 KV

Cubierta exterior Polietileno (PE)

Resistencia max a 90 ºC 0,162 Ω/Km

Inductancia 0,372 Ω/Km

Reactancia X = 0,101 Ω/Km

Capacidad 0,295 µF/Km

Los empalmes y terminales serán adecuados a la naturaleza, composición y sección de los cables, y no deberán aumentar la resistencia eléctrica de éstos. Los terminales deberán ser, asimismo, adecuados a las características ambientales (interior, exterior, contaminación, etc.).

Los empalmes serán adecuados para el tipo de conductores empleados y aptos igualmente para la tensión de servicio.

La ejecución y montaje de los accesorios de conexión, se realizarán siguiendo el Manual Técnico correspondiente cuando exista, o en su defecto, las instrucciones del fabricante.

- Terminaciones: Las características serán las establecidas en el documento NI 56.80.02.
- Conectores separables apantallados enchufables: Las características serán las establecidas en el documento NI 56.80.02.
- Empalmes: Las características serán las establecidas en el documento NI 56.80.02.

<u>Ensayos eléctricos después de la instalación:</u>

Una vez que la instalación ha sido concluida, es necesario comprobar que el tendido del cable y el montaje de los accesorios (empalmes, terminales, etc.), se ha realizado correctamente, para lo cual serán de aplicación los ensayos exigidos por el Reglamento de Líneas de alta Tensión, y desarrollados en el documento informativo MT 2.33.15 “Red subterránea de AT y BT. Comprobación de cables subterráneos”, u otras referencias o especificaciones normativas (normas UNE o equivalentes) justificadas por el proyectista.

III.3.- ZANJAS.

III.3.1- Canalización.

La canalización será subterránea bajo tubo de 200 mm de diámetro exterior, a una profundidad mínima de 70 cm en aceras y tierra y 90 cm en calzadas, medidos desde la parte superior del tubo al pavimento. Poseerán una resistencia suficiente a las solicitaciones a las que se han de someter (Libres de halógenos) para canalizaciones subterráneas.

Para evitar que el tubo del cable sufra daños en su tendido, se colocará un lecho de un mínimo de 5 cm de espesor de arena de río o tierra cribada, totalmente desprovista de piedras que pudieran rasgar la cubierta. Con ese mismo material de arena se cubrirán los tubos de los cables con un espesor mínimo de 20 cm, y sobre ésta se colocará una protección mecánica a todo lo largo del trazado del cable, ésta protección estará constituida por una placa de polietileno.

A continuación se tenderá una capa de tierra procedente de la excavación de 20 cm de espesor, apisonada por medios manuales. Esta capa de tierra estará exenta de piedras o cascotes, en general serán tierras nuevas.

Posteriormente, se rellenara la zanja con tierra apta para compactar por capas sucesivas de 15 cm de espesor, debiendo utilizar para su apisonado compactación medios mecánicos, con el fin de que el terreno quede suficientemente consolidado. En la compactación del relleno debe alcanzar una densidad mínima del 95% sobre el próctor modificado. Sobre esta capa de tierra, próxima a la superficie a unos 10cms mínimo, se dispondrá una cinta de señalización que advierte de la presencia de un cable eléctrico de media tensión.

Las zanjas de la LSMT que sean objeto de cesión a la compañía Distribuidora Iberdrola se ejecutaran según zanjas tipo de los planos recogidos en el Anexo A de la MT 2.31.01, donde se indican varias formas de disposición de tubos y a título

orientativo, valores de las dimensiones de la zanja. Y también en el Documento de Planos de detalles de zanjas del presente Proyecto.

III.3.2.- Arquetas.

Las arquetas serán prefabricadas de hormigón tomarán como referencia la norma informativa NNH001-Arquetas Prefabricadas para Canalizaciones Subterráneas.

En la arqueta, los tubos quedarán como mínimo a 25 cm por encima del fondo para permitir la colocación de rodillos en las operaciones de tendido. Una vez tendido el cable, los tubos se sellarán con material expansible, yeso o mortero ignífugo de forma que el cable quede situado en la parte superior del tubo. La situación de los tubos en la arqueta será la que permita el máximo radio de curvatura.

III.4.- CRUZAMIENTOS, PROXIMIDADES Y PARALELISMOS.

Los cables subterráneos deberán cumplir los requisitos señalados en el apartado 5 de la ITC-LAT 06, las correspondientes Especificaciones Particulares de i-De Iberdrola aprobadas por la Administración y las condiciones que pudieran imponer otros órganos competentes de la Administración o empresas de servicios, cuando sus instalaciones fueran afectadas por tendidos de cables subterráneos de MT.

Cuando no se puedan respetar aquellas distancias, deberán añadirse las protecciones mecánicas especificadas en el propio reglamento.

En apartado 9.- Cruzamientos, Proximidades y Paralelismos del Manual Técnico de Distribución de I-DE Iberdrola MT 2.31.01, se exponen los condicionantes y las distancias entre servicios subterráneos para cruces, paralelismos y proximidades.

III.5.- PUESTA A TIERRA.

Los extremos de las pantallas de los cables y las cubiertas protectoras de los mismos, se conectarán a la respectiva toma de tierra del CT, CS o subestación, siguiendo las prescripciones del Pliego de Condiciones. Esto garantiza que no existan tensiones inducidas en las cubiertas metálicas.

III.6.- PROTECCIONES.

III.6.1. Protecciones contra sobreintensidades.

Los cables estarán debidamente protegidos contra los efectos térmicos y dinámicos que puedan originarse debido a las sobreintensidades que puedan producirse en la instalación.

Para la protección contra sobreintensidades se utilizarán interruptores automáticos colocados en el inicio de las instalaciones que alimenten cables subterráneos, en nuestro caso el Centro de Transformación. Las características de funcionamiento de dichos elementos de protección corresponderán a las exigencias que presente el conjunto de la instalación de la que forme parte el cable subterráneo, teniendo en cuenta las limitaciones propias de éste.

III.6.2. Protecciones contra sobreintensidades de cortocircuito.

La protección contra cortocircuitos por medio de interruptores automáticos se establecerá de forma que la falta sea despejada en un tiempo tal, que la temperatura alcanzada por el conductor durante el cortocircuito no dañe el cable. Las intensidades máximas de cortocircuito admisibles para los conductores y las pantallas correspondientes a tiempos de desconexión comprendidos entre 0,1 y 3 segundos, serán las indicadas en la Norma UNE 20-435. Podrán admitirse intensidades de cortocircuito mayores a las indicadas en aquellos casos en que el fabricante del cable aporte la documentación justificativa correspondiente.

III.7.- INTENSIDAD DE LA LINEA.

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

$$I_P = \frac{P}{\sqrt{3} \times U_P \times COS\varphi}$$

Siendo,

Ip Intensidad primaria en Amperios
P Potencia total máxima a transportar en kW = 2000kw
Up Tensión compuesta primaria en KV,13.2kv
Cos ϕ Factor de potencia (0.9)

Por tanto, en el caso que nos ocupa: Ip = 97,2 A

III.8.- SECCION POR INTENSIDAD ADMISIBLE.

Para calcular la sección de la línea, hay que conocer la intensidad que circulará por la red, la cual ha sido calculada en el apartado anterior.

El valor obtenido tiene que ser menor que la intensidad máxima admisible del conductor que se seleccione.

$Ip < Imáxima\ admisible$

Los valores de intensidad máxima admisible según la ITC-LAT-6 para las condiciones estándar que se describen a continuación son los indicados en la Tabla 4.

- Temperatura máxima en el conductor: 90 ºC
- LSMT en servicio permanente
- 3 cables unipolares en trébol, dentro de un tubo
- Profundidad de instalación: 1 m
- Resistividad térmica del terreno: 1,5 K·m/W
- Temperatura ambiente del terreno a la profundidad indicada: 25 ºC.
- Temperatura del aire ambiente: 40 ºC.

Tabla 4. Intensidades máximas admisibles en conductores XLPE, Al, bajo tubo.

Sección nominal de los conductores mm²	Intensidad máxima admisible, I, en A (Cables unipolares en triángulo en contacto)
150	245
240	320
400	415

Por tanto, $Imáxima\ admisible$ = 320A

Para calcular la intensidad admisible por el cable, determinada por las condiciones establecidas anteriormente, deberá corregirse teniendo en cuenta las condiciones reales de la instalación, de forma que se deben tener en cuenta los siguientes factores de corrección.

III.8.1.- Cables enterrados en terrenos cuya temperatura sea distinta de 25 ºC.

En la tabla siguiente se indica los factores de corrección de la intensidad admisible para temperaturas del terreno distintas de 25 ºC, en función de la temperatura máxima de servicio permanente de la tabla 5 indicada en la ITC-LAT-06.

Temperatura ºC Servicio Permanente θs	Temperatura del terreno, θt, en ºC								
	10	15	20	25	30	35	40	45	50
105	1,09	1,06	1,03	1,00	0,97	0,94	0,90	0,87	0,83
90	1,11	1,07	1,04	1,00	0,96	0,92	0,88	0,83	0,78
70	1,15	1,11	1,05	1,00	0,94	0,88	0,82	0,75	0,67
65	1,17	1,12	1,06	1,00	0,94	0,87	0,79	0,71	0,61

En este caso, se considera que la temperatura del terreno es 25, por lo que el factor de corrección a emplear es de 1.

III.8.2.- Cables enterrados, directamente o en conducciones, en terreno de resistividad térmica distinta de 1,5 k.m/w.

En la siguiente tabla se indica, para distintas resistividades térmicas del terreno, los correspondientes factores de corrección de la intensidad admisible.

Tipo de instalación	Sección del conductor mm²	Resistividad térmica del terreno, K.m/W						
		0,8	0,9	1,0	1,5	2,0	2,5	3
Cables directamente enterrados	25	1,25	1,20	1,16	1,00	0,89	0,81	0,75
	35	1,25	1,21	1,16	1,00	0,89	0,81	0,75
	50	1,26	1,21	1,16	1,00	0,89	0,81	0,74
	70	1,27	1,22	1,17	1,00	0,89	0,81	0,74
	95	1,28	1,22	1,18	1,00	0,89	0,80	0,74
	120	1,28	1,22	1,18	1,00	0,88	0,80	0,74
	150	1,28	1,23	1,18	1,00	0,88	0,80	0,74
	185	1,29	1,23	1,18	1,00	0,88	0,80	0,74
	240	1,29	1,23	1,18	1,00	0,88	0,80	0,73
	300	1,30	1,24	1,19	1,00	0,88	0,80	0,73
	400	1,30	1,24	1,19	1,00	0,88	0,79	0,73
Cables en interior de tubos enterrados	25	1,12	1,10	1,08	1,00	0,93	0,88	0,83
	35	1,13	1,11	1,09	1,00	0,93	0,88	0,83
	50	1,13	1,11	1,09	1,00	0,93	0,87	0,83
	70	1,13	1,11	1,09	1,00	0,93	0,87	0,82
	95	1,14	1,12	1,09	1,00	0,93	0,87	0,82
	120	1,14	1,12	1,10	1,00	0,93	0,87	0,82
	150	1,14	1,12	1,10	1,00	0,93	0,87	0,82
	185	1,14	1,12	1,10	1,00	0,93	0,87	0,82
	240	1,15	1,12	1,10	1,00	0,92	0,86	0,81
	300	1,15	1,13	1,10	1,00	0,92	0,86	0,81
	400	1,16	1,13	1,10	1,00	0,92	0,86	0,81

En nuestro caso, consideraremos que la resistividad térmica del terreno es 1.5, por lo que el factor de corrección a emplear es de 1.

III.8.3.- Cables tripolares o ternos de cables unipolares agrupados bajo tierra.

En la tabla siguiente se indica los factores de corrección que se deben aplicar, según el número de cables tripolares o ternos de unipolares y la distancia entre ellos.

Factor de corrección										
Tipo de instalación	Separación de los ternos	Número de ternos de la zanja								
		2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cables directamente enterrados	En contacto (d=0 cm)	0,76	0,65	0,58	0,53	0,50	0,47	0,45	0,43	0,42
	d = 0,2 m	0,82	0,73	0,68	0,64	0,61	0,59	0,57	0,56	0,55
	d = 0,4 m	0,86	0,78	0,75	0,72	0,70	0,68	0,67	0,66	0,65
	d = 0,6 m	0,88	0,82	0,79	0,77	0,76	0,74	0,74	0,73	-
	d = 0,8 m	0,90	0,85	0,83	0,81	0,80	0,79	-	-	-
Cables bajo tubo	En contacto (d=0 cm)	0,80	0,70	0,64	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,49
	d = 0,2 m	0,83	0,75	0,70	0,67	0,64	0,62	0,60	0,59	0,58
	d = 0,4 m	0,87	0,80	0,77	0,74	0,72	0,71	0,70	0,69	0,68
	d = 0,6 m	0,89	0,83	0,81	0,79	0,78	0,77	0,76	0,75	-
	d = 0,8 m	0,90	0,86	0,84	0,82	0,81	-	-	-	-

En nuestro caso, consideraremos una terna de cables bajo tubo, por lo tanto, el factor de corrección a emplear es de 1.

III.8.4.- Coeficientes para profundidades distintas de 1 m.

Profundidad (m)	Cables enterrados de sección		Cables bajo tubo de sección	
	≤185 mm²	>185 mm²	≤185 mm²	>185 mm²
0,50	1,06	1,09	1,06	1,08
0,60	1,04	1,07	1,04	1,06
0,80	1,02	1,03	1,02	1,03
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,25	0,98	0,98	0,98	0,98
1,50	0,97	0,96	0,97	0,96
1,75	0,96	0,94	0,96	0,95
2,00	0,95	0,93	0,95	0,94
2,50	0,93	0,91	0,93	0,92
3,00	0,92	0,89	0,92	0,91

Como en nuestro caso el cable a utilizar va a estar enterrado bajo tubo a una profundidad mínima de 0,70 m nuestro factor de reducción será 1,04.

III.8.5.- Intensidades máximas admisibles en servicio permanente y con corriente alterna.

Por tanto, el factor de corrección total será: FT = 1 × 1 × 1 × 1,04 = 1,04

Como el conductor a considerar será de sección 240 mm2, comprobamos que para dicha sección la intensidad admisible calculada anteriormente sea mayor que la intensidad máxima a transportar, para el tramo de mayor intensidad:

$I_{max\ adm} = 320 \times 1{,}04 = 332{,}8\ A$

Por tanto: I_p (97,2 A) < $I_{max\ adm}$ (332,80 A)

Así pues, por la condición de intensidad admisible, el conductor elegido cumple con este primer criterio.

III.9.- SECCIÓN POR INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO.

Según la tabla 5 de la MT 2.11.33_E03_may19- DISEÑO DE PUESTAS A TIERRA, para el sistema de puesta a tierra adoptado por i-DE en las subestaciones, el valor adoptado para la corriente máxima de defecto a tierra, empleado para la verificación de las configuraciones tipo de los sistemas de puesta a tierra, que para la tensión de la red de 13.2KV, según la tabla la I_{cc} max es de 4.500A.

La relación existente entre la sección del cable y la intensidad de cortocircuito viene marcada por la expresión:

$$I_{cc} \times \sqrt{t} = K \times S$$

Donde, Icc Intensidad de cortocircuito en Amperios

t Tiempo que dura el cortocircuito en segundos

S Sección del conductor en mm2

La Icc será función de la sección del conductor y del tiempo que dure el cortocircuito. La duración del cortocircuito se estima que es 1 seg, por tanto, según la tabla 26 de la ITC-LAT-06, la densidad de máxima admisible de corriente de cortocircuito será:

Tabla 26. Densidad máxima admisible de corriente de cortocircuito, en A/mm², para conductores aluminio

Tipo de aislamiento	Δθ* (K)	Duración del cortocircuito, tcc, en segundos									
		0,1	0,2	0,3	0,5	0,6	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
PVC:											
sección ≤ 300 mm²	90	240	170	138	107	98	76	62	53	48	43
sección > 300 mm²	70	215	152	124	96	87	68	55	48	43	39
XLPE, EPR y HEPR	160	298	211	172	133	122	94	77	66	59	54
HEPR Uo/U≤ 18/30 kV	145	281	199	162	126	115	89	73	63	56	51

Según la tabla para aislamiento XLPE la densidad de corriente será: K /√t = 94 A/mm2

Así pues, la sección mínima a instalar por el criterio de intensidad de cortocircuito será: S = Icc × √t / K = 4.500 / 94 = 47,87 mm2 < 240 mm2

Se demuestra así, que la sección de 240 mm2 es válida según este criterio.

III.10.-POTENCIA MÁXIMA A TRANSPORTAR.

Para determinar la intensidad admisible por el conductor, en función de las condiciones de la instalación, se tendrán en cuenta los factores de corrección indicados en el punto 6 de la ITCLAT-06 del reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.

La potencia que puede transportar la línea está limitada por la intensidad máxima y por la caída de tensión, la cual no deberá exceder del 5%.

La máxima potencia a transportar limitada por la intensidad máxima es:

$P_{max} = \sqrt{3} \times U \times I_{max} \times F \times \cos \varphi$ Siendo:

U Tensión en kV
Pmax Potencia máxima de transporte en kW
Imax Intensidad máxima admisible por el conductor en A.
F Factores de corrección
Cos ϕ Factor de potencia

Teniendo en cuenta los factores de corrección, F, considerados en nuestra instalación, y para un cosϕ= 1, la potencia máxima real que puede transportar la línea:

$P_{max} = \sqrt{3} \times 13,2 \times 320 \times 1,04 \times 1 = 7.608$ kW

III.11.-SECCION POR CAIDA DE TENSION.

La potencia que puede transportar la LSMT está limitada por la intensidad máxima y por la caída de tensión, la cual no deberá exceder del 5%. La caída de tensión se calculará en el punto final del tramo (L) de 340 mts proyectado mediante la siguiente expresión:

En valor absoluto:

$$Uc = \frac{P \cdot L}{U} \cdot (R_{90} + X \cdot \tan \varphi)$$

En valor porcentual:

$$U_c(\%) = \frac{P \cdot L}{10 \cdot U^2} \cdot (R_{90} + X \cdot \tan \varphi)$$

donde:

P Potencia a transportar, en kW,
L Longitud de la línea, en km,
U Tensión nominal de la línea, en kV,
R_{90} Resistencia de la línea a 90 ºC, en Ω/km,
X Reactancia de la línea, en Ω/km.
tg ϕ Tangente del ángulo definido por el factor de potencia. 0,48

La R_{90} y la X de un conductor de sección 240 mm2 son 0,160 Ω/km y 0,114 Ω/km respectivamente, para nuestro caso serán:

-Tramo CT a Apoyo5: 12mts Uc=0.39V Uc(%)= 0.003%

-Tramo de Apoyo 1 a CM: 50mts Uc=1.62V Uc(%)= 0.012%

-Tramo de Apoyo 83B a CS entrada/salida: 20mts Uc=0.65V Uc(%)= 0.005%

La compañía Distribuidora eléctrica tendrá en cuenta esta caída de tensión, para sumarla a la caída de tensión de su red hasta la subestación y comprobar que es menor del 5%.

III.12.- ENSAYO CONDUCTORES.

Con carácter previo a la puesta en servicio de las líneas subterráneas de Media Tensión se ensayarán los conductores de acuerdo a lo indicado en la ICT-LAT 05 y 06 y la UNE-HD 620.10E. Estos ensayos se presentarán a Iberdrola, en el caso de los cables que se cedan a la Compañía según la Norma Iberdrola NI.56.43.02.

Anexo IV. CALCULOS DE LA LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN 13,2KV DE 440MTS CON CINCO NUEVOS APOYOS

1. CÁLCULOS MECÁNICOS.

1.1 TENSIÓN MÁXIMA DEL TENDIDO (To):

La tensión horizontal del conductor en las condiciones iniciales ($\mathbf{T_o}$), se realizará teniendo en cuenta las condiciones siguientes:

a) Que el coeficiente de seguridad a la rotura, sea como mínimo igual a 2,5 en las condiciones atmosféricas que provoquen la máxima tensión de los conductores según apartado 3.2.1 de ITC07 del R.L.A.T.

b) Que la tensión de trabajo de los conductores a una temperatura media según la zona (15 ºC para Zona A y 10 ºC para Zona B o C) sin ninguna sobrecarga, no exceda del un porcentaje de la carga de rotura recomendado. Este fenómeno es el llamado E.D.S. (Every Day Stress).

1.2 VANO DE REGULACIÓN

El vano ideal de regulación, limitado por dos apoyos de amarre, viene dado por:

$$a_r = \frac{\sum \frac{b_i^3}{a_i^2}}{\sum \frac{b_i^2}{a_i}} \sqrt{\frac{\sum a_i^3}{\sum \frac{b_i^2}{a_i}}}$$

- *a_r: Longitud proyectada del vano de regulación (m).*
- *b_i: Distancia en línea recta entre los dos puntos de fijación del conductor en el vano i.(m)*
- *a_i: Proyección horizontal de b_i (m)*

1.3 ECUACIÓN DE CAMBIO DE CONDICIONES

La "ecuación de cambio de condiciones" nos permite calcular la componente horizontal de la tensión para unos valores determinados de sobrecarga (que será el peso total del conductor y cadena + sobrecarga de viento o nieve, si existiesen) y temperatura, partiendo de una situación de equilibrio inicial de sobrecarga, temperatura y tensión mecánica. Esta ecuación tiene la forma:

$$T^2 * (T + A) = B$$

$$A = \alpha * (\theta - \theta_0) * S * E - T_0 + \frac{a_r{}^2}{24} * \frac{P_0{}^2}{T_0{}^2} * S * E \quad ; \qquad B = \frac{a_r{}^2 * P^2}{24} * S * E$$

- *a_r: Longitud proyectada del vano de regulación (m).*
- *To: Tensión horizontal en las condiciones iniciales (kg).*

- □□: *Temperatura en las condiciones iniciales (°C).*
- *Po: Sobrecarga en las condiciones iniciales según zona donde nos encontremos (kg/m).*
- *T: Tensión horizontal en las condiciones finales (kg).*
- □□□: *Temperatura en las condiciones finales (°C).*
- *P: Sobrecarga en las condiciones finales (kg/m).*
- *S: Sección del conductor (mm²).*
- *E: Módulo delasticidad del conductor (kg/mm²).*
- *α: Coeficiente de dilatación lineal del conductor (m/°C).*

Como se señaló anteriormente, la sobrecarga en condiciones finales será:

$$P = P_{cond} + \text{Sobrecarga}_{\text{hielo o viento}}$$

1.4 FLECHA MÁXIMA

Las flechas que se alcanzan en cada vano, se han calculado utilizando la ecuación de Truxá:

$$f = \frac{p*a*b}{8*T}*(1+\frac{a^2*p^2}{48*T^2})$$

- *a: Longitud proyectada del vano (m).*
- *h: Desnivel (m).*
- *b: Longitud real del vano (m)* $\rightarrow$ $b=\sqrt{a^2+h^2}$
- *T: Componente horizontal de la tensión (kg).*
- *p: Peso del conductor por metro lineal en las condiciones consideradas (kg/m).*

El tendido de la línea se realizará de modo que la curva catenaria mantenga una distancia al terreno mínima de **7 metros.**

1.5 DISTANCIAS DE SEGURIDAD

1.5.1 Distancia de los conductores al terreno

De acuerdo con el apartado 5.5 de la ITC07 del R.L.A.T., En todo momento la distancia de los conductores al terreno deberá ser superior a:

$D_{add}+D_{el}=5{,}3+D_{el}$ (con un mínimo de 6 m.). A nuestro nivel de tensión de 13,2 kV le corresponde una D_{el} de 0,16 m.

Por tanto, obtenemos una distancia mínima de: **D_{add} + D_{el} = 5,46 metros.**

- *Dadd + Del: Distancia del conductor inferior al terreno, en metros.*

1.5.2 Distancia entre conductores

La distancia mínima de los conductores entre sí viene marcada por el artículo 5.4.1 de la ITC07 del R.L.A.T.., esto es:

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

- D: Separación entre conductores de fase del mismo circuito o circuitos distintos en metros.

- K: Coeficiente que depende de la oscilación de los conductores con el viento, que se tomará de la tabla 16 del apartado 5.4.1 de la ITC07 del R.L.A.T..

-F: Flecha máxima en metros, para las hipótesis según el apartado 3.2.3 de la ITC07 del R.L.A.T. *(m).*

- L: Longitud en metros de la cadena de suspensión. En el caso de conductores fijados al apoyo por cadenas de amarre o aisladores rígidos L=0.

- D_{pp}: Distancia mínima aérea especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase durante sobretensiones de frente lento o rápido. Los valores de D_{pp} se indican en el apartado 5.2 de la ITC07 del R.L.A.T.., en función de la tensión más elevada de la línea.

