

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE

GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y
AUTOMÁTICA INDUSTRIAL



UNIVERSITAS
Miguel Hernández

"INSTALACIÓN DE CENTRO DE
SECCIONAMIENTO
EN PARQUE FOTOVOLTAICO Y LÍNEA
AÉREO/SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN
DE
TERCERA CATEGORÍA HASTA 30 KV PARA
CONEXIÓN CON LAMT PROPIEDAD DE I-DE"

TRABAJO FIN DE GRADO

Junio - 2025

AUTOR: Lidia Rocamora Ruiz

DIRECTOR/ES: Juan Manuel Sánchez Eugenio

ÍNDICE

1. MEMORIA DESCRIPTIVA	1
1.1 MOTIVACIÓN.....	1
1.2 TITULAR FINAL.....	1
1.3 PROMOTOR Y TITULAR INICIAL.....	1
1.4 FINALIDAD Y DESCRIPCIÓN	2
1.4.1 CENTRO DE SECCIONAMIENTO	2
1.4.2 LAMT-LSMT.....	4
1.5 EMPLAZAMIENTO DE LAS INSTALACIONES	7
1.5.1. SITUACIÓN.....	7
1.5.1.1. CENTRO DE SECCIONAMIENTO	7
1.5.1.2 LSMT-LAMT.....	7
1.6 REGLAMENTACIÓN Y DISPOSICIONES OFICIALES	8
1.6.1. CENTRO DE SECCIONAMIENTO	8
1.6.2 LAMT-LSMT.....	10
2. MEMORIA CONSTRUCTIVA.....	15
2.1 OBRA CIVIL	15
2.1.1 CENTRO DE SECCIONAMIENTO	15
2.1.2 LAMT-LSMT.....	16
2.2 INSTALACIÓN ELÉCTRICA	17
2.2.1 CENTRO DE SECCIONAMIENTO	17
2.2.1.1 CELDAS DE MEDIA TENSIÓN	17
2.2.1.2 AUTOMATIZACIÓN.....	20
2.2.1.3 INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA.....	21
2.2.1.4 TIERRA DE PROTECCIÓN.....	22
2.2.1.5 TIERRAS INTERIORES.....	22
2.2.1.6 CONEXIONES	22
2.2.1.7 INSTALACIONES COMPLEMENTARIAS.....	23
2.2.1.8 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.....	23
2.2.1.9 MEDIDAS DE SEGURIDAD.....	23
2.2.1.10 MEDIDAS CORRECTORAS.....	24
2.2.2 LAMT-LSMT.....	24
2.2.2.1 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA LÍNEA.....	24
2.2.2.2 ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS DE LA LÍNEA	25

3. PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS	31
3.1 NORMATIVA Y LEGISLACIÓN APLICABLE.....	31
3.2 IDENTIFICACIÓN DE LOS AGENTES QUE INTERVIENEN EN EL PROCESO DE GESTIÓN DE RESIDUOS.....	32
3.3 ESTIMACIÓN DE RESIDUOS A GENERAR.	33
3.3.1 CENTRO DE SECCIONAMIENTO	33
3.3.2 LÍNEA LSMT Y LAMT	34
3.4 MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE GENERACIÓN DE RESIDUOS	34
3.5 OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, VALORIZACIÓN O ELIMINACIÓN	35
3.5.1 CENTRO DE SECCIONAMIENTO	36
3.5.2 LSMT Y LAMT	36
3.6 MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE RESIDUOS.....	37
3.7 PRESCRIPCIONES TÉCNICAS.....	37
4. CÁLCULOS	39
4.1 CENTRO DE SECCIONAMIENTO.....	39
4.1.1 VALORES DE CORTOCIRCUITO	39
4.1.2 TIPO DE CONDUCTOR.....	39
4.1.3 POTENCIA A TRANSPORTAR.....	39
4.1.4 CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS	40
4.1.5 CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA.....	42
4.2 LSMT-LAMT	51
4.2.1 CÁLCULO MECÁNICO DE LA LÍNEA ELÉCTRICA AÉREA Y CÁLCULO DE APOYOS..	51
4.2.2 DATOS GENERALES DE LA INSTALACIÓN	88
4.2.3 TENSIÓN MÁXIMA EN LA LINEA Y COMPONENTE HORIZONTAL.....	88
4.2.4 VANO DE REGULACIÓN.....	89
4.2.5 TENSIONES HORIZONTALES Y FLECHAS EN DETERMINADAS CONDICIONES..	89
4.2.6 LIMITE DINAMICO EDS.	89
4.2.7 APOYOS.....	89
4.2.8 CIMENTACIONES.....	89
4.2.9 CADENAS DE AISLADORES.....	89
4.2.10 DISTANCIAS DE SEGURIDAD.....	89
4.2.11 TABLAS RESUMEN.....	91
5. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS	99
5.1 CS.....	99
5.1.1 CALIDAD DE LOS MATERIALES	99
5.1.2 NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES	105
5.1.3 PRUEBAS REGLAMENTARIAS	105

5.1.4 CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD.....	105
5.2 LSMT-LAMT	108
5.2.1 CÁLCULOS ELÉCTRICOS DE LA LÍNEA.....	108
5.2.2 PROTECCIONES LÍNEA SUBTERRÁNEA.....	114
5.2.3 CÁLCULO MECÁNICO DE LOS CONDUCTORES.....	116
5.2.4 DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD.	117
5.2.5 CIMENTACIONES	123
5.2.6 PROTECCIONES AVIFAUNA.....	124
5.2.7 PUESTA A TIERRA DE LOS APOYOS.....	125
6. MEDICIONES Y PRESUPUESTO	143
6.1. CUADRO DE GESTIÓN DE RESIDUOS	144
6.1.1. CENTRO DE SECCIONAMIENTO	144
6.1.2 LSMT Y LAMT	144
6.2 MEDICIONES Y PRESUPUESTOS	145
7. PLANOS	149
8. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	161
8.1 LSMT-LAMT	161
8.1.1 DATOS DEL ENCARGO DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD	161
8.1.2 DATOS DEL PROYECTO Y DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD	161
8.1.3 OBJETIVOS DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD	162
8.1.4 DATOS DE INTERÉS PARA LA PREVENCIÓN DE LOS RIESGOS LABORALES DURANTE LA REALIZACIÓN DE LA OBRA	163
8.1.5 INSTALACIONES PROVISIONALES PARA LOS TRABAJADORES Y AÉREAS AUXILIARES DE EMPRESA.....	165
8.1.6 FASES CRÍTICAS PARA LA PREVENCIÓN.....	165
8.1.7 ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INICIAL DE LOS RIESGOS DE LAMT	166
8.1.8 ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INICIAL DE LOS RIESGOS DE LSMT	194
8.1.9 PROTECCIÓN COLECTIVA A UTILIZAR EN LA OBRA.....	207
8.1.10 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR EN LA OBRA	207
8.1.11 SEÑALIZACIÓN DE LOS RIESGOS	207
8.1.12 PREVENCIÓN ASISTENCIAL EN CASO DE ACCIDENTE LABORAL.....	208
8.1.13 OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA ADJUDICATARIO EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD	209
8.1.14 SISTEMA DECIDIDO PARA EL CONTROL DEL NIVEL DE SEGURIDAD Y SALUD DE LA OBRA.....	211
8.1.15 DOCUMENTOS DE NOMBRAMIENTOS PARA EL CONTROL DEL NIVEL DE LA SEGURIDAD Y SALUD, APLICABLES DURANTE LA REALIZACIÓN DE LA OBRA ADJUDICADA.....	211

8.1.16 FORMACIÓN E INFORMACIÓN EN SEGURIDAD Y SALUD	212
8.2 CENTRO DE SECCIONAMIENTO	212
8.2.1 OBJETO	212
8.2.2 SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA.....	212
8.2.3 SUMINISTRO DE AGUA POTABLE.....	213
8.2.4 VERTIDO DE AGUAS SUCIAS DE LOS SERVICIOS HIGIÉNICOS	213
8.2.5 MEMORIA	213
8.2.6 ASPECTOS GENERALES.....	215
8.2.7 NORMATIVA APLICABLE.....	216
9. PLIEGO GENERAL DE NORMAS DE SEGURIDAD EN PREVENCIÓN DE INCENDIOS FORESTALES A OBSERVAR EN LA EJECUCIÓN DE OBRAS Y TRABAJOS QUE SE REALICEN EN TERRENO FORESTAL O EN SUS INMEDIACIONES.	217
9.1 OBJETO.....	217
9.2 ÁMBITO DE APLICACIÓN.	218
9.3 NORMAS DE SEGURIDAD DE CARÁCTER GENERAL.	218
9.4 UTILIZACIÓN DE EXPLOSIVOS.	219
9.5 UTILIZACIÓN DE HERRAMIENTAS, MAQUINARIA Y EQUIPOS.....	219
9.6 EXPLOTACIONES FORESTALES.....	222
9.7 SUSPENSIÓN CAUTELAR DE LOS TRABAJOS.....	223

ÍNDICE DE FOTOS

Imagen 1. Centro de seccionamiento	3
Imagen 2. Celdas de centro de seccionamiento.....	3
Imagen 3. Apoyo de media tensión	6
Imagen 4. Entrada de tubos de LSMT a centro de seccionamiento.....	6
Imagen 5. Realización de maniobras en apoyo de media tensión	61
Imagen 6. Apoyo de media tensión completo.....	62
Imagen 7. Apoyo de IDE.....	65
Imagen 8. Aisladores , crucetas, botellas y conexión de LSMT a botellas	91
Imagen 9- Detalle parte superior apoyo de ángulo IDE.....	92
Imagen 10. Apoyo de ángulo IDE	93
Imagen 11. Conexión Apoyo IDE con apoyo de abonado.....	94
Imagen 12. Detalle parte superior apoyo abonado.....	95
Imagen 13. Detalle base apoyo abonado	96

Imagen 14. Detalle de seccionadores cerrados.....	97
Imagen 15. Casco de protección.....	167
Imagen 16. Botas de protección	167

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características principales de la instalación.....	5
Tabla 2. Situaciones particulares	17
Tabla 4. Características de sección según UNE-EN 50182	26
Tabla 5. Características cables con aislamiento de etileno propileno alto modulo (HEPR).....	28
Tabla 6. Residuos generados CS.....	33
Tabla 7. Residuos generados LSMT Y LAMT	34
Tabla 8. Gestores de residuos específicos CS.....	36
Tabla 9. Gestores de residuos específicos LSMT y LAMT	36
Tabla 10. Temperatura máxima admisible de los conductores en servicio permanente y en cortocircuito	40
Tabla 11: Factor de corrección para resistividad del terreno distinta de 1,5 K.m/W	41
Tabla 12: Factores de corrección por distancia entre ternas.....	41
Tabla 13: Factores de corrección para profundidades de la instalación distintas de 1m	42
Tabla 14: Intensidades máximas admisibles (A)	42
Tabla 15. Comprobaciones valores del centro inferiores a los valores admisibles	50
Tabla 16. Apoyos de líneas situadas en zona A (Altitud inferior a 500 m)	61
Tabla 17. Apoyos de líneas situadas en zonas B y C (Altitud igual o superior a 500 m).	65
Tablas 18.1-18.2-18.3. Tensiones y flechas en hipótesis reglamentarias	92
Tabla 19. Tensiones y flechas de tendido	93
Tablas 20.1-20.2. Cálculo de apoyos	94
Tabla 21. Apoyos adoptados.....	95
Tabla 22. Crucetas adoptadas	96
Tablas 23.1-23.2. Cálculo de cimentaciones.....	97
Tablas 24.1-24.2. Cálculo de cadenas de aisladores.....	98
Tabla 25. Cálculo de esfuerzos verticales sin sobrecarga	98

Tabla 26. Valor momento eléctrico en función de la tensión nominal y caída de tensión.....	110
Tabla 27. Potencia máxima que puede transportar la línea por circuito	110
Tabla 28. Pérdida de potencia en % en función de la tensión.....	111
Tabla 29. Temperatura máxima, en °C, asignada al conductor.....	112
Tabla 30.1. Distancia mínima con y sin protección suplementaria para canalizaciones y acometidas.....	120
Tabla 30.2. Distancia mínima sin y con protección suplementaria canalizaciones y acometidas.....	122
Tabla 31. Intensidades máximas de puesta a tierra e impedancias equivalentes para cada nivel de tensión y tipo de puesta a tierra de la subestación	127
Tabla 32. Valores admisibles de la tensión de contacto aplicada (Uca) a la que puede estar sometido el cuerpo humano entre la mano y los pies, en función de la duración de corriente de falta	132
Tabla 33. Clasificación de los apoyos nuevos según su ubicación	136
Tabla 34. Para apoyos no frecuentados valor máximo de la resistencia de puesta a tierra, en función de la tensión nominal de la red	137
Tabla 35. Coeficientes.....	138
Tabla 36. Tipología RCDs para CS	144
Tabla 37. Tipología RCDs para LAMT y LSMT	145
Tabla 38.1. Análisis y evaluación inicial de riesgos , excavación de tierras....	169
Tabla 38.2.. Análisis y evaluación inicial de riesgos , excavación de tierra.....	172
Tabla 38.3. Análisis y evaluación inicial de riesgos , excavación de tierra.....	175
Tabla 39. Análisis y evaluación inicial de los riesgos, Camión de transporte de materiales.....	179
Tabla 40. Análisis y evaluación inicial de los riesgos, Camión grúa.....	183
Tabla 41. Análisis y evaluación inicial de los riesgos, Retroexcavadora sobre orugas o sobre neumáticos	187
Tabla 42. Análisis y evaluación inicial de los riesgos, Maquinas herramientas eléctricas en general: radiales, cizallas, cortadoras, sierras y asimilables	189
Tabla 43. Análisis y evaluación inicial de los riesgos, Incendio.....	193
Tabla 44. Riesgos asociados y medidas preventivas, transporte de materiales	195
Tabla 45. Riesgos asociados y medidas preventivas, Apertura de zanjas.....	196
Tabla 46. Riesgos asociados y medidas preventivas, Cercanía a instalaciones de media tensión	199
Tabla 47. Riesgos asociados y medidas preventivas: Canalización de la línea	200

Tabla 48. Riesgos asociados y medidas preventivas: Trabajos en tensión ...	202
Tabla 49. Riesgos asociados y medidas preventivas: Puesta en servicio en tensión.....	205
Tabla 50. Riesgos asociados y medidas preventivas: Puesta en servicio en ausencia de tensión	206
Tabla 51. Número de herramientas o máquinas a controlar por cada operario	221



1. MEMORIA DESCRIPTIVA

1.1 MOTIVACIÓN

La principal motivación para la redacción y desarrollo de este trabajo de fin de grado es la finalización del grado en Ingeniería Electrónica y Automática Industrial.

Debo dar reconocimiento a la empresa la cual me ha dado la oportunidad de realizar mis primeras prácticas dentro de un trabajo real como ingeniera, y me ha enseñado desde cero a afrontar diversos problemas y buscar las mejores soluciones.

Dicha empresa, llamada “Elecnor Servicios y Proyectos SAU”, me ha ayudado a adentrarme en el mundo de una empresa contratista, en el departamento de distribución eléctrica, dónde se llevan a cabo proyectos de BT y MT, y gracias a ello, hoy estoy enfocando mi trabajo de fin de grado a lo que sería un proyecto real.

La elección de un proyecto así para mi trabajo de fin de grado no es al azar, ya que he participado en una obra similar.

1.2 TITULAR FINAL

El titular de la instalación es UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ y domicilio a efectos de notificación en la Avinguda de la Universitat d'Elx, s/n, 03202 Elche, Alicante.

1.3 PROMOTOR Y TITULAR INICIAL

El promotor de la instalación proyectada es UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ y domicilio a efectos de notificación en la Avinguda de la Universitat d'Elx, s/n, 03202 Elche, Alicante.

1.4 FINALIDAD Y DESCRIPCIÓN

1.4.1 CENTRO DE SECCIONAMIENTO

Tiene por objeto especificar las condiciones técnicas, de ejecución y económicas para la instalación de un nuevo Centro de Seccionamiento para planta solar fotovoltaica de 3 MW en la pujada Borraxina, en el término municipal de Mutxamel, en la provincia de Alicante.

El Centro de Seccionamiento es un centro prefabricado de la marca Ormazabal, modelo CMS 21, empleando para su aparellaje celdas prefabricadas bajo envoltente metálica de SF6.

A este centro van a llegar dos líneas subterráneas de Media Tensión procedentes desde Apoyo A-1 a instalar entre los dos apoyos existentes y partirá posteriormente una línea al Centro de Protección y Medida perteneciente a la planta solar fotovoltaica.

El suministro de energía se efectuará a una tensión de servicio de 20 kV y una frecuencia de 50 Hz.

El centro de seccionamiento dispondrá de los siguientes elementos fundamentales:

Conjunto de celdas 3L+1A de SF6 con tres celdas de línea automatizadas, equipadas con interruptor-seccionador y seccionador de puesta a tierra, y una celda de servicios auxiliares.



Imagen 1. Centro de seccionamiento



Imagen 2. Celdas de centro de seccionamiento

1.4.2 LAMT-LSMT

Se trata de la instalación de una nueva línea eléctrica aérea de media tensión 20kV doble circuito con cableado tipo 100-AI1717-ST1A desde el nuevo apoyo A-1 a instalar hasta el apoyo A-2 a instalar, y de la instalación de una nueva línea eléctrica subterránea de media tensión 20 kV doble circuito con cableado HEPRZ1 3x240 mm² Al desde el nuevo apoyo a instalar A-2, donde se realizará un entronque A/S, hasta el Centro de Seccionamiento.

La línea discurrirá por el término municipal de Muchamiel (Alicante)

La finalidad de dicha instalación consiste en permitir la evacuación del suministro eléctrico generado en una planta solar fotovoltaica a través de la infraestructura de la red eléctrica de I-DE, conexas al Centro de Seccionamiento y la red de I-DE, se pretende realizar un nuevo tramo de Línea Aérea-subterránea de MT 20 kV partiendo del nuevo apoyo A-1 a instalar hasta el nuevo Centro de Seccionamiento.

Las actuaciones que contempla el proyecto consisten en la instalación de un nuevo tramo de Línea Aérea-Subterránea de Media Tensión 20 kV mediante conductor aéreo 100-AL 1/17-ST1A y conductor subterráneo HEPRZ1 12720 kV 3x(1x240) mm² en disposición doble circuito partiendo del apoyo A-1 a instalar hasta conectar con el Nuevo Centro de Seccionamiento.

Nº REGISTRO DE LÍNEAS		TIPO AÉREA
TENSIÓN: 20KV	<p>Longitud total a instalar: 142 m</p> <p>Longitud (DC)=2x71 m</p> <p>Inicio de Línea: Apoyo A-1 a instalar</p> <p>Final de Línea: Apoyo A-2 a instalar</p> <p>Longitud existente en estudio: 254 m</p> <p>Inicio de línea: Apoyo N°442139</p> <p>Final de línea: Apoyo N°442140</p>	Conductor: 100-AL 1/17-ST1A a instalar y LA-110 existente
APOYOS NUEVOS	FRECUENTADOS/DE MANIOBRA	A-2
	NO FRECUENTADOS	A-1
Nº REGISTRO DE LÍNEAS		TIPO: SUBTERRÁNEA
TENSIÓN: 20 KV	<p>Longitud total: 74 m</p> <p>Longitud Horizontal = 2x22 m</p> <p>Línea entrada Centro de Seccionamiento = 2x3 m</p> <p>Línea entrada Entronque A/S = 2x12 m</p> <p>Inicio de línea: Entronque A/S a instalar</p> <p>Final de línea: Nuevo centro de seccionamiento</p>	Conductor: HEPRZ1 240 mm ² Al

Tabla 1. Características principales de la instalación



Imagen 3. Apoyo de media tensión



Imagen 4. Entrada de tubos de LSMT a centro de seccionamiento

1.5 EMPLAZAMIENTO DE LAS INSTALACIONES

1.5.1. SITUACIÓN

1.5.1.1. CENTRO DE SECCIONAMIENTO

La instalación que se proyecta queda emplazada en Pol 4, Parcela 89, Pujada Borratxina, Mutxamel, Alicante

1.5.1.2 LSMT-LAMT

La conexión con las instalaciones existentes se produce en los siguientes puntos:

Aéreo

- Inicio (según plano adjunto): Apoyo A-1 emplazado en la parcela con referencia catastral N°03090A00400089 (Pol. 4, Parcela 89), en el Término Municipal de Mutxamel, en el que se instala un nuevo apoyo entre los apoyos existentes N°442139 y N°442140.
- Fina (según plano adjunto): Apoyo A-2 emplazado en la parcela con referencia catastral N°03090A00400089 (Pol. 4, Parcela 89), en el Término Municipal de Mutxamel, en el que se realiza el entronque A/S.

Subterráneo

- Inicio (Punto A según plano adjunto): Apoyo A-2 emplazado en la parcela con referencia catastral N°03090A00400089 (Pol. 4, Parcela 89), en el Término Municipal de Mutxamel, en el que se realiza el entronque A/S.
- Fin (Punto B según plano adjunto): Nuevo Centro de Seccionamiento (objeto de proyecto aparte) de la planta solar fotovoltaica emplazado en la parcela con referencia catastral N°03090A00400089 (Pol. 4, Parcela 89), en el Término Municipal de Mutxamel, en el que se realiza la conexión con la celda de línea correspondiente.

1.6 REGLAMENTACIÓN Y DISPOSICIONES OFICIALES

1.6.1. CENTRO DE SECCIONAMIENTO

Para la elaboración del proyecto se ha tenido en cuenta la siguiente normativa:

- 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 sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Seccionamiento. Aprobado por Real Decreto 3.275/1982, de noviembre, B.O.E. 1-12-82.
- Instrucciones Técnicas Complementarias del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Seccionamiento. B.O.E. 25-10-84.
- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. Aprobado por Decreto 842/2002, de 2 de agosto, B.O.E. 224 de 18-09-02.
- Autorización de Instalaciones Eléctricas. Aprobado por Ley 40/94, de 30 de diciembre, B.O.E. de 31-12-1994.
- Ordenación del Sistema Eléctrico Nacional y desarrollos posteriores. Aprobado por Ley 40/1994, B.O.E. 31-12-94.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y

procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica (B.O.E. de 27 de diciembre de 2000).

– Real Decreto 222/2008, de 15 de febrero, por el que se establece el régimen retributivo de la actividad de distribución de energía eléctrica.

– Real Decreto 2018/1997, de 26 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de puntos de medida de los consumos y tránsitos de energía eléctrica.

– Orden de 12 de abril de 1999 por la que se dictan las instrucciones técnicas complementarias al reglamento de puntos de medida de los consumos y tránsitos de energía eléctrica.

– Real Decreto 385/2002, de 26 de abril, por el que se modifica el Real Decreto 2018/1997, de 26 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de puntos de medida de los consumos y tránsitos de energía eléctrica.

– 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. Condiciones impuestas por los organismos Públicos afectados.

– 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.

– Ley de Regulación del Sector Eléctrico, Ley 54/1997 de 27 de noviembre.

– Orden de 13-03-2002 de la Consejería de Industria y Trabajo por la que se establece el contenido mínimo en proyectos de industrias y de instalaciones industriales.

- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación, y todos sus documentos básicos, incluidas las correspondientes correcciones hasta la fecha de redacción del proyecto.
- NTE-IEP. Norma tecnológica del 24-03-73, para Instalaciones Eléctricas de Puesta a Tierra.
- Norma básica NBE-CA-88, sobre condiciones acústicas en los edificios.
- Normas UNE y recomendaciones UNESA.
- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados.
- Condicionados que puedan ser emitidos por organismos afectados por las instalaciones.
- Normas particulares de la compañía suministradora, Iberdrola.
- Cualquier otra normativa y reglamentación de obligado cumplimiento para este tipo de instalaciones.

1.6.2 LAMT-LSMT

Para la elaboración del proyecto se ha tenido en cuenta la siguiente normativa:

- Ley 54/1997 de 27 de noviembre, de Regulación del Sector Eléctrico (B.O.E. 28 de noviembre de 1997)
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico deroga casi en su totalidad su homónima Ley 54/1997.

- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica (B.O.E. de 27 de diciembre de 2000).
- 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 transporte de energía eléctrica.
- Real Decreto 1047/2013, de 27 de diciembre, por el que se establece la metodología para el cálculo de la retribución de la actividad de transporte de energía eléctrica.
- 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.
- 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 energías renovables, cogeneración y residuos.
- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Real Decreto 560/2010, de 7 de mayo, por el que se modifican diversas normas reglamentarias en materia de seguridad industrial para adecuarlas a la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio, y a la Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio.

- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueba 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.
- Real Decreto 1432/2008, de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas de alta tensión (BOE de 13-09-08).
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de Evaluación Ambiental (BOE núm. 296 de 11.12.2013). Queda derogada la legislación estatal de evaluación ambiental existente RDL 1/2008, Ley 9/2006 y RD 1131/1988.
- Real Decreto 110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Ley 31/95, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- 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.
- Recomendación 519/99/CE del Consejo, de 12 de julio de 1999, relativa a la exposición del público en general a campos electromagnéticos de 0 a 300 GHz.
- Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento que establece las condiciones de protección de dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas.

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y sus instrucciones técnicas complementarias (ITC) BT 01 a BT 51. Aprobado por el Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, del Ministerio de Ciencia y Tecnología (B.O.E: de 18- 09-2002)

- Decreto 88/2005, de 29 de abril, del Consell de la Generalitat, por el que se establecen los procedimientos de autorización de instalaciones de producción, transporte y distribución de energía eléctrica que son competencia de la Generalitat.

- Resolución de 22 de octubre de 2010, de la Dirección General de Energía, por la que se establece una declaración responsable normalizada en los procedimientos administrativos en los que sea preceptiva la presentación de proyectos técnicos y/o certificaciones redactadas y suscritas por técnico titulado competente y carezcan de visado por el correspondiente colegio profesional.

- Orden 9/2010, de 7 de abril, de la Conselleria de Infraestructuras y Transporte, por la que se modifica la Orden de 12 de febrero de 2001, de la Conselleria de Industria y Comercio, por la que se modifica la de 13 de marzo de 2000, sobre contenido mínimo en proyectos de industrias e instalaciones industriales.

- Resolución de 15 de octubre de 2010, del Conseller de Medio Ambiente, Agua, Urbanismo y Vivienda y vicepresidente tercero del Consell, por la que se establecen las zonas de protección de la avifauna contra la colisión y electrocución, y se ordenan medidas para la reducción de la mortalidad de aves en líneas eléctricas de alta tensión.

- Ley 2/1989, de 3 de marzo, de la Generalitat Valenciana, de Impacto Ambiental (B.O.E. de 26-4-1989). (Modificada por la Ley 16/2010). (Modificada por la Ley 10/2012).

- Decreto 162/1990, de 15 de octubre, del Consell de la Generalitat Valenciana, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución de la Ley 2/1989, de 3 de marzo, de Impacto Ambiental.

- Decreto 32/2006, de 10 de marzo, del Consell de la Generalitat, por el que se modifica el Decreto 162/1990, de 15 de octubre, del Consell de la Generalitat, por el que se aprobó el Reglamento para la ejecución de la Ley 2/1989, de 3 de marzo, de la Generalitat, de Impacto Ambiental.

- Orden de 3 de enero de 2005, de la Conselleria de Territorio y Vivienda por la que se establece el contenido mínimo de los estudios de impacto ambiental que hayan de tramitar ante esta Conselleria.

- Decreto 208/2010, de 10 de diciembre, del Consell, por el que se establece el contenido mínimo de la documentación necesaria para la elaboración de los informes a los estudios de impacto ambiental a los que se refiere el artículo 11 de la Ley 4/1998, de 11 de junio, de la Generalitat, del Patrimonio Cultural Valenciano.

- Decreto 60/2012, de 5 de abril, del Consell, por el que regula el régimen especial de evaluación y de aprobación, autorización o conformidad de planes, programas y proyectos que puedan afectar a la Red Natura 2000.

- Ley 4/1998, de 11 de junio, del Patrimonio Cultural Valenciano.

- Ley 10/2010, de 12 de diciembre, de Residuos de la Comunidad Valenciana.

- Ley 5/2014, de 25 de julio, de la Generalitat, de Ordenación del Territorio, Urbanismo y Paisaje, de la Comunitat Valenciana.

- Ley 3/1993, de 9 de diciembre, de las Cortes Valencianas (Ley Forestal).

- Decreto 98/1995, de 16 de mayo, del Gobierno Valenciano, por el que se aprueba el Reglamento de la Ley 3/93, de 9 de diciembre, de la Generalitat Valenciana, Forestal de la Comunidad Valenciana.
- Decreto 7/2004, de 23 de enero, del Consell de la Generalitat, por el que se aprueba el pliego general de normas de seguridad en prevención de incendios forestales a observar en la ejecución de obras y trabajos que se realicen en terreno forestal o en sus inmediaciones.
- Ley 3/2014, de 11 de julio, de Vías Pecuarias de la Comunitat Valenciana.
- Instrucción de 13 de enero de 2012, de la Dirección General del Medio Natural, sobre vías pecuarias.
- Normas UNE de obligado cumplimiento.
- Condicionados que puedan ser emitidos por Organismos afectados por las instalaciones.
- Normas Particulares de la Compañía Suministradora. Además de las normas UNE, EN y documentos de Armonización HD, se tendrán en cuenta las Ordenanzas Municipales y los condicionados impuestos por los Organismos públicos afectados.

2. MEMORIA CONSTRUCTIVA

2.1 OBRA CIVIL

2.1.1 CENTRO DE SECCIONAMIENTO

Centro prefabricado que será ubicado en la pujada Borratxina, perteneciente al término municipal de Mutxamel, siendo accesible desde la vía pública.

Este centro, de tipo prefabricado está diseñado según norma UNE-EN 62271 – 202, está compuesto por:

- Envoltente prefabricada monobloque de hormigón.
- Cubierta amovible prefabricada de hormigón.

- Puertas de acceso.
- Orificios de entrada y salida de cables en la parte frontal y posterior inferior de la envolvente.
- Una caja de seccionamiento de tierra de protección (herrajes), situada en el lado interior izquierdo.
- Alumbrado y servicios auxiliares.

La superficie interior aproximada es de 2,5 m².

El acceso está restringido al personal de Iberdrola y se realiza a través de una cerradura normalizada.

Las dimensiones de la excavación serán las siguientes: 3,9 m de anchura x 3,8 m de fondo x 0,6 m de profundidad.

El Centro de Seccionamiento dispone de unos insertos DEHA que permiten su correcta manipulación mediante un balancín, eslingas y enganchadores adecuados con el objeto de garantizar el izado lo más equilibrado posible. La manipulación de la cubierta se realiza roscando los cáncamos en los insertos de la cubierta.

2.1.2 LAMT-LSMT

- En la zanja a construir se tenderán dos circuitos.
- El acceso de los cables al interior del Centro de Seccionamiento se realizará mediante tubos 160/200 mm \varnothing , embutidos en un prisma/losa de hormigón.
- La distancia entre conductores se calcula según ITC LAT 07, edición de abril 2019, rev 2, "LINEAS AÉREAS CON CONDUCTORES DESNUDOS". En el anexo II "Cálculos" aparece la distancia mínima entre fases que se debe de tener según dicha instrucción.

Apoyo	Tipo	Arg. Pol. de secc.	Hipótesis 3ª (Desplazamiento de tracciones) I-S-AVC+V I-15-RU-20+G/PC+H				Hipótesis 4ª (Rotura de conductores) I-S-AVC+V I-15-RU-20+G/PC+H				Dist. Const.	Dist. Lf.
			V (mm)	T (mm)	L (mm)	L (mm)	V (mm)	T (mm)	L (mm)	L (mm)	(m)	(m)
A-1	Carretas	1215 apo. 2.1	321.2	4762.7			321.2	5023.9	900	900.0	1.58	1.25
A-2	Fu. Línea					75.8			851.8	0.81	1.28	

Tabla 2. Situaciones particulares

Siendo la distancia entre crucetas:

- en el A-1; 1,8 metros > 1,58 metros.
- en el A-2; 1,2 metros > 0,81 metros.

2.2 INSTALACIÓN ELÉCTRICA

2.2.1 CENTRO DE SECCIONAMIENTO

2.2.1.1 CELDAS DE MEDIA TENSIÓN

La disposición de las celdas será de acuerdo al plano de “Planta y Alzado Proyectado” que se facilita en el apartado 5 de planos. Las celdas irán montadas sobre bancadas metálicas de dimensiones y características adecuadas para servir de soporte y permitirán la entrada y salida de los cables de media tensión que se realizará por la parte inferior de las mismas, y, además, cumplirán con los requisitos establecidos en el ITC 16,17 o 18, que les sea aplicable en función de la tensión de servicio y naturaleza de la envolvente. Como medida de seguridad, se deberá respetar una distancia mínima de 100 mm entre las celdas y la pared posterior a fin de permitir el escape de gas SF6 (en caso de sobrepresión demasiado elevada).

Las actuaciones que se tienen previstas en las celdas asociadas al transformador serán:

- Se instalará un sistema de celdas compacto 3L+1A de la marca Ormazabal con aislamiento integral en SF6.

En las celdas con envolvente metálica, el dieléctrico utilizado como medio de aislamiento y extinción, será hexafluoruro de azufre (SF6), con una presión superior a la atmosférica.

Las celdas podrán ser extensibles (CE) o no extensibles (CNE).

Cumplirán lo especificado en la Norma NI 50.42.11 "Celdas de alta tensión bajo envolvente metálica hasta 36 kV, prefabricadas con dieléctrico de SF6, para CT".

*Características:

- Tensión asignada: 24 kV
- Nivel de aislamiento asignado:
 - o Tensión asignada soportada a impulsos tipo rayo (valor de cresta):
 - A tierra y entre polos 125 kV
 - A la distancia de seccionamiento 145 kV
 - o Tensión asignada a frecuencia industrial durante 1 minuto (valor eficaz):
 - A tierra y entre polos
 - A la distancia de seccionamiento 60 kV
- Frecuencia asignada: 50 Hz.
- Corriente asignada en servicio 400 A
- Corriente asignada en servicio función de protección: 200 A
- Corriente admisible de corta duración (1 s): 16 kA.
- Valor de cresta de la intensidad nominal admisible: 31,25 kA cresta (2,5 veces la intensidad nominal admisible de corta duración)
- Corriente máxima de corte en cables en vacío: 16 A
- Corriente máxima de corte en líneas en vacío: 1,5 A
- Corriente de corte en caso de falta a tierra: 50 A (máxima corriente que circula por una fase derivada a tierra y que el interruptor es capaz de cortar a la tensión asignada)
- Corriente de corte de cables y líneas en vacío en caso de falta a tierra: 16 A (corriente que circula por las fases no derivadas a tierra y que el interruptor es capaz de cortar a la tensión asignada)
- Características físicas (máximas):
 - Altura:
 - o 1L: 1740 mm
 - o 1A: 1740 mm
 - Profundidad:

- o 1L: 735 mm
- o 1A: 875 mm
- Anchura:
 - o 1L: 365 mm
 - o 1A: 470 mm

*Funcionalidad

Atendiendo a su funcionalidad distinguimos entre celdas:

- Función de línea.

- Se entiende que una celda tiene una función de línea cuando se utiliza para la maniobra de entrada o salida de los cables que forman el circuito de alimentación a los centros de seccionamiento. Estará provista de un interruptor-seccionador y un seccionador de puesta a tierra con dispositivos de señalización que garanticen la ejecución de la maniobra, pasa tapas y detectores de tensión que sirvan para comprobar la presencia de tensión y la correspondencia de fases.

- Función de alimentación de servicios auxiliares.

– Alimentación de BT suministrada a través del secundario del transformador de tensión alojado en el compartimento de cables. La conexión de BT se realizará en bornas del cuadro de Servicios Auxiliares que estará en la propia celda. Dicha celda está especificada en la Norma NI 50.42.11.

Interruptor-seccionador:

Los interruptores-seccionadores serán de uso general de clase E2 y estarán diseñados de forma que en la posición de apertura no pueda circular ninguna corriente de fuga peligrosa entre los bornes de un lado y cualquiera de los bornes del otro lado del aparato. Cumplirán lo indicado en la norma UNE EN 60 265-1 e instalado en la celda y en su posición de servicio, satisfará como

mínimo los valores resumen indicados en las tablas 2 y 3 de la NI 50.42.11. Dispondrán de un dispositivo que indique su estado, accionamiento eléctrico y dispositivo de enclavamiento mecánico.

Seccionador de puesta a tierra

Los seccionadores de puesta a tierra serán de clase B, y cumplirán lo especificado en la norma UNE EN 60 129, y con los valores de corriente admisible asignada de corta duración y poder de cierre asignado sobre cortocircuito indicados en la tabla 3 de la presente norma. El número de maniobras para verificar el poder de cierre de cortocircuito será de cinco. La maniobra de cierre de los seccionadores de puesta a tierra será del tipo de "maniobra con acumulación de energía" o "maniobra manual independiente". En la función de protección, se dispondrá de dos seccionadores de puesta a tierra accionados por un mismo mando, que pondrá a tierra ambos extremos del cartucho fusible. El seccionador de puesta a tierra situado a la salida del fusible limitador, tendrá un poder de cierre sobre cortocircuito de 2,5 kA (cresta), como mínimo.

Fusibles limitadores de corriente

Los fusibles existentes deben cumplir la norma UNE-EN 60282-1 y complementariamente con NI 75.06.31.

Transformadores de intensidad

Cumplirán con lo prescrito en la norma NI 72.50.01.

2.2.1.2AUTOMATIZACIÓN

Se seguirá lo indicado en la MT 3.51.20 "SISTEMAS DE TELEGESTIÓN Y AUTOMATIZACIÓN DE RED".

Requiere la utilización de celdas automatizadas, preconfiguradas y probadas en fábrica.

Dependiendo del tipo de celdas habrá dos casos:

- Celdas compactas que vendrán ya unidas como conjunto indivisible con el armario de automatización. Hasta 3 posiciones de línea y dos transformadores.

- Celdas modulares y conjuntos extensibles que vendrán separados y deberán conectarse en el centro. Cada celda vendrá identificada con la línea a la que debe conectarse, siendo muy importante respetar esto.

Los trabajos consistirán en conectar las celdas entre sí y/o con el armario de automatización con cables de la longitud adecuada que serán suministrados por parte del proveedor de Automatización. Los armarios de automatización de celdas de MT integran la fuente de alimentación-cargador y baterías. Las conexiones entre la automatización y la telegestión seguirán las siguientes premisas:

- Telegestión: Tendido de par de cables de 2,5 mm² para la alimentación de 48Vcc y cable Ethernet para comunicaciones desde el armario de automatización hasta el armario de telegestión por canalización.

- Todo tendido de cables con tensiones continuas se hará con cables de 2,5 mm² de sección en colores rojo (+) negro (-) en cualquiera de los tendidos en tubos entre los distintos armarios.

- CBT con Armario de protección básica integrado, armario al que acometen los cables de tensiones e intensidades de TG, y del que se debe alimentar de su salida de magnetotérmicos al armario de automatización con 230Vac por tubo independiente del resto de cables- tubo exclusivo para 2x2,5mm².

- Caja ACOM-I-SPLIT-PASV con celdas de MT: Cables coaxiales RG58 de salida a las posiciones de celdas con comunicación PLC. Se requerirán las pruebas funcionales necesarias en campo para validar el conjunto instalado, durante el transcurso de los trabajos-descargos programados por Iberdrola Distribución.

2.2.1.3 INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA.

Las instalaciones de PaT están constituidas por un electrodo enterrado y por las líneas de tierra que conecten dichos electrodos a los elementos que deban quedar puestos a tierra.

Las líneas de puesta a tierra estarán constituidas por conductores con una resistencia mecánica adecuada y ofrecerán una elevada resistencia a la corrosión.

2.2.1.4 TIERRA DE PROTECCIÓN.

La línea de tierra de protección (herrajes) recoge la puesta a tierra de los diferentes elementos que componen el equipo eléctrico: celdas de MT y la armadura de la envolvente de hormigón.

Para la línea de tierra de la PaT de Protección se empleará cable de cobre desnudo de 50 mm² de sección, según NI 54.10.01.

Las celdas dispondrán de una pletina de tierra que las interconectará, constituyendo el colector de tierras de protección.

2.2.1.5 TIERRAS INTERIORES.

La tierra interior de protección se realizará con cable de cobre desnudo de 50 mm² de sección según NI 54.10.01 formando un anillo.

Este cable conectará a tierra los elementos indicados en el apartado 8.1. e irá sujeto a las paredes mediante bridas de sujeción y conexión, conectando el anillo al final a una caja de seccionamiento.

El valor de las resistencias de las puestas a tierra será inferior al mínimo fijado por 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.

2.2.1.6 CONEXIONES

Las distintas conexiones que habrán de realizarse se efectuarán empleando los elementos que se indican en MT2.11.30.

- Para la conexión Conductor-Conductor: grapa de latón con tornillo de acero inoxidable, tipo GCP/C16, según NI 58.26.04 "Herrajes y accesorios para líneas aéreas de AT. Grapas de conexión paralela y sencilla".
- Para la conexión Conductor-pica: grapa de conexión para picas cilíndricas de acero cobre tipo GC-P14,6/C50 según NI 58.26.03 "Grapas de conexión para picas cilíndricas acero-cobre".

2.2.1.7 INSTALACIONES COMPLEMENTARIAS.

El centro de seccionamiento dispondrá de una serie de equipos que complementan la operatividad del mismo garantizando la seguridad en condiciones de riesgo o simplemente manteniendo las condiciones ambientales suficientes.

2.2.1.8 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Se colocará como mínimo un extintor de eficacia mínima 89B.

Este extintor deberá colocarse siempre que sea posible en el exterior de la instalación para facilitar su accesibilidad.

2.2.1.9 MEDIDAS DE SEGURIDAD.

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

2.2.1.10 MEDIDAS CORRECTORAS.

- El centro no tendrá ningún elemento bajo tensión superior a 230 V, con respecto a tierra, accesible a personas.
- Se deberá colocar a tierra la parte metálica de las celdas de Media Tensión.

2.2.2 LAMT-LSMT

2.2.2.1 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA LÍNEA

La línea eléctrica aérea a instalar en proyecto será trifásica de doble circuito. La tensión de servicio será igual o inferior a 20 KV entre conductores, siendo la máxima potencia que puede transportar la línea según el conductor a instalar de 10.169 KW para cada circuito.

- Clase de corriente

- Alterna trifásica
- Número de circuitos
 - Simple Circuito
- Tensión compuesta en el origen
 - 20KV
- Factor de potencia
 - 0,9
- Frecuencia
 - 50 Hz

2.2.2.2 ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS DE LA LÍNEA

Conductor

- Línea Aérea

El cable a mantener es de tipo 100-AL1/17-ST1A de aluminio-acero galvanizado de 116,7 mm² de sección, según norma UNE-EN 50182, de las características indicadas a continuación:

DESIGNACIÓN UNE	100-AL1/17-ST1A
Sección de aluminio, (mm ²)	100
Sección total, (mm ²)	116.7
Composición	6+1
Diámetro de los alambres, (mm)	4.61
Diámetro aparente, (mm)	13.8
Carga mínima de rotura, (daN)	3433
Módulo de elasticidad, (daN/mm ²)	7900
Coeficiente de dilatación lineal, °C ⁻¹	1,91E-0,5
Masa aproximada, (kg/km)	404
Resistencia eléctrica a 20°C, (Ω/km)	2.76
Densidad de corriente, (A/mm ²)	2.79

Tabla 4. Características de sección según UNE-EN 50182

La temperatura máxima de servicio, bajo carga normal en la línea no sobrepasará los 50 °C.

La tracción máxima en el conductor no sobrepasará, en ningún caso, el tercio de la carga de rotura del mismo.

La tracción en el conductor a 15% de la carga de rotura del mismo

Dicho conductor permite el paso de la línea sobre carreteras, caminos, líneas de baja tensión, etc., sin necesidad de modificar la sección del conductor en los vanos de cruce, o de colocar cables fiadores.

- Línea subterránea

Todos los tipos constructivos se ajustarán a lo indicado en la norma UNE HD 620 y/o Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en

líneas eléctricas de alta tensión y su instrucción técnica complementaria ITC 06:

- Conductor:
 - Aluminio compacto, sección circular de 240 mm², clase 2 UNE-EN60228. En el caso del cable con aislamiento XLPE, éste estará obturado mediante hilaturas hidrófugas.

- Pantalla sobre el conductor:
 - Capa de mezcla semiconductora aplicada por extrusión.

- Aislamiento:
 - Mezcla a base de etileno propileno de alto módulo (HEPR), para tensión de aislamiento 12/20 kV.

- Pantalla sobre el aislamiento:
 - Una capa de mezcla semiconductora pelable no metálica aplicada por extrusión, asociada a una corona de alambres y contraespira de cobre de 16 mm² de sección.

- Cubierta:
 - Compuesto termoplástico a base de poliolefina y sin contenido de componentes clorados u otros contaminantes. Se considera la cubierta normal DMZ1.

Características cables con aislamiento de etileno propileno alto modulo (HEPR).

Resistencia Máx. a 105°C	0,107 Ω /km
Reactancia por fase al tresbolillo	0,098 Ω /km
Capacidad	0,536 μ F/km

Tabla 5. Características cables con aislamiento de etileno propileno alto modulo (HEPR)

Temperatura máxima en servicio permanente: 105°C Temperatura máxima en cortocircuito ($t < 5s$): 250°C No se admitirán cables que presenten desperfectos o señales de haber sido utilizados con anterioridad, o que no vayan en sus bobinas o embalajes de origen, debiendo figurar en los mismos el nombre del fabricante y tipo de cable.

AISLAMIENTO

Considerando como tensión más elevada de la línea 24KV, así como los elementos que integran las cadenas de aisladores.

Se establecen dos niveles de aislamiento, (Nivel II- Medio, Nivel IV-Muy fuerte) en los que afecta a la contaminación del entorno en que han de instalarse los aisladores.

Con los aisladores seleccionados en el presente proyecto se cumplen con los niveles de aislamiento exigidos en la tabla 12 de la ITC-LAT 07, de 50 KV y 125 KV, correspondientes a la tensión soportada de corta duración a frecuencia industrial y tensión soportada a impulsos tipo rayo, respectivamente.

En la tabla 14 de la ITC-LAT- 07, se indican niveles de contaminación, ejemplos de entornos típicos y líneas de fuga mínimas recomendadas. Los valores de las líneas de fuga están indicados para aisladores de vidrio. En el presente proyecto, por tratarse de aisladores compuestos, para determinar el número de aisladores en función del nivel de contaminación, se ha aplicado lo indicado en las normas UNE 21909 y UNE-EN 62217.

En nuestro caso nos encontramos en un Nivel II – Medio, caracterizado por:

- a) Zonas con industrias que no produzcan humos particularmente contaminantes y con una densidad media de viviendas equipadas con calefacción.
- b) Zonas de fuerte densidad de población o de industrias, pero sometidas a lluvias limpias.
- c) Zonas expuestas a vientos desde el mar, pero no muy próximas a la costa cercanas al mar, pero alejadas algunos kilómetros de la costa.

Se emplearán aisladores compuestos cuyas características son:

- Aislador tipo U70 YB 20 P
 - Material: Composite
 - Esfuerzo de rotura electrodinámica o dinámica: 7.000 daN
 - Línea de fuga: 740 mm - Tensión de contorneo bajo lluvia a 50 Hz durante un minuto. : 70KV eficaces
 - Tensión a impulso tipo rayo, valor cresta: 165KV

En aquellos apoyos en los que se requieran las prescripciones especiales de seguridad reforzada según el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y que posean aisladores de cadena, la fijación podrá ser efectuada de una de las formas siguientes:

- Con dos cadenas horizontales de amarre por conductor, una a cada lado del apoyo.
- Con una cadena de suspensión doble o con una cadena sencilla de suspensión, en la que los coeficientes de seguridad mecánica de herrajes y aisladores sean un 25 por 100 superiores a los establecidos en los apartados 3.3 y 3.4. En estos casos deberán adoptarse algunas de las siguientes disposiciones:
 - Refuerzo del conductor con varillas de protección (armor rod).
 - Descargadores o anillos de guarda que eviten la formación directa de arcos de contorneamiento sobre el conductor.

