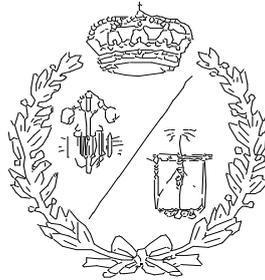


**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS
INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN**

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



Trabajo Fin de Master

**C.T. TREAD Y SUS L.S.M.T. 12/20 KV DE
ALIMENTACION EN PLANTA DE ADITYA BIRLA
CARBON SPAIN, GAJANO.**

**(C.T. TREAD and its L.S.M.T. 12/20 KV power supply in
ADITYA BIRLA CARBON SPAIN plant, GAJANO.)**

Para acceder al Título de

MASTER EN INGENIERIA INDUSTRIAL

Autor: Carlos Solano Hidalgo

Octubre - 2019

1 INDICE GENERAL

INDICE GENERAL	2
1 MEMORIA	9
1. OBJETO DEL PROYECTO.....	10
2. REGLAMENTACIÓN Y NORMAS.....	10
3. SITUACIÓN.....	12
4. TITULAR, EMPRESA INSTALADORA Y PROMOTOR	12
5. DESCRIPCION DEL PROCESO.....	12
5.1 ALMACENAMIENTO DE MATERIAS PRIMAS.....	13
5.2 REACTORES.....	13
5.3 FILTROS.....	14
5.4 PELETIZADO O GRANULADO.....	15
5.5 SECADO.....	15
5.6 ALMACEN PRODUCTO TERMINADO.....	16
5.7 RECUPERACION DE PRODUCTO.....	17
6. PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN.....	17
6.1 LINEA SUBTERRANEA DE MEDIA TENSIÓN PROYECTADA.....	17
6.2 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN PROYECTADO.....	18
6.3 PROGRAMA DE NECESIDADES.....	18
7. LINEA SUBTERRANEA DE MEDIA TENSIÓN.....	19
7.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES.....	19
7.1.1 TENSIÓN NOMINAL.....	19
7.1.2 SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN.....	20
7.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES.....	20
7.2.1 CONDUCTORES.....	20
7.2.1.1 AISLAMIENTO.....	21
7.2.1.2 PANTALLAS ELÉCTRICAS.....	21
7.2.1.3 CUBIERTA.....	22
7.2.2 ACCESORIOS.....	23
7.2.2.1 TERMINALES.....	23
7.2.2.2 EMPALMES.....	23
2 CÁLCULOS.....	40
1. OBJETO.....	41
2. CÁLCULOS LINEA SUBTERRANEA DE MEDIA TENSION PROYECTADA.....	41
2.1 RESISTENCIA DEL CONDUCTOR.....	41
2.2 REACTANCIA DEL CONDUCTOR.....	41
2.3 CAPACIDAD.....	42
2.4 INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE.....	43
2.5 INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO ADMISIBLES EN LOS CONDUCTORES.....	45
2.6 INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO ADMISIBLES EN PANTALLAS.....	46
2.7 CAIDA DE TENSIÓN.....	46
2.8 PÉRDIDA DE POTENCIA.....	47
3 CÁLCULOS CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	48
3.1 CÁLCULOS ELÉCTRICOS.....	48
3.1.1 INTENSIDAD DE ALTA TENSIÓN.....	48
3.1.2 INTENSIDAD DE BAJA TENSIÓN.....	49
3.1.3 CORTOCIRCUITOS.....	49
3.1.3.1 CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE ALTA TENSIÓN.....	50
3.1.3.2 CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN.....	50
3.1.4 DIMENSIONAMIENTO DEL EMBARRADO.....	51

3.1.4.1	COMPROBACIÓN POR DENSIDAD DE CORRIENTE	51
3.1.4.2	COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN ELECTRODINÁMICA	51
3.1.4.3	COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN TÉRMICA. SOBREINTENSIDAD TÉRMICA ADMISIBLE	51
3.1.5	SELECCIÓN DE LAS PROTECCIONES DE ALTA Y BAJA TENSIÓN	52
3.1.6	DIMENSIONAMIENTO DE LA VENTILACIÓN DEL CT	52
3.1.7	DIMENSIONAMIENTO DEL POZO APAGAFUEGOS	53
3.2	CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA	53
3.2.1	INVESTIGACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO	53
3.2.2	DETERMINACIÓN DE LAS CORRIENTES MÁXIMAS DE PUESTA A TIERRA Y TIEMPO MÁXIMO CORRESPONDIENTE DE ELIMINACIÓN DE DEFECTO	53
3.2.3	DISEÑO PRELIMINAR DE LA INSTALACIÓN DE TIERRA	54
3.2.4	CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DEL SISTEMA DE TIERRA	56
3.2.5	CÁLCULO DE LAS TENSIONES EN EL EXTERIOR DE LA INSTALACIÓN	56
3.2.6	CÁLCULO DE LAS TENSIONES EN EL INTERIOR DE LA INSTALACIÓN	57
3.2.7	CÁLCULO DE LAS TENSIONES APLICADAS	57
3.2.8	INVESTIGACIÓN DE LAS TENSIONES TRANSFERIBLES AL EXTERIOR	59
3.2.9	CORRECCIÓN Y AJUSTE DEL DISEÑO INICIAL ESTABLECIENDO EL DEFINITIVO	59
3	ANEXO 2: RELACIÓN DE PROPIETARIOS.....	60
4	ANEXO 3: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD PARA LOS TRABAJOS EN LINEAS SUBTERRANEAS DE ALTA, MEDIA TENSIÓN Y REDES BAJA TENSIÓN.....	62
1.	OBJETO DEL PROYECTO.....	63
2.	REFERENCIAS.....	63
3.	ORGANIZACIÓN DE LA SEGURIDAD EN OBRA.....	63
3.1	DEFINICIONES.....	63
3.1.1	JEFE DE LOS TRABAJOS.....	63
3.1.2	ZONA PROTEGIDA.....	63
3.1.3	ZONA DE TRABAJO	63
3.1.4	REUNIONES DE SEGURIDAD	64
4	RIESGOS DE LOS TRABAJOS	65
5	MEDIOS DE PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN	65
5.1	TRABAJOS EN POSTES DE MADERA	65
5.1.1	ASCENSO Y DESCENSO DE POSTES.....	65
5.1.2	TRABAJOS EN POSTES DE MADERA.....	67
5.2	TRABAJOS EN LÍNEAS DE DISTRIBUCIÓN SOBRE FACHADAS	68
5.2.1	DESPLAZAMIENTOS EN ALTURA POR LA FACHADA	68
5.2.2	MANIPULACIÓN DE HERRAMIENTAS Y MATERIALES	68
5.2.3	TRABAJOS DE PERFORACIÓN Y HUECOS EN FACHADAS	69
5.2.4	TRABAJOS CON HERRAMIENTAS ELÉCTRICAS	69
5.3	TRABAJOS EN TEJADOS Y CUBIERTAS	69
5.4	TRABAJOS EN TLINEAS SUBTERRANEAS DE M.T Y B.T	70
5.4.1	TRABAJOS EN ZANJAS.....	71
5.4.1.1	ACOPIO, CARGA Y DESCARGA DE MATERIALES	71
5.4.1.2	EXCAVACIÓN	71

5.4.1.3	ENTIBACIÓN.....	73
5.4.1.4	HORMIGONADO.....	74
5.4.1.5	SEÑALIZACIÓN.....	74
5.4.2	TENDIDO DE CABLE SUBTERRÁNEO.....	74
5.4.2.1	CARGA Y DESCARGA DE BOBINAS.....	74
5.4.2.2	PREPARACIÓN DEL TENDIDO.....	75
5.4.2.3	COMPROBACIÓN PELADO Y EMBARRADO DE CABLES.....	75
5.4.2.4	EMPALMES.....	76
5.5	TRABAJOS EN PROXIMIDADES DE ELEMENTOS CON TENSIÓN EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN.....	77
6	ANEXO 1: MATERIAL DE SEGURIDAD.....	77
7	ANEXO 2: IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS.....	79
5	PLANOS.....	82
6	PLIEGO DE CONDICIONES.....	93
1.	PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES.....	94
1.1	OBJETO Y ÁMBITO DE APLICACIÓN.....	94
1.2	CONDICIONES DE ÍNDOLE FACULTATIVA.....	95
1.2.1	DIRECCIÓN FACULTATIVA.....	95
1.2.2	EMPRESA INSTALADORA O CONTRATISTA.....	95
1.3	CONDICIONES DE ÍNDOLE ADMINISTRATIVO.....	96
1.3.1	ANTES DEL INICIO DE LA OBRA.....	96
1.3.2	PROYECTO DE LA INSTALACIÓN.....	96
1.3.3	DOCUMENTACIÓN FINAL.....	96
2.	CONDICIONES DE ÍNDOLE ADMINISTRATIVO.....	97
2.1	CONSIDERACIONES GENERALES.....	97
2.1.1	INSPECCIÓN.....	98
2.1.2	CONSIDERACIONES PREVIAS.....	98
2.1.3	Orden de los trabajos.....	98
2.1.4	REPLANTEO.....	99
2.1.5	MARCHA DE LAS OBRAS.....	99
2.2	CONDICIONES DE EJECUCIÓN Y MONTAJE.....	99
2.2.1	RECEPCIÓN Y ACOPIO.....	99
2.2.2	TRAZADO.....	100
2.2.3	APERTURA DE ZANJAS.....	100
2.2.4	CARACTERÍSTICAS DE LAS ZANJAS.....	102
2.2.5	NÚMERO DE TUBOS EN LAS ZANJAS.....	103
2.2.6	NÚMERO DE TUBOS EN LAS ZANJAS.....	103
2.2.7	NÚMERO DE TUBOS EN LAS ZANJAS.....	103

2.2.8	TENDIDO DE CABLES	104
2.2.9	PROTECCIÓN MECÁNICA Y SEÑALIZACIÓN	105
2.2.10	PROTECCIÓN MECÁNICA Y SEÑALIZACIÓN	106
2.2.11	EMPALMES Y TERMINACIONES.....	106
2.2.12	CRUZAMIENTOS.....	107
2.2.13	PROXIMIDADES Y PARALELISMOS.....	107
2.3	RECONOCIMIENTOS, PRUEBAS Y ENSAYOS.....	108
2.3.1	RECONOCIMIENTO DE LA OBRAS	108
3.	CENTROS DE TRANSFORMACIÓN. PLIEGOS DE CONDICIONES TÉCNICAS.....	109
3.1	CONSIDERACIONES GENERALES	109
3.1.1	INSPECCIÓN	109
3.1.2	CONSIDERACIONES PREVIAS	109
3.1.3	UBICACIÓN.....	110
3.1.4	ACCESOS	110
3.1.5	ORDEN DE LOS TRABAJOS	111
3.1.6	REPLANTEO.....	111
3.1.7	MARCHA DE LAS OBRAS.....	111
3.2	CONDICIONES DE EJECUCIÓN Y MONTAJE.....	112
3.2.2	OBRA CIVIL.....	112
3.2.2.1	PUERTAS DE ACCESO.....	113
3.2.2.2	VENTILACIÓN.....	113
3.2.2.3	DIMENSIONES	114
3.2.2.4	MAMPARA DE PROTECCIÓN DEL TRANSFORMADOR.....	114
3.2.2.5	GALVANIZADO	114
3.2.2.6	DEPOSITO RECOGIDA DE ACEITE	114
3.2.2.7	ZANJAS O CANALES.....	114
3.2.2.8	INSTALACIÓN DE TUBOS DE ENTRADA DE LÍNEAS DE AT Y BT	115
3.2.2.9	INSTALACIÓN DE TUBOS DE ENTRADA DE LÍNEAS DE AT Y BT	115
3.2.3	OBRA ELÉCTRICA.....	116
3.2.3.1	CELDA DE MANIOBRA Y PROTECCIÓN	116
3.2.3.2	INTERCONEXIÓN LÍNEA DE ALTA TENSIÓN-TRATO.....	116
3.2.3.3	TRANSFORMADOR DE POTENCIA	116
3.2.3.4	INTERCONEXIÓN TRATO – CUADRO BAJA TENSIÓN.....	117
3.2.3.5	CUADRO BAJA TENSIÓN	117
3.2.3.6	PROTECCIONES.....	118
3.2.4	INSTALACIONES SECUNDARIAS.....	118
3.2.4.1	PASILLOS.....	118
3.2.4.2	ALUMBRADO GENERAL.....	118

3.2.4.3	ALUMBRADO DE EMERGENCIA	119
3.2.4.4	SEÑALIZACIÓN Y MATERIAL DE SEGURIDAD.....	119
3.2.5	SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA.....	120
3.2.5.1	PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN.....	120
3.2.5.2	PUESTA A TIERRA DE SERVICIO	121
3.2.5.3	LÍNEAS DE TIERRA	121
3.2.5.4	ELECTRODOS DE PUESTA A TIERRA.....	121
3.2.5.5	CONDICIONES DE INSTALACIÓN DE LOS ELECTRODOS.....	122
3.2.5.6	EJECUCIÓN DE LA PUESTA A TIERRA	122
3.2.5.7	MEDIDAS ADICIONALES DE SEGURIDAD PARA LAS TENSIONES DE PASO Y CONTACTO.....	123
3.3	RECONOCIMIENTOS PRUEBAS Y ENSAYOS.....	124
3.3.1	RECONOCIMIENTO DE LAS OBRAS.....	124
3.3.2	PRUEBAS Y ENSAYOS.....	125
3.3.3	PRUEBAS DE OPERACIÓN MECÁNICA.....	125
3.3.4	VERIFICACIÓN DE CABLEADO.....	125
3.3.5	ENSAYO A FRECUENCIA INDUSTRIAL	125
3.3.6	ENSAYO DE LA RED DE AT.....	125
3.3.7	ENSAYO DIELECTRICO DE CIRCUITOS AUXILIARES Y DE CONTROL	125
3.4	CONSIDERACIONES DE SEGURIDAD EN LA PUESTA EN SERVICIO.....	126
7	PRESCRIPCIONES PARA LA GESTION DE RESIDUOS DE OBRA	127
1.	OBJETO Y ÁMBITO DE APLICACIÓN	128
2.	DEFINICIONES.....	128
3.	DEFINICIONES.....	131
3.1	LEGISLACIÓN NACIONAL	132
3.2	LEGISLACIÓN AUTONÓMICA	132
4.	OBLIGACIONES DE ÁMBITO NACIONAL	132
4.1	OBLIGACIONES DEL PRODUCTOR DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN BASE AL R.D. 105/2008	133
4.2	OBLIGACIONES DEL POSEEDOR DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN BASE AL R.D 105/2008	134
5.	OBLIGACIONES DE ÁMBITO AUTONÓMICO	135
5.1	COMUNIDAD AUTÓNOMA DE CANTABRIA	135
6.	FLUJO ADMINISTRATIVO Y COMPETENCIAS	135
7.	ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS EN OBRA SEGÚN EL R.D. 105/2008	136
8.	PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS SEGÚN EL R.D. 105/2008	138
9.	CLASIFICACIÓN Y RESIDUOS TIPO.....	139
9.1	RESIDUOS NO PELIGROSOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN	139
9.1	RESIDUOS PELIGROSOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN	139

8	PRESUPUESTO.....	141
9	BIBLIOGRAFIA Y REFERENCIAS.....	145
1.	BIBLIOGRAFIA Y REFERENCIAS	146

1 MEMORIA

1. OBJETO DEL PROYECTO

Este proyecto tiene como objeto definir la instalación de un nuevo centro de transformación "TREAD" y su línea subterránea de media tensión de alimentación. Estas actuaciones se llevarán en la factoría Aditya Birla Carbon Spain, situada en Gajano, termino municipal de Medio Cudeyo.

La tensión de servicio actual será de 12 kV, aunque la instalación estará preparada para su futura ampliación a 20 kV.

Servir como base, indicando datos técnicos, medidas correctoras, materiales y aparamenta necesaria para adecuar las instalaciones a la normativa vigente. Al mismo tiempo, servir de documento perceptivo para obtener la Autorización de puesta en servicio de dicha instalación, por parte de la Dirección General de Industria, perteneciente a la Consejería de Innovación, Industria, Turismo y comercio de Cantabria.

2. REGLAMENTACIÓN Y NORMAS

Al establecer las condiciones técnicas del Proyecto, se han tenido en cuenta todas y cada una de las especificaciones contenidas en:

Normas Generales:

- Reglamento sobre condiciones Técnicas y garantías de seguridad en Líneas Eléctricas de Alta Tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC- LAT 01 a 09 , aprobado por R.D. 223/2008 del 15 de febrero (BOE 19-12-08).
- Instrucciones Técnicas Complementarias del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Líneas Eléctricas de Alta Tensión.
- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, aprobado por R.D. 337/2014 del 9 de mayo y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Instrucciones Técnicas Complementarias del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación. Real Decreto 3275/1982. Aprobadas por Orden del MINER de 18 de octubre de 1984, B.O.E. 25-10-1984.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión aprobado por el Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Instrucciones Técnicas Complementarias, denominadas MI-BT. Aprobadas por Orden del MINER de 18 de septiembre de 2002.
- Modificaciones a las Instrucciones Técnicas Complementarias. Hasta el 10 de marzo de 2000.
- 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. 31-12-1994.
- 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 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.
- Ley de Regulación del Sector Eléctrico, Ley 54/1997 de 27 de noviembre.
- Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía, Decreto de 12 marzo de 1954 y Real Decreto 1725/84 de 18 de Julio.
- Real Decreto 2949/1982 de 15 de octubre de Acometidas Eléctricas.
- NTE-IEP. Norma tecnológica de 24-03-1973, para Instalaciones Eléctricas de Puesta a Tierra.
- Normas UNE / IEC.
- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados.
- Ordenanzas municipales del ayuntamiento donde se ejecute la obra.
- Condicionados que puedan ser emitidos por organismos afectados por las instalaciones. ▪ Normas particulares de la compañía suministradora.
- Cualquier otra normativa y reglamentación de obligado cumplimiento para este tipo de instalaciones.

Normas y recomendaciones de diseño del edificio:

- CEI 62271-202 UNE-EN 62271-202 Centros de Transformación prefabricados:
- NBE-X

Normas básicas de la edificación

Normas y recomendaciones de diseño de aparataje eléctrica:

- CEI 62271-1 UNE-EN 60694

Estipulaciones comunes para las normas de aparataje de Alta Tensión:

- CEI 61000-4-X UNE-EN 61000-4-X

Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 4: Técnicas de ensayo y de medida.

- CEI 62271-200 UNE-EN 62271-200 (UNE-EN 60298)

Aparataje bajo envolvente metálica para corriente alterna de tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV.

- CEI 62271-102 UNE-EN 62271-102

Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.

- CEI 62271-103 UNE-EN 60265-1

Interruptores de Alta Tensión. Interruptores de Alta Tensión para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores a 52 kV.

- CEI 62271-105 UNE-EN 62271-105

Combinados interruptor - fusible de corriente alterna para Alta Tensión. ▪ CEI 60255-X-X UNE-EN 60255-X-X

Relés eléctricos.

▪ UNE-EN 60801-2

Compatibilidad electromagnética para los equipos de medida y de control de los procesos industriales. Parte 2: Requisitos relativos a las descargas electrostáticas.

Normas y recomendaciones de diseño de transformadores: ▪ CEI 60076-X

Transformadores de Potencia.

3. SITUACIÓN

Como se aprecia en los planos de situación y emplazamiento, las instalaciones se encuentran ubicadas en la localidad de Gajano, dentro del término municipal de Marina de Cudeyo y, cuyo titular es la mercantil ADITYA BIRLA CARBON SPAIN, S.L. con domicilio social en 1800 West Yak Comportes Corte, C.P.: 30062-2253 Marieta (Georgia) y CIF: B 80971757. La superficie total de la parcela de ADITIA BIRLA CARBÓN SPAIN, S.L. es de 78.208 m², de los cuales están construidos un total de 28.959 m².

4. TITULAR, EMPRESA INSTALADORA Y PROMOTOR

- El promotor y titular de la nueva instalación es ADITYA BIRLA CARBON SPAIN, S.L. con domicilio social en 1800 West Yak Comportes Corte, C.P.: 30062-2253 Marieta (Georgia) y CIF: B 80971757.
- La empresa instaladora es SOCIEDAD ESPAÑOLA DE MONTAJES INDUSTRIALES S.A. Carretera Alcalá de Henares a Maganza Km6, 28806, Alcalá de Henares (Madrid). CIF: A-28018083

5. DESCRIPCION DEL PROCESO

El alcance de la actividad desarrollada por ADITYA BIRLA CARBON SPAIN, S.L, en adelante ACS, es la fabricación y comercialización de negro de carbono. Es un proceso de "Horno Continuo" mediante la pirolisis de aceites petroquímico y carboquímico ricos en hidrocarburos aromáticos.

Esta pirolisis, se efectúa con defecto de aire, ocasionando que una parte del aceite se queme, mientras que otra se piroliza o convierte en "Negro de Carbono". La reacción se finaliza con la inyección de agua pulverizada a la salida del reactor.

Los productos resultantes son negro de carbono, gases de combustión y vapor de agua "tail-gas". En definitiva, cada tipo de producto se fabrica bajo unas condiciones de operación recogidas en los

procedimientos operativos de producción de la empresa. Así, las principales etapas en el proceso de fabricación podían resumirse como las siguientes:

- Almacenamiento en materias primas.
- Reactores
- Filtración
- Peletizado
- Secado
- Almacén producto terminado
- Recuperación de producto

5.1 ALMACENAMIENTO DE MATERIAS PRIMAS

Es la primera de las etapas y donde se lleva a cabo la recepción de las materias primas y su posterior almacenamiento en tanques y dosificación. La proporción de aceite petroquímico y carboquímico que conformarán la mezcla inicial, se determina en función del tipo de negro de carbono que se quiera fabricar, así como de la naturaleza de dichos aceites. Una vez producida la mezcla, ésta se envía a los reactores.

5.2 REACTORES

Es la unidad clave del proceso. En la instalación existen 2 líneas de fabricación totalmente independientes.

- Línea 1, duros o "Tread":
 - o 2 reactores horizontales con una capacidad total de producción de 67-95Tn/día.
 - o 2 precalentadores de aire de proceso, uno por reactor.
 - o 2 precalentadores de aceite.
 - o combustión mezcla aire con gas natural
- Línea 3, blandos o "Carcass":
 - o 1 reactores vertical con una capacidad total de producción de 66-111Tn/día.
 - o 1 precalentador de aire de proceso.
 - o 1 precalentadores de aceite.
 - o combustión mezcla aire axial y tangencial con aceite

A la mezcla de aceites, se añade carbonato potásico con el fin de dotar al negro de carbono de la estructura requerida, es decir, de la capacidad para formar agregados fibrosos o aglomerados. Asimismo, en estos reactores se introduce parte del aceite en la cámara de combustión donde reacciona con el oxígeno del aire, eliminándolo para que sea posible la reacción de pirolisis. La reacción se produce a una temperatura de llama de aproximadamente 1.800 °C y finaliza con la inyección de agua pulverizada a la salida del reactor y antes de la entrada a los precalentadores de aire. Así, se reduce la temperatura de la masa gaseosa hasta 800 °C en el caso de la línea Tread y 950 °C en el

caso de la línea Carcass. Por otro lado, en el precalentador de aire se eleva la temperatura del aire de reacción desde 80 °C hasta 650 °C en la línea Tread y desde 40 °C hasta 750 °C en la línea Carcas.



Fig.1 Muestra Negro de Carbono Reactores L1 y L3

5.3 FILTROS

El negro de carbono se recupera a la salida de los reactores mediante unos filtros de mangas. Aquí se separan las partículas de negro de carbono de los gases de combustión “off-gas”. El negro de carbono separado es micropulverizado y transportado neumáticamente para su posterior peletizado o granulado, ya que su baja densidad, le hace ser un producto muy volátil, difícil de manejar.

- La línea de duros o “Tread” cuenta con un único filtro de mangas principal de tipo flujo reverso con 8 compartimentos con una superficie efectiva de 4687 m².
- La línea de blandos o “Carcass” cuenta con 4 filtros de mangas tipo pulse jet (A, B, C, D), con una superficie efectiva de 379 m² cada uno.

El “off-gas” separado en los filtros de mangas se utiliza como combustible para la generación de vapor y como combustible de los hornos usados en otra de las etapas del proceso.

5.4 PELETIZADO O GRANULADO

En esta fase del proceso, el negro de carbono, para aumentar su densidad y facilitar Su posterior manipulación, se someterse a un proceso de mezcla con agua y mediante un sistema de agitación, se obtiene la formación de pequeños granos o pellets, con una mayor densidad lo que facilita enormemente su manipulación.

- La línea de duros o "Tread" cuenta con:
 - o 1 ciclón neumático
 - o 1 peletizador
 - o 1 alimentador a secadero rotativo.
- La línea de blandos o "Carcass" cuenta con:
 - o 1 filtro del tanque intermedio con una superficie filtrante efectiva de 379 m² asociado a una chimenea.
 - o 2 peletizadores

5.5 SECADO

Estos granos o pellets húmedos entran en unos secaderos rotativos, húmedos para rebajar el contenido de agua a un 1% antes de ser almacenadas. Finalmente, el producto, es recogido por una torre de cangilones a su salida, para su posterior almacenamiento.

- La línea de duros o "Tread" cuenta con:
 - o 1 horno del secadero donde se realiza la combustión del "off-gas" con aire, los gases generados se envían al secadero rotativo donde se elimina el contenido de agua de las peletas de negro de carbono.
 - o 1 secadero rotativo.
 - o Instalación de transporte con 1 elevador de cangilones, 1 criba rotativa y con transportadores helicoidales.
- La línea de blandos o "Carcass" cuenta con:
 - o 1 horno del secadero donde se realiza la combustión del "off-gas" con aire, los gases generados se envían al secadero rotativo donde se elimina el contenido de agua de las peletas de negro de carbono.
 - o 1 secadero rotativo.
 - o Instalación de transporte que cuenta con 2 elevadores de cangilones, 1 criba rotativa, 1 cinta transportadora y con transportadores helicoidales.