En el apartado 1.5.5 de la presente memoria puede consultarse el chequeo de tales distancias para cada uno de los apoyos,

1.5.3 Distancia a masa

Según el artículo 5.4.2 de la ITC07 del R.L.A.T. la separación mínima entre los conductores y sus accesorios en tensión y los apoyos, no será inferior a $D_{el.}$

- D_{el}: Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase y objetos a potencial de tierra en sobretensiones de frente lento o rápido. 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. Los valores de este parámetro están en la tabla 15 del apartado 5.2 de la ITC07 del R.L.A.T.

En nuestro caso: **D_{el}= 0,16 metros.**

Si esta distancia es menor que la mínima que establece el reglamento, 0,2 metros, se cogerá esta distancia mínima.

1.5.4 Desviación de la cadena de aisladores

Se calcula el ángulo de desviación de la cadena de aisladores en los apoyos de alineación, con presión de viento mitad de lo establecido con carácter general, según la ecuación:

$$tg\gamma = \frac{K_v * d * (\frac{a_1 + a_2}{2}) + \frac{E_c}{2}}{P(\frac{a_1 + a_2}{2}) + T_{-t+\frac{v}{2}} * (\frac{h_1}{a_1} + \frac{h_2}{a_2}) + \frac{P_c}{2}}$$

- *γ: Ángulo de desviación.*
- *Ec: Esfuerzo del viento sobre la cadena de aisladores (kg).*
- *Pc: Peso de cada cadena (kg).*
- *a_1 y a_2: Longitud proyectada del vano anterior y posterior (m).*
- *h_1 y h_2: Desnivel de vano anterior y posterior (m).*
- *$T_{t+v/2}$: Componente horizontal de la tensión según Zona con sobrecarga 1/2 de viento a 120 km/h.*
- *d: Diámetro del conductor (m).*
- *P: Peso unitario del conductor (kg/m).*
- *K_v: Presión mitad del viento (kg/m²).*

Se calculará en el apartado 1.5.6 "*Resumen y comprobación de distancias*"

1.5.5 Resumen y comprobación de distancias

DISTANCIAS FINES DE LÍNEA "B"

Tensión de la línea [kV]: 13,2 | Oscilación puente [m]: 0,2 | Peso cadena aisladores suspensión [Kg]: 1,75
Configuración Simplex. | Longitud cadena aisladores suspensión [m]: 0,58 | Peso cadena aisladores amarre [Kg]: 1,75
Distancia a masa exigida (Del) [m]: 0,16 | Longitud cadena aisladores amarre [m]: 0,58 | Diámetro conductor [mm]: 9,5
Altura puente [m]: 0,58 | Esf. viento 120 cadena aisladores suspensión [Kg]: 5,3 | Peso conductor [Kg/m]: 0,19
Oscilación puente [º]: 20 | Esf. viento 120 cadena aisladores amarre [Kg]:: 5,3 | Sobrecarga 1/2 viento 120 [Kg/m]: 0,29

						Características del armado (m)				Comprobación ahorcamiento con alturas definitivas			Comprobación dist. entre conductores en el apoyo (m)			Comprobación dist. entre conductores en el vano (m)				Comprobación dist. a masa (m)					
Núm. apoyo	Func. apoyo	Tipo torre	Tipo armado	Altura util conductor replanteo	Altura util conductor definitivo	TipoB	"b"	"d"	"h"	□ (º)	□(º) Máx admisible	Estado apoyo	Dist. entre fases exigida mínima.	Distancia existente Fase-Fase	Distancia existente Fase-Prot	Dist. entre fases exig. Vano ant.	Dist.exist. fase-prot. Vano ant.	Dist. entre fases exig. Vano post.	Dist.exist. fase-prot. Vano post.	Lpuent	D1	D2	D3	D4	D6
1	FL	C-3000-12	B	10,8	11,04	B2	2	1	---				1,06	2,09	---	---	---	1,19	---	0,58	0,83	0,55	0,61	---	1,02
5	FL	C-3000-14	B	12,74	12,8	B2	2	1	---				1,41	2,09	---	1,41	---	---	---	0,58	0,83	0,55	0,61	---	1,02

DISTANCIAS ALINEACIONES "B"

Tensión de la línea [kV]: 13,2 | Oscilación puente [m]: 0,2 | Peso cadena aisladores suspensión [Kg]: 1,75
Configuración Simplex. | Longitud cadena aisladores suspensión [m]: 0,58 | Peso cadena aisladores amarre [Kg]: 1,75
Distancia a masa exigida (Del) [m]: 0,16 | Longitud cadena aisladores amarre [m]: 0,58 | Diámetro conductor [mm]: 9,5
Altura puente [m]: 0,58 | Esf. viento 120 cadena aisladores suspensión [Kg]: 5,3 | Peso conductor [Kg/m]: 0,19
Oscilación puente [º]: 20 | Esf. viento 120 cadena aisladores amarre [Kg]:: 5,3 | Sobrecarga 1/2 viento 120 [Kg/m]: 0,29

						Características del armado (m)				Comprobación ahorcamiento con alturas definitivas			Comprobación dist. entre conductores en el apoyo (m)			Comprobación dist. entre conductores en el vano (m)				Comprobación dist. a masa (m)					
Núm. apoyo	Func. apoyo	Tipo torre	Tipo armado	Altura util conductor replanteo	Altura util conductor definitivo	TipoB	"b"	"d"	"h"	□ (º)	□(º) Máx admisible	Estado apoyo	Dist. entre fases exigida mínima.	Distancia existente Fase-Fase	Distancia existente Fase-Prot	Dist. entre fases exig. Vano ant.	Dist.exist. fase-prot. Vano ant.	Dist. entre fases exig. Vano post.	Dist.exist. fase-prot. Vano post.	L	D1	D2	D3	D4	D6
2	AL-SU	C-500-12	B	11,17	11,17	B2	2	1	---	55,37	69,9	OK	1,19	2,09	---	1,19	---	1,19	---	0,58	0,49	0,33	0,5	---	1,02
3	AL-SU	C-500-12	B	11,17	11,17	B2	2	1	---	55,25	69,9	OK	1,19	2,09	---	1,19	---	1,19	---	0,58	0,49	0,33	0,5	---	1,02

DISTANCIAS AMARRES "B"

Tensión de la línea [kV]: 13,2 | Oscilación puente [m]: 0,2 | Peso cadena aisladores suspensión [Kg]: 1,75
Configuración Simplex. | Longitud cadena aisladores suspensión [m]: 0,58 | Peso cadena aisladores amarre [Kg]: 1,75
Distancia a masa exigida (Del) [m]: 0,16 | Longitud cadena aisladores amarre [m]: 0,58 | Diámetro conductor [mm]: 9,5
Altura puente [m]: 0,58 | Esf. viento 120 cadena aisladores suspensión [Kg]: 5,3 | Peso conductor [Kg/m]: 0,19
Oscilación puente [º]: 20 | Esf. viento 120 cadena aisladores amarre [Kg]:: 5,3 | Sobrecarga 1/2 viento 120 [Kg/m]: 0,29

						Características del armado (m)				Comprobación ahorcamiento con alturas definitivas			Comprobación dist. entre conductores en el apoyo (m)			Comprobación dist. entre conductores en el vano (m)				Comprobación dist. a masa (m)					
Núm. apoyo	Func. apoyo	Tipo torre	Tipo armado	Altura util conductor replanteo	Altura util conductor definitivo	TipoB	"b"	"d"	"h"	□ (º)	□(º) Máx admisible	Estado apoyo	Dist. entre fases exigida mínima.	Distancia existente Fase-Fase	Distancia existente Fase-Prot	Dist. entre fases exig. Vano ant.	Dist.exist. fase-prot. Vano ant.	Dist. entre fases exig. Vano post.	Dist.exist. fase-prot. Vano post.	Lpuent	D1	D2	D3	D4	D6
4	AL-ANC	C-1000-12	B	11,01	11,01	B1	1,5	0,7	---				1,41	1,57	---	1,19	---	1,41	---	0,58	0,67	0,55	0,3	---	0,57

1.6 APOYOS

1.6.1 Criterios de cálculo

Se calcularán los apoyos estudiando las cargas a las que están sometidos bajo cuatro hipótesis diferentes: Hipótesis de Viento, Hipótesis de Hielo, Hipótesis de Hielo + Viento, Hipótesis de Desequilibrio de fases e Hipótesis de Rotura de conductores. El análisis de tales hipótesis estará condicionado por la función del apoyo y por la zona en la que se encuentra (Zona A, B o C)

1.6.2 Acciones consideradas

1.6.2.1 Cargas verticales:

- **Carga vertical permanente (P_{vp}):**

$$P_{vp} = n \cdot \left[P_{cond} \cdot \left(\frac{a_1 + a_2}{2} \right) + P_{cad} + T \cdot \left(\frac{h_1}{a_1} + \frac{h_2}{a_2} \right) \right] \text{ (kg)}$$

Siendo:

- *a_1 y a_2: Longitud proyectada del vano anterior y posterior.*
- *P_{cond}: Peso propio del conductor.*
- *P_{cadl}: Peso de la cadena, aisladores más herrajes.*
- *n: Número de conductores.*
- *h_1 y h_2: Desnivel del vano anterior y posterior (m).*
- *T: Tensión máxima del conductor en la hipótesis considerada (Kg).*

- **Sobrecarga por hielo (S_h):**

$$S_h = P_h \cdot \left(\frac{a_1 + a_2}{2} \right) \cdot n$$

- *P_h: Sobrecarga de hielo. En zona B = 0,18.$\sqrt{d}$ (Kg/m); en zona C = 0,36.$\sqrt{d}$ (kg/m). Siendo d el diámetro del conductor (mm).*

1.6.2.2 Cargas horizontales:

- **Fuerza del viento sobre un apoyo de alineación (F):**

$$F = q \cdot d \cdot \left(\frac{a_1 + a_2}{2} \right) \text{ (kg)}$$

- *q.: Presión del viento sobre el conductor (Kg/m²). Siendo* $q = 60 \cdot \left(\frac{V_V}{120} \right)^2$ *Kg/m²*

cuando d≤16mm y $q = 50 \cdot \left(\frac{V_V}{120} \right)^2$ *kg/m² cuando d≥16mm.*

- *d: diámetro del conductor en mm.*

- **Resultante de ángulo (R_a):**

$$R_a = T \cdot 2 \cdot n \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2} \right) \text{ (mg)}$$

Siendo, al igual que antes, α el ángulo interno que forman los conductores entre sí

- **Desequilibrio de tracciones (D_t):**

Se denominan desequilibrio de tracciones al esfuerzo longitudinal existente en el apoyo, debido a la diferencia de tensiones en los vanos contiguos. Los desequilibrios se consideran como porcentajes de la tensión máxima aplicada a todos los conductores.

$$D_t = \% \cdot T_{máxima}$$

- Desequilibrio en apoyos de alineación y de ángulo con cadenas de asilamiento de suspensión:

Un >66kV, 15%, aplicados en los puntos de fijación de los conductores y cables de tierra.

Un ≤66kV, 8%, distribuidos en el eje a la altura de los puntos de fijación de los conductores y cables de tierra.

- Desequilibrio en apoyos de alineación y de ángulo con cadenas de amarre:

Un >66kV, 25%, aplicados en los puntos de fijación de los conductores y cables de tierra.

Un ≤66kV, 15%, distribuidos en el eje a la altura de los puntos de fijación de los conductores y cables de tierra.

- Desequilibrio en apoyos de anclaje:

Un >66kV, 50%, aplicados en los puntos de fijación de los conductores y cables de tierra.

Un ≤66kV, 50%, distribuidos en el eje a la altura de los puntos de fijación de los conductores y cables de tierra.

- Desequilibrio en apoyos de fin de línea:

100% de las tracciones unilaterales de todos los conductores y cables de tierra, considerándose aplicado cada esfuerzo en el punto de fijación del correspondiente conductor o cable de tierra al apoyo. Se deberá tener en cuenta la torsión a que estos esfuerzos pudieran dar lugar.

- Desequilibrios muy pronunciados:

Deberá analizarse el desequilibrio de tensiones de los conductores en las condiciones más desfavorables de los mismos. Si el resultado de este análisis fuera más desfavorable que los valores fijados anteriormente, se aplicarán estos.

- Desequilibrio en apoyos especiales:

Desequilibrio más desfavorable que puedan ejercer los conductores. Se aplicarán los esfuerzos en el punto de fijación de los conductores.

- **Rotura de conductores (R_c):**

La rotura de conductores se aplica con un % de la tensión máxima del conductor roto.

$$R_c = \% \cdot T_{máxima}$$

- Rotura de conductores en apoyos de alineación y de ángulo con cadenas de asilamiento de suspensión:

Rotura de un solo conductor o cable de tierra.

Esfuerzo de rotura aplicable (% de la tensión del cable roto):

El 50% en líneas de 1 ó 2 conductores por fase.

El 75% en líneas de 3 conductores.

No se considera reducción en líneas de 4 o más conductores por fase.

- Rotura de conductores en apoyos de alineación y de ángulo con cadenas de amarre:

Rotura de un solo conductor o cable de tierra. Sin reducción alguna en la tensión.

- Rotura de conductores en apoyos de anclaje:

Esfuerzo de rotura aplicable (% de la tensión total del haz de fase):

El 100% para líneas con un conductor por fase.

El 50% para líneas con 2 o más conductores por fase.

- Rotura de conductores en apoyos de fin de línea.

Se considerará este esfuerzo como en los apoyos de anclaje, pero suponiendo, en el caso de las líneas con haces múltiples, los conductores sometidos a la tensión mecánica que les corresponda, de acuerdo con la hipótesis de carga.

- Rotura de conductores en apoyos especiales.

Se considerará el esfuerzo que produzca la solicitación más desfavorable para cualquier elemento del apoyo.

Resumen de hipótesis

Zona A

<table>
<tr><th>TIPO DE APOYO</th><th>TIPO DE ESFUERZO</th><th>1ª HIPÓTESIS (Viento)</th><th>3ª HIPÓTESIS (Desequilibrio de tracciones)</th><th>4ª HIPÓTESIS (Rotura de conductores)</th></tr>
<tr><td rowspan="3">Suspensión de Alineación o Suspensión de Ángulo</td><td>V</td><td colspan="3">CARGAS PERMANENTES</td></tr>
<tr><td>T</td><td>VIENTO

SÓLO ÁNGULO: RESULTANTE DE ÁNGULO</td><td colspan="2">ALINEACIÓN:
No aplica.

*ÁNGULO:
RESULTANTE DE ÁNGULO</td></tr>
<tr><td>L</td><td>No aplica.</td><td>DESEQUILIBRIO DE TRACCIONES</td><td>ROTURA DE CONDUCTORES</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Amarre de Alineación o Amarre de Ángulo</td><td>V</td><td colspan="3">CARGAS PERMANENTES</td></tr>
<tr><td>T</td><td>VIENTO

SÓLO ÁNGULO: RESULTANTE DE ÁNGULO</td><td colspan="2">ALINEACIÓN:
No aplica.

*ÁNGULO:
RESULTANTE DE ÁNGULO</td></tr>
<tr><td>L</td><td>No aplica</td><td>DESEQUILIBRIO DE TRACCIONES</td><td>ROTURA DE CONDUCTORES</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Anclaje de Alineación o Anclaje de Ángulo</td><td>V</td><td colspan="3">CARGAS PERMANENTES</td></tr>
<tr><td>T</td><td>VIENTO

SÓLO ÁNGULO: RESULTANTE DE ÁNGULO</td><td colspan="2">ALINEACIÓN:
No aplica.

*ÁNGULO:
RESULTANTE DE ÁNGULO</td></tr>
<tr><td>L</td><td>No aplica</td><td>DESEQUILIBRIO DE TRACCIONES</td><td>ROTURA DE CONDUCTORES</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Fin de línea.</td><td>V</td><td>CARGAS PERMANENTES</td><td rowspan="3">No aplica</td><td>CARGAS PERMANENTES</td></tr>
<tr><td>T</td><td>VIENTO</td><td>No aplica</td></tr>
<tr><td>L</td><td>DESEQUILIBRIO DE TRACCIONES</td><td>ROTURA DE CONDUCTORES</td></tr>
<tr><td colspan="5">Para la determinación de las tensiones de los conductores y cables de tierra se considerarán sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea y a la temperatura de -5 ºC.</td></tr>
<tr><td>V = Esfuerzo vertical</td><td>L = Esfuerzo longitudinal</td><td>T = Esfuerzo transversal</td><td colspan="2"></td></tr>
</table>

*APLICA RESULTANTE DE ÁNGULO EN 3ª Y 4ª HIPÓTESIS

Zona B y C

TIPO DE APOYO	TIPO DE ESFUERZO	**1ª HIPÓTESIS (Viento)	2ª HIPÓTESIS		3ª HIPÓTESIS (Desequilibrio de tracciones)	4ª HIPÓTESIS (Rotura de conductores)
			(Hielo)	(Hielo + viento)		
Suspensión de Alineación o Suspensión de Ángulo	V	CARGAS PERMANENTES (SOMET VIENTO)	CARGAS PERMANENTES (HIELO MÍNIMA)	CARGAS PERMANENTES (HIELO MÍNIMA Y VIENTO A 60 km/h)	CARGAS PERMANENTES (HIELO MÍNIMA) CARGAS PERMANENTES (HIELO MÍNIMA Y VIENTO A 60 km/h) – CATEGORÍA ESPECIAL	
	T	VIENTO SÓLO ÁNGULO: RESULTANTE DE ÁNGULO	ALINEACIÓN: No se aplica. ÁNGULO: RESULTANTE DE ÁNGULO	VIENTO A 60 km/h Y HIELO SÓLO ÁNGULO: RESULTANTE DE ÁNGULO	ALINEACIÓN: No se aplica. *ÁNGULO: RESULTANTE DE ÁNGULO	
	L	No aplica.			DESEQUILIBRIO DE TRACCIONES	ROTURA DE CONDUCTORES
Amarre de Alineación o Amarre de Ángulo	V	CARGAS PERMANENTES (SOMET VIENTO)	CARGAS PERMANENTES (HIELO MÍNIMA)	CARGAS PERMANENTES (HIELO MÍNIMA Y VIENTO A 60 km/h)	CARGAS PERMANENTES (HIELO MÍNIMA) CARGAS PERMANENTES (HIELO MÍNIMA Y VIENTO A 60 km/h) – CATEGORÍA ESPECIAL	
	T	VIENTO SÓLO ÁNGULO: RESULTANTE DE ÁNGULO	ALINEACIÓN: No se aplica. ÁNGULO: RESULTANTE DE ÁNGULO	VIENTO A 60 km/h Y HIELO SÓLO ÁNGULO: RESULTANTE DE ÁNGULO	ALINEACIÓN: No se aplica. *ÁNGULO: RESULTANTE DE ÁNGULO	
	L	No aplica.			DESEQUILIBRIO DE TRACCIONES	ROTURA DE CONDUCTORES

<table>
<tr><td rowspan="3">Anclaje de Alineación

o

Anclaje de Ángulo</td><td>V</td><td>CARGAS PERMANENTES (SOMET VIENTO)</td><td>CARGAS PERMANENTES (HIELO MÍNIMA)</td><td>CARGAS PERMANENTES (HIELO MÍNIMA Y VIENTO A 60 km/h)</td><td colspan="2">CARGAS PERMANENTES (HIELO MÍNIMA)
CARGAS PERMANENTES (HIELO MÍNIMA Y VIENTO A 60 km/h) – CATEGORÍA ESPECIAL</td></tr>
<tr><td>T</td><td>VIENTO
SÓLO ÁNGULO: RESULTANTE DE ÁNGULO</td><td>ALINEACIÓN:
No se aplica.
ÁNGULO: RESULTANTE DE ÁNGULO</td><td>VIENTO A 60 km/h Y HIELO
SÓLO ÁNGULO: RESULTANTE DE ÁNGULO</td><td colspan="2">ALINEACIÓN:
No se aplica.

*ÁNGULO: RESULTANTE DE ÁNGULO</td></tr>
<tr><td>L</td><td colspan="3">No aplica.</td><td>DESEQUILIBRIO DE TRACCIONES</td><td>ROTURA DE CONDUCTORES</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Fin de línea</td><td>V</td><td>CARGAS PERMANENTES</td><td>CARGAS PERMANENTES (HIELO MÍNIMA)</td><td>CARGAS PERMANENTES (HIELO MÍNIMA Y VIENTO A 60 km/h)</td><td rowspan="3">No aplica.</td><td>CARGAS PERMANENTES (HIELO MÍNIMA)

CARGAS PERMANENTES (HIELO MÍNIMA Y VIENTO A 60 km/h) – CATEGORÍA ESPECIAL</td></tr>
<tr><td>T</td><td>VIENTO</td><td>No aplica.</td><td>VIENTO A 60 km/h Y HIELO</td><td>No aplica.</td></tr>
<tr><td>L</td><td>DESEQUILIBRIO DE TRACCIONES</td><td colspan="2">DESEQUILIBRIO DE TRACCIONES</td><td>ROTURA DE CONDUCTORES</td></tr>
<tr><td colspan="2">V = Esfuerzo vertical</td><td>L = Esfuerzo longitudinal</td><td>T = Esfuerzo transversal</td><td colspan="3"></td></tr>
</table>

*APLICA RESULTANTE DE ÁNGULO EN 3ª Y 4ª HIPÓTESIS

1ª Hipótesis: VIENTO A 120 ó 140 km/h Y TEMPERATURA DE -10ºC en zona B y –15ºC en zona C.

1.6.3 Resumen de esfuerzos aplicados

Esfuerzos. 1ª HIPÓTESIS (Viento 140 Km/h)

				ESFUERZOS VERTICALES			ESFUERZOS HORIZONTALES							
							Fase (Kg)		Protección (Kg)		Total (Kg)			
Número apoyo	Función apoyo	Tipo cruceta	Torre seleccionada	Fase (Kg)	Protección (Kg)	Total (Kg)	Transversal	Longitudinal	Transversal	Longitudinal	Transversal	Longitudinal	Esfuerzo equivalente (Kg)	Momento torsor (Kg x m)
1	FL	B	C-3000	11		32	47	548			140	1644	1784	---
2	AL-SU	B	C-500	22		65	86	0			259	0	259	---
3	AL-SU	B	C-500	27		81	108	0			324	0	324	---
4	AL-ANC	B	C-1000	35		106	137	2			410	8	418	---
5	FL	B	C-3000	12		35	63	550			188	1650	1838	---

Esfuerzos. 2ª HIPÓTESIS (Hielo)

				ESFUERZOS VERTICALES			ESFUERZOS HORIZONTALES							
							Fase (Kg)		Protección (Kg)		Total (Kg)			
Número apoyo	Función apoyo	Tipo cruceta	Torre seleccionada	Fase (Kg)	Protección (Kg)	Total (Kg)	Transversal	Longitudinal	Transversal	Longitudinal	Transversal	Longitudinal	Esfuerzo equivalente (Kg)	Momento torsor (Kg x m)
1	FL	B	C-3000	37		112	0	542			0	1626	1626	---
2	AL-SU	B	C-500	82		246	0	0			0	0	0	---
3	AL-SU	B	C-500	101		303	0	0			0	0	0	---
4	AL-ANC	B	C-1000	128		383	0	14			0	41	41	---
5	FL	B	C-3000	40		121	0	531			0	1593	1593	---

Esfuerzos. 3ª HIPÓTESIS (Desequilibrio)

				ESFUERZOS VERTICALES			ESFUERZOS HORIZONTALES							
							Fase (Kg)		Protección (Kg)		Total (Kg)			
Número apoyo	Función apoyo	Tipo cruceta	Torre seleccionada	Fase (Kg)	Protección (Kg)	Total (Kg)	Transversal	Longitudinal	Transversal	Longitudinal	Transversal	Longitudinal	Esfuerzo equivalente (Kg)	Momento torsor (Kg x m)
1	FL	B	C-3000	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
2	AL-SU	B	C-500	82		246	0	43			0	130	130	---
3	AL-SU	B	C-500	101		303	0	54			0	163	163	---
4	AL-ANC	B	C-1000	102		306	0	271			0	813	813	---
5	FL	B	C-3000	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

ESFUERZOS. 4ª HIPÓTESIS FASE

NOTA: Se ha prescindido de la consideración de la 4ª hipótesis (excepto apoyos FL y ANC), de acuerdo a lo indicado en el punto 3.5.3 de la ITC-LAT 0

				ESFUERZOS VERTICALES			ESFUERZOS HORIZONTALES										
							Fase con rotura (Kg)		Fase sin rotura (Kg)		Protección (Kg)		Total (Kg)		Torsión simple (Kg)	Torsión compuesta (Ángulos y FL) (Kg)		
Número apoyo	Función apoyo	Tipo cruceta	Torre seleccionada	Fase (Kg)	Protección (Kg)	Total (Kg)	Trans.	Long.	Trans.	Long.	Trans.	Long.	Trans.	Long.		Esf.Util	Esf.Equiv.	M.Torsor(Kg x m)
1	FL	B	C-3000	37		112	0	0	0	542	0	0	0	1084	---	1084	1084	1084
2	AL-SU	B	C-500															
3	AL-SU	B	C-500															
4	AL-ANC	B	C-1000	102		306	0	542	0	0	0	0	0	542	542	---	---	---
5	FL	B	C-3000	40		121	0	0	0	531	0	0	0	1062	---	1062	1062	1062

1.6.4 Coeficientes de seguridad

COEFICIENTES DE SEGURIDAD

				1ª HIPÓTESIS (Viento 140 K				2ª HIPÓTESIS (Hielo)				Hipótesis 3ª (Desequilibrio)				Hipótesis 4ª (Rotura Fase)					
																Torsión simple			Torsión compuesta(Áng y FL)		
Número apoyo	Func. apoyo	Tipo de torre	Tipo de seg.	Esfuerzo equiv. incidente (Kg)	Momento torsor incidente (Kg x m)	Esfuerzo máximo admisible (Kg)	COEF. SEG.	Esfuerzo equiv. incidente (Kg)	Momento torsor incidente (Kg x m)	Esfuerzo máximo admisible (Kg)	COEF. SEG.	Esfuerzo equiv. incidente (Kg)	Momento torsor incidente (Kg x m)	Esfuerzo máximo admisible (Kg)	COEF. SEG.	Esfuerzo incidente (Kg)	Esfuerzo admisible (Kg)	COEF. SEG.	Esf.Eq. incidente (Kg)	Mom.Tor. incidente (Kg x m)	COEF. SEG.
1	FL	C-3000	NORM	1784	---	2216	1,86	1626	---	2328	2,15	0	---						1084	1084	Ver gráfi
2	AL-SU	C-500	NORM	259	---	360	2,09	0	---			130	---	459	5,29						
3	AL-SU	C-500	REFO	324 (1)	---	360	1,67	0 (1)	---			163 (1)	---	459	4,23						
4	AL-AN	C-1000	REFO	418 (1)	---	764	2,74	41 (1)	---	900	32,73	813	---	1128	1,66	542	715	1,58			
5	FL	C-3000	NORM	1838	---	2158	1,76	1593	---	2328	2,19	0	---						1062	1062	Ver gráfi

ESFUERZOS MAYORADOS:

(1) Esfuerzo mayorado un 25% acorde a un C.S: 1,875

1.7 CIMENTACIONES

1.7.1 Cimentaciones monobloque

Las cimentaciones de las torres constituidas por monobloques de hormigón se calculan al vuelco según el método suizo de Sulzberger.