- Varilla o cables fiadores de acero a ambos lados de la cadena, situados por encima del conductor y de longitud suficiente para que quede protegido en la zona de formación del arco. La unión de los fiadores al conductor se hará por medio de grapas antideslizantes

APOYOS

El apoyo a emplear será de perfil metálico de celosía (UNE 207017) cuyas características (tipología, resistencia y altura libre) se encuentran reflejadas en el plano “20A014-03 Planta y Perfil Longitudinal” del Documento 3: Planos.

CRUCETAS

Las crucetas adoptadas en este proyecto serán crucetas rectas del tipo RC2-12,5-S, RC2-15-S y RC2-20-S. Las dimensiones y disposiciones de la cruceta utilizada pueden verse en el plano “20A014-03 Planta y Perfil Longitudinal” y “20A014-05 Crucetas, Aisladores, Apoyos y Cimentaciones” del Documento 3: Planos. Su diseño responde a las nuevas exigencias de distancias entre conductores y accesorios en tensión a apoyos y elementos metálicos, resistir los esfuerzos en la hipótesis más desfavorable y donde se requiera, a la protección de la avifauna.

SEÑALIZACIÓN Y NUMERACIÓN DE LOS APOYOS

Todos los apoyos llevarán instalada una placa de señalización de riesgo eléctrico CE 14 además de ir numerados, de tal manera que sean legibles desde el suelo.

3. PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS

El estudio realiza una estimación de los residuos que se prevé que se producirán directamente relacionados con la obra y habrá de servir de base para la redacción del correspondiente Plan de Gestión de Residuos por parte del Constructor.

En dicho Plan se desarrollarán y complementarán las previsiones contenidas en este documento en función de los proveedores concretos y su propio sistema de ejecución de la obra.

3.1 NORMATIVA Y LEGISLACIÓN APLICABLE.

Para la elaboración del presente estudio se han tenido presente las siguientes normativas: Para la elaboración del presente estudio se han tenido presente las siguientes normativas: Para la elaboración del presente estudio se han tenido presente las siguientes normativas:

- Ley 22/2011, de 28 de julio, de Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.

-Real Decreto 1304/2009, de 31 de julio, por el que se modifica el Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante el depósito en vertedero.

-Plan Nacional de Residuos de Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición (2008-2015).

-RD 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

-Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos.

-Ley 10/2000, de 12 de diciembre, de residuos de la Comunidad Valenciana de PRESIDENCIA DE LA GENERALITAT. (Parcialmente derogada por la ley 6/2014)

3.2 IDENTIFICACIÓN DE LOS AGENTES QUE INTERVIENEN EN EL PROCESO DE GESTIÓN DE RESIDUOS.

Productor de residuos (promotor).

El promotor de las obras es UNIVERSIDAD MIGUEL HERNANDEZ

Poseedor de residuos (constructor).

En el momento de redacción del presente estudio no se ha designado constructor.

Gestor de residuos.



La empresa encargada de la obra (poseedor de residuos) contactará con los gestores autorizados inscritos en el registro de Comunidad Valenciana. Partirá de las tipologías de gestores planteados en el presente estudio, que a continuación se listan:

- Gestor autorizado en reciclado y recuperación de sustancias orgánicas que no se utilizan como disolventes (R3)
- Gestor autorizado en reciclado y recuperación de metales y compuestos metálicos (R4)
- Gestor autorizado en reciclado y recuperación de otras materias inorgánicas (R5).

3.3 ESTIMACIÓN DE RESIDUOS A GENERAR.

Tales residuos se corresponden con los derivados del proceso específico de la obra prevista sin tener en cuenta otros residuos derivados de los sistemas de envío, embalajes de materiales, etc. que dependerán de las condiciones de suministro y se contemplarán en el correspondiente Plan de Residuos de las Obras. Dicha estimación se ha codificado de acuerdo a lo establecido en la Orden MAM/304/2002 (Lista europea de residuos).

La estimación de residuos a generar se encuentra en la siguiente tabla:

3.3.1 CENTRO DE SECCIONAMIENTO

A.1.: RCDs Nivel I				
Evaluación teórica del peso por tipología de RDC		Ta	d	V
		Toneladas de cada tipo de RDC	Densidad tipo (entre 1,5 y 0,5)	m ³ Volumen de Residuos
1. TIERRAS Y PÉTRICOS DE LA EXCAVACIÓN				
Tierras y pétricos procedentes de la excavación estimados directamente desde los datos de proyecto		9,45	1,50	6,30
A.2.: RCDs Nivel II				
Evaluación teórica del peso por tipología de RDC	%	Ta	d	V
	% de peso tipo de obra	Toneladas de cada tipo de RDC	Densidad tipo (entre 1,5 y 0,5)	m ³ Volumen de Residuos
RCD: Naturaleza no pétrica				
1. Asfalto	0,000	0,00	1,30	0,00
RCD: Naturaleza pétrica				
2. Hormigón	1,000	1,16	1,50	0,77

Tabla 6. Residuos generados CS

3.3.2 LÍNEA LSMT Y LAMT

A.1.: RCDs Nivel I				
		Tn	d	V
Evaluación teórica del peso por tipología de RDC		Toneladas de cada tipo de RDC	Densidad tipo (entre 1,5 y 0,5)	m³ Volumen de Residuos
1. TIERRAS Y PÉTREOS DE LA EXCAVACIÓN				
Tierras y pétreos procedentes de la excavación estimados directamente desde los datos de proyecto		44,26	1,50	29,51
A.2.: RCDs Nivel II				
	%	Tn	d	V
Evaluación teórica del peso por tipología de RDC	% de peso tipo de obra	Toneladas de cada tipo de RDC	Densidad tipo (entre 1,5 y 0,5)	m³ Volumen de Residuos
RCD: Naturaleza no pétreo				
1. Asfalto	0,000	0,00	1,30	0,00
2. Metales	0,029	0,06	1,30	0,05
RCD: Naturaleza pétreo				
2. Hormigón	0,986	2,01	1,50	0,00

Tabla 7. Residuos generados LSMT Y LAMT

En esta estimación de recursos no se prevé la generación de residuos peligrosos.

En cualquier caso, si durante la ejecución de la obra fuese previsible la generación de otros residuos peligrosos derivados del uso de sustancias peligrosas o de envases contaminados, su estimación habrá de hacerse en el Plan de Gestión de Residuos cuando se conozcan las condiciones de suministro y aplicación de tales materiales.

3.4 MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE GENERACIÓN DE RESIDUOS

A continuación, se indican los tipos de residuos, que se generarán en la obra, aportando las medidas de prevención, que se pretende adoptar:

- Hormigón (17.01.01): se engloban en esta tipología, todos los residuos generados de la retirada baldosas hidráulicas y soleras. Se prevé la carga y transporte mediante maquinaria, hasta las instalaciones del gestor autorizado.

- Tierra y piedras (17.05.04): se engloban en esta tipología, todos los residuos generados de la excavación de zanjas. Se prevé la carga y transporte mediante maquinaria, hasta las instalaciones del gestor autorizado
- Mezclas bituminosas distintas de las especificaciones en el código 17.03.01 (17.03.02): se engloban en esta tipología, todos los residuos generados de la demolición y el fresado del aglomerado asfáltico. Se prevé la carga y transporte mediante maquinaria, hasta las instalaciones del gestor autorizado.
- Aluminio (17.04.02): Se engloba en esta tipología, todos los residuos de aluminio generados durante el desmontaje de las líneas.
- Hierro y Acero (17.04.05): Se engloba en esta tipología, todos los residuos de hierro y acero generados durante el desmontaje de los apoyos de celosía y/o presilla.

3.5 OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, VALORIZACIÓN O ELIMINACIÓN

No se prevé la posibilidad de realizar en obra ninguna de las operaciones de reutilización, valorización ni eliminación debido a la escasa cantidad de residuos generados. Por lo tanto, el Plan de Gestión de Residuos preverá la contratación de Gestores de Residuos autorizado para su correspondiente retirada y tratamiento posterior. El número de Gestores de Residuos específicos necesario será al menos, los que corresponden a las categorías de residuos estimados en el apartado de prevención de residuos.

3.5.1 CENTRO DE SECCIONAMIENTO

A.1.: RCDs Nivel I			Tratamiento(*)	Destino	Cantidad
1. TIERRAS Y PÉTROS DE LA EXCAVACIÓN					
x	17 05 04	Tierras y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03	Valorización R5	Gestor autorizado RCD	6,36
A.2.: RCDs Nivel II					
RCD: Naturaleza no pétreo					
1. Asfalto					
	17 03 02	Mezclas bituminosas distintas a las del código 17 03 01	Valorización R5	Gestor autorizado RCD	0,00
RCD: Naturaleza pétreo					
2. Hormigón					
x	17 01 01	Hormigón	Valorización R5	Gestor autorizado RCD	0,77

Tabla 8. Gestores de residuos específicos CS

3.5.2 LSMT Y LAMT

A.1.: RCDs Nivel I			Tratamiento (*)	Destino	Cantidad
1. TIERRAS Y PÉTROS DE LA EXCAVACIÓN					
x	17 05 04	Tierras y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03	Valorización R5	Gestor autorizado RCD	29,51
A.2.: RCDs Nivel II					
RCD: Naturaleza no pétreo					
1. Asfalto					
	17 03 02	Mezclas bituminosas distintas a las del código 17 03 01	Valorización R5	Gestor autorizado RCD	0,00
3. Metales					
x	17 04 02	Aluminio	Reciclado	Gestor autorizado RCD	0,05
x	17 04 05	Hierro y Acero	Reciclado	Gestor autorizado RCD	0,05
RCD: Naturaleza pétreo					
2. Hormigón					
x	17 01 01	Hormigón	Valorización R5	Gestor autorizado RCD	0,00

Tabla 9. Gestores de residuos específicos LSMT y LAMT

(*) Codificación según Anejo 1 de la Orden MAM/304/2002, de conformidad con la Decisión 96/34/CE relativa a los residuos.

R5: Reciclado o recuperación de otras materias inorgánicas.

3.6 MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE RESIDUOS.

En esta obra no sería obligatorio, la separación de los residuos generados en la misma, ya que no superan de forma individualizada las cantidades previstas en el artículo 5.5 del RD 105/2008.

3.7 PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

Se establecen las siguientes prescripciones específicas en lo relativo a la gestión de residuos:

- Además de las obligaciones previstas en la normativa aplicable, la persona física o jurídica que ejecute la obra estará obligada a presentar a la propiedad de la misma un plan que refleje cómo llevará a cabo las obligaciones que le incumban en relación con los residuos de construcción y demolición que se vayan a producir en la obra. El plan, una vez aprobado por la dirección facultativa y aceptado por la propiedad, pasará a formar parte de los documentos contractuales de la obra
- El poseedor de residuos de construcción y demolición, cuando no proceda a gestionarlos por sí mismo, y sin perjuicio de los requerimientos del proyecto aprobado, estará obligado a entregarlos a un gestor de residuos o a participar en un acuerdo voluntario o convenio de colaboración para su gestión.
- La entrega de los residuos de construcción y demolición a un gestor por parte del poseedor habrá de constar en un documento fehaciente, en el que figure, al menos, la identificación del poseedor y del productor, la obra de procedencia y, en su caso, el número de licencia de la obra, la cantidad, expresada en toneladas o en metros cúbicos, o en ambas unidades cuando sea posible, el tipo de residuos entregados, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, o norma que la sustituya, y la identificación del gestor de las operaciones de destino.

- El poseedor de los residuos estará obligado, mientras se encuentren en su poder, a mantenerlos en condiciones adecuadas de higiene y seguridad, así como a evitar la mezcla de fracciones ya seleccionadas que impida o dificulte su posterior valorización o eliminación.

- Cuando el gestor al que el poseedor entregue los residuos de construcción y demolición efectúe únicamente operaciones de recogida, almacenamiento, transferencia o transporte, en el documento de entrega deberá figurar también el gestor de valorización o de eliminación ulterior al que se destinarán los residuos. En todo caso, la responsabilidad administrativa en relación con la cesión de los residuos de construcción y demolición por parte de los poseedores a los gestores se registrará por lo establecido en la Ley 22/2011

- Se atenderán los criterios municipales establecidos (ordenanzas, condiciones de licencia de obras...), especialmente si obligan a la separación en origen de determinadas materias objeto de reciclaje o deposición.
- En este último caso se deberá asegurar por parte del contratista realizar una evaluación económica de las condiciones en las que es viable esta operación, tanto por las posibilidades reales de ejecutarla como por disponer de plantas de reciclaje o gestores de RCDs adecuados.

- Para el caso de residuos con amianto se seguirán los pasos marcados por la Orden MAM/304/2002 de 8 de febrero por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos para poder considerarlos como peligrosos o no peligrosos. En cualquier caso siempre se cumplirán los preceptos dictados por el RD 108/1991 de 1 de febrero sobre la prevención y reducción de la contaminación del medio ambiente producida por el amianto, así como la legislación laboral al respecto.

4. CÁLCULOS

4.1 CENTRO DE SECCIONAMIENTO

4.1.1 VALORES DE CORTOCIRCUITO

CÁLCULO DE LA CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO DE MT

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{U_p * \sqrt{3}}$$

Donde:

- Scc potencia de cortocircuito de la red [MVA]: 350MVA
- Up tensión de servicio [kV]: 20kV
- Iccp corriente de cortocircuito [kA]

Iccp = 10,10 kA

4.1.2 TIPO DE CONDUCTOR

El conductor será del tipo HERPZ1 12/20Kv 3x(1x240) mm² Al de sección

4.1.3 POTENCIA A TRANSPORTAR

Debiéndose integrar esta instalación en la red de la empresa distribuidora, la potencia a transportar será variable en función de la demanda y la disposición de la red, pero siempre dentro de la capacidad de transporte y la caída de tensión admisible por el conductor.

Dada la capacidad de transporte del conductor correspondiente a este Proyecto Tipo, los coeficientes de corrección y la longitud total definida para esta instalación, la potencia a transportar es de 8604.83 kW, siendo uno el número total de circuitos a tender.

4.1.4 CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

INTENSIDAD ADMISIBLE

Las intensidades máximas admisibles en servicio permanente dependen en cada caso de la temperatura máxima que el aislante pueda soportar sin alteraciones en sus propiedades eléctricas, mecánicas o químicas.

Esta temperatura es función del tipo de aislamiento y del régimen de carga.

Para cables sometidos a ciclos de carga, las intensidades máximas admisibles serán superiores a las correspondientes en servicio permanente.

Las temperaturas máximas admisibles de los conductores, en servicio permanente y en cortocircuito, para este tipo de aislamiento, se especifican en la siguiente tabla.

Tipo de aislamiento	Tipo de condiciones	
	Servicio permanente	Cortocircuito $t \leq 5s$
Etileno Propileno de alto módulo (HEPR)	105	> 250

Tabla 10. Temperatura máxima admisible de los conductores en servicio permanente y en cortocircuito

Las condiciones del tipo de instalaciones y la disposición de los conductores, influyen en las intensidades máximas admisibles.

En nuestro caso al tratarse de cables bajo tubo, de sección 240 mm² y el tipo de aislamiento HEPR, el valor de la intensidad máxima admisible será de 345 A.

Los factores de corrección a aplicar serán:

Factor de corrección para resistividad térmica del terreno distinta de 1,5 K.m/W

Tipo de instalación	Sección del conductor mm ²	Resistividad térmica del terreno, K.m/W						
		0,8	0,9	1,0	1,5	2,0	2,5	3
Cables en interior de tubos enterrados	240	1,15	1,12	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
	630	1,17	1,14	1,11	1,00	0,92	0,86	0,81

Tabla 11: Factor de corrección para resistividad del terreno distinta de 1,5 K.m/W

Factores de corrección por distancia entre ternas

Tipo de instalación	Separación de los ternos	Número de ternos de la zanja								
		2	3	4	5	6	7	8	9	10
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	-	-	-	-

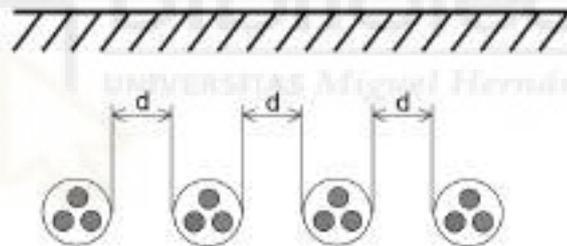


Tabla 12: Factores de corrección por distancia entre ternas

Factores de corrección para profundidades de la instalación distintas de 1m

Profundidad (m)	Cables bajo tubo de sección	
	≤185 mm ²	>185 mm ²
0,50	1,06	1,08
0,60	1,04	1,06
0,80	1,02	1,03
1,00	1,00	1,00
1,25	0,98	0,98
1,50	0,97	0,96
1,75	0,96	0,95
2,00	0,95	0,94
2,50	0,93	0,92
3,00	0,92	0,91

Tabla 13: Factores de corrección para profundidades de la instalación distintas de 1m

Intensidades máximas admisibles (A), en servicio permanente y con corriente alterna. Cables unipolares aislados con conductores de aluminio de hasta 18/30 kV bajo tubo

Sección (mm ²)	Tipo de aislamiento	
	XLPE	HEPR
240	320	345
630	535	588

Tabla 14: Intensidades máximas admisibles (A)

Una vez aplicados estos factores tendremos una intensidad máxima igual a 276

$$I_{\text{máx}} = I_{\text{nom.}} \times K_T \times K_R \times K_A \times K_P$$

$$I_{\text{máx.}} = 345 \times 0,8 \times 1 = 276 \text{ A}$$

4.1.5 CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA

Según el apartado 1.1 del ITC-RAT 13, toda la instalación eléctrica deberá disponer de una protección de tierra diseñada en forma tal que, en cualquier punto normalmente accesible del interior o exterior de la misma donde las personas puedan circular o permanecer, éstas queden sometidas como

máximo a las tensiones de paso y contacto (durante cualquier defecto en las instalaciones eléctricas o en la red unida a ella).

La norma UTE-IEC/TS 60479-1 da indicaciones sobre los efectos de la corriente que pasa a través del cuerpo humano en función de su magnitud y duración, estableciendo una relación entre los valores admisibles de la corriente que pueda circular a través del cuerpo humano y su duración.

Los valores admisibles de la tensión de contacto aplicada a la que puede estar sometido el cuerpo humano entre la mano y los pies, en función de la duración de la corriente de falta.

Por ello, al proyectar una instalación de tierras se seguirá el procedimiento que marca el punto 2 de la ITC-RAT 13 “Diseño de Instalaciones de Puesta a Tierra” que sigue:

1. Investigación de las características del suelo
2. Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente de eliminación del defecto
3. Diseño preliminar de la instalación de tierra
4. Cálculo de la resistencia del sistema de tierra
5. Cálculo de las tensiones de paso en el exterior de la instalación
6. Cálculo de las tensiones de contacto en el exterior de la instalación
7. Comprobar que las tensiones de paso y contacto calculadas en los puntos 5 y 6 son inferiores a los valores máximos definidos por las ecuaciones (1) y (2) del apartado 1.1 de ITC-RAT 13.
8. Investigación de las tensiones transferibles al exterior por tuberías, raíles, vallas, conductores de neutro, blindajes de cables, circuitos de señalización y de los puntos especialmente peligrosos, y estudio de las formas de eliminación o reducción.
9. Corrección y ajuste del diseño inicial estableciendo el definitivo

Después de construida la instalación de tierra, se harán las comprobaciones y verificaciones precisas in situ, tal como se indica en el apartado 8.1 del ITC-RAT 13 y se efectuarán los cambios necesarios que permitan alcanzar valores de tensión aplicada inferiores o iguales a los máximos admitidos.

INVESTIGACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO

En el apartado 2 de la ITC-RAT 13 se indica la necesidad de investigar las características del terreno, para realizar el proyecto de una instalación de tierra. Sin embargo, según el apartado 4.1 de la ITC-RAT 13, se determina que en las instalaciones de tercera categoría y de intensidad de cortocircuito a tierra inferior o igual a 1500 A no será obligatorio realizar la citada investigación previa de la resistividad del suelo, bastando el examen visual del terreno. Según la investigación previa del terreno dónde se instalará este centro de seccionamiento, se determina la resistividad media en 200 ohmios*metros.

DETERMINACIÓN DE LAS CORRIENTES MÁXIMAS DE PUESTA A TIERRA Y DEL TIEMPO MÁXIMO CORRESPONDIENTE A LA ELIMINACIÓN DEL DEFECTO

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

- Tipo de protecciones: En el caso de producirse un defecto, éste se eliminará mediante la apertura de un elemento de corte que actúa por indicación de un dispositivo relé de intensidad, que pueda actuar en un tiempo fijo, o según una curva de tipo inverso (tiempo dependiente). Adicionalmente pueden existir reenganches posteriores al primer disparo, que sólo influirán en el caso de producirse en un tiempo inferior a los 0.5 segundos.

DATOS DE PARTIDA

Características de la red de alimentación:

- Tensión de servicio: $U_r = 20 \text{ Kv}$
- Intensidad de puesta a tierra (estimada) $I_{dm} = 500 \text{ A}$
- Duración de la corriente de falta hasta su eliminación: 0,2 s

Características del terreno:

- Resistencia de tierra $R_o = 200 \text{ ohmios} \cdot \text{m}$
- Resistencia del hormigón $R'o = 3000 \text{ ohmios}$

DISEÑO PRELIMINAR DE LA INSTALACIÓN DE TIERRA

El diseño preliminar de la instalación de puesta a tierra se realizará basándose en las configuraciones tipo y en las recomendaciones UNESA que son válidas para la normativa vigente y una instalación de este tipo.

Para el diseño definitivo de la instalación de puesta a tierra, además de las recomendaciones UNESA anteriormente mencionadas, se tendrán en cuenta las configuraciones tipo y las recomendaciones de MT 2.11.33 válidas para una instalación de este tipo.

Como ayuda a la elección de la configuración de puesta a tierra de protección preliminar, se realizarán unos cálculos previos de la resistencia máxima de puesta a tierra de protección del centro, y la intensidad del defecto conforme a:

$$I_d \cdot R_t \leq V_{bt}$$

Siendo:

- I_d = Intensidad de falta a tierra [A]
- R_t = Resistencia total de puesta a tierra [Ω]
- V_{bt} = tensión de aislamiento en baja tensión [V]

Siendo la segunda expresión

$$I_d = I_{dmax}$$

Siendo:

- I_{dmax} = Limitación de la intensidad de falta a tierra [A]
- I_d = Intensidad de falta a tierra [A]

Operando en este caso, el resultado preliminar obtenido es:

$$I_d = 500 \text{ A}$$

Y la resistencia total de puesta a tierra preliminar:

$$R_t = 20 \text{ ohmios}$$

Se selecciona el electrodo tipo de entre los posibles incluidos en las tablas que cumple la condición de tener un K_r más cercano inferior o igual a la calculada en el caso que nos ocupa.

Valor unitario de resistencia de puesta a tierra del electrodo:

$$K_r \leq R_t/R_o$$

Siendo:

- R_t = Resistencia total de puesta a tierra [Ω]
- R_o = Resistencia del terreno en [$\Omega \cdot m$]
- K_r = Coeficiente del electrodo

Para nuestro caso particular:

$$K \leq 0,1$$

Con los datos anteriores obtenidos, la configuración elegida es 30-35/5/82

Los parámetros característicos para esta configuración son:

- Coeficiente K_r selección electrodos: 0,091
- Coeficiente K_p selección electrodos: 0,0210
- Coeficiente K_c selección electrodos: 0.0419

MEDIDAS DE SEGURIDAD ADICIONALES PARA EVITAR TENSIONES DE CONTACTO

Para cumplir con el requisito de la tensión de contacto aplicada a las personas, establecidas en la ITC-RAT 13, se adoptarán las medidas adicionales siguientes, que hacen que dicha tensión de contacto sea cero.

- Con objeto de evitar el riesgo por tensión de contacto en el exterior del Centro de seccionamiento, se emplazará una acera perimetral de hormigón a 1,2 m de las paredes del centro de seccionamiento. En el interior de dicho hormigón se instalará un mallazo electrosoldado con redondos de diámetro no inferior a 4 mm formando una retícula no superior a 0,3 x 0,3 m, a una profundidad de al menos 0,1 m.
- Con objeto de evitar el riesgo por tensión de contacto en el interior, en la envolvente de hormigón (piso, techo y paredes laterales) del centro de seccionamiento se instalará un mallazo electrosoldado con redondos de diámetro no inferior a 4 mm, formando una retícula no superior a 0,3 x 0,3 m. Este mallazo se conectará como mínimo en dos puntos, preferentemente opuestos, a la puesta a tierra de protección del centro.

- Las paredes, tapas, puertas y rejillas que den al exterior del centro, se conectarán a la puesta a tierra de protección del centro de seccionamiento.

CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN

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

$$R_t' = K_r * R_o$$

Siendo:

K_r coeficiente del electrodo

R_o resistividad del terreno en [$\Omega \cdot m$]

R_t' resistencia total de puesta a tierra [Ω]

Para el Centro de Seccionamiento:

$$R_t' = 18,2 \Omega$$

y la intensidad de defecto real:

$$I_d' = 500 A$$

CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE PASO, CONTACTO Y DEFECTO

En los edificios de maniobra exterior no existen posibles tensiones de paso en el interior ya que no se puede acceder al interior de los mismos.

La tensión de defecto vendrá por:

$$V_d' = R_t' * I_d'$$

Siendo:

R_t' resistencia total de puesta tierra [Ω]

I_d' intensidad de defecto [A]

V_d' tensión de defecto [V]

Para el Centro de Seccionamiento:

$$V_d' = 9.100V$$

Tensión de paso en el exterior:

$$V_p' = K_p * R_o * I_d'$$

Siendo:

Kp coeficiente del electrodo
 Ro resistividad del terreno en [Ω *m]
 I'd intensidad de defecto [A]
 V'p tensión de paso en el exterior [V]

Para este caso:

$$V'p = 2.100 \text{ V}$$

La tensión de paso de acceso y contacto exterior:

$$Vp(\text{acc})' = Kc * Ro * Id'$$

Siendo:

Kc coeficiente del electrodo
 Ro resistividad del terreno en [Ω *m]
 I'd intensidad de defecto [A]
 V'p(acc) tensión de paso en el acceso [V]

Para el Centro de Seccionamiento:

$$V'p(\text{acc}) = 4.190 \text{ V}$$

CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE PASO Y CONTACTO MÁXIMAS ADMISIBLES

Se usarán las fórmulas (1) y (2) del apartado 1.1 de la ITC-RAT 13

Tensión de contacto máxima admisible será:

$$Vc = Vca * \left[1 + \frac{Ra/2 + 1,5 * Ro}{Zb} \right]$$

Siendo:

Zb resistencia del cuerpo humano, según ITC-RAT 13 es de 1000 Ω
 Ra resistencia del calzado, según ITC-RAT 13 se puede utilizar 2000 Ω
 Vca tensión de contacto admisible (según tabla de la ITC-RAT 13 para 0,2s)
 Ro resistividad del terreno en [Ω *m]
 Vc tensión admisible de contacto en el exterior [V]

para este caso

$$Vc = 1.215 \text{ V}$$

Tensión de paso máxima admisible será:

$$Vp = 10 * Vca * \left[1 + \frac{2 * Ra + 6 * Ro}{Zb} \right]$$

Siendo:

Zb resistencia del cuerpo humano, según ITC-RAT 13 es de 1000Ω

Ra resistencia del calzado, según ITC-RAT 13 se puede utilizar 2000Ω

Vca tensión de contacto admisible (según tabla de la ITC-RAT 13 para 0,2s)

Ro resistividad del terreno en [Ω*m]

Vc tensión admisible de contacto en el exterior [V]

para este caso

$$V_p = 32.736 \text{ V}$$

Si la resistividad es diferente en cada pie la tensión de paso, habitual en el acceso del centro, será:

$$V_p = 10 * V_{ca} * \left[1 + \frac{2 * R_a + (3 * R_o + 3 * R_o')}{Z_b} \right]$$

Siendo:

Zb resistencia del cuerpo humano, según ITC-RAT 13 es de 1000Ω

Ra resistencia del calzado, según ITC-RAT 13 se puede utilizar 2000Ω

Vca tensión de contacto admisible (según tabla de la ITC-RAT 13 para 0,2s)

Ro resistividad del terreno en [Ω*m]

Ro' resistividad del hormigón [Ω*m]

Vp(acc) tensión admisible de paso en el exterior [V]

Para este caso

$$V_{p(\text{acc})} = 77.088 \text{ V}$$

COMPROBACIONES

Comprobación de que los valores calculados para el caso de este Centro de Seccionamiento son inferiores a los valores admisibles:

TENSIÓN DE PASO EN EL EXTERIOR DEL CENTRO	
$V'p < Vp$	CUMPLE
$V'p = 2.100 < Vp = 32.736 \text{ V}$	
TENSIÓN DE PASO Y ACCESO Y CONTACTO EXTERIOR	
$V'p(\text{acc}) < Vp(\text{acc})$	CUMPLE
$V'p(\text{acc}) = 4.190\text{V} < Vp(\text{acc}) 77.088\text{V}$	
TENSIÓN DE CONTACTO INTERIOR	
$V'c < Vc$	CUMPLE
$V'c = 0\text{V} < Vc = 1.215 \text{ V}$	
TENSIÓN DE DEFECTO \leq NIVEL DE AISLAMIENTO DE LAS INSTALACIONES DE BT	
$V'd < Vbt$	CUMPLE
$V'd = 9.100 \text{ V} < Vbt = 10.000\text{V}$	
INTENSIDAD DE DEFECTO	
$Ia < Id < Idm$	CUMPLE
$Ia = 50\text{A} < Id = 500\text{A} < Idm = 500\text{A}$	

Tabla 15. Comprobaciones valores del centro inferiores a los valores admisibles

CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN

La configuración adecuada para este caso tiene las siguientes propiedades:

- Geometría del sistema: Anillo rectangular
- Denominación: CPT-CT-A-(3,5x4,5)+8P2
- Dimensiones de la red: 3,5 x 4,5 m

- Profundidad del electrodo horizontal: 0,5 m
- Diámetro de las picas: 14mm
- Número de picas: 8
- Longitud de las picas: 2 m

El electrodo de PaT de protección estará formado por un bucle enterrado horizontalmente alrededor del centro de seccionamiento a 0,5 m de profundidad con cuatro picas en las esquinas del bucle.

CORRECCIÓN Y AJUSTE AL DISEÑO INICIAL

Después de construida la instalación de tierra, se harán las comprobaciones y verificaciones precisas in situ, tal como se indica en el apartado de la ITC-RAT 13, y se efectuarán los cambios necesarios que permitan alcanzar valores de tensión aplicada inferiores o iguales a los máximos admitidos.

Para instalaciones de tercera categoría que respondan a configuraciones tipo, como es el caso de la mayoría de los centros de seccionamiento, el Órgano territorial competente podrá admitir que se omita la realización de las anteriores mediciones, sustituyéndolas por la correspondiente a la resistencia de puesta a tierra, si se ha establecido correlación, sancionada por la práctica, en situaciones análogas, entre tensiones de paso y contacto y resistencia de puesta a tierra.

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

4.2 LSMT-LAMT

4.2.1 CÁLCULO MECÁNICO DE LA LÍNEA ELÉCTRICA AÉREA Y CÁLCULO DE APOYOS

TENSIÓN MÁXIMA EN UN VANO

La tensión máxima en un vano se produce en los puntos de fijación del conductor a los apoyos.

$$TA = P_0 \cdot YA = P_0 \cdot c \cdot \cosh (XA/c) = P_0 \cdot c \cdot \cosh (X_m - a/2) / c$$

$$TB = P_0 \cdot YB = P_0 \cdot c \cdot \cosh (XB/c) = P_0 \cdot c \cdot \cosh (X_m + a/2) / c$$

$$P_v = K \cdot d / 1000 \quad K=60 \cdot (v/120)^2 \text{ daN/m}^2 \text{ si } d \text{ 16 mm y } v \text{ 120 Km/h}$$

$$K=50 \cdot (v/120)^2 \text{ daN/m}^2 \text{ si } d \text{ 16 mm y } v \text{ 120 Km/h}$$

$$P_{vh} = K \cdot D / 1000 \quad K=60 \cdot (v/120)^2 \text{ daN/m}^2 \text{ si } d \text{ 16 mm y } v \text{ 0 Km/h}$$

$$K=50 \cdot (v/120)^2 \text{ daN/m}^2 \text{ si } d \text{ 16 mm y } v \text{ 0 Km/h}$$

$$P_h = K \cdot d \quad K=0.18 \text{ Zona B}$$

$$K=0.36 \text{ Zona C}$$

$$P_0 = (P_p^2 + P_v^2) \quad \text{Zona A, B y C. Hipótesis de viento.}$$

$$P_0 = P_p + P_h \quad \text{Zonas B y C. Hipótesis de hielo.}$$

$$P_0 = (P_p + P_h)^2 + P_{vh}^2 \quad \text{Zonas B y C. Hipótesis de hielo + viento.}$$

Quando sea requerida por la empresa eléctrica

$$c = T_0 h / P_0$$

$$X_m = c \cdot \ln z + (1+z^2)$$

$$z = h / (2 \cdot c \cdot \sinh a/2c)$$

Siendo:

v = Velocidad del viento (Km/h).

TA = Tensión total del conductor en el punto de fijación al primer apoyo del vano (daN).

TB = Tensión total del conductor en el punto de fijación al segundo apoyo del vano (daN).

P_0 = Peso total del conductor en las condiciones más desfavorables (daN/m).

P_p = Peso propio del conductor (daN/m).

P_v = Sobrecarga de viento (daN/m).

P_{vh} = Sobrecarga de viento incluido el manguito de hielo (daN/m).

P_h = Sobrecarga de hielo (daN/m).

d = diámetro del conductor (mm).

D = diámetro del conductor incluido el espesor del manguito de hielo (mm).

$Y = c \cdot \cosh (x/c) =$ Ecuación de la catenaria.

$c =$ constante de la catenaria.

$Y_A =$ Ordenada correspondiente al primer apoyo del vano (m).

$Y_B =$ Ordenada correspondiente al segundo apoyo del vano (m).

$X_A =$ Abcisa correspondiente al primer apoyo del vano (m).

$X_B =$ Abcisa correspondiente al segundo apoyo del vano (m).

$X_m =$ Abcisa correspondiente al punto medio del vano (m).

$a =$ Proyección horizontal del vano (m).

$h =$ Desnivel entre los puntos de fijación del conductor a los apoyos (m).

$T_{0h} =$ Componente Horizontal de la Tensión en las condiciones más desfavorables o Tensión Máxima Horizontal (daN).

Es constante en todo el vano

VANO DE REGULACIÓN.

Para cada tramo de línea comprendida entre apoyos con cadenas de amarre, el vano de regulación se obtiene del siguiente modo:

$$ar = \sqrt{(\sum a^3 / \sum a)}$$

TENSIONES Y FLECHAS DE LA LÍNEA EN DETERMINADAS CONDICIONES. ECUACIÓN DEL CAMBIO DE CONDICIONES.

Partiendo de una situación inicial en las condiciones de tensión máxima horizontal (T_{0h}), se puede obtener una tensión horizontal final (T_h) en otras condiciones diferentes para cada vano de regulación (tramo de línea), y una flecha (F) en esas condiciones finales, para cada vano real de ese tramo.

La tensión horizontal en unas condiciones finales dadas, se obtiene mediante la Ecuación del Cambio de Condiciones:

$$[\delta \cdot L_0 \cdot (t - t_0)] + [L_0 / (S \cdot E) \cdot (T_h - T_{0h})] = L - L_0$$

$$L_0 = c_0 \cdot \sinh[(X_{m0} + a/2) / c_0] - c_0 \cdot \sinh(X_{m0} - a/2) / c_0]$$

$$c_0 = T_{0h} / P_0; X_{m0} = c_0 \cdot \ln[Z_0 + \sqrt{(1 + z_0^2)}]$$

$$z_0 = h / (2 \cdot c_0 \cdot \sinh a / 2c_0)$$

$$L = c \cdot \operatorname{senh}[(Xm + a/2) / c] - c \cdot \operatorname{senh}[(Xm - a/2) / c]$$

$$c = Th / P ; Xm = c \cdot \ln[Z + \sqrt{(1 + z^2)}]$$

$$z = h / (2 \cdot c \cdot \operatorname{senh} a/2c)$$

Siendo:

δ = Coeficiente de dilatación lineal.

L_0 = Longitud del arco de catenaria en las condiciones iniciales para el vano de regulación (m).

L = Longitud del arco de catenaria en las condiciones finales para el vano de regulación (m).

t_0 = Temperatura en las condiciones iniciales ($^{\circ}\text{C}$).

t = Temperatura en las condiciones finales ($^{\circ}\text{C}$).

S = Sección del conductor (mm^2).

E = Módulo de elasticidad (daN/mm^2).

T_{0h} = Componente Horizontal de la Tensión en las condiciones más desfavorables o Tensión Máxima Horizontal (daN).

T_h = Componente Horizontal de la Tensión o Tensión Horizontal en las condiciones finales consideradas, para el vano de regulación (daN).

a = ar (vano de regulación, m).

h = Desnivel entre los puntos de fijación del conductor a los apoyos, en tramos de un solo vano (m).

$h = 0$, para tramos compuestos por más de un vano.

Obtención de la flecha en las condiciones finales (F), para cada vano real de la línea:

$$F = YB - [h/a \cdot (XB - Xfm)] - Yfm$$

$$Xfm = c \cdot \ln[h/a + \sqrt{(h/a)^2 + 1}]$$

$$Yfm = c \cdot \operatorname{cosh}(Xfm/c)$$

Siendo:

YB = Ordenada de uno de los puntos de fijación del conductor al apoyo (m).

XB = Abscisa de uno de los puntos de fijación del conductor al apoyo (m).

Y_{fm} = Ordenada del punto donde se produce la flecha máxima (m).

X_{fm} = Abscisa del punto donde se produce la flecha máxima (m).

h = Desnivel entre los puntos de fijación del conductor a los apoyos (m).

a = proyección horizontal del vano (m).

Tensión máxima

Condiciones iniciales a considerar en la ecuación del cambio de condiciones.

a) Zona A.

- Tracción máxima viento.

$t = -5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Sobrecarga: viento (P_v).

b) Zona B.

- Tracción máxima viento.

$t = -10\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Sobrecarga: viento (P_v).

- Tracción máxima hielo.

$t = -15\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Sobrecarga: hielo (P_h).

- Tracción máxima hielo + viento. (Cuando sea requerida por la empresa eléctrica).

$t = -15\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Sobrecarga: viento (P_{vh}).

Sobrecarga: hielo (P_h).

c) Zona C.

- Tracción máxima viento

$t = -15\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Sobrecarga: viento (P_v).

- Tracción máxima hielo.

$t = -20\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Sobrecarga: hielo (P_h).

- Tracción máxima hielo + viento. (Cuando sea requerida por la empresa eléctrica).

$t = -20\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Sobrecarga: viento (P_{vh}).

Sobrecarga: hielo (P_h)

Flecha máxima

Condiciones finales a considerar en la ecuación del cambio de condiciones.

a) Hipótesis de viento.

$t = +15\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Sobrecarga: Viento (P_v).

b) Hipótesis de temperatura.

$t = +50\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Sobrecarga: ninguna.

c) Hipótesis de hielo.

$t = 0\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Sobrecarga: hielo (P_h).

Zona A: Se consideran las hipótesis a) y b).

Zonas B y C: Se consideran las hipótesis a), b) y c).

Flecha mínima

Condiciones finales a considerar en la ecuación del cambio de condiciones.

a) Zona A.

$t = -5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Sobrecarga: ninguna.

b) Zona B.

$t = -15\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Sobrecarga: ninguna.

c) Zona C.

$t = -20\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Sobrecarga: ninguna.

Desviación cadena aisladores.

Condiciones finales a considerar en la ecuación del cambio de condiciones.

$t = -5\text{ °C}$ en zona A, -10 °C en zona B y -15 °C en zona C.

Sobrecarga: mitad de Viento ($P_v / 2$).

Hipótesis de Viento. Cálculo de apoyos.

Condiciones finales a considerar en la ecuación del cambio de condiciones.

$t = -5\text{ °C}$ en zona A, -10 °C en zona B y -15 °C en zona C.

Sobrecarga: Viento (P_v)

Tendido de la línea.

Condiciones finales a considerar en la ecuación del cambio de condiciones.

$t = -20\text{ °C}$ (Sólo zona C).

$t = -15\text{ °C}$ (Sólo zonas B y C).

$t = -10\text{ °C}$ (Sólo zonas B y C).

$t = -5\text{ °C}$.

$t = 0\text{ °C}$.

$t = +5\text{ °C}$.

$t = +10\text{ °C}$.

$t = +15\text{ °C}$.

$t = +20\text{ °C}$.

$t = +25\text{ °C}$.

$t = +30\text{ °C}$.

$t = +35\text{ °C}$.

$t = +40\text{ °C}$.

$t = +45\text{ °C}$.

$t = +50\text{ °C}$.

Sobrecarga: ninguna.



LIMITE DINAMICO "EDS".

$$\text{EDS} = (\text{Th} / \text{Qr}) \cdot 100 < 15$$

Siendo:

EDS = Every Day Estress, esfuerzo al cual están sometidos los conductores de una línea la mayor parte del tiempo, correspondiente a la temperatura media o a sus proximidades, en ausencia de sobrecarga.

Th = Componente Horizontal de la Tensión o Tensión Horizontal en las condiciones finales consideradas, para el vano de regulación (daN). Zonas A, B y C, $t^a = 15 \text{ }^\circ\text{C}$. Sobrecarga: ninguna.

Qr = Carga de rotura del conductor (daN).

HIPÓTESIS CÁLCULO DE APOYOS

Apoysos de líneas situadas en zona A (Altitud inferior a 500 m).



TIPO DE APOYO	TIPO DE ESFUERZO	HIPÓTESIS 1ª (Viento)	HIPÓTESIS 2ª (Hielo)	HIPÓTESIS 3ª (Des. Tracciones)	HIPÓTESIS 4ª (Rotura cond.)
Alineación Suspensión	V	Cargas perm. Viento. $V = P_{cv} + P_{ca} \cdot n_c$		Cargas perm. Viento. $V = P_{cv} + P_{ca} \cdot n_c$	Cargas perm. Viento. $V = P_{cv} - P_{cvr} + P_{ca} \cdot n_c$
	T	Viento. $T = F_{vc} + E_{ca} \cdot n_c$			
	L			Des. Tracc. $L = D_{tv}$	Rot. Cond. $L_t = Rot_v$
Alineación Amarre	V	Cargas perm. Viento. $V = P_{cv} + P_{ca} \cdot n_c$		Cargas perm. Viento. $V = P_{cv} + P_{ca} \cdot n_c$	Cargas perm. Viento. $V = P_{cv} - P_{cvr} + P_{ca} \cdot n_c$
	T	Viento. $T = F_{vc} + E_{ca} \cdot n_c$			
	L			Des. Tracc. $L = D_{tv}$	Rot. Cond. $L_t = Rot_v$
Ángulo Suspensión	V	Cargas perm. Viento. $V = P_{cv} + P_{ca} \cdot n_c$		Cargas perm. Viento. $V = P_{cv} + P_{ca} \cdot n_c$	Cargas perm. Viento. $V = P_{cv} - P_{cvr} + P_{ca} \cdot n_c$
	T	Viento. Res. Angulo $T = F_{vc} + E_{ca} \cdot n_c + R_{avT}$		Des. Tracc. Res. Angulo $T = R_{avdT}$	Rot. Cond. Res. Angulo $T = R_{avrT}$
	L			Des. Tracc. Res. Angulo $L = R_{avdL}$	$L = R_{avdL}$ Res. Angulo $L = R_{avrL} ; L_t = Rot_v$
Ángulo Amarre	V	Cargas perm. Viento. $V = P_{cv} + P_{ca} \cdot n_c$		Cargas perm. Viento. $V = P_{cv} + P_{ca} \cdot n_c$	Cargas perm. Viento. $V = P_{cv} - P_{cvr} + P_{ca} \cdot n_c$
	T	Viento. Res. Angulo $T = F_{vc} + E_{ca} \cdot n_c + R_{avT}$		Des. Tracc. Res. Angulo $T = R_{avdT}$	Rot. Cond. Res. Angulo $T = R_{avrT}$
	L	Res. Angulo $L = R_{avL}$		Des. Tracc. Res. Angulo $L = R_{avdL}$	Rot. Cond. Res. Angulo $L = R_{avrL} ; L_t = Rot_v$
Anclaje Alineación	V	Cargas perm. Viento.		Cargas perm. Viento.	Cargas perm. Viento.

		$V = P_{cv} + P_{ca} \cdot n_c$		$V = P_{cv} + P_{ca} \cdot n_c$	$V = P_{cv} - P_{cvr} + P_{ca} \cdot n_c$
	T	Viento. $T = F_{vc} + E_{ca} \cdot n_c$			
	L			Des. Tracc. $L = D_{tv}$	Rot. Cond. $L_t = Rot_v$
Anclaje Angulo y estrellamiento	V	Cargas perm. Viento. $V = P_{cv} + P_{ca} \cdot n_c$		Cargas perm. Viento. $V = P_{cv} + P_{ca} \cdot n_c$	Cargas perm. Viento. $V = P_{cv} - P_{cvr} + P_{ca} \cdot n_c$
	T	Viento. Res. Angulo $T = F_{vc} + E_{ca} \cdot n_c + R_{avT}$		Des. Tracc. Res. Angulo $T = R_{avdT}$	Rot. Cond. Res. Angulo $T = R_{avrT}$
	L	Res. Angulo $L = R_{avL}$		Des. Tracc. Res. Angulo $L = R_{avdL}$	Rot. Cond. Res. Angulo $L = R_{avrL} ; L_t = Rot_v$
Fin de línea	V	Cargas perm. Viento. $V = P_{cv} + P_{ca} \cdot n_c$			Cargas perm. Viento $V = P_{cv} - P_{cvr} + P_{ca} \cdot n_c$
	T	Viento. $T = F_{vc} + E_{ca} \cdot n_c$			
	L	Des. Tracc. $L = D_{tv}$			Rot. Cond. $L_t = Rot_v$

Tabla 16. Apoyos de líneas situadas en zona A (Altitud inferior a 500 m)



Imagen 5. Realización de maniobras en apoyo de media tensión

V = Esfuerzo vertical

T = Esfuerzo transversal

L = Esfuerzo longitudinal

Lt = Esfuerzo de torsión

Para la determinación de las tensiones de los conductores se considerarán sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 Km/h y a la temperatura de $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

En los apoyos de alineación y ángulo con cadenas de suspensión y amarre se prescinde de la 4ª hipótesis si se verifican simultáneamente las siguientes condiciones:

- Tensión nominal de la línea hasta 66 kV.
- La carga de rotura del conductor es inferior a 6600 daN.
- Los conductores tienen un coeficiente de seguridad de 3, como mínimo.
- El coeficiente de seguridad de los apoyos y cimentaciones en la hipótesis tercera es el correspondiente a las hipótesis normales.
- Se instalen apoyos de anclaje cada 3 kilómetros como máximo.

Apoyos de líneas situadas en zonas B y C (Altitud igual o superior a 500 m).