Fig.2 Muestra Negro de Carbono Secadero L1

5.6 ALMACEN PRODUCTO TERMINADO

El negro de carbono, peletizado y seco, siempre y cuando cumpla los estándares de calidad exigidos, es almacenado a través de una serie de tornillos y cintas transportadoras a sus correspondientes silos de almacenamiento. Consta de:

- 7 silos de almacenamiento con las siguientes capacidades:
 - o 3 silos de 1410 m³.
 - o 2 silos de 1126 m³.
 - o 2 silos de 1118 m³.
- 1 Nave almacén destinado al envasado de producto terminado y almacenamiento de este con una superficie de 3187,25 m².
- 1 Nave Túnel de carga destinada a la carga de producto a granel y envasado en big-bags con una superficie construida de 567,80 m².
- 1 Nave de recuperación donde se encuentra un tornillo helicoidal para el transporte del negro de carbono a recuperar, con una superficie construida de 155,92 m². Instalación de reprocesado específica para cada línea de producción. Ambas líneas se componen de 1 transportador de descarga, 1 elevador de cangilones y 1 transportador horizontal.
- 1 Instalación de reprocesado en la línea de duros o "Tread" compuesta por:

- o 1 transportador helicoidal,
- o 1 tolva de producto fuera de especificaciones con una capacidad de 121 m3.
- o 1 transportador periférico que dosifica el producto.
- o 1 micropulverizador y 4 filtros de recuperación con unas superficies filtrantes efectivas de 13,56 m2, 6,1 m2, y 2 filtros de 58,76 m2.
- 1 Instalación de reprocesado en la línea de blandos o “Carcass”: compuesta por:
 - o 1 tolva de producto fuera de especificaciones con una capacidad de 121 m3.
 - o 1 transportador periférico que dosifica el producto.
 - o 2 filtros de recuperación con unas superficies filtrantes de 58,76 m2. cada uno.
 - o 2 filtros de recuperación con unas superficies filtrantes efectiva de 6,10 m2 y 97 m2 respectivamente. Esta línea cuenta además con un tanque de arranque de 80 m3.

5.7 RECUPERACION DE PRODUCTO

El producto que, durante el proceso de fabricación, no cumple con los estándares de calidad exigidos, es enviado a las tolvas de fuera de especificación de cada línea. De esta tolva, y a través de un micropulverizador y posteriormente por un transporte neumático es reprocesado, en dosis controladas de nuevo al proceso.

- La línea de duros o “Tread”, llega al tanque intermedio donde se mezcla con lo procedente de los dos reactores horizontales.
- La línea de blandos o “Carcass” se transporta hasta un filtro de recirculación y desde este a través de un transporte neumático se alimenta al resto del producto fabricado de manera controlada.

6. PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN

6.1 LINEA SUBTERRANEA DE MEDIA TENSIÓN PROYECTADA

DENOMINACIÓN	L.S.M.T. CT TREAD – Subestación Aditya Birla Carbon Spain
TENSIÓN	12/20 kV.
LONGITUD DE LA LINEA PROYECTADA	256 metros
Nº DE CIRCUITOS	1
CONDUCTOR	RHZ1 OL – 12/20 kV 3x(1x240) mm ² Al+ H 16
CLASE	Aluminio
ORIGEN DE LA LINEA	CT Tread (Proyectado)
FINAL DE LA LINEA	Subestación Aditya Birla Carbon Spain
PROTECCIONES	Contra sobrecarga y tierra en la Subestación de Aditya Birla Carbon Spain

6.2 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN PROYECTADO

DENOMINACIÓN	CT TREAD
TENSIÓN DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN	12/20 kV.
NIVEL DE AISLAMIENTO	24 kV
TIPO DE ENGANCHE A LA RED	Subterráneo
TIPO DE APARAMENTA DE M.T	Celdas aisladas de aire y corte SF ₆
CELDAS INTERRUPTOR AUTOMÁTICO	3 celdas (proyectadas)
POTENCIA	Una máquina de 1600 kVA B2 (proyectada)
RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN	12000 – 420/242 V en B2, 0±2.5% +5% +7,5% +10%.
CUADRO DE BAJA TENSIÓN	1 cuadro CBT 1 de 4 salidas de 1250 ^a , 630 ^a y 400 A 420 V. (+1 reserva para batería de condensadores).
PROTECCIONES	Fusibles A.P.R en B.T
RESISTENCIA A TIERRA	Inferiores a los correspondientes del reglamento

6.3 PROGRAMA DE NECESIDADES

Se precisa el suministro de energía a las tensiones de 12 KV y de 420V, con la siguiente distribución de cargas:

TENSION 12 KV:

- Línea 12/20 KV de alimentación “SUBESTACIÓN”:

Este proyecto está ligado a la futura ampliación de sala de compresores en la central de aire comprimido a fábrica, y la necesidad de disponer de potencias para futuras necesidades.

Actualmente, el CT L1 dispone de un trafo de 420V y 2000 KVA que alimenta a la PTAR, APIS, Filtro mangas L1 , Reactor L1, sala de compresores, Caldera RWHB así como peletizado L1. Se encuentra operando al 90% de su capacidad. TNS sin neutro.

De cara a aligerar la carga de este trafo y atender posibles ampliaciones de las necesidades de fábrica, se considera la necesidad de la instalación de un nuevo centro de transformación, con un trafo de 1600 KVA y espacio para una segunda unidad de iguales características, que se ubicará en el entorno de la línea TREAD. Este nuevo centro de transformación alimentara la planta PTAR, Filtro de mangas de la L1, reactores L1 así como caldera RWHB.

La acometida vendrá directamente desde la Subestación de fabrica (55/12 kV) utilizando una de las salidas actualmente con la consideración de “630A reserva”.

Para atender a las necesidades arriba indicadas, se instalará una línea con conductores tipo RHZ1 OL – 12/20 Kv 3x(1x240) mm² Al + H 16.

TENSION 420 V (TRAFO 1600 KVA)

- FILTROS L1: 3x3x150mm² + CP 630A
- PLANTA PTAR: 3x2x240mm² + CP 630A
- REACTORES L1 + CALDERA WRHB: 3x2x240mm² + CP 630A

7. LINEA SUBTERRANEA DE MEDIA TENSIÓN

7.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES

Las características generales de las instalaciones recogidas en este proyecto son las siguientes:

CARACTERÍSTICAS GENERALES	
CLASE DE CORRIENTE	Alterna trifásica
FRECUENCIA	50 Hz
TENSION NOMINAL	Hasta 20 kV
CONDICION DE LA INSTALACION	Subterránea entubada
CONDUCTOR	RHZ1 OL – 12/20 kV 3x(1x240) mm ² Al+ H 16
AISLAMIENTO DE LOS CONDUSTORES	Polietileno reticulado
FACTOR DE POTENCIA CONSIDERADO	0.9
MÁXIMA CAIDA DE TENSION ADMISIBLE	5%

7.1.1 TENSIÓN NOMINAL

La tensión nominal de distribución será trifásica con neutro aislado, de hasta 20 kV entre fases, siendo las tensiones de explotación: 12 kV.

7.1.2 SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

Las redes tipo de distribución que nos ocupan, son redes subterráneas trifásicas para media tensión, mediante tres conductores aislados de aluminio, instalados bajo tubo. o directamente enterrados.

El sistema de distribución será prioritariamente mediante red anillada realizando la entrada y salida de los circuitos en las distintas subestaciones, centros de transformación o centros de seccionamiento, evitando de este modo la existencia de derivaciones en “T” en la red de distribución.

7.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

7.2.1 CONDUCTORES

Los conductores a utilizar en las líneas de alta tensión subterráneas proyectadas serán de aluminio, compactos de sección circular de varios alambres cableados, unipolares, provistos de aislamiento dieléctrico seco de polietileno reticulado y pantalla metálica constituida por corona de alambres de cobre. Serán obturados longitudinalmente para impedir la penetración del agua, no admitiéndose para ello los polvos higroscópicos sin soporte y cuya cubierta exterior será de poliolefina de color rojo.

Según la duración máxima de un eventual funcionamiento con una fase a tierra, que el sistema de puesta a tierra permita, y teniendo en cuenta el sistema de protección previsto en las salidas de la subestación, las redes incluidas en el presente proyecto se clasifican como redes categoría A, según ITC-LAT 06.

Las tensiones nominales de los conductores U_0/U , así como su nivel de aislamiento U_p , en función de la tensión nominal, de la tensión más elevada y de la categoría de

Tensión nominal de la red U_n kV	Tensión más elevada de la red U_s kV	Categoría de la red	Características mínimas del cable y accesorios	
20	24	A-B	12/20	125
		C	15/25	145
30	36	A-B	18/30	170

Siguiendo un criterio de coordinación de aislamiento con el resto de los elementos de la red y según la tabla anterior, la tensión nominal seleccionada para utilizar en los cables será:

- 12/20 kV, en líneas de tensión más elevada hasta 24 kV

Los cables utilizados serán unipolares debidamente protegidos contra la corrosión que pueda provocar el terreno donde se instalen y tendrán resistencia mecánica suficiente para soportar los esfuerzos a que pueden estar sometidos.

El conductor proyectado será del tipo:

RHZ1 OL – 12/20 Kv 3x (1x240) mm² Al + H 16.

Las principales características mecánicas y eléctricas del cable RHZ1 son:

RHZ1 OL – 12/20 Kv 3x (1x240) mm² Al + H 16.	
Diámetro aparente del conductor	30,20 mm
Radio mínimo de curvatura	565 mm.
Sección nominal	1 x 240 mm ²
Resistencia	0,0106 Ω/km.
Capacidad	0,282 μF/km.
Tensión Uo/Un	12/20 kV.
Intensidad máxima admisible	455 A.
Tensión de ensayo a 50 Hz	50 kV.
Diámetro exterior	37,7 mm.
Peso	1,6 kg/m.
Cubierta exterior	VEMEX.
Campo eléctrico	radial

Los empalmes y conexiones de los conductores subterráneos se efectuarán siguiendo métodos o sistemas que garanticen una perfecta continuidad del conductor y de su aislamiento.

Las pantallas de los cables se conectarán a tierra en los dos extremos de la línea.

7.2.1.1 AISLAMIENTO

El aislamiento está constituido por polietileno reticulado. Es un material termoestable que presenta muy buena rigidez dieléctrica, bajo factor de pérdidas y excelente resistencia de aislamiento.

Este aislamiento permite resistir temperaturas de trabajo en el conductor de hasta 90°C tolerando temperaturas de cortocircuito de 250° C.

7.2.1.2 PANTALLAS ELÉCTRICAS

La pantalla está constituida por una envolvente metálica de hilos de cobre de 16 mm² de sección en su conjunto aplicada sobre una capa semiconductor externa para evitar que entre la pantalla y el aislamiento quede una capa de aire ionizable y zonas de alta sollicitación eléctrica en el seno del aislamiento.

La capa semiconductor externa está formada por una mezcla extrusionada y reticulada de características químicas semejantes a la del aislamiento, pero de baja resistencia eléctrica, esta se

separa fácilmente del aislamiento dejándole completamente limpio. Dicha capa semiconductora externa separable en frío es también denominada “easy stripping”.

Las pantallas desempeñan varias funciones:

- Confinar el campo eléctrico en el interior del cable.
- Lograr una distribución simétrica y radial del esfuerzo eléctrico en el seno del aislamiento.
- Limitar la influencia mutua entre cables eléctricos.
- Evitar el peligro de electrocuciones.

Para la identificación de las almas de los cables se emplean tiras de distinto color (amarillo, verde, marrón) aplicadas en sentido longitudinal entre la capa semiconductora externa y la pantalla metálica.

7.2.1.3 CUBIERTA

Para la cubierta exterior se realiza a partir de formulación específica de polímeros denominada VEMEX. Este material tiene una gran resistencia y flexibilidad al frío, con una elevada resistencia al desgarro a temperatura ambiente, a la vez que posee una muy alta resistencia a la deformación en caliente y una muy baja permeabilidad al agua.

Esta cubierta respecto a la convencional presenta:

- Mayor resistencia a la absorción de agua.
- Mayor resistencia al rozamiento y a la abrasión. Mayor resistencia a los golpes.
- Mayor resistencia al desgarro.
- Mayor facilidad de instalación en tramos tubulares. Mayor seguridad en el montaje.

Todo esto hace que el cable sea idóneo para el tendido mecanizado. Reúne las características siguientes:

- No propagador de llama: De acuerdo con la Norma IEC-332-1 (UNE 20 432-1)
- No propagador del incendio: Se ajusta a lo especificado en la Norma IEC-332-3 A, B y C (UNE 20 432-3).
- Cero halógenos: De acuerdo con lo establecido en la Norma IEC-753-2 (UNE 21 147-1).
- Baja corrosividad: Se ajusta a la Norma IEC-753-2 (UNE 21 147-2).
- Baja toxicidad: Se consideran cables de baja toxicidad aquellos que producen gases de combustión con un índice de toxicidad de $I_t < 2.5$ (NES-713).
- Baja emisión de humos: De acuerdo con los valores establecidos en la Norma IEC- 1033-1 y 2 (UNE 21 172-1 y 2).

7.2.2 ACCESORIOS

Los empalmes, terminales y derivaciones, se elegirán de acuerdo con la naturaleza, composición y sección de los cables, y no deberán aumentar la resistencia eléctrica de estos. Los terminales deberán ser, asimismo, adecuados a las características ambientales (interior, exterior, contaminación, etc.).

7.2.2.1 TERMINALES

Los terminales se instalarán en los extremos de los cables para garantizar la unión eléctrica con otras partes de una red y mantener el aislamiento hasta el punto de conexión.

Con carácter general, tendrán condiciones adecuadas para adaptarse totalmente al aislamiento del cable sobre el que se instalan, evitando oclusiones de aire que garanticen un cierre estanco, aun cuando el cable esté curvado.

Terminales de interior:

Se emplearán terminales de cable adecuados para prestar servicio en instalaciones protegidas de la intemperie.

Los terminales enchufables apantallados aislados del tipo acodado conexión atornillada, se acoplan a las funciones de línea de las celdas prefabricadas con dieléctrico SF6 en el interior de los Centros de Transformación, a través de las superficies de acoplamiento indicadas en las normas UNE EN 50180 y UNE EN 50181, respectivamente. En el caso excepcional de que se quiera dar continuidad a los cables de entrada-salida de las celdas de línea (mediante interconexión de los terminales) o se quieran conectar dos cables por cada una de las fases, se deberán de utilizar terminales enchufables apantallados aislados del tipo en T conexión atornillada.

7.2.2.2 EMPALMES

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

La cubierta de los terminales será de material polimérico. Para el control de gradiente de campo en los terminales, solo se admitirá el repartidor lineal de tensión (RLT). Este dispositivo estará integrado con la cubierta del terminal.

La cubierta de los terminales de exterior será resistente a la intemperie, y cumplirá con el ensayo especificado en el capítulo 8 de la UNE 21030.

En los empalmes se mantendrá la continuidad de la pantalla metálica, por medio de conexiones adecuadas que garanticen la perfecta conexión eléctrica, así como el apantallamiento total del empalme. Estas conexiones deberán soportar corrientes de cortocircuito no inferiores a las específicas para las pantallas de los cables que forman el empalme.

Los empalmes serán confeccionados de tal forma, que estén contenidos en una sola envolvente, una por fase, quedando todas las conexiones en el interior.

7.3 CANALIZACIÓN SUSTERRANEA DE MEDIA TENSIÓN

7.3.1 CONSIDERACIONES GENERALES

Los tubos irán alojados en zanjas de dimensiones en función de los tubos a alojar, y de acuerdo con los planos que se acompañan, de forma que en todo momento la profundidad mínima de la terna de cables más próxima a la superficie del suelo sea de 80 cm en canalizaciones bajo calzada, pudiendo ser menor según las condiciones encontradas, y de 60 cm en el resto de las canalizaciones. Estas dimensiones se considerarán mínimas, debiendo ser modificadas al alza, en caso necesario, cuando se encuentren otros servicios, en cumplimiento de las exigencias reglamentarias para paralelismos y cruzamientos con los mencionados servicios.

Los tubos serán de polietileno de alta densidad, con estructura de doble pared (PEHD), presentando una superficie interior lisa para facilitar el tendido de los cables por el interior de estos y otra exterior corrugada uniforme, sin deformaciones acusadas, proporcionándoles la resistencia mecánica adecuada.

El diámetro exterior normalizado es de 160 mm, con un diámetro interior mínimo de 120 mm, que permite albergar una terna de cables correspondientes al circuito trifásico normalizado de mayor sección. Será admisible el empleo de tubos de las mismas características físicas de mayor diámetro que el normalizado de 160 mm.

El número de tubos a instalar será siempre par (2, 4, 6,... tubos), debiendo existir en todo caso un tubo de reserva, es decir se instalará al menos un tubo a mayores del número de circuitos proyectados. Cuando la canalización se utilice para albergar las salidas de BT de un Centro de Transformación, el número mínimo de tubos a instalar será de 8 por cada uno de los transformadores previstos o existentes en el CT.

Los tubos serán rígidos suministrados en barras de 6 m de longitud, no admitiéndose el uso de tubos curvables suministrados en rollos. La unión de los tubos se realizará mediante manguitos de unión.

En cada uno de los tubos se instalará un solo circuito. Se evitará en lo posible los cambios de dirección de los tubulares. En los puntos donde estos se produzcan, se dispondrán arquetas, para facilitar la manipulación.

Al objeto de facilitar el tendido de cables, en las canalizaciones longitudinales (alineación) se instalarán arquetas cada 40 m como máximo, así como en los cambios de dirección, extremos de cruzamientos y al inicio y al final de la línea.

Dichas arquetas serán prioritariamente prefabricas troncopiramidales según las dimensiones y características que se indican en los planos que se acompañan. Serán registrables, estando dotadas

en su parte superior de marcos y tapas reseñados en los planos adjuntos, permitiendo su apertura mediante gancho.

En el caso de canalizaciones para el acceso a Centros de Transformación se instalarán en el frente de estos, arquetas dobles, o bien fosos de fabricación in situ de dimensiones útiles en planta 2,00 x 1,50 metros.

Las arquetas que puedan estar sometidas a solicitaciones importantes se reforzarán mediante la construcción de una solera de hormigón armado de acuerdo con los planos que se acompañan. Los tubos quedaran debidamente sellados en sus extremos, así como a la entrada y salida de las arquetas.

La cinta de señalización, fabricada en polietileno de color amarillo, será de 15 cm de ancho y llevará impresa una leyenda advirtiendo de la presencia de cables eléctricos así como la señal de riesgo eléctrico. El número de cintas de señalización a instalar será generalmente de una, salvo en zanjas de anchura igual o superior a 50 cm, donde se instalarán varias cintas en paralelo y con una separación tal que cubra la anchura de proyección de los tubos, de acuerdo con lo indicado en los planos que se acompañan.

Las zanjas en tierra, aceras y calzadas pavimentadas, en general, se rellenarán con zahorra o tierra en tongadas de 15 cm, compactadas hasta una densidad del 95% del "Ensayo Próctor", evitándose el uso de la tierra procedente de la excavación.

El tapado de la zanja se hará por capas sucesivas de 0,15 m de espesor, las cuales serán apisonadas y regadas si fuese necesario, con el fin de que el terreno quede suficientemente consolidado.

Para zanjas en aceras pavimentadas, en general, se colocará el pavimento de la acera que será de características idénticas al primitivo. Cuando el pavimento definitivo esté constituido por losetas o baldosas, la reposición se efectuará por unidades enteras y colocadas en forma y situación análoga a la primitiva.

Cuando se trate de zanjas en calzadas pavimentadas, en general, se procederá, una vez recortado el pavimento con sierra de disco, en línea recta y con una anchura uniforme, a efectuar un riego de adherencia con betún asfáltico y al extendido y compactado de una capa de aglomerado asfáltico en caliente de las mismas características que el existente previamente a la apertura de la zanja, dejando la rasante idéntica a la primitiva, sin ninguna deformación ni forma especial. Cuando el pavimento de rodadura primitivo no sea de aglomerado asfáltico, la reposición se hará con materiales idénticos a los existentes con anterioridad a la rotura de este y colocados de forma análoga a la primitiva.

7.3.2 CONDUCTORES EN CANALIZACIONES ENTUBADAS CON TUBOS HORMIGONADOS

Sobre el fondo de la zanja se dispondrá una capa de hormigón en masa de espesor no inferior a 5 cm sobre la que se colocarán los tubos, teniendo en cuenta que la separación entre los mismos no será inferior a 4 cm.

Se procederá al relleno de la zanja con aplicación de hormigón en masa hasta una altura no inferior a 10 cm por encima de la generatriz del tubo de energía más elevado.

A continuación, se realizará el compactado mecánico, empleándose el tipo de tierra y las tongadas adecuadas para conseguir un próctor del 95%.

Al menos a 40 cm por encima de la generatriz superior del tubo de energía más elevado se instalarán de forma longitudinal a la zanja las cintas de señalización que adviertan de la presencia de la línea, según el criterio indicado anteriormente.

Finalmente, se rellenará la zanja, continuando con el compactado anteriormente descrito hasta el nivel del terreno si no es necesaria la reposición de firme existente previamente a la apertura.

En caso de zanjas en acera, el relleno se realizará hasta una cota 15 cm inferior a la de la superficie del firme, procediendo a la aplicación de una capa de hormigón en masa de espesor 9 cm y finalmente la reposición del firme de acabado en las condiciones existentes previamente a la apertura.

En caso de zanjas en calzada, el relleno se realizará hasta una cota 28 cm inferior a la de la superficie del firme, procediendo a la aplicación de una capa de hormigón en masa de espesor 22 cm y finalmente la reposición del firme de acabado en las condiciones existentes previamente a la apertura.

En el recubrimiento de los tubos se empleará hormigón del tipo HNE-15, apto para rellenos y aplicaciones no estructurales, de resistencia a la compresión mayor o igual a 15 N/mm². El mismo tipo de hormigón se empleará en la confección de la solera previa al firme de acabado.

7.3.3 CANALIZACIÓN SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN PROYECTADA

La canalización proyectada para la instalación de la nueva línea de media tensión tendrá una longitud total de 204 metros. Discurrirá desde el nuevo centro de transformación proyectado "TREAD" hasta la SUBESTACIÓN ELÉCTRICA de la factoría ADITYA BIRLA CARBON SPAIN, S.L (ver plano no 3).

Estará formada por 204 metros de nueva canalización tipo zanja sobre acera y calzada de 4 tubos. Todos los tubos serán de polietileno de 160 mm de diámetro (ver plano no 3 - 4).

7.4 DESCRIPCIÓN DE LAS LINEAS SUBTERRANEAS DE MEDIA TENSIÓN

7.4.1 L.S.M.T. CT TREAD – SUBESTACIÓN ADITYA BIRLA CARBON (PROYECTADA)

La nueva línea subterránea de media tensión partirá desde el CT TREAD (proyectado) y terminará en la Subestación de la factoría ADITYA BIRLA CARBON SPAIN, S.L (ver plano no 5).

El trazado subterráneo estará formada por un tramo de 204 metros de nueva canalización tipo zanja sobre acera y calzada de 4 tubos. Todos los tubos serán de polietileno de 160 mm de (ver plano no 3).

La nueva línea estará compuesta por un circuito de 256 metros de cable tipo RHZ1 OL – 12/20 Kv 3x (1x240) mm² Al + H 16.

7.5 DISTANCIAS DE SEGURIDAD

Las distancias de seguridad y las condiciones generales en situaciones de cruzamiento o paralelismos cumplirán estrictamente con lo establecido en la instrucción técnica complementaria ITC-LAT 06 del vigente Reglamento Sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Líneas Eléctricas de Alta Tensión, así como cualquier otra normativa de obligado cumplimiento, estando a lo dispuesto de los condicionantes impuestos por los organismos afectados en cada caso.

7.5.1 CRUZAMIENTOS CON OTROS CABLES DE ENERGÍA ELÉCTRICA

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 un cable de energía eléctrica de A.T y otros cables de energía eléctrica será de 0,25 metros. La distancia del punto de cruce a los empalmes será superior a 1 metro. Cuando no puedan respetarse estas distancias, el cable instalado más recientemente se dispondrá separado mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

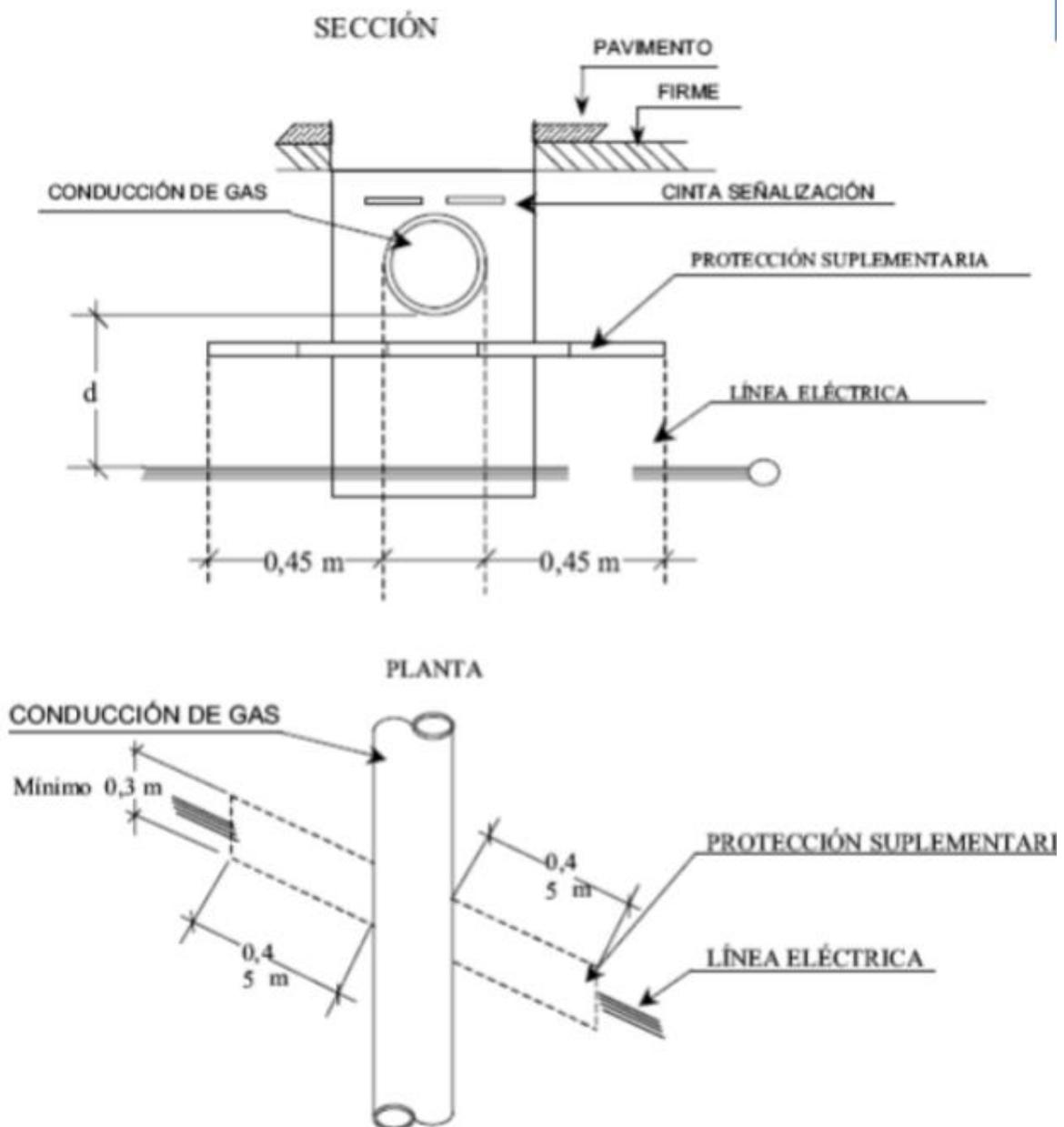
7.5.2 CRUZAMIENTOS CON CANALIZACIONES DE GAS

En los cruces de líneas subterráneas de A.T con canalizaciones de gas deberán mantenerse las distancias mínimas que se establecen en la tabla 3. Cuando por causas justificadas no puedan mantenerse estas distancias, podrá reducirse mediante colocación de una protección suplementaria, hasta los mínimos establecidos en dicha tabla 3. 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 (d) sin protección suplementaria	Distancia mínima (d) 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	0,40 m	0,25 m

* Acometida interior: Es el conjunto de conducciones y accesorios comprendidos entre la llave general de acometida de la compañía suministradora (sin incluir esta) 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 metros a ambos lados del cruce y 0,30 metros de anchura centrada con la instalación que se pretende proteger, de acuerdo con la figura adjunta.