El momento de vuelco será:

$$M_v = F \cdot (h + \frac{2}{3} \cdot t) + F_v \cdot (h_t / 2 + 2/3 \cdot t)$$

- *F = Esfuerzo nominal del apoyo en Kg*
- *h = Altura de aplicación del esfuerzo nominal en m.*
- *t = Profundidad de la cimentación en m.*
- *F_v = Esfuerzo del viento sobre la estructura en Kg.*
- *h_t = Altura total del apoyo en m.*

Por otra parte, el momento resistente al vuelco es:

$$M_r = M_1 + M_2$$

Donde: $M_1 = 139 \cdot K \cdot a \cdot t^4$; $M_2 = 880 \cdot a^3 \cdot t + 0{,}4 \cdot p \cdot a$;

Siendo:

- *M_1 = Momento debido al empotramiento lateral del terreno.*
- *M_2 = Momento debido a las cargas verticales.*
- *K = Coeficiente de compresibilidad del terreno a 2 metros de profundidad (Kg/cm^2 x cm)*

- *a = Anchura de la cimentación en metros.*
- *p = Peso de la torre y herrajes en Kg.*

Estas cimentaciones deben su estabilidad fundamentalmente a las reacciones horizontales del terreno, por lo que teniendo en cuenta el apartado 3.6.1 de la ITC07 del R.L.A.T., debe cumplirse que:

$$M_1 + M_2 \geq M_v$$

Las dimensiones de las cimentaciones a realizar en cada uno de los apoyos, incluidos los volúmenes de excavación y hormigonado, se especifican en la memoria descriptiva.

1.8 AISLAMIENTO Y HERRAJES

1.8.1 Aisladores

Según establece la ITC07 del R.L.A.T., apartado 3.4, el coeficiente de seguridad mecánico de los aisladores no será inferior a 3. Si la carga de rotura electromecánica mínima garantizada se obtuviese mediante control estadístico en la recepción, el coeficiente de seguridad podrá reducirse a 2,5.

C.S = Carga rotura aislador / $T_{máx} \geq 3$

En el caso que nos ocupa tenemos una cadena de aisladores con un coeficiente de seguridad de: COMP-20-70-425 ; C.S. = 7000 / 560 = 12,5 .

También se tendrá que comprobar que la cadena de aisladores seleccionada cumple los niveles de aislamiento para tensiones soportadas (tablas 12 y 13 del apartado 4.4 de la ITC07 del R.L.A.T.) en función de las Gamas I (corta duración a frecuencia industrial y a la tensión soportada a impulso tipo rayo) y II (impulso tipo maniobra y la tensión soportada a impulso tipo rayo).

Según el tipo de ambiente donde se encuentre el conductor (tabla 14 del apartado 4.4 de la ITC07 del R.L.A.T.), el R.D. 223/2008 recomienda que longitud de la línea de fuga entre fase y tierra de los aisladores a utilizar. Para obtener la línea de fuga mínima recomendada se multiplica el número indicado por el reglamento (tabla 14) según el tipo de ambiente por la tensión nominal de la línea.

1.8.2 Herrajes

Según establece el apartado 3.3 del de la ITC07 del R.L.A.T., los herrajes sometidos a tensión mecánica por los conductores y cables de tierra, o por los aisladores, deberán

tener un coeficiente de seguridad mecánica no inferior a 3 respecto a su carga mínima de rotura. Cuando la carga mínima de rotura se comprobase sistemáticamente mediante ensayos, el coeficiente de seguridad podrá reducirse a 2,5.

Las grapas de amarre del conductor deben soportar una tensión mecánica en el amarre igual o superior al 95% de la carga de rotura del mismo, sin que se produzca su deslizamiento.

GA_1; C.S. = 4000 / 560 = 7,14

GS_1; C.S. = 3000 / 560 = 5,36

HB_11; C.S. = 7500 / 560 = 13,39

R-11; C.S. = 7000 / 560 = 12,5

2. CÁLCULOS ELÉCTRICOS POR CIRCUITO.

2.1 Resistencia eléctrica de la línea:

La resistencia de la línea será: $R_L = [L(Km) \cdot R(\Omega / Km)] / n^o$

Donde:

- *L (Km) = Longitud de la línea.*
- *R (Ω / Km) = Resistencia eléctrica del conductor a 20ºC de temperatura.*
- *R_L (Ω) =* ***Resistencia total de la línea.***
- *nº = Número de conductores por fase.*

Por lo tanto: **R_L= [0,44 (Km) *0,6136 (Ω / Km)] / 1 = 0,2700 (Ω)**

2.2 Reactancia del conductor:

La reactancia kilométrica de la línea se calcula empleando la siguiente fórmula:

$$X=2*\pi*f*(\frac{\mu}{2 \cdot n}+4,605*\log(D/r))*10^{-4}\ \Omega/Km.$$

- *X= Reactancia aparente en ohmios por kilómetro.*
- *f= Frecuencia de la red en herzios=50.*
- *r= Radio equivalente del conductor en milímetros.*
- *D= Separación media geométrica entre conductores en milímetros.*
- *μ= Permeabilidad magnética del conductor. Para conductores de cobre, acero-aluminio y aluminio tiene un valor de 1.*
- *nº = Número de conductores por fase.*

La separación media geométrica (D) la calculamos como:

$$D = \sqrt[3]{d_{12} * d_{23} * d_{13}}$$

Por lo tanto **X= 0,4085 Ω/Km.**

2.3 Densidad máxima admisible

La densidad máxima admisible de un conductor, en régimen permanente, para corriente alterna y frecuencia de 50 Hz, se deduce de la tabla 11 del apartado 4.2 del de la ITC07 del R.L.A.T.

Para un conductor de Acero-Aluminio, LA-56 (47-AL1/8-ST1A), de 54,6 mm^2 de sección y configuración 6+1 la densidad de corriente máxima admisible es la siguiente:

$D_{máx.admi.}$ = 3,6249 A/mm^2.

2.4 Intensidad máxima admisible:

La corriente máxima que puede circular por nuestro cable LA-56 (47-AL1/8-ST1A) elegido, teniendo en cuenta que tiene una sección de 54,6 mm^2, es de:

$$I_{máx} = D_{máx\ adm..} * S * n^o_{conductores/fase}$$

Siendo:

- *I = Intensidad de corriente máxima en A.*
- *S = Sección del conductor (mm^2)*
- *$D_{máx.adm.}$ = Densidad de corriente máxima soportada por el cable (*A/mm^2).

Entonces:

$I_{máx}$ = 3,6249A/mm * 54,6mm * 1 = 197,9190 A

2.5 Potencia máxima a transportar:

La máxima potencia que se puede transportar por esta línea, atendiendo al tipo de conductor usado es de:

$$P_{máx} = \sqrt{3} * V * \cos\varphi * I_{máx}$$

Siendo:

- *P = Potencia en kW.*
- *V = tensión en kV.*
- *$\cos\varphi$ = Factor de potencia .*

Entonces: $P_{máx}$ = √3 *0,8 * 13,2 kV * 197,9190 A = 3620 kW

2.6 Caída de tensión:

La caída tensión viene dada por la fórmula:

$$e = \sqrt{3} * I * L * (R.\cos\theta + X.\operatorname{sen}\theta)$$

Siendo:

e = Caída de tensión (V.).

L = Longitud de la línea (Km.).

Por lo tanto tenemos una caída de tensión:

e = √3 * 197,9190 (A) * 0,44(Km) * [0,61 (Ω/Km) * 0,8 + 0,4085 (Ω/Km)* 0,6] = 111,0085 V

En tanto por ciento, la caída de tensión en la línea será de ***0,8410 %*** , que es menor que el 5% recomendable.

2.7 Pérdida de potencia:

La pérdida de potencia que, por el efecto Joule, se produce en la línea viene dada por la expresión: $Pp = 3 * R * I^2 * L$

Por lo tanto la potencia perdida es de:

Pp =3* 0,61 (Ω/Km) * 197,9190^2 (A) * 0,44 (Km) = 31,7274 kW

Lo que supone un **0,8764 %** de la máxima potencia transportada.

2.8 Rendimiento de la línea:

Viene dado por la expresión:

*μ = (Pot. total - Pot. perdida)*100 / Pot. total*

μ = (3620 (kW) - 31,7274 (kW)) * 100 / 3620 (kW) = 99,1236 %

2.9 Capacidad media de la línea:

Viene dado por la expresión:

ß = 0,0242/log(D/r)

- r= Radio equivalente del conductor en milímetros.

- D= Separación media geométrica entre conductores en milímetros.

ß = 0,0089 (μF/Km)

2.10 Efecto corona:

La tensión crítica disruptiva:

$Uc = 29,8/\sqrt{2} * m_c * m_t * 298/(273+\theta) * \operatorname{Exp}(-h/8150) * r * n^o_{conductores/fase} * \ln(D/r_{eq})$

Donde las consideraciones que se han tenido en cuenta son las siguientes:

- m_c = Coeficiente de rugosidad de la superficie del conductor (0,85 para cables)
- θ = Temperatura ambiente (EDS)
- h = Cota máxima del terreno en metros.
- r = Radio del conductor en centímetros.
- r_{eq} = Radio equivalente del conductor en milímetros.
- m_t = Coeficiente del estado del tiempo (0,8 para tiempo húmedo)
- D = Separación media geométrica entre conductores en milímetros.

Uc = 41 (kV)

Existirán pérdidas corona siempre que la tensión crítica de aparición de descargas corona en valor eficaz Uc, sea inferior a la tensión máxima fase neutro de la línea Us / √3, dónde Us es la tensión más elevada de la línea.

A continuación se puede ver un resumen de los cálculos eléctricos de la línea:

CÁLCULOS ELÉCTRICOS POR CIRCUITO

Cálculos eléctricos	Valores
TENSIÓN DE LA LÍNEA (kV)	13,2
RESISTENCIA DE LA LÍNEA (Ohmios)	0,2700
REACTANCIA INDUCTIVA MEDIA (Ohmios/Km)	0,4085
REACTANCIA INDUCTIVA MEDIA DE LA LÍNEA (Ohmios)	0,1797
CAPACIDAD MEDIA	0,0089
TENSIÓN CRÍTICA DISRUPTIVA A 15 ºC Y AMBIENTE HÚMEDO (kV)	41
PÉRDIDAS DE POTENCIA POR EFECTO CORONA (kW/km fase)	---
DENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE (A/mm2)	3,6249
INTENSIDAD MÁXIMA (A)	197,9190
POTENCIA MÁXIMA A TRANSPORTAR (kW)	3620
CAÍDA DE TENSIÓN MÁXIMA (V)	111,0085
CAÍDA DE TENSIÓN MÁXIMA (%)	0,8410
MÁXIMA POTENCIA PERDIDA (kW)	31,7274
MÁXIMA POTENCIA PERDIDA (%)	0,8764
RENDIMIENTO DE LA LÍNEA (%)	99,1236

Anexo V. CALCULOS ELECTRICOS DEL CENTRO DE SECCIONAMIENTO Y CENTRO DE MEDIDA.

INDICE ANEXO V. CALCULOS DEL CENTRO SECCIONAMIENTO y CENTRO DE MEDIDA.

V.1.- INTENSIDAD DE MEDIA TENSIÓN.
V.2.- CALCULO DE LAS CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO.
V.3.- DIMENSIONADO Y COMPROBACIONES
V.3.1.- Dimensionado del embarrado
V.3.2.- Comprobación por densidad de corriente.
V.3.3.- Comprobación por solicitación electrodinámica.
V.3.4.- Comprobación por solicitación térmica a cortocircuito.
V.3.5.- Protección contra sobrecargas y cortocircuitos.
V.3.6.- Dimensionado de la ventilación.
V.4. - CALCULO DE LA INSTALACION DE PUESTA A TIERRA.
V.4.1.- Consideraciones previas.
V.4.2.- Investigación de las características del suelo.
V.4.3.- Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y tiempo máximo correspondiente deliminación de defecto.
V.4.4.- Diseño preliminar de la instalación de tierra.
V.4.5.- Diseño de los electrodos de puesto a tierra para el Centro de Seccionamiento.
V.4.6.- Diseño de los electrodos de puesto a tierra para el Centro de Medida.
V.4.7.- Corrección y ajuste del diseño inicial.

Anexo V. CALCULOS DEL CENTRO SECCIONAMIENTO Y CENTRO DE MEDIDA.

V.1.- INTENSIDAD DE MEDIA TENSIÓN TRAFO DE PLANTA.

En el Centro de Seccionamiento y Centro de Medida la intensidad del circuito primario **Ip,** calculada anteriormente, viene dada por la expresión:

$$Ip = \frac{S * 1000}{Up * \sqrt{3}}$$

Donde:

S = Potencia del transformador en kVA.
Up = Tensión compuesta primaria en V.
Ip = Intensidad primaria en A.

Potencia trasformador S (kVA)	Tensión primario Up (V)	Intensidad primario Ip (A)
2.000	690	1.673,53

V.2.- CALCULO DE LAS CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO.

Según datos de las Condiciones de Suministro de la compañía distribuidora Iberdrola, el punto de conexión es en la línea Najera STR Cirueña, en el tramo de línea comprendido entre el apoyo 83 y el apoyo 84, mediante un nuevo apoyo 83B derivación a intercalar, siendo necesario la instalación de un centro de seccionamiento telemandado en dicha línea mediante una entrada/salida. El valor de la corriente de cortocircuito de la red de media tensión, tiene un valor en trifasica máximo de 16kA y un valor en monofásica de 4,5KA.

Según las especificaciones del fabricante, todos los elementos de media tensión como interruptores, seccionadores, etc. están capacitados para soportar una intensidad de cortocircuito de 16kA, por lo que su empleo en este centro es correcto.

V.3.- DIMENSIONADO Y COMPROBACIONES.

V.3.1.- Dimensionado del embarrado.

Los edificios donde se alojan las celdas compactas es un edificio prefabricado de hormigón homologado por la Compañía Distribuidora, en este caso Iberdrola Distribución.

En el interior de los mismos se ubican dos grupos de celdas separadas unas serán objeto de cesión a Iberdrola (CS) y las otras de propiedad privada (CM), serán las siguientes celdas:

V.3.1.1. Celdas lado cesión a Compañía Eléctrica:

Las celdas del Centro de Seccionamiento contará con 3 celdas modulares de Línea Motorizadas compactas 2LP1A con rele e interruptor seccionador, una celda modular de Protección con ruptofusible y un armario de telemando sobre celda ACC; el sistema a instalar estará homologado por I-DE Iberdrola Distribución. La unidad compacta de telemando (UCT) estará compuesta de armario de automatización sobre celda ACC con interconexión telemando armario -celda con conectores Harting BUS RS485.

Las tres **celdas de línea motorizadas** darán suministro:

-Celda línea 1: entrada Línea Nájera STR Cirueña que viene del tramo comprendido entre el nuevo apoyo 83B existente, mediante empalme.

-Celda línea 2: salida Línea Nájera STR Cirueña que viene del tramo comprendido entre el nuevo apoyo 83B existente, mediante empalme.

-Celda línea 3: Salida LSMT que alimentara el Centro de Medida Propiedad del Cliente donde se encuentran las celdas de medida y relés del suministro al CT de la Estación de Bombeo objeto del presente proyecto.

Las características del embarrado de las celdas del Centro de Seccionamiento y Centro de Medida son celdas modulares de aislamiento en SF6 CGMCOSMOS segun:

Tensión nominal		24 Kv (IEC) /27kv (IEEE)
Nivel de aislamiento	50/60 kV	50/60 kV
	125/145 kV	125/145 kV
Corriente nominal	Embarrado	630 A
	Llegada / salida	400/630 A
	Bajante de transformador	200A
	Protección por Interruptor Automático	630 A
Corriente de corto-circuito	16/20 kA (1/3s) - 25 kA (1s)	
Poder de cierre bajo corto-circuito	40 kA - 52 kA - 62.5 kA	
Frecuencia	50/60 Hz	
Arco interno (IAC AFL)	Hasta 20kA 1s	
Temperatura ambiente	-5 a 40 ºC	

Categoría de pérdida de continuidad de servicio	LSC 2 (según CEI 62271-200)
Clase de separación	PI (según CEI 62271-200)
Índice de protección (CEI 60529 y EN 50102)	IPX8 (cuba gas) IP2XD (envolvente externa) IK09 (Compartimento Media Tensión)

Por lo tanto, dicho embarrado debe soportar la intensidad nominal sin superar la temperatura de régimen permanente (comprobación por densidad de corriente), así como los esfuerzos electrodinámicos y térmicos que se produzcan durante un cortocircuito.

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

V.3.1.2. Celdas lado Propiedad Privada:

- Celda CD (CR) 24kV 630A 20kA, CGMCOSMOS RC, con resistencia de caldeo, celda de remonte que permite hacer una llegada o una salida, directa con cables.

- Celda TT+DC (CMPAS) 24kV 630A 20kA, CGMCOSMOS-V, con protección mediante interruptor automático y con espacio para albergar tres transformadores de tensión de relación indicada por Iberdrola, contactos de estado, resistencia de caldeo y un kit de fusibles. Con contactos de estado libres de potencial 2NC+2NO+2NC, preparada para albergar el relé multifunción normalizado I-DE Iberdrola, mando motorizado, bobina de cierre, bobina de mínima tensión y resistencia de caldeo.

-Relé multifunción ekorRPG con las funciones de sobreintensidad temporizada (sobrecarga) e instantánea (cortocircuito) de fases y de neutro:
• Sobrecarga y cortocircuito 50/51,
• Homopolar direccional 67N (neutro aislado) o no direccional 50N/51N (neutro puesto a tierra).

- Celda M (CMM) 24kV 630A 20kA, CGMCOSMOS-M, celda de Medida con tres transformadores de tensión de relación indicada en norma I-DE Iberdrola y tres transformadores de intensidad de relación indicada en norma I-DE Iberdrola, con resistencia de caldeo.

- Celda IS (CML) 24kV 630A 20kA celda de línea con contactos de estado y resistencia de caldeo. Para llegada / salida de cables equipada con interruptor seccionador ISF6.

Las características del embarrado de las celdas modulares de aislamiento en SF6 CGMCOSMOS son:

Tensión nominal		24 Kv (IEC) /27kv (IEEE)
	50/60 kV	50/60 kV

Nivel de aislamiento	125/145 kV	125/145 kV
Corriente nominal	Embarrado	630 A
	Llegada / salida	400/630 A
	Bajante de transformador	200A
	Protección por Interruptor Automático	630 A
Corriente de corto-circuito	16/20 kA (1/3s) - 25 kA (1s)	
Poder de cierre bajo corto-circuito	40 kA - 52 kA - 62.5 kA	
Frecuencia	50/60 Hz	
Arco interno (IAC AFL)	Hasta 20kA 1s	
Temperatura ambiente	-5 a 40 ºC	
Categoría de pérdida de continuidad de servicio	LSC 2 (según CEI 62271-200)	
Clase de separación	PI (según CEI 62271-200)	
Índice de protección (CEI 60529 y EN 50102)	IPX8 (cuba gas) IP2XD (envolvente externa) IK09 (Compartimento Media Tensión)	

-Relé de protección multifunción de celda medida contra sobrecargas RPG

Las protecciones de cabecera para el enganche de la Instalación de Bombeo con la red de compañía están asociadas al interruptor general de la celda protección por Interruptor Automático, mediante un cuadro de protección de MT, ubicado en un armario metálico. De acuerdo con la MT 2.00.03. ESPECIFICACIONES PARTICULARES PARA INSTALACIONES DE CLIENTES EN AT, en su apartado *9.3.2. Protección con relés e interruptor automático*, deberá incluir un **relé multifunción** normalizado por la compañía distribuidora dispondrá de las protecciones requeridas por compañía según esta norma técnica particular, donde la actuación de las protecciones de los clientes en caso de faltas en sus instalaciones debe ser anterior a la apertura de los interruptores de i-DE. Esto se garantiza mediante una actuación del sistema de protecciones de los clientes en tiempos que, siendo adaptados a las características de la instalación, sean asimismo inferiores a los tiempos máximos de actuación que se describen a continuación.

Las protecciones voltimetricas del relé multifunción serán:

-Protecciones de fase: Arranque y tiempos de actuacion de la unidad temporizada de fase (51) e instantánea (50), según curva indicada en la MT 2.00.03. apartado 9.3.2.1.

-Protecciones de neutro: La curva viene definida por los tramos, que representan una unidad de neutro temporizada (51N) y una instantánea (50N) según curva indicada en la MT 2.00.03 apartado 9.3.2.2.

-Instalaciones de gran potencia: relés de protección dispondra de un sistema que le haga inmune a las corrientes de energización de transformadores, con objeto de evitar disparos intempestivos durante la energización de los transformadores debido a su corriente transitoria de conexión.

El rele tendrá también un Display digital, puerto de comunicación (Ethernet y RS232) y Fuente alimentación 48Vdc / 5A / 7Ah con una autonomía de más de 8 horas (según requerimiento de I-DE Iberdrola).

Por lo tanto, dicho embarrado debe soportar la intensidad nominal sin superar la temperatura de régimen permanente (comprobación por densidad de corriente), así como los esfuerzos electrodinámicos y térmicos que se produzcan durante un cortocircuito.

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

V.3.2.- Comprobación por densidad de corriente.

La comprobación por densidad de corriente tiene por objeto verificar que el conductor que constituye el embarrado es capaz de conducir la corriente nominal máxima sin sobrepasar la densidad de corriente máxima en régimen permanente. Dado que se utilizan celdas bajo envolvente metálica fabricadas conforme a la normativa vigente, se garantiza lo indicado para la intensidad asignada de 400 – 630 A.

V.3.3.- Comprobación por solicitación electrodinámica.