Imagen 6. Apoyo de media tensión completo

TIPO DE APOYO	TIPO DE ESFUERZO	HIPÓTESIS 1ª (Viento)	HIPÓTESIS 2ª (Hielo)	HIPÓTESIS 3ª (Des. Tracciones)	HIPÓTESIS 4ª (Rotura cond.)
Alineación Suspensión	V	Cargas perm. Viento. $V = P_{cv} + P_{ca} \cdot nc$	Cargas perm. Hielo $V = P_{ch} + P_{ca} \cdot nc$	Cargas perm. Hielo. $V = P_{ch} + P_{ca} \cdot nc$	Cargas perm. Hielo $V = P_{ch} - P_{chr} + P_{ca} \cdot nc$
	T	Viento. $T = F_{vc} + E_{ca} \cdot nc$			
	L			Des. Tracc. $L = D_{th}$	Rot. Cond. $L_t = Roth$
Alineación Amarre	V	Cargas perm. Viento. $V = P_{cv} + P_{ca} \cdot nc$	Cargas perm. Hielo $V = P_{ch} + P_{ca} \cdot nc$	Cargas perm. Hielo. $V = P_{ch} + P_{ca} \cdot nc$	Cargas perm. Hielo $V = P_{ch} - P_{chr} + P_{ca} \cdot nc$
	T	Viento. $T = F_{vc} + E_{ca} \cdot nc$			
	L			Des. Tracc. $L = D_{th}$	Rot. Cond. $L_t = Roth$
Ángulo Suspensión	V	Cargas perm. Viento. $V = P_{cv} + P_{ca} \cdot nc$	Cargas Hielo $V = P_{ch} + P_{ca} \cdot nc$	Cargas Hielo $V = P_{ch} + P_{ca} \cdot nc$	Cargas perm. Hielo $V = P_{ch} - P_{chr} + P_{ca} \cdot nc$
	T	Viento. Res. Angulo $T = F_{vc} + E_{ca} \cdot nc + R_{av}T$	Res. Angulo $T = R_{ah}T$	Des. Tracc. Res. Angulo $T = R_{ah}dT$	Rot. Cond. Res. Angulo $T = R_{ah}rT$
	L			Des. Tracc. Res. Angulo $L = R_{ah}dL$	Rot. Cond. Res. Angulo $L = R_{ah}rL ; L_t = Roth$
Ángulo Amarre	V	Cargas perm. Viento. $V = P_{cv} + P_{ca} \cdot nc$	Cargas perm. Hielo $V = P_{ch} + P_{ca} \cdot nc$	Cargas perm. Hielo $V = P_{ch} + P_{ca} \cdot nc$	Cargas perm. Hielo $V = P_{ch} - P_{chr} + P_{ca} \cdot nc$
	T	Viento. Res. Angulo $T = F_{vc} + E_{ca} \cdot nc + R_{av}T$	Res. Angulo $T = R_{ah}T$	Des. Tracc. Res. Angulo $T = R_{ah}dT$	Rot. Cond. Res. Angulo $T = R_{ah}rT$
	L	Res. Angulo $L = R_{av}L$	Res. Angulo $L = R_{ah}L$	Des. Tracc. Res. Angulo $L = R_{ah}dL$	Rot. Cond. Res. Angulo $L = R_{ah}rL ; L_t = Roth$

Anclaje Alineación	V	Cargas perm. Viento. $V = P_{cv} + P_{ca} \cdot nc$	Cargas perm. Hielo $V = P_{ch} + P_{ca} \cdot nc$	Cargas perm. Hielo $V = P_{ch} + P_{ca} \cdot nc$	Cargas perm. Hielo $V = P_{ch} - P_{chr} + P_{ca} \cdot nc$
	T	Viento. $T = F_{vc} + E_{ca} \cdot nc$			
	L			Des. Tracc. $L = D_{th}$	Rot. Cond. $L_t = R_{oth}$
Anclaje Angulo y estrellamiento	V	Cargas perm. Viento. $V = P_{cv} + P_{ca} \cdot nc$	Cargas perm. Hielo $V = P_{ch} + P_{ca} \cdot nc$	Cargas perm. Hielo $V = P_{ch} + P_{ca} \cdot nc$	Cargas perm. Hielo $V = P_{ch} - P_{chr} + P_{ca} \cdot nc$
	T	Viento. Res. Angulo $T = F_{vc} + E_{ca} \cdot nc + R_{avT}$	Res. Angulo $T = R_{ahT}$	Des. Tracc. Res. Angulo $T = R_{ahdT}$	Rot. Cond. Res. Angulo $T = R_{ahrT}$
	L	Res. Angulo $L = R_{avL}$	Res. Angulo $L = R_{ahL}$	Des. Tracc. Res. Angulo $L = R_{ahdL}$	Rot. Cond. Res. Angulo $L = R_{ahrL}$; $L_t = R_{oth}$
Fin de línea	V	Cargas perm. Viento. $V = P_{cv} + P_{ca} \cdot nc$	Cargas perm. Hielo $V = P_{ch} + P_{ca} \cdot nc$		Cargas perm. Hielo $V = P_{ch} - P_{chr} + P_{ca} \cdot nc$
	T	Viento. $T = F_{vc} + E_{ca} \cdot nc$			
	L	Des. Tracc. $L = D_{tv}$	Des. Tracc. $L = D_{th}$		Rot. Cond. $L_t = R_{oth}$

Tabla 17. Apoyos de líneas situadas en zonas B y C (Altitud igual o superior a 500 m).



Imagen 7. Apoyo de IDE

V = Esfuerzo vertical
T = Esfuerzo transversal
L = Esfuerzo longitudinal
Lt = Esfuerzo de torsión

Para la determinación de las tensiones de los conductores se considerará:

Hipótesis 1ª : Sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 Km/h y a la temperatura de -10 °C en zona B y -15 °C en zona C. Resto hipótesis : Sometidos a una sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3) y a la temperatura de -15 °C en zona B y -20 °C en zona C.

En los apoyos de alineación y ángulo con cadenas de suspensión y amarre se prescinde de la 4ª hipótesis si se verifican simultáneamente las siguientes condiciones:

- Tensión nominal de la línea hasta 66 kV.
- La carga de rotura del conductor es inferior a 6600 daN.
- Los conductores tienen un coeficiente de seguridad de 3, como mínimo.
- El coeficiente de seguridad de los apoyos y cimentaciones en la hipótesis tercera es el correspondiente a las hipótesis normales.
- Se instalen apoyos de anclaje cada 3 kilómetros como máximo

Cargas permanentes

Se considerarán las cargas verticales debidas al peso de los distintos elementos: conductores con sobrecarga (según hipótesis), aisladores, herrajes. En todas las hipótesis en zona A y en la hipótesis de viento en zonas B y C, el peso que gravita sobre los apoyos debido al conductor y su sobrecarga "Pcv" será:

$$P_{cv} = L_v \cdot P_{pv} \cdot \cos \alpha \cdot n \text{ (daN)}$$
$$P_{cvr} = L_v \cdot P_{pv} \cdot \cos \alpha \cdot nr \text{ (daN)}$$

Siendo:

L_v = Longitud del conductor que gravita sobre el apoyo en las condiciones de -5 °C (zona A), -10 °C (zona B) o -15 °C (zona C) con sobrecarga de viento (m).

P_{pv} = Peso propio del conductor con sobrecarga de viento (daN/m).

P_{cvr} = Peso que gravita sobre los apoyos de los conductores rotos con sobrecarga de viento para la 4ª hipótesis (daN).

α = Ángulo que forma la resultante del viento con el peso propio del conductor.

n = número total de conductores.

n_r = número de conductores rotos en la 4ª hipótesis.

En todas las hipótesis en zonas B y C, excepto en la hipótesis 1ª de Viento, el peso que gravita sobre los apoyos debido al conductor y su sobrecarga "Pch" será:

$$P_{ch} = L_h \cdot P_{ph} \cdot n \text{ (daN)}$$

$$P_{chr} = L_h \cdot P_{ph} \cdot n_r \text{ (daN)}$$

Siendo:

L_h = Longitud del conductor que gravita sobre el apoyo en las condiciones de -15 °C (zona B) o -20 °C (zona C) con sobrecarga de hielo (m).

P_{ph} = Peso propio del conductor con sobrecarga de hielo (daN/m).

P_{phr} = Peso que gravita sobre los apoyos de los conductores rotos con sobrecarga de hielo para la 4ª hipótesis (daN).

n = número total de conductores.

n_r = número de conductores rotos en la 4ª hipótesis.

En todas las zonas y en todas las hipótesis habrá que considerar el peso de los herrajes y la cadena de aisladores "Pca", así como el número de cadenas de aisladores del apoyo "nc".

Esfuerzos del viento

- El esfuerzo del viento sobre los conductores "Fvc" en la hipótesis 1ª para las zonas A, B y C se obtiene de la siguiente forma:

Apoyos alineación

$$F_{vc} = (a_1 \cdot d_1 \cdot n_1 + a_2 \cdot d_2 \cdot n_2) / 2 \cdot k \text{ (daN)}$$

Apoyos fin de línea

$$F_{vc} = a/2 \cdot d \cdot n \cdot k \text{ (daN)}$$

Apoyos de ángulo y estrellamiento

$$F_{vc} = \Sigma a_p / 2 \cdot d_p \cdot n_p \cdot k \text{ (daN)}$$

Siendo:

a_1 = Proyección horizontal del conductor que hay a la izquierda del apoyo (m).

a_2 = Proyección horizontal del conductor que hay a la derecha del apoyo (m).

a = Proyección horizontal del conductor (m).

a_p = Proyección horizontal del conductor en la dirección perpendicular a la bisectriz del ángulo (apoyos de ángulo) y en la dirección perpendicular a la resultante (apoyos de estrellamiento) (m).

d, d_1, d_2, d_p = Diámetro del conductor(m).

n, n_1, n_2, n_p = nº de haces de conductores.

v = Velocidad del viento (Km/h).

$K=60 \cdot (v/120)^2$ daN/m² si $d \geq 16$ mm y $v \geq 120$ Km/h

$K=50 \cdot (v/120)^2$ daN/m² si $d < 16$ mm y $v \geq 120$ Km/h

- En la hipótesis 1ª para las zonas A, B y C habrá que considerar el esfuerzo del viento sobre los herrajes y la cadena de aisladores "Eca", así como el número de cadenas de aisladores del apoyo "nc".

Desequilibrio de tracciones

- En la hipótesis 1ª (sólo apoyos fin de línea) en zonas A, B y C y en la hipótesis 3ª en zona A (apoyos alineación, ángulo, estrellamiento y anclaje), el desequilibrio de tracciones "Dtv" se obtiene:

Apoyos de alineación con cadenas de suspensión.

$$D_{tv} = 8/100 \cdot T_h \cdot n \text{ (daN)}$$

$$D_{tv} = \text{Abs}((T_{h1} \cdot n_1) - (T_{h2} \cdot n_2)) \text{ (daN)}$$

Apoyos de alineación con cadenas de amarre.

$$D_{tv} = 15/100 \cdot T_h \cdot n \text{ (daN)}$$

$$D_{tv} = \text{Abs}((T_{h1} \cdot n_1) - (T_{h2} \cdot n_2)) \text{ (daN)}$$

Apoyos de ángulo con cadenas de suspensión.

$$D_{tv} = 8/100 \cdot T_h \cdot n \text{ (daN)}$$

Este esfuerzo se combinará con la resultante de ángulo.

Apoyos de ángulo con cadenas de amarre.

$$D_{tv} = 15/100 \cdot T_h \cdot n \text{ (daN)}$$

Este esfuerzo se combinará con la resultante de ángulo.

Apoyos de anclaje de alineación.

$$D_{tv} = 50/100 \cdot T_h \cdot n \text{ (daN)}$$

$$D_{tv} = \text{Abs}((T_{h1} \cdot n_1) - (T_{h2} \cdot n_2)) \text{ (daN)}$$

Apoyos de anclaje en ángulo y estrellamiento.

$$D_{tv} = 50/100 \cdot T_h \cdot n \text{ (daN)}$$

Este esfuerzo se combinará con la resultante de ángulo.

Apoyos fin de línea

$$D_{tv} = 100/100 \cdot T_h \cdot n \text{ (daN)}$$

Siendo:

n, n_1, n_2 = número total de conductores.

T_h, T_{h1}, T_{h2} = Componente horizontal de la tensión en las condiciones de -5 °C (zona A), -10 °C (zona B) y -15 °C (zona C) con sobrecarga de viento (daN).

- En la hipótesis 2ª (fin de línea) y 3ª (alineación, ángulo, estrellamiento y anclaje) en zonas B y C, el desequilibrio de tracciones "Dth" se obtiene:

Apoyos de alineación con cadenas de suspensión.

$$D_{th} = 8/100 \cdot T_{0h} \cdot n \text{ (daN)}$$

$$D_{th} = \text{Abs}((T_{0h1} \cdot n_1) - (T_{0h2} \cdot n_2)) \text{ (daN)}$$

Apoyos de alineación con cadenas de amarre.

$$D_{th} = 15/100 \cdot T_{0h} \cdot n \text{ (daN)}$$

$$D_{th} = \text{Abs}((T_{0h1} \cdot n_1) - (T_{0h2} \cdot n_2)) \text{ (daN)}$$

Apoyos de ángulo con cadenas de suspensión.

$$D_{th} = 8/100 \cdot T_{0h} \cdot n \text{ (daN)}$$

Este esfuerzo se combinará con la resultante de ángulo.

Apoyos de ángulo con cadenas de amarre.

$$D_{th} = 15/100 \cdot T_{0h} \cdot n \text{ (daN)}$$

Este esfuerzo se combinará con la resultante de ángulo.

Apoyos de anclaje en alineación.

$$D_{th} = 50/100 \cdot T_{0h} \cdot n \text{ (daN)}$$

$$D_{th} = \text{Abs}((T_{0h1} \cdot n_1) - (T_{0h2} \cdot n_2)) \text{ (daN)}$$

Apoyos de anclaje en ángulo y estrellamiento.

$$D_{th} = 50/100 \cdot T_{0h} \cdot n \text{ (daN)}$$

Este esfuerzo se combinará con la resultante de ángulo.

Apoyos fin de línea

$$D_{th} = 100/100 \cdot T_{0h} \cdot n \text{ (daN)}$$

Siendo:

n, n_1, n_2 = número total de conductores.

T_{0h}, T_{0h1}, T_{0h2} = Componente horizontal de la tensión en las condiciones -15°C (Zona B) y -20°C (Zona C) con sobrecarga de hielo (daN).

Rotura de conductores

- El esfuerzo debido a la rotura de conductores "Rotv" en zona A, aplicado en el punto donde produzca la sollicitación más desfavorable produciendo un esfuerzo de torsión, se obtiene:

Apoyos de alineación y de ángulo con cadenas de suspensión

- Se prescinde siempre que se cumplan las condiciones especificadas en el apdo. 3.5.3.
- Si no se cumplen esas condiciones, se considerará el esfuerzo unilateral correspondiente a la rotura de un solo conductor "Rotv", aplicado en el punto que produzca la sollicitud más desfavorable.

$$Rotv = T_{0h} \text{ (daN)}$$

Apoyos de alineación y de ángulo con cadenas de amarre

- Se prescinde siempre que se cumplan las condiciones especificadas
- Si no se cumplen esas condiciones, se considerará el esfuerzo unilateral correspondiente a la rotura de un solo conductor "Rotv", aplicado en el punto que produzca la sollicitación más desfavorable.

$$Rotv = T_{0h} \text{ (daN)}$$

Apoyos de anclaje en alineación, anclaje en ángulo y estrellamiento

$Rotv = T0h$ (simplex, un sólo conductor por fase) (daN)

$Rotv = T0h \cdot ncf \cdot 0,5$ (dúplex, tríplex, cuadruplex; dos, tres o cuatro conductores por fase) (daN)

Fin de línea

$Rotv = T0h \cdot ncf$ (daN)

$Rotv = 2 \cdot T0h \cdot ncf$ (montaje tresbolillo y bandera) (daN)

Siendo:

ncf = número de conductores por fase.

$T0h$ = Componente horizontal de la tensión en las condiciones de $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ (zona A), $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ (zona B) y $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ (zona C) con sobrecarga de viento (daN).

- El esfuerzo debido a la rotura de conductores "Roth" en zonas B y C, aplicado en el punto donde produzca la sollicitación más desfavorable produciendo un esfuerzo de torsión, se obtiene:

Apoyos de alineación y de ángulo con cadenas de suspensión

- Se prescinde siempre que se cumplan las condiciones especificadas
- Si no se cumplen esas condiciones, se considerará el esfuerzo unilateral correspondiente a la rotura de un solo conductor "Roth", aplicado en el punto que produzca la sollicitud más desfavorable.

$Roth = T0h$ (daN)

Apoyos de alineación y de ángulo con cadenas de amarre

- Se prescinde siempre que se cumplan las condiciones especificadas
- Si no se cumplen esas condiciones, se considerará el esfuerzo unilateral correspondiente a la rotura de un solo conductor "Roth", aplicado en el punto que produzca la sollicitud más desfavorable.

Roth = T0h (daN)

Apoys de anclaje en alineación, anclaje en ángulo y estrellamiento

Roth = T0h (simplex, un sólo conductor por fase) (daN)

Roth = T0h · ncf · 0,5 (dúplex, tríplex, cuadruplex; dos, tres o cuatro conductores por fase) (daN)

Fin de línea

Roth = T0h · ncf (daN)

Roth = 2 · T0h · ncf (montaje tresbolillo y bandera) (daN)

Siendo:

ncf = número de conductores por fase.

T0h = Componente horizontal de la tensión en las condiciones de -15 °C (Zona B) y -20 °C (Zona C) con sobrecarga de hielo (daN).

Resultante de ángulo

El esfuerzo resultante de ángulo "Rav" de las tracciones de los conductores en la hipótesis 1ª para las zonas A, B y C se obtiene del siguiente modo:

$$Rav = \sqrt{((Th1 \cdot n1)^2 + (Th2 \cdot n2)^2 - 2 \cdot (Th1 \cdot n1) \cdot (Th2 \cdot n2) \cdot \cos [180 - \alpha])} \text{ (daN)}$$

El esfuerzo resultante de ángulo "Rav" se descompondrá en dos esfuerzos, uno en dirección longitudinal a la línea "RavL" y otro en dirección transversal a la línea "RavT".

Siendo: n1 , n2 = Número de conductores.

Th1, Th2 = Tensiones horizontales en las condiciones de -5 °C (zona A), -10 °C (zona B) y -15 °C (zona C) con sobrecarga de viento (daN).

α = Ángulo que forman Th1 y Th2 (gr. sexa.).

El esfuerzo resultante de ángulo "Rah" de las tracciones de los conductores en la hipótesis 2ª para las zonas B y C se obtiene del siguiente modo:

$$Rah = \sqrt{((Th1 \cdot n1)^2 + (Th2 \cdot n2)^2 - 2 \cdot (Th1 \cdot n1) \cdot (Th2 \cdot n2) \cdot \cos [180 - \alpha])} \text{ (daN)}$$

El esfuerzo resultante de ángulo "Rah" se descompondrá en dos esfuerzos, uno en dirección longitudinal a la línea "RahL" y otro en dirección transversal a la línea "RahT".

Siendo:

$n1$, $n2$ = Número de conductores.

$Th1$, $Th2$ = Tensiones horizontales en las condiciones de -15 °C (zona B) y -20 °C (zona C) con sobrecarga de hielo (daN).

α = Ángulo que forman $Th1$ y $Th2$ (gr. sexa.).

El esfuerzo resultante de ángulo "Ravd" de las tracciones de los conductores en la hipótesis 3ª para la zona A se obtiene del siguiente modo:

$$Ravd = \sqrt{((Th1 \cdot n1)^2 + (Th1 \cdot n1 - Dtv)^2 - 2 \cdot (Th1 \cdot n1) \cdot (Th1 \cdot n1 - Dtv) \cdot \cos [180 - \alpha])} \text{ (daN)}$$

El esfuerzo resultante de ángulo "Ravd" se descompondrá en dos esfuerzos, uno en dirección longitudinal a la línea "RavdL" y otro en dirección transversal a la línea "RavdT".

Siendo:

$n1$ = Número de conductores.

$Th1$ = Tensiones horizontales en las condiciones de -5 °C (zona A), -10 °C (zona B) y -15 °C (zona C) con sobrecarga de viento (daN).

Dtv = Desequilibrio de tracciones en la hipótesis de viento.

α = Ángulo que forman $Th1$ y $(Th1 - Dtv)$ (gr. sexa.).

El esfuerzo resultante de ángulo "Rahd" de las tracciones de los conductores en la hipótesis 3ª para las zonas B y C se obtiene del siguiente modo:

$$Ravd = \sqrt{((Th1 \cdot n1)^2 + (Th1 \cdot n1 - Dth)^2 - 2 \cdot (Th1 \cdot n1) \cdot (Th1 \cdot n1 - Dth) \cdot \cos [180 - \alpha])} \text{ (daN)}$$

El esfuerzo resultante de ángulo "Rahd" se descompondrá en dos esfuerzos, uno en dirección longitudinal a la línea "RahdL" y otro en dirección transversal a la línea "RahdT".

Siendo:

$n1$ = Número de conductores.

$Th1$ = Tensiones horizontales en las condiciones de $-15 \text{ }^\circ\text{C}$ (zona B) y $-20 \text{ }^\circ\text{C}$ (zona C) con sobrecarga de hielo (daN).

Dth = Desequilibrio de tracciones en la hipótesis de hielo.

α = Ángulo que forman $Th1$ y $(Th1 - Dth)$ (gr. sexa.).

El esfuerzo resultante de ángulo "Ravr" de la rotura de conductores en la hipótesis 4ª para la zona A se obtiene del siguiente modo:

$$Ravd = \sqrt{((Th1 \cdot n1)^2 + (Th2 \cdot n2)^2 - 2 \cdot (Th1 \cdot n1) \cdot (Th2 \cdot n2) \cdot \cos [180 - \alpha])} \text{ (daN)}$$

El esfuerzo resultante de ángulo "Ravr" se descompondrá en dos esfuerzos, uno en dirección longitudinal a la línea "RavrL" y otro en dirección transversal a la línea "RavrT".

Siendo:

$n1$, $n2$ = Número de conductores quitando los conductores que se han roto.

$Th1$, $Th2$ = Tensiones horizontales en las condiciones de $-5 \text{ }^\circ\text{C}$ (zona A), $-10 \text{ }^\circ\text{C}$ (zona B) y $-15 \text{ }^\circ\text{C}$ (zona C) con sobrecarga de viento (daN).

α = Ángulo que forman Th1 y Th2 (gr. sexa.).

El esfuerzo resultante de ángulo "Rahr" de la rotura de conductores en la hipótesis 4ª para las zonas B y C se obtiene del siguiente modo:

$$Rahr = \sqrt{((Th1 \cdot n1)^2 + (Th2 \cdot n2)^2 - 2 \cdot (Th1 \cdot n1) \cdot (Th2 \cdot n2) \cdot \cos [180 - \alpha])} \text{ (daN)}$$

El esfuerzo resultante de ángulo "Rahr" se descompondrá en dos esfuerzos, uno en dirección longitudinal a la línea "RahrL" y otro en dirección transversal a la línea "RahrT".

Siendo:

$n1, n2$ = Número de conductores quitando los conductores que se han roto.

Th1, Th2 = Tensiones horizontales en las condiciones de -15 °C (zona B) y -20 °C (zona C) con sobrecarga de hielo (daN).

α = Ángulo que forman Th1 y Th2 (gr. sexa.).

*Nota: En los apoyos de estrellamiento las operaciones anteriores se han realizado tomando las tensiones dos a dos para conseguir la resultante total.

Esfuerzos descentrados

En los apoyos fin de línea, cuando tienen el montaje al tresbolillo o bandera, aparecen por la disposición de la cruceta esfuerzos descentrados en condiciones normales, cuyo valor será:

$$Esdt = T0h \cdot ncf \text{ (daN) (tresbolillo)}$$

$$Esdb = 3 \cdot T0h \cdot ncf \text{ (daN) (bandera)}$$

Siendo:

ncf = número de conductores por fase.

T_{0h} = Componente horizontal de la tensión en las condiciones más desfavorables de tensión máxima.

Apoyo adoptado

El apoyo adoptado deberá soportar la combinación de esfuerzos considerados en cada hipótesis:

V = Cargas verticales.

T = Esfuerzos transversales.

L = Esfuerzos longitudinales.

L_t = Esfuerzos de torsión.

CIMENTACIONES

Las cimentaciones se podrán realizar mediante zapatas monobloque o zapatas aisladas. En ambos casos se producirán dos momentos, uno debido al esfuerzo en punta y otro debido al viento sobre el apoyo.

Estarán situados los dos momentos, horizontalmente en el centro del apoyo y verticalmente a ras de tierra.

Momento debido al esfuerzo en punta

El momento debido al esfuerzo en punta " M_{ep} " se obtiene:

$$M_{ep} = E_p \cdot H_{rc}$$

Siendo:

E_p = Esfuerzo en punta (daN).

H_{rc} = Altura de la resultante de los conductores (m).

Momento debido al viento sobre el apoyo

El momento debido al esfuerzo del viento sobre el apoyo " M_{ev} " se obtiene:

$$M_{ev} = E_{va} \cdot H_v$$

Siendo:

E_{va} = Esfuerzo del viento sobre el apoyo (daN). Se obtiene:

$$E_{va} = 170 \cdot (v/120)^2 \cdot \eta \cdot S \text{ (apoyos de celosía).}$$

$$E_{va} = 100 \cdot (v/120)^2 \cdot S \text{ (apoyos con superficies planas).}$$

$$E_{va} = 70 \cdot (v/120)^2 \cdot S \text{ (apoyos con superficies cilíndricas).}$$

v = Velocidad del viento (Km/h).

S = Superficie definida por la silueta del apoyo (m^2).

η = Coeficiente de opacidad. Relación entre la superficie real de la cara y el área definida por su silueta.

H_v = Altura del punto de aplicación del esfuerzo del viento (m). Se obtiene:

$$H_v = H/3 \cdot (d_1 + 2 \cdot d_2) / (d_1 + d_2) \text{ (m)}$$

H = Altura total del apoyo (m).

d_1 = anchura del apoyo en el empotramiento (m).

d_2 = anchura del apoyo en la cogolla (m).

Zapatas Monobloque.

Las zapatas monobloque están compuestas por macizos de hormigón de un solo bloque.

Momento de fallo al vuelco

Para que un apoyo permanezca en su posición de equilibrio, el momento creado por las fuerzas exteriores a él ha de ser absorbido por la cimentación, debiendo cumplirse por tanto:

$$M_f \geq 1,65 \cdot (M_{ep} + M_{ev})$$

Siendo:

M_f = Momento de fallo al vuelco. Momento absorbido por la cimentación (daN · m).
 M_{ep} = Momento producido por el esfuerzo en punta (daN · m).

M_{ev} = Momento producido por el esfuerzo del viento sobre el apoyo (daN · m).
 Momento absorbido por la cimentación

El momento absorbido por la cimentación " M_f " se calcula por la fórmula de Sulzberger:

$$M_f = [139 \cdot C_2 \cdot a \cdot h^4] + [a^3 \cdot (h + 0,20) \cdot 2420 \cdot (0,5 - 2/3 \cdot \sqrt{(1,1 \cdot h/a \cdot 1/10 \cdot C_2)})]$$

Siendo:

C_2 = Coeficiente de compresibilidad del terreno a la profundidad de 2 m (daN/cm³).

a = Anchura del cimiento (m).

h = Profundidad del cimiento (m).

Zapatas Aisladas.

Las zapatas aisladas están compuestas por un macizo de hormigón para cada pata del apoyo.

Fuerza de rozamiento de las tierras

Cuando la zapata intenta levantar un volumen de tierra, este opone una resistencia cuyo valor será:

$$F_{rt} = \delta t \cdot \Sigma (\gamma^2 \cdot L) \cdot tg [\phi/2]$$

Siendo:

δt = Densidad de las tierras de que se trata (1600 daN/ m³).

γ = Longitudes parciales del macizo, en m.

L = Perímetro de la superficie de contacto, en m.

ϕ = Angulo de las tierras (generalmente = 45°).

Peso de la tierra levantada

El peso de la tierra levantada será:

$$P_t = V_t \cdot \delta_t, \text{ en daN}$$

Siendo:

$V_t = 1/3 \cdot h \cdot (S_s + S_i + \sqrt{S_s \cdot S_i})$ volumen de tierra levantada, que corresponde a un tronco de pirámide, en m^3 .

δ_t = Densidad de la tierra, en daN/ m^3 .

h = Altura del tronco de la pirámide de la tierra levantada, en m.

S_s = Superficie superior del tronco de pirámide de la tierra levantada, en m^2 .

S_i = Superficie inferior del tronco de pirámide de la tierra levantada, en m^2 .

Al volumen de tierra “ V_t “, habrá que quitarle el volumen del macizo de hormigón que hay enterrado.

Peso del macizo de hormigón

El peso del macizo de hormigón de la zapata será:

$$P_h = V_h \cdot \delta_h, \text{ en daN}$$

Siendo:

δ_h = Densidad del macizo de hormigón, en daN/ m^3 .

$V_h = \sum V_{hi}$; los volúmenes “ V_{hi} ” pueden ser cubos, pirámides o troncos de pirámide, en m^3 .

$V_i = 1/3 \cdot h \cdot (S_s + S_i + \sqrt{S_s \cdot S_i})$; volumen del tronco de pirámide, en m^3 .

$V_i = 1/3 \cdot h \cdot S$; volumen de la pirámide, en m³ .

$V_i = h \cdot S$; volumen del cubo, en m³ .

h = Altura del cubo, pirámide o tronco de pirámide, en m.

S_s = Superficie superior del tronco de pirámide, en m² .

S_i = Superficie inferior del tronco de pirámide, en m² .

S = Superficie de la base del cubo o pirámide, en m² .

Esfuerzo vertical debido al esfuerzo en punta

El esfuerzo vertical que tiene que soportar la zapata debido al esfuerzo en punta "F_{ep}" se obtiene:

$F_{ep} = 0,5 \cdot (M_{ep} + M_{ev} \cdot f) / \text{Base}$, en daN.

Siendo:

M_{ep} = Momento producido por el esfuerzo en punta, en daN · m.

M_{ev} = Momento producido por el esfuerzo del viento sobre el apoyo, en daN · m.

f = Factor que vale 1 si el coeficiente de seguridad del apoyo es normal y 1,25 si el coeficiente de seguridad es reforzado.

Base = Base del apoyo, en m.

Esfuerzo vertical debido a los pesos

Sobre la zapata actuarán esfuerzos verticales debidos a los pesos, el valor será:

$FV = T_v / 4 + P_a / 4 + P_t + P_h$, en daN.

Siendo:

T_v = Esfuerzos verticales del cálculo de los apoyos, en daN.

P_a = Peso del apoyo, en daN.

Pt = Peso de la tierra levantada, en daN.

Ph = Peso del hormigón de la zapata, en daN.

Esfuerzo total sobre la zapata

El esfuerzo total que actúa sobre la zapata será:

$FT = Fep + FV$, en daN.

Siendo:

Fep = Esfuerzo debido al esfuerzo en punta, en daN.

Fv = Esfuerzo debido a los esfuerzos verticales, en daN.

Comprobación de las zapatas

Si el esfuerzo total que actúa sobre la zapata tiende a levantar el macizo de hormigón, habrá que comprobar el coeficiente de seguridad "Cs", cuyo valor será:

$Cs = (Fv + Frt) / Fep > 1,5$.

Si el esfuerzo total que actúa sobre la zapata tiende a hundir el macizo de hormigón, habrá que comprobar que el terreno tiene la debida resistencia "Rt", cuyo valor será:

$Rt = FT / S$, en daN/cm² .

Siendo:

Fv = Esfuerzo debido a los esfuerzos verticales, en daN.

Frt = Esfuerzo de rozamiento de las tierras, en daN.

Fep = Esfuerzo debido al esfuerzo en punta, en daN.

FT = Esfuerzo total sobre la zapata, en daN.

S = Superficie de la base del macizo, en cm² .

CADENA DE AISLADORES.

Cálculo eléctrico

El grado de aislamiento respecto a la tensión de la línea se obtiene colocando un número de aisladores suficiente "NAis", cuyo número se obtiene:

$$NAis = Nia \cdot Ume / Llf$$

Siendo:

NAis = número de aisladores de la cadena.

Nia = Nivel de aislamiento recomendado según las zonas por donde atraviesa la línea (cm/kV).

Ume = Tensión más elevada de la línea (kV).

Llf = Longitud de la línea de fuga del aislador elegido (cm).

Cálculo mecánico

Mecánicamente, el coeficiente de seguridad a la rotura de los aisladores "Csm" ha de ser mayor de 3. El aislador debe soportar las cargas normales que actúan sobre él.

$$Csmv = Qa / (Pv + Pca) > 3$$

Siendo:

Csmv = coeficiente de seguridad a la rotura de los aisladores con cargas normales.

Qa = Carga de rotura del aislador (daN).

Pv = El esfuerzo vertical transmitido por los conductores al aislador (daN).

Pca = Peso de la cadena de aisladores y herrajes (daN).

El aislador debe soportar las cargas anormales que actúan sobre él.

$$Csmh = Qa / (Toh \cdot ncf) > 3$$

Siendo:

Csmh = coeficiente de seguridad a la rotura de los aisladores con cargas anormales.

Qa = Carga de rotura del aislador (daN).

Toh = Tensión horizontal máxima en las condiciones más desfavorables (daN).

ncf = número de conductores por fase.

Longitud de la cadena

La longitud de la cadena Lca será:

$$Lca = NAis \cdot LAis \text{ (m)}$$

Siendo:

Lca = Longitud de la cadena (m).

NAis = número de aisladores de la cadena.

LAis = Longitud de un aislador (m).

Peso de la cadena

El peso de la cadena Pca será:

$$Pca = NAis \cdot PAis \text{ (daN)}$$

Siendo:

Pca = Peso de la cadena (daN).

NAis = número de aisladores de la cadena.

PAis = Peso de un aislador (daN).

Esfuerzo del viento sobre la cadena

El esfuerzo del viento sobre la cadena Eca será:

$$Eca = k \cdot (DAis / 1000) \cdot Lca \text{ (daN)}$$

Siendo:

Eca = Esfuerzo del viento sobre la cadena (daN).

$$k = 70 \cdot (v/120)^2 .$$

v = Velocidad del viento (Km/h).

DAis = Diámetro máximo de un aislador (mm).

Lca = Longitud de la cadena (m).

DISTANCIAS DE SEGURIDAD.

Distancia de los conductores al terreno

La altura de los apoyos será la necesaria para que los conductores, con su máxima flecha vertical, queden situados por encima de cualquier punto del terreno o superficies de agua no navegables a una altura mínima de.

$$D = Dadd + Del = 5,3 + Del \text{ (m)}, \text{ mínimo } 6 \text{ m.}$$

Siendo:

Dadd = Distancia de aislamiento adicional (m).

Del = Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase y objetos a potencial de tierra en sobretensiones de frente lento o rápido

Distancia de los conductores entre sí

La distancia de los conductores entre sí "D" debe ser como mínimo:

$$D = k \cdot \sqrt{F + L} + k' \cdot D_{pp} \text{ (m)}.$$

Siendo:

k = Coeficiente que depende de la oscilación de los conductores con el viento

L = Longitud de la cadena de suspensión (m). Si la cadena es de amarre L=0.

F = Flecha máxima (m).

$$k' = 0,75.$$

D_{pp} = Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase durante sobretensiones de frente lento o rápido, según tabla 15 del apdo. 5.2 (m).

Distancia de los conductores al apoyo

La distancia mínima de los conductores al apoyo " d_s " será de:

$d_s = D_{el}$ (m), mínimo de 0,2 m.

Siendo:

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

ANGULO DE DESVIACIÓN DE LA CADENA DE SUSPENSION.

Debido al esfuerzo del viento sobre los conductores, las cadenas de suspensión en apoyos de alineación y de ángulo sufren una desviación respecto a la vertical. El ángulo máximo de desviación de la cadena " γ " no podrá ser superior al ángulo " μ " máximo permitido para que se mantenga la distancia del conductor al apoyo.

$tg \gamma = (Pv + Eca/2) / (P - x^{\circ}C + v/2 + Pca/2) = Etv / Pt$, en apoyos de alineación.

$tg \gamma = (Pv \cdot \cos[(180-\alpha)/2] + Rav + Eca/2) / (P - x^{\circ}C + v/2 + Pca/2) = Etv / Pt$, en apoyos de ángulo.

Siendo:

$tg \gamma$ = Tangente del ángulo que forma la cadena de suspensión con la vertical, al desviarse por la acción del viento.

Pv = Esfuerzo de la mitad de la presión de viento sobre el conductor (120 km/h) (daN).

Eca = Esfuerzo de la mitad de la presión de viento sobre la cadena de aisladores y herrajes (120 km/h) (daN).

$P - X^{\circ}C + V/2$ = Peso total del conductor que gravita sobre el apoyo en las condiciones de una T^a X (-5 °C en zona A, -10 °C en zona B, -15 °C en zona C) con sobrecarga mitad de la presión de viento (120 km/h) (daN).

Pca = Peso de la cadena de aisladores y herrajes (daN).

α = Ángulo que forman los conductores de la línea (gr. sexa.).

Rav = Resultante de ángulo en las condiciones de -5 °C en zona A, -10 °C en zona B y -15 °C en zona C con sobrecarga mitad de la presión de viento (120 km/h) (daN).

Si el valor del ángulo de desviación de la cadena "" es mayor del ángulo máximo permitido "", se deberá colocar un contrapeso de valor:

$$G = Etv / tg\mu - Pt$$

DESVIACIÓN HORIZONTAL DE LAS CATENARIAS POR LA ACCION DEL VIENTO.

$$dH = z \cdot \text{sen } \alpha$$

Siendo:

dH = Desviación horizontal de las catenarias por la acción del viento (m).

z = Distancia entre el punto de la catenaria y la recta de unión de los puntos de sujeción (m).

α = Ángulo que forma la resultante del viento con el peso propio del conductor.

4.2.2 DATOS GENERALES DE LA INSTALACIÓN.

Tensión de la línea: 20 kV.

Tensión más elevada de la línea: 24 kV.

Velocidad del viento: 120 km/h.

Zonas: A.

CONDUCTOR.

Denominación: 100-A1/S1A.

Sección: 116.7 mm².

Diámetro: 13.8 mm.

Carga de Rotura: 3433 daN.

Módulo de elasticidad: 7900 daN/mm².

Coefficiente de dilatación lineal: $19.1 \cdot 10^{-6}$.

Peso propio: 0.396 daN/m.

Peso propio más sobrecarga de viento: 0.918 daN/m.

Peso propio más sobrecarga con la mitad del viento: 0.573 daN/m.

Peso propio más sobrecarga de hielo (Zona B): 1.065 daN/m.

Peso propio más sobrecarga de hielo (Zona C): 1.733 daN/m.

4.2.3 TENSIÓN MÁXIMA EN LA LINEA Y COMPONENTE HORIZONTAL.

Ver en la tabla de TENSIONES Y FLECHAS EN HIPÓTESIS
REGLAMENTARIAS.

4.2.4 VANO DE REGULACIÓN.

Ver en la tabla de TENSIONES Y FLECHAS EN HIPÓTESIS REGLAMENTARIAS.

4.2.5 TENSIONES HORIZONTALES Y FLECHAS EN DETERMINADAS CONDICIONES.

Ver en la tabla de TENSIONES Y FLECHAS EN HIPÓTESIS REGLAMENTARIAS.

Ver en la tabla de TENSIONES Y FLECHAS DE TENDIDO.

4.2.6 LIMITE DINAMICO EDS.

Ver en la tabla de TENSIONES Y FLECHAS DE TENDIDO.

4.2.7 APOYOS.

Ver en la tabla de CÁLCULO DE APOYOS.

4.2.8 CIMENTACIONES.

Ver en la tabla de CÁLCULO DE CIMENTACIONES.

4.2.9 CADENAS DE AISLADORES.

Ver en la tabla de CÁLCULO DE CADENAS DE AISLADORES.

4.2.10 DISTANCIAS DE SEGURIDAD.

Distancia de los conductores al terreno

La altura de los apoyos será la necesaria para que los conductores, con su máxima flecha vertical, queden situados por encima de cualquier punto del terreno o superficies de agua no navegables a una altura mínima de.

$$dst = Dadd + Del = 5,3 + 0.22 = 5.52 \text{ m.}; \text{mínimo } 6\text{m.}$$

$$dst = 6 \text{ m.}$$

Siendo:

Dadd = Distancia de aislamiento adicional, para asegurar el valor Del con el terreno.

Del = Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase y objetos a potencial de tierra en sobretensiones de frente lento o rápido.

Distancia de los conductores entre sí

La distancia de los conductores entre sí D debe ser como mínimo:

$$D = k \cdot \sqrt{(F + L)} + k' \cdot Dpp$$

Siendo:

k = Coeficiente que depende de la oscilación de los conductores con el viento

L = Longitud de la cadena de suspensión (m). Si la cadena es de amarre L=0.

F = Flecha máxima (m).

Dpp = Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase durante sobretensiones de frente lento o rápido.

apoyo N°442139

$$D = 0.6 \cdot \sqrt{(2.58 + 0)} + 0.75 \cdot 0.25 = 1.15 \text{ m}$$

apoyo A-1

$$D = 0.6 \cdot \sqrt{(5.37 + 0)} + 0.75 \cdot 0.25 = 1.58 \text{ m}$$

apoyo N°442140

$$D = 0.6 \cdot \sqrt{(5.37 + 0)} + 0.75 \cdot 0.25 = 1.58 \text{ m}$$

apoyo A-2

$$D = 0.6 \cdot \sqrt{(1.09 + 0)} + 0.75 \cdot 0.25 = 0.81 \text{ m}$$

Distancia de los conductores al apoyo

La distancia mínima de los conductores al apoyo dsa será de:

$$dsa = Del = 0.22 \text{ m.}; \text{mínimo } 0,2 \text{ m. } dsa = 0.22 \text{ m.}$$

Siendo:



Del = Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase y objetos a potencial de tierra en sobretensiones de frente lento o rápido.

4.2.11 TABLAS RESUMEN.



Imagen 8. Aisladores , crucetas, botellas y conexión de LSMT a botellas

Vano	Longit. (m)	Desni. (m)	Vano Regula. (m)	Hipótesis de Tensión Máxima								
				-5°C+V Toh(daN)	-10°C+V Toh(daN)	-15°C+V Toh(daN)	-15°C+H Toh(daN)	-20°C+H Toh(daN)	- 15°C+H+V Toh(daN)	- 20°C+H+V Toh(daN)		
Nº442139 - A-1	44.76	-1.2	44.76	860.8								
A-1 - Nº442140	209.53	14.91	209.53	1063.2								
A-1 - A-2	71.23	-6.19	71.23	851.6								
Vano	Longit. (m)	Desni. (m)	Vano Regula. (m)	Hipótesis de Flecha Máxima						Hipótesis Flecha Mínima		
				15°C+V		50°C		0°C+H		-5°C F(m)	-15C F(m)	-20°C F(m)
				Th(daN)	F(m)	Th(daN)	F(m)	Th(daN)	F(m)			
Nº442139 - A-1	44.76	-1.2	44.76	617.4	0.38	201.8	0.53			0.13		
A-1 - Nº442140	209.53	14.91	209.53	976.9	5.31	435.9	5.37			3.92		
A-1 - A-2	71.23	-6.19	71.23	655	0.89	230.6				0.36		
Vano	Longit. (m)	Desni. (m)	Vano Regula. (m)	Hipótesis de Cálculos Apoyos					Desviación cadenas aisladores			Desviación horizontal viento (m)
				-5°C+V Th(daN)	- 10°C+ V Th (daN)	- 15°C+ V Th (daN)	- 15°C+ H Th(daN)	- 20°C+ H Th(daN)	-5°C +V/2 Th(daN)	-10°C +V/2 Th(daN)	-15°C +V/2 Th(daN)	
Nº442139 - A-1	44.76	-1.2	44.76	860.8						810.1		
A-1 - Nº442140	209.53	14.91	209.53	1063.2						766.3		
A-1 - A-2	71.23	-6.19	71.23	851.6						742.4		

Tablas 18.1-18.2-18.3. Tensiones y flechas en hipótesis reglamentarias



Imagen 9- Detalle parte superior apoyo de ángulo IDE

Vano	Longit. (m)	Desni. (m)	Vano Regula. (m)	-20°C		-15°C		-10°C		-5°C		0°C		5°C		10°C		15°C	
				T (daN)	F (m)	T(daN)	F (m)	T(daN)	F (m)	T(daN)	F(m)	T(daN)	F(m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)
Nº442139 - A-1	44.76	-1.2	44.76							790.4	0.13	712.8	0.15	637	0.17	563.8	0.19	494.3	0.22
A-1 - Nº442140	209.53	14.91	209.53							596.6	3.92	576.1	4.06	557.1	4.2	539.6	4.34	523.2	4.47
A-1 - A-2	71.23	-6.19	71.23							690.9	0.36	618.8	0.41	551.5	0.46	490.2	0.51	435.8	0.58

Vano	Longit. (m)	Desni. (m)	Vano Regula. (m)	20°C		25°C		30°C		35°C		40°C		45°C		50°C		EDS
				T(daN)	F(m)	T(daN)	F(m)	T (daN)	F (m)									
Nº442139 - A-1	44.76	-1.2	44.76	430	0.25	372.5	0.29	323.1	0.33	282.1	0.38	249.1	0.43	222.8	0.48	201.8	0.53	11.47
A-1 - Nº442140	209.53	14.91	209.53	508.1	4.6	494	4.74	480.8	4.87	468.5	4.99	456.9	5.12	446.1	5.25	435.9	5.37	12.14
A-1 - A-2	71.23	-6.19	71.23	388.9	0.65	349.2	0.72	316.1	0.8	288.6	0.87	265.8	0.95	246.7	1.02	230.6	1.09	12.69

Tabla 19. Tensiones y flechas de tendido



Imagen 10. Apoyo de ángulo IDE

Apoyo	Tipo	Ang. Rel. gr.sex.	Hipótesis 1ª (Viento) (-5:A/-10:B/-15:C)°C+V				Hipótesis 2ª (Hielo) (-15:B/-20:C)°C+H			
			V(daN)	T(daN)	L(daN)	Lt(daN)	V(daN)	T(daN)	L(daN)	Lt(daN)
Nº 442139	Alin.Am		225.2	274.2						
A-1	Estrellam.	121.9	331.8	5135.1						
Nº442140	Alin.Am		485.1	554.5						
A-2	Fin Línea		-93.6	218.3	5109.3					

Apoyo	Tipo	Ang. Rel. gr.sex.	Hipótesis 1ª (Viento) (-5:A/-10:B/-15:C)°C+V				Hipótesis 2ª (Hielo) (-15:B/-20:C)°C+H				Dist.Cond. (m)	Dist.Lt (m)
			V (daN)	T (daN)	L (daN)	Lt (daN)	V (daN)	T (daN)	L (daN)	Lt (daN)		
Nº 442139	Alin.Am		225.2		632.4					1.15	1.25	
A-1	Estrellam.	121.9	331.8	4762.7		321.3	5323.9	903	860.8	1.58	1.25	
Nº442140	Alin.Am		485.1		478.5					1.58	1.25	
A-2	Fin Línea					-75.8			851.6	0.81	1,25	

Tablas 20.1-20.2. Cálculo de apoyos



Imagen 11. Conexión Apoyo IDE con apoyo de abonado

Apoyo	Tipo	Constitución	Coef.Segur.	Angulo gr.sexa.	Altura Total (m)	Esf. Nominal (daN)	Esf. Secund. (daN)	Esf.puntac.Tors.(daN)	Esf.Ver.s.Tors. (daN)	Esf. Ver. c. Tors(daN)	Esfuer.Torsión (daN)	Dist.Torsión (m)	Peso (daN)
A-1	Estrellam.	Celosia recto	N		20	7000		7000	1200	1200	2500	1.5	
A-2	Fin Línea	Celosia recto	N		14	7000		7000	1200	1200	2500	1.5	

Tabla 21. Apoyos adoptados



Imagen 12. Detalle parte superior apoyo abonado

Apoyo	Tipo	Constitución	Montaje	D.Cond.Cruceta (m)	a Brazo Superior (m)	b Brazo Medio (m)	c Brazo Inferior (m)	d D.Vert.Brazos(m)	e Altura Tirante (m)	Peso (daN)	CRUCETAS ADOPTADAS
A-1	Estrellam.	Celosia recto	Doble cir.	1.8	1	1.25	1	1.8		110	
A-2	Fin Línea	Celosia recto	Doble cir.	1.8	1	1.25	1	1.8		110	

Tabla 22. Crucetas adoptadas



Imagen 13. Detalle base apoyo abonado

Apoyo	Tipo	Esf.Útil Punta (daN)	Alt.Res.conduc.(m)	Mom.Producido por el conduc. (daN.m)	Esf.Vie.Apoyos (daN)	Alt.Vie.Apoyos (m)	Mom.Producido Viento Apoyos (daN.m)	Momento Total Fuerzas externas(daN.m)
A-1	Estrellam.	7000	15.75	110250	972.2	7.13	6933.3	117183.3
A-2	Fin Línea	7000	11	77000	618.8	5.41	3350.4	80350.4

Apoyo	Tipo	Ancho cimen. A(m)	Alto Cimen. H(m)	MONOBLOQUE		ZAPATAS AISLADAS										
				Coefic. Comp.	Mom.Absorvido por la cimentac. (daN.m)	Volum.Horm. (m3)	Peso Horm. (daN)	Volum. Tierra (m3)	Dens. Tierra (Kg/m3)	Peso Tierra (daN)	Esf.Roz.Tierra (daN)	Esf. Montan.(daN)	Esf. Vert.(daN)	Coef. Seg.	Res.Cálc.Tierra (daN/cm2)	
A-1	Estrellam.	2.2	2.7	10	194089.7											
A-2	Fin Línea	1.73	2.65	10	133353.7											

Tablas 23.1-23.2. Cálculo de cimentaciones



Imagen 14. Detalle de seccionadores cerrados

Apoyo	Tipo	Denom.	Qa (daN)	Diam.Aisl.(mm)	Llf (mm)	Long.Aisl.(m)	Peso Aisl.(daN)
Nº442139	Alin. Am.	U70YB20P	7000	255	740	0.38	2.2
A-1	Estrellam.	U70YB20P	7000	255	740	0.38	2.2
Nº442140	Alin. Am.	U70YB20P	7000	255	740	0.38	2.2
A-2	Fin Línea	U70YB20P	7000	255	740	0.38	2.2

Apoyo	Tipo	N.Cad.	Denom.	N.Ais.	Nia (cm/KV)	Lca (m)	L.Alarg.(m)	Pca (daN)	Eca (daN)	Pv+Pca(daN)	Csmv	Toh.n cf (daN)	Csm h
Nº442139	Alin. Am.	6 C.Am	U70YB20P	1	1.7	0.56		2.2	6,78	52.93	132.24	860.8	8.13
A-1	Estrellam.	12 C.Am	U70YB20P	1	1.7	0.56		2.2	6,78	48.32	144.86	1063.2	6.58
Nº442140	Alin. Am.	6 C.Am	U70YB20P	1	1.7	0.56		2.2	6,78	80.54	86.92	1063.4	6.58
A-2	Fin Línea	6 C.Am	U70YB20P	1	1.7	0.56		2.2	6,78	20	249.95	851.55	8.22

Tablas 24.1-24.2. Cálculo de cadenas de aisladores.