En el caso de línea subterránea de alta tensión con canalización entubada, se considerará como protección suplementaria el propio tubo, no siendo de aplicación las coberturas mínimas indicadas anteriormente. Los tubos estarán constituidos por materiales con adecuada resistencia mecánica, una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

7.5.3 CRUZAMIENTOS CON ALCANTARILLADOS Y RCI

Se procurará pasar los cables por encima de las conducciones de alcantarillado. No se admitirá incidir en su interior. Se admitirá incidir en su pared (por ejemplo, instalando tubos), siempre que se asegure que esta no ha quedado debilitada. Si no es posible, se pasará por debajo, y los cables se dispondrán separados mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28J si es superior a 90mm y menor o igual 140 mm y de 40J cuando es superior a 140 mm.

7.5.4 PARALELISMOS CON OTROS CABLES DE ENERGÍA ELÉCTRICA

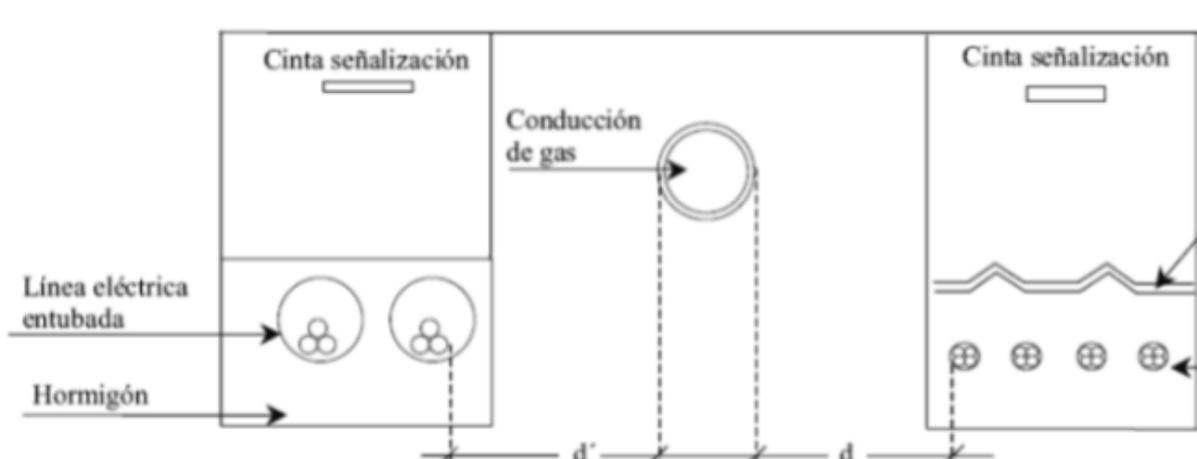
Los cables de alta tensión podrán instalarse paralelamente a otros de baja o alta tensión, manteniendo entre ellos una distancia mínima de 0,25 metros. Cuando no pueda respetarse esta distancia la conducción más reciente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm. En el caso que un mismo propietario canalice a la vez varios cables de A.T del mismo nivel de tensiones, podrá instalarlos a menor distancia, pero los mantendrá separados entre sí con cualquiera de las protecciones citadas anteriormente.

7.5.5 PARALELISMOS 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 4. Cuando por causas justificadas no puedan mantenerse estas distancias, podrán reducirse mediante la colocación de una protección suplementaria hasta las distancias mínimas establecidas en dicha tabla 4. Esta protección suplementaria a colocar entre servicios estará constituida por materiales preferentemente cerámicos (baldosas, rasillas, ladrillo, etc.) o por tubos de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

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

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



7.6 CÁLCULOS LINEAS SUBTERRANEAS DE MEDIA TENSIÓN

Los cálculos eléctricos referidos a las líneas subterráneas se encuentran recogidos en el anexo nº 1: Cálculos.

8. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN PROYECTADO

El centro de transformación objeto del presente proyecto será de tipo interior, empleando para su aparellaje celdas prefabricadas bajo envoltorio metálica según norma UNE-EN 62271-200.

8.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

8.1.1 LOCAL

El Centro estará ubicado en una caseta independiente destinada únicamente a esta finalidad. La caseta será de construcción prefabricada de hormigón con una puerta peatonal, de dimensiones 10.620 x 2.560 y altura útil 2.620 mm., cuyas características se describen en esta memoria (ver plano no 7).

8.1.2 CARACTERÍSTICAS DEL LOCAL

➤ COMPACIDAD.

Esta serie de prefabricados se montarán enteramente en fabrica. Realizar el montaje en la propia fabrica supondrá obtener:

- calidad en origen,
- reducción del tiempo de instalación,
- posibilidad de posteriores traslados.

➤ FACILIDAD DE INSTALACIÓN.

La innecesaria cimentación y el montaje en fábrica permitirán asegurar una cómoda y fácil instalación.

➤ MATERIAL.

El material empleado en la fabricación de las piezas (bases, paredes y techos) es hormigón armado. Con la justa dosificación y el vibrado adecuado se conseguirán unas características óptimas de resistencia característica (superior a 250 Kg/cm² a los 28 días de su fabricación) y una perfecta impermeabilización.

➤ EQUIPOTENCIALIDAD.

La propia armadura de mallazo electrosoldado garantizará la perfecta equipotencialidad de todo el prefabricado. Como se indica en la RU 1303A, las puertas y rejillas de ventilación no estarán conectadas al sistema de equipotencial. Entre la armadura equipotencial, embebida en el hormigón, y las puertas y rejillas existirá una resistencia eléctrica superior a 10.000 ohmios (RU 1303A).

Ningún elemento metálico unido al sistema equipotencial será accesible desde el exterior.

➤ IMPERMEABILIDAD.

Los techos estarán diseñados de tal forma que se impidan las filtraciones y la acumulación de agua sobre estos, desaguando directamente al exterior desde su perímetro.

➤ GRADOS DE PROTECCIÓN.

Serán conformes a la UNE 20324/93 de tal forma que la parte exterior del edificio prefabricado será de IP23, excepto las rejillas de ventilación donde el grado de protección será de IP33. Los componentes principales que formaran el edificio prefabricado son los que se indican a continuación:

➤ ENVOLVENTE.

La envolvente (base, paredes y techos) de hormigón armado se fabricará de tal manera que se cargará sobre camión como un solo bloque en la fábrica.

La envolvente estará diseñada de tal forma que se garantizará una total impermeabilidad y equipotencialidad del conjunto, así como una elevada resistencia mecánica.

En la base de la envolvente irán dispuestos, tanto en el lateral como en la solera, los orificios para la entrada de cables de Alta y Baja Tensión. Estos orificios son partes debilitadas del hormigón que se deberán romper (desde el interior del prefabricado) para realizar la acometida de cables.

➤ SUELOS.

Estarán constituidos por elementos planos prefabricados de hormigón armado apoyados en un extremo sobre unos soportes metálicos en forma de U, los cuales constituirán los huecos que permitirán la conexión de cables en las celdas. Los huecos que no queden cubiertos por las celdas o cuadros eléctricos se taparán con unas placas fabricadas para tal efecto. En la parte frontal se dispondrán unas placas de peso reducido que permitirán el acceso de personas a la parte inferior del prefabricado a fin de facilitar las operaciones de conexión de los cables.

➤ CUBA DE RECOGIDA DE ACEITE.

La cuba de recogida de aceite se integrará en el propio diseño del hormigón. Estará diseñada para recoger en su interior todo el aceite del transformador sin que éste se derrame por la base.

En la parte superior irá dispuesta una bandeja apagafuegos de acero galvanizado perforada y cubierta por grava.

➤ PUERTAS Y REJILLAS DE VENTILACIÓN.

Estarán construidas en chapa de acero galvanizado recubierta con pintura epoxy. Esta doble protección, galvanizado más pintura, las hará muy resistentes a la corrosión causada por los agentes atmosféricos.

Las puertas estarán abisagradas para que se puedan abatir 180º hacia el exterior, y se podrán mantener en la posición de 90º con un retenedor metálico.

8.2 INSTALACIÓN ELÉCTRICA

8.2.1 CARACTERÍSTICAS DE LA RED DE ALIMENTACIÓN

La red de alimentación al centro de transformación será de tipo subterráneo a una tensión de 12 kV y 50 Hz de frecuencia.

La potencia de cortocircuito máxima de la red de alimentación será de 315 MVA, según datos proporcionados por la Compañía suministradora.

8.2.2 CARACTERÍSTICAS DE LA APARAMENTA ELÉCTRICA

CARACTERÍSTICAS GENERALES CELDAS SM6

- Tensión asignada: 24 kV.
- Tensión soportada entre fases, y entre fases y tierra:
 - a frecuencia industrial (50 Hz), 1 minuto: 50 kV e.
 - a impulso tipo rayo: 25 kV cresta.
- Intensidad asignada en funciones de línea: 630 A.
- Intensidad asignada funciones de protección. 200 A (630 A en interrup. automat).

- Intensidad nominal admisible durante un segundo: 20 kA ef.
- Grado de protección de la envolvente: IP307 según UNE 20324
- Puesta a tierra: El conductor de puesta a tierra estará dispuesto a todo lo largo de las celdas según UNE-EN 62271-200, y estará dimensionado para soportar la intensidad admisible de corta duración.
- Embarrado: El embarrado estará sobredimensionado para soportar sin deformaciones permanentes los esfuerzos dinámicos que en un cortocircuito se puedan presentar y que se detallan en el apartado de cálculos.

CELDAS:

CELDA DE PROTECCIÓN GENERAL CON INTERRUPTOR AUTOMÁTICO PROTECCION GENERAL.

Celda Schneider Electric de protección con interruptor automático gama SM6, modelo DM1C, de dimensiones: 750 mm. de anchura, 1.220 mm. de profundidad, 1.600 mm. de altura, y conteniendo:

- Juegos de barras tripolares de 400 A para conexión superior con celdas adyacentes, de 16 kA.
- Seccionador en SF6.
- Mando CS1 manual.
- Interruptor automático de corte en SF6 (hexafluoruro de azufre) tipo Fluarc SF1, tensión de 24 kV, intensidad de 400 A, poder de corte de 16 kA.
- Mando RI de actuación manual.
- Embarrado de puesta a tierra.
- Seccionador de puesta a tierra.
- 3 Transformadores toroidales para la medida de corriente mediante Sepam. - Relé Sepam S20 destinado a la protección general o a transformador.

Dispondrá de las siguientes protecciones y medidas:

- Máxima intensidad de fase (50/51) con un umbral bajo a tiempo dependiente o independiente y de un umbral alto a tiempo independiente,
- Máxima intensidad de defecto a tierra (50N/51N) con un umbral bajo a tiempo dependiente o independiente y de un umbral alto a tiempo independiente,
- Medida de las distintas corrientes de fase,
- Medida de las corrientes de apertura (I1, I2, I3, Io).

El correcto funcionamiento del relé estará garantizado por medio de un relé interno de auto vigilancia del propio sistema. Tres pilotos de señalización en el frontal del relé indicarán el estado del Sepam (aparato en tensión, aparato no disponible por inicialización o fallo interno, y piloto 'trip' de orden de apertura).

El Sepam es un relé indirecto alimentado por batería+cargador.

Dispondrá en su frontal de una pantalla digital alfanumérica para la lectura de las medidas, reglajes y mensajes.

- Enclavamiento por cerradura tipo E24 impidiendo el cierre del seccionador de puesta a tierra y el acceso al compartimento inferior de la celda en tanto que el disyuntor general B.T. no esté abierto y enclavado. Dicho enclavamiento impedirá además el acceso al transformador si el seccionador de puesta a tierra de la celda DM1C no se ha cerrado previamente.

TRANSFORMADOR:

Será una maquina trifásica reductora de tensión, siendo la tensión entre fases a la entrada de 12 kV y la tensión a la salida en vacío de 420V entre fases y 242V entre fases y neutro(*).

El transformador a instalar tendrá el neutro accesible en baja tensión y refrigeración natural (KNAN), en baño de éster vegetal.

La tecnología empleada será la de llenado integral a fin de conseguir una mínima degradación del aceite por oxidación y absorción de humedad, así como unas dimensiones reducidas de la máquina y un mantenimiento mínimo.

Sus características mecánicas y eléctricas se ajustarán a la Norma GE FND001, al Reglamento Europeo (UE) 548/2014 de ecodiseño de transformadores y a las normas particulares de la compañía suministradora, siendo las siguientes:

- Potencia nominal: 1600 kVA
- Tensión nominal primaria: 12.000 V
- Regulación en el primario: +/- 2,5%, +/-5%
- Tensión nominal secundaria en vacío: 420 V.
- Tensión de cortocircuito: 6%
- Grupo de conexión: Dyn11.
- Nivel de aislamiento:
 - Tensión de ensayo a onda de choque 1,2/50 s 95 kV.
 - Tensión de ensayo a 50 Hz, 1 min, 50 kV.

(*)Tensiones según: - UNE 21301 - UNE 21428

- 3 pasatapas para conexión a bornas enchufables en MT en la tapa del transformador.

CONEXIÓN EN EL LADO DE ALTA TENSIÓN:

- Juego de puentes III de cables AT unipolares de aislamiento seco RHZ1, aislamiento 12/20 kV, de 150 mm² en Al con sus correspondientes elementos de conexión.
- Equipamiento de 3 conectores apantallados enchufables rectos lisos 200 A.

CONEXIÓN EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN:

- Juego de puentes III de cables BT unipolares de aislamiento seco tipo RV, aislamiento 0.6/1 kV, de 3x240 mm² Al para las fases y de 2x240 mm² Al para el neutro.

CUADROS DE BAJA TENSIÓN:

Para la parte de baja tensión se proyectan los siguientes cuadros:

CBT1 – funcionando a 420V, según normativa UNESA de 2500A con 4 salidas: 1 de 1250A, 1 de 630A, y 1 de 400A, (más una salida de reserva para batería de condensadores). Las salidas irán protegidas por interruptor automático.

8.2.3 CARACTERÍSTICAS MATERIAL VARIO ALTA TENSIÓN

EMBARRADO GENERAL CELDAS SM6.

El embarrado general de los conjuntos compactos SM6 se construye con barras cilíndricas de cobre semiduro (F20) de 16 mm de diámetro.

8.2.4 CARACTERÍSTICAS DE LA APARAMENTA DE BAJA TENSIÓN

AISLADORES DE PASO CELDAS SM6.

Son los pasatapas para la conexión de los cables aislados de alta tensión procedentes del exterior. Cumplen la norma UNESA 5205B y serán de tipo roscado para las funciones de línea y enchufables para las de protección.

Las salidas de Baja Tensión del Centro de Transformación irán protegidas con Cuadros Modulares de Distribución en Baja Tensión y características según se definen en la Recomendación UNESA 6302B. Dichos cuadros deberán estar homologados por la Compañía Eléctrica suministradora y sus elementos principales se describen a continuación:

- Unidad funcional de embarrado: constituida por dos tipos de barras: barras verticales de llegada, que tendrán como misión la conexión eléctrica entre los conductores procedentes del transformador y el embarrado horizontal; y barras horizontales o repartidoras que tendrán como misión el paso de la energía procedente de las barras verticales para ser distribuida en las diferentes salidas. La intensidad nominal de cada una de las salidas será de 400 Amperios.
- Unidad funcional de seccionamiento: constituida por cuatro conexiones de pletinas deslizantes que podrán ser maniobradas fácil e independientemente con una sola herramienta aislada.

Transformador 1:

- Unidad funcional de protección: constituida por un sistema de protección formado por 4 bases tripolares verticales con cortacircuitos fusibles 400 A.
- 2 Base portafusiles 125A.
- 1 Fusible 22 x 58 16A.

- 2 Lámpara roja de señalización neón.
- Panel puerta y resorte de compresión de cierre. - Base Enchufable 2P blanco 10A, 250V.
- Perfil simétrico liso DIN 46227.
- 1 Amperímetro.
- 1 Interruptor diferencial.
- 2 Magnetotérmicos.
- 2 Contactos auxiliares.
- 1 Analizador de redes.

8.2.5 PUESTA A TIERRA

8.2.5.1 TIERRA DE PROTECCIÓN

Se conectarán a tierra los elementos metálicos de la instalación que no estén en tensión normalmente, pero que puedan estarlo a causa de averías o circunstancias externas.

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

8.2.5.2 TIERRA DE SERVICIO

Se conectarán a tierra el neutro del transformador y los circuitos de baja tensión de los transformadores del equipo de medida, según se indica en el apartado de "Cálculo de la instalación de puesta a tierra" (Apartado 4.2 Anexo no1: Cálculos). 7.2.5.3 Tierras interiores

8.2.5.3 TIERRAS INTERIORES

Las tierras interiores del centro de transformación tendrán la misión de poner en continuidad eléctrica todos los elementos que deban estar conectados a tierra con sus correspondientes tierras exteriores.

La tierra interior de protección se realizará con cable de 50 mm² de cobre desnudo formando un anillo. Este cable conectará a tierra los elementos indicados en el apartado anterior e irá sujeto a las paredes mediante bridas de sujeción y conexión, conectando el anillo al final a una caja de seccionamiento con un grado de protección IP54.

La tierra interior de servicio se realizará con cable de 50 mm² de cobre aislado formando un anillo. Este cable conectará a tierra los elementos indicados en el apartado anterior e irá sujeto a las paredes mediante bridas de sujeción y conexión, conectando el anillo al final a una caja de seccionamiento con un grado de protección IP54.

Las cajas de seccionamiento de la tierra de servicio y protección estarán separadas por una distancia mínima de 1m.

8.2.6 Instalaciones secundarias

8.2.6.1 ALUMBRADO GENERAL

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

Los focos luminosos estarán colocados sobre soportes rígidos y dispuestos de tal forma que se mantenga la máxima uniformidad posible en la iluminación. Además, se deberá poder efectuar la sustitución de lámparas sin peligro de contacto con otros elementos en tensión.

8.2.6.2 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

En el interior del Centro de Transformación se dispondrá de un extintor de eficacia 34 A 115 B, de polvo polivalente y adecuado para tensiones eléctricas inferiores a 30 kV. Por las dimensiones del centro no es necesario colocar ningún extintor adicional, ya que esto solo sería necesario en caso de que el recorrido real más lejano desde el punto de trabajo al extintor más próximo fuese superior a 15 metros.

8.2.6.3 VENTILACIÓN

La ventilación del centro de transformación se realizará mediante las rejas de entrada y salida de aire dispuestas para tal efecto.

Estas rejas se construirán de modo que impidan el paso de pequeños animales, la entrada de agua de lluvia y los contactos accidentales con partes en tensión si se introdujeran elementos metálicos por las mismas.

La justificación técnica de la correcta ventilación del centro se encuentra en el anexo nº1: Cálculos.

8.2.7 MEDIDAS DE SEGURIDAD

SEGURIDAD EN CELDAS SM6

Las celdas tipo SM6 dispondrán de una serie de enclavamientos funcionales que responden a los definidos por la Norma UNE-EN 62271-200, y que serán los siguientes:

- Solo será posible cerrar el interruptor con el seccionador de tierra abierto y con el panel de acceso cerrado.
- El cierre del seccionador de puesta a tierra solo será posible con el interruptor abierto.
- La apertura del panel de acceso al compartimento de cables solo será posible con el seccionador de puesta a tierra cerrado.
- Con el panel delantero retirado, será posible abrir el seccionador de puesta a tierra para realizar el ensayo de cables, pero no será posible cerrar el interruptor.
- Además de los enclavamientos funcionales ya definidos, algunas de las distintas funciones se enclavarán entre ellas mediante cerraduras.

8.3 CÁLCULOS

Los cálculos eléctricos referidos al centro de transformación se encuentran recogidos en el anexo nº 1: Cálculos.

9. PROPIEDAD Y USO DE LAS INSTALACIONES

Titular: ADITYA BIRLA CARBON SPAIN, S.L

10. CONCLUSIÓN

Dado que la redacción del presente Proyecto se ha llevado a cabo de acuerdo con los Reglamentos indicados al principio de la Memoria, se somete al Servicio de Energía de la Dirección General de Innovación e Industria perteneciente a la Consejería de Innovación, Industria, Turismo y Comercio de Cantabria, solicitando su aprobación.

2 CÁLCULOS

1. OBJETO

El presente anexo tiene por objeto establecer los criterios de cálculo que se han tenido en cuenta a la hora de diseñar y dimensionar las instalaciones recogidas en el proyecto que nos ocupa, así como indicar los valores obtenidos.

2. CÁLCULOS LINEA SUBTERRANEA DE MEDIA TENSION PROYECTADA

2.1 RESISTENCIA DEL CONDUCTOR

La resistencia R del conductor, en ohmios por kilómetro, varía con la temperatura T de funcionamiento de la línea. Se adopta el valor correspondiente a T = 90o C que viene determinado por la expresión:

$$R_{90} = R_{20} \cdot [1 + \alpha \cdot (90 - 20)]$$

siendo $\alpha = 0,00403$ para el aluminio.

Conductor	Sección (mm ²)	Resistencia máxima a 20°C (Ω/km)	Resistencia máxima a 90oC (Ω/km)
RHZ1 12/20 KV 1x150	150	0.206	0.264
RHZ1 12/20 KV 1x240	240	0.125	0.160
RHZ1 12/20 KV 1x400	400	0.078	0.100
RHZ1 26/45 KV 1x150	150	0.206	0.264
RHZ1 26/45 KV 1x150	240	0.125	0.160
RHZ1 26/45 KV 1x150	400	0.078	0.100

La resistencia del conductor se determina, mediante la expresión anterior, despreciando el efecto proximidad y pelicular, dado que dicho efecto se considera despreciable, dadas las secciones de conductores empleadas en el presente proyecto.

2.2 REACTANCIA DEL CONDUCTOR

La reactancia kilométrica de la línea se calcula según la expresión:

$$X = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L$$

Cálculos

y sustituyendo en ella el coeficiente de autoinducción L por su valor:

$$L = \left(K + 4,605 \cdot \log \frac{2 \cdot D_m}{d} \right) \cdot 10^{-4} \text{ (H/km)}$$

se llega a:

$$X = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot \left(K + 4,605 \cdot \log \frac{2 \cdot D_m}{d} \right) \cdot 10^{-4}$$

donde:

X = Reactancia [Ω /km]

f = Frecuencia de la red [Hz]

Dm = Separación media geométrica entre conductores [mm]

d = Diámetro del conductor [mm]

K = constante que toma el valor 0,64 para conductores con 15 alambres cableados, y 0,55 para conductores con 30 alambres cableados

Conductor	Resistencia Inductiva a (Ω /km)
RHZ1 12/20 KV 1x150	0.114
RHZ1 12/20 KV 1x240	0.106
RHZ1 12/20 KV 1x400	0.099
RHZ1 26/45 KV 1x150	0.126
RHZ1 26/45 KV 1x150	0.116
RHZ1 26/45 KV 1x150	0.106

Los anteriores valores han sido obtenidos considerando la disposición de los conductores en triángulo en contacto entre sí.

2.3 CAPACIDAD

La capacidad para cables con un solo conductor depende de:

a) Las dimensiones de este (longitud, diámetro de los conductores, incluyendo las eventuales capas semiconductoras, diámetro debajo de la pantalla).

Cálculos

b) La permisividad o constante dieléctrica ϵ del aislamiento.

Para el caso de los cables de campo radial, la capacidad será:

$$C = \frac{0,0241 \cdot \epsilon}{\log\left(\frac{D}{d}\right)} \text{ (}\mu\text{F/km)}$$

siendo:

D = diámetro del aislante [mm]

d = diámetro del conductor incluyendo la capa semiconductora [mm]

$\epsilon = 2,4$ (XLPE)

En cuanto a la intensidad de carga es la corriente capacitiva que circula debido a la capacidad entre el conductor y la pantalla. La corriente de carga en servicio trifásico simétrico para la tensión más elevada de la red es:

$$I_C = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot C \cdot \frac{U_m}{\sqrt{3}} \cdot 10^{-3} \text{ (A/km)}$$

Donde:

C = capacidad [F/km]

Um = Tensión más elevada de la red [kV]

Conductor	Sección (mm ²)	Capacidad ($\mu\text{F/km}$)	Intensidad de carga capacitiva (A/km)
RHZ1 12/20 KV 1x150	150	0.254	1.106
RHZ1 12/20 KV 1x240	240	0.306	1.332
RHZ1 12/20 KV 1x400	400	0.376	1.637
RHZ1 26/45 KV 1x150	150	0.208	1.358
RHZ1 26/45 KV 1x240	240	0.246	1.606
RHZ1 26/45 KV 1x400	400	0.346	2.259

2.4 INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE

El valor de la intensidad que puede circular en régimen permanente, sin provocar un calentamiento exagerado del conductor, depende del tipo de instalación. La intensidad admisible del cable deberá corregirse teniendo en cuenta cada una de las características de la instalación real. En el caso de

Cálculos

cables instalados en el interior de tubos y siempre que la longitud de la instalación tubular exceda de 15 metros, se aplicará un coeficiente de corrección de 0,8.

Las intensidades máximas admisibles están calculadas en función de las condiciones siguientes:

- a) Si los cables son unipolares irán dispuestos en haz.
- b) Enterrados a una profundidad de 1 m en terrenos de resistividad térmica de 1,5 K·m/W.
- c) Temperatura máxima en el conductor 90°C.
- d) Temperatura del terreno 25°C.
- e) Temperatura del aire 40°C.
- f) Resistividad térmica del tubo 3,5 K·m/W.
- g) $\varnothing_{\text{int tubo}} > 1,5 \times \varnothing_{\text{equiv terna cables}}$.