La intensidad dinámica de cortocircuito se valora en aproximadamente 2,5 veces la intensidad eficaz de cortocircuito del primario calculada anteriormente, por lo que:

$$Icc(din) \approx 2{,}5 \times 20 \approx 50kA$$

Dado que se utilizan celdas bajo envolvente metálica fabricadas conforme a la normativa vigente, el fabricante garantiza el cumplimiento de la expresión anterior.

$$I(\text{poder corte CC}) = 52\ kA - 62.5\ kA$$

V.3.4.- Comprobación por solicitación térmica a cortocircuito.

La comprobación térmica tiene por objeto comprobar que no se producirá un calentamiento excesivo de la aparamenta por defecto de un cortocircuito. Esta comprobación se puede realizar mediante cálculos teóricos, pero preferentemente se debe realizar un ensayo según la normativa en vigor. En este caso, la intensidad considerada es la eficaz de cortocircuito, cuyo valor es:

Icc(ter) = 20 kA

Las celdas empleadas presentan la certificación correspondiente que cubre este valor necesitado. Puesto que se utilizan celdas bajo envolvente metálica fabricadas conforme a la normativa vigente, el fabricante garantiza que:

Iter ≥ 16/20 kA (1/3s) - 25 kA (1s)

V.3.5.- Protección contra sobrecargas y cortocircuitos.

Al no haber transformadores en esta aplicación, no hay protección de transformador en MT o en Baja Tensión.

V.3.6.- Dimensionado de la ventilación.

Puesto que se ha utilizado edificio prefabricado homologado estándar para este tipo de uso, este ha sufrido ensayos de homologación en cuanto al dimensionado de la ventilación del Centro de Seccionamiento y Centro de Medida.

La ventilación del edificio se realiza por convección natural a través de rejillas de ventilación en situadas en las puertas de chapa galvanizada y pintada, garantizando la disipación de calor. El número de rejillas de ventilación y la superficie de las, se ajustan a las celdas que se colocan en su interior.

Las rejillas de ventilación están diseñadas para impedir la entrada de animales pequeños, la entrada de aguas pluviales y los contactos accidentales con las partes en tensión mediante la introducción de elementos metálicos para la misma.

Las puertas y las aberturas de ventilación son de chapa galvanizada de 2 mm de espesor, pintadas con pintura epoxi. Esta doble protección, galvanizado y pintura, las hace muy resistentes a la corrosión causada por los agentes atmosféricos. Las ventilaciones poseen unas finas redes metálicas que impiden la penetración de pequeños insectos y otros animales pequeños, sin disminuir la capacidad de ventilación.

Al no incluirse transformadores en esta aplicación, no es necesario que se disponga de ventilación adicional en el Centro de Seccionamiento ni en el Centro de Medida.

V.4. - CALCULO DE LA INSTALACION DE PUESTA A TIERRA.

V.4.1.- Consideraciones previas.

El Centro de Seccionamiento (CS) y Centro de Medida (CM) estarán provistos de una instalación de puesta a tierra, con objeto de limitar las tensiones de defecto a tierra que puedan producirse en el propio CS y CM.

La instalación de puesta a tierra estará formada por un circuito el correspondiente a la tierra general, que se diseñará 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.

Se conectarán al circuito de puesta a tierra general, las masas de MT y más concretamente los siguientes elementos:

- Envolturas y pantallas metálicas de los cables.
- Envolvente metálica de las celdas de distribución secundaria.
- Pantallas o enrejados de protección.
- Mallazo equipotencial de la solera.
- Tapas y marco metálico de los canales de cables.

Las rejillas de ventilación y las puertas se instalarán de manera que no estén en contacto con la red de tierra general del CS y CM.

Para diseñar la instalación de puesta a tierra se utilizará el “Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación conectados a redes de tercera categoría” elaborado por UNESA. El método UNESA establece el siguiente procedimiento a seguir para el diseño de la instalación de puesta a tierra:

1.- Investigación de las características del terreno. Se admite la estimación del valor de la resistividad del terreno, con los condicionantes especificados en la ITC-RAT 13, aunque resulta conveniente medirla in situ mediante el método de Wenner.

2.- Determinación de la intensidad de defecto a tierra y del tiempo máximo deliminación del defecto. El cálculo de la intensidad de defecto tiene una formulación diferente según el sistema de instalación de la puesta a tierra del neutro (o servicio), en el caso del CS no se realizara porque no existe la tierra de neutro.

3.- Diseño preliminar de la instalación de puesta a tierra.

4.- Cálculo de la resistencia de puesta a tierra.

5.- Cálculo de las tensiones de paso en el exterior del CS y CM.

6.- Cálculo de las tensiones de paso y contacto en el interior del CS y CM.

7.- Comprobación de que las tensiones de paso y contacto son inferiores a los valores máximos admisibles definidos en el ITC-RAT 13 “Instalaciones de puesta a tierra”.

8.- Investigación de las tensiones transferidas al exterior.

9.- Corrección y ajuste del diseño inicial.

V.4.2.- Investigación de las características del suelo.

El Reglamento de Alta Tensión indica que, para instalaciones de tercera categoría y de intensidad de cortocircuito a tierra inferior o igual a 1,5 kA, no será imprescindible realizar la citada investigación previa de la resistividad del suelo, bastando el examen visual del terreno y pudiéndose estimar su resistividad, siendo necesario medirla para corrientes superiores. No obstante, se recomienda hacer un ensayo para determinar la resistividad del terreno, si el terreno fuera muy arcilloso y húmedo.

El terreno en el que se colocara el CM y CS, está en un terreno de cultivo de arena arcillosa, y está compuesto principalmente por arenas arcillosas, que según la tabla 2 de la ITC-RAT 13 la resistividad es de 50 a 500 ohm-m, por lo que tendrá en cuenta una resistividad media en 200ohm x m = Ro.

V.4.3.- Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y tiempo máximo correspondiente deliminación de defecto.

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

De la red:

-Tipo de neutro. En el CS y CM no hay tierra de neutro.

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

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

Según la tabla 5 de la MT 2.11.33_E03_may19- DISEÑO DE PUESTAS A TIERRA, para el sistema de puesta a tierra adoptado por i-DE en las subestaciones, el valor adoptado para la corriente máxima de defecto a tierra, empleado para la verificación de las configuraciones tipo de los sistemas de puesta a tierra será: La tensión de la red es de 13.2KV, por lo que según la tabla la I_{dmax} es de 4.500A.

Según la tabla 6 de la MT 2.11.33_E03_may19- DISEÑO DE PUESTAS A TIERRA, la característica de actuación de las protecciones, para el caso de faltas a tierra, para las instalaciones de i-DE con tensiones nominales ≤ 30 kV, cumple con las relaciones:

Nuestra red de 13.2kv tendrá que cumplir unas características de actuación: $I'_{1F} \cdot t = 400$.

V.4.4.- Diseño preliminar de la instalación de tierra.

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

En este tipo de centros, el electrodo de Puesta a Tierra estará formado por disposiciones lineales, realizándose la salida al exterior en cable de cobre aislado de 0,6/1 kV protegido contra daños mecánicos, y aprovechando, para la colocación del electrodo, las zanjas de los cables de alimentación del centro.

En todas las configuraciones se utilizarán electrodos de pica de 14mm. de diámetro y una longitud de 2m. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0,5 m. como mínimo.

V.4.5.- Diseño de los electrodos de puesto a tierra para el Centro de Seccionamiento.

V.4.5.1- Cálculo de la resistencia del sistema de tierra para el CS.

Características de la red de alimentación:

-Tensión de servicio: Ur=13.2kv

- $I_{d\ max\ cal}$= 381 A calculada para el CT

-Nivel de aislamiento de las instalaciones de BT: Vbt = 10.000 V

-Características del terreno:

Resistividad del terreno Ro = 200 Ω × m

Resistividad del hormigón ρ′o= 3000 Ω × m

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

Id x Rt ≤ Vbt siendo:

Id= Intensidad de falta a tierra, en A

Rt = Resistencia total de puesta a tierra, en Ω

Vbt= Tensión de aislamiento en baja tensión, en V

La intensidad del defecto calculada para el CT: Id = I_{dm} = 381 A

Así pues, la resistencia total de puesta a tierra preliminar resulta: Rt= 26,24Ω

Según la tabla 4 de la MT 2.11.33_E03_may19- DISEÑO DE PUESTAS A TIERRA, para el sistema de puesta a tierra adoptado por i-DE en las subestaciones, el valor adoptado para, el valor máximo de la resistencia de puesta a tierra, en

función de la tensión de red del Centro de Seccionamiento, será la indicada en la tabla 4:

Tabla 4. Valores máximos de la resistencia a tierra en Centros de Transformación.

Tensión nominal de la red U_n (kV)	Conexión de las pantallas	Máximo valor de la resistencia de puesta a tierra (Ω)
≤ 20 kV	Desconectado	50
	Conectado	100
30 kV	Desconectado	30
	Conectado	60

Por tanto el valor adoptado para la resistencia total de puesta a tierra preliminar es Rt=26,24≤ 50 Ω y por tanto cumple con las indicaciones de la normativa de Iberdrola.

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

Valor unitario de resistencia de puesta a tierra del electrodo:

Kr ≤ Rt / Ro siendo:

Rt = Resistencia total de puesta a tierra, en Ω
Ro = Resistividad de tierra, en Ω × m
Kr = Coeficiente del electrodo

Asi pues, para nuestro caso particular, y según los valores antes indicados:

Kr ≤ 26,24/200 = 0,131

V.4.5.2.- Descripción del electro de puesta a tierra para el CS.

Debido a las medidas de planta del Centro de Seccionamiento, elegiremos una configuración de tipo delectrodos de anillo rectangular de 3mtsx2,5mts. Para la tierra de protección optaremos por un sistema de las características que se indican a continuación:

- Identificación: código 30-25 / 5 / 82 del método de cálculo de tierras de UNESA.
- Parámetros característicos del electrodo:
  - De la resistencia Kr = 0,095
  - De la tensión de paso Kp = 0,022

- De la tensión de contacto Kc = 0,044

Estará constituida por un rectángulo de 3 m x 2,5 m con 4 picas en los vértices y otras 4 picas en la mitad del lado, unidas por un conductor horizontal de cobre desnudo de 50 mm² de sección.

Las picas tendrán un diámetro de 14 mm. y una longitud de 2 m. Se enterrará el electrodo horizontal a una profundidad de 0,5 m.

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

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

- Todas las partes metálicas del edificio se pondrán unidas a la tierra de protección.
- En el piso del Centro de Seccionamiento se instalará un mallazo cubierto por una capa de hormigón de 10 cm, conectado a la puesta a tierra del mismo.
- Las picas en hilera a instalar se dispondrán alineadas con el frente del edificio.

V.4.5.3.- Cálculo de las tensiones de paso en el interior de la instalación.

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

La tensión de defecto vendrá dada por:

$V'd = R't \times I'd$ Siendo,

R't Resistencia total de puesta a tierra en Ω
I'd Intensidad de defecto en A
V'd Tensión de defecto en V

Por lo que en el Centro de Seccionamiento:

$V'd = 26,24 \times 381 = 9.997V$

Cálculo de las tensiones de acceso a la instalación para CS.

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

$V'c = Kc \times Ro \times I'd$ Siendo,

Kc Coeficiente tensión contacto = 0,044

Ro Resistividad del terreno en Ω x m
I′d Intensidad de defecto en A
V′c Tensión de paso en el acceso en V

Por lo que para el caso:

V′c = 0,044 x 200 x 381= 3.352V

V.4.5.4.- Cálculo de las tensiones de paso en el exterior de la instalación.

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

Tensión de paso en el exterior:

V′p = Kp × Ro × I′d Siendo,
K Coeficiente tensión de paso Kp = 0,022
Ro Resistividad del terreno en Ω x m
I′d Intensidad de defecto en A
V′p Tensión de paso en el exterior en V

Por lo que para el caso:

V′p = 0,022 x 200 x 381= 1.676 V

V.4.5.5.- Cálculo de las tensiones de contacto admisibles.

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

De acuerdo a la siguiente tabla:

Duración de la corriente de falta, t_f (s)	Tensión de contacto aplicada admisible, Uca (V)
0.05	735
0.1	633
0.2	528
0.3	420
0.4	310
0.5	204
1.0	107

El valor de tiempo de duración de la corriente de falta es: I'_{1F} . t = 400, con lo que el tiempo de actuacion de las protecciones (rele) será de 400/381=1,05seg, dato que aparece en la tabla adjunta, por lo que la máxima tensión de contacto aplicada admisible al cuerpo humano es:

Uca = 107 V

La **tensión de paso máxima admisible en el exterior** es:

$$Up = 10 * U_{ca}\left[1 + \frac{2 * R_{a1} + 6 * R_0}{1000}\right]$$ siendo :

Uca máxima tensión de contacto aplicada

Ra1 resistencia equivalente calzado suela aislante, 2000 Ω

Ro Resistividad del terreno en Ω x m =300

Por tanto, la tensión de paso máxima admisible en el exterior es: Up = 7.276 V

La **tensión de paso máxima admisible en el acceso al edificio**:

$$U_{pacc} = 10 * U_{ca}\left[1 + \frac{2 * R_{a1} + 3 * R_0 + 3 * R'_0}{1000}\right]$$ siendo :

Uca Máxima tensión de contacto aplicada V

Ra1 Resistencia equivalente calzado suela aislante, 2000 Ω

Ro Resistividad del terreno en Ω x m =300

R'o Resistividad del hormigón en Ω x m =3000

Por tanto, la tensión de paso máxima admisible en acceso al edificio es:

Up acc = 15.943 V

Comprobamos ahora que los valores calculados son inferiores a los valores admisibles:

- Tensión de paso en el exterior del centro:

  V'p = 1.676 V < Vp = 7.276 V

- Tensión de paso en el acceso al centro:

  V'p(acc) = 3.352 V < Vp acc = 15.943 V

- Tensión que aparece en la instalación, nivel de aislamiento:

V= Id x Rtot = 381 x 26,24 =9.997V < Vbt = 10.000 V por tanto cumple este requisito.

V.4.6.- Diseño de los electrodos de puesto a tierra para el Centro de Medida.

V.4.6.1- Cálculo de la resistencia del sistema de tierra para el CM.

Características de la red de alimentación:

-Tensión de servicio: Ur=13.2kv

- Id max cal= 381 A calculada para el CT

-Nivel de aislamiento de las instalaciones de BT: Vbt = 10.000 V

-Características del terreno:

Resistividad del terreno Ro = 200 Ω × m
Resistividad del hormigón ρ′o= 3000 Ω × m

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

Id x Rt ≤ Vbt siendo:

Id= Intensidad de falta a tierra, en A
Rt = Resistencia total de puesta a tierra, en Ω
Vbt= Tensión de aislamiento en baja tensión, en V

La intensidad del defecto calculada para el CT: Id = I_{dm} = 381 A

Así pues, la resistencia total de puesta a tierra preliminar resulta: Rt= 26,24Ω

Según la tabla 4 de la MT 2.11.33_E03_may19- DISEÑO DE PUESTAS A TIERRA, para el sistema de puesta a tierra adoptado por i-DE en las subestaciones, el valor adoptado para, el valor máximo de la resistencia de puesta a tierra, en función de la tensión de red del Centro de Medida, será la indicada en la tabla 4:

Tabla 4. Valores máximos de la resistencia a tierra en Centros de Transformación.

Tensión nominal de la red U_n (kV)	**Conexión de las pantallas**	**Máximo valor de la resistencia de puesta a tierra (Ω)**
≤ 20 kV	Desconectado	50
	Conectado	100
30 kV	Desconectado	30
	Conectado	60

Por tanto el valor adoptado para la resistencia total de puesta a tierra preliminar es Rt=26,24≤ 50 Ω y por tanto cumple con las indicaciones de la normativa de Iberdrola.

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

Valor unitario de resistencia de puesta a tierra del electrodo:

Kr ≤ Rt / Ro siendo:

Rt = Resistencia total de puesta a tierra, en Ω
Ro = Resistividad de tierra, en Ω × m

Kr = Coeficiente del electrodo

Asi pues, para nuestro caso particular, y según los valores antes indicados:

Kr ≤ 26,24/200 = 0,131

V.4.6.2.- Descripción del electro de puesta a tierra para el CM.

Debido a las medidas de planta del Centro de Medida, elegiremos una configuración de tipo delectrodos de anillo rectangular de 5mtsx3mts. Para la tierra de protección optaremos por un sistema de las características que se indican a continuación:

- Identificación: código 50-30 / 5 / 82 del método de cálculo de tierras de UNESA.
- Parámetros característicos del electrodo:
  - De la resistencia Kr = 0,087
  - De la tensión de paso Kp = 0,0182
  - De la tensión de contacto Kc = 0,0371

Estará constituida por un rectángulo de 5 m x 3 m con 4 picas en los vértices y otras 4 picas en la mitad del lado, unidas por un conductor horizontal de cobre desnudo de 50 mm² de sección.

Las picas tendrán un diámetro de 14 mm. y una longitud de 2 m. Se enterrará el electrodo horizontal a una profundidad de 0,5 m.

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

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

- Todas las partes metálicas del edificio se pondrán unidas a la tierra de protección.
- En el piso del Centro de Medida se instalará un mallazo cubierto por una capa de hormigón de 10 cm, conectado a la puesta a tierra del mismo.
- Las picas en hilera a instalar se dispondrán alineadas con el frente del edificio.

V.4.6.3.- Cálculo de las tensiones de paso en el interior de la instalación.

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

La tensión de defecto vendrá dada por:

V′d = R′t × I′d Siendo,

R′t Resistencia total de puesta a tierra en Ω
I′d Intensidad de defecto en A
V′d Tensión de defecto en V

Por lo que en el Centro de Medida:

V′d = 26,24 x 381= 9.997V

Cálculo de las tensiones de acceso a la instalación para CM.

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

V′c = Kc × Ro × I′d Siendo,

K**c** Coeficiente tensión contacto = 0,0371
Ro Resistividad del terreno en Ω x m
I′**d** Intensidad de defecto en A
V′**c** Tensión de paso en el acceso en V

Por lo que para el caso:

V′c = 0,0371 x 200 x 381= 2.827V

V.4.6.4.- Cálculo de las tensiones de paso en el exterior de la instalación.

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

Tensión de paso en el exterior:

V′p = Kp × Ro × I′d Siendo,

K Coeficiente tensión de paso Kp = 0,0182
Ro Resistividad del terreno en Ω x m
I′d Intensidad de defecto en A
V′p Tensión de paso en el exterior en V

Por lo que para el caso:

V′p = 0,0182 x 200 x 381= 1.386 V

V.4.6.5.- Cálculo de las tensiones de contacto admisibles.

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

De acuerdo a la siguiente tabla:

Duración de la corriente de falta, t_F (s)	Tensión de contacto aplicada admisible, Uca (V)
0.05	735
0.1	633
0.2	528
0.3	420
0.4	310
0.5	204
1.0	107

El valor de tiempo de duración de la corriente de falta es: I'_{1F} . t = 400, con lo que el tiempo de actuacion de las protecciones (rele) será de 400/381=1,05seg, dato que aparece en la tabla adjunta, por lo que la máxima tensión de contacto aplicada admisible al cuerpo humano es:

Uca = 107 V

La **tensión de paso máxima admisible en el exterior** es:

$$Up = 10 * U_{ca}\left[1 + \frac{2 * R_{a1} + 6 * R_0}{1000}\right]$$ siendo :

Uca máxima tensión de contacto aplicada

Ra1 resistencia equivalente calzado suela aislante, 2000 Ω

Ro Resistividad del terreno en Ω x m =300

Por tanto, la tensión de paso máxima admisible en el exterior es: Up = 7.276 V

La **tensión de paso máxima admisible en el acceso al edificio**:

$$U_{pacc} = 10 * U_{ca}\left[1 + \frac{2 * R_{a1} + 3 * R_0 + 3 * R'_0}{1000}\right]$$ siendo :

Uca Máxima tensión de contacto aplicada V

Ra1 Resistencia equivalente calzado suela aislante, 2000 Ω

Ro Resistividad del terreno en Ω x m =300

R'o Resistividad del hormigón en Ω x m =3000

Por tanto, la tensión de paso máxima admisible en acceso al edificio es:

Up acc = 15.943 V

Comprobamos ahora que los valores calculados son inferiores a los valores admisibles:

- Tensión de paso en el exterior del centro:

V'p = 1.386 V < Vp = 7.276 V

 Tensión de paso en el acceso al centro:

V′p(acc) = 2.827 V < Vp acc = 15.943 V

 Tensión que aparece en la instalación, nivel de aislamiento:

V= Id x Rtot = 381 x 26,24 =9.997V < Vbt = 10.000 V por tanto cumple este requisito.

V.4.7.- Corrección y ajuste del diseño inicial.

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

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

No obstante, se recomienda hacer un ensayo para determinar la resistividad del terreno, si el terreno fuera muy arcilloso y húmedo. El terreno se ha tendrá en cuenta una resistividad media en 200ohm x m = Ro. Si esta fuera mayor es necesario recalcular la instalación de puesta a tierra.

Anexo VI. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

INDICE PLIEGO PRESCRIPCIONES TECNICAS

CAPITULO I: CONDICIONES GENERALES PARA LÍNEAS ELÉCTRICAS DE MEDIA-ALTA TENSION, CENTROS DE TRANSFORMACIÓN Y DE MANIOBRA

1. OBJETO
2. CAMPO DE APLICACION
3. DISPOSICIONES GENERALES ITC-RAT
4. ESPECIFICACIONES PARTICULARES EMPRESA SUMINISTRADORA

CAPITULO II: CONDICIONES TECNICAS PARA LA OBRA CIVIL Y MONTAJE DE LINEAS SUBTERRANEAS DE MEDIA-ALTA TENSIÓN

1. EJECUCIÓN DE ZANJAS
    - 1.1. Zanja para media tensión en terreno con servicios.
    - 1.2. Zanja con más de una banda horizontal.
    - 1.3. Zanjas anormales y especiales
    - 1.4. Rotura de pavimentos
2. CRUZAMIENTOS DE CABLES.
    - 2.1. Materiales
    - 2.2. Dimensiones y características generales de ejecución
    - 2.3. Características particulares de ejecución de cruzamiento y paralelismo con determinado tipo de instalaciones
3. CABLES DE MEDIA TENSIÓN, TENDIDO Y EMPALMES
    - 3.1. Tendido de cables en zanja abierta
        - 3.1.1 manejo y preparación de bobinas
        - 3.1.2. Tendido de cables
    - 3.2. Tendido de cables en galería o tubulares
        - 3.2.1. Tendido de cables en tubulares
        - 3.2.2. Tendido de cables en galería
    - 3.3. Transporte de bobinas de cables
    - 3.4. Empalmes y terminales para cables MT
        - 3.4.1. Definición y condiciones de las partidas de obra ejecutadas de empalmes
        - 3.4.2. Condiciones generales de los empalmes
        - 3.4.2. Condiciones del proceso de ejecución de los empalmes

CAPITULO III: CONDICIONES TECNICAS PARA INSTALACIONES ELECTRICAS DE INTERIOR EN MEDIA-ALTA TENSIÓN

1. INSTALACIONES ELECTRICAS INTERIOR: CENTROS DE TRANSFORMACIÓN Y DE MANIOBRA.
    - 1.1. Condiciones generales de acceso y paso

1.2. Condiciones generales para las instalaciones
1.3. Condiciones particulares para centros de transformación
1.4. Ventilación
1.5. Señalizaciones e instrucciones
1.5. Paso de líneas y canalizaciones eléctricas a través de paredes, muros y tabiques de obra
1.7. Limitación de los campos magnéticos en la proximidad de instalaciones de alta tensión
1.8. Limitación del nivel de ruido emitido por instalaciones de alta tensión
1.9. Sistemas contra incendios
1.10. Alumbrados especiales de emergencia
1.11. Instrucciones y elementos para prestación de primeros auxilios
1.12. Pasillos de servicio y zonas de protección

2. CONJUNTOS PREFABRICADOS DE APARAMENTA BAJO ENVOLVENTE HASTA 52kV.
2.1. Generalidades y ámbito de aplicación.
2.2. Concepción y construcción.
2.3. Equipos de Medida.