Apoyo	Tipo	Esf.Vert. -20°C (daN)	Esf.Vert. -15°C (daN)	Esf.Vert. -5°C (daN)
A-1	Estrellam.			443.31
A-2	Fin Línea			-262.36

Tabla 25. Cálculo de esfuerzos verticales sin sobrecarga

5. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

5.1 CS

5.1.1 CALIDAD DE LOS MATERIALES

OBRA CIVIL

El edificio, local o recinto destinado a alojar en su interior la instalación eléctrica descrita, cumplirá las Condiciones Generales prescritas en las Instrucciones del ITC-RAT 14 del Real Decreto 337/2014, de 9 de Mayo, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de Seguridad en Instalaciones Eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias, referentes a su situación, inaccesibilidad, pasos y accesos, conducciones y almacenamiento de fluidos combustibles y de agua, alcantarillado y canalizaciones.

El Centro será construido enteramente con materiales no combustibles.

Los elementos delimitadores del Centro (muros exteriores, cubiertas, solera, puertas, etc.), así como los estructurales en él contenidos (columnas, vigas, etc.) tendrán una resistencia al fuego de acuerdo con el CTE y los materiales constructivos del revestimiento interior (paramentos, pavimento y techo) serán de clase MO de acuerdo con la norma UNE 23727.

Los muros del Centro deberán tener entre sus parámetros una resistencia mínima de 100000 ohmios al mes de su realización. La medición de esta resistencia se realizará aplicando una tensión de 500 V entre dos placas de 100 cm² cada una.

El Centro tendrá un aislamiento acústico de forma que no transmitan niveles sonoros superiores a los permitidos por las Ordenanzas Municipales.

Concretamente, no se superarán los 30 dBA durante el periodo nocturno (y los 55 dBA durante el periodo diurno).

Ninguna de las aberturas del Centro será tal que permita el paso de cuerpos sólidos de más de 12 mm de diámetro. Las aberturas próximas a partes en

tensión no permitirán el paso de cuerpos sólidos de más de 2,5 mm de diámetro, y además existirá una disposición laberíntica que impida tocar el objeto o parte en tensión.

CONDICIONES 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 seccionamiento 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 partes 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 pueden quedar abiertas mientras exista en el interior personal de servicio. Cuando estas puertas se abran sobre caminos públicos, deberán poder abatirse sobre el muro exterior de fachadas.

En las instalaciones en que se deba trabajar con 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 seccionamiento 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 seccionamiento subterráneos se utilizarán escaleras de peldaños normales con pasamanos, no obstante para el caso de centros de seccionamiento subterráneos con maniobra exterior se podrán utilizar escaleras verticales fijas. Todos los lugares de paso tales como salas, pasillos, escaleras, rampas, salidas, 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 pueden 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.

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 apartados 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 apartados pesados, permitan su desplazamiento para su revisión, reparación o sustitución.

CONDUCCIONES Y ALMACENAMIENTO DE AGUA

Las conducciones y depósitos de almacenamiento de agua se instalarán suficientemente alejados de los elementos en tensión y de tal forma que su rotura no pueda provocar averías en las instalaciones eléctricas. La distancia mínima se justificará en el proyecto. A estos efectos, se recomienda disponer las conducciones principales de agua en un plano inferior a las canalizaciones de energía eléctrica, especialmente cuando éstas se construyan a base de conductores desnudos.

Quedan exentas de cumplir estos requisitos las instalaciones necesarias para los sistemas de extinción de incendio de la propia instalación eléctrica.

Queda prohibida la instalación de conducciones de agua, calefacción, vapor, en el interior del recinto de los centros de seccionamiento de tercera categoría, aunque dichas tuberías estuvieran encerradas en cajoneras y falsos techos.

CONDUCCIONES Y ALMACENAMIENTO DE OTROS FLUIDOS

Las conducciones de fluidos combustibles, tóxicos, o corrosivos, cuyas posibles averías puedan originar escapes que, por sus características, puedan dar lugar a la formación de atmósferas con riesgo de incendio o explosión, tóxicas o corrosivas, cumplirán los Reglamentos específicos que les sean de aplicación, deberán estar alejadas de las canalizaciones eléctricas de alta tensión, prohibiéndose terminantemente la colocación de ambas en una misma atarjea o galería de servicio.

El almacenamiento de fluidos combustibles, tóxicos o corrosivos, se situará en recintos habilitados a tal efecto que deberán cumplir las disposiciones vigentes que puedan afectarles. Estos recintos estarán separados de los equipos eléctricos a los que se refiere este reglamento.

ALCANTARILLADO

La red general de alcantarillado cuya proyección interfiera con las instalaciones eléctricas deberá estar situada en un plano inferior al de las instalaciones

eléctricas subterráneas. Si por causas especiales fuera necesario disponer en un plano inferior alguna parte de la instalación eléctrica, se adoptarán las disposiciones adecuadas para proteger a ésta de las consecuencias de cualquier posible filtración.

APARAMENTA DE ALTA TENSIÓN

Las celdas empleadas serán prefabricadas, con envolvente metálica, y que utilicen gas para cumplir dos misiones:

- Aislamiento: El aislamiento integral en gas confiere a la aparamenta sus características de resistencia al medio ambiente, bien sea a la polución del aire, a la humedad, o incluso a la eventual sumersión del centro por efecto de riadas. Por ello, esta característica es esencial especialmente en las zonas con alta polución, en las zonas con clima agresivo (costas marítimas y zonas húmedas) y en las zonas más expuestas a riadas o entradas de agua en el centro.
- Corte: El corte en gas resulta más seguro que el aire, debido a lo explicado para el aislamiento.

Las celdas empleadas habrán de permitir la extensibilidad “in situ” del centro, de forma que sea posible añadir más líneas o cualquier otro tipo de función, sin necesidad de cambiar la aparamenta previamente existente en el centro.

Las celdas podrán incorporar protecciones del tipo autoalimentado, es decir, que no necesitan imperativamente alimentación externa. Igualmente, estas protecciones serán electrónicas, dotadas de curvas CEI normalizadas (bien sean normalmente inversas, muy inversas o extremadamente inversas), y entrada para disparo por termostato sin necesidad de alimentación auxiliar.

EQUIPOS DE MEDIDA

El equipo de medida estará compuesto de los transformadores de media ubicados en la celda de medida de AT y el equipo de contadores de energía activa y reactiva ubicado en el armario de contadores, así como de sus correspondientes elementos de conexión, instalación y precintado.

Las características eléctricas de los diferentes elementos están especificados en la memoria.

Los transformadores de medida deberán tener las dimensiones adecuadas de forma que se puedan instalar en la celda de AT, guardando las distancias correspondientes a su aislamiento. Por ello será preferible que sean suministrados por el propio fabricante de las celdas, ya instalados en la celda. En el caso de que los transformadores no sean suministrados por el fabricante de celdas se le deberá hacer la consulta sobre el modelo exacto de transformadores que se van a instalar a fin de tener la garantía de que las distancias de aislamiento, pletinas de interconexión, etc. serán correctas

Contadores: Los contadores de energía activa y reactiva estarán homologados por el organismo competente. Sus características eléctricas están especificadas en la memoria.

Cableado: La interconexión entre los secundarios de los transformadores de medida y el equipo o módulo de contadores se realizará con cables de cobre de tipo termoplástico (tipo EVV-0,6/1kV) sin solución de continuidad entre los transformadores y bloques de pruebas.

El bloque de pruebas a instalar en los equipos de medida de 3 hilos será de 7 polos, 4 polos para el circuito de intensidades y 3 polos para el circuito de tensión, mientras que en el equipo de medida de 4 hilos se instala un bloque de pruebas de 6 polos para el circuito de intensidades y otro bloque de pruebas de 4 polos para el de tensiones, según norma de la compañía NI 76.84.01.

Para cada transformador se instalará un cable bipolar que para los circuitos de tensión tendrá una sección mínima de 6mm², y 6mm² para los circuitos de intensidad.

En general, para todo lo referente al montaje del equipo de medida, precintabilidad, grado de protección, etc. se tendrá en cuenta lo indicado a tal efecto en la normativa de la Compañía Suministradora.

No se prevé la instalación de ningún equipo de medida de la potencia y la energía para facturación.

5.1.2 NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES

Todas las normas de construcción e instalación del centro se ajustarán, en todo caso, a los planos, mediciones y calidades que se expresan, así como a las directrices que la Dirección Facultativa estime oportunas.

Además del cumplimiento de lo expuesto, se cumplirá lo establecido en la norma de “ejecución de instalaciones para montaje de centros de seccionamiento de tipo interior” de Iberdrola y demás normativas que le pudieran afectar, emanadas por organismos oficiales y en particular las de Iberdrola.

El acopio de materiales se hará de forma que estos no sufrán alteraciones durante su depósito en la obra, debiendo retirar y reemplazar todos los que hubieran sufrido alguna descomposición o defecto durante su estancia, manipulación o colocación en la obra.

5.1.3 PRUEBAS REGLAMENTARIAS

La aparatada eléctrica que compone la instalación deberá ser sometida a los diferentes ensayos de tipo y de serie que contemplen las normas UNE o recomendaciones UNESA conforme a las cuales esté fabricada.

Asimismo, una vez ejecutada la instalación, se procederá, por parte de la entidad acreditada por los organismos públicos competentes al efecto, a la medición reglamentaria de los siguientes valores:

- Resistencia del sistema de puesta a tierra
- Tensiones de paso y de contacto

5.1.4 CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD

Previsiones generales

- Queda terminantemente prohibida la entrada en el local de esta estación a toda persona ajena al servicio y siempre que el encargado del mismo se ausente, deberá dejarlo cerrado con llave.

- Se pondrán en sitio visible del local, y a su entrada, placas de aviso de “Peligro de muerte”
- En el interior del local no habrá más objetos que los destinados al servicio del centro de seccionamiento, como banqueta, guantes, etc.
- No está permitido fumar ni encender cerillas ni cualquier otra clase de combustible en el interior del local del centro de seccionamiento y en caso de incendio no se empleará nunca agua.
- No se tocará ninguna parte de la instalación en tensión, aunque se esté aislado.
- Todas las maniobras se efectuarán colocándose convenientemente sobre la banqueta
- En sitio bien visible estarán colocadas las instrucciones relativas a los socorros que deben prestarse en los accidentes causados por electricidad, debiendo estar el personal instruido prácticamente a este respecto, para aplicarlas en caso necesario. También, y en sitio visible, debe figurar el presente Reglamento y esquema de todas las conexiones de la instalación, aprobado por la Conserjería de Industria, a la que se pasará aviso en el caso de introducir alguna modificación en este centro de seccionamiento, para su inspección y aprobación, en su caso.

Puesta en servicio

- Se conectará primero los seccionadores de alta y a continuación el interruptor de alta, dejando en vacío el transformador. Posteriormente, se conectará el interruptor general de baja, procediendo en último término a la maniobra de la red de baja tensión.
- Si al poner en servicio una línea se disparase el interruptor automático o hubiera fusión de cartuchos fusibles, antes de volver a conectar se reconocerá detenidamente la línea e instalaciones y, si se observase alguna irregularidad, se dará cuenta de modo inmediato a la empresa suministradora de energía.

Separación de servicio

- Se procederá en orden inverso al determinado en la puesta en servicio, o sea, desconectando la red de baja tensión y separando después el interruptor de alta y seccionadores.
- Si el interruptor fuera automático, sus relés deben regularse por disparo instantáneo con sobrecarga proporcional a la potencia del transformador, según la clase de la instalación.
- Si una vez puesto el centro fuera de servicio se desea realizar un mantenimiento de limpieza en el interior de la apartamentada y transformadores no bastará con haber realizado el seccionamiento que proporciona la puesta fuera de servicio del centro, sino que se procederá además a la puesta a tierra de todos aquellos elementos susceptibles de ponerlos a tierra.

Se garantiza de esta forma que en estas condiciones todos los elementos accesibles estén, además de seccionados, puestos a tierra. No quedarán afectadas las celdas de entrada del centro cuyo mantenimiento es responsabilidad exclusiva de la compañía suministradora de energía eléctrica.

Mantenimiento

- La limpieza se hará sobre banqueta, con trapos preferentemente secos, y el aislamiento que es necesario para garantizar la seguridad personal, sólo se consigue teniendo la banqueta en perfectas condiciones y sin apoyar en metales u otros materiales derivados a tierra.
- Se cumplirá la gama y planes de mantenimiento correctivo, preventivo y predictivo que la compañía eléctrica Iberdrola dispone para este tipo de instalaciones.

Previsiones especiales

- No se modificarán los fusibles y al cambiarlos se emplearán de las mismas características de resistencia y curva de fusión.
- Para transformadores con líquido refrigerante (aceite o silicona) no podrá sobrepasarse un incremento relativo de 60K sobre la temperatura

ambiente en dicho líquido. La máxima temperatura ambiente en funcionamiento normal está fijada, en 40 °C, no podrá superar la temperatura del refrigerante la temperatura absoluta de 100°C.

- Deben humedecerse con frecuencia las tomas de tierra. Se vigilará el buen estado de los aparatos, y cuando se observase alguna anomalía en el funcionamiento del centro de seccionamiento, se pondrá en conocimiento de la compañía suministradora, para corregirla de acuerdo con ella.

5.2 LSMT-LAMT

5.2.1 CÁLCULOS ELÉCTRICOS DE LA LÍNEA

- Línea Aérea

Densidad de corriente

La densidad máxima de corriente admisible en régimen permanente para corriente alterna y frecuencia de 50 Hz se deduce del apartado 4.2 de la ITC-LAT 07 del RLAT. De la tabla 11 del indicado apartado, e interpolando entre la sección inferior y superior al conductor en proyecto, se tiene que para conductores de aluminio la densidad de corriente será:

$$\sigma(Al) = 2,983 \text{ A/mm}^2$$

Teniendo presente la composición del cable, que es 6 + 1, el coeficiente de reducción (CR), a aplicar será de 0,937, con lo que la intensidad nominal del conductor será:

$$\sigma(Al - ac) = \sigma(Al) \cdot CR = 2,983 \cdot 0,937 = 2,795 \text{ A/mm}^2$$

Por tanto, la intensidad máxima admisible en amperios es:

$$I_{max} = \sigma(Al - ac) \cdot S = 2,795 \cdot 116,7 = 326,18 \text{ A}$$

REACTANCIA APARENTE

La reactancia kilométrica de la línea se calcula empleando la siguiente fórmula:

$$X = 2\pi f(0,5 + 4,605 \log(D/r)10E - 4 (\Omega /km))$$

siendo:

X: reactancia de la línea (Ω/km).

f: frecuencia de la red: 50 (Hz).

D: separación media geométrica entre conductores (mm).

r: radio del conductor (mm)

El valor de D se determina a partir de las distancias entre conductores d_1 , d_2 y d_3 que proporcionan las crucetas elegidas, representadas en los planos.

$$D = \sqrt[3]{d_1 * d_2 * d_3} \quad X=0,398 (\Omega/km)$$

CAÍDA DE TENSIÓN

La caída de tensión por resistencia y reactancia de la línea (despreciando la influencia de la capacidad) viene dada por la expresión:

$$U = \sqrt{3} I (R \cos\varphi + X \operatorname{sen}\varphi) L$$

Siendo:

ΔU : caída de tensión compuesta (V).

I: intensidad de la línea (A).

X: reactancia kilométrica por fase (Ω).

R: resistencia kilométrica por fase (Ω).

φ : ángulo de desfase.

L: longitud de la línea (km)

La caída de tensión en tanto por ciento de la tensión compuesta será:

$$\Delta U\% = (PL/10UE+02)(R+Xtg\varphi)$$

siendo:

P: potencia transportada (KW)

U: tensión compuesta de la línea (KV)

El valor de momento eléctrico en función de la tensión nominal y una caída de tensión del 5%, para $\text{Cos}\varphi = 0,9$ es:

Un (kV)	U %	Momento Eléctrico (KW.Km)
20	5	41681

Tabla 26. Valor momento eléctrico en función de la tensión nominal y caída de tensión

POTENCIA MÁXIMA A TRANSPORTAR POR LA LÍNEA

La potencia que puede transportar la línea está limitada por la intensidad máxima admisible y por la caída de tensión, que no debe exceder del 5%. La máxima potencia a transportar limitada por la intensidad máxima es:

$$P_{max} = \sqrt{3}VI_{m\acute{a}x}\text{Cos}\varphi$$

Como la intensidad máxima es 326,18 A, tendremos que para un factor de potencia del 0,90 la potencia máxima que puede transportar la línea, por circuito, será:

Un (kV)	Pmáx (kW)
20	10169

Tabla 27. Potencia máxima que puede transportar la línea por circuito

PÉRDIDA DE POTENCIA

Las pérdidas de potencia por efecto Joule en la línea vienen dadas por la expresión:

$$\Delta P = 3RI^2$$

siendo:

ΔP : pérdida de potencia (W).

R: resistencia kilométrica del conductor (/km).

L: longitud de la línea (km).

I: intensidad de la línea (A).

y teniendo en cuenta que la pérdida de potencia en tanto por ciento es:

$$\Delta P\% = (PLR/10U^2 \cos^2 \varphi)$$

P: potencia transportada (KW)

U: tensión compuesta de la línea (KV)

Sustituyendo los valores conocidos de R y U, se tiene para un $\cos \varphi = 0,90$:

Un (KV)	Pérdidas de potencia en %
20	0,00008855 x P x L

Tabla 28. Pérdida de potencia en % en función de la tensión

- Línea Subterránea

Intensidad Admisible

Las intensidades máximas admisibles en servicio permanente dependen en cada caso de la temperatura máxima que el aislante pueda soportar sin alteraciones en sus propiedades eléctricas, mecánicas o químicas.

Esta temperatura es en función del tipo de aislamiento y del régimen de carga.

Para cables sometidos a ciclos de carga, las intensidades máximas admisibles serán superiores a las correspondientes en servicio permanente.

Las temperaturas máximas admisibles de los conductores, en servicio permanente y en cortocircuito, para este tipo de aislamiento, se especifican en la tabla siguiente.

Cables aislados con aislamiento seco. Temperatura máxima, en °C, asignada al conductor

Tipo de aislamiento	Tipo de condiciones	
Etileno propileno de alto módulo (HEPR)	Servicio permanente	Cortocircuito $t \leq 5s$
	105	>250

Tabla 29. Temperatura máxima, en °C, asignada al conductor

Las condiciones del tipo de instalaciones y la disposición de los conductores, influyen en las intensidades máximas admisibles.

En nuestro caso al tratarse de cables bajo tubo, de sección 240 mm² y el tipo de aislamiento HEPR, el valor de la Intensidad máxima admisible será de 345 A.

$I_{\text{máx adm}} = 345 \text{ A}$ y los factores de corrección a aplicar serán:

- Por resistividad térmica distinta de 1,5 Km/W
 $F_{\text{resistividad}}=1$
- Por distancia entre ternos de cables unipolares bajo tubo
 $F_{\text{distancia}}=0,8$
- Por profundidad de la instalación distinta a 1 m.
 $F_{\text{profundidad}}=1$

Una vez aplicados estos factores tendremos una intensidad máxima igual a 276 A.

$$I_{\text{máx.}} = 345 \times 0,8 \times 1 = 276 \text{ A}$$

Potencia máxima a transportar por la línea y caída de tensión

Se tomarán las intensidades máximas admisibles dadas por el fabricante del cable. Las tablas de intensidades máximas admisibles estarán preparadas en función de las condiciones siguientes:

- Si los cables son unipolares irán dispuestos en haz.
- Entubados a una profundidad de 1 m en terrenos de resistencia térmica media. • Temperatura máxima en el conductor 105° C.
- Temperatura del terreno 25°C.

- Si no cumplen estas características se aplicarán los factores de corrección adecuados.
- El valor de la intensidad es el calculado en el apartado 9.1 una vez aplicados estos factores de corrección.

La intensidad se determinará por la fórmula:

$$I = (W/\sqrt{3}xU\cos\varphi)$$

El cálculo de la caída de tensión se realizará mediante la fórmula:

$$\Delta U = \sqrt{3} I L (R\cos(\varphi) + X \sen(\varphi))$$

En donde:

W = Potencia en kW

U = Tensión compuesta en KV = 20 KV

ΔU = Caída de tensión, en V

I = Intensidad en amperios = 276 A

L = Longitud de la línea en Km

R = Resistencia del conductor en Ω/km a la temperatura de servicio = 0,169 Ω/km

X = Reactancia a frecuencia 50 Hz en Ω/km = 0,105 Ω/km

$\cos\varphi$ = Factor de potencia = 0,9

Para el cálculo de la sección mínima necesaria por intensidad de cortocircuito será necesario conocer la potencia de cortocircuito Pcc existente en el punto de la red donde ha de alimentar el cable subterráneo para obtener a su vez la intensidad de cortocircuito que será igual a:

$$I_{cc} = (P_{cc}/U\sqrt{3}) = 10,10\text{kA}$$

Tomando un valor de Pcc = 350 MVA En el caso de la línea objeto del presente proyecto los resultados de los cálculos eléctricos son los siguientes:

- Potencia capaz de transportar en KW:

$$W = I \sqrt{3} U \cos(\varphi) = 8.604,83 \text{ kW}$$

- Caída de tensión en %

$$\Delta U(\%) = ((\sqrt{3}IL(R\cos\varphi+X\sen\varphi)/U)*100 = 0,0109\% < 5\%$$

No obstante, la nueva red de extensionamiento al integrarse en una línea existente, la caída de tensión total deberá ser inferior al 5% sobre la tensión de 20 KV.

- Intensidad máxima admisible de cortocircuito en los conductores para un incremento de temperatura de 160°C y una duración del cortocircuito de 1 segundo $I_{cc} = 21,36 \text{ KA}$.

Siendo este valor superior a la I_{cc} de $10,10 \text{ KA}$.

5.2.2 PROTECCIONES LÍNEA SUBTERRÁNEA

Protecciones contra sobreintensidades

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

Las salidas de línea deberán estar protegidas mediante interruptores automáticos, colocados en el inicio de las instalaciones que alimenten cables subterráneos. Las características de funcionamiento de dichos elementos corresponderán a las exigencias del conjunto de la instalación de la que el cable forme parte integrante, considerando las limitaciones propias de éste. En cuanto a la ubicación y agrupación de los elementos de protección de los transformadores, así como los sistemas de protección de las líneas, se aplicará lo establecido en la ITC RAT 09 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de seccionamiento.

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

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

Debido a la existencia de fenómenos de ferorresonancias por combinación de las intensidades capacitivas con las magnetizantes de transformadores durante

el seccionamiento unipolar de líneas sin carga, se utilizará el seccionamiento tripolar.

Protecciones contra cortocircuitos

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.

Protecciones contra sobretensiones

Los cables aislados deberán estar protegidos contra sobretensiones peligrosas, tanto de origen interno como de origen atmosférico, cuando la importancia de la instalación, el valor de las sobretensiones y su frecuencia de ocurrencia así lo aconsejen. Para ello, se utilizará, como regla general, pararrayos de óxido metálico, cuyas características estarán en función de las probables intensidades de corriente a tierra que puedan preverse en caso de sobretensión. Deberán cumplir también en lo referente a coordinación de aislamiento y puesta a tierra de auto válvulas, lo que establece en las instrucciones ITC RAT 12 y ITC RAT 13, respectivamente, del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Seccionamiento. En lo referente a protecciones contra sobretensiones será de consideración igualmente las especificaciones establecidas por las normas de obligado cumplimiento UNE-EN 60071-1, UNE-EN 60071-2 y UNE-EN 60099-5.

Sistema de puesta a tierra

Se conectarán a tierra las pantallas y armaduras de todas las fases en cada uno de los extremos. Esto garantiza que no existan grandes tensiones inducidas en las cubiertas metálicas.

5.2.3 CÁLCULO MECÁNICO DE LOS CONDUCTORES

El cálculo mecánico de los conductores se realiza teniendo en cuenta las condiciones siguientes:

- a) Que el coeficiente de seguridad a la rotura sea como mínimo igual a 3 en las condiciones atmosféricas que provoquen la máxima tensión de los conductores, además, el coeficiente de seguridad de los apoyos y cimentaciones en la hipótesis tercera sea el correspondiente a las hipótesis normales
- b) Que la tracción de trabajo de los conductores a 15 °C sin sobrecarga, no exceda del 15% de la carga de rotura EDS (tensión de cada día, Every Day Stress).
- c) Cumpliendo las condiciones anteriores se contempla una tercera, que consiste en ajustar los tenses máximos a valores inferiores y próximos a los esfuerzos nominales de apoyos normalizados

Al establecer la condición a) se puede prescindir de la consideración de la 4ª hipótesis en el cálculo de los apoyos de alineación y de ángulo, siempre que en ningún caso las líneas que se proyecten deberán tener apoyos de anclaje distanciados a más de 3 Km. (ITC-LAT 07 apartado 3.5.3).

Al establecer la condición b) se tiene en cuenta el tense límite dinámico del conductor bajo el punto de vista del fenómeno vibratorio eólico del mismo. EDS (tensión de cada día, Every Day Stress) (ITC-LAT 07 apartado 3.2.)

Atendiendo a las condiciones anteriores establecemos para la zona A una tracción mecánica del conductor 15° C, sin sobrecarga 514,95 daN, valor equivalente al 15% de la carga de rotura. A efectos de tracción máxima se establece el valor máximo de 1000 daN, con lo que se garantiza un coeficiente de seguridad de 3,433.

El valor del tense correspondiente al vano es de 900 daN.

El trazado de la línea se encuentra, de acuerdo con el apartado 3.1.3 de la ITC-LAT-07 del RD 223/2008, en Zona A (altitud inferior a 500 m.s.n.m.).

5.2.4 DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD.

- Línea Aérea

Distancia entre conductores.

De acuerdo con el apartado 5.4l de la ITC-LAT 07, la separación mínima entre conductores viene dada por la fórmula:

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

- 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 ITC-LAT 07. En este caso al ser el ángulo de oscilación de 71° 55' el valor de K es de 0,60.
- K' = Coeficiente que depende de la tensión nominal de la línea, en nuestro caso, K'=0,75.
- F = Flecha máxima en metros.
- 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.
- Dpp = Distancia mínima aérea especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase durante sobretensiones de frente lento o rápido. Según tabla 15 de ITC-LAT 07: Dpp= 0.25 m.

Distancia mínima entre conductores y partes puestas a tierra.

De acuerdo con el apartado 5.4.2 de la ITC- LAT 07, la separación mínima entre los conductores y sus accesorios en tensión y los apoyos no será inferior al Del en función de la tensión más elevada de la línea, con un mínimo de 0,2 m

$$\text{Del} = 0,22 \text{ m}$$

Distancia al terreno, caminos, sendas y a cursos de agua no navegables.

Según el Reglamento en la ITC-LAT 07, apartado 5.5, las alturas de los apoyos serán las necesarias para que los conductores con su máxima flecha vertical queden situados por encima de cualquier punto del terreno o superficie de agua no navegable, a una altura mínima de:

$$Dadd + Del = 5.3 + Del = 5.3 + 0.22 = 5.52 \text{ m}$$

Si bien en la ITC-LAT 07, se indica con un mínimo de 6 metros, en este proyecto establecemos un mínimo de 7 metros.

- Línea Subterránea: CRUZAMIENTOS, PARALELIMOS Y PROXIMIDADES

Condiciones para los cruzamientos de calles

Los tubos de la canalización deberán estar hormigonados en toda su longitud, siempre que sea posible, el cruce se hará perpendicular al eje del vial. La profundidad hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie no será inferior a 0,8 metros.

Condiciones para los cruzamientos de otros cables de energía eléctrica

Siempre que sea posible, se procurará que los cables de alta tensión discurren por debajo de los de baja tensión. La distancia mínima entre cables de energía eléctrica será de 0,25 m. Cuando no sea posible respetarse esta distancia, el cable que se tienda en último lugar se separará mediante tubos de resistencia a la compresión mínima de 450 N, y que los tubos soporten para el diámetro de 160mm², un impacto mínimo de 40 J. La distancia del punto de cruce a los empalmes será superior a 1 m.

Condiciones para los cruzamientos de cables de telecomunicación

Se entenderá como tales aquellos cables con elementos metálicos en su composición, bien por tener conductores en cobre y/o por llevar protecciones metálicas por lo que quedan fuera de este apartado aquellos cables de fibra óptica dieléctricos con características de resistencia al fuego.

La separación mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicación será de 0,20 m. En el caso de no poder respetar esta distancia, la canalización que se tienda en último lugar, se separará mediante tubos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia

mecánica, resistencia a la compresión mínima de 450 N, y que los tubos soporten para el diámetro de 160 mm², un impacto de energía mínimo de 40 J. La distancia mínima entre cables de energía eléctrica será de 0,25 m. Cuando no sea posible respetarse esta distancia, el cable que se tienda en último lugar se separará mediante tubos de resistencia a la compresión mínima de 450 N, y que los tubos soporten para el diámetro de 160mm², un impacto mínimo de 40 J. La distancia del punto de cruce a los empalmes será superior a 1 m.

Condiciones para los cruzamientos de canalizaciones de agua

Los cables se mantendrán a una distancia mínima de estas canalizaciones de 0,20 m. En el caso de no poder respetar esta distancia, la canalización que se tienda en último lugar, se separará mediante tubos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, resistencia a la compresión mínima de 450 N, y que los tubos soporten para el diámetro de 160 mm², un impacto de energía mínimo de 40 J. Se evitará el cruce por la vertical de las juntas de las canalizaciones de agua, o los empalmes de la canalización eléctrica, situando unas y otros a una distancia superior a 1 m del punto de cruce.

Condiciones para los cruzamientos de canalizaciones de gas

En los cruces de líneas subterráneas de A.T. con canalizaciones de gas deberán mantenerse las distancias mínimas que se establecen en la tabla A1. Cuando por causas justificadas no puedan mantenerse estas distancias, podrá reducirse mediante colocación de una protección suplementaria, hasta los mínimos establecidos en la tabla A1. Esta protección suplementaria a colocar entre servicios estará constituida por materiales preferentemente cerámicos (baldosas, rasillas, ladrillos, etc.).

En los casos en que no se pueda cumplir con la distancia mínima establecida con protección suplementaria y se considerase necesario reducir esta distancia, se pondrá en conocimiento de la empresa propietaria de la conducción de gas, para que indique las medidas a aplicar en cada caso.

	Presión de la instalación de gas	Distancia mínima sin protección suplementaria	Distancia mínima con protección suplementaria
Canalizaciones y acometidas	En alta presión >4 bar	0,40 m	0,25 m
	En media y baja presión ≤4 bar	0,40 m	0,25 m
Acometida interior*	En alta presión >4 bar	0,40 m	0,25 m
	En media y baja presión ≤4 bar	0,20 m	0,10 m

Tabla 30.1. Distancia mínima con y sin protección suplementaria para canalizaciones y acometidas

(*) Acometida interior: Es el conjunto de conducciones y accesorios comprendidos entre la llave general de acometida de la compañía suministradora (sin incluir ésta) y la válvula de seccionamiento existente en la estación de regulación y medida. Es la parte de acometida propiedad del cliente.

La protección suplementaria garantizará una mínima cobertura longitudinal de 0,45 m a ambos lados del cruce y 0,30 m de anchura centrada con la instalación que se pretende proteger

Se considera como protección suplementaria el tubo, y por lo tanto no serán de aplicación las coberturas mínimas indicadas anteriormente.

Condiciones para los cruzamientos de conducciones de alcantarillado

Se procurará pasar los cables por encima de las alcantarillas. No se admitirá incidir en su interior, aunque si se puede incidir en pared (por ejemplo, instalando tubos) siempre que se asegure que ésta no ha quedado debilitada. Si no es posible se pasará por debajo, disponiendo los cables separados mediante tubos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, resistencia a la compresión mínima de 450 N y que los tubos soporten para el diámetro de 160 mm², un impacto de energía mínimo de 40 J.

Proximidades y paralelismos con otros cables de energía.

Los cables de A.T. podrán instalarse paralelamente a otros de B.T. ó A.T., manteniendo entre ellos una distancia no inferior a 0,25m. En el caso de no poder respetar esta distancia, la canalización que se tienda en último lugar, se separará mediante tubos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, resistencia a la compresión mínima de 450 N, y que los tubos soporten para el diámetro de 160 mm², un impacto mínimo de 40 J.

Proximidades y paralelismos con canalizaciones de agua

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y las canalizaciones de agua será de 0,20m. La distancia entre los empalmes de los cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de agua será de 1 m. En el caso de no poder respetar esta distancia, la canalización que se tienda en último lugar, se separará mediante tubos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, resistencia a la compresión mínima de 450 N, y que los tubos soporten para el diámetro de 160 mm², un impacto mínimo de 40 J. Se procurará mantener una distancia mínima de 0,20 m en proyección horizontal y, también, que la canalización de agua quede por debajo del nivel del cable eléctrico. Por otro lado, las arterias importantes de agua se dispondrán alejadas de forma que se aseguren distancias superiores a 1 m respecto a los cables eléctricos de A.T.

Proximidades y paralelismos con canalizaciones de gas

Con canalizaciones de gas: En los paralelismos de líneas subterráneas de A.T. con canalizaciones de gas deberán mantenerse las distancias mínimas que se establecen en la tabla B1. Cuando por causas justificadas no puedan mantenerse estas distancias, podrán reducirse mediante la colocación de una protección suplementaria hasta las distancias mínimas establecidas en la tabla B1. Esta protección suplementaria a colocar entre servicios estará constituida por materiales preferentemente cerámicos (baldosas, rasillas, ladrillo, etc.).

	Presión de la instalación de gas	Distancia mínima sin protección suplementaria (d)	Distancia mínima con protección suplementaria (d')
Canalizaciones y acometidas	En alta presión >4 bar	0,40 m	0,25 m
	En media y baja presión ≤4 bar	0,25 m	0,15 m
Acometida interior*	En alta presión >4 bar	0,40 m	0,25 m
	En media y baja presión ≤4 bar	0,20 m	0,10 m

Tabla 30.2. Distancia mínima sin y con protección suplementaria canalizaciones y acometidas

(*) Acometida interior: Es el conjunto de conducciones y accesorios comprendidos entre la llave general de acometida de la compañía

suministradora (sin incluir ésta) y la válvula de seccionamiento existente en la estación de regulación y medida. Es la parte de acometida propiedad del cliente.

Se considera como protección suplementaria el tubo y por lo tanto serán aplicables las distancias d' de la tabla.

Proximidades y paralelismos con conducciones de alcantarillado

Se procurará pasar los cables por encima de las alcantarillas. No se admitirá incidir en su interior. Si no es posible se pasará por debajo, disponiendo los cables con una protección de adecuada resistencia mecánica.

5.2.5 CIMENTACIONES

Las cimentaciones se preparan a base de macizos prismáticos de hormigón de sección cuadrada. El método empleado para el cálculo de cimentaciones (método de Sulzberger), de acuerdo con las exigencias del vigente Reglamento, considera:

- Coeficiente de seguridad al vuelco de 1,5 en hipótesis normales.
- Ángulo de giro máximo tal que su tangente no supere el valor de 0,01.

Se establece que, para un valor máximo del ángulo de giro, definido por su tangente igual a 0,01, el momento estabilizador se compone de otros dos:

- Debido al empotramiento lateral del macizo en el terreno
- Originado por la reacción de éste, debido al peso de la cimentación, apoyo y cables.

Estos dos momentos son los sumandos de la expresión:

$$M_f = 139 \cdot C_2 \cdot a \cdot h^4 + a^3 \cdot [h + 0,020] \cdot 2420 \cdot \left[0,5 - \frac{2}{3} \cdot \sqrt{1,1 \cdot \frac{h}{a \cdot 10 \cdot C_2}} \right] \text{ kg m}$$

Siendo:

- M_f momento de fallo al vuelco, en kg m.
- a anchura del cimiento, en m.
- h profundidad del cimiento, en m.

➤ C2 coeficiente de compresibilidad del terreno, a la profundidad de 2 m., en kg/cm³. En el presente proyecto se fija el coeficiente C2 = 8 kg/cm³ por considerar el terreno como flojo

El reglamento exige un coeficiente de seguridad al vuelco de 1,5 en hipótesis normales. Por otra parte, con este método se determina el momento de vuelco con respecto al punto de giro del macizo. Puede suponerse que dicho momento es aproximadamente un 10 % mayor que el calculado con respecto al nivel del terreno. En estas condiciones se verifica que el momento máximo M_{max} admisible en un apoyo, producido por fuerzas externas, debe ser con respecto al momento de fallo al vuelco, M_f:

$$M_{max} = M_f / 1,65$$

Aplicando la metodología expuesta para los diferentes tipos de apoyos, obtenemos como resultados una cimentación suficiente en cada apoyo. En el plano N°5 del Documento 3: Planos, se reflejarán las dimensiones de las cimentaciones de cada uno de los apoyos utilizados.

5.2.6 PROTECCIONES AVIFAUNA

Se adoptarán las medidas necesarias para el cumplimiento del RD 1432/2008, de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas de alta tensión. Por lo que, en zonas protegidas, deberán cumplir las siguientes prescripciones:

- En los apoyos de alineación se construirán con aisladores suspendidos, evitándose en los apoyos de alineación la disposición de los mismos en posición rígida. En este proyecto se han eliminado todo el aislamiento rígido.
- En los apoyos con puentes, seccionadores, fusibles, amarre, ángulo, fin de línea se han diseñado de forma que se evite sobrepasar con elementos en tensión las crucetas o semi-crucetas no auxiliares de los apoyos.
- Para las crucetas o armados de tipo bóveda, la distancia entre la cabeza del fuste y el conductor central no será inferior a 0,88 m, o se aislará el conductor central 1 m a cada lado del punto de enganche. NO procede.

- En amarre la distancia entre el conductor y la cruceta debe ser mayor de 1m, para conseguir dicha distancia es necesaria la utilización de alargaderas. NO procede.
- Si se atraviesan zonas de paso de aves como cursos fluviales, zonas pantanosas, etc., se instalarán, cada 20 metros de conductor, dispositivos anticolidión. NO procede.

5.2.7 PUESTA A TIERRA DE LOS APOYOS

Datos de partida.

Los parámetros necesarios para el dimensionamiento de los sistemas de puesta a tierra son el valor de la corriente de falta (que depende principalmente del método de puesta a tierra del neutro de la red), la duración de la misma (que depende principalmente del método de puesta a tierra del neutro de la red) y las características del suelo.

Generalidades

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

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

Las líneas de tierra se realizarán con conductores de cobre desnudo de una sección mínima de 50 mm² o con conductores de aluminio aislado de 95 mm². Cuando se empleen conductores de aluminio, la unión entre conductores de aluminio y cobre deberá realizarse con los medios y materiales adecuados que podrán ser revisados por EDE para garantizar que se eviten fenómenos de corrosión.

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

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

En general, como conductores de tierra entre herrajes, crucetas y la propia toma de tierra, puede emplearse la estructura de los apoyos metálicos. En ningún caso podrá emplearse para la puesta a tierra de auto válvulas o pararrayos, que deberán disponer de un conductor independiente hasta el terminal de tierra del apoyo.

Intensidad de falta a tierra.

Las intensidades máximas de puesta a tierra e impedancias equivalentes para cada nivel de tensión y tipo de puesta a tierra de la subestación serán:



Tensión nominal de la red Un	Tipo de puesta a tierra	Reactancia equivalente XLTH [Ω]	Intensidad máxima de corriente de defecto a tierra [A]
13,2	Rigido	1,863	4500
13,2	Reactancia 4 Ω	4,5	1863
15	Rígido	2,1	4.500
15	Reactancia 4 Ω	4,5	2.117
20	Reactancia 5,2 Ω	5,7	2.228
20	Zig-Zag 500 A	25,4	500
20	Zig-Zag 1.000 A	12,7	1.000

Tabla 31. Intensidades máximas de puesta a tierra e impedancias equivalentes para cada nivel de tensión y tipo de puesta a tierra de la subestación

Para las intensidades máximas de la corriente de defecto a tierra indicadas anteriormente las protecciones instaladas actúan en tiempo inferior a 1 s.

La intensidad de defecto a tierra en el apoyo dependerá, entre otros parámetros, de:

- Impedancia de puesta a tierra de servicio de la ST y tolerancia de la impedancia de puesta a tierra de servicio de la ST
- Impedancia del trafo de la ST
- Tensión máxima del trafo de la ST
- Impedancia de la puesta a tierra de protección el apoyo

- Corriente que se deriva por las pantallas de los cables subterráneos o por los hilos de guarda de las líneas aéreas.

Según ITC-LAT-07, el valor de la corriente de falta a tierra de la línea (IF) es:

$$IF = 3I_0$$

Siendo:

I_0 Corriente homopolar durante la falta [A]

En redes con el neutro puesto a tierra a través de una impedancia la fórmula simplificada para el cálculo de la intensidad de defecto es:

$$[If] = (\sqrt{3}U)/(3Z_n + 2j(u_{cc} * U^2))/(3Z_n + 2j * (u_{cc} U^2)/(S_{nom}) + 3R_t)$$

siendo:

Un Tensión nominal de la red [V]

Z_n Impedancia de puesta a tierra del neutro [Ω]

U_{cc} Tensión de cortocircuito del trafo de la ST [p.u.]

S_{nom} Potencia nominal del trafo de la ST [VA]

R_t Resistencia de puesta a tierra global del elemento metálico en el que se produce el defecto. [Ω]

Cuando no se emplean cables de tierra que conectan en paralelo varios apoyos la resistencia global de puesta a tierra coincide con la de puesta a tierra del apoyo en defecto ($R_t = R_p$).

La intensidad de puesta a tierra (IE) es la parte de la intensidad de falta (IF) que provoca la elevación del potencial del apoyo.

$$I(E) = r * 3I_0 = r * I(F)$$

siendo:

r: Factor de reducción por efecto inductivo debido a los cables de tierra.

Esta corriente IE se reparte entre el propio apoyo de la falta (IT) y los apoyos colindantes a ambos lados de la línea (IA e IB).

$$IE = IT + IA + IB$$

En este caso en el que la línea no tiene cable de tierra, no interviene ni el factor de reducción ($r=1$) ni la resistencia de puesta a tierra de los apoyos vecinos, por lo que $IF = IT$

Se presenta un método de cálculo simplificado para la intensidad de puesta a tierra en el apoyo, que será el empleado en el presente proyecto, considerando que la corriente de puesta a tierra es igual a la corriente de defecto, es decir, despreciando la corriente que se deriva por las pantallas de los cables o los hilos de guarda (conforme al supuesto reglamentario anteriormente expuesto para líneas sin cable de tierra). Para el cálculo se empleará el equivalente Thevenin representado a continuación, correspondiente a un fallo monofásico para una red puesta a tierra mediante reactancia teniendo en cuenta la impedancia de PaT del apoyo. Se considera un factor de tensión $c=1,1$ según norma UNE-EN 60909-1.

$$I'_{1F} = \frac{1,1 \cdot U_n}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{X_{LTH}^2 + R_p^2}}$$

Siendo

I'_{1F} intensidad de puesta a tierra en el apoyo [A]

U_n tensión nominal red [V]

X_{LTH} reactancia equivalente [ohmios]

R_p resistencia PaT apoyo [Ω]

Duración de la falta

Las protecciones instaladas en caso de defecto a tierra en las líneas aéreas de tensión nominal igual o inferior a 20 kV, garantiza la actuación de las protecciones en un tiempo, t , inferior al determinado por la relación siguiente:

$$I'_{1F} \cdot t = 400$$

Donde:

I'_{1F} Intensidad de corriente de defecto a tierra en el apoyo [A]

t Tiempo de actuación de la protección [s]

Para las intensidades máximas de la corriente de defecto a tierra indicadas en la tabla 8 ($I'_{1F}=I_{1F}$), las protecciones instaladas actúan en un tiempo inferior a 1 s. Para cualquier otra intensidad de defecto a tierra el diseño de la puesta a

tierra en los apoyos no frecuentados se considera satisfactorio desde el punto de vista de la seguridad de las personas, ya que los valores de la resistencia de puesta a tierra máximos admisibles, indicados en la tabla 4, provocan una intensidad de defecto a tierra suficientemente alta para garantizar la actuación automática de las protecciones en caso de defecto a tierra.

Nótese que el tiempo de actuación variará en función de la intensidad de defecto a tierra y la curva de relé, pero en ningún caso superará los 10 s.