Las intensidades máximas permanentes admisibles del conductor, en A, en función del tipo de instalación antes descrito, se indican en la siguiente tabla:

Conductor	Intensidad máxima Admisible		
	Instalación al aire (A)	Instalación enterrada(2) (A)	Instalación bajo tubo(2) (A)
RHZ1 12/20 KV 1x150	335	260	245
RHZ1 12/20 KV 1x240	445	345	320
RHZ1 12/20 KV 1x400	610	445	415
RHZ1 26/45 KV 1x150	318	295	270
RHZ1 26/45 KV 1x150	432	389	360
RHZ1 26/45 KV 1x150	582	505	465

(1) Condiciones de instalación: una terna de cables al aire (a la sombra) a 40°C

(2) Condiciones de instalación: una terna de cables enterrado a 1 m de profundidad, temperatura del terreno 25°C y resistividad térmica 1,5 k·m/W

La intensidad nominal de la línea se calcula mediante la expresión:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\varphi}$$

donde:

P = potencia transportada [kW]

U = tensión compuesta de la línea [kV]

La potencia considerada dependerá de la configuración eléctrica de la red de distribución de media tensión en cada momento. A efectos de cálculo lo que establecemos es la potencia máxima que se le podrá asignar a la línea, limitada por la intensidad máxima admisible del conductor según el tipo de instalación. El valor así obtenido permitirá a la distribuidora adoptar la toma de decisiones futuras en el sentido de configuración de la red. Por tanto:

$$P_{max} = I_{max} \cdot \sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\phi$$

Conductor	Tensión de la red (kV)	Intensidad Máxima (A)	Potencia de transporte (kW) $\cos\phi=0,8$
RHZ1 12/20 KV 1x150	20	245	6789
RHZ1 12/20 KV 1x240	20	320	8868
RHZ1 12/20 KV 1x400	20	415	11500
RHZ1 26/45 KV 1x150	30	270	11223
RHZ1 26/45 KV 1x150	30	360	14964
RHZ1 26/45 KV 1x150	30	465	19329

2.5 INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO ADMISIBLES EN LOS CONDUCTORES

La intensidad de cortocircuito máxima admisible en los conductores es la intensidad que no provoca ninguna disminución de las características de aislamiento de los conductores, incluso después de un número elevado de cortocircuitos.

A efectos del cálculo se admite que el calentamiento de los conductores se realiza en un sistema adiabático, es decir, que todo el calor desprendido durante el proceso es absorbido por el propio conductor.

El cálculo se realiza siguiendo el procedimiento y mediante las expresiones establecidas en la Norma UNE 21192, así como las indicaciones recogidas en la Norma UNE 211435.

Las intensidades que se indican en la siguiente tabla, en kA, corresponden a una temperatura final alcanzada por el conductor de 250°C, máxima asignada al mismo en un cortocircuito de duración máxima 5 segundos, e inicial de 90°C en régimen permanente.

Sección Conductor	Intensidad máxima Admisible									
	0.1	0.2	0.3	0.5	0.6	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
150	44.8	31.7	25.9	20.1	18.3	14.2	11.6	10.0	9.0	8.2
240	71.7	50.7	41.4	32.1	29.3	22.7	18.5	16.0	14.3	13.1
400	119.6	84.6	69.1	53.5	48.8	37.8	30.9	26.7	23.9	21.8

2.6 INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO ADMISIBLES EN PANTALLAS

Siguiendo el mismo procedimiento que en el apartado anterior, en la tabla siguiente se reflejan, en kA, las intensidades admisibles en la pantalla de cobre en función del tiempo de duración del cortocircuito.

De acuerdo con lo indicado en la Norma UNE 211435, estas intensidades se calculan para una temperatura inicial de la pantalla de 70°C, es decir, 20°C inferior a la considerada para el conductor en régimen permanente, y una temperatura máxima final de 180°C. Asimismo, se considera la disipación del calor durante el fenómeno (sistema no adiabático).

Sección de pantalla mm ² Cul	Duración del cortocircuito (s)									
	0.1	0.2	0.3	0.5	0.6	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
16	6.4	4.6	3.7	2.9	2.7	2.1	1.7	1.5	1.3	1.2

2.7 CAIDA DE TENSIÓN

La caída de tensión, por resistencia y reactancia de una línea (despreciando la influencia de la capacidad y la perditanca), viene dada por la siguiente fórmula:

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

donde:

ΔU = caída de tensión [V]

I = intensidad de la línea [A]

R = resistencia del conductor [/km] X = reactancia inductiva [/km]

L = longitud de la línea [km]

teniendo en cuenta que:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\phi}$$

donde:

P = potencia transportada [kW]

U = tensión compuesta de la línea [kV]

$$\Delta U (\%) = P \cdot \frac{L}{10 \cdot U^2} \cdot (R + X \cdot \operatorname{tg}\phi)$$

CÁLCULO DE CAÍDAS DE TENSIÓN					
Línea	Tramo	Longitud (Km)	Conductor AL RV	Caída de Tensión (V)	Caída de Tensión (%)
LSTM 1	CT Tread- Subestación Aditya Birla Carbon Spain	0.256	RHZ1 240	33.94	0.14

2.8 PÉRDIDA DE POTENCIA

La fórmula a aplicar para calcular la pérdida de potencia es la siguiente:

$$\Delta P = 3 \cdot R \cdot L \cdot I^2$$

siendo:

ΔP = pérdidas de potencia [W]

R = resistencia del conductor [Ω/km] L = longitud de la línea [km]

I = intensidad de la línea [A]

teniendo en cuenta que:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi}$$

donde:

P = potencia transportada [kW]

U = tensión compuesta de la línea [kV]

La pérdida de potencia en tanto por ciento será:

$$\Delta P (\%) = \frac{P \cdot L \cdot R}{10 \cdot U^2 \cdot \cos^2 \varphi}$$

CÁLCULO DE PÉRDIDA DE POTENCIA						
Línea	Tramo	Potencia (KW)	Longitud (km)	Conductor	Pérdida Potencia (W)	Pérdida Potencia (%)
LSTM 1	CT Tread- Subestación Aditya Birla Carbon Spain	8.868	0.256	RHZ1 240	12.582,9	0.11

3 CÁLCULOS CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

3.1 CÁLCULOS ELÉCTRICOS

3.1.1 INTENSIDAD DE ALTA TENSIÓN

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

donde:

S = potencia asignada del transformador, en kVA

U = tensión nominal de la red de distribución, en kV

I_p = intensidad primaria, en A

En función de la tensión de la red y de la potencia del transformador se obtiene los siguientes valores:

Potencia del transformador (kVA)	Ip (A)
1600	77.07

Siendo la intensidad total primaria de 77.07 Amperios.

3.1.2 INTENSIDAD DE BAJA TENSIÓN

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

$$I_s = \frac{S - W_{fe} - W_{cu}}{\sqrt{3} * U}$$

Donde:

S = potencia asignada del transformador, en kVA

W_{fe} = Pérdidas en el hierro

W_{cu} = Pérdidas en los arrollamientos

U = Tensión compuesta en carga del secundario en kilovoltios =0,4 kV

I_s = Intensidad secundaria en Amperios

En función de la potencia del transformador se obtiene los siguientes valores:

Potencia del transformador (kVA)	Pérdidas totales transformador (kW)	I _s (A)
1600	5.03	2310.13

3.1.3 CORTOCIRCUITOS

Para la realización del cálculo de las corrientes de cortocircuito utilizaremos las expresiones:

Intensidad primaria para cortocircuito en el lado de alta tensión:

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

Siendo:

S_{cc}: Potencia de cortocircuito de la red en MVA

U:

Cálculos

Tensión primaria en kV.

I_{ccp}: Intensidad de cortocircuito primaria en kA

- Intensidad secundaria para cortocircuito en el lado de baja tensión (despreciando la impedancia de la red de alta tensión):

$$I_{ccs} = \frac{S}{\sqrt{3} * \frac{U_{cc}}{100} * U_s}$$

Siendo:

S: Potencia del transformador en kVA

U_{cc}: Tensión porcentual de cortocircuito del transformador. U_s: Tensión secundaria en carga en voltios.

I_{ccs}: Intensidad de cortocircuito secundaria en kA.

3.1.3.1 CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE ALTA TENSIÓN

Utilizando la formula expuesta anteriormente con:

S_{cc}: 315 MVA

U= 12 kV.

Y sustituyendo valores tendremos una intensidad primaria máxima para un circuito en el lado de A.T. de: I_{ccp}=15.16 kA.

3.1.3.2 CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN

Utilizando la fórmula expuesta anteriormente y sustituyendo valores, tendremos:

Potencia del transformador (kVA)	U _{cc} (%)	I _{ccs} (kA)
1600	6	38.53

Siendo:

Ucc: Tensión de cortocircuito del transformador en tanto por ciento.

Iccs: Intensidad secundaria máxima para un cortocircuito en el lado de baja tensión.

3.1.4 DIMENSIONAMIENTO DEL EMBARRADO

3.1.4.1 COMPROBACIÓN POR DENSIDAD DE CORRIENTE

La comprobación por densidad de corriente tiene como objeto verificar que no se supera la máxima densidad de corriente admisible por el elemento conductor cuando por el circule una corriente igual a la corriente nominal máxima.

Para las celdas modelo RM6 seleccionadas para este proyecto se ha obtenido la correspondiente certificación que garantiza cumple con la especificación citada mediante el protocolo de ensayo 51167219EA realizado por VOLTA.

Las celdas a instalar en el CT/CS dispondrán de certificación correspondiente que cubre el valor indicado.

3.1.4.2 COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN ELECTRODINÁMICA

La comprobación por solicitud electrodinámica tiene como objeto verificar que los elementos conductores de las celdas incluidas en este proyecto son capaces de soportar el esfuerzo mecánico derivado de un defecto de cortocircuito entre fase.

Para las celdas modelo SM6 seleccionadas para este proyecto se ha obtenido la correspondiente certificación que garantiza cumple con la especificación citada mediante el protocolo de ensayo 51168218XB realizado por VOLTA. El ensayo garantiza una resistencia electrodinámica de 50kA.

3.1.4.3 COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN TÉRMICA. SOBREENTENSIDAD TÉRMICA ADMISIBLE

La comprobación por solicitud térmica tiene como objeto comprobar que por motivo de la aparición de un defecto o cortocircuito no se producirá un calentamiento excesivo del elemento conductor principal de las celdas que pudiera así dañarlo.

Para las celdas modelo SM6 seleccionadas para este proyecto se ha obtenido la correspondiente certificación que garantiza cumple con la especificación citada mediante el protocolo de ensayo 51168218XB realizado por VOLTA.

El ensayo garantiza una resistencia térmica de 20kA 1 segundo.

3.1.5 SELECCIÓN DE LAS PROTECCIONES DE ALTA Y BAJA TENSIÓN

➤ Alta tensión

Los cortacircuitos fusibles son los limitadores de corriente, produciéndose su fusión, para una intensidad determinada, antes que la corriente haya alcanzado su valor máximo. De todas formas, esta protección debe permitir el paso de la punta de corriente producida en la conexión del transformador en vacío, soportar la intensidad en servicio continuo y sobrecargas eventuales y cortar las intensidades de defecto en los bornes del secundario del transformador.

Como regla práctica, simple y comprobada, que tiene en cuenta la conexión en vacío del transformador y evita el envejecimiento del fusible, se puede verificar que la intensidad que hace fundir al fusible en 0,1 segundo es siempre superior o igual a 14 veces la intensidad nominal del transformador.

La intensidad nominal de los fusibles se escogerá por tanto en función de la potencia del transformador a proteger.

Sin embargo, en el caso de utilizar como interruptor de protección del transformador un disyuntor en atmosfera de hexafluoruro de azufre, y ser éste el aparato destinado a interrumpir las corrientes de cortocircuito cuando se produzcan, no se instalarán fusibles para la protección de dicho transformador.

Potencia del transformador (kVA)	Intensidad nominal del fusible de AT (A)
1600	100

➤ Baja tensión

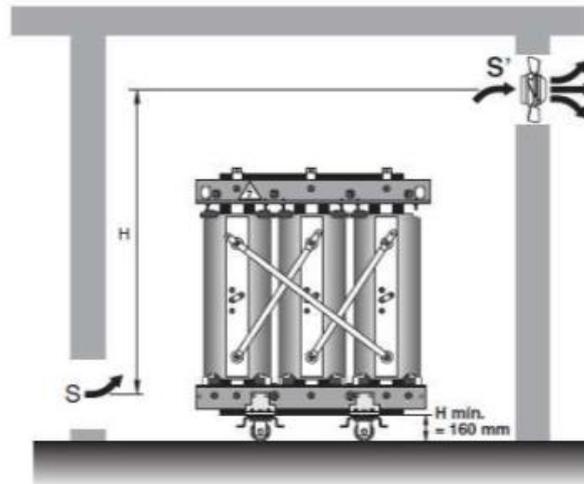
En el circuito de baja tensión del transformador se instalará un Cuadro de Distribución homologado por Aditya Birla Carbon Spain, y sus especificaciones internas.

3.1.6 DIMENSIONAMIENTO DE LA VENTILACIÓN DEL CT

El centro de transformación dispondrá de un sistema de ventilación forzada, diseñado por el proveedor del edificio prefabricado Schneider Electric. El ventilador puede controlarse mediante termostato y funcionará como extractor, en la parte superior del local.

Caudal de aire ,recomendado (m³/s) a 20°C: 0,1xP

P= Suma de las perdidas en vacío y en carga del transformador expresada en kW a 120°C.



3.1.7 DIMENSIONAMIENTO DEL POZO APAGAFUEGOS

Es de hormigón y totalmente estanca. Con una capacidad de 600 litros (con la posibilidad de instalar una de 1.000 litros), está diseñada para recoger en su interior todo el aceite del transformador sin que éste se derrame por la base.

Está dividida en dos depósitos comunicados superiormente. Ambos disponen de un conducto inferior de desagüe con un tapón extraíble.

En la parte superior va dispuesta una bandeja apagafuegos de acero galvanizado perforada y cubierta por grava.

Unos railes metálicos, situados sobre la cuba, permiten una fácil colocación del transformador en el interior del prefabricado, que se realiza a nivel del suelo, por deslizamiento.

3.2 CALCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA

3.2.1 INVESTIGACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO

Según la investigación previa del terreno donde se instalará este Centro de Transformación, se determina una resistividad media superficial = 20 Ω .m.

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

Según los datos de la red proporcionados por la compañía suministradora (Riesgo Distribución S.L.), el tiempo total de eliminación del defecto es de 0.32 s. Los valores de K y n para calcular la tensión

máxima de contacto aplicada según MIE-RAT 13 en el tiempo de defecto proporcionado por la Compañía son:

$$K=72 \text{ y } n=1.$$

El Centro de transformación se alimenta desde una subestación interior cuyo neutro se encuentra conectado a tierra a través de impedancia limitadora.

En este caso, según datos proporcionados, la intensidad máxima de defecto es 3 A.

3.2.3 DISEÑO PRELIMINAR DE LA INSTALACIÓN DE TIERRA

➤ Tierra de protección

Se conectarán a este sistema las partes metálicas de la instalación que no estén en tensión normalmente, pero puedan estarlo a consecuencia de averías o causas fortuitas, tales como los chasis y los bastidores de los aparatos de maniobra, envolventes metálicas de las cabinas prefabricadas y carcasas de los transformadores.

Para los cálculos a realizar emplearemos las expresiones y procedimientos según el "Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de tercera categoría", editado por UNESA, conforme a las características del centro de transformación objeto del presente cálculo, siendo, entre otras, las siguientes:

Para la tierra de protección optaremos por un sistema de las características que se indican a continuación:

- Identificación: código 5/62 del método de cálculo de tierras de UNESA. - Parámetros característicos:

$$K_r = 0.073 \Omega/(\Omega \cdot m).$$

$$K_p = 0.012 V/(\Omega \cdot m \cdot A).$$

- Descripción:

Estará constituida por 6 picas en hilera unidas por un conductor horizontal de cobre desnudo de 50 mm² de sección.

Las picas tendrán un diámetro de 14 mm. y una longitud de 2.00 m. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 2.5 m. y la separación entre cada pica y la siguiente será de 3.00 m. Con esta configuración, la longitud de conductor desde la primera pica a la última será de 15 m., dimensión que tendrá que haber disponible en el terreno.

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

Cálculos

La conexión desde el Centro hasta la primera pica se realizará con cable de cobre aislado de 0.6/1 kV protegido contra daños mecánicos.

➤Tierra de servicio

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

Las características de las picas serán las mismas que las indicadas para la tierra de protección. La configuración escogida se describe a continuación:

- Identificación: código 5/62 del método de cálculo de tierras de UNESA. - Parámetros característicos:

$$K_r = 0.073 \Omega/(\Omega \cdot m). \quad K_p = 0.012 V/(\Omega \cdot m \cdot A).$$

- Descripción:

Estará constituida por 6 picas en hilera unidas por un conductor horizontal de cobre desnudo de 50 mm² de sección.

Las picas tendrán un diámetro de 14 mm. y una longitud de 2.00 m. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0.5 m. y la separación entre cada pica y la siguiente será de 3.00 m. Con esta configuración, la longitud de conductor desde la primera pica a la última será de 15 m., dimensión que tendrá que haber disponible en el terreno.

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

La conexión desde el Centro hasta la primera pica se realizará con cable de cobre aislado de 0.6/1 kV protegido contra daños mecánicos.

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

Existirá una separación mínima entre las picas de la tierra de protección y las picas de la tierra de servicio a fin de evitar la posible transferencia de tensiones elevadas a la red de Baja Tensión.

3.2.4 CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DEL SISTEMA DE TIERRA

➤Tierra de protección

Para el cálculo de la resistencia de la puesta a tierra de las masas del Centro (R_t) y tensión de defecto correspondiente (U_d), utilizaremos las siguientes fórmulas:

- Resistencia del sistema de puesta a tierra, R_t : $R_t = K_r * \sigma$.

- Tensión de defecto, U_d : $U_d = I_d * R_t$.

Siendo:
 $\sigma = 20 \Omega \cdot m$.

$K_r = 0.073 \Omega / (\Omega \cdot m)$.

$I_d = 3 A$.

se obtienen los siguientes resultados:

$R_t = 1.5 \Omega$.

$U_d = 4.4 V$.

El aislamiento de las instalaciones de baja tensión del C.T. deberá ser mayor o igual que la tensión máxima de defecto calculada (U_d), por lo que deberá ser como mínimo de 2000 Voltios. De esta manera se evitará que las sobretensiones que aparezcan al producirse un defecto en la parte de Alta Tensión deterioren los elementos de Baja Tensión del centro, y por ende no afecten a la red de Baja Tensión.

➤Tierra de servicio

$R_t = K_r * \sigma = 0.073 * 20 = 1.5 \Omega$.

que vemos que es inferior a 37Ω .

3.2.5 CÁLCULO DE LAS TENSIONES EN EL EXTERIOR DE LA INSTALACIÓN

Con el fin de evitar la aparición de tensiones de contacto elevadas en el exterior de la instalación, las puertas y rejas de ventilación metálicas que dan al exterior del centro no tendrán contacto eléctrico alguno con masas conductoras que, a causa de defectos o averías, sean susceptibles de quedar sometidas a tensión.

Con estas medidas de seguridad, no será necesario calcular las tensiones de contacto en el exterior, ya que éstas serán prácticamente nulas.

Por otra parte, la tensión de paso en el exterior vendrá determinada por las características del electrodo y de la resistividad del terreno, por la expresión:

$$U_p = K_p \cdot \sigma \cdot I_d = 0.012 \cdot 20 \cdot 3 = 0.7 \text{ V.}$$

3.2.6 CÁLCULO DE LAS TENSIONES EN EL INTERIOR DE LA INSTALACIÓN

El piso del Centro estará constituido por un mallazo electrosoldado con redondos de diámetro no inferior a 4 mm. formando una retícula no superior a 0,30 x 0,30 m. Este mallazo se conectará como mínimo en dos puntos preferentemente opuestos a la puesta a tierra de protección del Centro. Con esta disposición se consigue que la persona que deba acceder a una parte que pueda quedar en tensión, de forma eventual, está sobre una superficie equipotencial, con lo que desaparece el riesgo inherente a la tensión de contacto y de paso interior. Este mallazo se cubrirá con una capa de hormigón de 10 cm. de espesor como mínimo.

El edificio prefabricado de hormigón EHC estará construido de tal manera que, una vez fabricado, su interior sea una superficie equipotencial. Todas las varillas metálicas embebidas en el hormigón que constituyan la armadura del sistema equipotencial estarán unidas entre sí mediante soldadura eléctrica.

Esta armadura equipotencial se conectará al sistema de tierras de protección (excepto puertas y rejillas, que como ya se ha indicado no tendrán contacto eléctrico con el sistema equipotencial; debiendo estar aisladas de la armadura con una resistencia igual o superior a 10.000 ohmios a los 28 días de fabricación de las paredes).

Así pues, no será necesario el cálculo de las tensiones de paso y contacto en el interior de la instalación, puesto que su valor será prácticamente nulo.

No obstante, y según el método de cálculo empleado, la existencia de una malla equipotencial conectada al electrodo de tierra implica que la tensión de paso de acceso es equivalente al valor de la tensión de defecto, que se obtiene mediante la expresión:

$$U_p \text{ acceso} = U_d = R_t \cdot I_d = 1.5 \cdot 3 = 4.4 \text{ V.}$$

3.2.7 CÁLCULO DE LAS TENSIONES APLICADAS

La tensión máxima de contacto aplicada, en voltios, que se puede aceptar, según el reglamento MIE-RAT, será:

$$U_{ca} = \frac{K}{t^n}$$

Cálculos

Siendo:

U_{ca} = Tensión máxima de contacto aplicada en Voltios.

$K = 72$.

$n = 1$.

t = Duración de la falta en segundos: 0.32 s

obtenemos el siguiente resultado:

$U_{ca} = 225 \text{ V}$

Para la determinación de los valores máximos admisibles de la tensión de paso en el exterior, y en el acceso al Centro, emplearemos las siguientes expresiones:

$$U_{p(\text{exterior})} = 10 \frac{K}{t^n} \left(1 + \frac{6 \cdot \sigma}{1.000} \right)$$

$$U_{p(\text{acceso})} = 10 \frac{K}{t^n} \left(1 + \frac{3 \cdot \sigma + 3 \cdot \sigma h}{1.000} \right)$$

Siendo:

U_p = Tensiones de paso en Voltios.

$K = 72$.

$n = 1$.

t = Duración de la falta en segundos: 0.32 s

σ = Resistividad del terreno.

σh = Resistividad del hormigón = 3.000 $\Omega \cdot m$

obtenemos los siguientes resultados:

$$U_{p(\text{exterior})} = 2520 \text{ V}$$

$$U_{p(\text{acceso})} = 22635 \text{ V}$$

Así pues, comprobamos que los valores calculados son inferiores a los máximos admisibles:

- en el exterior:

$$U_p = 0.7 \text{ V} < U_{p(\text{exterior})} = 2520 \text{ V}.$$

- en el acceso al C.T.:

$$U_d = 4.4 \text{ V} < U_{p(\text{acceso})} = 22635 \text{ V}.$$

3.2.8 INVESTIGACIÓN DE LAS TENSIONES TRANSFERIBLES AL EXTERIOR

Al no existir medios de transferencia de tensiones al exterior no se considera necesario un estudio previo para su reducción o eliminación.

No obstante, con el objeto de garantizar que el sistema de puesta a tierra de servicio no alcance tensiones elevadas cuando se produce un defecto, existirá una distancia de separación mínima $D_{\text{mín}}$, entre los electrodos de los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio, determinada por la expresión:

$$D_{\text{mín}} = \frac{\sigma \cdot I_d}{2.000 \cdot \pi}$$

con:

$$\sigma = 20 \Omega \cdot \text{m.}$$

$$I_d = 3 \text{ A.}$$

obtenemos el valor de dicha distancia:

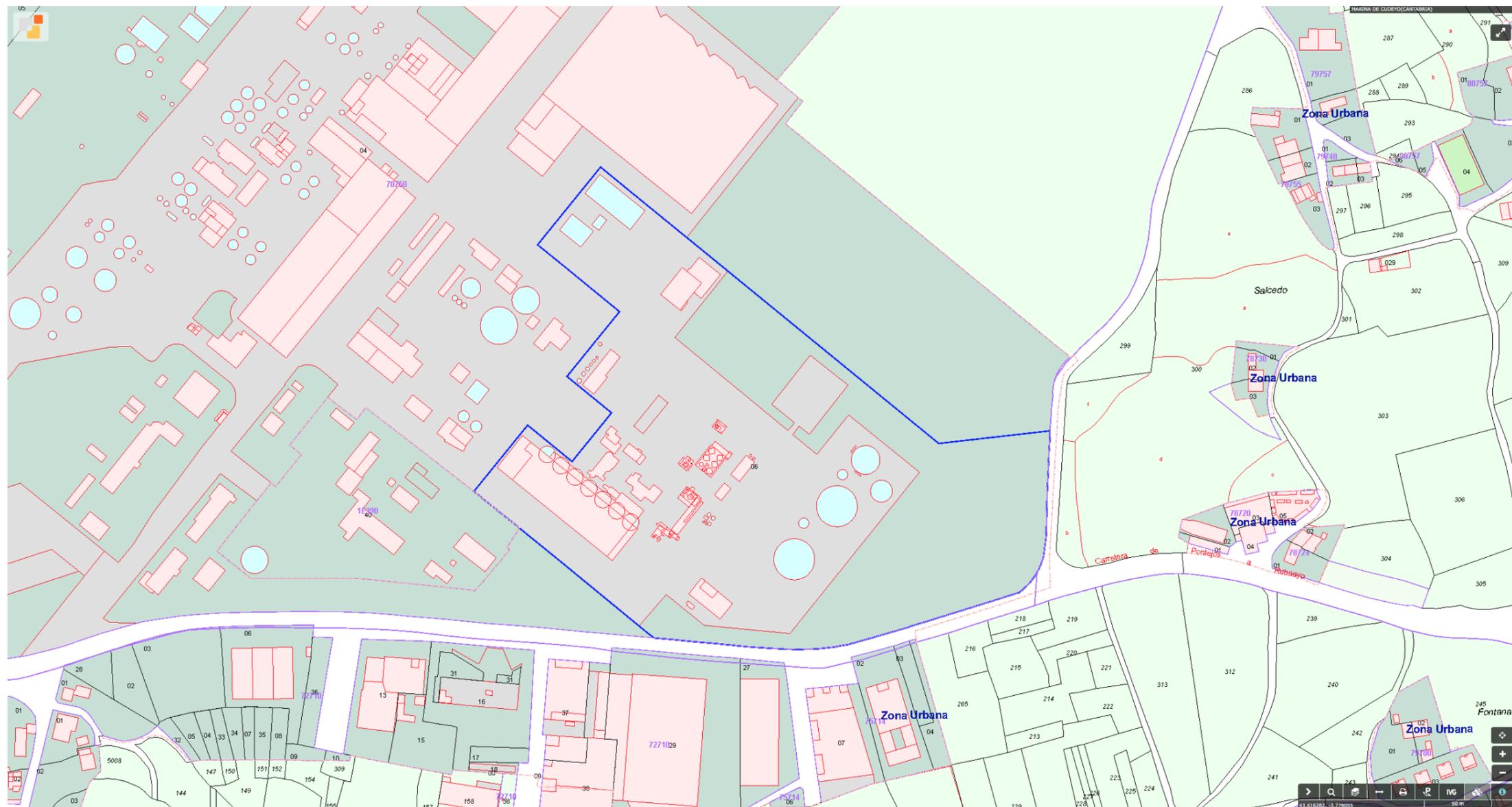
$$D_{\text{mín}} = 0.01 \text{ m.}$$

3.2.9 CORRECCIÓN Y AJUSTE DEL DISEÑO INICIAL ESTABLECIENDO EL DEFINITIVO

No se considera necesario la corrección del sistema proyectado. No obstante, si el valor medido de las tomas de tierra resultara elevado y pudiera dar lugar a tensiones de paso o contacto excesivas, se corregirían estas mediante la disposición de una alfombra aislante en el suelo del Centro, o cualquier otro medio que asegure la no peligrosidad de estas tensiones.