3. RED DE TIERRAS
3.1. Prescripciones generales de puesta a tierra
3.2. Instrucciones generales de puesta a tierra
3.2.1. Elementos a conectar a tierra por motivos de protección
3.2.2. Elementos a conectar a tierra por motivos de servicio
3.2.3. Instalación de tierra general

3.3. Disposiciones particulares de puesta a tierra
3.3.1. Descargadores de sobretensiones
3.3.2. Seccionadores de puesta a tierra
3.3.3. Conjuntos protegidos por envolvente metálica
3.3.4. Elementos de la construcción
3.3.5. Elementos metálicos que salen fuera de la instalación
3.3.6. Vallas y cercas metálicas
3.3.7. Puesta a tierra en centros de transformación

CAPITULO IV: CONDICIONES TECNICAS PARA INSTALACIONES DE AEREAS ELECTRICAS EN MEDIA-ALTA TENSIÓN

1. CONDICIONES TÉCNICAS EN LA EJECUCIÓN EN LINEAS AEREAS DE MEDIA TENSION:

1.1. Excavaciones

1.2. Cimentaciones

1.3. Armado e izado de apoyos metálicos

1.4. Tendido, tensado y regulado de los conductores

1.5. Cadena de aisladores

1.6. Empalmes

1.7. Engrapado

1.8. Numeración de apoyos. Avisos de peligro eléctrico.

1.9. Puesta a tierra.

2. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

2.1. Conductores trenzados.

2.2. Conductores.

2.3. Abrazaderas y tacos de sujeción.

2.4. Herrajes.

2.5. Apoyos.

CAPITULO V: CONDICIONES TECNICO-ADMINISTRATIVAS PARA LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE MEDIA-ALTA TENSIÓN

1. DISEÑO DE LAS INSTALACIONES Y REDACCIÓN DEL PROYECTO
2. TRAMITACIÓN Y LEGALIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES
3. EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES
4. FINALIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES, CESIÓN, RECEPCIÓN Y CONEXIÓN DE LAS MISMAS

4.1 CESIÓN DE INSTALACIONES.

4.2 CONEXIÓN DE INSTALACIONES.

CAPITULO I: CONDICIONES GENERALES PARA LÍNEAS ELÉCTRICAS DE MEDIA-ALTA TENSION, CENTROS DE TRANSFORMACIÓN Y DE MANIOBRA

1. OBJETO

Este Pliego de Condiciones determina los requisitos a que se debe ajustar la ejecución de instalaciones para la distribución de energía eléctrica en Media y Alta Tensión, cuyas características técnicas estarán especificadas en el correspondiente Proyecto.

El presente Pliego debe cumplir la Normativa vigente en instalaciones de alta tensión, así como también deben hacerlo los grandes consumidores industriales, fabricantes de material eléctrico, empresas eléctricas, instaladores o mantenedores, implicados en el Proyecto.

Las instalaciones del presente Proyecto deben someterse al marco legislativo del Reglamento de Instalaciones Eléctricas de Alta Tensión, Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, ya que se acometen nuevas instalaciones eléctricas de alta tensión y/o se efectúan modificaciones en instalaciones antiguas.

2. CAMPO DE APLICACION

Este Pliego de Condiciones se refiere a la construcción de redes aéreas o subterráneas de Media-Alta Tensión, así como a Centros de Transformación y Maniobra en Media-Alta Tensión, que se ejecutan en el presente Proyecto.

3. DISPOSICIONES GENERALES ITC-RAT

Se cumplirá todo lo referente a la Reglamentación relativa a Instrucciones Técnicas Complementarias, según el Reglamento De Instalaciones Eléctricas de Alta Tensión, Real Decreto 337/2014:

ITC-RAT 01: Terminología
ITC-RAT 02: Normas y especificaciones técnicas de obligado cumplimiento
ITC-RAT 03: Declaración de conformidad para los equipos y aparatos para instalaciones de alta tensión
ITC-RAT 04: Tensiones nominales
ITC-RAT 05: Circuitos eléctricos
ITC-RAT 06: Aparatos de maniobra de circuitos
ITC-RAT 07: Transformadores y autotransformadores de potencia
ITC-RAT 08: Transformadores de medida y protección

ITC-RAT 09: Protecciones

ITC-RAT 10: Cuadros y pupitres de control

ITC-RAT 11: Instalaciones de acumuladores

ITC-RAT 12: Aislamiento

ITC-RAT 13: Instalaciones de puesta a tierra

ITC-RAT 14: Instalaciones eléctricas de interior

ITC-RAT 15: Instalaciones eléctricas de exterior

ITC-RAT 16: Conjuntos prefabricados de aparamenta bajo envolvente metálica hasta 52 kV

ITC-RAT 17: Conjuntos prefabricados de aparamenta bajo envolvente aislante hasta 52 kV

ITC-RAT 18: Aparamenta bajo envolvente metálica con aislamiento gaseoso de tension asignada igual o superior a 72,5 kV

ITC-RAT 19: Instalaciones privadas para conectar a redes de distribución y transporte de energía eléctrica

ITC-RAT 20: Anteproyectos y proyectos

ITC-RAT 21: Instaladores y empresas instaladoras para instalaciones de AT

ITC-RAT 22: Documentación y puesta en servicio de las instalaciones de AT

ITC-RAT 23: Verificaciones e inspecciones

4. ESPECIFICACIONES PARTICULARES EMPRESA SUMINISTRADORA

El presente Pliego también debe cumplir la Normativa Específica Particular de la Empresa suministradora, que en el presente Proyecto es Iberdrola Distribución (I-DE), para ello deben cumplirse las siguientes normas:

- MT 2.00.03. ESPECIFICACIONES PARTICULARES PARA INSTALACIONES DE CLIENTES EN AT
- MT 2.31.01. PROYECTO TIPO LINEA SUBTERRÁNEA DE AT HASTA 30 kV
- MT 2.03.20. NORMAS PARTICULARES PARA INSTALACIONES DE ALTA TENSIÓN (HASTA 30KV) Y BAJA TENSIÓN.
- MT 2.11.01. PROYECTO TIPO PARA CENTRO DE TRANSFORMACIÓN PREFABRICADO DE SUPERFICIE
- MT 2.11.20. PROYECTO TIPO CENTRO SECCIONAMIENTO PARA CONEXIÓN DE INSTALACIONES PARTICULARES.
- MT 2.11.33. DISEÑO DE PUESTAS A TIERRA PARA CTS < 30KV
- MT 2.31.01 PROYECTO TIPO DE LINEA SUBTERRÁNEA DE AT HASTA 30 kV
- NI 50.42.11 ESPECIFICACIÓN PARTICULAR - CELDAS DE ALTA TENSIÓN BAJO ENVOLVENTE METÁLICA HASTA 36KV, PREFABRICADAS, CON DIELÉCTRICO DE SF6, PARA CT.

CAPITULO II: CONDICIONES TECNICAS PARA LA OBRA CIVIL Y MONTAJE DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE MEDIA-ALTA TENSIÓN

1. EJECUCIÓN DE ZANJAS

La ejecución de las zanjas esta detallado en la Memoria y Planos correspondientes. Su ejecución comprende:

a) Apertura de las zanjas.
b) Suministro y colocación de protección de arena.
c) Suministro y colocación de protección de placas rígidas.
d) Colocación de la cinta de atención al cable.
e) Tapado y apisonado de las zanjas.
f) Carga y transporte de las tierras sobrantes.
g) Utilización de los dispositivos de balizamiento apropiados.

1.1. Zanja para media tensión en terreno con servicios.

Cuando al abrir calas de reconocimiento o zanjas para el tendido de nuevos cables aparezcan otros servicios se cumplirán los siguientes requisitos:

a) Se avisará a la empresa propietaria de los mismos. El encargado de la obra tomará las medidas necesarias, en el caso de que estos servicios queden al aire, para sujetarlos con seguridad de forma que no sufran ningún deterioro. Y en el caso en que haya que correrlos, para poder ejecutar los trabajos, se hará siempre de acuerdo con la empresa propietaria de las canalizaciones. Nunca se deben dejar los cables suspendidos, por necesidad de la canalización, de forma que estén en tracción, con el fin de evitar que las piezas de conexión, tanto en empalmes como en derivaciones, puedan sufrir.

b) Se establecerán los nuevos cables de forma que no se entrecrucen con los servicios establecidos, guardando, a ser posible, paralelismo con ellos.

c) Se procurará que la distancia mínima entre servicios sea de 30 cm. en la proyección horizontal de ambos.

d) Cuando en la proximidad de una canalización existan soportes de líneas aéreas de transporte público, telecomunicación, alumbrado público, etc., el cable se colocará a una distancia mínima de 50 cm. de los bordes extremos de los soportes o de las fundaciones. Esta distancia pasará a 150 cm. cuando el soporte esté sometido a un esfuerzo de vuelco permanente hacia la zanja. En el caso en que

esta precaución no se pueda tomar, se utilizará una protección mecánica resistente a lo largo de la fundación del soporte, prolongada una longitud de 50 cm. a un lado y a otro de los bordes extremos de aquella con la aprobación del Supervisor de la Obra.

1.2. Zanja con más de una banda horizontal.

Cuando en una misma zanja se coloquen cables de baja tensión y media tensión, cada uno de ellos deberá situarse a la profundidad que le corresponda y llevará su correspondiente protección de arena y placa rígida. De este modo se logrará prácticamente una independencia casi total entre ambas canalizaciones. Los cruces en este caso, cuando los haya, se realizarán de acuerdo con lo indicado en los planos del proyecto.

1.3. Zanjas anormales y especiales

La separación mínima entre ejes de cables multipolares o mazos de cables unipolares, componentes del mismo circuito, será la indicada en planos, si no estuviera reflejada en los planos o memoria sera de 0,20 m. separados por un ladrillo o de 0,25 m. entre caras sin ladrillo y la separación entre los ejes de los cables extremos y la pared de la zanja de 0,10 m.; por tanto, la anchura de la zanja se hará con arreglo a estas distancias mínimas y de acuerdo con lo ya indicado cuando, además, haya que colocar tubos.

También en algunos casos se pueden presentar dificultades anormales (galerías, pozos, cloacas, etc.). Entonces los trabajos se realizarán con precauciones y normas pertinentes al caso y las generales dadas para zanjas de tierra.

1.4. Rotura de pavimentos

Los pavimentos serán repuestos de acuerdo con las normas y disposiciones dictadas por el propietario de los mismos.

Deberá lograrse una homogeneidad, de forma que quede el pavimento nuevo lo más igualado posible al antiguo, haciendo su reconstrucción con piezas nuevas si está compuesto por losas, losetas, etc. En general serán utilizados materiales nuevos salvo las losas de piedra, bordillo de granito y otros similares.

Además de las disposiciones dadas por la Entidad propietaria de los pavimentos, para la rotura, deberá tenerse en cuenta lo siguiente:

a) La rotura del pavimento con maza (Almádena) está rigurosamente prohibida, debiendo hacer el corte del mismo de una manera limpia, con lajadera.

b) En el caso en que el pavimento esté formado por losas, adoquines, bordillos de granito u otros materiales, de posible posterior utilización, se quitarán éstos con la precaución debida para no ser dañados, colocándose luego de forma que no sufran deterioro y en el lugar que molesten menos a la circulación.

2. CRUZAMIENTOS DE CABLES.

El cable deberá ir en el interior de tubos en los casos siguientes:

A) Para el cruce de calles, caminos o carreteras con tráfico rodado.

B) En las entradas de carruajes o garajes públicos.

C) En los lugares en donde por diversas causas no debe dejarse tiempo la zanja abierta.

D) En los sitios en donde esto se crea necesario por indicación del Proyecto o del Supervisor de la Obra.

2.1. Materiales

Los materiales a utilizar en los cruces normales serán de las siguientes cualidades y condiciones:

a) Los tubos podrán ser de plástico, provenientes de fábricas de garantía, siendo el diámetro que se señala en estas normas el correspondiente al interior del tubo y su longitud la más apropiada para el cruce de que se trate. La superficie será lisa.

Los tubos se colocarán de modo que en sus empalmes la boca hembra esté situada antes que la boca macho siguiendo la dirección del tendido probable, del cable, con objeto de no da½ar a éste en la citada operación.

b) El cemento será Portland o artificial y de marca acreditada y deberá reunir en sus ensayos y análisis químicos, mecánicos y de fraguado, las condiciones de la vigente instrucción espa½ola del Ministerio de Obras Públicas. Deberá estar envasado y almacenado convenientemente para que no pierda las condiciones precisas. La dirección técnica podrá realizar, cuando lo crea conveniente, los análisis y ensayos de laboratorio que considere oportunos. En general se utilizará como mínimo el de calidad P-250 de fraguado lento.

c) La arena será limpia, suelta, áspera, crujiendo al tacto y exenta de sustancias orgánicas o partículas terrosas, para lo cual si fuese necesario, se tamizará y lavará convenientemente. Podrá ser de río o miga y la dimensión de sus granos será de hasta 2 ó 3 mm.

d) Los áridos y gruesos serán procedentes de piedra dura silícea, compacta, resistente, limpia de tierra y detritus y, a ser posible, que sea canto rodado. Las

dimensiones será de 10 a 60 mm. con granulometría apropiada. Se prohíbe el empleo del llamado revoltón, o sea piedra y arena unida, sin dosificación, así como cascotes o materiales blandos.

e) AGUA - Se empleará el agua de río o manantial, quedando prohibido el empleo de aguas procedentes de ciénagas.

f) MEZCLA - La dosificación a emplear será la normal en este tipo de hormigones para fundaciones, recomendándose la utilización de hormigones preparados en plantas especializadas en ello.

2.2. Dimensiones y características generales de ejecución

Los trabajos de cruces, teniendo en cuenta que su duración es mayor que los de apertura de zanjas, empezarán antes, para tener toda la zanja a la vez, dispuesta para el tendido del cable.

Estos cruces serán siempre rectos, y en general, perpendiculares a la dirección de la calzada. Sobresaldrán en la acera, hacia el interior, unos 20 cm. del bordillo (debiendo construirse en los extremos un tabique para su fijación).

El diámetro de los tubos será de 20 cm. Su colocación y la sección mínima de hormigonado responderá a lo indicado en los planos. Estarán recibidos con cemento y hormigonados en toda su longitud.

Cuando por imposibilidad de hacer la zanja a la profundidad normal los cables estén situados a menos de 80 cm. de profundidad, se dispondrán en vez de tubos de fibrocemento ligero, tubos metálicos o de resistencia análoga para el paso de cables por esa zona, previa conformidad del Supervisor de Obra.

Los tubos vacíos, ya sea mientras se ejecuta la canalización o que al terminarse la misma se quedan de reserva, deberán taparse con rasilla y yeso, dejando en su interior un alambre galvanizado para guiar posteriormente los cables en su tendido.

Los cruces de vías férreas, cursos de agua, etc. deberán proyectarse con todo detalle.

Se debe evitar posible acumulación de agua o de gas a lo largo de la canalización situando convenientemente pozos de escape en relación al perfil altimétrico.

En los tramos rectos, cada 15 ó 20 m., según el tipo de cable, para facilitar su tendido se dejarán calas abiertas de una longitud mínima de 3 m. en las que se interrumpirá la continuidad del tubo. Una vez tendido el cable estas calas se taparán cubriendo previamente el cable con canales o medios tubos, recibiendo sus uniones con cemento o dejando arquetas fácilmente localizables para ulteriores intervenciones, según indicaciones del Supervisor de Obras.

En los cambios de dirección se construirán arquetas de hormigón o ladrillo, siendo sus dimensiones las necesarias para que el radio de curvatura de tendido sea como mínimo 20 veces el diámetro exterior del cable. No se admitirán ángulos inferiores a 90º y aún éstos se limitarán a los indispensables. En general los cambios de dirección se harán con ángulos grandes. Como norma general, en alineaciones superiores a 40 m. serán necesarias las arquetas intermedias que promedien los tramos de tendido y que no estén distantes entre sí más de 40 m.

Las arquetas sólo estarán permitidas en aceras o lugares por las que normalmente no debe haber tránsito rodado; si esto excepcionalmente fuera imposible, se reforzarán marcos y tapas.

En la arqueta, los tubos quedarán a unos 25 cm. por encima del fondo para permitir la colocación de rodillos en las operaciones de tendido. Una vez tendido el cable los tubos se taponarán con yeso de forma que el cable queda situado en la parte superior del tubo. La arqueta se rellenará con arena hasta cubrir el cable como mínimo.

La situación de los tubos en la arqueta será la que permita el máximo radio de curvatura.

Las arquetas podrán ser registrables o cerradas. En el primer caso deberán tener tapas metálicas o de hormigón provistas de argollas o ganchos que faciliten su apertura. El fondo de estas arquetas será permeable de forma que permita la filtración del agua de lluvia.

Si las arquetas no son registrables se cubrirán con los materiales necesarios para evitar su hundimiento. Sobre esta cubierta se echará una capa de tierra y sobre ella se reconstruirá el pavimento.

2.3. Características particulares de ejecución de cruzamiento y paralelismo con determinado tipo de instalaciones

El cruce de líneas eléctricas subterráneas con ferrocarriles o vías férreas deberá realizarse siempre bajo tubo. Dicho tubo rebasará las instalaciones de servicio en una distancia de 1,50 m. y a una profundidad mínima de 1,30 m. con respecto a la cara inferior de las traviesas. En cualquier caso se seguirán las instrucciones del condicionado del organismo competente.

En el caso de cruzamientos entre dos líneas eléctricas subterráneas directamente enterradas, la distancia mínima a respetar será de 0,25 m.

La mínima distancia entre la generatriz del cable de energía y la de una conducción metálica no debe ser inferior a 0,30 m. Además entre el cable y la conducción debe estar interpuesta una plancha metálica de 3 mm de espesor como mínimo u otra protección

mecánica equivalente, de anchura igual al menos al diámetro de la conducción y de todas formas no inferior a 0,50 m.

Análoga medida de protección debe aplicarse en el caso de que no sea posible tener el punto de cruzamiento a distancia igual o superior a 1 m. de un empalme del cable.

En el paralelismo entre el cable de energía y conducciones metálicas enterradas se debe mantener en todo caso una distancia mínima en proyección horizontal de:

- 0,50 m. para gaseoductos.
- 0,30 m. para otras conducciones.

En el caso de cruzamiento entre líneas eléctricas subterráneas y líneas de telecomunicación subterránea, el cable de energía debe, normalmente, estar situado por debajo del cable de telecomunicación. La distancia mínima entre la generatriz externa de cada uno de los dos cables no debe ser inferior a 0,50 m. El cable colocado superiormente debe estar protegido por un tubo de hierro de 1m. de largo como mínimo y de tal forma que se garantice que la distancia entre las generatrices exteriores de los cables en las zonas no protegidas, sea mayor que la mínima establecida en el caso de paralelismo, que indica a continuación, medida en proyección horizontal. Dicho tubo de hierro debe estar protegido contra la corrosión y presentar una adecuada resistencia mecánica; su espesor no será inferior a 2 mm.

En donde por justificadas exigencias técnicas no pueda ser respetada la mencionada distancia mínima, sobre el cable inferior debe ser aplicada un protección análoga a la indicada para el cable superior. En todo caso la distancia mínima entre los dos dispositivos de protección no debe ser inferior a 0,10 m. El cruzamiento no debe efectuarse en correspondencia con una conexión del cable de telecomunicación, y no debe haber empalmes sobre el cable de energía a una distancia inferior a 1 m.

En el caso de paralelismo entre líneas eléctricas subterráneas y líneas de telecomunicación subterráneas, estos cables deben estar a la mayor distancia posible entre sí. En donde existan dificultades técnicas importantes, se puede admitir una distancia mínima en proyección sobre un plano horizontal, entre los puntos más próximos de las generatrices de los cables, no inferior a 0,50 m. en los cables interurbanos o a 0,30 m. en los cables urbanos.

3. CABLES DE MEDIA TENSIÓN, TENDIDO Y EMPALMES

DEFINICIÓN Y CONDICIONES DE LAS PARTIDAS DE OBRA EJECUTADAS

Cables unipolares con conductor de aluminio y aislamiento seco, de tensiones nominales 12/20 kV y 18/30 kV, para redes de distribución en media tensión y secciones de 150, 240 y 400 mm2.

Se han considerado los siguientes tipos:

- Cables con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE), cubierta de poliolefina termoplástica y pantalla
- Cables con aislamiento de etileno-polipropileno (EPR), cubierta de poliolefina termoplástica y pantalla

La ejecución de la unidad de obra incluye las siguientes operaciones:

- Replanteo
- Tendido del cable
- Ejecución de las conexiones eléctricas
- Retirada de la obra de los restos de embalajes, recortes de cables, etc.

CONDICIONES GENERALES:

El recorrido será el indicado en la dirección tecnica.

Los conductores quedarán extendidos de manera que sus propiedades no queden dañadas.

Los empalmes y derivaciones estarán realizados con elementos de conexión normalizados y compatibles con los materiales del cable. Por este motivo se utilizarán los materiales y accesorios suministrados por el fabricante o los expresamente aprobados por éste. Las conexiones y empalmes se realizarán de manera que quede garantizada la continuidad eléctrica, de la pantalla y del aislamiento.

El radio mínimo de curvatura del cable será superior a 15 D (siendo D el diámetro exterior del cable).

El cable llevará una identificación del circuito al que pertenece. Estará hecha la prueba de servicio.

3.1. Tendido de cables en zanja abierta

3.1.1 manejo y preparación de bobinas

Cuando se desplace la bobina en tierra rodándola, hay que fijarse en el sentido de rotación, generalmente indicado en ella con una flecha, con el fin de evitar que se afloje el cable enrollado en la misma.

La bobina no debe almacenarse sobre un suelo blando.

Antes de comenzar el tendido del cable se estudiará el punto más apropiado para situar la bobina, generalmente por facilidad de tendido: en el caso de suelos con pendiente

suele ser conveniente el canalizar cuesta abajo. También hay que tener en cuenta que si hay muchos pasos con tubos, se debe procurar colocar la bobina en la parte más alejada de los mismos, con el fin de evitar que pase la mayor parte del cable por los tubos.

En el caso del cable trifásico no se canalizará desde el mismo punto en dos direcciones opuestas con el fin de que las espirales de los tramos se correspondan.

Para el tendido, la bobina estará siempre elevada y sujeta por un barrón y gatos de potencia apropiada al peso de la misma.

3.1.2. Tendido de cables

Los cables deben ser siempre desarrollados y puestos en su sitio con el mayor cuidado, evitando que sufran torsión, hagan bucles, etc. y teniendo siempre pendiente que el radio de curvatura del cable deber ser superior a 20 veces su diámetro durante su tendido, y superior a 10 veces su diámetro una vez instalado.

Cuando los cables se tiendan a mano, los hombres estarán distribuidos de una manera uniforme a lo largo de la zanja.

También se puede canalizar mediante cabrestantes, tirando del extremo del cable, al que se habrá adoptado una cabeza apropiada, y con un esfuerzo de tracción por mmR de conductor que no debe sobrepasar el que indique el fabricante del mismo. En cualquier caso el esfuerzo no será superior a 4 kg/mm² en cables trifásicos y a 5 kg/mm² para cables unipolares, ambos casos con conductores de cobre. Cuando se trate de aluminio deben reducirse a la mitad. Será imprescindible la colocación de dinamómetro para medir dicha tracción mientras se tiende.

El tendido se hará obligatoriamente sobre rodillos que puedan girar libremente y construidos de forma que no puedan da½ar el cable. Se colocarán en las curvas los rodillos de curva precisos de forma que el radio de curvatura no sea menor de veinte veces el diámetro del cable.

Durante el tendido del cable se tomarán precauciones para evitar al cable esfuerzos importantes, así como que sufra golpes o rozaduras.

No se permitirá desplazar el cable, lateralmente, por medio de palancas u otros útiles, sino que se deberá hacer siempre a mano.

Sólo de manera excepcional se autorizará desenrollar el cable fuera de la zanja, en casos muy específicos y siempre bajo la vigilancia del Supervisor de la Obra.

Cuando la temperatura ambiente sea inferior a 0 grados centígrados no se permitirá hacer el tendido del cable debido a la rigidez que toma el aislamiento.

La zanja, en todo su longitud, deberá estar cubierta con una capa de 10 cm. de arena fina en el fondo, antes de proceder al tendido del cable.

No se dejará nunca el cable tendido en una zanja abierta, sin haber tomado antes la precaución de cubrirlo con la capa de 15 cm. de arena fina y la protección de placa rigida.

En ningún caso se dejarán los extremos del cable en la zanja sin haber asegurado antes una buena entanqueidad de los mismos.

Cuando dos cables se canalicen para ser empalmados, si están aislados con papel impregnado, se cruzarán por lo menos un metro, con objeto de sanear las puntas y si tienen aislamiento de plástico el cruzamiento será como mínimo de 50 cm.

Las zanjas, una vez abiertas y antes de tender el cable, se recorrerán con detenimiento para comprobar que se encuentran sin piedras u otros elementos duros que puedan da½ar a los cables en su tendido.