Características del suelo

Según ITC RAT 13 para instalaciones de tercera categoría y de intensidad de cortocircuito a tierra inferior o igual a 16 KA, la resistividad del terreno (ρ_s) se puede estimar mediante examen visual de la naturaleza del terreno. En este caso, y según la naturaleza del terreno, la resistividad del terreno se estima en 200 Ω/m .

El dimensionamiento de la red de Puesta a Tierra deberá estar de acuerdo con lo mostrado en el Apartado 7.3 de ITCLAT-07.

Dimensionamiento con respecto a la corrosión y la resistencia mecánica

Para el dimensionamiento con respecto a la corrosión y a la resistencia mecánica de los electrodos y de las líneas de tierra se seguirán los criterios indicados en el Apartado 3 de ITC-RAT-13.

Dimensionamiento con respecto a la resistencia térmica

Para el dimensionamiento de la resistencia térmica de los electrodos y de las líneas de tierra se seguirán los criterios indicados en el ITC-RAT-13. Aplicando la fórmula:

$$\frac{I_{F(\max)}}{S} = \frac{K}{\sqrt{t_F}}$$

Siendo:

I_F (máx.) corriente de cortocircuito a tierra máxima prevista [A] 500

S sección del conductor [mm²]

K coeficiente que depende de la naturaleza del conductor y de las temperaturas al inicio y final del cortocircuito [$A \cdot s^{1/2} \cdot mm^{-2}$]

tF duración del cortocircuito [s] 5

Según ITC RAT 13, el valor de K para una temperatura final de los electrodos y líneas de puesta a tierra de 200 °C es de 160 para el cobre. Puede admitirse un aumento de esta temperatura hasta 300 °C si no supone un riesgo de incendio, lo cual es admisible para la mayoría de las instalaciones de tierra de las líneas, pasando el valor de K a 192.

La duración máxima admisible del cortocircuito será, en todo caso, inferior a 5 s. Se obtiene una sección mínima del conductor para satisfacer el criterio de la resistencia térmica de 5,82 mm².

Dimensionamiento con respecto a la seguridad de las personas

Cuando se produce una falta a tierra, partes de la instalación se pueden poner en tensión, y en el caso de que una persona o animal estuviese tocándolas, podría circular a través de él una corriente peligrosa.

Los valores admisibles de la tensión de contacto aplicada (U_{ca}) a la que puede estar sometido el cuerpo humano entre la mano y los pies, en función de la duración de corriente de falta, se presentan en la siguiente tabla.

Duración de la corriente de falta t_F [s]	Tensión de contacto aplicada admisible U_{ca} [V]
0.05	7.35
0.10	633
0.20	528
0.30	420
0.40	310
0.50	204
1.00	107
2.00	90
5.00	81
10.00	80
>10.00	50

Tabla 32. Valores admisibles de la tensión de contacto aplicada (U_{ca}) a la que puede estar sometido el cuerpo humano entre la mano y los pies, en función de la duración de corriente de falta

Salvo casos excepcionales justificados, no se considerarán tiempos de duración de la corriente de falta inferiores a 0,1 segundos.

Para las tensiones de paso no es necesario definir valores admisibles, ya que los valores admisibles de las tensiones de paso aplicadas son mayores que los valores admisibles en las tensiones de contacto aplicadas. Por tanto, si un sistema de puesta a tierra satisface los requisitos numéricos establecidos para tensiones de contacto aplicadas, se puede suponer que, en la mayoría de los casos, no aparecerán tensiones de paso aplicadas peligrosas.

Cuando las tensiones de contacto sean superiores a los valores máximos admisibles, se recurrirá al empleo de medidas adicionales de seguridad a fin de reducir el riesgo de las personas y de los bienes, en cuyo caso será necesario cumplir los valores máximos admisibles de las tensiones de paso aplicadas, debiéndose tomar como referencia lo establecido en ITC-RAT-13.

Tensión máxima de contacto admisible para la instalación

De acuerdo a lo expuesto en el apartado 7.3.4 de ITC-LAT-07, una vez definido el valor de la tensión de contacto aplicada admisible (U_{ca}), se procede a determinar la máxima tensión de contacto admisible (U_c) mediante la expresión siguiente:

$$U_c = U_{ca} \left[1 + \frac{R_{a1} + R_{a2}}{2Z_B} \right]$$

Donde:

U_{ca} Tensión de contacto aplicada admisible, la tensión a la que puede estar sometido el cuerpo humano entre una mano y los pies, valor mostrado en la Tabla 18 del ITC-LAT-07 en función de la duración de la falta [V]

Z_B Impedancia del cuerpo humano [Ω] 1.000

R_{a1} Resistencia del calzado, suponiendo un calzado aislante [Ω] 2.000

R_{a2} Resistencia a tierra del punto de contacto con el terreno [Ω] 600

$R_{a2} = 3 \cdot \rho_s$ siendo ρ_s la resistividad del suelo cerca de la superficie

Tensión máxima de paso admisible para la instalación.

Se establece la máxima tensión de paso admisible en la instalación (U_p) mediante la siguiente expresión:

$$U_p = U_{pa} \left[1 + \frac{2R_{a1} + 2R_{a2}}{Z_B} \right]$$

Donde:

U_p la máxima tensión de paso admisible en la instalación en V.

Upa Tensión de paso aplicada admisible, la tensión a la que puede estar sometido el cuerpo humano entre los dos pies.

$$U_{pa} = 10 \cdot \frac{K}{t^n}$$

K = 72 y n = 1 para tiempos inferiores a 0,9 segundos.

K = 78,5 y n = 0,18 para tiempos superiores a 0,9 segundos e inferiores a 3 segundos.

t = duración de la falta en segundos.

ZB Impedancia del cuerpo humano [Ω] 1.000

Ra1 Resistencia del calzado, suponiendo un calzado aislante [Ω] 2.000

Ra2 Resistencia a tierra del punto de contacto con el terreno [Ω] 600

Ra2=3 \cdot ps siendo ps la resistividad del suelo cerca de la superficie

En el caso de que una persona pudiera estar pisando zonas de diferentes resistividades con cada pie (por ejemplo, apoyo con acera perimetral) la tensión de paso de acceso máxima admisible (Up(acceso)) tiene como valor:

$$U_{p(acceso)} = U_{pa} \cdot \left[1 + \frac{2R_{a1} + 3\rho_s + 3\rho_h}{Z_B} \right]$$

Donde:

ph Resistividad de la capa superficial [Ω .m]

Por ejemplo, ph de acera perimetral de hormigón es 3.000 Ω .m.

Dimensionamiento para la protección contra los efectos del rayo.

Desde el punto de vista del criterio de coordinación de aislamiento, deberá tenerse en cuenta que, en el caso de descargas atmosféricas, la magnitud a considerar es la impedancia de onda del electrodo de tierra, que también depende de su forma, dimensiones y resistividad del suelo. El valor de esta impedancia es prácticamente igual al valor de la resistencia, si la longitud del electrodo no supera una longitud crítica Lc. El valor de la longitud crítica

depende del valor de la resistividad y de la frecuencia de onda representativa de la descarga (1 MHz), y viene expresada por la fórmula:

$$L_c = \sqrt{\frac{\rho}{f}} \quad (m) = \sqrt{\frac{(\Omega \cdot m)}{(MHz)}}$$

Para electrodos de longitud mayor que la crítica, la impedancia de onda será mayor que la resistencia de tierra. Por lo tanto, es preferible disponer de un sistema de tierra compuesto por múltiples electrodos que por uno solo de gran longitud.

La resistencia de puesta a tierra debe ser suficientemente pequeña para garantizar la actuación de las protecciones de sobreintensidad en caso de un defecto franco a tierra en una línea, y para evitar en la medida de lo posible cebados inversos en caso de caídas de rayos.

Valor de la resistencia de puesta a tierra de los apoyos

El valor de la resistencia de puesta a tierra debe:

– Para apoyos frecuentados o no frecuentados de material no aislante.

Asegurar el correcto funcionamiento de las protecciones en caso de defecto a tierra en función del sistema de puesta a tierra del neutro.

– Para apoyos frecuentados de material no aislante. Garantizar un dimensionamiento apropiado con respecto a la seguridad de las personas y a la protección contra los efectos del rayo según los Apartados 7.3.4 y 7.3.5 de ITC-LAT-07.

Diseño básico

En la tabla siguiente se clasifican los apoyos nuevos según su ubicación conforme a lo indicado en el Apartado 7.3.4.2 de ITC-LAT-07.

	Apoyo no frecuentado	Apoyo frecuentado con calzado y/o apoyos de maniobra
Número Apoyo	A-1	A-2

Tabla 33. Clasificación de los apoyos nuevos según su ubicación

En función del tipo de apoyo, a continuación, se describe el diseño básico propuesto.

Apoyos no frecuentados

El diseño básico es:

- Línea de tierra. Cable de cobre desnudo de 50 mm²
- Electrodo de difusión vertical a 0,5 m de profundidad. Una pica PL14-1500 con alma de acero y recubrimiento de cobre de 1,5 m de longitud y 14 mm de diámetro.

Apoyos frecuentados con calzado y apoyos de maniobra

El diseño básico es:

- Línea de tierra. Cable de cobre desnudo de 50 mm²
- Electrodo de difusión vertical a 0,5 m de profundidad. Anillo cuadrado con cable de cobre desnudo de 50 mm² a una distancia horizontal mínima de 1 m de la cimentación del apoyo y en cada vértice del anillo una pica PL14-1500 con alma de acero y recubrimiento de cobre de 1,5 m de longitud y 14 mm de diámetro.

Verificación del diseño de puesta a tierra.

Una vez realizado el diseño básico del sistema de puesta a tierra con el que se satisfacen los requisitos de la ITC-LAT-07, se debe verificar que este diseño satisface los requisitos de seguridad para personas. Para ello se seguirá el diagrama de flujo de ITC-LAT-07

• APOYOS NO FRECUENTADOS

Para el caso de apoyos no frecuentados el valor máximo de la resistencia de puesta a tierra, en función de la tensión nominal de la red, será la indicada en la tabla siguiente:

Tensión nominal de la red U_n [kV]	Máximo valor de la resistencia de puesta a tierra [Ω]
13,2	150
15	175
20	230

Tabla 34. Para apoyos no frecuentados valor máximo de la resistencia de puesta a tierra, en función de la tensión nominal de la red

El valor de la resistencia de puesta a tierra correspondiente a la configuración de un electrodo formado por una pica se puede obtener multiplicando el coeficiente K_r por el valor de la resistividad del terreno en $\Omega \cdot m$.

$$R_p = K_r \cdot \rho_s$$

Donde,

ρ_s Resistividad del suelo cerca de la superficie [$\Omega \cdot m$] 200 K_r Coeficiente de resistencia de puesta a tierra [$\Omega / \Omega m$] 0,604

Se obtiene una resistencia del electrodo de 120.80 Ω , por lo que se verifica la condición anteriormente indicada. La reactancia equivalente X_{LTH} [Ω] para una tensión nominal de red de 20 KV y el tipo de puesta a tierra en la subestación de Zig-Zag es de 25,4 Ω con una intensidad máxima de corriente de defecto a tierra de 500 A. Aplicando la fórmula siguiente:

$$I'_{1F} = \frac{1,1 \cdot U_n}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{X_{LTH}^2 + R_p^2}}$$

La intensidad de puesta a tierra del apoyo más cercano a la falta es de 102,896 A.

La protección automática, instalada para el caso de faltas a tierra, para la intensidad máxima de defecto ($I_1 F = I_{1F} = 500 \text{ A}$; caso más desfavorable), actúa en un tiempo:

$$I_{1F} \cdot t = 400 \rightarrow t = 0,8 \text{ s} < 1 \text{ s}$$

Para un valor de la intensidad de defecto de 102,896 A, el tiempo de actuación de la protección será:

$$I_{1F} \cdot t = 400 \rightarrow t = 3,88 \text{ s} < 10 \text{ s}$$

Se verifica por tanto que:

- El tiempo de actuación de las protecciones para la intensidad máxima de defecto a tierra es inferior a 1 s.
- El electrodo utilizado es válido ya que dicho valor de resistencia de puesta a tierra es lo suficientemente bajo para garantizar la actuación de las protecciones en caso de defecto a tierra.

Al estar provista la línea de desconexión automática inmediata (tiempo inferior a 1 s) para su protección, se considera despreciable la probabilidad de acceso y la coincidencia de un fallo simultáneo por lo que no es obligatorio garantizar a un metro de distancia del apoyo valores de tensión de contacto inferiores a los valores admisibles indicados en ITC-LAT-07.

• APOYOS FRECUENTADOS CON CALZADO Y APOYOS DE MANIOBRA

Para la justificación de la configuración de las puestas a tierra seleccionadas en apoyos frecuentados con calzado, se empleará la correspondiente al A-2. La configuración del electrodo para el citado apoyo es CPT-LA-36/05.

- Dimensiones del electrodo: 3,6 x 3,6 m
- Profundidad del enterramiento: 0,5 m
- Coeficientes

Kr [$\Omega/\Omega.m$]	Kc [$V/(\Omega.m).A$]	Kp1 [$V/(\Omega.m).A$]	Kp2 [$V/(\Omega.m).A$]
0,113	0,035	0,023	0,065

Tabla 35. Coeficientes

El diseño básico de puesta a tierra se considerará correcto cuando la elevación del potencial de tierra sea menor que dos veces el valor admisible de la tensión de contacto. O lo que es equivalente, siempre y cuando los tiempos de actuación de las protecciones de la red de distribución sean inferiores a los indicados en la Figura 1 de la ITC LAT 07 no siendo admisibles tiempos inferiores a 0,1 s (valor límite especificado en el Apartado 1.1 de itc-RAT-13) El aumento del potencial de tierra (UE) se calcula

$$UE = I'F * RP$$

Siendo

$I'F$ corriente de tierra del apoyo más cercano a la falta [A]

R_p resistencia de tierra del apoyo más cercano a la falta [Ω]

La resistencia de puesta a tierra del apoyo se puede estimar en función de:

- el factor K_r
- la resistividad del terreno

$$RP = K_r * \rho_s$$

siendo

K_r coeficiente resistencia [$\Omega/\Omega.m$] 0,113

ρ_s resistividad del terreno [Ω/km] 200

con lo que se obtiene que R_p es 21 Ω .

La intensidad de puesta a tierra en el apoyo más cercano a la falta es 373,59 A con lo que se obtiene que $UE = 8.443,13V$.

La tensión de contacto en la instalación ($U'c$) para la configuración de PaT elegida se calcula mediante la expresión:

$$U'c = K_c * \rho_s * I'F$$

Siendo

K_c coeficiente tensión contacto [$V/(\Omega.m). A$] 0,035

ρ_s resistividad del terreno [$\Omega.m$] 200

$I'F$ intensidad de puesta a tierra en el apoyo [A] 373,59A

Se obtiene una tensión de contacto en la instalación ($U'c$) de 2.540,41V.

El tiempo de duración de falta en función de la intensidad de falta en la instalación es 1,07 s. Según Tabla 18 de ITC LAT-07, para un tiempo de 2 s

(valor inmediatamente superior), la tensión de contacto máxima admisible es de 90 V (U_{ca}).

Sustituyendo este valor en la fórmula correspondiente se obtiene que $U_{cs} = 207$ V.

Se comprueba que $8.443,13 \text{ V} > 2 \times 207$ ($U_{cs} < 2 \cdot U_{ca}$), por lo que no se cumple la condición anteriormente indicada.

Considerando la U_{cs} calculada y despejando, se obtiene una tensión de contacto máxima admisible (U_{ca}) de 1.137,01 V. Para este valor de tensión de contacto admisible según Tabla 18 de ITC-LAT-07 se obtiene tiempos inferiores a 0,05 s, no admitidos por ITC-RAT-13.

Se concluye por tanto que el diseño básico propuesto no es válido siendo necesario recurrir al empleo de medidas adicionales.

De entre las medidas adicionales propuesta en el apartado 7.3.4.4 de ITC-LAT 07, se elige la de construir un antiescalo de obra civil con altura mínima de 2,5 metros.

Con esta medida adicional se consigue evitar el riesgo por tensión de contacto debiendo verificarse que los valores de la tensión de paso de la instalación son menores que la tensión de paso admisible que se define en ITC RAT 13 ($U'p < U_{pa}$) o lo que es equivalente, siempre y cuando los tiempos de actuación de las protecciones de la red de distribución sean inferiores a los indicados en la Figura 1 de la ITC LAT 07 no siendo admisibles tiempos inferiores a 0,1 s (valor límite especificado en el Apartado 1.1 de ITC-RAT-13).

La tensión de paso en la instalación ($U'p$) se determina en función de:

- el factor K_p
- la resistividad del terreno
- la corriente de falta a tierra de la línea

$$U'p = K_p \cdot \rho_s \cdot I'1F$$

siendo:

K_p coeficiente [$V/(\Omega \cdot m)$]. A]

ρ_s resistividad del terreno [$\Omega \cdot m$] 200

$I'1F$ intensidad de puesta a tierra en el apoyo [A] 373,59A

Apoyo frecuentado con calzado, con los dos pies en el terreno:

$$U'p1 = K_p \cdot \rho_s \cdot I'1F = 0,023 \cdot 200 \cdot 373,59 = 1.569,078 \text{ V}$$

Apoyo frecuentado con calzado, con un pie en la acera y el otro en el terreno:

$$U'_{p2} = K P_2 \cdot \rho_s \cdot I'' \cdot 1F = 0,065 \cdot 200 \cdot 373,59 = 4.483,08 \text{ V}$$

Determinación de la duración de la corriente de falta (tiempo de actuación de las protecciones) que garantiza el cumplimiento de la tensión de paso, es función de la tensión máxima de paso aplicada, según indica la ITC-RAT 13 del RCE.

$$V_p = 10 \cdot \frac{K}{t^n} (1 + 6 \rho_s / 1000) \rightarrow \text{ITC-RAT 13}$$

Por lo que tendríamos:

- Apoyo frecuentado con calzado, con los dos pies en el terreno:

$$U'_{pa1} = \frac{U'_{p1}}{1 + \frac{2R_{a1} + 6\rho_s}{Z_B}}$$

$$U'_{pa1} = \frac{1.718,52}{1 + \frac{2 \cdot 2000 + 6 \cdot 200}{1000}} = 253,07 \text{ V}$$

- Apoyo frecuentado con calzado, con un pie en la acera y el otro en el terreno:

$$U'_{pa2} = \frac{U'_{p2}}{1 + \frac{2R_{a1} + 3\rho_s + 3\rho_h}{Z_B}}$$

$$U'_{pa2} = \frac{4.856,67}{1 + \frac{2 \cdot 2000 + 3 \cdot 200 + 3 \cdot 3000}{1000}} = 307,06 \text{ V}$$

El tiempo de actuación de la protección es:

$$t = \frac{400}{373,59} = 1,07 \text{ s}$$

Según el RCE, el valor de la tensión de paso aplicada admisible no será superior a:

$$U_{pa.adm} = 10 \cdot \frac{K}{t^n}$$

$K = 78,5$ y $n = 0,18$ para tiempos superiores a 0,9 segundos e inferiores a 3 segundos

$$U_{pa.adm} = 10 \cdot \frac{78,5}{1,07^{0,18}} = 775,50V$$

A continuación, se comprueba:

$$U'_{pa1} = 253,077 < 775,50V$$

$$U'_{pa2} = 307,060 < 775,50V$$

El electrodo considerado cumple con el requisito reglamentario.



6. MEDICIONES Y PRESUPUESTO



6.1. CUADRO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

6.1.1. CENTRO DE SECCIONAMIENTO

TIPOLOGÍA RCDs	ESTIMACIÓN (m ³)	Precio (€/m ³)	IMPORTE (€)
A1 RCDs Nivel I			
Tierras y pétreos de la excavación	6,30	4,00	25,20
A2 RCDs Nivel II			
RCDs Naturaleza Pétreo	0,77	10,00	7,70
RCDs Naturaleza no Pétreo	0,00	10,00	0,00
RCDs Potencialmente peligrosos	0,00	0,00	0,00
Total			32,90

Tabla 36. Tipología RCDs para CS

6.1.2 LSMT Y LAMT

TIPOLOGÍA RCDs	ESTIMACIÓN (m ³)	Precio (€/m ³)	IMPORTE (€)
A1 RCDs Nivel I			
Tierras y pétreos de la excavación	29,51	4,00	118,03
A2 RCDs Nivel II			
RCDs Naturaleza Pétreo	0,00	10,00	0,00

RCDs Naturaleza no Pétreo	0,05	10,00	0,46
RCDs Potencialmente peligrosos	0,00	0,00	0,00
Presupuesto de Obra por costes de gestión, alquileres, etc.		24,84	
Total		143,34	

Tabla 37. Tipología RCDs para LAMT y LSMT

6.2 MEDICIONES Y PRESUPUESTOS



MEDICIONES Y PRESUPUESTO

NUEVO PRESUPUESTO

Código	Descripción	Uds	Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Cantidad	Precio	Importe
--------	-------------	-----	----------	---------	--------	-----------	----------	--------	---------

MUTXAMEL

CAPÍTULO 1 ACTUACIÓN INTERNA EN PSFV (HASTA CS)

01.01.01 ML TENDIDO LÍNEA TRIFAS. 1x150 Cable Aluminio Heprz1 Al 12/20kv(INTERIOR PSF)

Tendido de línea trifásica de media tensión formada por 3 cables, tipo 1x150 Cable Aluminio Heprz1 Al 12/20kv, instalada en zanja directamente enterrada.

NOTA: Esta partida no valora ningún tipo de obra civil.

NOTA: No incluye suministro.

NOTA: No nos hacemos responsables del estado en el que se encuentre el material aportado por el cliente.

32,00 4,56 145,92

01.01.02 UD SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CENTRO DE SECCIONAMIENTO

Suministro y confección de juego de terminales interiores botella recta interior 95/240 24kv, incluso parte proporcional de personal autorizado para realización de conexionado.

1,00 6.320,67 6.320,67

01.01.03 UD ENSAYO DESCARGAS PARCIALES SEGÚN MT

Ensayos según MT 2.33.15 (09-10) en línea de MT, incluyendo:

- Verificación de continuidad y orden de fases.
- Medida de la continuidad y Resistencia óhmica de pantalla.
- Ensayo de rigidez dieléctrica de la cubierta.
- Ensayo de tensión en corriente alterna.
- Ensayo de descargas parciales.
- Ensayo de capacidad

1,00 104,00 104,00

01.01.04 * UD CERTIFICADO MEDIANTE OCA

Partida unitaria, a definir el total de unidades requeridas a la firma del contrato.

Incluye:

- Certificado mediante OCA, 1 unidad por proyecto.

1,00 176,80 176,80

TOTAL CAPÍTULO 1 6.747,39

MEDICIONES Y PRESUPUESTO

NUEVO PRESUPUESTO

Código	Descripción	Uds	Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Cantidad	Precio	Importe
CAPÍTULO 2 ACTUACIÓN EXTERNA A PSFV (DESDE CS HASTA I-DE)									
01.02.01	JU SUMINISTRO Y CONFECCIÓN CONEXION LSMT 240 MM2 EN CS								
	Suministro y confección de juego de terminales enchufables en T simétrico cable HEPRZ1 240 20KV, incluso parte proporcional de personal autorizado para realización de conexionado.						4,00	418,43	1.673,72
01.02.02	ML TENDIDO LINEA TRIFAS. HEPRZ1 12/20 KV 240 MM2 AL								
	Tendido de línea trifásica de media tensión formada por 3 cables tipo HEPRZ1 12/20 kV de 240 mm2 de Aluminio, instalada en zanja. No incluye la canalización.								
							85,00	4,56	387,60
01.02.03	UD ENSAYO DESCARGAS PARCIALES SEGÚN MT								
	Ensayos según MT 2.33.15 (09-10) en línea de MT, incluyendo: - Verificación de continuidad y orden de fases. - Medida de la continuidad y Resistencia óhmica de pantalla. - Ensayo de rigidez dieléctrica de la cubierta. - Ensayo de tensión en corriente alterna. - Ensayo de descargas parciales. - Ensayo de capacidad								
							3,00	104,00	312,00
01.02.04	UD APOYO (A-2) DOBLE ENTRONQUE A/S C-7000-14								
	Suministro e instalación de APOYO C-7000-14: Apoyo metálico de celosía de 14 metros y 7000 daN de esfuerzo nominal, incluida cimentación y puesta a tierra en anillo (tipo apoyo frecuentado, incluyendo vertido de hormigón para conformar acera perimetral). Incluye doble paso aéreo subterráneo, con 6 botellas terminales, 6 seccionadores, 6 pararrayos, 6 cadenas de amarre con aislador protegido para avifauna, crucetas y herrajes. Totalmente instalado, conexionado y comprobado. Incluye suministro y colocación de placas de aviso peligro y numeración. Incluye suministro y vertido de hormigón. incluso recrecido para evacuación de aguas en interior de apoyo. NOTA: Suponemos total acceso hasta el lugar de ubicación para maquinaria específica en este tipo de instalación. NOTA: Si aparece material rocoso en la excavación, necesitará una nueva valoración.								
							1,00	18.237,29	18.237,29
01.02.05	UD CHAPA ANTIESCALO								
	Suministro e instalación de chapa antiescalo universal para apoyo transitado monobloque, totalmente instalado.								
							1,00	445,12	445,12
01.02.06	ML 1 CIRCUITO TRIF.LA-100								
	Suministro, tendido, tensado y retencionado de línea aerea de media tensión formada por un circuito trifásico con cable de aluminio-acero tipo LA-100. Nota: La conexión en el apoyo de compañía, se realizará por la misma.								
							500,00	1,91	955,00

MEDICIONES Y PRESUPUESTO

NUEVO PRESUPUESTO

Código	Descripción	Uds	Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Cantidad	Precio	Importe
01.02.07	UD MEDICIONES DE TENSIONES DE PASO Y CONTACTO Realización y comprobación de las mediciones de tensión de paso y contacto para apoyos de media tensión.								
							1,00	104,00	104,00
01.02.08	UD MEDICIONES DE TENSIONES DE PASO Y CONTACTO (CENTROS MT) Realización y comprobación de las mediciones de tensión de paso y contacto para centros no suministrados.								
							3,00	104,00	312,00
01.02.09	* UD CERTIFICADO MEDIANTE OCA Partida unitaria, a definir el total de unidades requeridas a la firma del contrato. Incluye: -Certificado mediante OCA, 1 unidad por proyecto.								
							1,00	176,80	176,80
TOTAL CAPÍTULO 2									22.603,53

CAPÍTULO 3 GESTIÓN DE RESIDUOS

GESTIÓN DE RESIDUOS
Gestión de residuos.

							1,00	176,24	176,24
TOTAL CAPÍTULO 3.....									176,24
1% GESTIÓN DE RESIDUOS									176,24
2% SEGURIDAD Y SALUD.....									587
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL (PEM).....									30.114,16
13.00% Gastos generales.....									3.914,84
6.00% Beneficio industrial.....									1.806,85
Suma.....									5.721,69
PRESUPUESTO BASE SIN IVA									35.835,85
2 1% IVA.....									7.525,53
PRESUPUESTO EJECUCIÓN POR CONTRATA									43.361,38

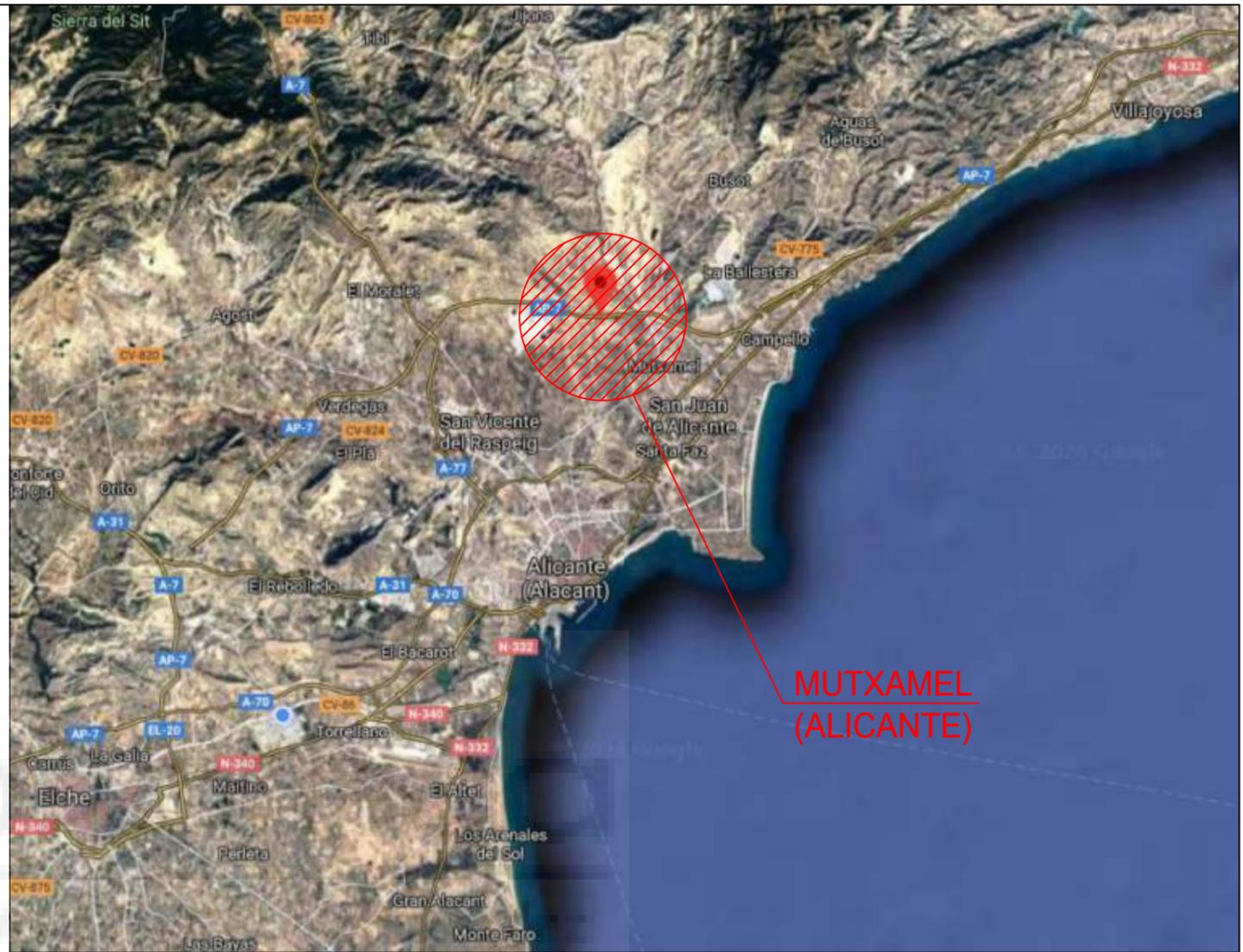
7. PLANOS



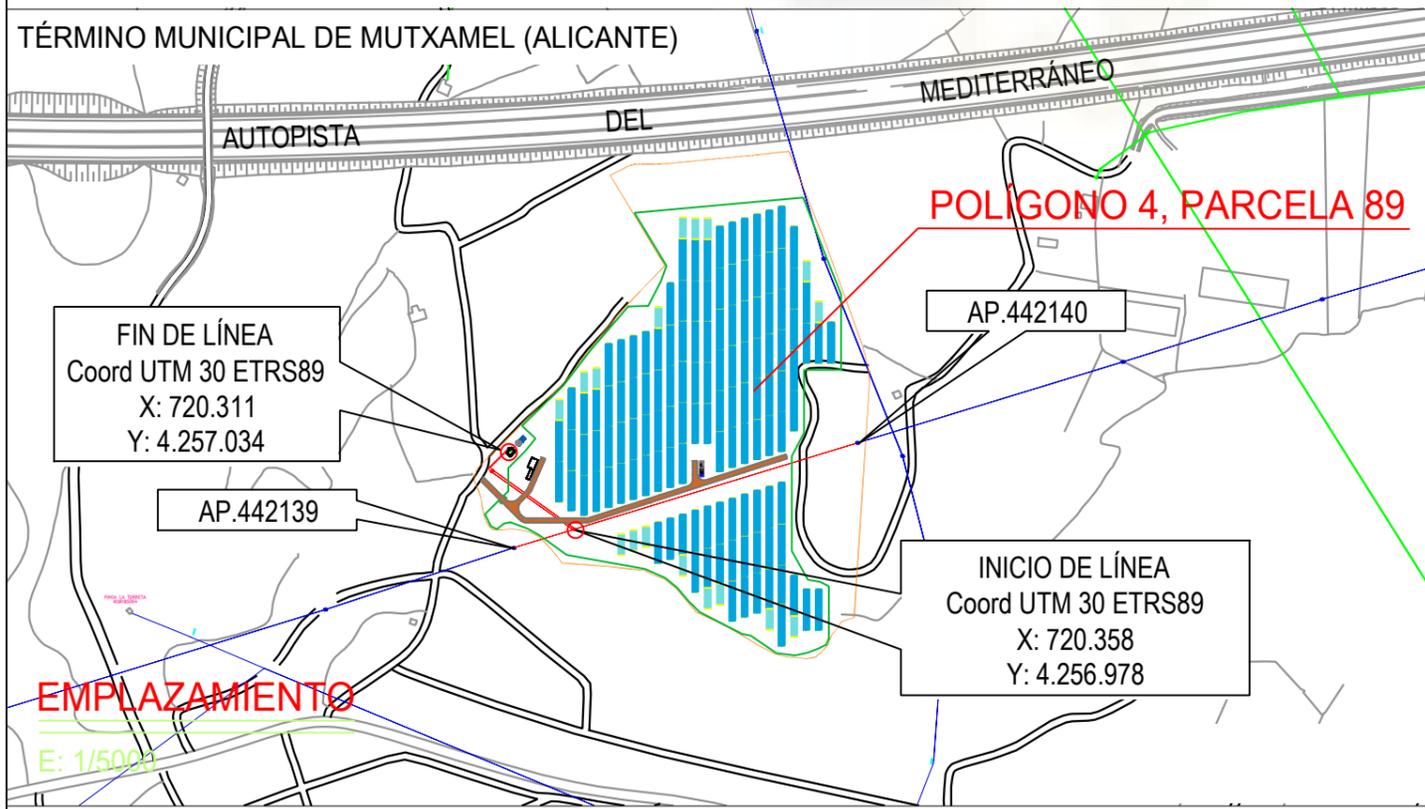


SITUACIÓN
E. SIN ESCALA

**PUJADA BORRATXINA
(ALICANTE)**



**MUTXAMEL
(ALICANTE)**

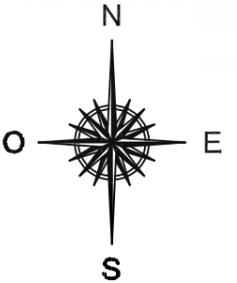


EMPLAZAMIENTO
E. 1/5000

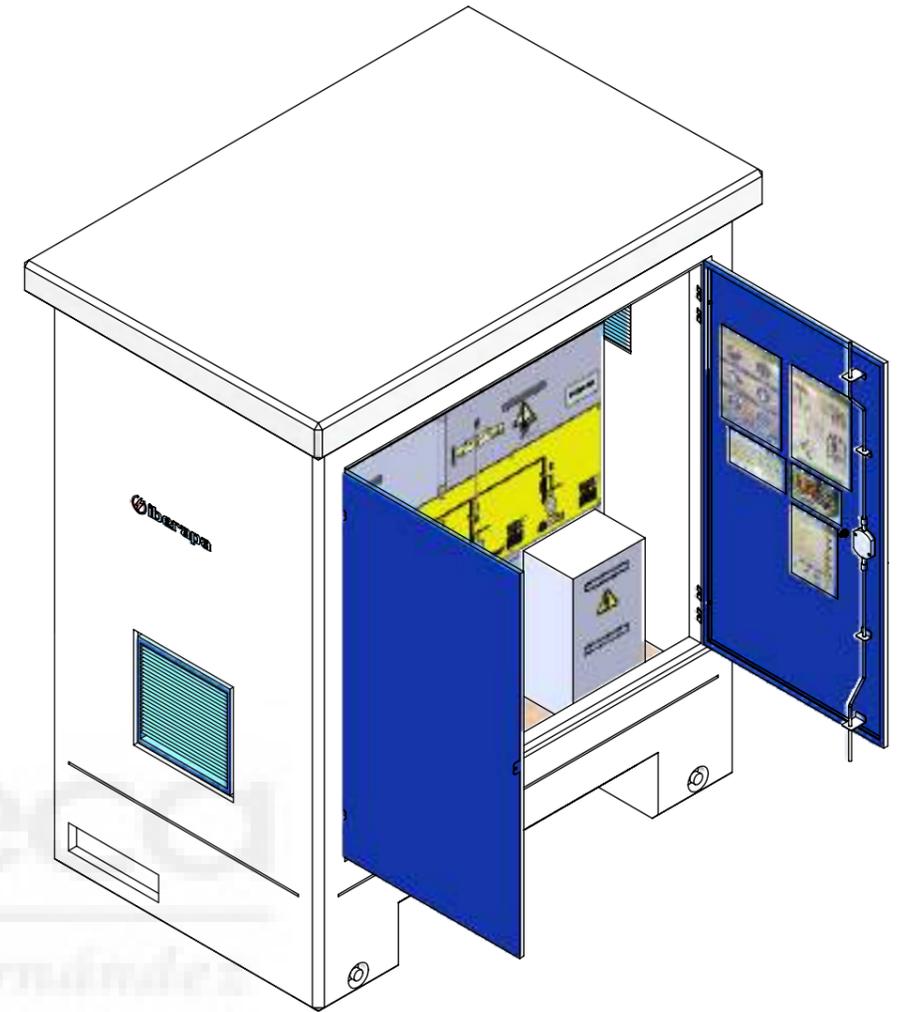
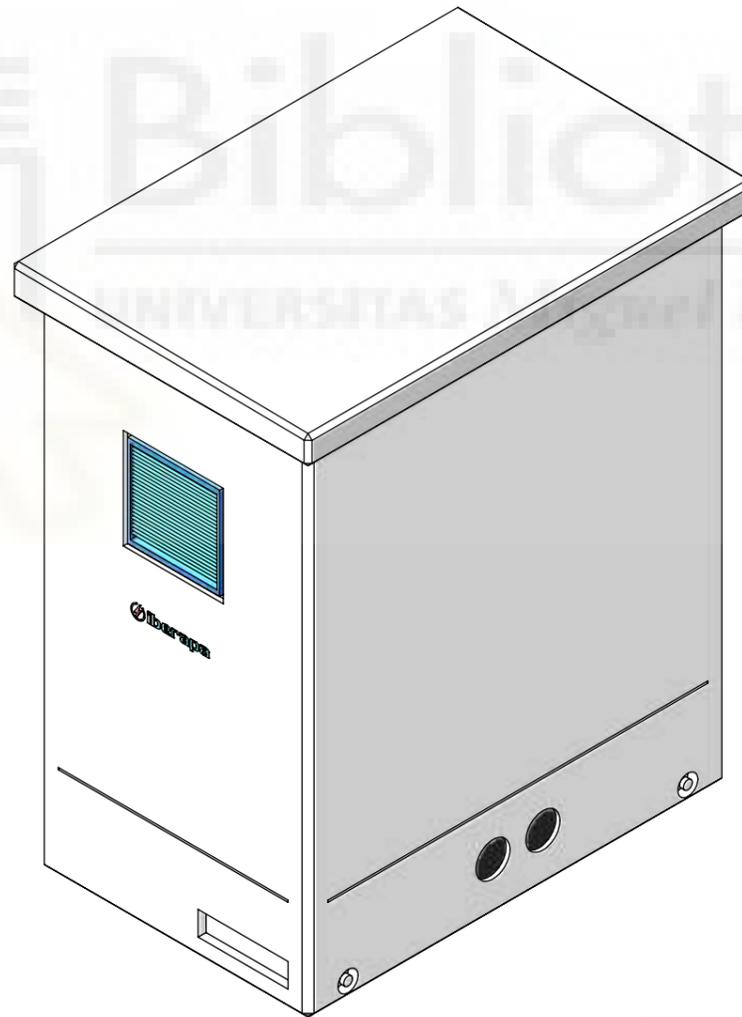
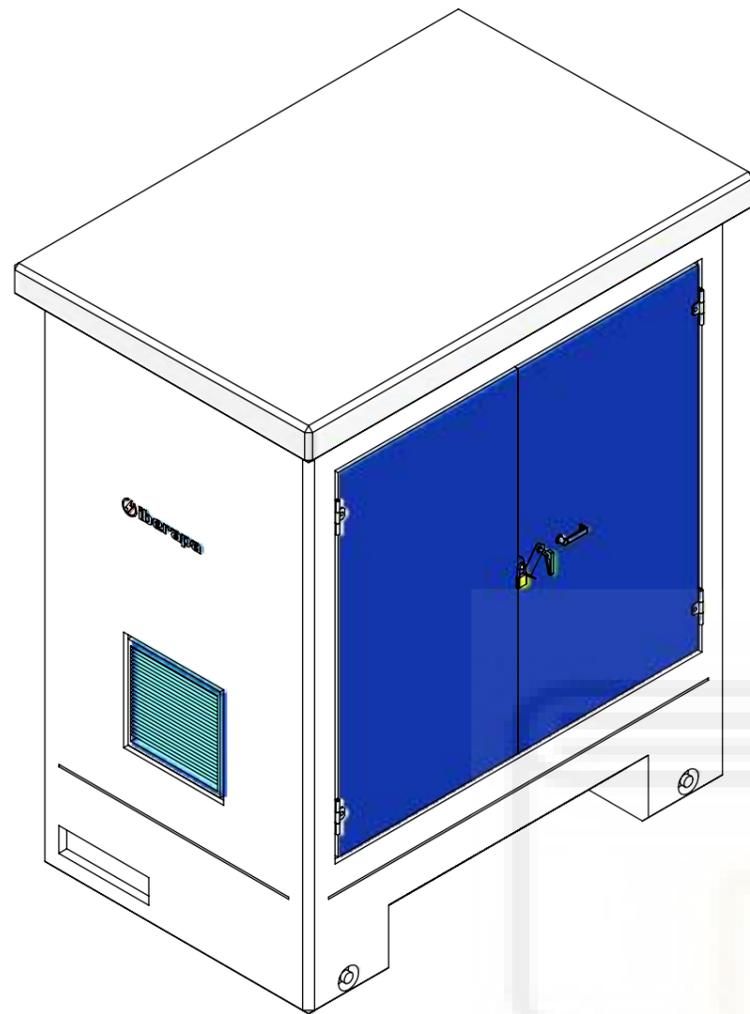
POLIGONO 4, PARCELA 89

FIN DE LÍNEA
Coord UTM 30 ETRS89
X: 720.311
Y: 4.257.034

INICIO DE LÍNEA
Coord UTM 30 ETRS89
X: 720.358
Y: 4.256.978



Fecha: 07/06/2025		Plano de situación	
		Lidia Rocamora Ruiz	Nº 1
		Ingeniería Rocamora	



Fecha: 07/06/2025

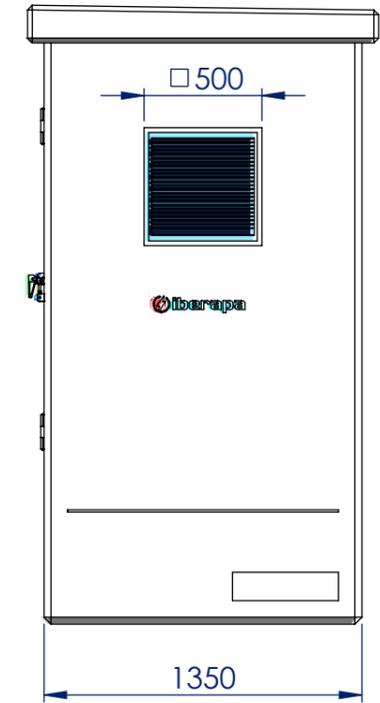
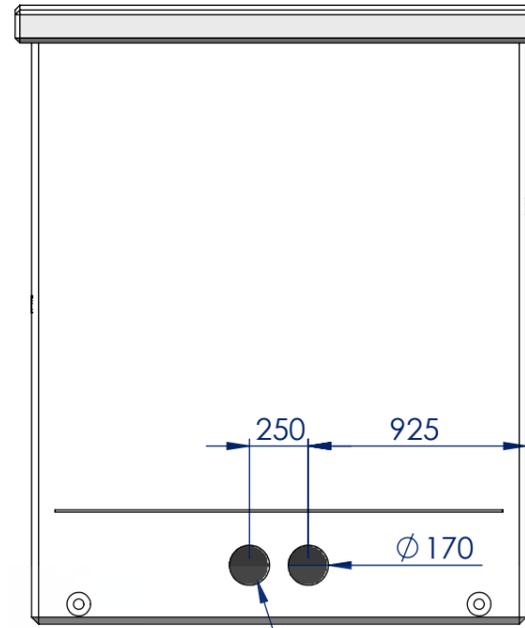
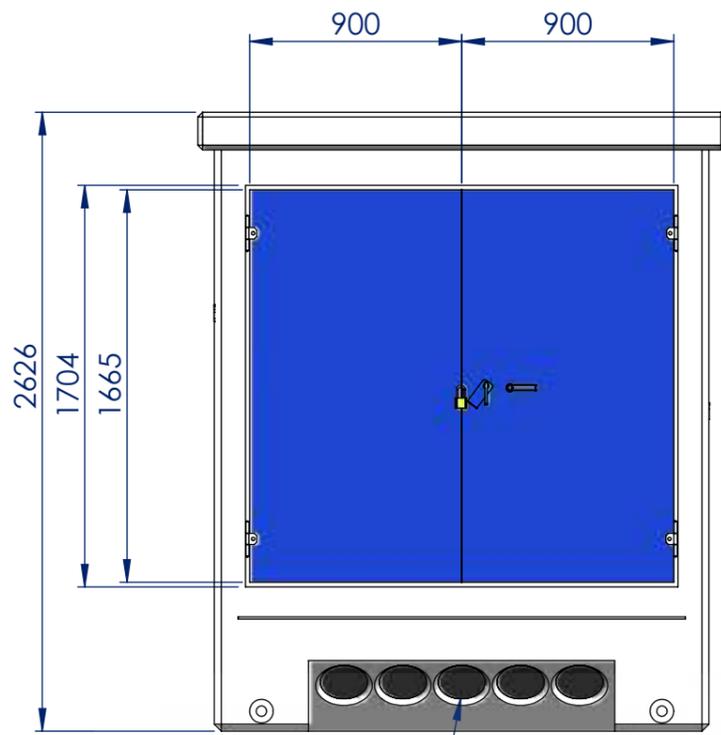
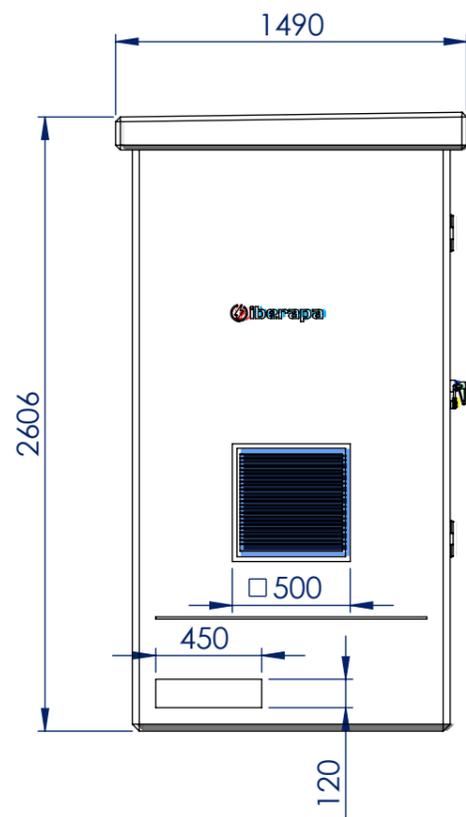
Plano vistas generales



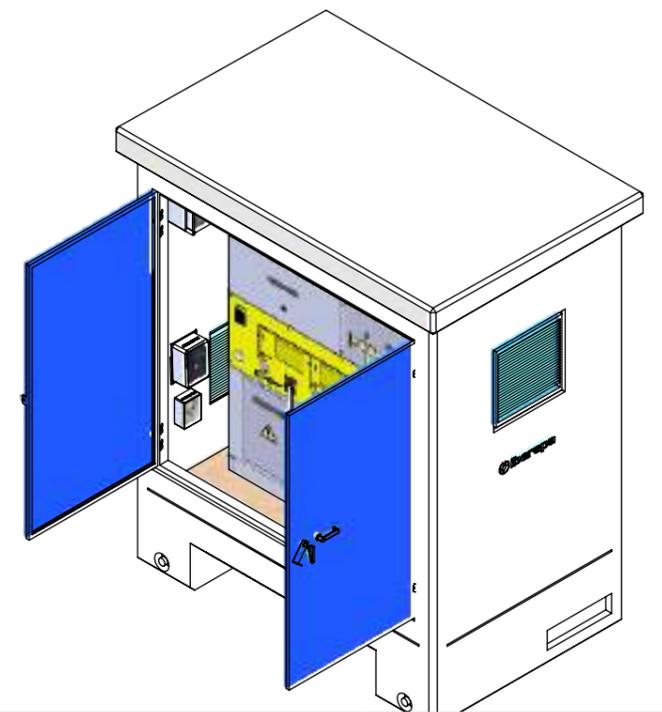
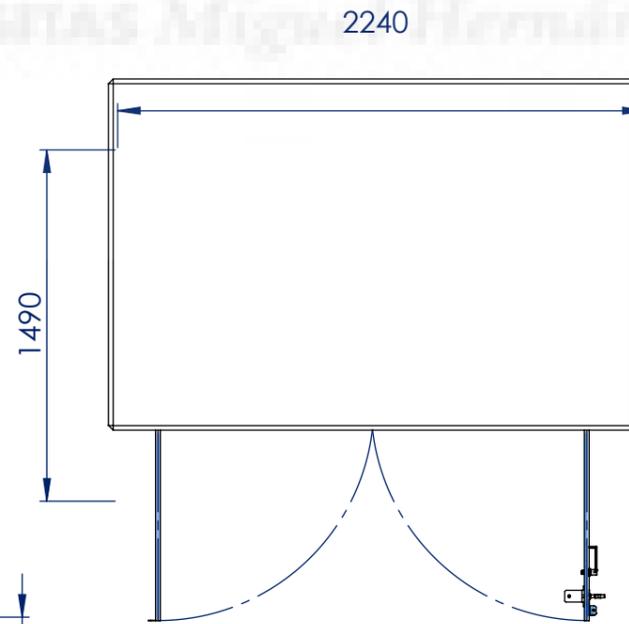
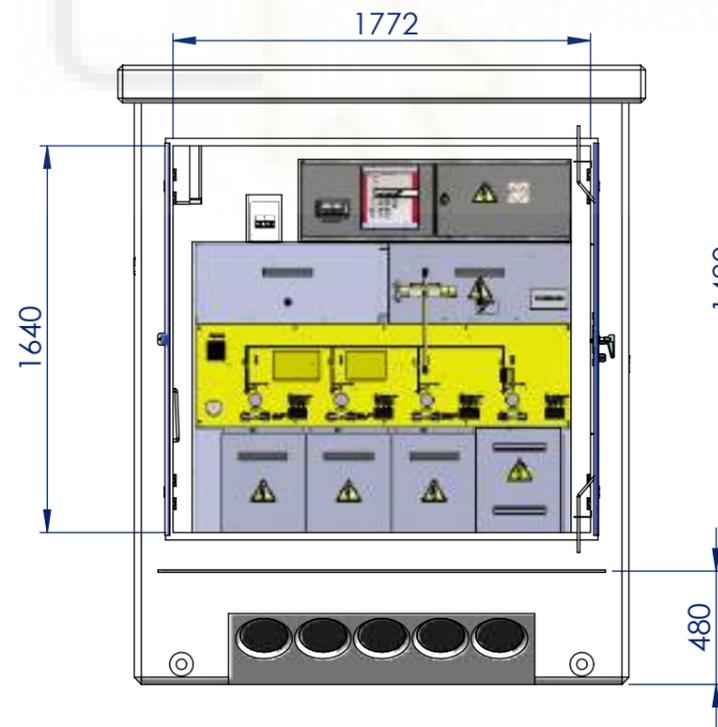
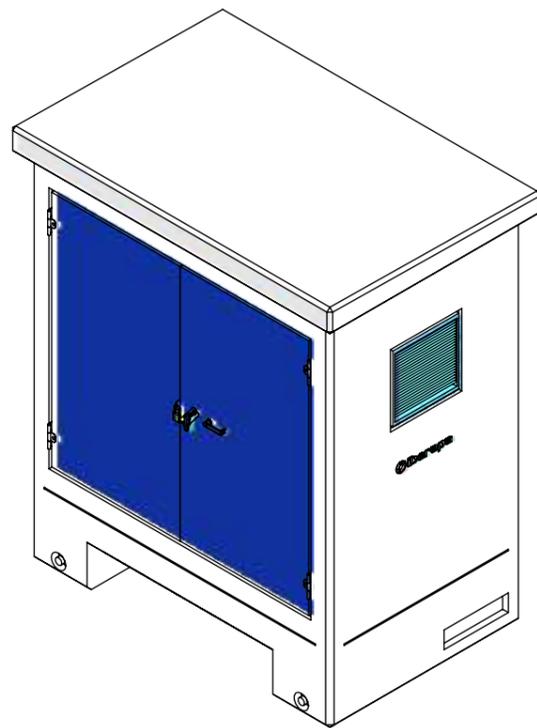
Lidia Rocamora Ruiz

Nº 2

Ingeniería Rocamora



Nota: Tapas de Hormigón retirables hacia dentro.