3 ANEXO 2: RELACIÓN DE PROPIETARIOS

DATOS PLANOS	DATOS CATASTRALES					AFECCIONES				OBSERVACIONES	
	Nº	Datos Parcela		Datos titular		Metros de vuelo	Metros de canalización	Apoyos	C.T (m2)		
	Poligono	Parcela	Ayuntamiento	Propietario	N.I.F./C.I.F					Dirección	
1	7075006VP3077N0001WD		Marina de Cudeyo	Aditya Birla Carbon Spain	B-80971757	BO Gajano- La Mina 113 (A)	-	204	-	262	204 metros de nueva canalización tipo zanja sobre acera y calzada de 4 tubos. Todos los tubos serán de polietileno de 160 mm de diámetro. Instalación de un nuevo centro de transformación "CT TREAD" y su línea subterránea de media tensión.



**4 ANEXO 3: ESTUDIO DE
SEGURIDAD Y SALUD PARA
LOS TRABAJOS EN LINEAS
SUBTERRANEAS DE ALTA,
MEDIA TENSION Y REDES
BAJA TENSION**

1. OBJETO DEL PROYECTO

Este documento describe las normas de seguridad que deben cumplir las Empresas Contratistas con el promotor cuando realicen trabajos en líneas subterráneas de Media Tensión y redes de Baja Tensión.

Quedan incluidos los riesgos derivados de trabajar en las proximidades de elementos en tensión.

Este documento se complementa con el Estudio Tipo de Seguridad y Salud para Empresas Contratistas referenciado en el apartado 2.

2. REFERENCIAS

Estudio Tipo de Seguridad y Salud para Empresas Contratistas.

3. ORGANIZACIÓN DE LA SEGURIDAD EN OBRA

3.1 DEFINICIONES

3.1.1 JEFE DE LOS TRABAJOS

Es la persona, que presente en un trabajo, lo dirige por designación o delegación del Responsable en la Obra por parte del Contratista. En el caso de obras menores podrá coincidir con el Responsable en la Obra por parte del Contratista.

3.1.2 ZONA PROTEGIDA

En una instalación en descargo, es la zona en la que los límites están definidos por las puestas a tierra y en cortocircuito, colocados entre los puntos de corte, sea en la proximidad de estos o no. No puede considerarse una zona de trabajo.

3.1.3 ZONA DE TRABAJO

Es la zona definida y señalizada por el Jefe de los Trabajos de la Empresa Contratista y asignada por él al personal a su mando. Normalmente queda definida por las puestas a tierra de trabajo.

3.1.4 REUNIONES DE SEGURIDAD

Antes del inicio de los trabajos se habrá celebrado la reunión de lanzamiento de acuerdo con el apartado 6.1 indicado en el documento “Estudio Tipo de Seguridad y Salud para Empresas Contratistas”. En esta reunión quedarán completamente determinadas todas las cuestiones relacionadas con la prevención de accidentes.

En esta reunión se determinarán, si fuera necesario, los descargos que deben ser solicitados y las fechas en que deberán ser efectuados.

El Jefe de los Trabajos está autorizado para verificar la creación de la Zona Protegida en la instalación, comprobando:

- Apertura con corte efectivo de todas las posibles fuentes de tensión.
- Bloqueo y señalización de los mandos de los aparatos de corte.
- Verificación de la ausencia de tensión.
- Colocación de puestas a tierra y en cortocircuito que delimiten la Zona Protegida.

Para la creación de la Zona de Trabajo, el Jefe de los Trabajos deberá realizar:

- Verificación de la ausencia de tensión en todas las partes conductoras que afecten a la Zona de Trabajo.
- Apantallamiento en caso de no cumplirse las distancias de seguridad indicadas en el apartado 5.6.
- Puesta a tierra y en cortocircuito a ambos lados, de todas las fases que entran en el lugar donde se desarrollan los trabajos, una vez comprobada la ausencia de tensión.
- Delimitación física y señalización de la zona teniendo en cuenta las distancias mínimas que deben mantenerse respecto a elementos en tensión, mediante la colocación de señales, pancartas, cintas delimitadoras, etc.

De común acuerdo entre el promotor y la Empresa Contratista, se establecerá la delimitación física de la zona donde se van a realizar los trabajos, así como accesos y lugares de paso para personas y vehículos. También quedarán definidas las zonas de acopio de materiales. Esta delimitación debe impedir que personas o vehículos se puedan aproximar a los elementos en tensión.

Es aconsejable celebrar otras reuniones a lo largo de los trabajos, cuando se estime oportuno.

4 RIESGOS DE LOS TRABAJOS

Los trabajos y actividades auxiliares asociados al montaje y mantenimiento de redes de B.T. presentan los siguientes riesgos:

- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de personas a distinto nivel.
- Caídas de objetos.
- Desprendimientos, desplomes y derrumbes.
- Choques y golpes.

- Maquinaria automotriz y vehículos (dentro del centro de trabajo).
- Atrapamientos.
- Cortes.
- Proyecciones.

- Contactos eléctricos.
- Arco eléctrico
- Sobreesfuerzos
- Incendios

- Tráfico (fuera del Centro de Trabajo) ▪ Radiaciones no ionizantes (IR, UV)

Además, se pueden presentar condiciones climatológicas desfavorables que aumenten los riesgos anteriormente relacionados por lo que este factor deberá tenerse en cuenta.

5 MEDIOS DE PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN

5.1 TRABAJOS EN POSTES DE MADERA

5.1.1 ASCENSO Y DESCENSO DE POSTES

Es la persona, que presente en un trabajo, lo dirige por designación o delegación del Responsable en la Obra por parte del Contratista. En el caso de obras menores podrá coincidir con el Responsable en la Obra por parte del Contratista.

Los operarios que trabajen en postes, para ascender y descender de los mismos observarán las siguientes instrucciones:

- Sólo se subirá un operario a cada poste de madera.

- Previamente se arriostará el poste si está en condiciones dudosas o si tiene zanca. Si

el poste se encuentra en mal estado se prohíbe subir al mismo.

- El operario irá equipado y utilizará los siguientes equipos de protección individual:

- Casco con barboquejo
- Guantes y ropa de trabajo
- Botas de seguridad
- Cinturón de seguridad
- Trepadores o trepolines

Además de todos los que fuesen necesarios en virtud de los trabajos que realizase.

- El operario tendrá las manos libres para realizar el desplazamiento sobre el poste.
- Siempre que sea posible, la bandola del cinturón de seguridad abrazará el apoyo durante el desplazamiento del trabajador.
- Ningún trabajador permanecerá bajo el poste si su trabajo no lo requiere.
- Vigilará visualmente todas las maniobras que se realizan por encima de él.
- El pequeño material y la herramienta se colocará en bolsas y se hará llegar a través de la cuerda de servicio.
- Para izar materiales pesados o voluminosos se utilizarán camiones grúa.
- El lugar de trabajo se mantendrá lo más ordenado posible, acopiando correctamente los materiales y no dejando la herramienta tirada por el suelo.
- En zonas urbanas y de tránsito se señalizará y delimitará la zona de trabajo, aplicando la normativa vigente, que en cada caso corresponda.
- En cualquier operación que se modifique el estado de equilibrio del apoyo, es obligatorio arriostar previamente, aunque el poste se encuentre en buenas condiciones.
- En apoyos de ángulo se colocará una riostra de tipo pata de gallo, compuesta por tres tirantes y en los apoyos de fin de línea, la riostra se colocará en sentido contrario al del tiro que ejerce la línea.
- El tensado de conductores sobre el apoyo, se realizará con las herramientas más idóneas (tracteles, etc.) ejerciendo una fuerza uniforme y continua. Se evitarán los tirones y sobreesfuerzos.

- Cuando se corte un cable, deberá de sujetarse con la cuerda de servicio u otra herramienta para evitar la caída libre del mismo, y no modificar bruscamente el estado de equilibrio del apoyo.

5.1.2 TRABAJOS EN POSTES DE MADERA

Antes de trabajar en postes de madera empotrados directamente en el suelo se deberá comprobar el estado del poste:

- Excavar 20 cm. por debajo de su base y comprobar que la parte de madera empotrada se encuentra en buenas condiciones.
- A nivel de la base del poste, clavar un objeto punzante para comprobar que la madera no está carcomida o tiene huecos.
- Verificar el estado del poste cada 2 m. golpeando la madera con un objeto contundente. Si el sonido es sordo, indica condiciones deficientes.
- Si tiene tornapuntas, se comprobará también su estado.

Antes de trabajar en postes de madera con zanca de hormigón se deberá:

- Comprobar el estado del tornapuntas.
- Verificar el estado de la zanca de hormigón y su cimentación en el terreno. Si se observan grietas o fisuras en el hormigón se considerará en mal estado.
- Inspeccionar los elementos de unión de la zanca con el poste, tales como abarcones, tornillos, pasantes, etc. Si presentan oxidación, se considera apoyo en deficientes condiciones.
- Si la unión de zanca y poste tiene holguras o permite la oscilación del apoyo, su estado se considera deficiente.
- La comprobación del estado de la madera del poste se realizará según se describe en el primer punto.
- Se tendrá en cuenta las medidas preventivas que se han descrito para los casos anteriores. Siempre se deberán arriostrar los postes con zanca.

5.2 TRABAJOS EN LÍNEAS DE DISTRIBUCIÓN SOBRE FACHADAS

5.2.1 DESPLAZAMIENTOS EN ALTURA POR LA FACHADA

- Si son accesibles a los lugares de trabajo se utilizarán los siguientes medios necesarios:
 - Camión grúa con cesta
 - Autoplataforma de elevación
- En los trabajos en alturas superiores a 8 m, se utilizarán los siguientes medios auxiliares de acceso:
 - Andamios modulares, los cuales se instalarán y utilizarán aplicando las normas de seguridad establecidas en el punto 7.5 del Estudio Tipo de Seguridad y Salud para Empresas Contratistas.
 - Colgantes, que son cestas de suspensión por cuerdas o mediante trácteles a modo de andamio colgante.
- En trabajos de corta duración y a alturas inferiores a 7 m, se podrán utilizar escaleras de mano portátiles, siempre que estén en buenas condiciones y se respeten las normas de utilización de estas, indicadas en el punto 7.5 del Estudio Tipo de Seguridad y Salud para Empresas Contratistas.
- Es obligatorio el uso de los siguientes equipos de protección individual:
 - Ropa y guantes de trabajo
 - Casco de seguridad
 - Botas de seguridad
 - Cinturón de seguridad con arnés y cuerda paracaídas

5.2.2 MANIPULACIÓN DE HERRAMIENTAS Y MATERIALES

- El movimiento de materiales y herramientas se realizará en bolsas destinadas a tal fin, a través de la cuerda y polea de servicio.
- Cuando se desplacen cargas, ningún trabajador permanecerá bajo las mismas.
- Los operarios que se encuentren trabajando a niveles inferiores, no permanecerán bajo un punto de trabajo superior.

5.2.3 TRABAJOS DE PERFORACIÓN Y HUECOS EN FACHADAS

- En los trabajos de obra civil, el operario usará los siguientes equipos de protección individual:

- Guantes de cuero para protección de las manos.
- Pantalla facial y gafas para protegerse de la proyección de partículas.
- Protectores de manos para cinceles y punteros.

5.2.4 TRABAJOS CON HERRAMIENTAS ELÉCTRICAS

- Las herramientas eléctricas dispondrán de doble aislamiento, si estas tienen carcasa metálica dispondrán de conexión de toma de tierra.
- Las mangueras de alimentación eléctrica serán de sección suficiente y su protección mecánica y eléctrica será buena.
- La toma de corriente se efectuará por medio de cuadro o caja con protección diferencial de alta sensibilidad (30 mA).

5.3 TRABAJOS EN TEJADOS Y CUBIERTAS

Cuando sea absolutamente necesario trabajar en tejados y cubiertas se deberán aplicar los siguientes medios de prevención y protección:

- Es obligatorio analizar previamente el estado en que se encuentra el tejado, para ello se examinarán los siguientes elementos:
 - La estructura soporte del tejado o cubierta.
 - Tipo de techumbre instalada
 - La forma constructiva de la cubierta
 - Inclinación o pendiente de la cubierta.

Nunca deberá trabajar un solo operario sobre el tejado. Al menos otro compañero estará presente en el lugar de trabajos para observar cualquier incidente que se pueda producir.

- Los operarios irán provistos de los siguientes equipos de protección individual:

- Casco de seguridad con barboquejo

 - Ropa de trabajo y guantes
 - Botas de seguridad
 - Cinturón de seguridad tipo paracaídas con dispositivo antiácida
- No se realizarán trabajos sobre tejados, cuando las condiciones climáticas sean adversas:
- Vientos fuertes, superiores a 50 km/h

 - Lluvias, nieve o nieblas
- Se realizarán los caminos de circulación, de forma que sean visibles por todos los trabajadores que se desplazan por el tejado o cubierta.
- El desplazamiento en horizontal se realizará por las cumbreras y el vertical sobre las líneas de estructura resistente (vigas de las cerchas).
- Se recomienda utilizar paneles o rastreles de madera para reforzar la resistencia de la cubierta en los caminos de circulación.
- Se evitará el transporte de cargas a mano y acumular materiales sobre la cubierta.

5.4 TRABAJOS EN TLINEAS SUBTERRANEAS DE M.T Y B.T

Antes del comienzo de los trabajos es preciso conocer una serie de circunstancias que pueden incidir en la seguridad de estos y que, como mínimo son:

- Características del terreno: talud natural, nivel freático, humedad, filtraciones.

- Proximidad de edificaciones y características de sus cimentaciones.

- Existencia de fuertes vibraciones (carreteras, fábricas, maquinas, etc.)

- Existencia y/o proximidad de instalaciones de servicios (agua, electricidad, gas, etc.).

5.4.1 TRABAJOS EN ZANJAS

5.4.1.1 ACOPIO, CARGA Y DESCARGA DE MATERIALES

En el estrobo se revisará previamente el buen estado de los estrobos. La estroba se hará de forma que no se produzca el deslizamiento de la carga.

El personal que realice estas operaciones usará casco, calzado de seguridad y guantes.

Cuando la carga y descarga se realice por medios mecánicos se observarán las siguientes normas:

- Comprobar el buen funcionamiento de la grúa
- Apoyar firmemente las patas de la grúa
- Elevar de forma suave y continuada la carga
- Ningún operario se situará en la vertical de la carga, ni en el radio de acción de la grúa.
- Los operarios usarán casco, guantes y botas de seguridad.
- En caso necesario se nombrará un responsable de la maniobra y encargado de las señales gestuales.

Cuando la carga y descarga se realice por medios manuales, se observarán las siguientes normas:

- Se efectuará el levantamiento de la carga realizando el esfuerzo con las piernas y la columna recta "no doblándola"
- Ayudándose de otro/s compañero/s cuando la carga sea pesada o de gran volumen
- En caso de efectuarlo entre varios, solo habrá un responsable de la maniobra.
- Es obligatorio el uso de casco, guantes, botas de seguridad y faja anti lumbago.

5.4.1.2 EXCAVACIÓN

En los trabajos de excavación realizados manualmente se aplicarán las siguientes medidas preventivas:

- Los operarios ascenderán y/o descenderán a las zanjas, utilizando escaleras apropiadas cuando la altura de estas así lo requiera.
- La escalera sobrepasará 1 m. el borde de la zanja

- Los operarios deberán mantener una distancia suficiente entre sí cuando hagan uso de los picos, palas, etc. recomendándose una separación mínima de 3,50 m.
- Al comenzar una nueva jornada y/o después de una interrupción prolongada de los trabajos, se revisará detalladamente el estado de la zanja.
- En las zanjas que así lo requieran por su profundidad se dotará a los operarios de arnés de seguridad y cuerda salvavidas, manteniéndose otro operario en el exterior para caso de auxilio.
- Los escombros y materiales se colocarán a una distancia de seguridad no inferior a 60 cm.
- Si no se realiza la excavación en escalón, deberán entibarse aquellas zanjas de acuerdo con lo indicado en el apartado "Entibación".
- Se extremarán las precauciones al trabajar al lado de instalaciones de servicios: gas, agua, eléctricas, etc.
- La zona de trabajo se mantendrá en las debidas condiciones de orden y limpieza para evitar posibles caídas, tropezones, etc.
- Es obligatorio el uso de casco, guantes, botas y en los casos que así lo requieran, gafas de seguridad, botas de agua y faja anti lumbago.

Si la excavación se realiza con máquinas excavadoras, las normas de seguridad a serán a aplicar:

- Comprobar el buen estado de las máquinas, sistemas de seguridad, etc.
 - Solo se utilizarán las máquinas excavadoras por los operarios que tengan la correspondiente autorización de la Empresa Contratista para su manejo.
 - No situarse en el radio de acción de las máquinas.
 - No se emplearán las palas para el transporte de personal, ni para el ascenso/descenso a las zanjas.
 - Los materiales procedentes de la excavación y los que se vayan a utilizar, se ubicaran a una distancia no inferior a 60 cm. del borde de la zanja.

- Si no se realiza la excavación en escalón, deberán entibarse aquellas zanjas de acuerdo con lo indicado en el apartado "Entibación".
- Se extremarán las precauciones al trabajar al lado de instalaciones de servicios: gas, agua, electricidad, etc.
- Se mantendrá la zona de trabajo en las mejores condiciones de orden y limpieza para evitar caídas, tropezones, etc.
- Es obligatorio el uso de casco, guantes, botas y en los casos que lo requieran gafas de seguridad y faja anti lumbago.

5.4.1.3 ENTIBACIÓN

La entibación de las zanjas deberá realizarse de acuerdo con las siguientes normas de seguridad:

- Se deberán entibar todas aquellas zanjas de profundidad superior a 1,30 m o antes incluso, en caso de terreno suelto o poco estable.
- Tratándose de terrenos con consistencia adecuada, la entibación se deberá efectuar a partir de 1,50 m, disminuyendo dicha entibación si los bordes superiores de la zanja son desmochados en bisel a 45°.
- No se usarán las entibaciones como medio para ascender y/o descender a las zanjas y no se utilizarán tampoco como soporte de cargas, tales como conducciones, cables, etc.
- Al comenzar una nueva jornada y/o después de una interrupción prolongada de los trabajos, se revisará el estado de las entibaciones.
- El desestibado se realizará con observación de las condiciones de estabilidad en que debe quedar en todo momento la obra.
- Es obligatorio el uso de casco, guantes y botas de seguridad.

5.4.1.4 HORMIGONADO

El hormigonado de las zanjas se hará aplicando las siguientes medidas preventivas:

- Un solo operario será el responsable de dirigir las maniobras del camión hormigonera
- Se mantendrán siempre las distancias de seguridad y se colocarán los topes para evitar que el camión hormigonera pueda invadir el borde de la zanja.
- Es obligatorio el uso de gafas de seguridad para protegerse de las salpicaduras del hormigón.
- Es obligatorio el uso de casco, guantes y botas de goma.

5.4.1.5 SEÑALIZACIÓN

Los trabajos en líneas subterráneas de M.T. y B.T. que requieran una excavación se señalizarán como se indica a continuación:

- Se señalizará y protegerá la zanja mediante vallas, cintas delimitadoras, etc. en toda su extensión.
- Se colocarán los pasos con sus correspondientes vallas laterales en las zonas de tránsito peatonal: salidas de portales, locales comerciales, etc.
- Cuando así se requiera, se colocarán las debidas señales de tráfico como aviso a los conductores.
- Por la noche deberá señalizarse la zona de trabajo con luces ámbar intermitentes, separadas entre sí no más de 10 m.

5.4.2 TENDIDO DE CABLE SUBTERRÁNEO

5.4.2.1 CARGA Y DESCARGA DE BOBINAS

Las medidas preventivas a aplicar en la carga y descarga de las bobinas serán:

- Se revisará el estado de los estrobos y ejes.
- Se engancharán las bobinas de forma correcta.
- Antes de iniciar la operación de izado, se comprobará el perfecto funcionamiento de la grúa.
- Elevar la carga de forma suave y continua. Se vigilará que, durante la operación de izado, ninguna persona está situada en la vertical de carga.
- Los operarios usarán casco, calzado de seguridad y guantes.

- Las bobinas durante el transporte irán calzadas.
- Ningún operario podrá ir subido en el camión, en el lugar destinado a las bobinas, durante el transporte.
- Se respetarán las señales establecidas en obra.

5.4.2.2 PREPARACIÓN DEL TENDIDO

Para el asentamiento de las bobinas sobre gatos o cunas se revisará el estado de los gatos y cunas, así como su capacidad para resistir los pesos a los que van a ser sometidos.

Se elegirá el eje más apto, dependiendo de las características de la bobina. El asentamiento de las bobinas sobre los gatos o cunas se realizará de forma suave y

continua.

Los operarios usarán casco, calzado y guantes de seguridad.

Los rodillos se colocarán a una determinada distancia entre sí, dependiendo del diámetro y peso del cable.

Si los rodillos están situados en el suelo se colocarán en sitios visibles para evitar golpes contra ellos.

Si van colocados sobre las bandejas, se amarrarán para evitar su deslizamiento o posible caída.

Los operarios usarán casco, guantes y cinturón de seguridad.

Cuando la realización de esta actividad requiera la utilización de escaleras y/o andamios, se cumplimentarán las normas de seguridad a seguir para dichos elementos indicadas en el punto 7.5 del Estudio Tipo de Seguridad y Salud para Empresas Contratistas.

5.4.2.3 COMPROBACIÓN PELADO Y EMBARRADO DE CABLES

En la comprobación de los cables a conectarse, además de su identificación se comprobará el perfecto funcionamiento de los sistemas de comprobación de ausencia de tensión.

Se comprobará el buen estado de la herramienta y finalmente se comprobará ausencia de tensión en los cables.

Para el pelado del cable se usará siempre la herramienta adecuada para este tipo de trabajos (pelacables, alicate de corte, prensa terminales, pela mangueras, etc.).

No colocar las manos delante del trayecto del pelacables.

En la conexión de los cables se deberá comprobar ausencias de tensión en el lugar indicado para trabajar.

Cuando esta actividad requiera realizar trabajos en lugares próximos en tensión, por ejemplo, por estar probando algunos equipos, se les indicará a los operarios y se les dotará de todos los materiales necesarios para efectuar dicho trabajo, (herramientas plastificadas, guantes para trabajar en tensión, alfombrillas, equipos de tierras, etc.).

Comprobar el buen estado de la herramienta para realizar el trabajo. En estos trabajos los operarios deberán llevar casco, calzado de seguridad y guantes.

5.4.2.4 EMPALMES

Se comprobarán los cables a empalmar (identificándolos).

Además, se comprobará el perfecto funcionamiento de los aparatos a usar en la comprobación y verificación de la ausencia de tensión. A continuación, se comprobará la ausencia de tensión.

En la preparación y pelado de los cables normales y/o con pantalla de acero se usarán herramientas adecuadas para este tipo de actividades, como son: pelacables, tijeras corta cables, tijeras electricista, arcos porta sierra, navajas, soplete butano o propano.

Se tendrá mucha precaución en el manejo de la cubierta del fleje de acero.

Los operarios deberán utilizar gafas de seguridad al usar líquidos para la limpieza de los cables a empalmar.

En la realización de los empalmes en seco se extremarán precauciones en el manejo de soplete de butano o propano.

Se pondrá el máximo de atención en el uso de la prensa de comprimir terminales.

Obligatorio uso de gafas de seguridad.

En los trabajos de ejecución de empalmes, los operarios usarán casco, calzado de seguridad y guantes.

5.5 TRABAJOS EN PROXIMIDADES DE ELEMENTOS CON TENSIÓN EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN

Cuando sea preciso trabajar sobre o cerca de elementos en tensión en B.T., además de ser realizado por personal formado en este tipo de trabajos, se adoptarán las medidas de aislamiento adecuadas (pantallas aislantes, capuchones, etc.), así como ser realizados por operarios provistos con guantes aislantes y alfombrillas o banquetas aislantes.

6 ANEXO 1: MATERIAL DE SEGURIDAD

Antes del inicio de los trabajos la empresa contratista deberá tener disponible en la obra y por su cuenta, todo el material de seguridad a utilizar, tanto el de protección individual como el de protección colectiva.