Si con motivo de las obras de canalización aparecieran instalaciones de otros servicios, se tomarán todas las precauciones para no da½arlas, dejándolas, al terminar los trabajos, en la misma forma en que se encontraban primitivamente. Si involuntariamente se causara alguna avería en dichos servicios, se avisará con toda urgencia a la oficina de control de obras y a la empresa correspondiente, con el fin de que procedan a su reparación. El encargado de la obra por parte de la Contrata, tendrá las se½as de los servicios públicos, así como su número de teléfono, por si tuviera, el mismo, que llamar comunicando la avería producida.

Si las pendientes son muy pronunciadas, y el terreno es rocoso e impermeable, se está expuesto a que la zanja de canalización sirva de drenaje, con lo que se originaría un arrastre de la arena que sirve de lecho a los cables. En este caso, si es un talud, se deberá hacer la zanja al bies, para disminuir la pendiente, y de no ser posible, conviene que en esa zona se lleve la canalización entubada y recibida con cemento.

Cuando dos o más cables de M.T. discurran paralelos entre dos subestaciones, centros de reparto, centros de transformación, etc., deberán se½alizarse debidamente, para facilitar su identificación en futuras aperturas de la zanja utilizando para ello cada metro y medio, cintas adhesivas de colores distintos para cada circuito, y en fajas de anchos diferentes para cada fase si son unipolares. De todos modos al ir separados sus ejes 20 cm. mediante un ladrillo o placa rigida colocado de canto a lo largo de toda la zanja, se facilitará el reconocimiento de estos cables que además no deben cruzarse en todo el recorrido entre dos C.T.

En el caso de canalizaciones con cables unipolares de media tensión formando ternas, la identificación es más dificultosa y por ello es muy importante el que los cables o mazos de cables no cambien de posición en todo su recorrido como acabamos de indicar.

Además se tendrá en cuenta lo siguiente:

a) Cada metro y medio serán colocados por fase una vuelta de cinta adhesiva y permanente, indicativo de la fase 1, fase 2 y fase 3 utilizando para ello los colores normalizados cuando se trate de cables unipolares.

Por otro lado, cada metro y medio envolviendo las tres fases, se colocarán unas vueltas de cinta adhesiva que agrupe dichos conductores y los mantenga unidos, salvo indicación en contra del Supervisor de Obras. En el caso de varias ternas de cables en mazos, las vueltas de cinta citadas deberán ser de colores distintos que permitan distinguir un circuito de otro.

b) Cada metro y medio, envolviendo cada conductor de MT tripolar, serán colocadas unas vueltas de cinta adhesivas y permanente de un color distinto para cada circuito, procurando además que el ancho de la faja sea distinto en cada uno.

3.2. Tendido de cables en galería o tubulares

3.2.1. Tendido de cables en tubulares

Cuando el cable se tienda a mano o con cabrestantes y dinamómetro, y haya que pasar el mismo por un tubo, se facilitará esta operación mediante una cuerda, unida a la extremidad del cable, que llevará incorporado un dispositivo de manga tiracables, teniendo cuidado de que el esfuerzo de tracción sea lo más débil posible, con el fin de evitar alargamiento de la funda de plomo, según se ha indicado anteriormente.

Se situará un hombre en la embocadura de cada cruce de tubo, para guiar el cable y evitar el deterioro del mismo o rozaduras en el tramo del cruce.

Los cables de media tensión unipolares de un mismo circuito, pasarán todos juntos por un mismo tubo dejándolos sin encintar dentro del mismo.

Nunca se deberán pasar dos cables trifásicos de media tensión por un tubo.

En aquellos casos especiales que a juicio del Supervisor de la Obra se instalen los cables unipolares por separado, cada fase pasará por un tubo y en estas circunstancias los tubos no podrán ser nunca metálicos.

Se evitarán en lo posible las canalizaciones con grandes tramos entubados y si esto no fuera posible se construirán arquetas intermedias en los lugares marcados en el proyecto, o en su defecto donde indique el Supervisor de Obra (según se indica en el apartado CRUCES (cables entubados)).

Una vez tendido el cable, los tubos se taparán perfectamente con cinta de yute, para evitar el arrastre de tierras, roedores, etc., por su interior y servir a la vez de almohadilla del cable. Para ello se sierra el rollo de cinta en sentido radial y se ajusta a los diámetros del cable y del tubo quitando las vueltas que sobren.

3.2.2. Tendido de cables en galería

Los cables en galería se colocarán en palomillas, ganchos u otros soportes adecuados, que serán colocados previamente de acuerdo con lo indicado en el apartado de Colocación de Soportes y Palomillas.

Antes de empezar el tendido se decidirá el sitio donde va a colocarse el nuevo cable para que no se interfiera con los servicios ya establecidos.En los tendidos en galería serán colocadas las cintas de se½alización ya indicadas y las palomillas o soportes deberán distribuirse de modo que puedan aguantar los esfuerzos electrodinámicos que posteriormente pudieran presentarse.

3.3. Transporte de bobinas de cables

La carga y descarga, sobre camiones o remolques apropiados, se hará siempre mediante una barra adecuada que pase por el orificio central de la bobina.

Bajo ningún concepto se podrá retener la bobina con cuerdas, cables o cadenas que abracen la bobina y se apoyen sobre la capa exterior del cable enrollado, asimismo no se podrá dejar caer la bobina al suelo desde un camión o remolque.

3.4. Empalmes y terminales para cables MT

3.4.1. Definición y condiciones de las partidas de obra ejecutadas de empalmes

Colocación de terminales y ejecución de empalmes en cables unipolares con conductor de aluminio y aislamiento seco, de tensión nominal 12/20 kV y 18/30 kV y secciones de 95, 150, 240 y 400 mm2.

La ejecución de la unidad de obra incluye las siguientes operaciones:

- Replanteo
- Preparación de los extremos de los cables
- Colocación del terminal o ejecución del empalme
- Comprobación de la unidad de obra
- Retirada de la obra de los restos de embalajes, recortes de cables, etc.

3.4.2. Condiciones generales de los empalmes

Los materiales y accesorios utilizados para realizar las conexiones serán compatibles con los del cable. Por este motivo se utilizarán los suministrados por el fabricante del cable o del terminal o los expresamente aprobados por éste.

No se transmitirán tensiones entre los elementos de conexión y los cables.

Los elementos a colocar sobre el aislamiento del cable, tendrán las condiciones adecuadas para adaptarse totalmente a éste, evitando oclusiones de aire.

Los elementos se sellarán completamente, el cable y el conductor.

Los empalmes se efectuarán sobre partes sanas del aislamiento.

Quedará garantizada la continuidad eléctrica, la de la pantalla del cable y la del aislamiento.

La reconstrucción del aislamiento, pantallas y cubierta, estará realizada según la técnica de fabricación correspondiente al diseño.

Una vez concluido el montaje, se podrá identificar la marca y/o nombre del fabricante, así como el año de fabricación y tipo de empalme. Estará hecha la prueba de servicio.

3.4.3. Condiciones del proceso de ejecución de los empalmes

Antes de empezar los trabajos de montaje, se hará un replanteo previo que deberá ser aprobado por la Dirección Facultativa.

La colocación de terminales y la ejecución de empalmes estará realizada siguiendo las instrucciones técnicas del fabricante, las normas de obligado cumplimiento de los reglamentos vigentes y las normas propias y recomendaciones de las compañías suministradoras.

No se pueden realizar modificaciones en los equipos utilizados para la ejecución de las conexiones.

Los extremos del cable se prepararán siguiendo las instrucciones del fabricante.

Los extremos del cable se protegerán durante el proceso de instalación con el fin de evitar la entrada de humedad en el interior.

Se comprobará que las características técnicas del aparato corresponden con las especificadas en el proyecto. Todos los elementos se inspeccionarán antes de su colocación.

Una vez finalizados los trabajos, se procederá a la retirada de la obra de todos los materiales sobrantes (embalajes, recortes de tubos, cables, etc.).

CAPITULO III: CONDICIONES TECNICAS PARA INSTALACIONES ELECTRICAS DE INTERIOR EN MEDIA-ALTA TENSIÓN

1. INSTALACIONES ELECTRICAS DE INTERIOR: CENTROS DE TRANSFORMACIÓN Y CENTROS DE MANIOBRA.

Los edificios donde se albergan los Centros de Transformación y Centros de Maniobra-Seccionamiento serán prefabricados, las condiciones generales para dichos locales y sus instalaciones se regirán según la ITC-RAT 14 de Instalaciones Técnicas de Interior.

1.1. Condiciones generales de acceso y paso

- Los edificios o locales destinados a alojar en su interior instalaciones de alta tensión deberán disponerse de forma que queden cerrados para impedir el acceso de las personas ajenas al servicio.

- El local destinado a albergar la instalación eléctrica, salvo que sea un centro de transformación de maniobra exterior, tendrá entradas diferentes para personal y equipos. Estas entradas serán independientes de las de acceso a otros locales. Cuando existan puertas destinadas al paso de equipos o piezas de grandes dimensiones, la puerta para la entrada y salida de personal podrá ser un postigo que forme parte de aquella.

- Las puertas de acceso al recinto en que estén situados los equipos de alta tensión y se usen para el paso del personal de servicio o para permitir su maniobra, serán en general abatibles y abrirán siempre hacia el exterior del recinto. Las puertas tendrán un sistema de retención de forma que puedan quedar abiertas mientras exista en el interior personal de servicio. Cuando estas puertas abran sobre caminos públicos, deberán poder abatirse sobre el muro exterior de fachadas. En las instalaciones en que se deba trabajar con las puertas cerradas, estas deben disponer de un sistema que permita franquearlas fácilmente desde el interior y que dificulte el acceso desde el exterior al personal ajeno al servicio.

- Las puertas o salidas de los recintos donde existan instalaciones de alta tensión se dispondrán de tal forma que su acceso sea lo más corto y directo posible. Si las características geométricas de dicho recinto lo hacen necesario, se dispondrá de más de una puerta de salida. Para salidas de emergencia se admite el uso de barras de deslizamiento, escaleras de pates y otros sistemas similares, siempre que su instalación sea de tipo fijo. En los centros de transformación sin personal permanente para su servicio de maniobra no será necesario disponer de más de una puerta de salida.

- El acceso a los locales subterráneos se realizará por medio de una escalera de peldaños normales con pasamanos. En casos justificados, el acceso a dichos locales podrá realizarse por medio de una trampilla y por escaleras fijas cuyos peldaños puedan estar situados en un plano vertical, entre los cuales la máxima separación será de 25 cm. Para acceder al interior de centros de transformación subterráneos se utilizarán escaleras de peldaños normales con pasamanos, no obstante para el caso de centros de transformación subterráneos con maniobra exterior se podrán utilizar escaleras verticales fijas.
- Todos los lugares de paso tales como salas, pasillos, escaleras, rampas, salidas, etc., deben ser de dimensiones y trazado adecuados y correctamente señalizados. Deben estar dispuestos de forma que su tránsito sea cómodo, seguro y no se vea impedido por la apertura de puertas o ventanas o por la presencia de objetos que puedan suponer riesgos o que dificulten la salida en casos de emergencia.
- En las proximidades de elementos con tensión o de máquinas en movimiento no protegidas se prohíbe el uso de pavimentos deslizantes.
- No obstante lo prescrito anteriormente, se podrán utilizar escaleras fijas verticales o de gran pendiente para realizar operaciones de engrase, revisión u otros usos especiales.
- Cuando en la instalación de alta tensión se trabaje con las puertas de acceso abiertas se tomarán medidas preventivas que impidan el acceso inadvertido a las personas ajenas al servicio. Cuando los accesos existentes en el pavimento, destinados a escaleras, pozos o similares estén abiertos, deberán disponerse protecciones perimetrales señalizadas para evitar accidentes.
- El acceso a las máquinas y aparatos principales deberá ser fácil y permitirá colocarlos y retirarlos sin entorpecimiento, exigiéndose la existencia de dispositivos instalados o rápidamente instalables que, en el caso de aparatos pesados, permitan su desplazamiento para su revisión, reparación o sustitución.

1.2. Condiciones generales para las instalaciones

- **Cuadros y pupitres de control:** Los cuadros y pupitres de control de las instalaciones de alta tensión estarán situados en lugares de amplitud e iluminación adecuados, y cumplirán lo especificado en la ITC-RAT 10.
- **Celdas de alta tensión:** Cuando se utilicen celdas prefabricadas, estas cumplirán con los requisitos establecidos en la ITC 16,17 o 18, que les sea aplicable en función de la tensión de servicio y naturaleza de la envolvente. Cuando en instalaciones de alta tensión, se utilicen dos o más equipos ubicados en celdas de tipo abierto que contengan

aceite u otro dieléctrico inflamable con capacidad superior a 50 litros, se establecerán tabiques de separación entre equipos adyacentes que contengan fluido inflamable, a fin de cortar en lo posible los efectos de la propagación de una explosión y la proyección de líquido inflamable a otros equipos. Para los tabiques de separación entre transformadores de potencia se aplicará lo establecido en el apartado Siguiente. Estos tabiques de separación deberán ser de un material con una clase de reacción al fuego A1, según la clasificación europea de los productos para la construcción, y mecánicamente resistentes. Cuando tengan que servir de apoyo a los aparatos presentarán la debida solidez. Los interruptores de aceite o de otros dieléctricos inflamables, sean o no automáticos, cuya maniobra se efectúe localmente, dispondrán de envolventes o tabiques de material incombustible con una clase de reacción al fuego A1, según la clasificación europea de los productos para la construcción, y mecánicamente resistentes con objeto de proteger al operario, contra los efectos de una posible proyección de líquido o explosión en el momento de la maniobra.

1.3. Condiciones particulares para centros de transformación

-Centros de transformación con maniobra desde el exterior Durante las operaciones de mantenimiento deberá existir una zona libre que se delimitará y señalizará de forma que se evite el acceso a personas ajenas a la instalación, y sus dimensiones deberán ser como mínimo las indicadas en el apartado 6.1 para pasillos de servicio.

-Conjuntos prefabricados para centros de transformación y centros de transformación prefabricados Los conjuntos prefabricados para centros de transformación cumplirán la norma UNE-EN 50532. Podrán instalarse en el interior de un edificio o recinto destinado a centros de transformación, o podrán suministrarse con una envolvente formando un centro de transformación prefabricado. Los centros de transformación prefabricados cumplirán con la norma UNE-EN62271-202. En centros de transformación subterráneos instalados en ubicaciones donde se puedan estacionar o circular vehículos la cubierta deberá soportar como mínimo una carga de 50 kN en una superficie de 600 cm2. Los componentes de un conjunto prefabricado para un centro de transformación, cumplirán el ensayo de calentamiento de sus correspondientes normas funcionando simultáneamente a sus intensidades asignadas. Tanto en los conjuntos prefabricados para centros de transformación como en los centros de transformación prefabricados se preverán los elementos de seguridad suficientes que eviten la explosión de la envolvente en caso de defecto interno y se elegirán las direcciones de escape en su caso de los fluidos (gases, líquidos, etc.) para

evitar posibles daños a las personas**.** El fabricante deberá informar de las características de su producto en los catálogos e información técnica facilitada a los proyectistas y/o usuarios finales en cuanto a la intensidad de cortocircuito soportada y su duración en caso de arco interno. Por su parte el proyectista o propietario de la instalación deberá comprobar que las potencias de cortocircuito en el lugar de la instalación y los tiempos de actuación de las protecciones son compatibles con las intensidades de defecto interno y duración que pueden soportar los equipos de acuerdo con la información facilitada por el fabricante. Para que un conjunto prefabricado pueda ser montado en el exterior deberá haber superado previamente los ensayos de protección contra la intemperie que se indican en la norma UNE-EN 62271-1. En los conjuntos prefabricados independientemente de su ubicación, el calentamiento máximo admisible de las partes accesibles en las zonas de maniobra respecto a la temperatura ambiente será de 40 K. En los centros de transformación prefabricados las envolventes que tengan partes accesibles a personas ajenas al servicio, alcanzarán como máximo un calentamiento de 30 K, respecto a la temperatura ambiente.

- Cuadros de distribución para BT en centros de transformación de distribución pública Los cuadros deberán cumplir los requisitos funcionales y los ensayos especificados en la norma UNE-EN 60439-5, salvo lo indicado en los apartados siguientes. Los cuadros de distribución para BT en los centros de transformación de distribución pública dispondrán como mínimo de un embarrado de dimensiones y espesores adecuados con la aparamenta de maniobra y protección necesaria. Cuando esta protección esté constituida por bases tripolares verticales cerradas seccionables de corte unipolar con fusibles no será necesario utilizar un seccionamiento general. Las bases tripolares verticales cerradas deberán cumplir asimismo las especificaciones y ensayos recogidos en la normas UNE-EN 60947-1 y UNE-EN 60947-3. Los cuadros tendrán como mínimo un grado de protección de IP 2X según UNE 20324 y de IK 08 según UNE-EN 50102. Los cuadros deberán incorporar una toma de puesta a tierra para el neutro y, cuando dispongan de envolvente metálica, deberán incorporar además otra toma para la puesta a tierra de la envolvente. El nivel de aislamiento de los cuadros de BT será el necesario para soportar la diferencia de tensiones que puede aparecer en caso de defecto entre la tierra general del centro y la del neutro del transformador, y será como mínimo de 10 kV (valor eficaz) a tensión soportada nominal de corta duración a frecuencia industrial y de 20 kV (valor de cresta) a la tensión soportada a impulsos tipo rayo. Los cuadros dispondrán de una placa de características en la que se indicará de forma indeleble las características establecidas en la norma UNE-EN 60439-5.

1.4. Ventilación

- Para conseguir una buena ventilación en las instalaciones con el fin de evitar calentamientos excesivos, se dispondrán entradas y salidas de aire adecuadas, en el caso en que se emplee ventilación natural. La ventilación podrá ser forzada, en cuyo caso la disposición de los conductos será la más conveniente según el diseño de la instalación eléctrica, y dispondrán de dispositivos de parada automática para su actuación en caso de incendio. En centros de transformación la ventilación podrá ser directa al exterior, o cuando lo permita la reglamentación específica que afecte a la compartimentación, indirecta a través de un local con ventilación al exterior.

- Los huecos destinados a la ventilación deben estar protegidos de forma tal que impidan el paso de pequeños animales, cuando su presencia pueda ser causa de averías o accidentes y estarán dispuestos o protegidos de forma que en el caso de ser directamente accesibles desde el exterior, no puedan dar lugar a contactos inadvertidos al introducir por ellos objetos metálicos. Deberán tener la forma adecuada o disponer de las protecciones precisas para impedir la entrada del agua de lluvia.

- En los centros de transformación situados en edificios de otros usos el conducto de ventilación tendrá su boca de salida de forma que el aire expulsado no moleste a los demás usuarios del edificio. Los conductos de ventilación deberán respetar los sectores de incendio del edificio, que establecen según el tipo de edificio en esta ITC-RAT 14 y en el Código Técnico de la edificación.

- En el diseño de los edificios se estudiará la forma de evitar que escapes de gas SF6, que es más pesado que el aire, pueda acumularse en zonas bajas. Se evitará que el gas escapado pueda salir a los alcantarillados de servicio público. En los locales con instalaciones aisladas por SF6 y situados por encima del suelo generalmente es suficiente una ventilación natural que pase a través del local. Para el diseño de la ventilación natural, aproximadamente la mitad de las aberturas de ventilación, vistas en un plano de sección, deben estar situadas cerca del suelo. En caso de que las aberturas no puedan disponerse cerca del suelo será necesaria una ventilación forzada. Los locales con instalaciones aisladas con SF6 y situadas por debajo del suelo deben tener ventilación forzada si la cantidad de gas que pueda acumularse puede llegar a poner en riesgo la salud y seguridad de las personas. La ventilación forzada puede omitirse siempre que el volumen del gas del compartimento de gas más grande no exceda, a presión atmosférica, el 10 por ciento del volumen de la habitación. A efectos del cálculo del volumen total de gas SF6 a la temperatura y presión normales, debe tenerse en

cuenta el volumen de gas de las botellas de SF6 en caso de que estén conectadas permanentemente para la recarga automática del compartimento.

1.5 paso de líneas y canalizaciones eléctricas a través de paredes, muros y tabiques de construcción

- Las entradas de las líneas eléctricas aéreas al interior de los edificios que alojan las instalaciones eléctricas de interior se realizarán a través de aisladores pasantes dispuestos de modo que eviten la entrada de agua, o bien utilizando conductores provistos de recubrimientos aislantes.

- Las conexiones de alta tensión a través de muros o tabiques en el interior de edificios únicamente podrán hacerse por orificios de las dimensiones necesarias para mantener las distancias a masa, bien por medio de aisladores pasantes, o bien utilizando conductores provistos de recubrimientos aislantes.

- En el caso en que se usen conductores desnudos, será obligatorio establecer un paso franco para la posible intensidad de defecto desde el dispositivo de apoyo en el muro al sistema de tierras de protección.

1.6 señalizaciones e instrucciones

Toda instalación eléctrica debe estar correctamente señalizada y deben disponerse las advertencias e instrucciones necesarias de modo que se impidan los errores de interpretación, maniobras incorrectas y contactos accidentales con los elementos en tensión, o cualquier otro tipo de accidente. A este fin se tendrá en cuenta:

a) Todas las puertas que den acceso a los recintos en que se hallan aparatos de alta tensión, estarán provistas de la señal normalizada de riesgo eléctrico.

b) Todas las máquinas y aparatos principales, celdas, paneles de cuadros y circuitos, deben estar diferenciados entre sí con marcas claramente establecidas, señalizados mediante rótulos de dimensiones y estructura apropiadas para su fácil lectura y comprensión. Particularmente deben estar claramente señalizados todos los elementos de accionamiento de los aparatos de maniobra y los propios aparatos, incluyendo la identificación de las posiciones de apertura y cierre, salvo en el caso en que su identificación se pueda hacer claramente a simple vista.

c) Deben colocarse carteles de advertencia de peligro en todos los puntos que por las características de la instalación o su equipo lo requieran. d) En zonas donde se prevea el transporte de máquinas o aparatos durante los trabajos de mantenimiento o montaje se colocarán letreros indicadores de gálibos y cargas máximas admisibles.

d) En los locales principales, y especialmente en los puestos de mando y oficinas de jefes o encargados de las instalaciones, existirán esquemas de dichas instalaciones, al menos unifilares, e instrucciones generales de servicio. f) Las señales, placas y advertencias deben estar hechas de material duradero e insensible a la corrosión e impresas con caracteres indelebles.

1.7. Limitación de los campos magnéticos en la proximidad de instalaciones de alta tensión

En el diseño de las instalaciones de alta tensión se adoptarán las medidas adecuadas para minimizar, en el exterior de las instalaciones de alta tensión, los campos electromagnéticos creados por la circulación de corriente a 50 Hz en los diferentes elementos de las instalaciones, especialmente cuando dichas instalaciones de Alta Tensión se encuentren ubicadas en el interior de edificios de otros usos. La comprobación de que no se supera el valor establecido en el Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas, se realizará mediante los cálculos para el diseño correspondiente, antes de la puesta en marcha de las instalaciones que se ejecuten siguiendo el citado diseño y en sus posteriores modificaciones cuando éstas pudieran hacer aumentar el valor del campo magnético. Dichas comprobaciones se harán constar en el proyecto técnico previsto en la ITC-RAT 20. Podrán utilizarse los cálculos y comprobaciones recogidos en un proyecto tipo, siempre que la instalación proyectada se ajuste a las condiciones técnicas de cálculo previstas en el proyecto tipo. Cuando los centros de transformación se encuentran ubicados en edificios habitables o anexos a los mismos, se deberán observar las siguientes condiciones de diseño: a) Las entradas y salidas al centro de transformación de la red de alta tensión se efectuarán por el suelo y adoptarán preferentemente la disposición en triángulo y formando ternas, o en atención a las circunstancias particulares del caso, aquella que el proyectista justifique que minimiza la generación de campos magnéticos. b) La red de baja tensión se diseñará con el criterio anterior. c) Se procurará que las interconexiones sean lo más cortas posibles y se diseñarán evitando paredes y techos colindantes con viviendas. d) No se ubicarán cuadros de baja tensión sobre paredes medianeras con locales habitables y se procurará que el lado de conexión de baja tensión del transformador quede lo más alejado lo más posible de estos locales. e) En el caso que por razones constructivas no se pudieran cumplir alguno de estos condicionantes de diseño, se adoptarán medidas

adicionales para minimizar dichos valores. Con objeto de verificar que en la proximidad de las instalaciones de alta tensión no se sobrepasan los límites máximos admisibles, la Administración pública competente podrá requerir al titular de la instalación que se realicen las medidas de campos magnéticos por organismos de control habilitados o laboratorios acreditados en medidas magnéticas. Las medidas deben realizarse en condiciones de funcionamiento con carga, y referirse al caso más desfavorable, es decir, a los valores máximos previstos de corriente.