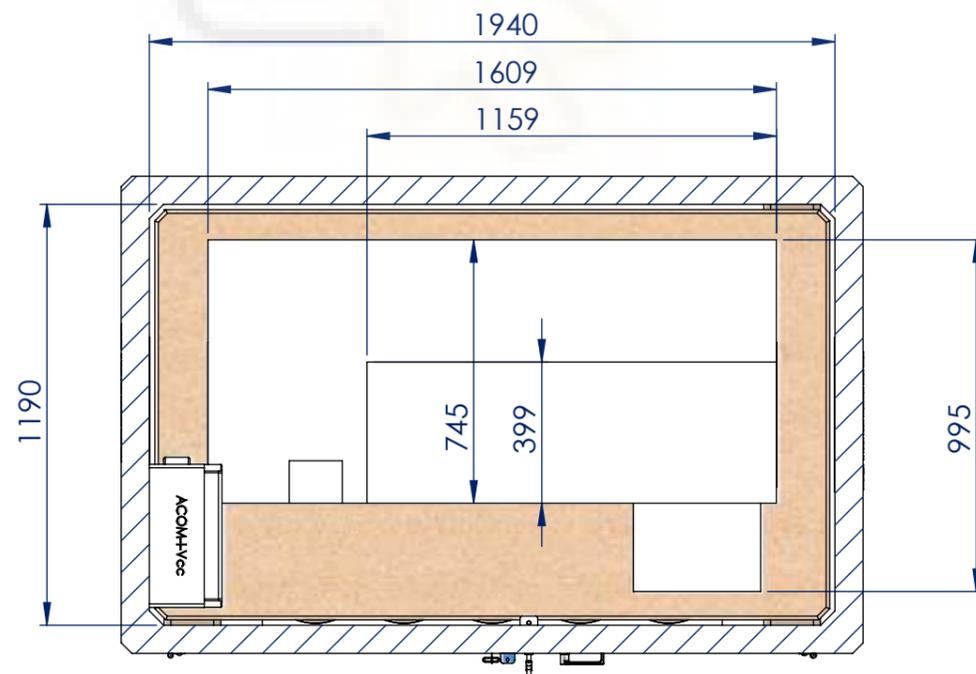
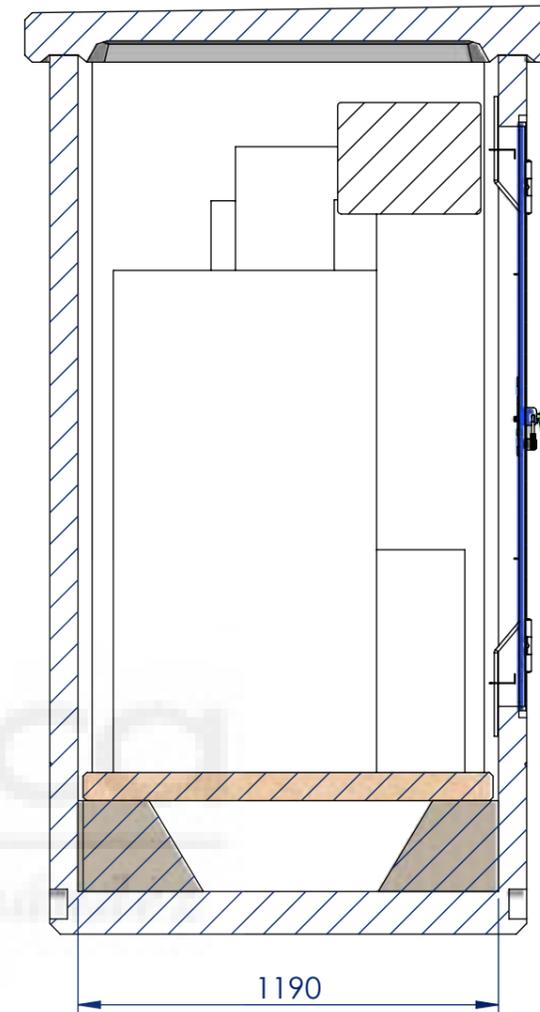
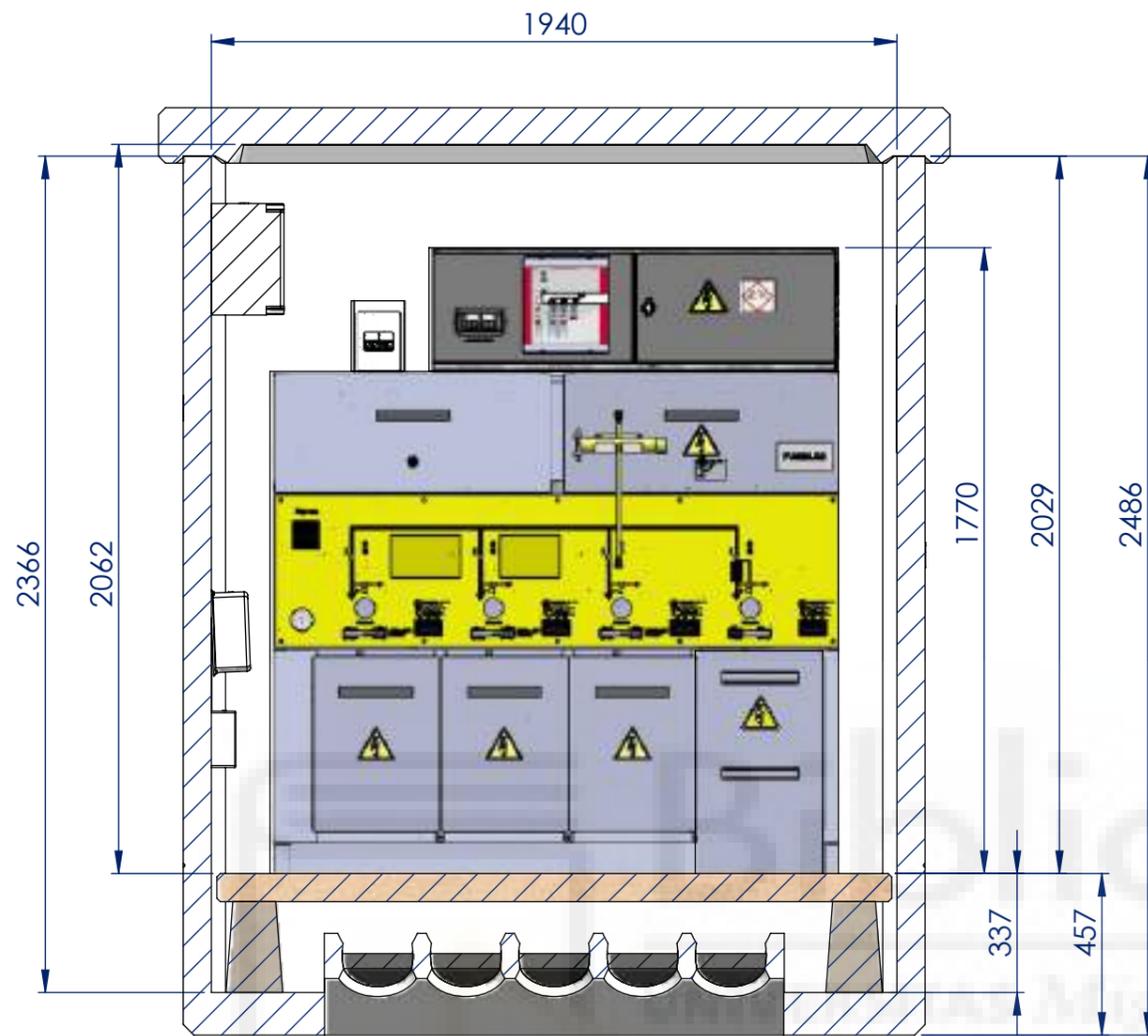
Fecha: 07/06/2025 | Plano de cotas generales



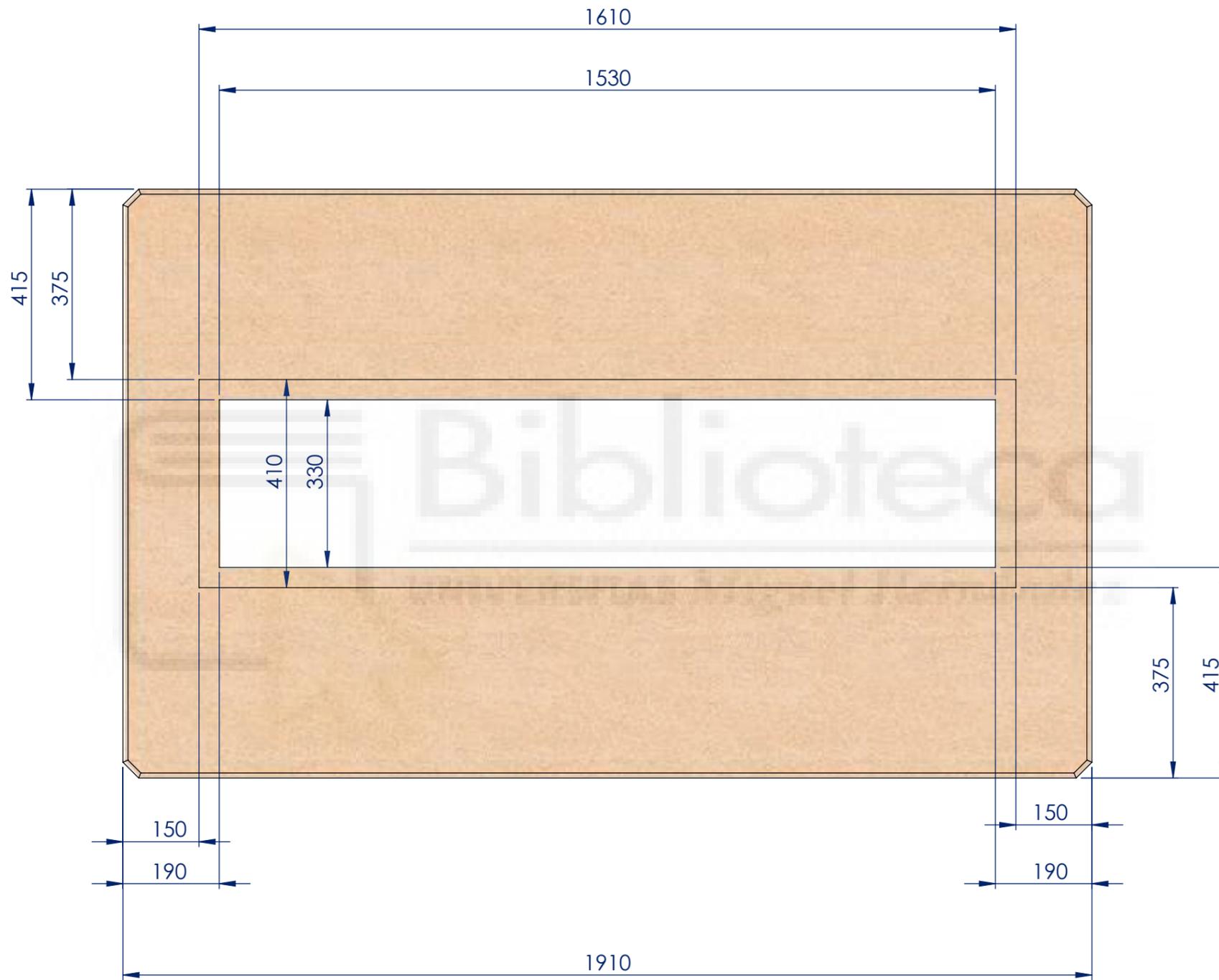
Lidia Rocamora Ruiz

Nº 3

Ingeniería Rocamora

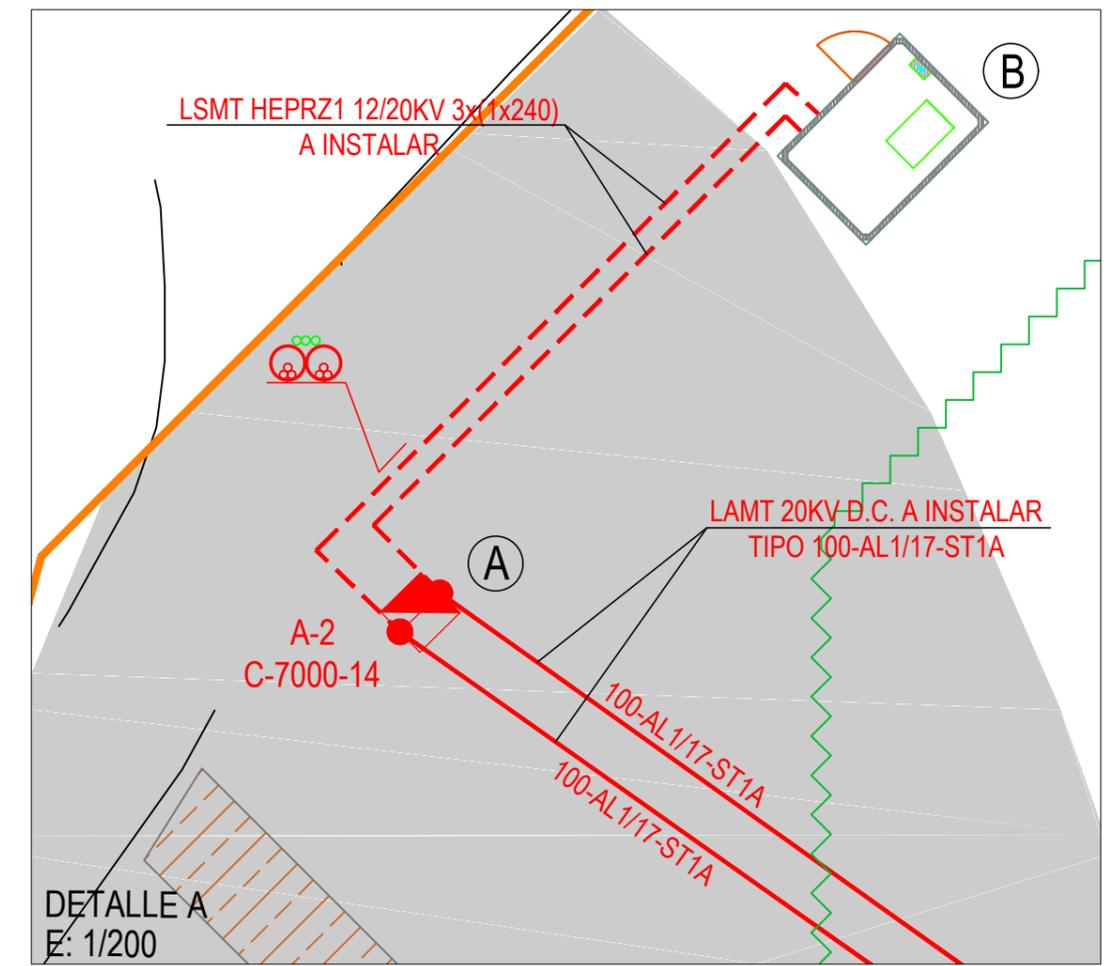
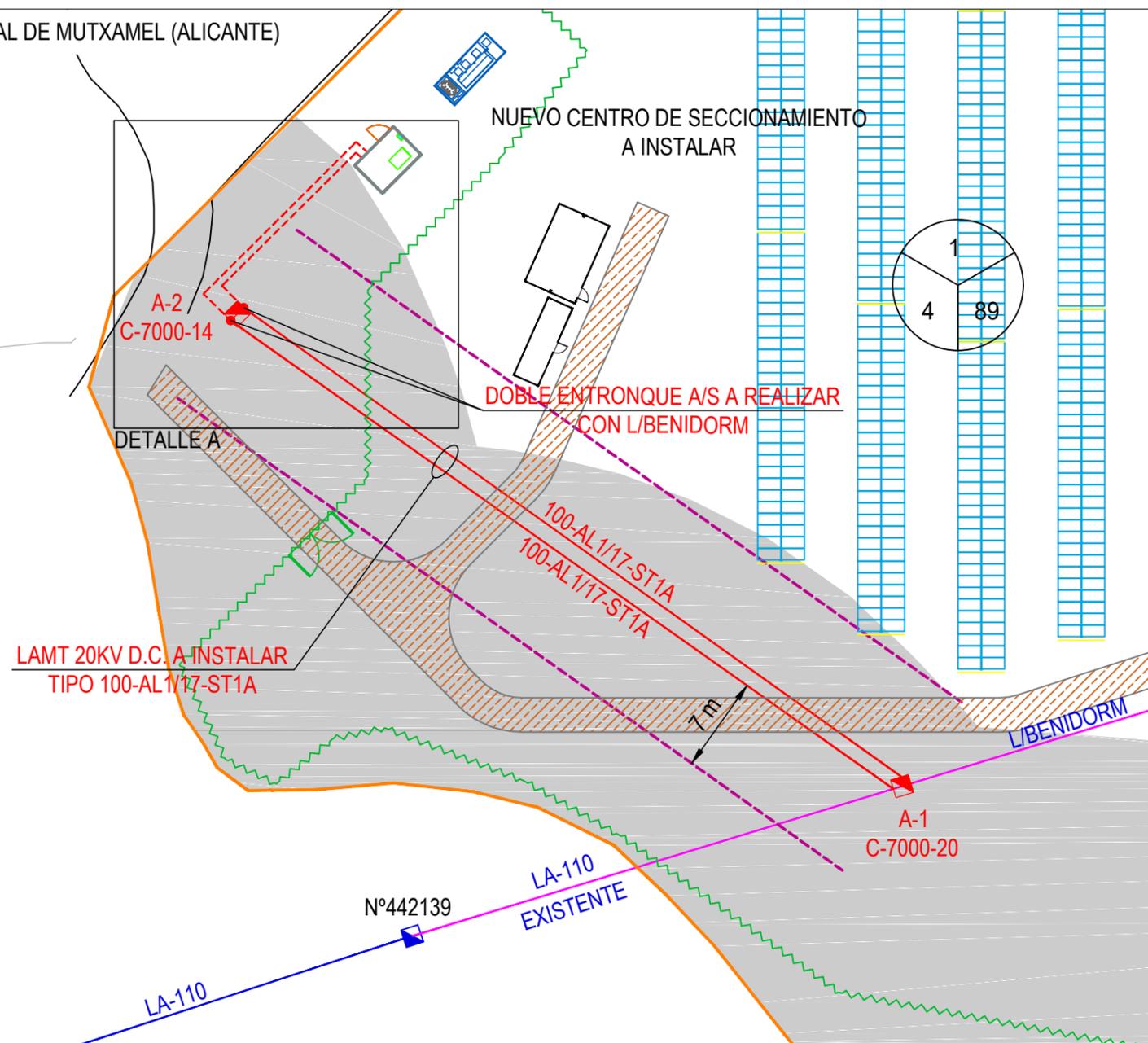
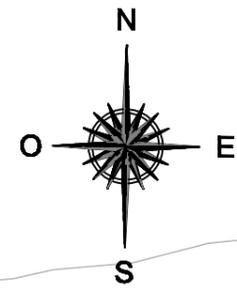


Fecha: 07/06/2025		Plano de cortes generales	
	Lidia Rocamora Ruiz		N° 4
	Ingeniería Rocamora		



Fecha: 07/06/2025	Plano vista de suelo técnico	
	Lidia Rocamora Ruiz	N° 5
	Ingeniería Rocamora	

TÉRMINO MUNICIPAL DE MUTXAMEL (ALICANTE)



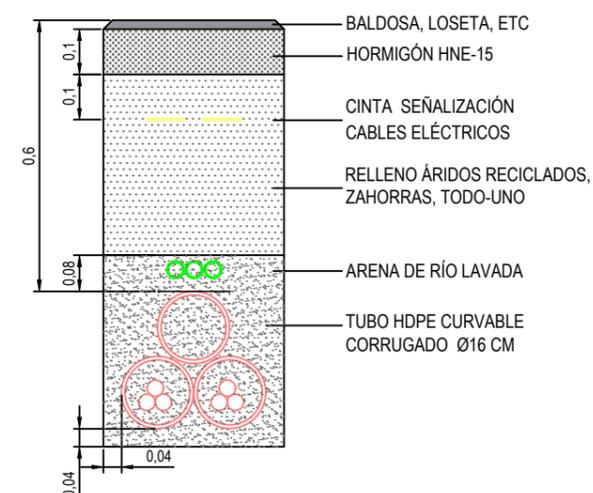
LEYENDA

	LÍNEA AÉREA EXISTENTE DE MEDIA TENSIÓN 20KV A MANTENER		APOYO EXISTENTE DE LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN 20KV A MANTENER (CEL)
	LÍNEA AÉREA EXISTENTE DE MEDIA TENSIÓN 20KV S.C. EN ESTUDIO TIPO LA-110		NUEVO APOYO DE LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN 20KV A INSTALAR (CEL)
	NUEVA LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN 20KV D.C. A INSTALAR TIPO 100-AL1/17-ST1A		ENTRONQUE A/S A REALIZAR
	NUEVA LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN 20KV D.C. A INSTALAR		
	LÍMITE PARCELA POL 4, PARC 89		
	LÍNEA LÍMITE DE EDIFICACIÓN		

LONGITUDES (metros)

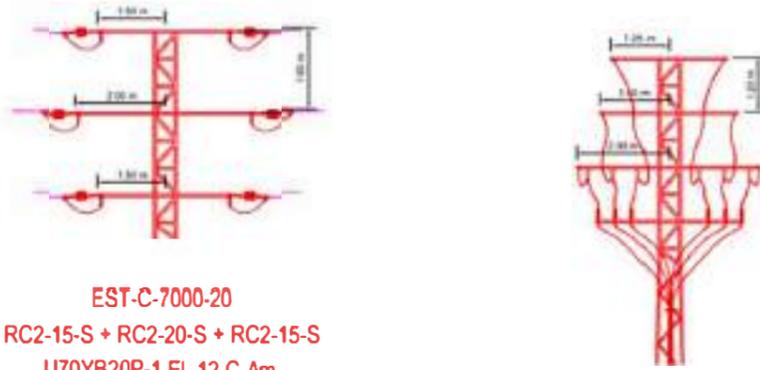
TRAMO	CANALIZACIÓN	LÍNEA BAJADA ENTRONQUE A/S	LÍNEA ENTRADA NUEVO CS	TOTAL
A-B	22 m	12 m	3 m	37x2(D.C.)=74 m
A1-A2	AÉREO 100-AL1/17-ST1A			71 metros

Nº ORDEN AFECTADO	POLÍGONO	PARCELA	LONGITUD DE LA TRAZA (m)
1	4	89	UBICACIÓN CS + 50 (25+25) m LÍNEA SUBTERRÁNEA



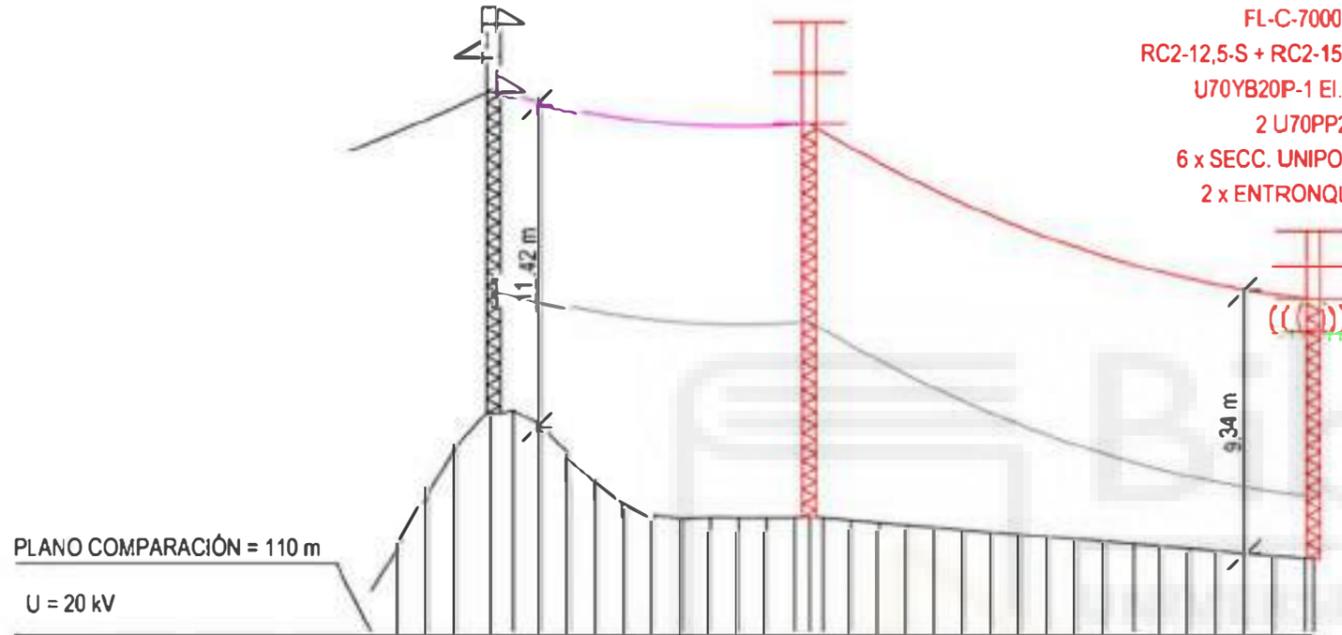
ZANJAS TIPO EN ACERA Y JARDINES
CANALIZACIÓN ENTUBADA CON 3 TUBOS Ø16 CM

Fecha: 07/06/2025	Plano de trazado	
	Lidia Rocamora Ruiz	Nº 6
Ingeniería Rocamora		



Nº442139
SEMICRUCETAS SC EXISTENTES RC2-15-S + RC2-20-S + RC2-15-S
U70YB20P-1 Ei.-6 C.Am. U70YB20P-1 Ei.-12 C.Am.

FL-C-7000-14
RC2-12,5-S + RC2-15-S + RC2-20-S
U70YB20P-1 Ei.-6 C.Am.
2 U70PP20
6 x SECC. UNIPOLAR SELA
2 x ENTRONQUES A/S



PLANO COMPARACIÓN = 110 m

U = 20 kV

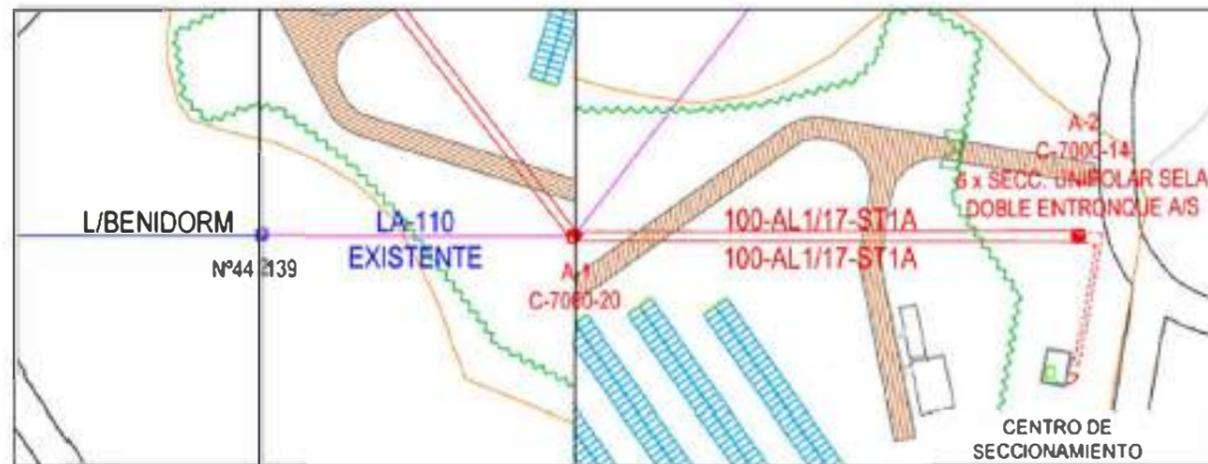
APOYO	Nº442139	A-1	A-2
COTAS DEL TERRENO (m)	117.83	114.13	112.69
DESNIVEL (m)		-3.7	-1.44
DISTANCIAS PARCIALES (m)	140.31	44.76	71.23
DISTANCIAS AL ORIGEN (m)	140.31	185.06	256.29
LONGITUD VANO (m)		44.76	71.23
ZONA		A	A

PERFIL

EH: 1100X.EV: 1000

PLANTA

E: 1:1000



LEYENDA

PERFIL

- LÍNEA AÉREA EXISTENTE DE MEDIA TENSIÓN 20KV S.C. EN ESTUDIO TIPO LA-110
- NUEVA LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN 20KV D.C. A INSTALAR TIPO 100-AL.1/17-ST1A
- CURVA DISTANCIA MÍNIMA AL TERRENO (7 metros)

PLANTA

- NUEVO APOYO DE LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN 20KV A INSTALAR (CEL)
- APOYO EXISTENTE DE LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN 20KV A MANTENER (PRES)
- ENTRONQUE A/S A REALIZAR
- LÍNEA AÉREA EXISTENTE DE MEDIA TENSIÓN 20KV A MANTENER
- LÍNEA AÉREA EXISTENTE DE MEDIA TENSIÓN 20KV S.C. EN ESTUDIO TIPO LA-110
- NUEVA LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN 20KV D.C. A INSTALAR TIPO 100-AL.1/17-ST1A
- NUEVA LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN 20KV D.C. A INSTALAR

Fecha: 07/06/2025

Perfil longitudinal

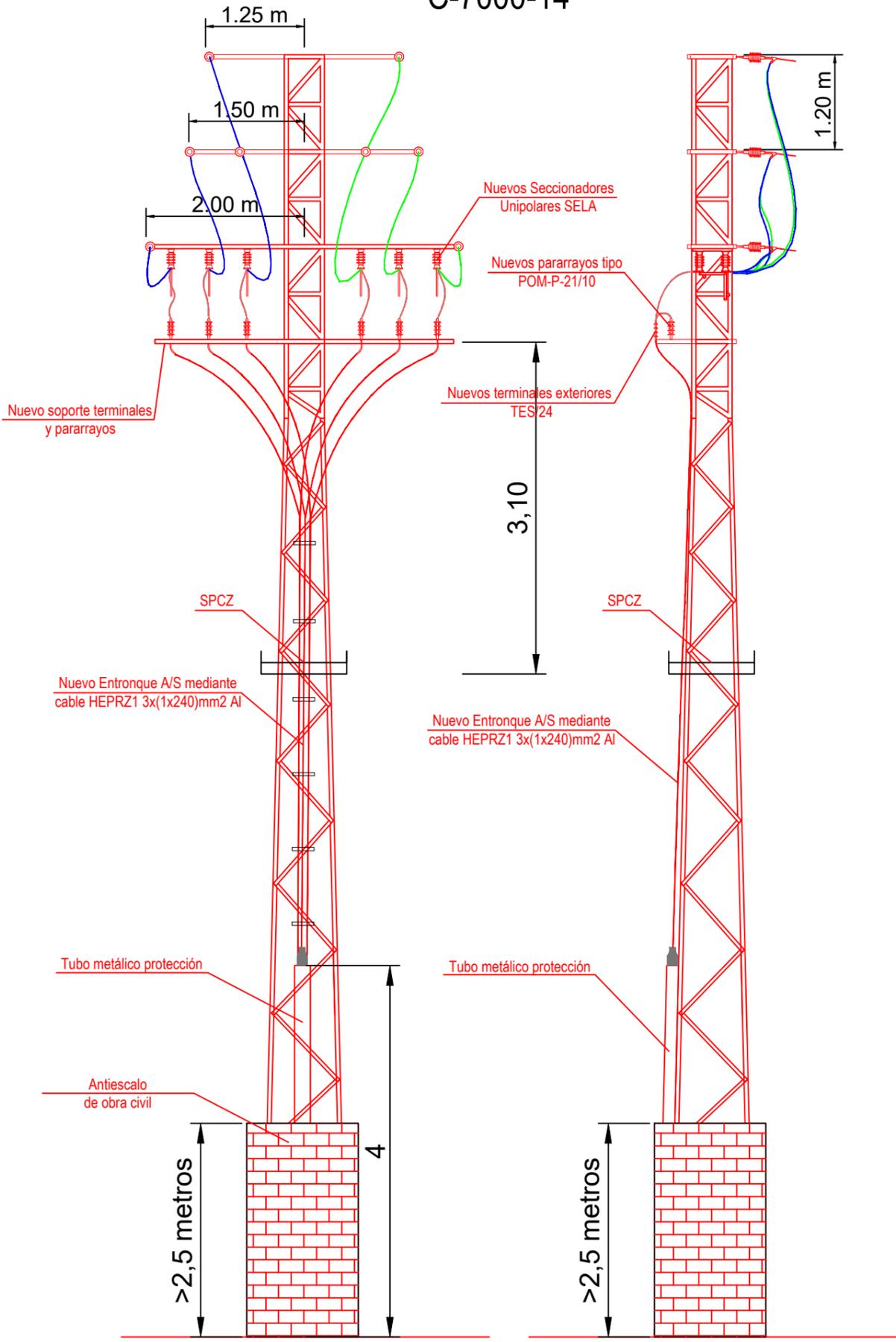


Lidia Rocamora Ruiz

Nº 7

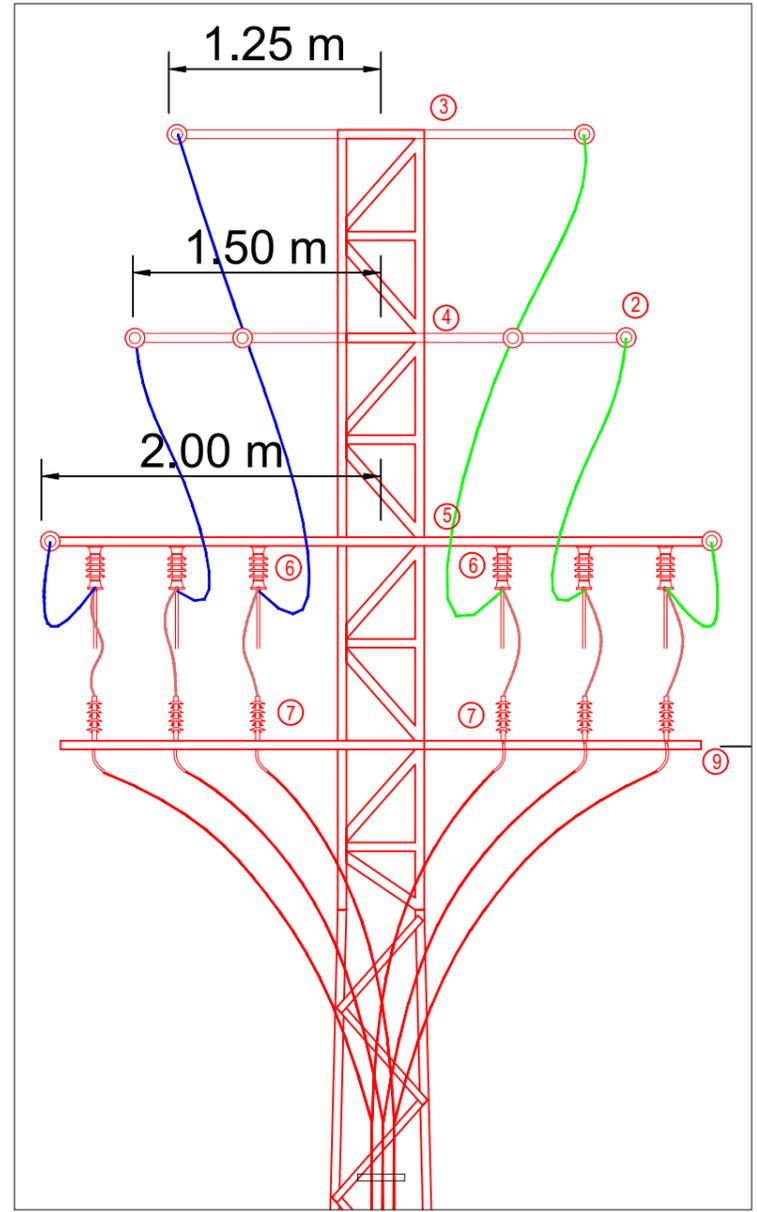
Ingeniería Rocamora

**APOYO A-2
C-7000-14**

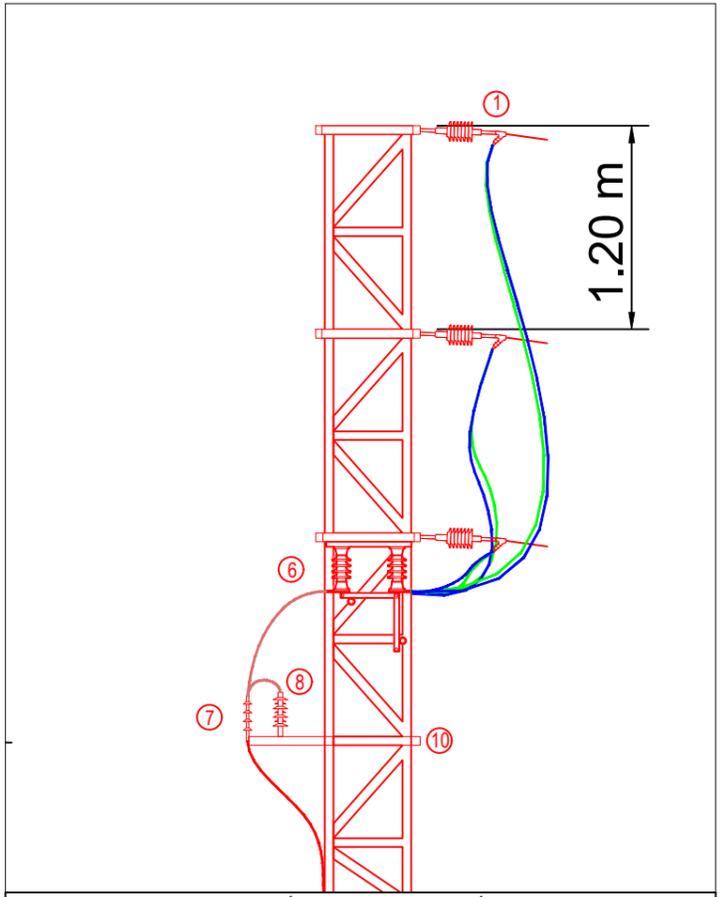


DETALLE A

DETALLE B



DETALLE A



DERIVACIÓN DOBLE SUBTERRÁNEA

MARCA	CANTIDAD	DENOMINACION	DESIGNACION	DOCUMENTO
	12	CADENAS DE AMARRE	CA	48.08.01
	6	AISALADOR COMPUESTO	U70 PP 20	48.08.01
	1	CRUCETA RECTA	RC-12.5 S	52.31.02
	1	CRUCETA RECTA	RC-15 S	52.31.02
	1	CRUCETA RECTA	RC-20 S	52.31.02
	6	SECCIONADOR UNIPOLAR LA	SELA U 24	74.51.01
	6	TERMINACIÓN CABLE SUBTERRÁNEO	TES/24	56.80.02
	6	PARARRAYOS	POM-P	75.30.02
	1	ANGULAR L-70.7-3800	L-70.7-3800	52.30.24
	2	ANGULAR L-60.5-850	L-60.5-850	52.30.24
	6	PIEZA CH 8-650	CH 8-650	52.30.24
S/N	-	PUNTEROS, SEGUN CONDUCTOR		
S/N	-	TORNILLERIA, PIEZAS DE CONEXIÓN		

DETALLE B

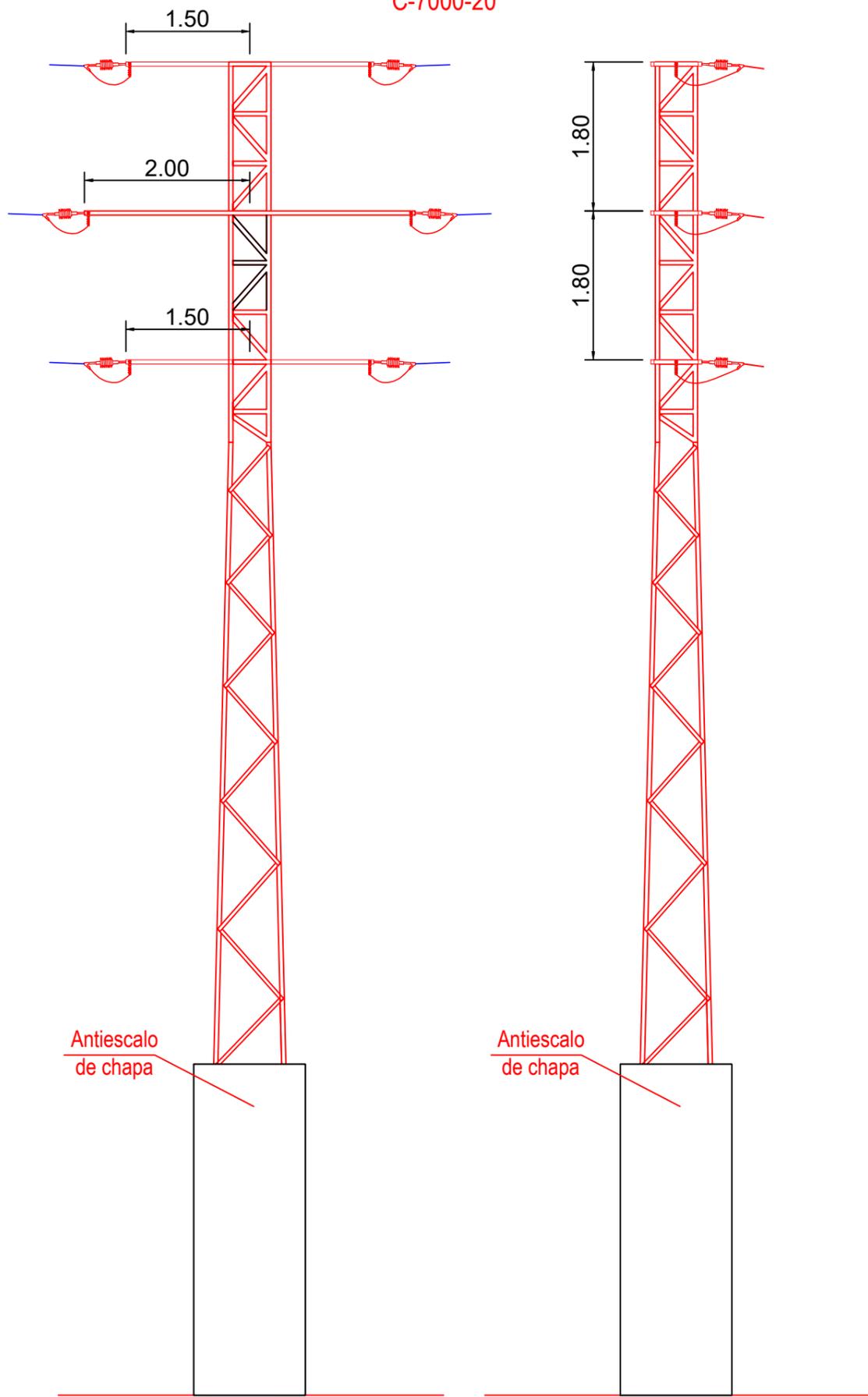
Fecha: 07/06/2025 **Detalle doble entronque A/S doble circuito**