Para la actividad de Obra Civil se dispondrá del siguiente material: ■ De protección individual:

- Cascos

- Botas de seguridad con puntera y plantilla reforzada -Botas de agua

- Guantes de trabajo

- Cinturones de sujeción

- Trajes impermeables

- Gafas anti impactos

- Mascarilla respiratoria

- Protección auditiva

- De protección colectiva:

- Malla perforada de delimitación

- Señales de obligación e informativas

- Botiquín primeros auxilios

- Tablero o camilla evacuación de accidentados

- Extintores

Para los trabajos de montajes mecánicos y eléctricos la empresa contratista dispondrá en obra y por su cuenta del siguiente material:

- Equipos de protección individual:

- Cascos de seguridad aislantes
- Calzado de seguridad con puntera reforzada
- Cinturones antiácidas
- Trajes impermeables
- Gafas antiimpactos
- Pantallas de protección facial
- Pantallas y gafas para soldadura
- Mandil, polainas y guantes soldadura

- Equipos de protección colectiva:

- Mallas perforadas de delimitación
- Señales de obligación e informativas
- Señales o adhesivos de prohibido maniobrar.
- Banquetas y alfombrillas aislantes
- Tela vinílica aislante
- Guantes aislantes para B, T .y A. T .
- Herramienta aislada
- Pértigas

- Verificadores de tensión
- Equipos de P.a.T.
- Botiquín primeros auxilios
- Tablero o camilla evacuación accidentados
- Extintores

7 ANEXO 2: IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

Actuación preventiva

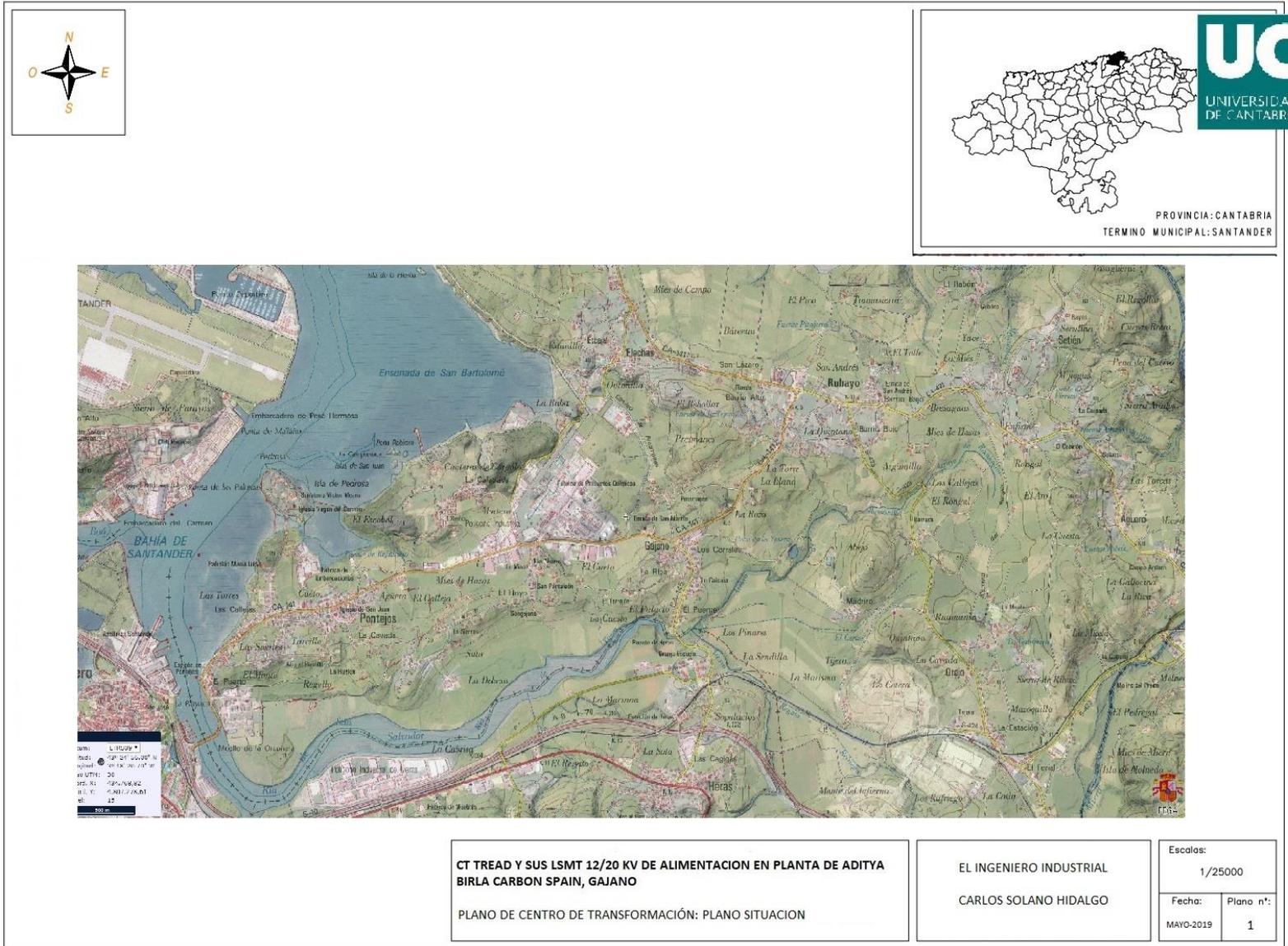
Se establecen los siguientes criterios de actuación a realizar para el control o reducción de riesgos, en base a la valoración obtenida de los mismos antes de aplicar las medidas de prevención. Una vez aplicadas las medidas, los riesgos no se reevalúan, sino que se mantienen.

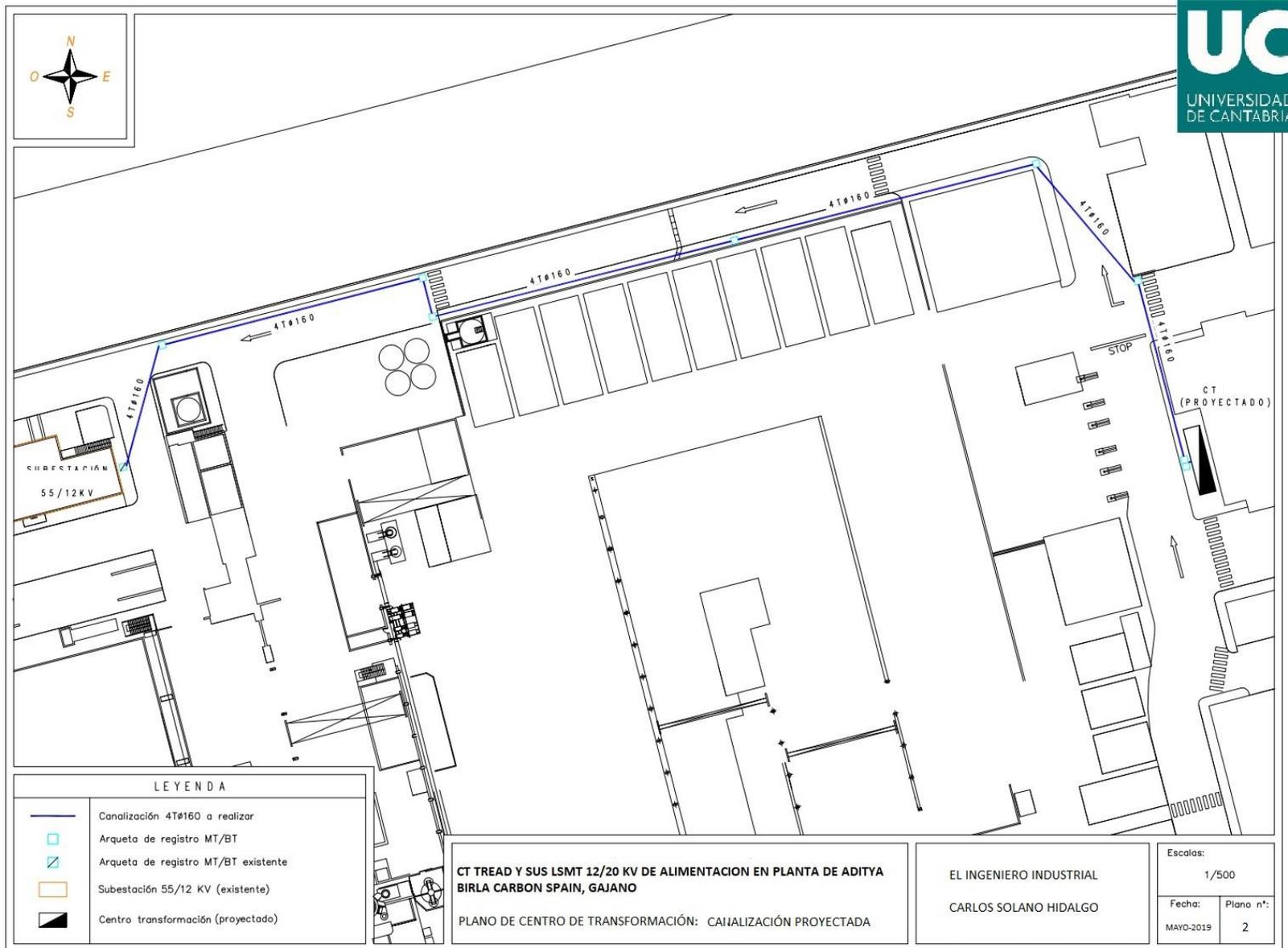
ACCION Y TEMPORIZACIÓN	
MUY LEVE	No requiere actuación.
LEVE	No se necesita mejorar la acción preventiva. Sin embargo se deben considerar soluciones más rentables o mejoras que no supongan esfuerzos económicos importantes. Se requiere comprobación periódica para asegurar la eficacia de las medidas de control.
MODERADO	Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo. Las medidas para reducir el riesgo deben implantarse en un periodo determinado. Cuando el riesgo esté asociado a consecuencias muy graves, se precisará de una acción posterior para precisar la probabilidad como base para determinar la necesidad de mejora de las medidas de control.
GRAVE	No debe comenzar el trabajo hasta que no se haya reducido el riesgo. Puede que se precisen recursos considerables para reducir el riesgo. Cuando el riesgo corresponda a un trabajo que se está realizando, debe remediarse el problema en un tiempo inferior al de los riesgos moderados.
MUY GRAVE	No debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. Si es imposible reducir el riesgo, incluso con recursos ilimitados, debe prohibirse el trabajo.

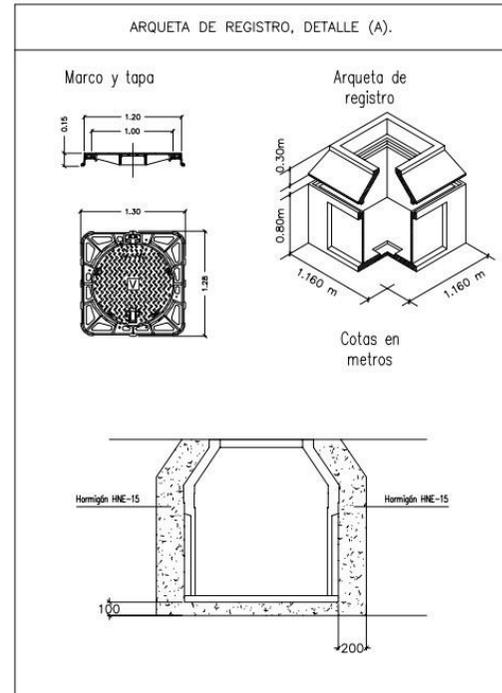
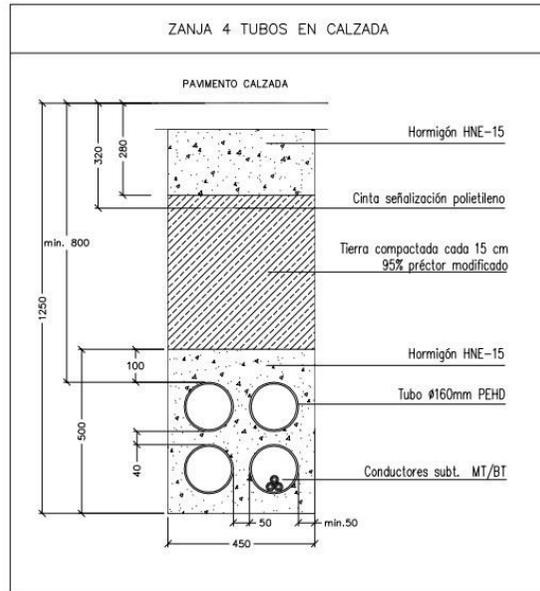
En la tabla siguiente se establece la combinación entre la probabilidad de que suceda un riesgo y la severidad de este, dando como resultado la valoración del riesgo.

		PROBABILIDAD		
		BAJA	MEDIANA	ALTA
SEVERIDAD	BAJA	Muy leve	Leve	Moderado
	MEDIANA	Leve	Moderado	Grave
	ALTA	Moderado	Grave	Muy Grave

5 PLANOS





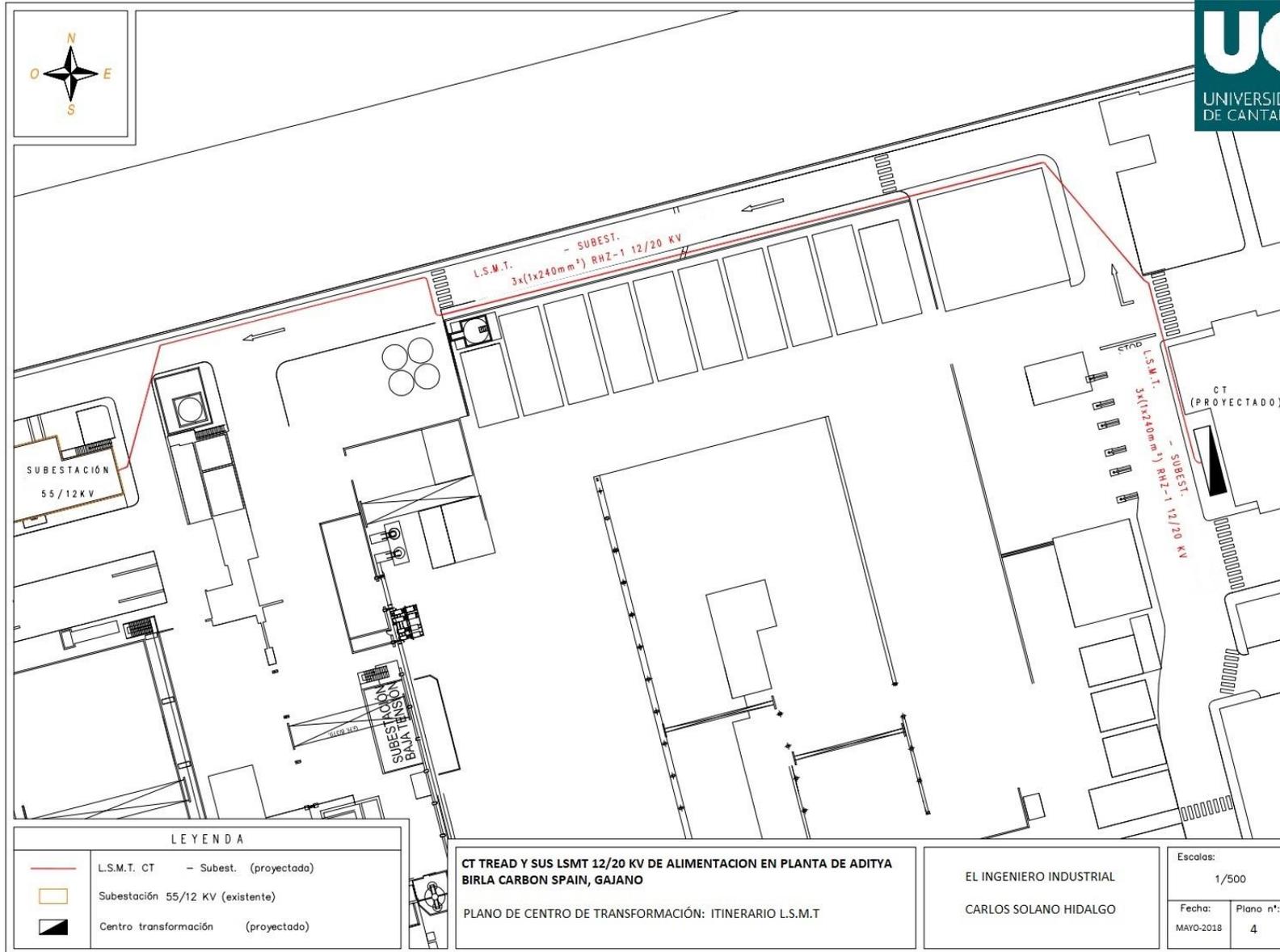


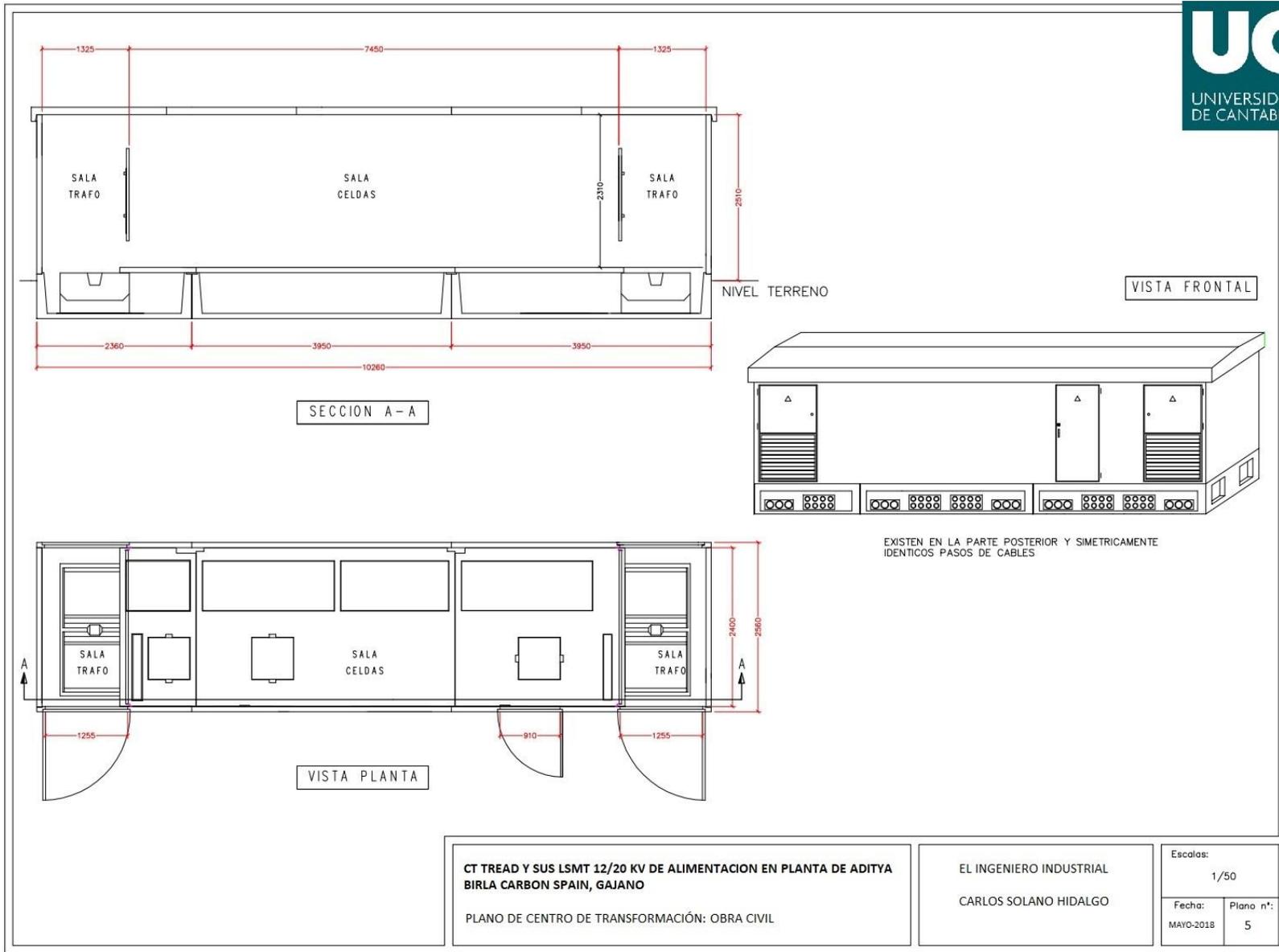
CT TREAD Y SUS LSMT 12/20 KV DE ALIMENTACION EN PLANTA DE ADITYA BIRLA CARBON SPAIN, GAJANO

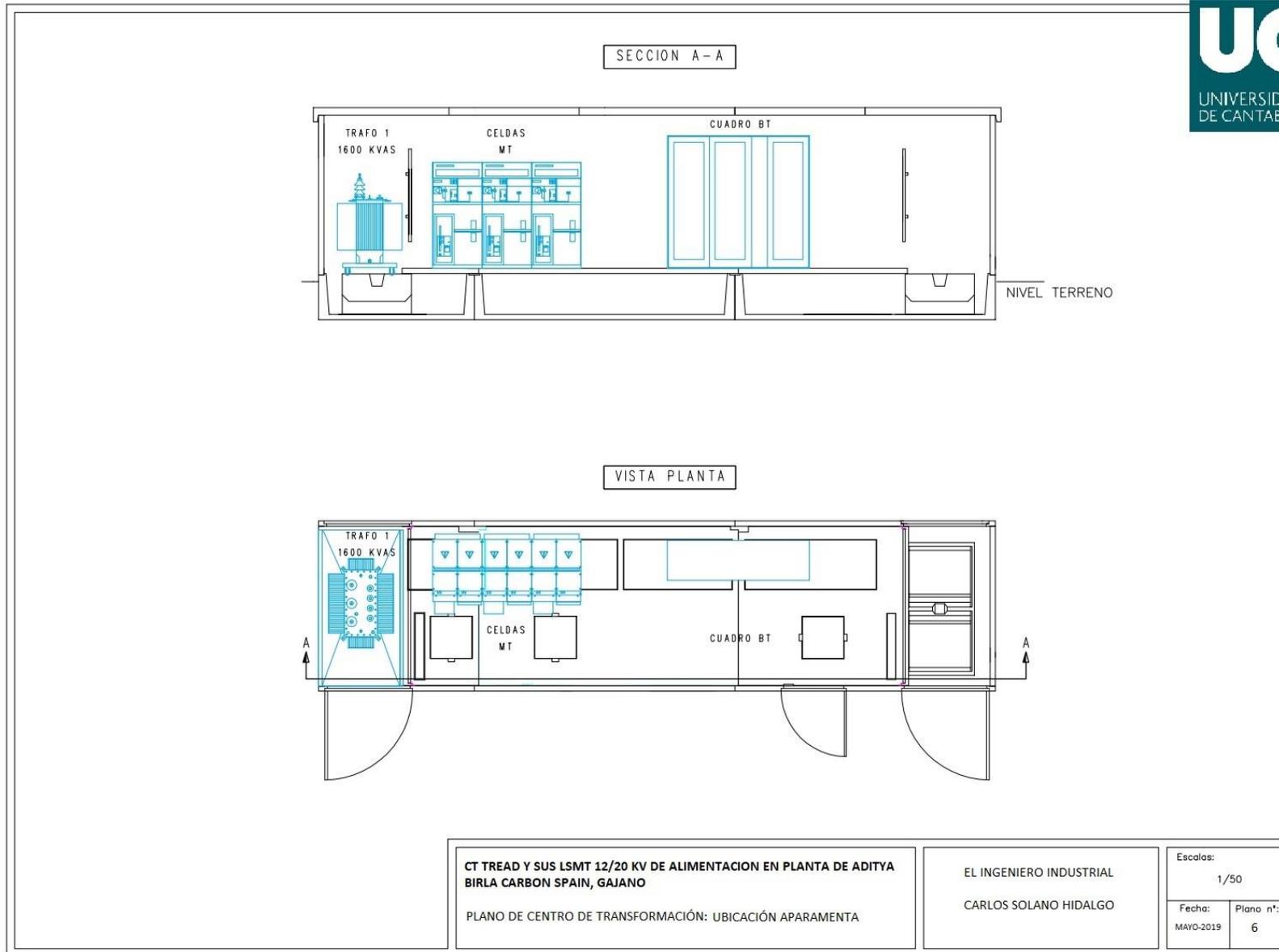
PLANO DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN: SECCIONES TIPO

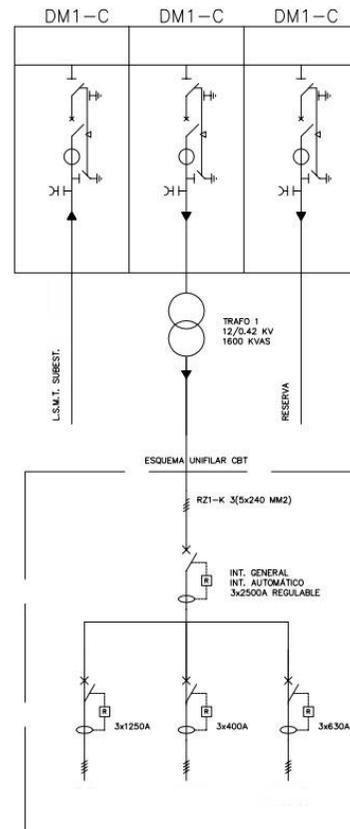
EL INGENIERO INDUSTRIAL
CARLOS SOLANO HIDALGO

Escala:	
S/E	
Fecha:	Plano n°:
MAYO-2019	3





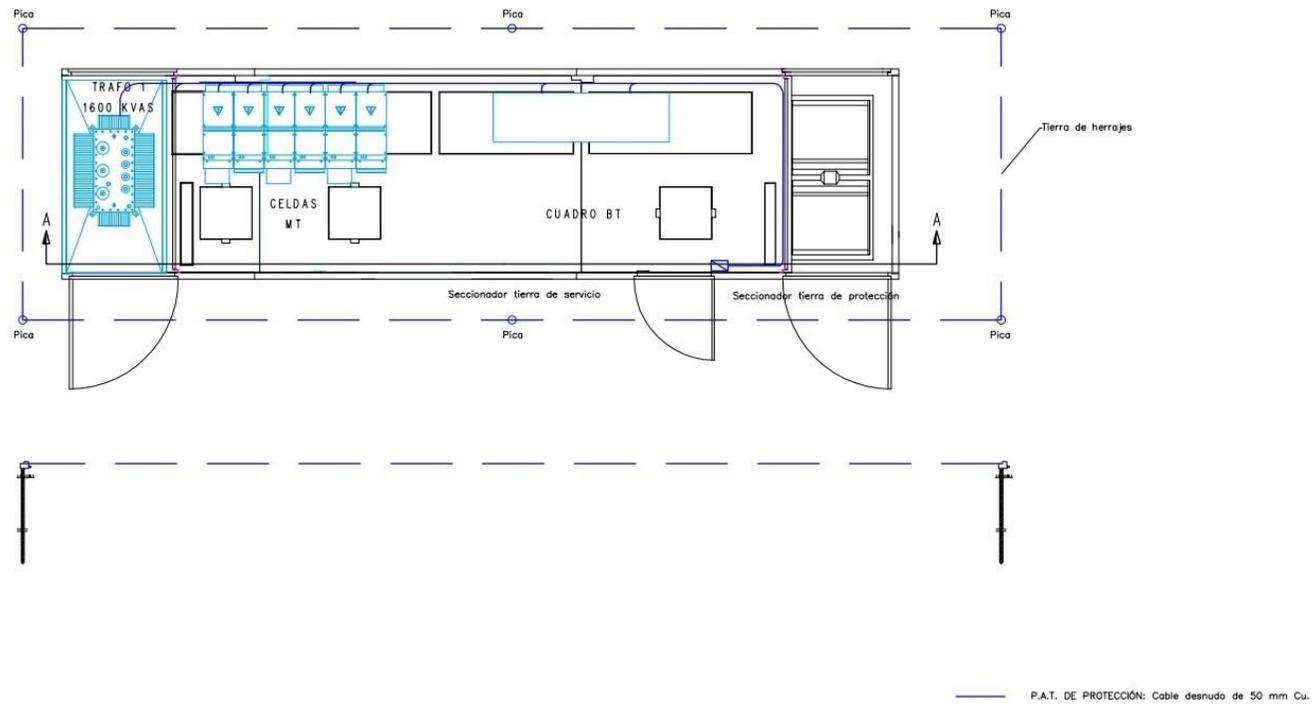




CT TREAD Y SUS LSMT 12/20 KV DE ALIMENTACION EN PLANTA DE ADITYA BIRLA CARBON SPAIN, GAJANO
 PLANO DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN: ESQUEMA UNIFILAR