1.8. Limitación del nivel de ruido emitido por instalaciones de alta tensión

Con objeto de limitar el ruido originado por las instalaciones de alta tensión, éstas se dimensionarán y diseñarán de forma que los índices de ruido medidos en el exterior de las instalaciones se ajusten a los niveles de calidad acústica establecidos en el 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. Cuando el recinto donde se ubica la instalación de alta tensión se encuentre dentro de edificios de viviendas y no se pueda demostrar el cumplimiento de los límites mediante cálculos, se adoptarán medidas adicionales para cumplir dichos niveles. Con objeto de verificar que en la proximidad de las instalaciones de alta tensión no se sobrepasan los límites máximos admisibles, la Administración pública competente podrá realizar, por control estadístico o a petición de parte interesada, inspecciones con sus propios medios o delegar dichas mediciones en organismos de control habilitados o laboratorios acreditados en medidas de ruido.

1.9 sistemas contra incendios

Para la determinación de las protecciones contra incendios a que puedan dar lugar las instalaciones eléctricas de alta tensión, además de otras disposiciones específicas en vigor, se tendrá en cuenta:

a) La posibilidad de propagación del incendio a otras partes de la instalación.

b) La posibilidad de propagación del incendio al exterior de la instalación, por lo que respecta a daños a terceros.

c) La presencia o ausencia de personal de servicio permanente en la instalación.

d) La naturaleza y resistencia al fuego de la estructura soporte del edificio y de sus cubiertas.

e) La disponibilidad de medios públicos de lucha contra incendios.

Para los edificios contemplados en el párrafo a) del apartado 2 de esta Instrucción, destinados a albergar instalaciones de categoría especial, 1ª y 2ª categoría, se aplicarán las disposiciones reguladoras de la protección contra el incendio en los establecimientos industriales, y para los del párrafo c) las del Código Técnico de la Edificación, en lo que respecta a las características de los materiales de construcción, resistencia al fuego de las estructuras, compartimentación, evacuación y, en particular, sobre aquellos aspectos que no hayan sido recogidos en este Reglamento y afecten a la edificación.

Además y con carácter general se adoptarán las medidas siguientes:

a) Instalación de dispositivos de recogida del líquido dieléctrico en fosos colectores.
b) Sistemas de extinción.

b.1) Extintores móviles: Se colocará como mínimo un extintor de eficacia mínima 89B, en aquellas instalaciones en las que no sea obligatoria la disposición de un sistema fijo, de acuerdo con los niveles que se establecen en b.2). Este extintor deberá colocarse siempre que sea posible en el exterior de la instalación para facilitar su accesibilidad y, en cualquier caso, a una distancia no superior a 15 metros de la misma. En caso de instalaciones ubicadas en edificios destinados a otros usos la eficacia será como mínimo 21A-113B.

b.2) Sistemas fijos: En aquellas instalaciones con transformadores cuyo dieléctrico sea inflamable o combustible de punto de combustión inferior a 300ºC y potencia instalada de cada transformador mayor de 1000 kVA en cualquiera o mayor de 4000 kVA en el conjunto de transformadores, deberá disponerse un sistema fijo de extinción automático adecuado para este tipo de instalaciones.

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

1.10. Alumbrados especiales de emergencia

En las instalaciones que tengan personal permanente para su servicio de maniobra, así como en aquellas otras que por su importancia lo requieran deberán disponerse los medios propios de alumbrados especiales de emergencia de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

1.11. Instrucciones y elementos para prestación de primeros auxilios

En todas las instalaciones se colocarán placas con instrucciones sobre los primeros auxilios que deben prestarse a los accidentados por contactos con elementos en tensión. En toda instalación que requiera servicio permanente de personal, se dispondrá de los elementos indispensables para practicar los primeros auxilios en casos de accidente, tales como botiquín de urgencia, camilla, mantas ignífugas, etc., e instrucciones para su uso.

1.12. Pasillos de servicio y zonas de protección

- La anchura de los pasillos de servicio tiene que ser suficiente para permitir la fácil maniobra e inspección de las instalaciones, así como el libre movimiento por los mismos de las personas y el transporte de los aparatos en las operaciones de montaje o revisión de los mismos. Esta anchura no será inferior a la que a continuación se indica según los casos: a) Pasillos de maniobra con elementos en alta tensión a un solo lado 1,0 m. b) Pasillos de maniobra con elementos en alta tensión a ambos lados 1,2 m. c) Pasillos de inspección con elementos en alta tensión a un solo lado 0,8 m. d) Pasillos de inspección con elementos en alta tensión a ambos lados 1,0 m. En cualquier otro caso, la anchura de los pasillos de maniobra no será inferior a 1,0 m, y la de los pasillos de inspección a 0,8 m.

- Los elementos en tensión no protegidos que se encuentren sobre los pasillos, deberán estar a una altura mínima «h» sobre el suelo medida en centímetros, igual a 250 + d.

- En las zonas de transporte de aparatos deberá mantenerse una distancia, entre los elementos en tensión y el punto más próximo del aparato en traslado, no inferior a «d», con un mínimo de 40 centímetros. En cualquier caso, estos pasillos deberán estar libres de todo obstáculo hasta una altura de 230 cm.

- Para garantizar la seguridad de los operadores, y cuando proceda del público en general, en casos de defectos internos en alta tensión, se respetarán las condiciones de instalación establecidas por el fabricante en su manual de instrucciones, como por ejemplo, las distancias mínimas entre las celdas y las paredes traseras y laterales.

2. CONJUNTOS PREFABRICADOS DE APARAMENTA BAJO ENVOLVENTE HASTA 52kV.

2.1. Generalidades y ámbito de aplicación.

Se establece como norma de obligado cumplimiento para estas instalaciones la norma UNE-EN 62271-200, con las modificaciones y adiciones contenidas en la ITC-RAT 16.
Se aplicará esta Instrucción a los conjuntos prefabricados de aparamenta bajo envolvente metálica de tensión más elevada para el material de hasta 52 kV inclusive, para instalación interior o exterior. Estas instalaciones pueden incluir además de aparatos de conexión, su combinación con otros aparatos de alta tensión tales como transformadores de medida o protección, transformadores de potencia, fusibles, pararrayos, condensadores, reactancias, etc.
Esta instrucción será aplicable tanto a instalaciones que utilicen como aislamiento aire a presión atmosférica como aquellas que usen gases (por ejemplo SF6) o líquidos. La presión relativa para los compartimentos rellenos de gas quedará limitada a un máximo de 3 bares. Los compartimentos rellenos de gas con una presión relativa mayor se diseñarán y ensayarán según los criterios de la ITC-RAT 18.

2.2. Concepción y construcción.

2.2.1 La aparamenta bajo envolvente metálica deberá construirse de modo que las operaciones normales de explotación y mantenimiento puedan efectuarse sin riesgo. Existirán dispositivos eficaces para impedir los contactos accidentales con puntos en tensión incluso cuando estén totalmente extraídas las partes amovibles de la instalación si las hubiere.

2.2.2. Seguridad

Se preverán los elementos de seguridad suficientes que eviten la explosión de la envolvente metálica en caso de defecto interno y se elegirán las direcciones de escape en su caso de los fluidos (gases, líquidos, etc.) para evitar posibles daños a las personas. El fabricante deberá informar de las características de su producto en los catálogos e información técnica facilitada a los proyectistas y/o usuarios finales en cuanto a la intensidad de cortocircuito soportada y su duración en caso de arco interno. Por su parte el proyectista deberá comprobar que las potencias de cortocircuito en el lugar de la instalación y los tiempos de actuación de las protecciones son compatibles con las intensidades de defecto interno y duración que pueden soportar los equipos de acuerdo con la información facilitada por el fabricante.

2.2.3 Se preverán sistemas de alarma por pérdida de gas (disminución de la densidad), salvo cuando el diseño de las celdas o conjuntos esté contrastado mediante los correspondientes ensayos, de forma que el fabricante pueda garantizar que las pérdidas de gas no influyen en su vida útil, siendo ésta superior a treinta años. No obstante, si la presión absoluta mínima de funcionamiento referida a 20ºC que garantiza los valores asignados de la aparamenta es superior a 1,2 bares, será necesario al menos, un indicador de presión.

2.2.4. Placa de características

Cada conjunto prefabricado llevará en lugar visible una placa de características en español con los siguientes datos: a) Nombre del fabricante o marca de identificación. b) Número de serie o designación de tipo, que permita obtener toda la información necesaria del fabricante. c) Tensión asignada. d) Intensidades asignada máximas de servicio de las barras generales y de los circuitos. e) Frecuencia asignada. f) Año de fabricación. g) Intensidad máxima de cortocircuito soportable. La duración asignada del cortocircuito se indicará sólo en caso de que sea diferente de 1s. h) Nivel de aislamiento nominal. Puede ser suficiente indicar la tensión asignada soportada a impulsos tipo rayo. i) Cualquier otra característica cuya inclusión sea requerida en la norma UNE-EN 62271-200. Además, es preciso que cada aparato de conexión tenga su placa de características según lo especificado en el apartado 5.10 de la norma UNE-EN 62271-1. Los aparatos de conexión que por diseño y construcción formen parte integrante de una unidad funcional y sean fabricados específicamente para esta no necesitarán llevar una placa de características individual sino que tendrán como placa de características la de la propia unidad funcional, la cual deberá incluir los datos que correspondan del aparato de conexión incorporado. Si varias unidades funcionales están integradas en un conjunto, bastará con colocar una sola placa para todo el conjunto. La placa de características se colocará preferentemente en una parte fija de la unidad funcional, de forma que sea visible durante el servicio normal. Las partes desmontables como tapas o cubiertas, si existen, deben tener una placa o marca de identificación que permita asociarla con la parte fija. Si la ubicación de la placa de características estuviera en una tapa o cubierta desmontable se incorporará en la parte fija de la unidad funcional una marca o número de identificación que permita asociar la parte fija con la parte desmontable (por ejemplo, basta marcar el mismo número de serie en la parte fija y en la parte desmontable).

2.3. Equipos de Medida.

Los aparatos de medida (transformadores de medida y contadores) cumplirán con lo indicado en el REGLAMENTO DE PUNTOS DE MEDIDA y en sus Instrucciones Técnicas Complementarias y que se resume en los siguientes párrafos:

- Todos los elementos de medida estarán sometidos al control metrológico vigente.
- Los contadores registradores serán acordes al RPM e ITCs vigentes, según la clasificación de cada punto de medida.
- El sistema de medida será de 4 hilos (con 3 transformadores de medida de tensión y 3 transformadores de medida de intensidad).
- Los secundarios de medida de los transformadores de medida serán de uso exclusivo para la medida de los consumos y tránsito de energía (liquidación) en el punto frontera.
- Los transformadores de medida serán del tipo inductivo, se instalarán de forma que sean fácilmente accesibles para su verificación, cambio de relación o sustitución ante avería.
- En cada transformador de medida se conectará a tierra un punto de su secundario. Si el entronque de la línea de Distribución es por el signo P_1 del transformador de medida, se conectará a tierra el punto secundario s_2.
- La carga de los transformadores de tensión es conveniente que se aproxime a su potencia nominal. En ningún caso la carga simultánea de los transformadores de tensión estará por debajo del 50 % de su potencia nominal, ni el factor de potencia (cos ρ) será inferior a 0,8. Cuando existan otros devanados secundarios no dedicados a medida, los protocolos de los transformadores de tensión deberán incluir los ensayos que justifiquen que la precisión de la medida es adecuada para el rango de cargas instalado.
- Los protocolos de los transformadores de medida se entregarán al responsable de medida de la Compañía Distribuidora de la zona e incluirán la carga simultánea de todos sus devanados, de medida y para otros fines.
- Los transformadores de medida de intensidad serán de gama extendida (S). Se recomienda que sean de doble relación, tales que la intensidad correspondiente a la potencia contratada se encuentre entre el 45 % de la intensidad nominal y la

intensidad máxima del transformador. Las relaciones de transformación serán números enteros y normalizados.

- Los transformadores de medida de tensión serán de un valor de relación en primario comprendida entre el 80 % y el 120 % de la tensión nominal de la red a la que se conectan. Las relaciones de transformación serán números enteros y normalizados.
- Los cables de interconexión entre los secundarios de los transformadores de medida y el bloque de pruebas o bornes de verificación a instalar en el armario de medida, serán de una sección mínima de 6 mm^2 de tal forma que, para el caso de la interconexión de tensión la caída de tensión sea inferior al uno por mil, y en la de intensidad su carga sea inferior a 4 VA.

- Los cables de interconexión entre los transformadores de medida y el contador (armario de medida) serán apantallados, con la pantalla conectada a tierra en el extremo de los transformadores y en el extremos del armario se dejará aislada. Se recomienda que exista una tierra de acompañamiento de sección suficiente para el caso de cortocircuitos a tierra entre la ubicación de los t/i y el devanado primario del transformador de potencia, en este caso se conectará la pantalla a tierra en ambos extremos. Serán preferentemente del tipo manguera con dos conductores por fase, o con cables unipolares por fase. Se utilizarán seis (6) conductores para los circuitos de intensidad y seis (6) conductores, o cuatro (4) conductores (ver anexo A) para los circuitos de tensión. La tensión de aislamiento de dichos cables de interconexión serán de 0,6/1kV, serán ignífugos y se instalarán siempre bajo tubo rígido o flexible. El armario deberá estar puesto a la tierra de herrajes del centro a través de un cable de sección mínima de 35 mm^2.
- Los cables de interconexión de medida serán sin solución de continuidad entre los secundarios de los transformadores de medida y el dispositivo de verificación dispuesto en el armario de medida, sin cajas intermedias, y sin dispositivos de protección. En el caso de los transformadores de tensión, podrán disponer de interruptores magnetotérmicos en los circuitos secundarios, siempre que el disparo de estos se controle como una alarma urgente en el telecontrol de un centro de Control de Compañía Distribuidora.
- Los armarios de medida serán los normalizados por Compañía Distribuidora de dimensiones mínimas 750mm x 750mm x 300mm y 750mm x 500mm x 300 mm según corresponda por el tipo de instalación. Dispondrán de un dispositivo de

verificación por cada contador tipo bloque de prueba de, al menos seis polos para el circuito de intensidades y otro bloque de pruebas de, al menos cuatro polos para el circuito de tensiones o regletero – bornero seccionable equivalente de al menos diez polos que englobe circuito de intensidad y tensión, tal que permita la manipulación en los contadores sin necesidad de interrumpir el suministro.

- El armario se colocará a una altura del suelo entre 70 y 180 cm. Deberá existir una distancia no inferior de 100 cm. (pasillo de maniobra) desde la puerta del armario a las celdas de medida.
- Se cumplirán los requisitos de precintabilidad de todos los elementos de medida que lo requieran.
- Todos los puntos de suministros clasificados como Tipos 1 y 2 dispondrán de telelectura desde el Concentrador Secundario al que se conecte.

3. RED DE TIERRAS

3.1. Prescripciones generales de puesta a tierra

Se cumplirá en todo momento lo especificado en la ITC-RAT 13 instalaciones de puesta a tierra. Se establece un sistema de puesta a tierra que permita limitar las tensiones de paso y de contacto por debajo de los límites establecidos, anulando el peligro de electrocución del personal que transite tanto en el interior como en el exterior del centro de transformación y del centro de seccionamiento y que a su vez permita el buen funcionamiento de las protecciones.

3.2. Instrucciones generales de puesta a tierra

3.2.1. Elementos a conectar a tierra por motivos de protección

Se pondrán a tierra las partes metálicas de una instalación que no estén en tensión normalmente pero que puedan estarlo a consecuencia de averías, accidentes, descargas atmosféricas o sobretensiones. Salvo las excepciones señaladas en los apartados que se citan, se pondrán a tierra los siguientes elementos: a) Los chasis y bastidores de aparatos de maniobra. b) Los envolventes de los conjuntos de armarios metálicos. (Ver apartado 7.3.) c) Las puertas metálicas de los locales. (Ver apartado 7.4.) d) Las vallas y cercas metálicas. (Ver apartado 7.6.) e) Las columnas, soportes, pórticos, etc. f) Las estructuras y armaduras metálicas de los edificios que contengan instalaciones de alta tensión. (Ver apartado 7.5.) g) Las armaduras metálicas de los

cables. (Ver apartado 7.5.) h) Las tuberías y conductos metálicos. (Ver apartado 7.5.) i) Las carcasas de transformadores, generadores, motores y otras máquinas. j) Hilos de guarda o cables de puesta a tierra de las líneas aéreas. k) Los elementos de derivación a tierra de los seccionadores de puesta a tierra. l) Pantalla de separación de los circuitos primario y secundario de los transformadores de medida o protección.

3.2.2 Elementos a conectar a tierra por motivos de servicio

Se conectarán a tierra los elementos de la instalación necesarios y entre ellos: a) Los neutros de los transformadores, que lo precisen, en instalaciones o redes con neutro a tierra de forma directa o a través de resistencias o bobinas. b) El neutro de los alternadores y otros aparatos o equipos que lo precisen.

c) Los circuitos de baja tensión de los transformadores de medida o protección, salvo que existan pantallas metálicas de separación conectadas a tierra entre los circuitos de alta y baja tensión de los transformadores. d) Los limitadores, descargadores, autoválvulas, pararrayos, para eliminación de sobretensiones o descargas atmosféricas.

3.2.3. Instalación de tierra general

Los elementos destinados a conectarse a tierra indicados en los apartados anteriores se conectarán a una instalación de tierra general. De esta regla general deben excluirse aquellas puestas a tierra a causa de las cuales puedan presentarse en algún punto tensiones peligrosas para las personas, bienes o instalaciones eléctricas. En este sentido se preverán tierras separadas en los casos siguientes: a) Los señalados en la presente Instrucción para Centros de Transformación. b) Los casos en que fuera conveniente separar de la instalación de tierra general los puntos neutros de los devanados de los transformadores. c) Los limitadores de tensión de las líneas de corriente débil (telefónicas, telegráficas, etc.) que se extienden fuera de la instalación. En las instalaciones en las que coexistan instalaciones de tierra separadas o independientes, se tomarán medidas para evitar el contacto simultáneo inadvertido con elementos conectados a instalaciones de tierra diferentes, así como la transferencia de tensiones peligrosas de una a otra instalación. Para la puesta a tierra de las masas de utilización de las instalaciones de baja tensión se seguirán los criterios establecidos en la ITC-BT-18 del Reglamento electrotécnico para baja tensión. Para facilitar la medida y revisión de la instalación de puesta a tierra se instalarán cajas de registro para cada instalación de puesta a tierra.

3.3. Disposiciones particulares de puesta a tierra

En la puesta a tierra de los elementos que a continuación se indican, es preciso tener en cuenta las siguientes disposiciones:

3.3.1 Descargadores de sobretensiones

La puesta a tierra de los dispositivos utilizados como descargadores de sobretensiones se conectará a la puesta a tierra del aparato o aparatos que protejan. Estas conexiones deben realizarse procurando que su recorrido sea mínimo y sin cambios bruscos de dirección. La instalación de puesta a tierra asegurará, en cualquier caso, que para las intensidades de descarga previstas, las tensiones a tierra de estos dispositivos no alcancen valores que puedan ser origen de tensiones de retorno o transferidas de carácter peligroso para otras instalaciones o aparatos igualmente puestos a tierra. Los conductores empleados para la puesta a tierra del descargador o descargadores de sobretensiones no dispondrán de cintas ni tubos de protección de material magnético.

3.3.2 Seccionadores de puesta a tierra

En las instalaciones en las que existan líneas aéreas de salida no equipadas con cable a tierra, pero equipadas con seccionadores de puesta a tierra conectados a la tierra general, deberán adoptarse las precauciones necesarias para evitar la posible transferencia a la línea de tensiones de contacto peligrosas durante los trabajos de mantenimiento en la misma.

3.3.3 Conjuntos protegidos por envolvente metálica

En los conjuntos protegidos por envolvente metálica deberá existir una línea de tierra común para la puesta a tierra de la envolvente, dispuesta a lo largo de toda la aparamenta. La sección mínima de dicha línea de tierra será de 25 mm², si es de cobre, y para otros materiales tendrá la sección equivalente de acuerdo con lo dictado en la presente Instrucción. (Ver apartado 3.1) Las envolventes externas de cada celda se conectarán a la línea de tierra común, como asimismo se hará con todas las partes metálicas que no formen parte de un circuito principal o auxiliar que deban ser puestas a tierra. A efectos de conexión a tierra de las armaduras internas, tabiques de separación de celdas, etc., se considera suficiente para la continuidad eléctrica, su conexión por tornillos o soldadura. Igualmente las puertas de los compartimentos de alta tensión deberán unirse a la envolvente de forma apropiada. Las piezas metálicas de las partes extraíbles que están normalmente puestas a tierra, deben mantenerse puestas a tierra mientras el aislamiento entre los contactos de un mismo polo no sea superior,

tanto a frecuencia industrial como a onda de choque, al aislamiento a tierra o entre polos diferentes. Estas puestas a tierra deberán producirse automáticamente.

3.3.4 Elementos de la construcción

Los elementos metálicos de la construcción en edificaciones que alberguen instalaciones de alta tensión, deberán conectarse a tierra de acuerdo con las indicaciones siguientes. En los edificios de estructura metálica, ésta y los demás elementos metálicos, tales como puertas, ventanas, escaleras, barandillas, tapas y registros, etc., deberán ser conectados a tierra. En los edificios destinados a instalaciones de tercera categoría construidos con materiales tales como hormigón armado o en masa, ladrillo o mampostería, las puertas, ventanas, escaleras, tapas y registros podrán no conectarse al circuito de tierra y dejarse aisladas del mismo, siempre que en el diseño de la instalación se adopten las medidas necesarias para evitar la puesta a tensión de estos elementos por causa de un defecto o avería. En los centros de transformación prefabricados según la norma UNE-EN 62271-202 estas medidas serán garantizadas por el fabricante. En centros de transformación subterráneos, dada la dificultad que presenta la separación eléctrica entre la escalera y su tapa de acceso, es necesario disponer ambos elementos en las mismas condiciones de puesta a tierra, bien aislados de la instalación de tierra general, o bien conectados a dicha instalación. En cualquier caso, en los edificios de hormigón armado las armaduras deberán ser puestas a tierra.

3.3.5 Elementos metálicos que salen fuera de la instalación

Los elementos metálicos que salen fuera del recinto de la instalación, tales como raíles y tuberías, deben estar conectados a la instalación de tierra general en varios puntos si su extensión es grande. Será necesario comprobar si estos elementos pueden transferir al exterior tensiones peligrosas, en cuyo caso deben adoptarse las medidas necesarias para evitarlo mediante juntas aislantes, u otras medidas, si fuera necesario.

3.3.6 Vallas y cercas metálicas

Para su puesta a tierra pueden adoptarse diversas soluciones en función de las dimensiones de la instalación y características del terreno: a) Pueden ser incluidas dentro de la instalación de tierra general y ser conectadas a ellas. b) Pueden situarse distantes de la instalación de tierra general y conectarse a una instalación de tierra separada o independiente. c) Pueden situarse distantes de la instalación de tierra

general y no necesitar instalación de tierra para mantener los valores fijados para las tensiones de paso y contacto.

3.3.7 Puesta a tierra en Centros de transformación

-Separación de la tierra de los neutros de baja tensión Para evitar tensiones peligrosas provocadas por defectos en la red de alta tensión, los neutros de baja tensión de las líneas que salen fuera de la instalación general y la puesta a tierra de los transformadores de medida ubicados en cuadros de baja tensión para distribución, pueden conectarse a una tierra separada de la general del centro, que se denominará tierra de los neutros de baja tensión. El resto de elementos tales como los pararrayos, permanecerán conectados a la tierra general de la instalación.