Lidia Rocamora Ruiz **N° 8**

Ingeniería Rocamora

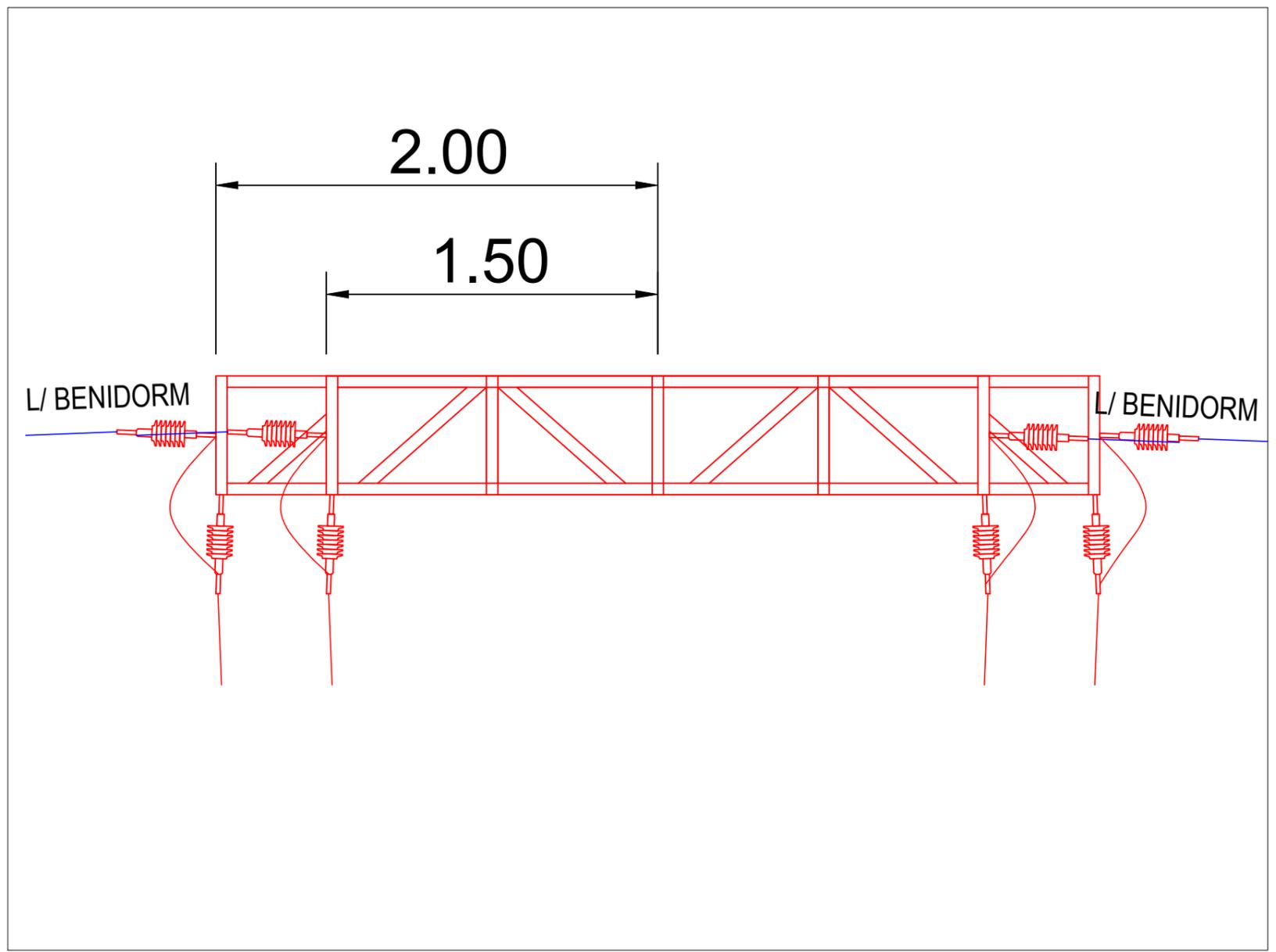


APOYO A-1
C-7000-20



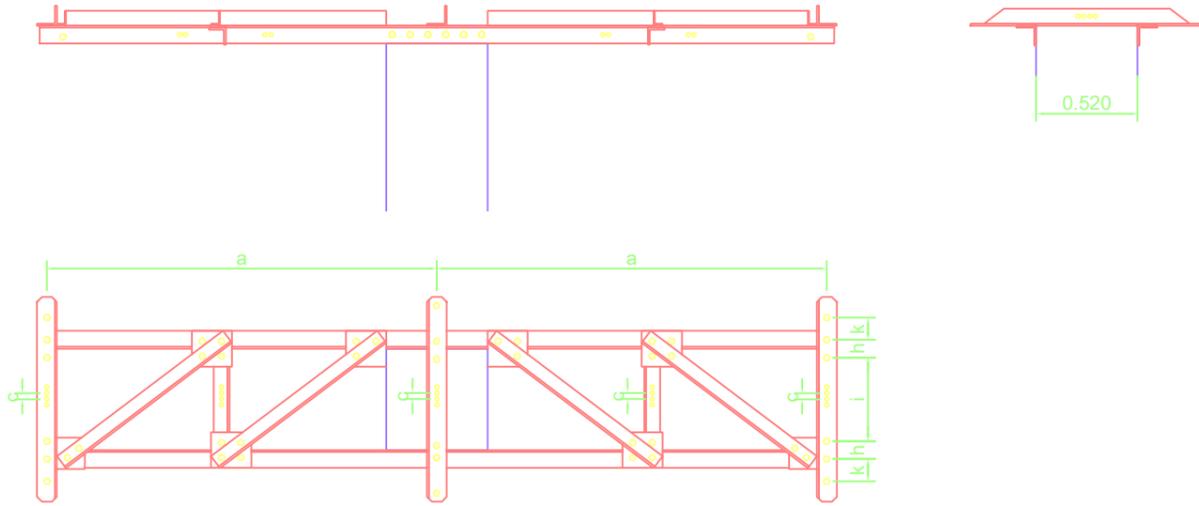
DETALLE A - ALZADO

DETALLE B - PERFIL



DETALLE C - PLANTA

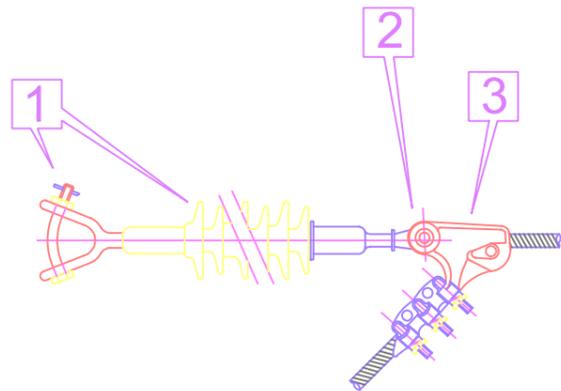
Fecha: 07/06/2025	Detalle derivación doble circuito	
	Lidia Rocamora Ruiz	N° 9
	Ingeniería Rocamora	



Cruceta	Semicruceta	Casos de carga	Carga de trabajo más sobrecarga daN			Coeficiente de seguridad	Carga límite especificada			Duración s
			V	L	F		V	L	F	
RC1-S	SC1-S	A	450	-	1500	1,5	675	-	2250	60
		B	450	1500	-		675	2250	-	
RC2-S	SC2-S	A	650	-	1500	1,5	975	-	2250	60
		B	650	1500	-		975	2250	-	

Designación	Dimensiones en mm															
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	h	k	l	m	n	o	p
RC2-10-S	1000	1080	30	=	52	=	=	60	450	90	87	400	20	30	35	250
RC2-12,5-S	1250	1330		=	42	=	=									
RC2-15-S	1500	1580		520	42	=	=									
RC2-20-S	2000	2080		520	32	=	=									

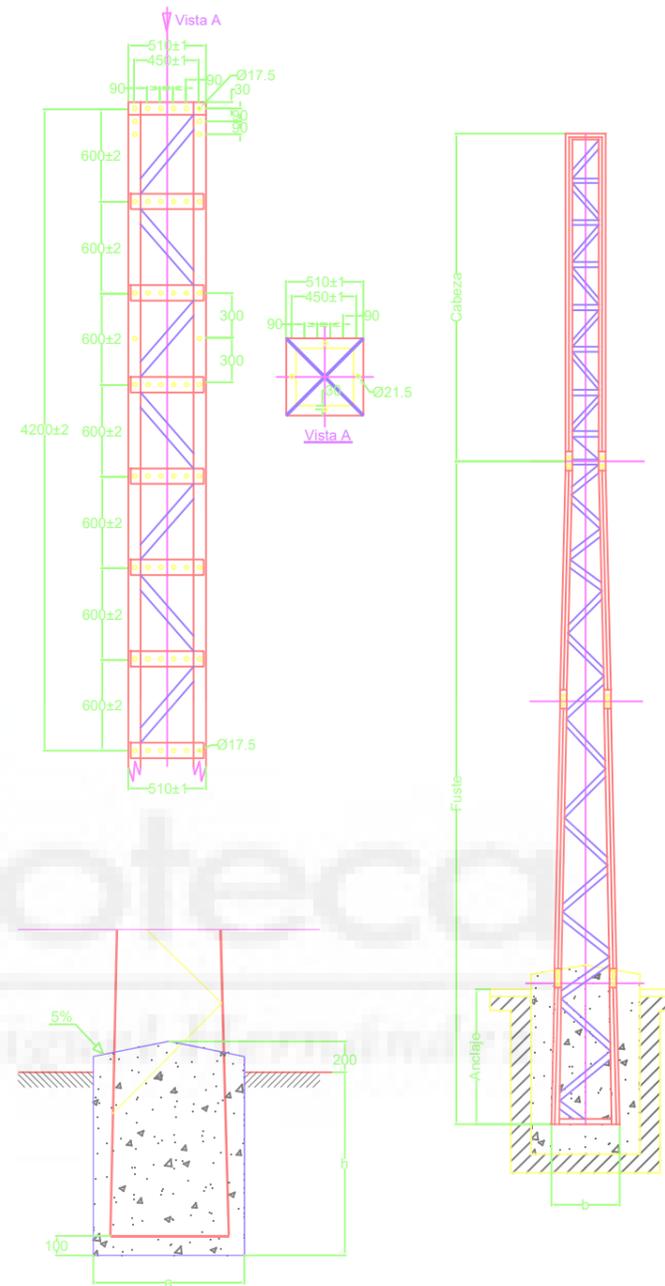
CRUCETA RECTA PARA APOYOS DE PERFILES METÁLICOS SIN ESCALA



AMARRE

MARCA	DENOMINACIÓN
1	Aislador composite U70 YB 20 P
2	Alojamiento de rótula protec. R16/17P
3	Grapa de amarre GA-2-I

CADENA AISLADORES SIN ESCALA



Designación	Apoyo de celosía			Cimentación en terreno normal			
	H [m]	b [mm]	Peso [kg]	a [m]	h [m]	Volumen excavación [m³]	Volumen hormigón [m³]
C500	10	740	250	0.95	1.65	1.49	1.66
	12	825	310	0.99	1.77	1.74	1.92
	14	910	380	1.07	1.85	2.12	2.33
	16	996	430	1.14	1.93	2.51	2.74
C1000	12	825	350	1.00	1.99	1.99	2.14
	14	910	435	1.08	2.06	2.41	2.58
	16	996	515	1.15	2.13	2.82	3.01
	18	1081	605	1.23	2.20	3.33	3.55
C2000	12	825	495	1.001	2.30	2.30	2.44
	14	910	615	1.08	2.37	2.76	2.93
	16	996	700	1.15	2.43	3.22	3.41
	18	1081	835	1.24	2.48	3.82	4.04
C3000	12	825	575	1.00	2.51	2.51	2.66
	14	910	720	1.09	2.58	3.06	3.23
	16	996	825	1.16	2.64	3.56	3.75
	18	1081	985	1.25	2.69	4.21	4.44
C4500	12	825	715	1.01	2.75	2.81	2.96
	14	910	915	1.10	2.82	3.41	3.59
	16	996	1055	1.17	2.89	3.96	4.15
	18	1081	1300	1.26	2.94	4.66	4.89
C7000	12	825	1070	1.39	2.59	5.01	5.30
	14	910	1300	1.43	3.03	6.20	6.50
	16	996	1465	1.53	3.06	7.15	7.50
	18	1081	1810	1.88	2.93	10.35	10.89
C9000	12	825	1275	1.41	2.79	5.55	5.85
	14	910	1580	1.53	2.84	5.18	5.45
	16	996	1965	1.69	3.09	8.83	9.26
	18	1081	2365	1.88	3.11	10.99	11.53

APOYOS DE CELOSÍA Y CIMENTACIÓN

Fecha: 07/06/2025 **Crucetas, aisladores, apoyos y cimentaciones**

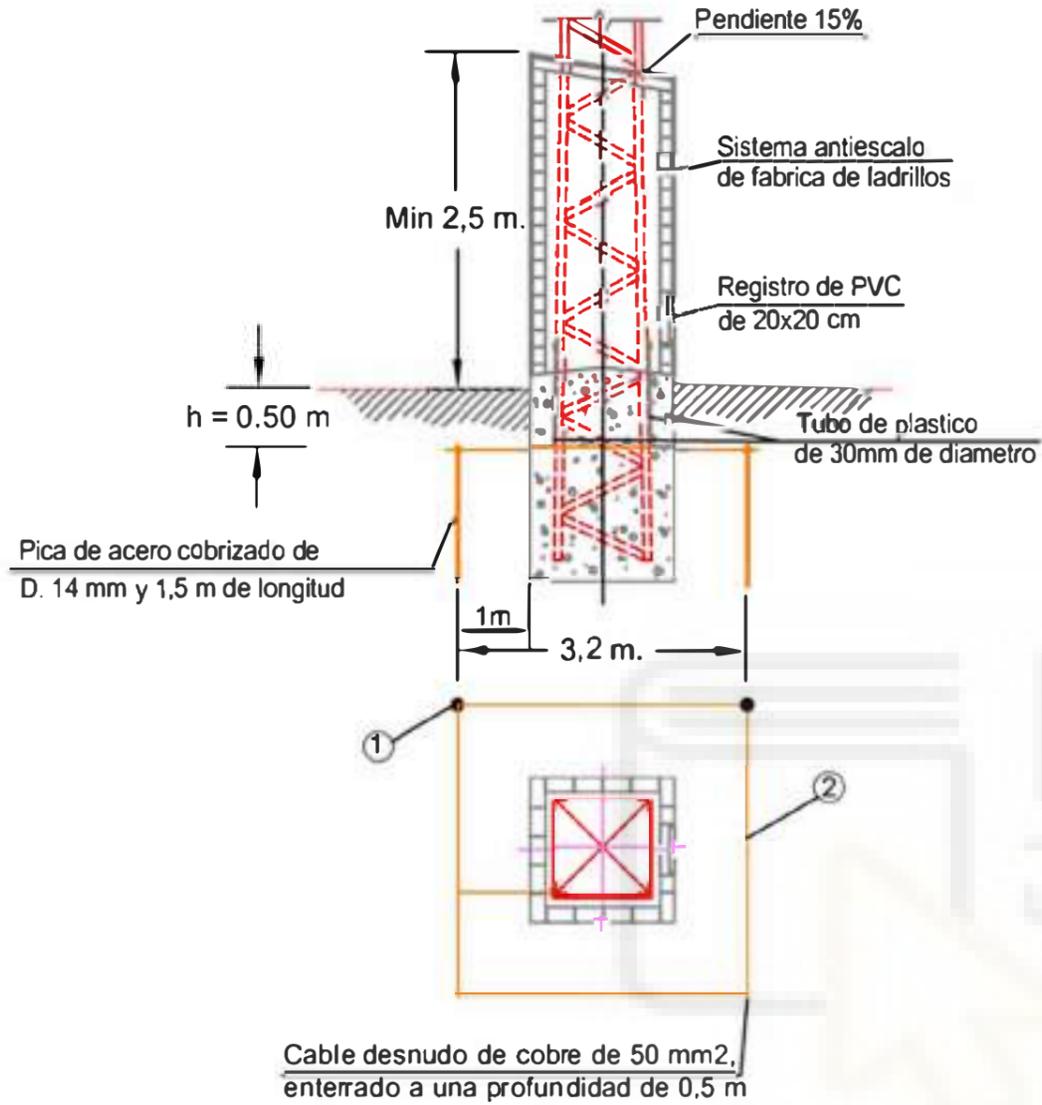


Lidia Rocamora Ruiz

Nº 10

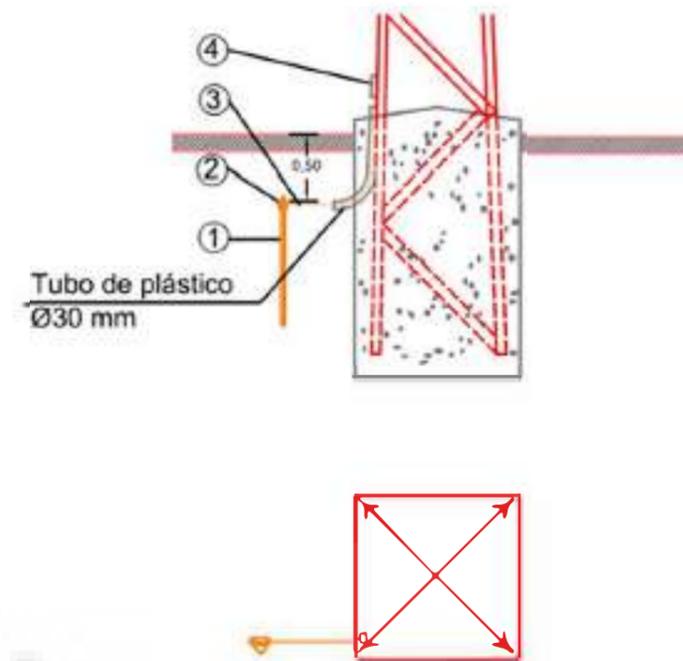
Ingeniería Rocamora

PUESTA A TIERRA EN APOYOS.
FORRADO CON ANTIESCALO DE OBRA CIVIL
Zona frecuentada (F) de pública concurrencia (PC) y
apoyos de maniobra (AM)



Marca	Denominacion	Designacion
1	Pica Cilíndrica Acero - Cobre de 14,6mm de diámetro y 1,5m longitud	PL14-1500
2	Cable de Cobre de 50mm ²	CPT-LA-32/05

PUESTA A TIERRA EN APOYOS.
CIMENTACIÓN MONOBLOQUE EN TIERRA
Zona no frecuentada (N)



Marca	Cantidad	Designación	Denominación	Código	Norma
1	1 Ud	PL 14-1500	Pica cilíndrica acero-cobre de 14,6 mm de diámetro y 1,5 m	50 26 164	NI 50.26 01
2	1 Ud	GC-P14,6/C50	Grapa de conexión para pica cilíndrica y cable de 50 Cu	58 26 631	NI 58 26 03
3	2 m	C 50	Cable de cobre de 50 mm ²	54 10 050	NI 54 10 01
4	1 Ud	GCS/C16	Grapa de conexión sencilla para cable de Cu	58 26 024	NI 58 26 04

Apoyo	Clasificación		Prediseño p.a.t.
A-1	Conductor	Apoyo No Frecuentado	1 Pica
A-2	Conductor	Apoyo de Maniobra	4 Picas + Anillo + Obra Civil

Fecha: 07/06/2025

Puesta a tierra



Lidia Rocamora Ruiz

N° 11

Ingeniería Rocamora

8. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

8.1 LSMT-LAMT

8.1.1 DATOS DEL ENCARGO DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

Siendo necesaria la redacción de un proyecto de ejecución de la obra de “LÍNEA AÉREA-SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN 20KV D.C. DESDE APOYO A-1 HASTA CENTRO DE SECCIONAMIENTO PARA EVACUACIÓN DE ELECTRICIDAD PROCEDENTE DE PFV BESIDE 2 IBI. TÉRMINO MUNICIPAL DE MUTXAMEL (ALICANTE)” es obligación legal y filantrópica la redacción de un estudio básico de Seguridad y Salud. En el mismo, se analizarán y resolverán los problemas de seguridad y salud en el trabajo, de forma técnica y eficaz.

8.1.2 DATOS DEL PROYECTO Y DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

Nombre del proyecto sobre el que se trabaja: “INSTALACIÓN DE CENTRO DE SECCIONAMIENTO EN PARQUE FOTOVOLTAICO Y LÍNEA AÉREO/SUBTERRÁNEO DE ALTA TENSIÓN DE TERCERA CATEGORÍA HASTA 30 KV PARA CONEXIÓN CON LAMT PROPIEDAD DE I-DE”

El presupuesto de este proyecto asciende a:

El plazo inicial de la ejecución de obra es de: 20 días

El número de trabajadores será aproximadamente de: 6.

Con lo cual el proyecto correspondiente a este estudio no se encuentra dentro de ninguno de los supuestos indicados en el artículo 4 del artículo 4 del R.D. 1627/1997, de 24 de octubre:

Presupuesto de ejecución por contrata: inferior a 450.759,07 euros.

El volumen de mano de obra estimada: 6 trabajadores X 15 días = 90 jornadas
500 jornadas.

Las actividades descritas en este estudio básico de seguridad no se corresponden con obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas ni presas

8.1.3 OBJETIVOS DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

El equipo proyectista, al afrontar la tarea de redactar el Estudio básico de seguridad y Salud para la obra se enfrenta con el problema de definir los riesgos detectables analizando el proyecto y su proyección al acto de construir. Intenta definir, además, aquellos riesgos reales, que en su día presente la realización material de la obra, en medio de todo un conjunto de circunstancias de difícil concreción, que en sí mismas, pueden lograr desvirtuar el objetivo fundamental de este trabajo.

Se pretende, en síntesis, sobre un proyecto, crear los procedimientos concretos para conseguir una realización de obra sin accidentes ni enfermedades profesionales. Además, se confía en lograr evitar los posibles accidentes de personas que, penetrando en la obra, sean ajenas a ella.

Se pretende, además, evitar los accidentes blancos o sin víctimas, por su gran trascendencia en el funcionamiento normal de la obra, al crear situaciones de parada o de estrés en las personas. Por lo expuesto, es necesaria la concreción de los objetivos de este trabajo técnico, que se definen según los siguientes apartados, cuyo ordinal de transcripción es indiferente pues se consideran todos de un mismo rango: Conocer el proyecto a construir y si es posible, en coordinación con su autor, definir la tecnología adecuada para la realización técnica y económica de la obra, con el fin de poder analizar y conocer en consecuencia, los posibles riesgos de seguridad y salud en el trabajo. Analizar todas las unidades de obra contenidas en el proyecto a construir, en función de sus factores: formal y de ubicación, coherentemente con la tecnología y métodos viables de construcción a poner en práctica. Definir todos los riesgos, humanamente detectables, que pueden aparecer a lo largo de la realización de los trabajos. Diseñar todos los riesgos, humanamente detectables, que puedan aparecer a lo largo de la realización de los trabajos. Diseñar las líneas preventivas a poner en práctica, como consecuencia de la

tecnología que va a utilizar; es decir: la protección colectiva y equipos de protección individual, a implantar durante todo el proceso de esta construcción. Divulgar la prevención decidida para esta obra en concreto en este estudio básico de seguridad y salud, a través del plan de seguridad y salud que, basándose en él, elabore el contratista adjudicatario en su momento. Esta divulgación se efectuará entre todos los que intervienen en el proceso de construcción y esperamos que sea capaz por sí misma, de animar a los trabajadores a ponerla en práctica con el fin de lograr su mejor y más razonable colaboración. Sin esta colaboración inexcusable y la del contratista adjudicatario, de nada servirá este trabajo. Por ello, este conjunto documental se proyecta hacia la empresa constructora y los trabajadores; debe llegar a todos: plantilla, subcontratistas y autónomos, mediante los mecanismos previstos

8.1.4 DATOS DE INTERÉS PARA LA PREVENCIÓN DE LOS RIESGOS LABORALES DURANTE LA REALIZACIÓN DE LA OBRA

Descripción prevencionista de la obra.

- Instalación eléctrica de media tensión
- Colocación de postes y hormigonado
- Conexión a la red

Para la realización de esta instalación se necesita.

- Manejo y transporte de materiales.
- Izado de materiales, principalmente por medio de camión-grúa.
- Hormigonado de cimentaciones.

Interferencias con los servicios afectados que originan riesgos laborales por realización de trabajos de la obra.

Las interferencias con conducciones de toda índole han sido causa eficiente de accidentes, por ello se considera muy importante detectar su existencia y localización exacta en los planos con el fin de poder valorar y delimitar claramente los diversos riesgos; las interferencias detectadas son:

- Circulaciones peatonales.

- Accesos rodados.

Oficios cuya intervención es objeto de la prevención de los riesgos laborales.

Las actividades de las obras descritas se complementan con el trabajo de los siguientes oficios:

- Electricistas
- Gruista

Maquinaria prevista para la realización de la obra.

Por igual procedimiento al descrito en el apartado anterior, se procede a definir la maquinaria que es necesario utilizar en la obra. Por lo general se prevé que la maquinaria fija de obra sea de propiedad del contratista adjudicatario. En el listado que se suministra, se incluyen los diversos supuestos propietarios y su forma de permanencia en la obra. Conocidas ciertas prácticas del sector, estas circunstancias son un condicionante importante de los niveles de seguridad y salud que pueden llegarse a alcanzar.

Camión de transporte de materiales.

Se le supone de alquiler puntual. Por lo que la seguridad puede quedar comprometida por las posibles ofertas del mercado de alquiler en el momento de realizarse la obra.

Camión grúa.

Se le supone de alquiler puntual. Por lo que la seguridad puede quedar comprometida por las posibles ofertas del mercado de alquiler en el momento de realizarse la obra.

Retroexcavadora.

Se le supone de alquiler puntual. Por lo que la seguridad puede quedar comprometida por las posibles ofertas del mercado de alquiler en el momento de realizarse la obra.

Maquinas herramientas en general (radiales - cortadoras y asimilables).

Se le supone de propiedad la empresa principal o de alguna subcontrata, por lo que se considera la posibilidad de que el Contratista adjudicatario, exija que haya recibido un mantenimiento aceptable, y que en consecuencia el nivel de seguridad puede ser alto. No obstante, es posible que exista inseguridad, en el caso de servirse material viejo en buen uso.

8.1.5 INSTALACIONES PROVISIONALES PARA LOS TRABAJADORES Y AÉREAS AUXILIARES DE EMPRESA

Dado el volumen de trabajadores y tiempo previsto, son pequeños no se prevé el uso de instalaciones provisionales para los trabajadores.

8.1.6 FASES CRÍTICAS PARA LA PREVENCIÓN

A la vista del plan de ejecución de obra segura, así como de las características técnicas de la obra, se define el siguiente diagrama crítico de riesgos, como consecuencia, de que cada fase de esta obra posee sus riesgos específicos tal y como queda reflejado en el apartado correspondiente. Cuando dos o más actividades de obra coinciden, los riesgos potenciales que se generan son distintos, se agravan por coincidir vertical y temporalmente, alcanzando valores superiores a la suma de los riesgos de las fases coincidentes. Teniendo presente esto y que todo el proceso de producción es peligroso en sí mismo, se destacan las siguientes fases globales especialmente peligrosas en sí mismas y más aún cuando coinciden entre sí como es el caso de esta obra:

- Movimiento de tierras.
- Posicionamiento de postes.
- Conexión de cables y conexión a la red.

8.1.7 ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INICIAL DE LOS RIESGOS DE LAMT

Este análisis inicial de riesgos se realiza sobre papel antes del comienzo de la obra; se trata de un trabajo previo necesario, para la concreción de los supuestos de riesgo previsibles durante la ejecución de los trabajos, por consiguiente, es una aproximación realista a lo que pueda suceder en la obra. El siguiente análisis y evaluación inicial de riesgos, se realizó sobre el proyecto de ejecución de la obra, en consecuencia, de la tecnología decidida para construir, que puede ser variada por el contratista adjudicatario en su plan de seguridad y salud, cuando lo adapte a la tecnología de construcción que le sea propia. En todo caso, los riesgos aquí analizados, se resuelven mediante la protección colectiva necesaria, los equipos de protección individual y señalización oportunos para su neutralización o reducción a la categoría de “riesgo trivial” o “riesgo moderado”, porque se entienden “controlados sobre el papel” por las decisiones preventivas que se adoptan en este estudio básico de seguridad y salud. El éxito de estas prevenciones actuales dependerá del nivel de seguridad que se alcance durante la ejecución de la obra. En todo caso, esta autoría de seguridad entiende que el plan de seguridad y salud que componga el contratista adjudicatario respetara la metodología y concreción conseguidas por este trabajo.

Análisis y evaluación inicial de riesgos clasificados por las actividades de la obra, normas de prevención, y prendas de protección.



Imagen 15. Casco de protección



Imagen 16. Botas de protección

ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INICIAL DE RIESGOS													
Actividad: Excavación de tierras.							Lugar de Evaluación: sobre planos						
Nombre del peligro identificado	Probabilidad			Protecc.		Consecuencias			Estimación del riesgo				
	B	M	A	C	i	Ld	D	Ed	T	To	M	I	In
Caídas de objetos, (piedras, etc., sobre las personas).	X				X		X			X			
Golpes por objetos desprendidos en manipulación	X						X			X			
Caídas de personas al entrar y salir de los pozos	X			X	X	X							
Caídas de personas al caminar por las proximidades de un pozo, (ausencia de iluminación, de señalización o de oclusión)	X			X	X	X			X				
Derrumbamiento de las paredes del pozo, (ausencia de blindajes; fallo de entibaciones artesanales).	X			X	X	X			X				
Interferencias con conducciones subterráneas, (inundación súbita; electrocución; gas ciudad con riesgo añadido de explosión)	X				X		X			X			
Asfixia, (por gases procedentes de alcantarillado o simple falta de oxígeno).	X				X		X			X			
Sobre esfuerzos, (permanecer en posturas forzadas, sobrecargas).	X				X		X			X			
Estrés térmico, (en general por temperatura alta).	X				X	X			X				
Proyección violenta de partículas	X				X	X			X				
Polvo ambiental		X			X	X				X			
Interpretación de las abreviaturas													
Probabilidad				Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo				
B Baja M Media A Alta				C Colectiva I Individual		Ld Ligeramente dañino D Dañino			T Riesgo Trivial To Riesgo		I Riesgo Importante In riesgo Intolerable		

		Ed Extremadamente dañino	Tolerable M Riesgo Moderado	
--	--	--------------------------------	-----------------------------------	--

Tabla 38.1. Análisis y evaluación inicial de riesgos , excavación de tierras



Normas de prevención

- El personal que realice los trabajos será especialista de probada destreza en este tipo de trabajo.
- El acceso y salida del pozo se efectuará mediante una escalera sólida, anclada en la parte superior del pozo y estará provista de zapatas antideslizantes.
- Quedan prohibidos los acopios (tierras, materiales, etc.) en un círculo de 2 m. Entorno al brocal del pozo.
- Al descubrir cualquier tipo de conducción subterránea (o la que se concrete), se paralizarán los trabajos, avisando a la dirección facultativa de la Obra para que le dicte las instrucciones a seguir.

Protecciones colectivas

- Uso de bandas de material plástico para señalar la excavación.
- Uso de escaleras de mano.

Prendas de protección personal recomendadas

- Casco de polietileno
- Protectores auditivos
- Mascara antipolvo de filtro mecánico recambiable.
- Ropa de trabajo.
- Gafas antipartículas.
- Guantes de cuero.
- Botas de seguridad (Puntera reforzada y suelas antideslizantes)
- Trajes para ambientes húmedos

ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INICIAL DE RIESGOS													
Actividad: Excavación de tierras.							Lugar de Evaluación: sobre planos						
Nombre del peligro identificado	Probabilidad			Protecc.		Consecuencias			Estimación del riesgo				
	B	M	A	C	i	Ld	D	Ed	T	To	M	I	In
Los riesgos propios del lugar de ubicación de la obra y de su entorno natural	X			X		X			X				
Golpes a las personas pro el transporte de grandes piezas en suspensión a gancho de grúa.	X			X	X		X			X			
Atrapamientos durante las maniobras de recibido y ubicación de grandes piezas.	X				X		X			X			
Caídas de personas al mismo nivel, (desorden de obra, superficies resbaladizas).	X				X	X			X				
Caídas de personas a distinto nivel, (empujón por penduleo de la carga en sustentación a gancho de grúa)		X			X		X				X		
Caídas de personas desde altura por: (penduleo de cargas en suspensión a gancho de grúa; arrastre por la carga que se recibe; huecos horizontales y verticales).		X		X	X		X				X		
Vuelco de piezas prefabricadas, (falta o apuntalado peligroso, presentación y recibido peligrosos).	X				X			X			X		
Desplome de piezas prefabricadas, (apuntalado peligroso o presentación incorrecta).	X				X			X			X		
Cortes por manejo de herramientas manuales	X				X	X			X				
Cortes o golpes por manejo de máquinas herramienta.	X				X		X			X			
Sobreesfuerzos, (guía de piezas).	X				X	X			X				
Aplastamiento de manos o pies al recibir las piezas.		X			X		X				X		
Atrapamientos por los medios de elevación y transporte de cargas a gancho.	X						X			X			
Los derivados del uso de medios auxiliares,	X				X	X			X				

(borriquetas, escaleras, andamios, etc.)														
Interpretación de las abreviaturas														
Probabilidad				Protección	Consecuencias				Estimación del riesgo					
B Baja M Media A Alta				C Colectiva I Individual	Ld Ligeramente dañino D Dañino Ed Extremadamente dañino				T Riesgo Trivial To Riesgo Tolerable M Riesgo Moderado			I Riesgo Importante In riesgo Intolerable		

Tabla 38.2.. Análisis y evaluación inicial de riesgos , excavación de tierra



Normas de prevención

- Los prefabricados se descargan de los camiones y se acopiarán en los lugares señalados.
- Los prefabricados se acopiarán en posición horizontal sobre durmientes dispuestos por capas.
- El material o piezas que sean izadas por medio del gancho de la grúa, serán guiados mediante cabos sujetos a los extremos de la pieza mediante un equipo formado por tres personas. Dos de ellas gobernarán la pieza mediante los cabos mientras que un tercero guiará la maniobra.
- Una vez presentado en el sitio de instalación, se procederá, sin descolgarlo del gancho de la grúa y sin descuidar los cabos, al montaje definitivo. Concluido el cual, podrá desprenderse del gancho. Realice las maniobras de la forma más sincronizada posible, no olvide que maneja elementos sumamente pesados con gran inercia durante las maniobras.
- Se prohíbe trabajar o permanecer en lugares de tránsito de piezas suspendidas en prevención de un posible desplome.
- Si alguna de las piezas llega a su sitio de instalación girando sobre sí misma, se la intentara detener únicamente utilizando los cabos de gobierno.
- El terreno circundante permanecerá libre de materiales o herramientas que puedan entorpecer u obstaculizar las maniobras de instalación.

Protección colectiva

- Uso de escaleras de mano que cumplan normativa.
- Uso de andamios que cumplan normativa.

Prendas de protección personal recomendadas

- Casco de polietileno.
- Ropa de trabajo.
- Guantes de cuero.

- Botas de seguridad (Puntera reforzada y suelas antideslizantes)



ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INICIAL DE RIESGOS													
Actividad: Excavación de tierras.							Lugar de Evaluación: sobre planos						
Nombre del peligro identificado	Probabilidad			Protecc.		Consecuencias			Estimación del riesgo				
	B	M	A	C	i	Ld	D	Ed	T	To	M	I	In
Caídas al mismo nivel, (desorden; usar medios auxiliares deteriorados, improvisados o peligrosos).	X				X	X			X				
Caídas a distinto nivel, (trabajos al borde de cortes del terreno o de losas; desorden; usar medios auxiliares deteriorados, improvisados o peligrosos).		X		X	X		X				X		
Contactos eléctricos directos; (exceso de confianza; empalmes peligrosos; puenteo de las protecciones eléctricas; trabajos en tensión; impericia).		X		X	X		X				X		
Contactos eléctricos indirectos.		X					X				X		
Pisadas sobre materiales sueltos	X				X	X			X				
Pinchazos y cortes por: (alambres; cables eléctricos; tijeras; alicates)	X				X	X			X				
Sobre esfuerzos, (transporte de cables eléctricos y manejo de guías y cables).	X				X	X			X				
Cortes y erosiones por manipulación de guías y cables.	X				X	X			X				
Incendio por hacer fuego o fumar junto a materiales inflamables	X			X		X			X				
Interpretación de las abreviaturas													
Probabilidad				Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo				
B Baja M Media A Alta				C Colectiva I Individual		Ld Ligeramente dañino D Dañino Ed Extremadamente dañino			T Riesgo Trivial To Riesgo Tolerable M Riesgo Moderado			I Riesgo Importante In riesgo Intolerable	

Tabla 38.3. Análisis y evaluación inicial de riesgos , excavación de tierra.

Normas de prevención

- Contemplar el Reglamento de Alta Tensión y el de Baja.
- Abrir con corte visible todas las fuentes de tensión, mediante interruptores y seccionadores que aseguren la imposibilidad de su cierre intempestivo.
- Enclavamiento o bloqueo mecánico, eléctrico neumático o físico, si es posible, de los aparatos de corte y señalización en el mando de estos.
- Reconocimiento de la ausencia de tensión en los conductores de la instalación.
- Puesta a tierra y en cortocircuito de todas las posibles fuentes de tensión.
- Colocar las señales de seguridad adecuadas, y delimitar la zona de trabajo.
- El montaje de aparatos eléctricos será ejecutado siempre por personal especialista, en prevención de los riesgos por montajes incorrectos.
- Las herramientas a utilizar por los electricistas instaladores estarán protegidas con material aislante normalizado contra los contactos de energía eléctrica.
- Las herramientas cuyo aislamiento este deteriorado serán retiradas y sustituidas por otras en buen estado de forma inmediata.
- Las pruebas de funcionamiento de la instalación serán anunciadas a todo el personal de la obra antes de ser iniciadas, para evitar accidentes.
- Antes de hacer entrar en carga a la instalación eléctrica, se hará una revisión en profundidad de las conexiones de mecanismos, protecciones y empalmes.

Protección colectiva

- Alfombra aislante
- Comprobadores de tensión

Prendas de protección personal recomendadas

- Pértiga aislante
- Banqueta o alfombra aislante.
- Casco de polietileno.
- Botas de seguridad.
- Botas aislantes de la electricidad.
- Ropa de trabajo.
- Guantes de cuero.
- Herramientas aislantes.

Análisis y evaluación inicial de riesgos clasificados por la maquinaria a intervenir en la obra.



ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INICIAL DE RIESGOS													
Actividad: Camión de transporte de materiales.							Lugar de Evaluación: sobre planos						
Nombre del peligro identificado	Probabilidad			Protecc.		Consecuencias			Estimación del riesgo				
	B	M	A	C	i	Ld	D	Ed	T	To	M	I	In
Riesgos de accidentes de circulación, (impericia; somnolencia; caos circulatorio).	X				X	X			X				
Riesgos inherentes a los trabajos realizados en su proximidad	X			X			X		X				
Atropello de personas por: (maniobras en retroceso; ausencia de señalistas; errores de planificación; falta de señalización; ausencia de semáforos).		X					X				X		
Choques al entrar y salir de la obra por: (maniobras en retroceso; ausencia de señalistas; errores de planificación; falta de señalización; ausencia de semáforos)	X						X		X				
Vuelco del camión por: (superar obstáculos; fuertes pendientes; medias laderas; desplazamiento de la carga)	X						X		X				
Caídas desde la caja al suelo por: (caminar sobre la carga; subir y bajar por lugares imprevistos para ello).	X						X		X				
Proyección de partículas por (viento; movimiento de la carga).	X							X			X		
Atrapamiento entre objetos, (permanecer entre la carga en los desplazamientos del camión)		X					X				X		
Contacto con la corriente eléctrica (caja izada bajo líneas eléctricas)	X			X		X			X				
Interpretación de las abreviaturas													
Probabilidad				Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo				
B Baja M Media A Alta				C Colectiva I Individual		Ld Ligeramente dañino D Dañino Ed Extremadamente			T Riesgo Trivial To Riesgo Tolerable M Riesgo			I Riesgo Importante In riesgo Intolerable	

		daño	Moderado	
--	--	------	----------	--

Tabla 39. Análisis y evaluación inicial de los riesgos, Camión de transporte de materiales



Normas de prevención

- Las operaciones de carga y descarga de camiones se efectuará en los lugares indicados a tal efecto en los planos del estudio.
- Todos los camiones deberán estar en perfectas condiciones de mantenimiento y conservación.
- Antes de iniciar las maniobras de carga y descarga del material, además de haber accionado el freno de mano de la cabina del camión, se instalarán calzos de inmovilización en las ruedas, en prevención de accidentes por fallo mecánico. Especialmente si la carga o descarga se realiza sobre planos inclinados.
- Las maniobras de posicionamiento y salida serán dirigidas por un señalista.
- El ascenso y descenso de las cajas de los camiones, se efectuará mediante escalerillas mecánicas fabricadas para tal menester.
- Todas las maniobras de carga y descarga serán dirigidas por un especialista conocedor del proceder más adecuado.
- Las cargas se instalarán sobre la caja de forma uniforme compensando los pesos.

Protección colectiva

- Uso de bandas de material plástico para señalizar la zona de maniobra.
- Síganse las instrucciones del señalista.
- Las rampas de acceso no superaran el 20% de inclinación
- No estacionar o circular a menos de 2 m. Del corte de terreno, en previsión de accidentes por vuelco.

Prendas de protección personal recomendadas

- Casco de polietileno.
- Botas de seguridad.
- Ropa de trabajo.
- Guantes de cuero.

- Calzado para la conducción.



ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INICIAL DE RIESGOS													
Actividad: Camión grúa.							Lugar de Evaluación: sobre planos						
Nombre del peligro identificado	Probabilidad			Protecc.		Consecuencias			Estimación del riesgo				
	B	M	A	C	i	Ld	D	Ed	T	To	M	I	In
Riesgos de accidentes de circulación, (impericia; somnolencia; caos circulatorio).	X				X	X			X				
Riesgos inherentes a los trabajos realizados en su proximidad.	X			X			X		X				
Atropello de personas por: (maniobras en retroceso; ausencia de señalistas; errores de planificación; falta de señalización; ausencia de semáforos).		X					X				X		
Contacto con la energía eléctrica, (sobrepasar los gálibos de seguridad bajo líneas eléctricas aéreas).	X			X			X			X			
Choques al entrar y salir de la obra por: (maniobras en retroceso; ausencia de señalistas; errores de planificación; falta de señalización; ausencia de semáforos).	X						X			X			
Atrapamiento, (maniobras de carga y descarga).	X						X			X			
Golpes por objetos, (maniobras de carga y descarga).		X					X				X		
Caídas al subir o bajar a la zona de mandos por lugares imprevistos.		X					X				X		
Desprendimiento de la carga por eslingado peligros	X							X			X		
Golpes por la carga a paramentos verticales u horizontales durante las maniobras de servicio	X						X			X			
Ruido		X			X	X			X				
Riesgo de accidente por estacionamiento en arcenes		X		X		X			X				
Interpretación de las abreviaturas													
Probabilidad				Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo				

B Baja	C	Ld Ligeramente	T Riesgo	I Riesgo
M Media	Colectiva	daño	Trivial	Importante In
A Alta	I Individual	D Daño	To Riesgo	riesgo Intolerable
		Ed	Tolerable	
		Extremadamente	M Riesgo	
		daño	Moderado	

Tabla 40. Análisis y evaluación inicial de los riesgos, Camión grúa



Normas de prevención

- Antes de iniciar las maniobras de carga se instalarán los calzos inmovilizadores en las cuatro ruedas y los gatos estabilizadores.
- Las maniobras de carga y descarga serán dirigidas por un señalista. Los ganchos de cuelgue estarán dotados de pestillos de seguridad.
- Se prohíbe sobrepasar la carga máxima admisible fijada por el fabricante del camión en función de la extensión del brazo-grúa.
- El gruista tendrá en todo momento a la vista la carga suspendida. Si esto no es posible, las maniobras serán expresamente dirigidas por un señalista.
- Se prohíbe la permanencia bajo cargas en suspensión.
- Si entra en contacto con una línea eléctrica pida auxilio con la bocina y espere recibir instrucciones. No intente abandonar la cabina, aunque el contacto con la energía eléctrica haya cesado, es posible que el camión-grúa siga cargado de electricidad.
- No permita que nadie se encarama sobre la carga, ni se cuelgue del gancho.
- No realice nunca arrastres de carga o tirones sesgados. La grúa puede volcar, o en el mejor de los casos dañarse.
- No abandone la grúa con carga suspendida.

Protección colectiva

- Uso de bandas de material plástico para señalar la zona de maniobra.
- Síganse las instrucciones del señalista.
- Las rampas de acceso no superaran el 20% de inclinación
- No estacionar o circular a menos de 2 m. Del corte de terreno, en previsión de accidentes por vuelco.

Prendas de protección personal recomendadas

- Casco de polietileno.
- Botas de seguridad.
- Ropa de trabajo.
- Guantes de cuero.

- Calzado para la conducción.



ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INICIAL DE RIESGOS													
Actividad: Retroexcavadora sobre orugas o sobre neumáticos.							Lugar de Evaluación: sobre planos						
Nombre del peligro identificado	Probabilidad			Protecc.		Consecuencias			Estimación del riesgo				
	B	M	A	C	i	Ld	D	Ed	T	To	M	I	In
Atropello por: (mala visibilidad; campo visual del maquinista disminuido por suciedad u objetos; tajos ajenos próximos a la maquina; caminos de circulación comunes para máquinas y trabajadores; falta de planificación; falta de señalización).	X						X			X			
Deslizamiento lateral o frontal fuera de control de la máquina, (terrenos embarrados; impericia)	X						X			X			
Maquina en marcha fuera de control pro abandono de la cabina sin desconectar la máquina.	X						X			X			
Vuelco de la maquina: (apoyo peligroso de los estabilizadores; inclinación del terreno superior a la admisible para la estabilidad de la maquina o para su desplazamiento).	X			X				X			X		
Caída de la maquina a zanjas, (trabajos en los laterales; rotura del terreno por sobrecarga)	X			X				X			X		
Caída por pendientes, (trabajos al borde de taludes, cortes y asimilables)	X							X		X			
Vuelco de la maquina por: (superar pendientes superiores a las recomendadas por su fabricante; circulación con el cazo elevado o cargado; impericia)	X							X				X	
Choque contra otros vehículos, (falta de visibilidad; falta de señalización; errores de planificación; falta de iluminación; impericia).	X			X			X			X			
Contacto con las líneas eléctricas aéreas o enterradas, (errores de planificación; errores en planos; impericia; abuso de confianza).	X			X			X						
Interferencias con infraestructuras urbanas de alcantarillado, red de aguas y líneas de conducción de gas o de electricidad por: (errores de planificación; errores en planos; impericia;	X			X			X			X			

abuso de confianza).														
Desplomes de las paredes de los terrenos de las zanjas por :(sobrecargas al borde, vibraciones del terreno por la presencia de la maquina).		X					X					X		
Incendio, (manipulación de combustibles- fumar- almacenar combustible sobre la maquina)	X			X			X			X				
Quemaduras, (trabajos de mantenimiento; impericia).	X				X		X			X				
Atrapamiento, (trabajos de mantenimiento; impericia; abuso de confianza).		X			X		X					X		
Proyección violenta de objetos, (rotura de rocas).	X				X		X			X				
Caída de personas desde la máquina, (subir o bajar por lugares no previstos para ello; saltar directamente desde la maquina al suelo).		X			X		X					X		
Golpes, (trabajos de refino de terrenos en la proximidad de la maquina).		X			X		X					X		
Ruido propio y ambiental, (cabinas sin insonorización).	X				X	X				X				
Vibraciones, (Cabinas sin insonorización)		X			X		X					X		
Proyección violenta de objetos a los ojos	X				X	X				X				
Estrés térmico, (frío, calor) por: (cabinas sin calefacción ni refrigeración). Riesgo de accidente por estacionamiento en arcenes.		X			X	X				X				
Interpretación de las abreviaturas														
Probabilidad	Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo								
B Baja M Media A Alta	C Colectiva I Individual		Ld Ligeramente daño D Daño Ed Extremadamente daño			T Riesgo Trivial To Riesgo Tolerable M Riesgo Moderado		I Riesgo Importante In riesgo Intolerable						

Tabla 41. Análisis y evaluación inicial de los riesgos, Retroexcavadora sobre orugas o sobre neumáticos

Normas de prevención

- Para subir o bajar, utilice los peldaños y asideros dispuestos para tal menester.
- No permita el acceso a la retroexcavadora, a personas no autorizadas.
- Utilice los caminos de circulación interna de la obra para desplazarse por la misma. • No abandonar la retroexcavadora con el motor en marcha, y sin haber depositado la cuchara en el suelo.
- Se prohíbe el transporte de personas sobre la retroexcavadora.
- Se prohíbe utilizar el brazo articulado para izar a personas y acceder a trabajos puntuales.
- Antes de realizar maniobras de movimiento de tierras se deben poner en servicio los apoyos hidráulicos de inmovilización.
- Se prohíbe utilizar la retroexcavadora como grúa, a no ser que se acuerde anteriormente con el Coordinador en materia de Seguridad y Salud.

Protección colectiva

- Uso de bandas de material plástico para señalar la zona de maniobra.
- Las rampas de acceso no superaran el 20% de inclinación
- No estacionar o circular a menos de 2 m. Del corte de terreno, en previsión de accidentes por vuelco.

Prendas de protección personal recomendadas

- Casco de polietileno.
- Botas de seguridad.
- Ropa de trabajo.
- Guantes de cuero.
- Calzado para la conducción

ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INICIAL DE RIESGOS													
Actividad: Maquinas herramientas eléctricas en general: radiales, cizallas, cortadoras, sierras y asimilables.							Lugar de Evaluación: sobre planos						
Nombre del peligro identificado	Probabilidad			Protecc.		Consecuencias			Estimación del riesgo				
	B	M	A	C	i	Ld	D	Ed	T	To	M	I	In
Cortes por: (el disco de corte; proyección de objetos; voluntarismo; impericia).		X			X		X				X		
Quemaduras por :(el disco de corte; tocar objetos calientes; voluntarismo; impericia)		X			X	X				X			
Golpes por: (objetos móviles; proyección de objetos).		X			X		X				X		
Proyección violenta de fragmentos, (materiales o rotura de piezas móviles).		X			X		X				X		
Caída de objetos a lugares inferiores.		X					X				X		
Contacto con la energía eléctrica, (anulación de protecciones; conexiones directas sin clavijas; cables lacerados o rotos).		X					X				X		
Vibraciones.		X			X		X				X		
Ruido		X			X	X				X			
Polvo		X			X	X				X			
Sobreesfuerzos, (trabajar largo tiempo en posturas obligadas).		X			X	X				X			
Interpretación de las abreviaturas													
Probabilidad			Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo					
B Baja	M Media	A Alta	C Colectiva	I Individual	Ld Ligeramente dañino	D Dañino	Ed Extremadamente dañino	T Riesgo Trivial	To Riesgo Tolerable	M Riesgo Moderado	I Riesgo Importante	In riesgo Intolerable	

Tabla 42. Análisis y evaluación inicial de los riesgos, Maquinas herramientas eléctricas en general: radiales, cizallas, cortadoras, sierras y asimilables

Normas de prevención

- Las máquinas-herramienta eléctricas a utilizar estarán protegidas eléctricamente mediante doble aislamiento.
- Los motores eléctricos de las máquinas-herramienta estarán protegidos por la carcasa y los resguardos propios de cada aparato, para evitar los riesgos de atrapamientos, o contacto con energía eléctrica.
- Las transmisiones motrices con correas estarán siempre protegidas, mediante bastidor que soporte una malla metálica, dispuesta de tal forma, que, permitiendo la observación de la correcta transmisión motriz, impida el atrapamiento de los operarios o de los objetos.
- Se prohíbe realizar reparaciones o manipulaciones en la maquinaria accionada por transmisiones o por correas, en marcha. Se realizarán con el motor parado, para evitar accidentes.
- El montaje y ajuste de transmisiones por correas se realizará mediante montacorreas o dispositivos similares, nunca con destornilladores, o directamente con las manos, para evitar riesgos de atrapamientos.
- Las transmisiones accionadas mediante engranajes estarán protegidas mediante un bastidor soporte de un cerramiento a base de malla metálica, que, permitiendo la observación del buen funcionamiento, impida el atrapamiento de personas u objetos.
- Las máquinas en situación de avería o semiavería, se paralizarán inmediatamente, quedando señalizadas mediante una señal de peligro: No conectar, equipo averiado. Y es recomendable que se retiren los fusibles o contactores.
- Las máquinas herramienta con capacidad de corte, tendrán el disco protegido mediante una carcasa anti-proyecciones.
- Las máquinas herramienta no protegidas eléctricamente con doble aislamiento, tendrán sus carcasas de protección conectadas a la red de tierra en combinación con los disyuntores diferenciales del cuadro eléctrico general de obra.

- Las máquinas herramienta a utilizar en lugares en los que existen productos inflamables o explosivos, están protegidos mediante carcasas antideflagrantes.
- En ambientes húmedos la alimentación para las maquinas no protegidas con doble aislamiento se realizará mediante conexión a transformadores a 24 V.
- El transporte aéreo mediante gancho de grúa de las maquinas herramientas, se realizarán ubicándolas en interior de una batea implantada resistente, para evitar riesgos de caída de la carga.
- En prevención de inhalación de polvo ambiental, las máquinas-herramienta con producción de polvo se usarán en vía húmeda, para evitar trabajar en el interior de atmósferas nocivas.
- Las herramientas accionadas mediante compresor se utilizarán a una distancia mínima del mismo de 10 m para evitar el riesgo debido al alto nivel acústico del compresor.
- Se prohíbe el uso de máquinas- herramientas al personal no autorizado para evitar accidentes por impericia.
- Se prohíbe dejar las herramientas eléctricas de corte abandonadas en el suelo, para evitar accidentes.
- Las conexiones eléctricas de todas las maquinas herramientas a utilizar, estarán siempre protegidas por su correspondiente carcasa anti-contactos eléctricos.
- Siempre que sea posible, las mangueras de presión se instalaran de forma aérea. Se señalarán mediante cuerda de banderolas, en los cruces con vías de circulación interna.

Prendas de protección personal recomendadas

- Casco de polietileno.
- Botas de seguridad.
- Ropa de trabajo.
- Guantes de cuero.
- Gafas de seguridad.

- Protectores auditivos.
- Cinturón de seguridad clase A o C.

Análisis y evaluación inicial de riesgo de incendios

El proyecto de ejecución prevé el uso en la obra de materiales y sustancias capaces de originar un incendio. Sabemos que las obras pueden llegar a incendiarse por las experiencias que en tal sentido conocemos. Esta obra en concreto está sujeta al riesgo de incendio porque en ella coincidirán: el fuego y el calor, el comburente y los combustibles como tales o en forma de objetos y sustancias con tal propiedad. La experiencia nos ha demostrado y los medios de comunicación social así lo han divulgado, que las obras pueden arder por causas diversas, que van desde la negligencia simple, a las prácticas de riesgo por vicios adquiridos en la realización de los trabajos o a causas fortuitas.



ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INICIAL DE RIESGOS													
Nombre del peligro identificado	Probabilidad			Protecc.		Consecuencias			Estimación del riesgo				
	B	M	A	C	i	Ld	D	Ed	T	To	M	I	In
Incendio	X			X			X				X		
Interpretación de las abreviaturas													
Probabilidad		Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo						
B Baja	M Media	A Alta	C Colectiva	I Individual	Ld Ligeramente dañino	D Dañino	Ed Extremadamente dañino	T Riesgo Trivial	To Riesgo Tolerable	M Riesgo Moderado	I Riesgo Importante	In riesgo Intolerable	

Tabla 43. Análisis y evaluación inicial de los riesgos, Incendio



Normas de prevención

- Orden y limpieza general.
- Ubicación de almacenes de materiales combustibles alejados de lugares con peligro de inflamación.
- Señalización de prohibido fumar, peligro de incendio, peligro de explosión, localización de extintores.
- Protección colectiva.
- Posicionamiento de extintores en lugares cercanos al trabajo, y lo suficientemente señalizados.

8.1.8 ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INICIAL DE LOS RIESGOS DE LSMT

Las diferentes tareas a realizar durante la ejecución de una obra llevan asociados una serie de riesgos ante los cuales deberán adoptarse unas medidas preventivas. En una obra relativa a un Proyecto Tipo de Líneas Eléctricas Subterráneas hasta 20 kV tales factores de riesgo son:

- Transporte de materiales
- Apertura de zanjas
- Cercanía a instalaciones de Media Tensión
- Canalización de la línea
- Trabajos en tensión
- Puesta en servicio en frío
- Puesta en servicio en tensión

A. Factor de riesgo: Transporte de materiales:

Es el riesgo derivado del transporte de los materiales en el lugar de ejecución de la obra.

RIESGOS ASOCIADOS	MEDIDAS PREVENTIVAS
-------------------	---------------------

<p>Caída de personas al mismo nivel Cortes Caída de objetos Desprendimientos, desplomes y derrumbes Atrapamiento Confinamiento Condiciones ambientales y señalización</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Inspección del estado del terreno - Utilizar los pasos y vías existentes - Limitar la velocidad de los vehículos - Delimitación de puntos peligrosos (zanjas, pozos, ...) - Respetar zonas señalizadas y delimitadas - Exigir y mantener orden - Precaución en transporte de materiales
---	---

Tabla 44. Riesgos asociados y medidas preventivas, transporte de materiales

Protecciones individuales a utilizar:

- Guantes protección
- Cascos de seguridad
- Botas de seguridad

B. Factor de riesgo: Apertura de zanjas:

Es el riesgo derivado de la apertura de zanjas para líneas de M.T. tanto para las personas que están llevando a cabo la operación, como para las que se encuentran en las proximidades.

RIESGOS ASOCIADOS	MEDIDAS PREVENTIVAS
<p>Caída de personas al mismo nivel</p> <p>Caída de personas a distinto nivel</p> <p>Caída de objetos</p> <p>Desprendimientos, desplomes y derrumbes</p> <p>Choques y golpes</p> <p>Proyecciones</p> <p>Explosiones</p> <p>Electrocución</p> <p>Cortes</p> <p>Sobrecarga física</p> <p>Confinamiento y atrapamiento</p>	<p>– Conocimiento de las instalaciones mediante planos.</p> <p>– Notificación a todo el personal de la obra, de los cruzamientos y paralelismos con otras líneas eléctricas de alta, media y baja tensión, así como canalizaciones de agua, gas y líquidos inflamables.</p> <p>– Hacer uso correcto de las herramientas necesarias para la apertura de la zanja, tanto si son:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Manuales (picos, palas, etc.) • Mecánicas (perforador neumático) • Motorizadas (vehículos) <p>– Delimitar y señalizar la zona de trabajo.</p> <p>– Se debe entibar la zanja siempre que el terreno sea blando o se trabaje a más de 1,5 m de profundidad, comprobando el estado del terreno y entibado después de fuertes lluvias y cada vez que se reinicia el trabajo.</p>

Tabla 45. Riesgos asociados y medidas preventivas, Apertura de zanjas

Protecciones colectivas a utilizar:

Material de señalización y delimitación (Cinta delimitadora, señales...). Las propias de los trabajos a realizar y de las herramientas a emplear.

Protecciones individuales a utilizar:

Casco de seguridad, botas de seguridad, guantes de seguridad, gafas contra impactos y protectores auditivos

C. Factor de riesgo: Cercanía a instalaciones de media tensión:

Es el riesgo derivado de las líneas de media tensión para las personas cuando se encuentran en proximidad de estas instalaciones.



RIESGOS ASOCIADOS	MEDIDAS PREVENTIVAS
<p>Caída de personas al mismo nivel</p> <p>Caída de personas a distinto nivel</p> <p>Caída de objetos</p> <p>Desprendimientos, desplomes y derrumbes</p> <p>Choques y golpes</p> <p>Proyecciones</p> <p>Contactos eléctricos</p> <p>Arco eléctrico</p> <p>Explosiones</p> <p>Incendios</p>	<p>– En proximidad de líneas subterráneas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Solicitar el descargo de la línea en trabajos con herramientas y útiles manuales (distancia inferior a 0,5 m) o en operaciones con útiles mecánicos (distancia inferior a 1 m). • Si no es posible el descargo, eliminar los reenganches. • Manipulaciones de cables: con descargo solicitado y usando elementos aislantes adecuados al nivel de tensión. • Usar medios de protección adecuados (alfombras y guantes aislantes). • Medidas preventivas a adoptar por el Jefe de Trabajos: conocimiento de las instalaciones mediante planos, notificación de la proximidad de conductores en tensión, señalización de los cables, designación de vigilante de los trabajos y aislamiento selectivo de cables. <p>– Cumplimiento de las disposiciones legales existentes (distancias, cruzamientos, paralelismos...)</p> <p>– Puestas a tierra en buen estado:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tratamiento químico del terreno si hay que reducir la resistencia de la toma de tierra. • Comprobación en el momento de su establecimiento y revisión cada seis años. • Terreno no favorable: descubrir cada nueve años. <p>– Protección frente a sobreintensidades:</p>

	<p>cortacircuitos fusibles e interruptores automáticos.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Protección frente a sobretensiones: pararrayos y auto válvulas. - Notificación de Anomalías en las instalaciones siempre que se detecten. - Solicitar el Permiso de Trabajos con Riesgos Especiales.
--	--

Tabla 46. Riesgos asociados y medidas preventivas, Cercanía a instalaciones de media tensión

Protecciones colectivas a utilizar:

Circuito de puesta a tierra, protección contra sobreintensidades (cortacircuitos, fusibles e interruptores automáticos), protección contra sobretensiones (pararrayos), señalización y delimitación.

Protecciones individuales a utilizar:

Guantes, casco y botas de seguridad.

D. Factor de riesgo: Canalización de la línea

Es el riesgo derivado de la canalización de una línea subterránea de M.T., tanto para las personas que la llevan a cabo como para aquellas otras que se encuentran en las proximidades.

RIESGOS ASOCIADOS	MEDIDAS PREVENTIVAS
Caída de personas al mismo nivel Caída de personas a distinto nivel Caída de objetos Desprendimientos, desplomes y derrumbes Choques y golpes Cortes Sobrecarga física Confinamiento y atrapamiento	<ul style="list-style-type: none"> - Delimitar y señalizar la zona de trabajo, con especial precaución en las vías públicas donde existan vehículos de tracción mecánica, sus accesos y proximidades. - Precaución en el manejo de las bobinas y los conductores. - Prevención de explosiones y efecto látigo: <ul style="list-style-type: none"> • Cumplimiento de las disposiciones reglamentarias. • Fijación de los cables mediante abrazaderas. - En caso de entubado y hormigonado, señalizar y delimitar la zona de trabajo a fin de evitar posibles accidentes.

Tabla 47. Riesgos asociados y medidas preventivas: Canalización de la línea

Protecciones colectivas a utilizar:

Material de señalización y delimitación (Cinta delimitadora, señales...). Las propias de los trabajos a realizar y de las herramientas a emplear.

Protecciones individuales a utilizar:

Casco de seguridad, botas de seguridad, guantes de seguridad, y gafas contra impactos.

E. Factor de riesgo: Trabajos en tensión

Es el riesgo derivado de las operaciones llevadas a cabo en líneas Subterráneas de Media Tensión sin ausencia de tensión.

RIESGOS ASOCIADOS	MEDIDAS PREVENTIVAS
<p>Caída de personas a mismo nivel</p> <p>Caída de objetos</p> <p>Cortes</p> <p>Contactos eléctricos</p> <p>Arco eléctrico</p> <p>Electrocución</p>	<ul style="list-style-type: none"> - En proximidad de líneas subterráneas: <ul style="list-style-type: none"> • Solicitar el descargo de la línea en trabajos con herramientas y útiles manuales (distancia inferior a 0,5 m) o en operaciones con útiles mecánicos (distancia inferior a 1 m). • Si no es posible el descargo, eliminar los reenganches. • Manipulaciones de cables: con descargo solicitado y usando elementos aislantes adecuados al nivel de tensión. • Usar medios de protección adecuados (alfombras y guantes aislantes). • Medidas preventivas a adoptar por el Jefe de Trabajos: conocimiento de las instalaciones mediante planos, notificación de la proximidad de conductores en tensión, señalización de los cables, designación de vigilante de los trabajos y aislamiento selectivo de cables. - Cumplimiento de las disposiciones legales existentes (distancias, cruzamientos, paralelismos...) - Protección frente a sobreintensidades: cortacircuitos fusibles e interruptores automáticos. - Protección frente a sobretensiones: pararrayos y auto válvulas. - Notificación de Anomalías en las instalaciones siempre que se detecten. - En la fecha de inicio de los trabajos: <ul style="list-style-type: none"> • Supresión de los reenganches automáticos, si los tiene, y prohibición de la puesta en servicio de la instalación, en

	<p>caso de desconexión, sin la previa conformidad del jefe de trabajo.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Establecimiento de una comunicación con el lugar de trabajo o sitio próximo a él (radio, teléfono, etc) que permita cualquier maniobra de urgencia que sea necesaria. <p>– Antes de comenzar a reanudar los trabajos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Exposición, por parte del Jefe del Trabajo, a los operarios del Procedimiento de Ejecución, cerciorándose de la perfecta comprensión del mismo. • Se comprobará que todos los equipos y herramientas que sean necesarias existen y se encuentran en perfecto estado y se verificará visualmente el estado de la instalación. <p>– Durante la realización del trabajo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El jefe del trabajo dirigirá y controlará los trabajos, siendo responsable de las medidas de cualquier orden que afecten a la seguridad de los mismos. • Si la naturaleza o amplitud de los trabajos no le permiten asegurar personalmente su vigilancia, debe asignar, para secundarle, a uno o más operarios habilitados. <p>– Al finalizar los trabajos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El Jefe del Trabajo se asegurará de su buena ejecución y comunicará al Jefe de Explotación el fin de los mismos
--	--

Tabla 48. Riesgos asociados y medidas preventivas: Trabajos en tensión

RIESGOS ASOCIADOS	MEDIDAS PREVENTIVAS
	<ul style="list-style-type: none"> - El jefe de Explotación tomará las medidas necesarias para dejar la instalación en las condiciones normales de explotación.

Protecciones colectivas a utilizar:

Material de señalización y delimitación (Cinta delimitadora, señales...). Las propias de los trabajos a realizar. Bolsa portaherramientas y cuerda de servicio.

Protecciones individuales a utilizar:

Casco, guantes y botas de seguridad, banqueta, alfombra aislante y guantes aislantes.

F. Factor de riesgo: Puesta en servicio en tensión

Es el riesgo derivado de la puesta en servicio de una línea subterránea de M.T. sin ausencia de tensión.

RIESGOS ASOCIADOS	MEDIDAS PREVENTIVAS
<p>Caída de personas al mismo nivel Caída de objetos Cortes Contactos eléctricos Arco eléctrico Electrocución</p>	<p>– Las correspondientes a trabajos en altura y trabajos en tensión</p> <p>– En la fecha de inicio de los trabajos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Supresión de los reenganches automáticos, si los tiene, y prohibición de la puesta en servicio de la instalación, en caso de desconexión, sin la previa conformidad del jefe de trabajo. • Establecimiento de una comunicación con el lugar de trabajo o sitio próximo a él (radio, teléfono, etc) que permita cualquier maniobra de urgencia que sea necesaria. <p>– Antes de comenzar a reanudar los trabajos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Exposición, por parte del Jefe del Trabajo, a los operarios del Procedimiento de Ejecución, cerciorándose de la perfecta compresión del mismo. • Se comprobará que todos los equipos y herramientas que sean necesarias existen y se encuentran en perfecto estado y se verificará visualmente el estado de la instalación. <p>– Durante la realización del trabajo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El jefe del trabajo dirigirá y controlará los trabajos, siendo responsable de las medidas de cualquier orden que afecten a la seguridad de los mismos. • Si la naturaleza o amplitud de los trabajos no le permiten asegurar personalmente su vigilancia, debe asignar, para secundarle, a uno o más operarios habilitados. <p>– Al finalizar los trabajos:</p>

	<ul style="list-style-type: none"> • El Jefe del Trabajo se asegurará de su buena ejecución y comunicará al Jefe de Explotación el fin de los mismos. • El Jefe de Explotación tomará las medidas necesarias para dejar la instalación en las condiciones normales de explotación.
--	--

Tabla 49. Riesgos asociados y medidas preventivas: Puesta en servicio en tensión

Protecciones colectivas a utilizar:

Material de señalización y delimitación (Cinta delimitadora, señales...).

Detectores de ausencia de tensión. Equipos de Puesta a tierra y en cortocircuito. Las propias de los trabajos a realizar. Bolsa portaherramientas y cuerda de servicio.

Protecciones individuales a utilizar:

Casco, guantes y botas de seguridad, banqueta, alfombra aislante y guantes aislantes

G. Factor de Riesgo: Puesta en servicio en ausencia de tensión

Es el riesgo derivado de la puesta en servicio de una línea subterránea de M.T. habiéndose realizado previamente el descargo de la línea.

RIESGOS ASOCIADOS	MEDIDAS PREVENTIVAS
	<ul style="list-style-type: none"> - Reposición de la tensión después de trabajo. - Después de la ejecución del trabajo, y antes de dar tensión a la instalación, deben efectuarse las operaciones siguientes: <ul style="list-style-type: none"> - En el lugar de trabajo: <ul style="list-style-type: none"> • Si el trabajo ha necesitado la participación de varias personas, el responsable del mismo las reunirá y notificará que se va a proceder a dar tensión. • Retirar las puestas en cortocircuito, si las hubiere. - En el lugar de corte: <ul style="list-style-type: none"> • Retirar el enclavamiento o bloqueo y/o señalización. • Cerrar circuitos.

Tabla 50. Riesgos asociados y medidas preventivas: Puesta en servicio en ausencia de tensión

Protecciones colectivas a utilizar:

Material de señalización y delimitación (Cinta delimitadora, señales...).

Detectores de ausencia de tensión. Equipos de Puesta a tierra y en cortocircuito. Las propias de los trabajos a realizar.

Protecciones individuales a utilizar:

Casco, guantes y botas de seguridad, banqueta, alfombra aislante y guantes aislantes.

8.1.9 PROTECCIÓN COLECTIVA A UTILIZAR EN LA OBRA

Del análisis de riesgos laborales que se ha realizado y de los problemas específicos que plantea la construcción de la obra, se prevé utilizar las contenidas en el siguiente listado:

- Vallas para delimitación de trabajo.
- Bandas de señalización.
- Cuerdas guía para cargas.
- Cuerdas fiadoras de cinturones de seguridad. • Señalización de los riesgos indicados.
- Extintores de incendio.

8.1.10 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR EN LA OBRA

Del análisis de riesgos efectuado, se desprende que existe una serie de ellos que no se han podido resolver con la instalación de la protección colectiva. Son riesgos intrínsecos de las actividades individuales a realizar por los trabajadores y por el resto de las personas que intervienen en la obra.

Consecuentemente se ha decidido utilizar las contenidas en el siguiente listado:

- Botas en loneta reforzada.
- Casco de seguridad. Eléctrico clase E- AT- (alta tensión).
- Guantes aislantes.
- Pértiga aislante.
- Cinturones de seguridad contra las caídas.
- Ropa de trabajo

8.1.11 SEÑALIZACIÓN DE LOS RIESGOS

La prevención diseñada, para mejorar su eficacia, requiere el empleo del siguiente listado de señalización:

Señalización de los riesgos del trabajo

Como complemento de la protección colectiva y de los equipos de protección individual previstos, se decide el empleo de una señalización normalizada, que recuerde en todo momento los riesgos existentes a todos los que trabajan en la obra.

Riesgo en el trab. ADVERTENCIA CARGAS SUSPENDIDAS. Tamaño grande.

Riesgo en el trab. ADVERTENCIA DEL RIESGO ELÉCTRICO. Tamaño pequeño.

Riesgo en el trab. BANDA DE ADVERTENCIA DE PELIGRO.

Riesgo en el trab. PROHIBIDO PASO A PEATONES. Tamaño grande.

Riesgo en el trab. PROTECCIÓN OBLIGATORIA CABEZA. Tamaño grande.

Señal salvamento. LOCALIZACIÓN PRIMEROS AUXILIOS. Tamaño grande.

8.1.12 PREVENCIÓN ASISTENCIAL EN CASO DE ACCIDENTE LABORAL.

Primeros auxilios

Aunque el objetivo global de este estudio básico de seguridad y salud es evitar los accidentes laborales, hay que reconocer que existen causas de difícil control que puedan hacerlos presentes. En consecuencia, es necesario prever la existencia de primeros auxilios para atender a los posibles accidentados.

Maletín botiquín de Primeros auxilios

Las características de la obra no recomiendan la dotación de un local botiquín de primeros auxilios, por ello, se prevé la atención primaria a los accidentados mediante el uso de maletines botiquín de primeros auxilios manejados por personas competentes.

Medicina preventiva

Con el fin de lograr evitar en lo posible las enfermedades profesionales en esta obra, así como los accidentes derivados de trastornos físicos, psíquicos, alcoholismo y resto de las toxicomanías peligrosas, se prevé que el Contratista

adjudicatario, en cumplimiento de la legislación laboral vigente, realice los reconocimientos médicos previos a la contratación de los trabajadores de esta obra y los preceptivos de ser realizados al año de su contratación. Y que así mismo, exija puntualmente este cumplimiento, al resto de las empresas que sean subcontratadas por el para esta obra.

Evacuación de accidentados

La evacuación de accidentados, que por sus lesiones así lo requieran, está prevista mediante la contratación de un servicio de ambulancias, que el contratista adjudicatario definirá exactamente, a través de su plan de seguridad.

8.1.13 OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA ADJUDICATARIO EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD

Cumplir y hacer cumplir en la obra, todas las obligaciones exigidas por la legislación vigente del Estado Español y sus Comunidades autónomas, referida a la seguridad y salud en el trabajo y concordantes, de aplicación a la obra. Elaborar en el menor plazo posible y siempre antes de comenzar la obra, un plan de seguridad cumpliendo con el articulado de los Reales Decretos: 1627/1997 de 24 de octubre, por la que se establece el “libro de incidencias”, que respetara el nivel de prevención definido en todos los documentos de este estudio de seguridad y salud. Requisitos sin los cuales no podrá ser aprobado. Incorporar al plan de seguridad y salud, el “plan de ejecución de la obra” que piensa seguir, incluyendo desglosadamente, las partidas de seguridad con el fin de que puedan realizarse a tiempo y de forma eficaz; para ello seguirá fielmente como modelo, el plan de ejecución de obra que se suministra en este estudio de seguridad y salud. Entregar el plan de seguridad aprobado, a las personas que define el Real Decreto 1627 de 24 de octubre de 1997. Notificar al coordinador en materia de seguridad y salud, con quince días de antelación, la fecha en la que piensa comenzar los trabajos, con el fin de que pueda programar sus actividades y asistir a la firma del acta de replanteo, pues este documento, es el que pone en vigencia el contenido del plan de seguridad y

salud que se apruebe. Transmitir la prevención contenida en el plan de seguridad y salud aprobado, a todos los trabajadores propios, subcontratistas y autónomos de la obra y hacerles cumplir con las condiciones y prevención en el expresadas.

Entregar a todos los trabajadores de la obra independientemente de su afiliación empresarial principal, subcontratada o autónoma, los equipos de protección individual definidos en este pliego de condiciones técnicas y particulares del plan de seguridad y salud aprobado, para que puedan usarse de forma inmediata y eficaz. Tener en la obra la relación nominal del personal que se destinará a la realización de los trabajos, fotocopia mensual del TC1 y TC2 e indicación por escrito de la persona que será el encargado o responsable del equipo, fotocopias de las pólizas de responsabilidad civil y de accidentes, así como su Mutua Patronal, y fotocopia del D.N.I. de cada uno de los operarios. Montar a tiempo todas las protecciones colectivas definidas en el pliego de condiciones técnicas y particulares del plan de seguridad y salud aprobado, según lo contenido en el plan de ejecución de obra; mantenerla en buen estado, cambiarla de posición y retirarla, con el conocimiento de que se ha diseñado para proteger a todos los trabajadores de la obra, independientemente de su afiliación empresarial principal, subcontratistas o autónomos. Cumplir fielmente con lo expresado en el pliego de condiciones técnicas y particulares del plan de seguridad y salud aprobado, en el apartado: “acciones a seguir en caso de accidente laboral”. Disponer en acopio de obra, antes de ser necesaria su utilización, todos los artículos de prevención contenidos y definidos en este estudio de seguridad y salud. Colaborar con el Coordinador en materia de seguridad y salud, en la solución técnico-preventiva, de los posibles imprevistos del proyecto o motivados por los cambios de ejecución decididos sobre la marcha, durante la ejecución de la obra. Incluir en el plan de seguridad y salud que presentara para su aprobación, las medidas preventivas implantadas en su empresa y que son propias de su sistema de construcción. En el caso de no tener redactadas las citadas medidas preventivas a las que hacemos mención, lo comunicara por escrito a la autoría de este estudio de seguridad y salud con el fin de que pueda orientarle en el método a seguir para su composición. Componer en el plan de seguridad y

salud, una declaración formal de estar dispuesto a cumplir con estas obligaciones en particular y con la prevención y su nivel de calidad, contenidas en este estudio de seguridad y salud. Sin el cumplimiento de este requisito, no podrá ser otorgada la aprobación del plan de seguridad y salud. Componer en el plan de seguridad y salud el análisis inicial de los riesgos tal como exige la Ley 31 de 8 de noviembre de prevención de riesgos laborales, para que sea conocido por el Coordinador en materia de Seguridad y Salud.

8.1.14 SISTEMA DECIDIDO PARA EL CONTROL DEL NIVEL DE SEGURIDAD Y SALUD DE LA OBRA.

- El plan de seguridad y salud es el documento que deberá recogerlo exactamente.
- El sistema elegido, es el de “listas de seguimiento y control” para ser cumplimentadas por los medios del Contratista adjudicatario.
- La protección colectiva y su puesta en obra se controlará mediante la ejecución del plan de obra previsto y las listas de seguimiento y control mencionadas en el punto anterior.
- El control de entrega de equipos de protección individual se realizará mediante la firma del trabajador que los recibe en un parte de almacén.

8.1.15 DOCUMENTOS DE NOMBRAMIENTOS PARA EL CONTROL DEL NIVEL DE LA SEGURIDAD Y SALUD, APLICABLES DURANTE LA REALIZACIÓN DE LA OBRA ADJUDICADA

Se prevé usar los mismos documentos que utilice normalmente para esta función, el contratista adjudicatario, con el fin de no interferir en su propia organización de la prevención de riesgos. No obstante, estos documentos deben cumplir una serie de formalidades, ser conocidos y aprobados por el Coordinador en materia de seguridad y salud como parte integrantes del plan de seguridad y salud. Como mínimo se prevé utilizar los contenidos en el siguiente listado:

- Documento del nombramiento del encargado de seguridad.

- Documentos de autorización del manejo de diversas máquinas.

8.1.16 FORMACIÓN E INFORMACIÓN EN SEGURIDAD Y SALUD

La formación e información de los trabajadores en los riesgos laborales y en los métodos de trabajo seguro a utilizar, son fundamentales para el éxito de la prevención de los riesgos laborales y realizar la obra sin accidentes. El contratista adjudicatario está legalmente obligado a formar en el método de trabajo seguro a todo el personal a su cargo, de tal forma, que todos los trabajadores tendrán conocimiento de los riesgos propios de su actividad laboral, de las conductas a observar en determinadas maniobras, del uso correcto de las protecciones colectivas y del de los equipos de protección individual necesarios para su protección. El contratista adjudicatario, debe desarrollarlo en su plan de seguridad y salud.

8.2 CENTRO DE SECCIONAMIENTO

8.2.1 OBJETO

Dar cumplimiento a las disposiciones del Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, identificando, analizando y estudiando los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias para ello; relación de los riesgos que no pueden eliminarse, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos.

8.2.2 SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

El suministro de energía eléctrica provisional de obra será facilitado por la empresa constructora proporcionando los puntos de enganche necesarios en el lugar del emplazamiento de la obra

8.2.3 SUMINISTRO DE AGUA POTABLE

En caso de que el suministro de agua potable no pueda realizarse a través de las conducciones habituales, se dispondrán los medios necesarios para contar con la misma desde el principio de la obra.

8.2.4 VERTIDO DE AGUAS SUCIAS DE LOS SERVICIOS HIGIÉNICOS

Se dispondrá de servicios higiénicos suficientes y reglamentarios. Si es posible, las aguas fecales se conectarán a la red de alcantarillado existente en el lugar de las obras o en las inmediaciones.

Caso de no existir red de alcantarillado se dispondrá de un sistema que evite que las aguas fecales puedan afectar de algún modo al medio ambiente.

8.2.5 MEMORIA

Para el análisis de riesgos y medidas de prevención a adoptar, se dividen los trabajos por unidades constructivas.

MONTAJE

Descripción de la unidad constructiva, riesgos y medidas de prevención y de protección.

COLOCACIÓN DE SOPORTES EMBARRADOS

a) Riesgos más frecuentes

- Caídas a distinto nivel.
- Choques o golpes.
- Proyección de partículas.
- Contacto eléctrico indirecto.

b) Medidas de prevención

- Verificar que las plataformas de trabajo son las adecuadas y que dispongan de superficies de apoyo en condiciones.
- Verificar que las escaleras portátiles disponen de elementos antideslizantes.
- Disponer de iluminación suficiente.
- Dotar de las herramientas y útiles adecuados
- Dotar de la adecuada protección personal para trabajos mecánicos y velar por su utilización.
- Las herramientas eléctricas portátiles serán de doble aislamiento y su conexión se efectuará a un cuadro eléctrico dotado con interruptor diferencial de alta sensibilidad.

MONTAJE DE CELDAS PREFABRICADAS O APARAMENTA, TRANSFORMADORES DE POTENCIA Y CUADROS DE B.T.

c) Riesgos más frecuentes

- Atrapamientos contra objetos.
- Caídas de objetos pesados.
- Esfuerzos excesivos
- Choques o golpes.

Riesgos más frecuentes

d) Medidas de prevención

- Verificar que nadie se sitúe en la trayectoria de la carga.
- Revisar los ganchos, grilletes, etc., comprobando si son los idóneos para la carga a elevar.
 - Comprobar el reparto correcto de las cargas en los distintos ramales del cable.
 - Dirigir las operaciones por el jefe del equipo, dando claramente las instrucciones que serán acordes con el R.D. 485/1997 de señalización.
 - Dar órdenes de no circular ni permanecer debajo de las cargas suspendidas.
 - Señalizar la zona en donde se manipulen las cargas.
- Verificar el buen estado de los elementos siguientes:
 - Cables, poleas y tambores
 - Mandos y sistemas de parada

- Limitadores de carga y finales de carrera
 - Frenos
- Dotar de la adecuada protección personal para manejo de cargas y velar por su utilización
- Ajustar los trabajos estrictamente a las características de la grúa (carga máxima, longitud de la pluma, carga en punta contrapeso). A tal fin, deberá existir un cartel suficientemente visible con las cargas máximas permitidas.
- La carga será observada en todo momento durante su puesta en obra, bien por señalista o por enganchador.

OPERACIONES DE PUESTA EN TENSIÓN

e) Riesgos más frecuentes

- Contacto eléctrico en A. T. y B. T.
- Arco eléctrico en A.T. y B.T.
- Elementos candentes.

f) Medidas de prevención

- Coordinar con la Empresa Suministradora definiendo las maniobras eléctricas necesarias.
- Abrir con corte visible o efectivo las posibles fuentes de tensión.
- Comprobar en el punto de trabajo la ausencia de tensión.
- Enclavar los aparatos de maniobra.
- Señalizar la zona de trabajo a todos los componentes del grupo de la situación en que se encuentran los puntos en tensión más cercanos.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.

8.2.6 ASPECTOS GENERALES

La Dirección Facultativa de la obra acreditará la adecuada formación del personal de la Obra en materia de Prevención y Primeros Auxilios. Así mismo, comprobara que existe un plan de emergencia para atención del personal en caso de accidente y que han sido contratados los servicios asistenciales

adecuados. La dirección de estos Servicios deberá ser colocada de forma visible en los sitios estratégicos de la obra, con indicación del número de teléfono.

BOTIQUÍN DE OBRA

Se dispondrá en obra, en el vestuario o en la oficina, un botiquín que estará a cargo de una persona capacitada designada por la empresa, con los medios necesarios para efectuar las curas de urgencia en caso de accidente.

8.2.7 NORMATIVA APLICABLE

- Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales del 8 de noviembre
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre. Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 39/1997 de 17 de enero. Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Ley 54/2003 de 12 de Diciembre de 2003 de Reforma del Marco Normativo de la Prevención de Riesgos Laborales y otras disposiciones
- Ley 8/1980 de 20 de marzo. Estatuto de los Trabajadores
 - Real Decreto Legislativo 1/1994, de 20 de junio. Texto Refundido de la Ley General de la Seguridad Social.
 - Real Decreto 39/1995, de 17 de enero. Reglamento de los Servicios de Prevención
 - Real Decreto 485/1997 en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo
 - Real Decreto 486/1997, de 14 de abril. Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo
 - Real Decreto 487/1997 relativo a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorso lumbares, para los trabajadores

- Real Decreto 773/1997 relativo a la utilización por los trabajadores de los equipos de protección personal
- Real Decreto 1215/1997 relativo a la utilización los trabajadores de los equipos de trabajo
- Real Decreto 614/2001 protección de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Real Decreto Legislativo 1/1994, de 20 de junio. Texto Refundido de la Ley General de l Seguridad Social.
- Ley 25/2009, de 22 de Diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio.
- Real Decreto 337/2010, de 19 de marzo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1+997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención; el Real Decreto 1109/1997, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción
- Cualquier otra disposición sobre la materia actualmente en vigor o que se promulgue durante la vigencia de este documento

9. PLIEGO GENERAL DE NORMAS DE SEGURIDAD EN PREVENCIÓN DE INCENDIOS FORESTALES A OBSERVAR EN LA EJECUCIÓN DE OBRAS Y TRABAJOS QUE SE REALICEN EN TERRENO FORESTAL O EN SUS INMEDIACIONES.

9.1 OBJETO.

El presente pliego tiene por objeto establecer las normas de seguridad en prevención de incendios forestales que han de observarse en la ejecución del proyecto “INSTALACIÓN DE CENTRO DE SECCIONAMIENTO EN PARQUE FOTOVOLTAICO Y LÍNEA AÉREO/SUBTERRÁNEO DE ALTA TENSIÓN DE

TERCERA CATEGORÍA HASTA 30 KV PARA CONEXIÓN CON LAMT PROPIEDAD DE I-DE” y cuyo promotor es PROSOLIA., para garantizar una adecuada conservación de los terrenos forestales.

9.2 ÁMBITO DE APLICACIÓN.

El ámbito de aplicación del presente pliego es el que corresponde a los terrenos forestales, los colindantes o con una proximidad menor a 500 metros de aquéllos, afectados por las actividades ligadas a la ejecución del proyecto “INSTALACIÓN DE CENTRO DE SECCIONAMIENTO EN PARQUE FOTOVOLTAICO Y LÍNEA AÉREO/SUBTERRÁNEO DE ALTA TENSIÓN DE TERCERA CATEGORÍA HASTA 30 KV PARA CONEXIÓN CON LAMT PROPIEDAD DE I-DE” y cuyo promotor es PROSOLIA.

9.3 NORMAS DE SEGURIDAD DE CARÁCTER GENERAL.

Deberán observarse, con carácter general, las siguientes normas de seguridad:

1. Salvo autorización, concreta y expresa, del director de los servicios territoriales de la Conselleria de Territorio y Vivienda, no se encenderá ningún tipo de fuego.
2. En ningún caso se fumará mientras se esté manejando material inflamable, explosivos, herramientas o maquinaria de cualquier tipo.
3. Se mantendrán los caminos, pistas, fajas cortafuegos o áreas cortafuegos libres de obstáculos que impidan el paso y la maniobra de vehículos, y limpios de residuos o desperdicios.
4. En ningún caso se transitará o estacionarán vehículos carentes de sistema de protección en el sistema de escape y catalizador, en zonas de pasto seco o rastrojo dado el riesgo de incendio por contacto.

9.4 UTILIZACIÓN DE EXPLOSIVOS.

En el caso de utilización de explosivos para la realización de voladuras, con independencia de las autorizaciones y medidas de seguridad que establezca la legislación vigente, en el lugar y momento de la voladura se dispondrá de: una autobomba operativa con una capacidad de agua no inferior a 3.000 litros y cinco operarios dotados con vehículo todo terreno de siete plazas y cinco mochilas extintoras de agua cargadas, con capacidad no inferior a 14 litros cada una, así como un equipo transmisor capaz de comunicar cualquier incidencia, de manera directa o indirecta, al teléfono 112 de emergencias, de la Generalitat.

9.5 UTILIZACIÓN DE HERRAMIENTAS, MAQUINARIA Y EQUIPOS.

1. Los emplazamientos de aparatos de soldadura, grupos electrógenos, motores o equipos fijos eléctricos o de explosión, transformadores eléctricos, éstos últimos siempre y cuando no formen parte de la red general de distribución de energía, así como cualquier otra instalación de similares características, deberá realizarse en una zona desprovista de vegetación con un radio mínimo de 5 metros o, en su caso, rodearse de un cortafuegos perimetral desprovisto de vegetación de una anchura mínima de 5 metros.
2. La carga de combustible de motosierras, motos desbrozadoras o cualquier otro tipo de maquinaria se realizará sobre terrenos desprovistos de vegetación, evitando derrames en el llenado de los depósitos y no se arrancarán, en el caso de motosierras y moto desbrozadoras, en el lugar en el que se han repostado. Asimismo, únicamente se depositarán las motosierras o moto desbrozadoras en caliente en lugares desprovistos de vegetación.
3. Todos los vehículos y toda la maquinaria autoportante deberán ir equipados con extintores de polvo de 6 kilos o más de carga tipo ABC, Norma Europea (EN 3-1996).
4. Toda maquinaria autopropulsada dispondrá de matachispas en los tubos de escape.

5. Todos los trabajos que se realicen con aparatos de soldadura, motosierras, motores-brozadoras, desbrozadoras de cadenas o martillos, equipos de corte (radiales), pulidoras de metal, así como cualquier otro en el que la utilización de herramientas o maquinaria en contacto con metal, roca o terrenos forestales pedregosos pueda producir chispas, y que se realicen en terreno forestal o en su inmediata colindancia, habrán de ser seguidos de cerca por operarios controladores, dotados cada uno de ellos de una mochila extintora de agua cargada, con una capacidad mínima de 14 litros, cuya misión exclusiva será el control del efecto que sobre la vegetación circundante producen las chispas, así como el control de los posibles conatos de incendio que se pudieran producir.

El número de herramientas o máquinas a controlar por cada operario controlador se establecerá en función del tipo de herramienta o maquinaria y del riesgo estacional de incendios, conforme con el siguiente cuadro de mínimos:



Maquinaria a controlar	Factor de riesgo	Del 16 de octubre al 15 de junio	Del 16 de junio al 15 de octubre (*)
Motosierra	1,5	8/1	4/1
Motodesbrozadora	2	6/1	3/1
Desbrozadora de cadenas o martillos	6	2/1	1/1
Equipos de corte, pulidoras, amoladoras y otras herramientas de uso en metales	6	2/1	1/1
Tractor de cadenas o ruedas con cuchilla o palas empujadoras, u otra maquina similar	3	4/1	2/1
Aparato de soldadura	12	1/1	1/1

Tabla 51. Número de herramientas o máquinas a controlar por cada operario

En el caso de utilización simultánea en una misma zona de herramientas o máquinas diferentes, el operario controlador podrá controlarlas simultáneamente siempre que no se superen las proporciones establecidas al aplicar los pesos de los factores de riesgo asignados.

La distancia máxima entre el operario controlador y cada una de las herramientas o máquinas que le sean asignadas para su control será de:

- Del 16 de octubre al 15 de junio: 60 metros en terrenos de nula o escasa pendiente y 30 metros en el resto de los casos.
- Del 16 de junio al 15 de octubre: 30 metros en terrenos de nula o escasa pendiente y 15 metros en el resto de los casos.

Cada uno de los operarios controladores dispondrá, además del extintor de agua, de una reserva de ésta en cantidad no inferior a 30 litros situada sobre vehículo todo terreno lo más próxima posible al lugar de trabajo.

En aquellas obras o trabajos donde por la maquinaria o herramienta a utilizar sea preceptiva la presencia del operario controlador, y el número de operarios sea igual o superior a seis, incluido el operario controlador, este último se diferenciará del resto de operarios mediante un chaleco identificativo de color amarillo o naranja, en el que en sitio visible llevará las iniciales O. C.

En aquellas obras o trabajos donde por la maquinaria o herramienta a utilizar sea preceptiva la presencia del operario controlador, éste no abandonará la zona de trabajo hasta que no hayan transcurrido al menos 30 minutos desde la finalización de los trabajos que se realicen con la referida maquinaria o herramienta y dispondrá de un equipo transmisor capaz de comunicar cualquier incidencia, de manera directa o indirecta, al teléfono 112 de emergencias, de la Generalitat.

(*) En los trabajos que se realicen sobre terrenos silíceos, durante el período comprendido entre el 16 de junio y el 15 de octubre, la proporción será en todos los casos de 1/1

9.6 EXPLOTACIONES FORESTALES.

Además de las normas de seguridad recogidas en el presente pliego, en las zonas en tratamiento silvícola o en explotación forestal se mantendrán limpios de vegetación los parques de clasificaron, cargaderos y zonas de carga intermedia y una faja periférica de anchura suficiente en cada caso. Los productos se apilarán en cargaderos, debiendo guardar entre sí las pilas de madera, leñas, corcho, piñas u otros productos forestales una distancia mínima de 10 metros.

9.7 SUSPENSIÓN CAUTELAR DE LOS TRABAJOS

Con carácter general, en los días y zonas para los que el nivel de preemergencia ante el riesgo de incendios forestales, que recoge el Plan Especial Frente al Riesgo de Incendios Forestales de la Comunidad Valenciana, establezca el nivel 3 de peligrosidad de incendios, se suspenderán todos los trabajos o actividades que pudiendo entrañar grave riesgo de incendio les sea de aplicación lo regulado en el presente pliego como consecuencia de las herramientas, maquinaria o equipos utilizados para su desarrollo.