EL INGENIERO INDUSTRIAL
 CARLOS SOLANO HIDALGO

Escala:	
S/E	
Fecha:	Plano n°:
MAYO-2018	7



CT TREAD Y SUS LSMT 12/20 KV DE ALIMENTACION EN PLANTA DE ADITYA
BIRLA CARBON SPAIN, GAJANO

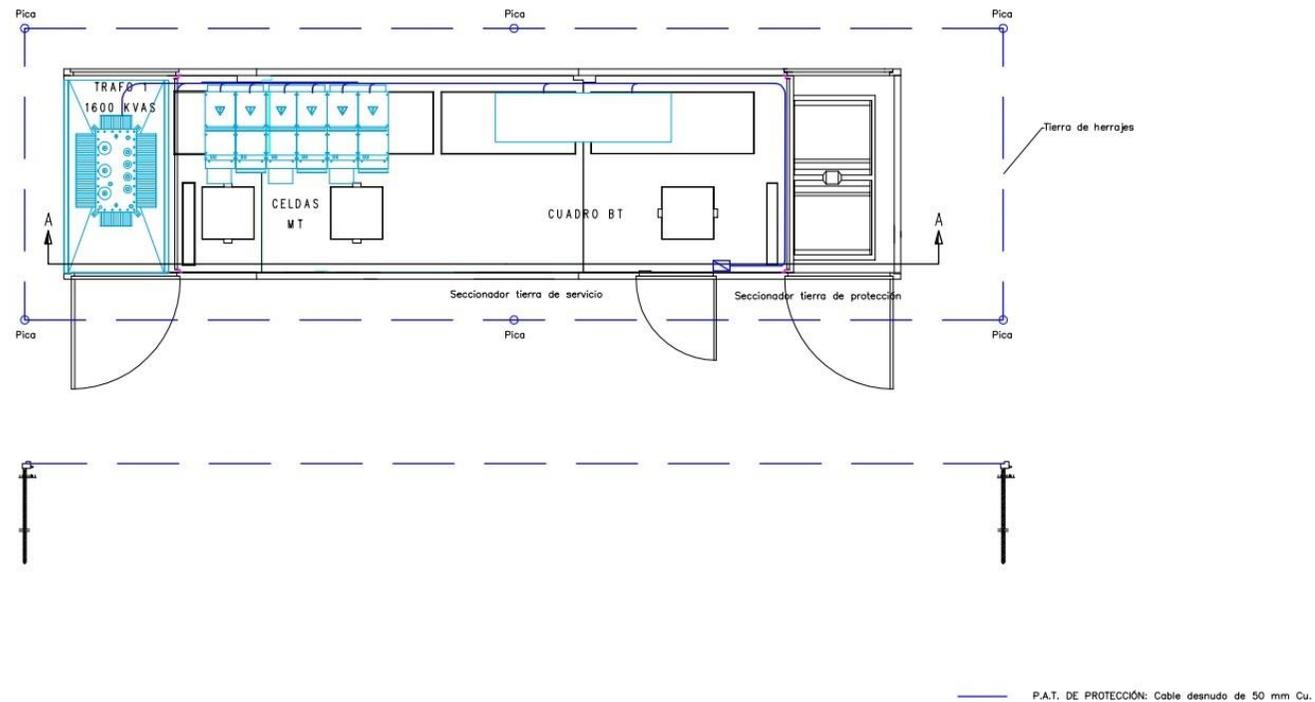
PLANO DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN: ESQUEMA P.A.T

EL INGENIERO INDUSTRIAL

CARLOS SOLANO HIDALGO

Escalas:
1/50

Fecha: MAYO-2019	Plano n°: 8
---------------------	----------------



CT TREAD Y SUS LSMT 12/20 KV DE ALIMENTACION EN PLANTA DE ADITYA
BIRLA CARBON SPAIN, GAJANO

PLANO DE CENTRO DE TRANSFORMACION: ESQUEMA P.A.T

EL INGENIERO INDUSTRIAL

CARLOS SOLANO HIDALGO

Escalas:
1/50

Fecha: MAYO-2019
Plano n°:

6 PLIEGO DE CONDICIONES

1. PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES

1.1 OBJETO Y ÁMBITO DE APLICACIÓN

Este Pliego tiene por objeto establecer los criterios que han de cumplirse en la ejecución de Líneas de Alta Tensión Subterráneas (LMTS) y Centros de Transformación y/o Seccionamiento (CT/CS) en Interior de Edificios Prefabricados, en condiciones normales de instalación, de tensión nominal igual o inferior a 36 kV, y en el caso de los centros de transformación con potencia instalada igual o inferior a 2x1000 kVA.

Será de obligado cumplimiento en todas las nuevas instalaciones, ampliaciones y modificaciones de instalaciones existentes, tanto para las obras promovidas por la distribuidora, como para aquellas realizadas en colaboración con Organismos Oficiales, o por personas físicas o jurídicas, y que vayan a ser cedidas al promotor.

Las condiciones técnicas y operaciones a realizar que se indican en cada apartado no tienen carácter limitativo. La empresa que ejecute el trabajo recogerá en su procedimiento, además de las aquí indicadas, todas las necesarias para la ejecución correcta del trabajo.

Este Pliego de Condiciones Técnicas Particulares define las condiciones mínimas aceptables para la ejecución de las obras.

Las dudas que se planteasen en su aplicación o interpretación serán dilucidadas por la Dirección Facultativa y siempre previa aceptación expresa de del promotor. Por el mero hecho de intervenir en la obra, se presupone que la empresa instaladora y las subcontratistas conocen y admiten el presente Pliego de Condiciones.

Este Pliego de Condiciones Técnicas Particulares se refiere al suministro, instalación, pruebas, ensayos, mantenimiento, características y calidades de los materiales necesarios en la construcción de Líneas Subterráneas de Alta Tensión, Líneas Subterráneas de Baja Tensión y Centros de Transformación y/o Seccionamiento en Edificios Prefabricados, con el fin de garantizar la seguridad de las personas, el bienestar social y la protección del medio ambiente, siendo necesario que dichas instalaciones eléctricas se proyecten, construyan, mantengan y conserven de tal forma que se satisfagan los fines básicos de la funcionalidad, es decir de la utilización o adecuación al uso, y de la seguridad, concepto que incluye la seguridad estructural y la seguridad de utilización, de tal forma que el uso normal de la instalación no suponga ningún riesgo de accidente para las personas y cumpla la finalidad para la cual es diseñada y construida.

1.2 CONDICIONES DE ÍNDOLE FACULTATIVA

1.2.1 DIRECCIÓN FACULTATIVA

La Dirección Facultativa es la máxima autoridad en la obra o instalación. Con independencia de las responsabilidades y obligaciones que le asisten legalmente, será el único con capacidad legal para adoptar o introducir las modificaciones de diseño, constructivas o cambio de materiales que considere justificadas y sean necesarias en virtud del desarrollo de la obra.

En el caso de que la dirección de obra sea compartida por varios técnicos competentes, se estará a lo dispuesto en la normativa vigente.

La Dirección Facultativa velará porque los productos, sistemas y equipos que formen parte de la instalación dispongan de la documentación que acredite las características de estos, así como de los certificados de conformidad con las normas UNE, EN, CEI u otras que le sean exigibles por normativa o por prescripción del proyectista, así como las garantías que ostente.

1.2.2 EMPRESA INSTALADORA O CONTRATISTA

La empresa instaladora o Contratista es la persona física o jurídica legalmente establecida e inscrita en el Registro Industrial correspondiente del órgano competente en materia de energía, que usando sus medios y organización y bajo la dirección técnica de un profesional realiza las actividades industriales relacionadas con la ejecución, montaje, reforma, ampliación, revisión, reparación, mantenimiento y desmantelamiento de las instalaciones eléctricas que se le encomiende.

La empresa instaladora contará con la debida solvencia reconocida por la Dirección Facultativa.

El contratista se obliga a mantener contacto con el promotor o a través del Director de Obra, para aplicar las normas que le afecten y evitar criterios dispares.

El Contratista estará obligado al cumplimiento de lo dispuesto en la reglamentación de Seguridad y Salud en el Trabajo y cuantas disposiciones legales de carácter social estén en vigor y le afecten.

El Contratista deberá adoptar las máximas medidas de seguridad en el acopio de materiales y en la ejecución, conservación y reparación de las obras, para proteger a los obreros, público, vehículos, animales y propiedades ajenas de danos y perjuicios.

El Contratista deberá obtener todos los permisos, licencias y dictámenes necesarios para la ejecución de las obras y puesta en servicio, debiendo abonar los cargos, tasas e impuestos derivados de ellos.

Asimismo el Contratista deberá incluir en la contrata la utilización de los medios y la construcción de las obras auxiliares que sean necesarias para la buena ejecución de las obras principales y garantizar la seguridad de estas. El Contratista cuidará de la perfecta conservación y reparación de las obras, subsanando cuantos danos o desperfectos aparezcan en las obras, procediendo al arreglo, reparación o reposición de cualquier elemento de la obra.

1.3 CONDICIONES DE ÍNDOLE ADMINISTRATIVO

1.3.1 ANTES DEL INICIO DE LA OBRA

Antes de comenzar la ejecución de esta instalación, la Propiedad o titular deberá designar a un técnico titulado competente como responsable de la Dirección Facultativa de la obra, quien, una vez finalizada la misma y realizadas las pruebas y verificaciones preceptivas, emitirá el correspondiente Certificado de Dirección y Finalización de Obra.

1.3.2 PROYECTO DE LA INSTALACIÓN

El proyecto constará de los documentos y contenidos preceptivamente establecidos en las normativas específicas que le son de aplicación, y como mínimo contemplará la documentación descriptiva que se recoge en correspondiente apartado del Proyecto considerada necesaria para la ejecución de una instalación con la calidad, funcionalidad y seguridad requerida.

El desarrollo de los apartados que componen el Proyecto presupone dar contenido al Proyecto Simplificado hasta el nivel de detalle que considere el proyectista, sin perjuicio de las omisiones, fallos o incumplimientos que pudieran existir en dicho documento y que en cualquier caso son responsabilidad del autor de este.

El Proyecto deberá ser elaborado y entregado al promotor antes del comienzo de las obras.

1.3.3 DOCUMENTACIÓN FINAL

Concluidas las obras necesarias de la instalación eléctrica, esta deberá quedar perfectamente documentada y a disposición del promotor, incluyendo sus características técnicas, el nivel de calidad alcanzado, así como las instrucciones de uso y mantenimiento adecuadas a la misma, la cual contendrá como mínimo lo siguiente:

a) Documentación administrativa y jurídica: datos de identificación de los profesionales y empresas intervinientes en la obra, acta de recepción de obra o documento equivalente, autorizaciones administrativas y cuantos otros documentos se determinen en la legislación.

b) Documentación técnica: el documento técnico de diseño correspondiente, los certificados técnicos y de instalación, así como otra información técnica sobre la instalación, equipos y materiales instalados. Se deberá incluir, además, tanto el esquema unifilar, como la documentación gráfica necesaria.

c) Certificado de Dirección de Obra: Es el documento emitido por el Técnico Facultativo competente, en el que certifica que ha dirigido eficazmente los trabajos de la instalación proyectada, asistiendo con la frecuencia que su deber de vigilancia del desarrollo de los trabajos ha estimado necesario, comprobando finalmente que la obra está completamente terminada y que se ha realizado de acuerdo con las especificaciones contenidas en el proyecto de ejecución presentado, con las modificaciones de escasa importancia que se indiquen, cumpliendo, así mismo, con la legislación vigente relativa a los Reglamentos de Seguridad que le sean de aplicación.

d) Certificado de Instalación: Es el documento emitido por la empresa instaladora y firmado por el profesional habilitado adscrito a la misma que ha ejecutado la correspondiente instalación eléctrica, en el que se certifica que la misma está terminada y ha sido realizada de conformidad con la reglamentación vigente y con el documento técnico de diseño correspondiente, habiendo sido verificada satisfactoriamente en los términos que establece dicha normativa específica, y utilizando materiales y equipos que son conformes a las normas y especificaciones técnicas declaradas de obligado cumplimiento.

2. CONDICIONES DE ÍNDOLE ADMINISTRATIVO

2.1 CONSIDERACIONES GENERALES

Se prohíbe toda variación sobre el contenido del proyecto y sobre las prescripciones de este documento, salvo que la Dirección Facultativa lo autorice expresamente por escrito, y cuente con la aprobación previa y expresa de del promotor.

La construcción de Líneas de Alta Tensión Subterráneas requiere el conocimiento de toda la normativa vigente de aplicación así como de las Normas y Especificaciones del promotor referidas a materiales, Proyectos Tipo, y otros documentos normativos de criterios de ejecución, tales como UNE, UNESA, etc.

2.1.1 INSPECCIÓN

El inicio de los trabajos deberá ser comunicado a fin de que el promotor pueda realizar las labores de inspección precisas.

2.1.2 CONSIDERACIONES PREVIAS

Las instalaciones serán ejecutadas por instaladores eléctricos, para el ejercicio de esta actividad, y deberán realizarse conforme a lo que establece el presente Pliego de Condiciones Técnicas y a la reglamentación vigente, cumpliéndose además, todas las disposiciones legales que se apliquen en materia de seguridad y salud en el trabajo.

Como regla general, todas las obras se ejecutarán con materiales de calidad reconocida, de acuerdo con los planos del proyecto, y cualquier modificación sólo podrá realizarse previa autorización por escrito de la Dirección Facultativa.

La Dirección Facultativa rechazará todas aquellas partes de la instalación que no cumplan los requisitos para ellas exigidas, obligándose la empresa instaladora o Contratista a sustituirlas.

Antes de la instalación, el Contratista presentará a la Dirección Facultativa los catálogos, muestras, etc., que se precisen para la recepción de los distintos materiales. No se podrán emplear materiales sin que previamente hayan sido aceptados por la Dirección Facultativa.

Se realizarán cuantos análisis y pruebas se ordenen por la Dirección Facultativa aunque no estén indicadas en este Pliego.

Este control previo no constituye recepción definitiva, pudiendo ser rechazados por la Dirección Facultativa, aún después de colocado, si no cumplierse con las condiciones exigidas en este Pliego de Condiciones, debiendo ser reemplazados por el Contratista por otros que cumplan con las calidades exigidas.

Se comprobará que todos los elementos y componentes de la instalación coinciden con su desarrollo en el proyecto, y en caso contrario se redefinirán en presencia de la Dirección Facultativa. Una vez iniciadas las obras deberán continuarse sin interrupción y en plazo estipulado.

2.1.3 Orden de los trabajos

La Dirección Facultativa fijará el orden que deben llevar los trabajos y el Contratista estará obligado a cumplir exactamente cuánto se disponga sobre el particular.

2.1.4 REPLANTEO

El replanteo de la obra se hará por la Dirección Facultativa con el contratista, quien será el encargado de la vigilancia y dar cumplimiento a lo estipulado.

Antes de comenzar los trabajos se marcará en el terreno, por Instalador y en presencia de la Dirección Facultativa, las zonas donde se abrirán las zanjas marcando tanto su anchura como su longitud y la posición en la que se ubicarán las arquetas. Se procederá a la identificación de los servicios que puedan resultar afectados o que puedan condicionar y limitar la ejecución de la instalación de acuerdo con el proyecto, siendo responsable el Contratista de los accidentes o desperfectos que se pudieran derivar del incumplimiento de lo señalado. Se estudiará la señalización de acuerdo con las normas municipales y se determinarán las protecciones que se precisen.

2.1.5 MARCHA DE LAS OBRAS

Una vez iniciadas las obras deberán continuarse sin interrupción y en plazo estipulado.

2.2 CONDICIONES DE EJECUCIÓN Y MONTAJE

2.2.1 RECEPCIÓN Y ACOPIO

Se deberá realizar el transporte, carga y descarga de los materiales sin que estos sufran daño alguno ni en su estructura ni en su aparamenta; para ello deberán usarse los medios de fijación previstos por el fabricante para su traslado y ubicación.

Las operaciones de acopio y transporte (incluida la carga y descarga) se efectuarán de modo que los materiales dispongan en todo momento de los embalajes de protección para evitar golpes que puedan alterar su integridad.

El material se descargará en el lugar más adecuado para facilitar los trabajos y no se efectuará en terrenos inadecuados que puedan deteriorar el material. Todo material quedará debidamente señalizado y delimitado.

La carga y descarga de las bobinas de cables se efectuará mediante una barra que pase por el orificio central de la bobina, y los cables o cadenas que lo abracen no apoyaran sobre el exterior del cable enrollado. No se podrá dejar caer la bobina al suelo, desde la plataforma del camión, aunque este esté cubierto de arena.

El acopio de materiales se hará de forma que estos no sufran alteración 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.

Será obligación del Contratista, la ejecución de las obras de recogida de aparatos mecánicos, etc. y obras complementarias de las consignadas en el presupuesto, así como las necesarias para la debida terminación de todas las instalaciones.

2.2.2 TRAZADO

Las canalizaciones, en general, se ejecutarán en terrenos de dominio privado, bajo tierra, aceras o calzadas, evitando ángulos pronunciados y en todo caso de acuerdo con el proyecto.

El trazado será lo más rectilíneo posible, paralelo en toda su longitud a bordillos o fachadas de los edificios principales, cuidando de no afectar a las cimentaciones de estos.

2.2.3 APERTURA DE ZANJAS

Antes de proceder a la apertura de las zanjas, se abrirán catas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto. En caso de no realizarse estas catas este hecho deberá ser notificado a la Dirección Facultativa.

Se estudiará la señalización de acuerdo con las normas de los organismos afectados y con las normas municipales y se determinaran las protecciones precisas tanto de las zanjas como de los pasos que sean necesarios para los accesos a los portales, comercios, garajes, etc., así como las chapas de hierro y protecciones que hayan de colocarse sobre la zanja para el paso de vehículos.

Al marcar el trazado de las zanjas, se tendrá en cuenta el radio mínimo de curvatura de estas, que no podrá ser inferior a 20 veces el diámetro de los cables que se vayan a canalizar.

Para las secciones más normales de los cables AT normalizados, los radios mínimos de curvatura serán según cuadro adjunto.

Conductor	Diámetro Exterior aproximado (mm)	Radio mínimo de curvatura (mm)
RHZ 12/20 kV 150 mm ²	35	700
RHZ 12/20 kV 240 mm ²	40	800
RHZ 12/20 kV 400 mm ²	48	960

RHZ 26/45 kV 150 mm ²	40	800
RHZ 26/45 kV 240 mm ²	45	900
RHZ 26/45 kV 400 mm ²	49	980

Las zanjas se harán verticales hasta la profundidad determinada, colocándose entibaciones en los casos en que la naturaleza del terreno lo haga preciso.

El Contratista tomará las disposiciones oportunas para dejar las excavaciones abiertas, el menor tiempo posible, con objeto de evitar accidentes y molestias. Las excavaciones se protegerán debidamente mediante vallas, señalizaciones, etc., siendo responsable el Contratista de los accidentes o desperfectos que se pudieran derivar del incumplimiento de lo señalado.

Como criterio general se utilizará diámetro exterior de tubo de 160 mm para canalizar secciones de cable de 150 y 240 mm², y tubo de diámetro 200 mm para cables con sección igual o superior a 400 mm², quedando a criterio de la Dirección Facultativa.

Se procurará dejar un paso de 50 cm entre la zanja y las tierras extraídas, con el fin de facilitar la circulación del personal de la obra y evitar la caída de tierras en la zanja.

Las excavaciones se realizarán con los útiles apropiados según el tipo de terreno. En terrenos rocosos será imprescindible el uso de explosivos o martillo compresor siendo por cuenta del Contratista la obtención de los permisos de utilización de explosivos. En terrenos con agua deberá procederse a su desecado, procurando hormigonar después lo más rápidamente posible para evitar riesgos de desprendimientos en las paredes del hoyo, aumentando así las dimensiones de este.

Cuando se empleen explosivos el Contratista deberá tomar las precauciones adecuadas para que en el momento de la explosión no se proyecten al exterior piedras que puedan provocar accidentes o desperfectos, cuya responsabilidad correría, en su caso, a cargo del Contratista.

La zona de trabajo estará adecuadamente vallada, y dispondrá de las señalizaciones necesarias y de iluminación nocturna en color ámbar o rojo si procede. El vallado será continuo en todo su perímetro, debe abarcar todo elemento que altere la superficie vial (casetas, maquinaria, materiales apilados, etc.), y con vallas consistentes y perfectamente alineadas, delimitando los espacios destinados a viandantes, tráfico rodado y canalización.

Se instalará la señalización vertical necesaria para garantizar la seguridad de viandantes, automovilistas y personal de obra. Las señales de tránsito a disponer serán, como mínimo, las exigidas por el Código de Circulación y las Ordenanzas vigentes.

Las tierras sobrantes así como los restos del hormigonado deberán ser retiradas a vertedero autorizado.

2.2.4 CARACTERÍSTICAS DE LAS ZANJAS

La profundidad será la especificada en la zanja tipo correspondiente. Esta profundidad podrá reducirse en casos especiales debidamente justificados, pero debiendo entonces utilizarse protecciones u otros dispositivos que aseguren una protección mecánica equivalente de los cables tal como se establece en el Proyecto Tipo. En cualquier caso estas protecciones especiales serán aprobadas por la Dirección Facultativo.

En el caso de instalación de conductores o tubos directamente enterrados se empleará en su recubrimiento arena fina lavada.

En caso de canalizaciones con tubos hormigonados, se empleará hormigón en masa de resistencia HNE-15, asegurando la entrada de este entre los tubos instalados. Para ello se instalarán separadores entre los tubos. En el lecho de la zanja irá una capa de hormigón de limpieza con el espesor mínimo especificado en la zanja tipo, cubriendo la anchura total de la zanja.

Los tubos estarán separados horizontal y verticalmente entre sí con una distancia mínima de 4 cm utilizando los separadores fabricados para tal fin. Los tubos estarán separados horizontalmente de las paredes de la zanja abierta en el momento del hormigonado, esta distancia será la especificada en la zanja tipo correspondiente.

El amasado del hormigón se hará en plantas especiales y transportado hasta los puntos de trabajo en camiones-cuba, en hormigonera o sobre chapas en el mismo punto de trabajo, procurando que la mezcla sea lo más homogénea y exenta de materia orgánica.

Tanto el cemento como los áridos serán medidos con el elemento apropiado.

La arena empleada será preferible la que tenga superficie áspera y de origen cuarzoso. Estará libre de materiales nocivos, tales como materias carbonosas, cloruros (0,01 gr/1) y sulfatos (1,2%) y no contendrá materia orgánica, ni arcilla (7%).

En cuanto a los materiales pétreos, siempre se suministrarán limpios. Sus dimensiones estarán comprendidas entre 1 y 5 cm, rechazándose las piedras que al golpearlas no den fragmentos de aristas vivas.

Se prohíbe el empleo de revoltón, o sea piedra y arena unidas sin dosificación, así como cascotes o materiales blandos.

Deberán ser inalterables al agua y a la intemperie no heladiza ni friable y resistente al fuego. Se utilizarán cualquiera de los cementos Portland de fraguado lento. En el caso de terreno yesoso se empleará cemento puzolánico.

El agua será de manantial, estando prohibido el empleo de la que proceda de charcas, ciénagas, etc.

2.2.5 NÚMERO DE TUBOS EN LAS ZANJAS

En el caso de canalizaciones entubadas, el número de tubos a instalar debe coincidir con la zanja tipo proyectada y supervisada por la Dirección Facultativa.

El número de tubos a instalar será siempre par (2, 4, 6, ... tubos), debiendo existir en todo caso un tubo de reserva, Es decir se instalará al menos un tubo a mayores del número de circuitos proyectados. Cuando la canalización se utilice para albergar las salidas de BT de un Centro de Transformación, el número mínimo de tubos a instalar será de 8 por cada uno de los transformadores previstos o existentes en el CT.

2.2.6 NÚMERO DE TUBOS EN LAS ZANJAS

Presentarán una superficie interior lisa y tendrán un diámetro interno apropiado al de los cables que deban alojar y no inferior a 1,6 veces el diámetro aparente del terno.

Los tubos serán de polietileno de alta densidad y de diámetro exterior no inferior a 160 mm. No se permitirá la instalación de tubo flexible (en rollos), únicamente tubo rígido (en barras).

Se utilizarán los separadores correspondientes entre tubos para conseguir la separación entre tubos una vez hormigonados, y la conexión entre los diferentes tramos de tubo se realizará con los empalmes adecuados para dichos tubos.

2.2.7 NÚMERO DE TUBOS EN LAS ZANJAS

Las arquetas se instalarán a una distancia aproximada de 40 m en los tramos rectos de la canalización y en todos los cambios de dirección. Esta distancia puede verse modificada (reducida o ampliada) en función de las características del terreno por el que discurra la canalización.

Se cumplirán las dimensiones de las arquetas tipo definidas en proyecto y/o a criterio de la Dirección Facultativa. Excepcionalmente se podrán adaptar estas dimensiones a las características del lugar en el que se ubique.

La profundidad de las arquetas será al menos 10 cm mayor que la profundidad de la canalización asociada.

Las arquetas en las que se localicen futuros empalmes deberán tener las dimensiones mínimas que faciliten la ejecución de estos.

Se deberán utilizar las tapas de las arquetas homologadas por la compañía. La tapa de la arqueta deberá cumplir con la resistencia mecánica necesaria para el lugar en el que se ubique, acera, tierra, vado, calzada, etc.