-Aislamiento entre las instalaciones de puesta a tierra Cuando, de acuerdo con lo dicho en el apartado anterior, se conecten los elementos anteriores a una tierra separada de la general del centro, se cumplirán las siguientes prescripciones: a) Las instalaciones de puesta a tierra deberán aislarse entre sí para la diferencia de tensiones que pueda aparecer entre ambas. b) La línea de puesta a tierra que une los elementos conectados a la tierra separada y su punto de puesta a tierra han de quedar aislados dentro de la zona de influencia de la tierra general. Dicha conexión se realizará estableciendo los aislamientos necesarios. c) Las instalaciones de baja tensión de los centros de transformación poseerán, con respecto a tierra, un aislamiento correspondiente a la tensión señalada en el párrafo a). En el caso de que el aislamiento propio del equipo de baja tensión alcance este valor, todos los elementos conductores del mismo que deban ponerse a tierra, como canalizaciones, armazón de cuadros, carcasas de aparatos, etc., se conectarán a la tierra general del centro, uniéndose a la puesta a tierra separada solamente los neutros de baja tensión. Cuando el equipo de baja tensión no presente el aislamiento indicado anteriormente, los elementos conductores del mismo que deban conectarse a tierra, como canalizaciones, armazón de cuadros, carcasas de aparatos, etc., deberán montarse sobre aisladores de un nivel de aislamiento correspondiente a la tensión señalada en el párrafo a). En este caso, dichos elementos conductores se conectarán a la puesta a tierra del neutro, teniendo entonces especial cuidado con las tensiones de contacto que puedan aparecer. d) Las líneas de salida de baja tensión deberán aislarse dentro de la zona de influencia de la tierra general del centro teniendo en cuenta las tensiones señaladas en el párrafo a). Cuando las líneas de salida sean en cable aislado con envolventes conductoras, deberá

tenerse en cuenta la posible transferencia al exterior de tensiones a través de dichas envolventes.

-Redes de baja tensión con neutro aislado Cuando en la parte de baja tensión el neutro del transformador esté aislado o conectado a tierra por una impedancia de alto valor, se dispondrá limitador de tensión entre dicho neutro y tierra o entre una fase y tierra, si el neutro no es accesible.

-Centros de transformación conectados a redes de cables subterráneos En los centros de transformación alimentados en alta tensión por cables subterráneos provistos de envolventes conductoras unidas eléctricamente entre sí, se podrán conectar la puesta a tierra general y la de los neutros de baja tensión en los casos siguientes: a) Cuando la alimentación en alta tensión forma parte de una red de cables subterráneos con envolventes conductoras, de suficiente conductividad. b) Cuando la alimentación en alta tensión forma parte de una red mixta de líneas aéreas y cables subterráneos con envolventes conductoras, y en ella existen dos o más tramos de cable subterráneo con una longitud total mínima de 3 km con trazados diferentes y con una longitud cada uno de ellos de más de 1 km. En las instalaciones conectadas a redes constituidas por cables subterráneos con envolventes conductoras de suficiente sección, se pueden utilizar como electrodos de puesta a tierra dichas envolventes, incluso sin la adición de otros electrodos de puesta a tierra.

CAPITULO IV: CONDICIONES TECNICAS PARA INSTALACIONES DE AEREAS ELECTRICAS EN MEDIA-ALTA TENSIÓN.

1. CONDICIONES TÉCNICAS EN LA EJECUCIÓN EN LINEAS AEREAS DE MEDIA TENSION:

1.1.Excavaciones

Las dimensiones de las excavaciones se ajustarán lo más posible a las dadas en el Proyecto o en su defecto a las indicadas por el Director de Obra.

Las paredes de los hoyos serán verticales. Cuando sea necesario variar el volumen de la excavación, se hará de acuerdo con el Director de Obra.

El Contratista tomara las disposiciones convenientes para dejar el menor tiempo posible abiertas las excavaciones, con objeto de evitar accidentes. Las excavaciones se realizarán con útiles apropiados según el tipo de terreno.

En terrenos rocosos será imprescindible el uso de explosivos o martillo compresor, siendo por cuenta del Contratista la obtención de los permisos de utilización de explosivos.

Cuando deban emplearse explosivos, el Contratista deberá tomar las precauciones adecuadas para que en el momento de la explosión no se proyecten al exterior piedras que puedan provocar accidentes o desperfectos, cuya responsabilidad correría a cargo del Contratista.

En terrenos con agua deberá procederse a su desecado, procurando hormigonar después lo más rapidamente posible para evitar el riesgo de desprendimientos en las paredes del hoyo, aumentando así las dimensiones del mismo.

1.2. Cimentaciones

La cimentación de los apoyos se realizará de acuerdo con el Proyecto. Este se deberá dosificar a 250 kgrs. de cemento por cada metro cúbico.

Si la excavación superara el 10 % del volumen técnico, por conveniencia del contratista, siempre de acuerdo con el Director técnico de las obras, o el empleo de explosivos, la dosificación del hormigón será siempre la misma.

El cemento empleado será Portland, de fraguado lento, o bien de otra marca similar, de primera calidad.

Los áridos empleados para las cimentaciones de los apoyos, deberán ser de buena calidad, limpios y no heladizos, estando exentos de materiales orgánicos y de arcillas.

Será preferible la piedra con aristas y superficies rugosas y ásperas, por su mayor adherencia al mortero.

La arena puede proceder de minas o canteras, ríos, o bien, de machaqueo.

La dimensión de los granos de arena no será superior al 6 % (ensayo de granulometría).

El agua empleada para la ejecución del hormigón será limpia y exenta de elementos orgánicos, arcillas, etc.

1.3.*Armado e izado de apoyos metálicos*

El transporte de todos los materiales a la obra se realizará con el mayor cuidado, e intentando evitar al máximo los posibles desperfectos que pudieran acontecer.

En caso de dobleces de barras, éstas se enderezarán en caliente. Los taladros que se tengan que realizar, se harán con punzón o carraca, nunca por sopletes. Los taladros que no se usen, se cerrarán por medio de soldadura. En caso de que haya que aumentar el diámetro de los mismos, se hará por mediación del escariador. Se deberán eliminar las rebabas de los mismos.

Para el armado se empleará puntero y martillo para que coincidan las piezas que se unen, pero con cuidado para no agrandar el taladro.

Se aconseja armar en tierra el mayor número posible de piezas.

El izado deberá hacerse sin originar deformaciones permanentes sobre elementos que componen el apoyo.

Cuando la torre está izada, se hará un repaso general del ajuste de los componentes. Después de su izado y antes del tendido de los conductores, se apretarán los tornillos dando a las tuercas la presión correcta. El tornillo deberá sobresalir de la tuerca por lo menos tres pasos de rosca, los cuales se granetearán para evitar que puedan aflojarse.

Los postes de hormigón se transportarán en vehículos preparados al efecto, y, al depositarlos se hará en un lugar llano y con sumo cuidado en evitación de deformaciones de los mismos.

Todas las piezas deberán estar recubiertas de material blando y flexible (gomas naturales o sintéticas).

1.4.*Tendido, tensado y regulado de los conductores*

Los cables deberán tratarse con el mayor cuidado para evitar deterioros, lo mismo que las bobinas donde se transportan.

Las operaciones de tendido no serán emprendidas hasta que hayan pasado 15 días desde la terminación de la cimentación de los apoyos de ángulo y anclaje, salvo indicación en contrario del Director de Obra.

En la hora de desenrollar los cables se debe cuidar que no rocen con el suelo.

Para ejercer la tracción se pueden emplear cuerdas pilotos, pero deben ser las mismas del tipo flexible y antigiratorias, montando bulones de rotación para compensar los defectos de la torsión. Si se produce alguna rotura en los hilos de los cables, por cualquier causa, se deberán colocar manguitos separatorios.

Todo el tendido y tensado de los conductores se realizará conforme a la tabla de tendido proporcionada por el proyectista, y conforme a las características climatológicas a las que se va a realizar la operación.

- **Poleas de tendido:** Para cables de aluminio, éstas serán de aleación de aluminio. El diámetro será entre 25 y 30 veces el diámetro del cable que se extienda. Esta polea estará calculada para aguantar esfuerzos a que deba ser sometida.

- **Tensado:** Este deberá realizarse arriostrando las torres de amarre a los apoyos de hormigón de anclajes en sentido longitudinal. El tensado de los cables se hará por medio de un cable piloto de acero en evitación de flexiones exageradas. Todos los aparatos para el tensado deberán colocarse a distancia conveniente de la torre de tense, para que el ánguo formado por las tangentes del piloto al paso por la polea no sea inferior a os 150 grados.

- **Regulado:** Toda línea se divide en trozos de longitudes varialbles según situación de vértices. En el perfil longitudinal se definen los vanos y en los cálculos las flechas de cada uno de ellos, y al mismo se deberá adaptar.

Las tierras sobrantes, así como los restos del hormigonado deberán ser extendidas, si el propietario del terreno lo autoriza, o retiradas a vertedero, en caso contrario, todo lo cual será a cargo del Contratista. Todos los daños serán por cuenta del Contratista, salvo aquellos aceptados por el Director de Obra.

1.5.*Cadena de aisladores*

Estos se limpiarán cuidadosamente antes de ser montados. Se tendrá especial cuidado en su traslado y colocación para que no sufran desperfectos los herrajes que unen las cadenas.

1.6.*Empalmes*

Serán de tal calidad que garanticen la resistencia mecánica exigida por los Reglamentos y no exista aumento de la resistencia del conductor.

Los empalmes deberán ser cepillados cuidadosamente, tanto interior como exteriormente, con cepillo y baquetas especiales.

1.7.*Engrapado*

Para el mismo se deberá tomar medida para conseguir un buen aplomo de las cadenas de aisladores.

El apretado de los tornillos de las grapas se debe hacer alternativamente para asegurar un buen apriete.

1.8.Numeración de apoyos. Avisos de peligro eléctrico.

Se numerarán los apoyos en placa metálica con pintura negra y fondo amarillo, ajustándose dicha numeración a la dada por el Director de Obra. Se indicara tambienen la placa la Tension de la Linea. Las cifras serán legibles desde el suelo.

La placa de señalización de "Riesgo eléctrico" se colocará en el apoyo a una altura suficiente para que no se pueda quitar desde el suelo. Deberá cumplir las características señaladas en la Recomendación UNESA y normativa de la Compañía Distribuidora..

1.9.Puesta a tierra.

Los apoyos de la linea deberán conectarse a tierra de un modo eficaz, de acuerdo con el Proyecto y siguiendo las instrucciones dadas en el Reglamento Técnico de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión.

2. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

Todos los materiales serán de primera calidad. No deberán presentar deterioro ni defecto alguno que disminuya la función que tengan que desarrollar.

2.1.Conductores trenzados.

Deberán ir provistos de cubierta de aislamiento, el cual será de polietileno reticulado (PRC).

Se deberán distinguir de otros por lo que deberán ir grabados en tintas blancas o relieves en el exterior.

Las secciones de los conductores serán las determinadas en la Memoria.

Los empalmes deberán realizarse mediante manguitos a compresión y el aislamiento será regenerado con cinta de goma autovulcanizante y recubierta con cinta de P.V.C.

2.2.Conductores.

Estos estarán formados, según la sección, por uno o por varios alambres de cobre, cilíndricos, de buena calidad y resistencia mecánica y libres de todos los desperfectos posibles, así como de imperfecciones. Deberán estar de acuerdo con la Recomendación UNESA y con las especificaciones de la Norma UNE 50182.

2.3.Abrazaderas y tacos de sujeción.

Las abrazaderas serán de placas de acero isoplastificados y de una sola pieza, dotadas de punta de acero roscada.

Las abrazaderas para cable fiador, serán las mismas, de iguales características, pero sin punta de acero.

Los tacos de sujeción se embutirán previa la realización de taladro.

2.4.Herrajes.

El cable fiador de acero y de arriostramiento será flexible y galvanizado. Los herrajes para las cadenas de suspensión y amarre cumplirán con la Norma UNE 60372.

El resto de los herrajes (aprietahilos, grilletes, etc.), serán galvanizados en caliente.

2.5.Apoyos.

Los apoyos de hormigón cumplirán las características señaladas en la Recomendación UNESA y en la Norma UNE 207016 UNE 12843. Llevarán borne de puesta a tierra.

Los apoyos metálicos estarán construidos con perfiles laminados de acero de los seleccionados en la Recomendación UNESA y de acuerdo con la Norma UNE 207017. Serán de hierro laminado y responderán a la altura determinada en la Memoria. Serán galvanizadas en caliente.

CAPITULO V: CONDICIONES TECNICO-ADMINISTRATIVAS PARA LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE MEDIA-ALTA TENSIÓN

El presente Capitulo recoge los elementos fundamentales que se observarán durante el diseño, la redacción del proyecto en su caso, tramitación, legalización, ejecución, cesión y conexión de instalaciones a la red de distribución contempladas en la Propuesta Previa remitida para su puesta en servicio, cuando los trabajos a realizar sean ejecutados directamente por el Solicitante.

1. DISEÑO DE LAS INSTALACIONES Y REDACCIÓN DEL PROYECTO

El Solicitante del nuevo suministro diseñara las instalaciones de acuerdo a las características informadas en la Propuesta Previa, redactará el proyecto de las instalaciones cuando así venga exigido y que sean necesarias para atender al fin que han de servir, teniendo en cuenta para ello cuantas normas, reglamentos y especificaciones técnicas estén vigentes en ese momento.

De forma no exhaustiva se enumera a continuación la normativa a tener en cuenta en la definición de los condicionantes técnicos de la instalación:

1) Reglamentación Electrotécnica de carácter general:

- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (Real Decreto 842/2002)
- Reglamento Electrotécnico de Líneas Alta Tension (Real Decreto 223/2008)
- Reglamento Electrotécnico de Centros de Transformación (Real Decreto 337/2014)

2) Normas y especificaciones técnicas de la empresa distribuidora

- Instalaciones de distribución: Todas las instalaciones, deberán ajustarse a los Manuales Técnicos, Normas de Compañía Distribuidora y Proyectos Tipo disponibles en la web del Ministerio y aquellas publicadas en el Boletín Oficial de las Comunidades autónomas.
- Instalaciones Particulares del Solicitante: Serán de aplicación los Manuales Técnicos disponibles en la web de del Ministerio y aquellos aprobados por el Boletín Oficial de las Comunidades autónomas.

3) Otra normativa técnica y de seguridad que sea de obligado cumplimiento.

4) Normas y disposiciones autonómicas y municipales (normas urbanísticas, medioambientales, etc), siendo el peticionario responsable de la obtención de todos los permisos, autorizaciones o licencias que fueran necesarios para realizar, establecer y garantizar con carácter definitivo la permanencia de las instalaciones.

La empresa Distribuidora colaborará con el Solicitante en la definición de las instalaciones y en su caso en la redacción del proyecto, prestando asesoramiento técnico de forma que las instalaciones finalmente proyectadas estén de acuerdo con las prescripciones técnicas señaladas.

Para ello, y en el caso específico de instalaciones con proyecto, el Solicitante enviará una copia del proyecto a los servicios técnicos de la empresa Distribuidora, los cuales emitirán escrito de conformidad o de observaciones una vez analizado el mismo. En el caso de existir estas observaciones se han de incorporar al proyecto final, que ha de contar con la conformidad de la empresa Distribuidora.

2. TRAMITACIÓN Y LEGALIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES

El Solicitante gestionará y obtendrá, antes de iniciar la ejecución de las instalaciones, todas las licencias y permisos necesarios, así como cualesquier documentos suficientes en derecho para establecer y garantizar la permanencia de las instalaciones.

Se incluyen en este punto todos los permisos en un sentido amplio, tanto de organismos oficiales como de particulares que puedan demandarse en cada caso. De forma no exhaustiva se enumeran los siguientes:

- Licencia municipal de obras.
- Permisos de ejecución del área de Medio Ambiente de la Comunidad Autónoma.
- Permisos de puesta en servicio del área de Industria de la Comunidad Autónoma.
- Permisos de cruzamientos / paralelismos con carreteras, caminos, vías de ferrocarril, líneas eléctricas o telecomunicaciones.
- Etc.

Si como consecuencia de la tramitación de los indicados permisos se estableciese la obligación de pago de tasas o cánones, únicos o periódicos, el importe de los mismos, con

carácter anticipado y como condición necesaria para la aceptación de las instalaciones, deberá ser satisfecho a la empresa distribuidora por el Solicitante.

En el diseño del trazado de las instalaciones se preverá que estas discurran preferentemente por dominio público. En el caso de las instalaciones que vayan a ser cedidas a la empresa Distribuidora, cuando por razones justificadas, esto no fuese posible, deberá otorgarse una servidumbre de paso y permanencia de la instalación (permisos de ubicación de apoyos, vuelo conductores o franja de una anchura de tres metros en toda su longitud, convenientemente delimitada en el caso de líneas subterráneas, con el alcance y contenido definido en la legislación del sector eléctrico). Estas servidumbres deben quedar registradas mediante documento público.

En los casos de ejecución de centro de transformación será necesario que el Solicitante proceda a constituir, e inscribir en el Registro de la Propiedad, la correspondiente servidumbre sobre el local en que se implante y en los casos de edificios de nueva construcción se definirá en la escritura de división horizontal aquel como parte de los elementos comunes y exento de la obligación de asumir gastos de Comunidad.

La empresa Distribuidora no vendrá obligada a aceptar la cesión de las instalaciones si de los permisos otorgados o las servidumbres constituidas se derive cualquier tipo de cláusula de precario expresa o presunta.

En las instalaciones que requieran proyecto, cuando la tramitación ante la Administración sea realizada por la empresa Distribuidora, el Solicitante aportará ejemplares del proyecto validados para su tramitación, así como toda la documentación exigida por la normativa estatal y autonómica, figurando como titular la empresa Distribuidora y como promotor el Solicitante. Una vez autorizado y aprobado el proyecto se informará al Solicitante para que pueda iniciar la obra.

3. EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES

Se evitará la ejecución de obra alguna que afecte a las instalaciones eléctricas existentes, o a su entorno, y que pudieran variar sus condiciones de seguridad y establecimiento, no solo por razón del servicio esencial que de ellas depende, sino por el grave peligro de accidente que ello significaría. No obstante, cuando la situación así lo requiera, el Solicitante deberá ponerse en contacto con la empresa Distribuidora para consensuar la solución óptima quien, en ningún caso será responsable de los daños a

personas o cosas, cortes de suministro eléctrico, o cualquier otro incidente relacionado con obras no ejecutadas por personal propio.

Con la finalidad de coordinar correctamente el proceso de ejecución de las obras y facilitar y agilizar la recepción, cesión de las instalaciones y su puesta en servicio, las obras podrán ser supervisadas por personal técnico de la empresa Distribuidora, o empresa por ésta designada, aplicando en cada caso los medios de coordinación de actividades que se establezcan para poder acceder a la misma.

Para ello y en las obras con proyecto, con anterioridad al inicio de la construcción de las instalaciones, procederá a la designación de la Empresa Instaladora que ejecutará los trabajos, notificándolo a la empresa Distribuidora (persona física o jurídica adjudicataria de la obra, así como el Técnico Proyectista, y el Director de Obra debiendo, ambos, estar convenientemente acreditados).

La Empresa Instaladora se responsabilizará de garantizar el cumplimiento de las especificaciones de la memoria eléctrica y de los Manuales Técnicos durante la ejecución de las instalaciones.

Cuando exista proyecto, la Dirección Facultativa de la obra se responsabilizará de garantizar el cumplimiento de las especificaciones del Proyecto y los Manuales Técnicos durante la ejecución de las obras.

Para poder realizar dicha supervisión, la Dirección Facultativa cuando exista proyecto o la Empresa Instaladora cuando no lo haya, avisará al personal de la empresa Distribuidora con antelación suficiente del comienzo de las obras así como del proceso de ejecución de los trabajos, en los hitos que esta considere oportunos y en cualquier caso siempre que se trate de las siguientes actividades:

- Redes Aéreas: apertura de hoyos y cimentación de apoyos, puesta a tierra, tensado de conductores.
- Redes Subterráneas: apertura de zanjas, colocación de tubos y arquetas, tendido de cable, ejecución de empalmes y verificación de cables.
- Centros de Transformación: mediciones de tierras y tensiones de paso y contacto.

Los materiales a emplear serán nuevos y responderán a la Normas de obligado cumplimiento y de la Compañía Distribuidora correspondiente, siendo de fabricantes homologados por la empresa Distribuidora.

4. FINALIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES, CESIÓN, RECEPCIÓN Y CONEXIÓN DE LAS MISMAS

Finalizadas las instalaciones, el Instalador procederá a comunicar esta circunstancia a la empresa Distribuidora, que procederá en su caso, con la revisión final previa a la puesta en servicio.

A la finalización de los trabajos deberá aportar, entre otros, la siguiente documentación:

1. Documentación de finalización de los trabajos de la empresa instaladora
2. Documentación de tramitación y legalización de las instalaciones, según lo indicado en el punto anterior: licencias, permisos ambientales, de puesta en servicio de la instalación, permisos de particulares y organismos oficiales afectados, etc.

3. Documentación técnica de la instalación y verificaciones y ensayos hechos a la misma:
   - Planos de tendido acotados y firmados por el promotor, el instalador y el Director de Obra (en aquellos casos donde haya proyecto), con detalle de los restantes servicios. A ser posible también en formato digital, Microstation o Autocad, a escala 1: 500 para redes subterráneas y escala H 1:2.000 y V 1:500 para redes aéreas.
   - Inventario de Materiales y Protocolos de Ensayo.
   - Certificado de Verificaciones y Ensayos: para líneas subterráneas. Se presentará certificado de ensayos según MT 2.33.15, y certificado de paso de testigo. Para líneas aéreas se presentará el certificado de mediciones de puestas a tierra y tensiones de paso y contacto.
   - Certificado del técnico constructor del edificio, en el que se aloja el centro de transformación, de resistencia mecánica del forjado y del aislamiento térmico y de cumplimiento de la normativa autonómica y municipal sobre aislamiento acústico.
   - Hoja de Instalaciones de Enlace.
   - Memoria Técnica de Diseño
   - Cuando exista proyecto, certificados finales de dirección de obra de instalaciones particulares y de distribución, debidamente diligenciados por el Colegio Oficial correspondiente (o bien acompañados de la declaración, como

titulado competente, para la actuación en un reglamento de seguridad industrial), en el que se incluirán las modificaciones que durante la ejecución de los trabajos se hayan realizado respecto al proyecto inicialmente aprobado.

- En los casos de líneas de AT Será necesario disponer de la documentación técnica para la puesta en servicio definida en la ITC-RAT 22 Documentación y Puesta en servicio de las Instalaciones de Alta Tensión y en la ITC-LAT 04 Documentación y puesta en servicio de las líneas de alta tensión.
- En los casos de instalaciones de BT será necesario disponer de la documentación técnica para la puesta en servicio definida en la ITC-BT-04

Será requisito necesario para la aceptación de la cesión de las instalaciones el cumplimiento de las obligaciones señaladas previamente en cuanto a la garantía jurídica de permanencia e indemnidad económica de aquellas, es decir, el otorgamiento (i) de los títulos administrativos correspondientes sin cláusula de precario ni canon o tasa alguna y (ii) de las servidumbres igualmente aludidas.

Respecto a las instalaciones particulares, éstas deberán a su vez haber sido ejecutadas por un instalador autorizado. Con antelación suficiente, se comunicará por su parte su finalización y se facilitará a la empresa Distribuidora el acta de Puesta en Marcha.

4.3 CESIÓN DE INSTALACIONES.

En el caso de instalaciones que vayan a formar parte de la red de distribución, se emitirá por parte del solicitante el documento de cesión correspondiente, en el que constará un plazo de un año de garantía para la obra vista y tres años de garantía para la obra oculta. El período de garantía contará a partir de la puesta en funcionamiento de las instalaciones, comprometiéndose el promotor a la reparación y/o sustitución de cuantos defectos constructivos se detecten, con las condiciones que se indiquen en el documento de cesión, y responsabilizándose de las reclamaciones derivadas de su actuación.

En la aceptación de las instalaciones realizadas, la transmisión se entenderá libre de cargas y gravámenes. Caso de rechazarse las instalaciones, indicándose los motivos, la empresa Distribuidora no se verá obligada a efectuar suministro alguno a través de ellas.

La recepción de las comentadas instalaciones no supondrá la pérdida de las posibles garantías ni exención de cualquier responsabilidad que pueda derivarse de los daños producidos durante la ejecución.

Se informa expresamente de que en los términos y condiciones establecidos en el artículo 25.5. II del Real Decreto 1048/2013, de 27 de diciembre*, por el que se establece la metodología para el cálculo de la retribución de la actividad de distribución de energía eléctrica* podría tener derecho a la suscripción de un convenio de resarcimiento frente a terceros.

4.4 CONEXIÓN DE INSTALACIONES.

La Compañía Distribuidora, a instancias del Solicitante, y de acuerdo con la empresa instaladora, programará la ejecución de la conexión y puesta en servicio, obteniendo en los casos que se precise la pertinente acta de puesta en marcha. Para los casos en los que se requieran descargos de instalaciones en servicio, y con objeto de cumplir con las exigencias y notificaciones legales pertinentes, la solicitud de puesta en servicio se deberá realizar con un plazo mínimo de 20 días.

Una vez puesta en servicio la instalación por la empresa Distribuidora, por parte del Solicitante se podrá proceder a la contratación del suministro de energía eléctrica con empresa Comercializadora.