2.2.8 TENDIDO DE CABLES

Antes de empezar el tendido del cable, se estudiará el lugar más adecuado para colocar la bobina con objeto de facilitar el tendido. En el caso del suelo con pendiente, es preferible realizar el tendido en sentido descendente. Para el tendido, la bobina estará siempre elevada y sujeta por barras y gatos adecuados al peso de esta y dispositivos de frenado. El desenrollado del conductor se realizará de forma que este salga por la parte superior de la bobina.

Los cables deben ser siempre desenrollados y puestos en su sitio con el mayor cuidado, evitando que sufran torsión, hagan bucles, etc., y teniendo en cuenta siempre que el radio de curvatura de estos, aunque sea accidentalmente, no sea inferior a 20 veces su diámetro durante el tendido ni inferior a 15 veces el diámetro aparente una vez instalados.

De forma orientativa, se adjunta el siguiente cuadro en el que se indican los radios mínimos de los cables en función de la sección, en caso de duda deberán consultarse especificaciones técnicas de cada cable.

Sección Conductor (mm ²)	Diámetro Exterior aproximado (mm)	Radio mínimo de curvatura (mm)
50	14	140
95	18	180
150	21	210
240	27	270

Para la coordinación de movimientos de tendido se dispondrá de personal y de medios de comunicación adecuados. También se puede tender mediante cabrestantes, tirando del extremo del cable al que se le habrá adaptado una cabeza apropiada y con un esfuerzo de tracción por milímetro cuadrado de conductor que no debe exceder de 3 kg/mm². Será imprescindible la colocación de dinamómetros para medir dicha tracción.

En el caso de conductores directamente enterrados se deberá posar el cable sobre el lecho de arena asegurándose de que no existan cascotes en las inmediaciones de esta que puedan dañar el conductor. Se evitará cualquier tipo de tracción o esfuerzo sobre el conductor evitando cualquier daño sobre el mismo.

En el caso de canalizaciones entubadas, el tendido se hará obligatoriamente por rodillos que puedan girar libremente y contruidos de forma que no dañen el cable, dispuestos para evitar el rozamiento del cable con el terreno.

Durante el tendido, se tomarán precauciones para evitar que el cable sufra esfuerzos importantes, golpes o rozaduras. En las curvas, se tomarán las medidas oportunas para evitar rozamientos laterales de cable. No se permitirán desplazar lateralmente el cable por medio de palancas u otros útiles; deberá hacerse siempre a mano.

Antes de pasar el cable por una canalización entubada, se limpiará la misma para evitar que queden salientes que puedan dañarlos. Uso de guía y mandrilado de tubos.

Nunca se pasarán dos circuitos de AT por un mismo tubo.

Los tubos han de quedar finalmente sellados con espuma expandible o similar, quedando también selladas las bocas. Cuando las líneas salgan de los Centros de Transformación se empleará el mismo sistema descrito.

Sólo de manera excepcional se autorizará desenrollar el cable fuera de la zanja y siempre sobre rodillos. En todo momento, las puntas de los cables deberán estar selladas mediante capuchones termorretráctiles o cintas autovulcanizadas para impedir los efectos de la humedad, no dejándose los extremos de los cables en la zanja sin haber asegurado antes la buena estanqueidad de estos.

El tendido de conductor de alta tensión se realizará inicialmente en los tubos de mayor profundidad.

2.2.9 PROTECCIÓN MECÁNICA Y SEÑALIZACIÓN

Para señalar la existencia de estas y protegerlas, a la vez, se colocará a lo largo de toda la canalización la cinta de señalización de existencia de cables eléctricos de AT, a una profundidad aproximada de 30cm.

Todo conjunto de cables debe estar identificado para diferenciarlo de otras líneas. La identificación se realizará a criterio de la Dirección Facultativa.

2.2.10 PROTECCIÓN MECÁNICA Y SEÑALIZACIÓN

Rellenado de zanjas

El relleno se efectuará por capas de 15 cm de espesor y con apisonado mecánico.

Si es necesario, para facilitar la compactación de las sucesivas capas, se regarán con el fin de que se consiga una consistencia del terreno semejante a la que presentaba antes de la excavación.

El relleno de zanjas se realizará de acuerdo con la zanja tipo correspondiente. En el caso de utilizar zahorra de aportación, el relleno se efectuará por capas de 15 cm de espesor y con apisonado mecánico.

Si es necesario, para facilitar la compactación de las sucesivas capas, se regarán con el fin de que se consiga una consistencia del terreno semejante a la que presentaba antes de la excavación.

Reposición de acabados superficiales y pavimentos

Los acabados superficiales y pavimentos serán repuestos de acuerdo con las normas y disposiciones dictadas por el propietario de estos. Deberá lograrse una homogeneidad, de forma que quede el pavimento nuevo lo más igualado posible al antiguo. En general, se utilizarán en la reconstrucción, materiales nuevos, salvo las losas, adoquines, bordillos de granito y otros similares.

El acabado superficial de la zanja no minorará la calidad y seguridad del pavimento existente.

2.2.11 EMPALMES Y TERMINACIONES

Para la confección de empalmes y terminales se seguirán los procedimientos establecidos por el fabricante.

El técnico supervisor conocerá y dispondrá de la documentación necesaria para evaluar la confección del empalme o terminación.

En concreto será a revisar:

- - Dimensiones del pelado de cubierta, capa semiconductora externa e interna, utilización de manguitos correcta y su engaste con el utillaje necesario, limpieza y aplicación de calor uniforme (termorretráctil) o ejecución correcta de los contráctiles.

- - Cualquier anomalía que pueda ser consecuencia de una posterior avería debe hacerse revisar y se hará constar en la hoja de control.

2.2.12 CRUZAMIENTOS

Distancias a cables de otras líneas AT-BT directamente enterradas: El cruzamiento se efectuará a una distancia superior a 25 cm. En el caso en el que no pueda respetarse esta distancia se dispondrán divisiones de adecuada resistencia mecánica de acuerdo con el Reglamento. La distancia mínima del punto de cruce hasta un empalme será al menos de 1 metro.

Distancias a cables telefónicos o telegráficos subterráneos: El cruzamiento se efectuará a una distancia superior a 20 cm. En el caso en el que no pueda respetarse esta distancia se dispondrán divisiones de adecuada resistencia mecánica de acuerdo con el Reglamento. La distancia mínima del punto de cruce hasta un empalme será al menos de 1 metro.

Distancias a conducciones de agua: El cruzamiento se efectuará a una distancia superior a 20 cm. En el caso en el que no pueda respetarse esta distancia se dispondrán divisiones de adecuada resistencia mecánica de acuerdo con el Reglamento.

La distancia mínima del punto de cruce hasta un empalme será al menos de 1 metro.

Distancias a conducciones de gas: El cruzamiento se efectuará a una distancia superior a la indicada en la tabla adjunta. En el caso en el que no pueda respetarse esta distancia se dispondrán divisiones de adecuada resistencia mecánica de acuerdo con el Reglamento. La distancia mínima del punto de cruce hasta un empalme será al menos de 1 metro. No debe efectuarse el cruce sobre la proyección vertical de las uniones no soldadas de la conducción metálica.

2.2.13 PROXIMIDADES Y PARALELISMOS

Distancias a cables de otras líneas AT-BT directamente enterradas: El paralelismo se efectuará a una distancia superior a 25 cm. En el caso en el que no pueda respetarse esta distancia se dispondrán divisiones de adecuada resistencia mecánica de acuerdo con el Reglamento.

Distancias a cables telefónicos o telegráficos subterráneos: El paralelismo se efectuará a una distancia superior a 20 cm. En el caso en el que no pueda respetarse esta distancia se dispondrán divisiones de adecuada resistencia mecánica de acuerdo con el Reglamento.

Distancias a conducciones de agua: El paralelismo se efectuará a una distancia superior a 20 cm. En el caso en el que no pueda respetarse esta distancia se dispondrán divisiones de adecuada resistencia

mecánica de acuerdo con el Reglamento. La distancia mínima entre los empalmes y las juntas de las canalizaciones de agua será de 1 metro.

Distancias a conducciones de gas: El paralelismo se efectuará a una distancia superior a la indicada en la tabla adjunta. En el caso en el que no pueda respetarse esta distancia se dispondrán divisiones de adecuada resistencia mecánica de acuerdo con el Reglamento. No debe efectuarse el paralelismo sobre la proyección vertical de las uniones no soldadas de la conducción metálica.

2.3 RECONOCIMIENTOS, PRUEBAS Y ENSAYOS

Para la recepción provisional de las obras una vez terminadas, la Dirección Facultativa procederá, en presencia de los representantes del Contratista o empresa instaladora eléctrica, a efectuar los reconocimientos y ensayos precisos para comprobar que las obras han sido ejecutadas con sujeción al proyecto y cumplen las condiciones técnicas exigidas.

No se recibirá ninguna instalación eléctrica que no haya sido probada con su tensión normal y demostrado su correcto funcionamiento.

2.3.1 RECONOCIMIENTO DE LA OBRAS

Antes del reconocimiento de las obras el Contratista retirará de las mismas, hasta dejarlas totalmente limpias y despejadas, todos los materiales sobrantes, restos, embalajes, bobinas de cables, medios auxiliares, tierras sobrantes de las excavaciones y rellenos, escombros, etc.

Se comprobará que los materiales coinciden con los admitidos por la Dirección Facultativa en el control previo, se corresponden con las muestras que tenga en su poder, si las hubiere, y no sufran deterioro en su aspecto o funcionamiento.

Igualmente se comprobará que la construcción de las obras de fábrica, la realización de las obras de tierra y el montaje de todas las instalaciones eléctricas ha sido ejecutada de modo correcto y terminado y rematado completamente.

En particular, se prestará especial atención a la verificación de los siguientes puntos:

- - Secciones, tipos de conductores y cables utilizados.
- - Formas de ejecución de los terminales, empalmes y conexiones en general.
- - Condiciones de cruzamientos, de paralelismo y proximidad y comprobación de distancias

mínimas.

- - Operaciones de desenrollado de cables en bobinas.

Después de efectuado este reconocimiento y de acuerdo con las conclusiones obtenidas, se procederá a realizar los ensayos pertinentes.

3. CENTROS DE TRANSFORMACIÓN. PLIEGOS DE CONDICIONES TÉCNICAS

3.1 CONSIDERACIONES GENERALES

Se prohíbe toda variación sobre el contenido del proyecto y sobre las prescripciones de este documento, salvo que la Dirección Facultativa lo autorice expresamente por escrito, y cuente con la aprobación previa y expresa del promotor.

La construcción de Líneas de Baja Tensión Subterráneas requiere el conocimiento de toda la normativa vigente de aplicación así como de las Normas y Especificaciones del promotor referidas a materiales, Proyectos Tipo, y otros documentos normativos de criterios de ejecución, tales como UNE-EN, UNE, etc.

3.1.1 INSPECCIÓN

El inicio de los trabajos deberá comunicarse a fin de que el promotor pueda realizar las labores de inspección precisas.

3.1.2 CONSIDERACIONES PREVIAS

Las instalaciones serán ejecutadas por instaladores eléctricos legalmente constituidos, para el ejercicio de esta actividad, y deberán realizarse conforme a lo que establece el presente Pliego de Condiciones Técnicas y a la reglamentación vigente, cumpliéndose además, todas las disposiciones legales que sean de aplicación en materia de seguridad y salud en el trabajo.

Como regla general, todas las obras se ejecutarán con materiales de calidad reconocida, de acuerdo con los planos del proyecto, y cualquier modificación sólo podrá realizarse previa autorización por escrito de la Dirección Facultativa.

La Dirección Facultativa rechazarán todas aquellas partes de la instalación que no cumplan los requisitos para ellas exigidas, obligándose la empresa instaladora o Contratista a sustituirlas.

Antes de la instalación, el Contratista presentará a la Dirección Facultativa los catálogos, muestras, etc., que se precisen para la recepción de los distintos materiales. No se podrán emplear materiales sin que previamente hayan sido aceptados por la Dirección Facultativa.

Se realizarán cuantos análisis y pruebas se ordenen por la Dirección Facultativa aunque no estén indicadas en este Pliego.

Este control previo no constituye recepción definitiva, pudiendo ser rechazados por la Dirección Facultativa, aún después de colocado, si no cumplierse con las condiciones exigidas en este Pliego de Condiciones, debiendo ser reemplazados por el Contratista por otros que cumplan con las calidades exigidas.

Se comprobará que todos los elementos y componentes de la instalación coinciden con su desarrollo en el proyecto, y en caso contrario se redefinirán en presencia de la Dirección Facultativa. Una vez iniciadas las obras deberán continuarse sin interrupción y en plazo estipulado.

3.1.3 UBICACIÓN

La ubicación del CT/CS será fijada por el promotor teniendo en cuenta las consideraciones de orden eléctrico, seguridad y mantenimiento de las instalaciones, y de garantía de servicio. A continuación se desarrollan los aspectos básicos de su ubicación y accesos:

- - El edificio se instalará a nivel de planta de calle.
- - El emplazamiento será tal que su acceso se realice siempre directamente desde la calle o vial público a través de puerta ubicada en línea de fachada.
- - El emplazamiento deberá permitir el tendido de todas las canalizaciones subterráneas previstas, que entren o salgan de él, hacia vías públicas o galerías de servicio.
- - El nivel freático histórico más alto se encontrará 0,3 metros por debajo del nivel inferior de la solera más profunda del local.

3.1.4 ACCESOS

El acceso se realizará directamente desde la calle o vial público, de modo que en todo momento permita la libre y permanente entrada de personal y material, sin depender en ninguna circunstancia de terceros.

Excepcionalmente, el acceso podría realizarse desde una vida de uso restringido, debiendo ser accesible en todo momento y en cualquier circunstancia, al personal y equipos designados por el promotor, con la correspondiente servidumbre de paso para el transporte de los elementos que integran

el CT. Quedará a juicio del promotor la valoración del cumplimiento o no de todos los requisitos asociados al acceso del CT/CS.

El acceso al interior del local será exclusivo para el personal de la empresa distribuidora, o personal expresamente designado y autorizado por el promotor (empresas colaboradoras de mantenimiento, montajes, revisión, etc.). Este acceso estará situado en una zona que, con el CT/CS abierto, se deje paso libre permanente a bomberos, servicios de emergencia, salidas de urgencias o socorro, etc.

Las vías para los accesos de materiales deberán permitir el transporte en camión, hasta el lugar de ubicación del propio CT/CS, de los transformadores y demás elementos integrantes del mismo. Para permitir un desplazamiento y manejo fáciles de los materiales, los accesos por vida se usaron restringido dispondrán de la correspondiente señalización de prohibición de aparcar.

Los suelos de las zonas por donde deba desplazarse el transformador para ir a su emplazamiento definitivo deberán soportar una carga rodante de 3.500 kg/m².

Los huecos destinados a ventilaciones y accesos cumplirán las distancias reglamentarias y condiciones de seguridad indicadas en la ITC MIE-RAT 14 y en el Código Técnico de la Edificación.

3.1.5 ORDEN DE LOS TRABAJOS

La Dirección Facultativa fijará el orden que deben llevar los trabajos y el Contratista estará obligado a cumplir exactamente cuánto se disponga sobre el particular.

3.1.6 REPLANTEO

El replanteo de la obra se hará por la Dirección Facultativa con el contratista, quien será el encargado de la vigilancia y dar cumplimiento a lo estipulado.

Antes de comenzar los trabajos. Se procederá a la identificación de los servicios que puedan resultar afectados o que puedan condicionar y limitar la ejecución de la instalación de acuerdo con el proyecto, siendo responsable el Contratista de los accidentes o desperfectos que se pudieran derivar del incumplimiento de lo señalado. Se estudiará la señalización de acuerdo con las normas municipales y se determinaran las protecciones que se precisen.

3.1.7 MARCHA DE LAS OBRAS

Una vez iniciadas las obras deberán continuarse sin interrupción y en plazo estipulado.

3.2 CONDICIONES DE EJECUCIÓN Y MONTAJE

Se deberá realizar el transporte, carga y descarga de los materiales sin que estos sufran daño alguno ni en su estructura ni en su aparamenta; para ello deberán usarse los medios de fijación previstos por el fabricante para su traslado y ubicación.

Las operaciones de acopio y transporte (incluida la carga y descarga) se efectuarán de modo que los materiales dispongan en todo momento de los embalajes de protección para evitar golpes que puedan alterar su integridad.

El material se descargará en el lugar más adecuado para facilitar los trabajos y no se efectuará en terrenos inadecuados que puedan deteriorar el material. Todo material quedará debidamente señalizado y delimitado.

El acopio de materiales se hará de forma que estos no sufran alteración 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.

Será obligación del Contratista, la ejecución de las obras de recogida de aparatos mecánicos, etc. y obras complementarias de las consignadas en el presupuesto, así como las necesarias para la debida terminación de todas las instalaciones.

3.2.2 OBRA CIVIL

La obra civil estará realizada con los materiales adecuados y de acuerdo con el proyecto, esquemas o planos.

Las paredes interiores estarán roseadas con mortero de cemento y pintadas. El suelo deberá ser antideslizante. Todos los materiales deberán ser ignífugos y cumplirán las normas y criterios técnicos de edificación.

Los muros exteriores podrán construirse con los materiales habituales de la zona y su acabado final será tal que permita integrar el local y su fachada en el entorno donde se ubica y en el edificio que lo alberga.

El forjado del local que albergue el centro de transformación tendrá una carga portante mínima de 3500 kg/m². El acabado de la solera será mediante hormigón reglado y pintura aislante. El piso una vez acabado estará elevado aproximadamente 30cm sobre el nivel exterior.

Durante la ejecución del suelo y de la obra civil en general se tendrán en cuenta los empotramientos de herrajes, colocación de tubos, canales, registros, el mallazo equipotencial, etc.

La construcción del local para el CT/CS cumplirá con la reglamentación vigente relativa a emisión y absorción de ruido. En el caso de ubicarse en el interior de un edificio de viviendas exigirá certificado firmado por el técnico competente, cumpliendo la normativa sobre ruido y recomendaciones electromagnéticas.

3.2.2.1 PUERTAS DE ACCESO

El acceso al centro de transformación será desde la calle o vial público, de manera que sea posible la entrada de personal, vehículos y material en todo momento. En todo caso será de acuerdo con el proyecto entregado al promotor.

Todas las puertas y herrajes de cierre estarán instaladas de modo que no estén en contacto con el sistema equipotencial y estarán separadas al menos 0,10m de las armaduras de los muros del edificio que alberga el local del CT/CS.

Se comprobará el buen funcionamiento de la puerta de acceso al CT/CS, tanto para personal como para materiales. La puerta abrirá un ángulo mínimo de 180o.

El local contará con los dispositivos necesarios para permanecer habitualmente cerrado, con el fin de asegurar la inaccesibilidad de personas ajenas al servicio. El sistema de cierre se efectuará mediante cerradura.

3.2.2.2 VENTILACIÓN

La superficie y colocación de las rejillas de ventilación se corresponderán con lo indicado en el plano del proyecto. Las rejillas darán siempre al exterior del edificio y no podrá haber ningún obstáculo que impida la entrada y salida del aire. Las rejillas no permitirán la entrada de objetos desde el exterior.

Todas las rejillas irán instaladas de modo que no estén en contacto con el sistema equipotencial y estarán separadas al menos 0,10 m de las armaduras de los muros.

Las rejillas de ventilación podrán colocarse insertadas en las puertas de acceso.

3.2.2.3 DIMENSIONES

Se verificarán las dimensiones generales del CT, que deberán ser las indicadas en el proyecto. En ningún caso se reducirán las distancias mínimas reglamentarias.

3.2.2.4 MAMPARA DE PROTECCIÓN DEL TRANSFORMADOR

La mampara de protección del transformador deberá cumplir con las cotas que se indican en los planos de proyecto así como su correcta fijación y nivelación. En todo caso las cotas mínimas serán las reglamentarias (máximo hueco inferior 0,30 m, y altura mínima 1,80 m desde el suelo).

La retirada de las mamparas de protección para acceder a la sala de trafos deberá ser detectada por un dispositivo final de carrera con enclavamiento eléctrico que provoque el disparo de los dispositivos de protección y la desenergización del transformador, impidiendo así el acceso a la celda de transformador accidentalmente.

En aquellos Centros de Transformación en los que se disponga puerta de acceso directo desde el exterior al transformador se adoptará alguna de las siguientes medidas correctoras:

- Bloqueo de la puerta de acceso al transformador desde el interior del CT.
- Instalación de mampara de protección entre transformador y su puerta de acceso exterior.

3.2.2.5 GALVANIZADO

Se comprobará que el galvanizado de los herrajes es el correcto y que no presentan desconchones.

3.2.2.6 DEPOSITO RECOGIDA DE ACEITE

La capacidad del depósito de recogida de aceite debe ser la indicada en los planos.

El depósito de recogida de aceite que se encuentre bajo el transformador directamente estará dotado de rejilla apagafuegos, con balastro de tamaño 5cm en toda su superficie, o sistema equivalente.

3.2.2.7 ZANJAS O CANALES

Los cables discurrirán por el local a través de canales, que lleguen hasta las celdas, cuadros y transformadores correspondientes. Los canales irán protegidos por angulares de acero laminados en frío o similar, de lados iguales, de 30x2 mm, sobre los cuales se apoyarán las tapas de los canales.

Dichas tapas podrán estar formadas por chapa estriada de 5 mm de espesor o bien por rejillas tipo trámex conformadas por pletinas y redondos de acero galvanizado en caliente, y entramado de 30 x 30 mm correctamente apoyadas de tal modo que las pletinas portantes queden colocadas en el sentido de la distancia entre puntos de apoyo.

En los tubos no se admitirán curvaturas, y en los canales los radios de curvatura serán tales que permitan el tendido de conductores cumpliendo los radios mínimos de curvatura reglamentarios. El radio de curvatura que adopten los cables no será menor de 0,6 m.

Cuando los tubos o canalizaciones atraviesen paredes, muros, tabiques, o cualquier otro elemento que delimite sectores de incendio, su colocación se hará tal que el cierre obtenido presente una resistencia al fuego equivalente al elemento atravesado.

Las dimensiones de las zanjas o canales de cables se corresponderán con las indicadas en los planos del proyecto y en último caso con las indicaciones de la Dirección Facultativa.

3.2.2.8 INSTALACIÓN DE TUBOS DE ENTRADA DE LÍNEAS DE AT Y BT

Se comprobará el número y diámetro de los tubos de entrada al CT/CS, y que sus cantos estén redondeados en ambos extremos.

El sellado de los tubos se efectuará siempre por la vida pública, mediante mortero ignífugo o sistema equivalente en los tubos vacíos, y, en los que están ocupados por una línea se rellenará con mortero ignífugo o sistema equivalente previa separación de los cables entre sí a fin de poder introducirlo entre ellos.

3.2.2.9 INSTALACIÓN DE TUBOS DE ENTRADA DE LÍNEAS DE AT Y BT

En el piso, y a 0,10 m de profundidad, respecto al nivel superior del hormigón, se instalará un mallazo electrosoldado con redondos de diámetro no inferior a 4 mm, formando una retícula no superior a 0,30 x 0,30 m. Este mallazo se unirá eléctricamente a dos conductores aislados de cobre de 50 mm² de sección que sobresaldrán, en dos puntos preferentemente opuestos del local, 0,30 m por encima del piso del local, los cuales se conectarán mediante soldadura aluminotermia al conductor perimetral de la instalación de puesta a tierra (masas) del CT/CS. Con esta configuración se consigue que cualquier persona que deba acceder a una parte que pueda quedar en tensión, de forma eventual, esté sobre una superficie equipotencial, con lo que desaparece el riesgo inminente a la tensión de contacto y de paso interior.

3.2.3 OBRA ELÉCTRICA

3.2.3.1 CELDAS DE MANIOBRA Y PROTECCIÓN

La instalación se realizará de acuerdo con los detalles especificados en los planos. Se comprobará de forma especial la nivelación de las celdas con el fin de poder realizar correctamente la apertura y cierre de los elementos que componen la celda.

Asimismo se verificará toda la secuencia de maniobras y enclavamientos propios de cada celda.

Se comprobará la presión SF6 en celdas con manómetro al objeto de verificar el correcto funcionamiento de las celdas.

Se verificará la correcta instalación y conexionado de los transformadores de intensidad y su sistema de tierras en celda protección para consumidor.

Se verificará la correcta identificación y marcado de cada una de las celdas de AT.

3.2.3.2 INTERCONEXIÓN LÍNEA DE ALTA TENSIÓN-TRATO

La conexión eléctrica entre la línea de Alta Tensión y el transformador se realizará con cable unipolar seco de 150 mm² de sección del tipo RHZ1-OL, empleándose la tensión asignada del cable 12/20 kV para tensiones de hasta 24 kV y 26/45 kV para tensiones de hasta 36 kV.

Su instalación y conexión se efectuará de acuerdo con las indicaciones reflejadas en el proyecto y bajo las indicaciones de la Dirección Facultativa.

3.2.3.3 TRANSFORMADOR DE POTENCIA

Las operaciones de carga, descarga y entrada al local del CT deberán efectuarse con el cuidado requerido para que no resulten dañados sus elementos más frágiles (pasa tapas, mirilla de aceite, termómetro, etc.).

El transformador de potencia será instalado sobre el soporte correspondiente. Con el fin de reducir y eliminar la transmisión de las vibraciones de los transformadores de distribución a la estructura del edificio, se instalará en cada punto de apoyo un amortiguador de baja frecuencia, hasta 5 Hz, especialmente diseñado para la suspensión de transformadores. Los amortiguadores a instalar serán los adecuados en función de la carga estática a soportar, que será función del peso del transformador a instalar. Este sistema proporcionará además el anclaje del transformador impidiendo su

desplazamiento fortuito y/o paulatino a lo largo del tiempo; no autorizándose ningún otro sistema de anclaje que pudiera propiciar la transmisión mecánica de ruidos o vibraciones a otros elementos del local.

Los transformadores serán trifásicos de clase B2, con el núcleo y arrollamientos sumergidos en aceite aislante, previsto para instalación interior o exterior indistintamente, 50 Hz, servicio continuo, refrigeración natural (ONAN según norma UNE-EN 60076-1).

Los transformadores dispondrán de tapa abierta o enchufables en función de la potencia a instalar.

3.2.3.4 INTERCONEXIÓN TRATO – CUADRO BAJA TENSIÓN

Las características de los circuitos de interconexión en función de la potencia del transformador serán las siguientes:

Potencia transformador (kVA)	Número y sección de los conductores unipolares Al	
	Por fase	Neutro
Hasta 250	1x240 mm ²	1x240 mm ²
400	2 x 240 mm ²	1x240 mm ²
630	3 x 240 mm ²	2x240 mm ²
1000	4 x 240 mm ²	2x240 mm ²

La tornillería será de acero galvanizado o inoxidable.

3.2.3.5 CUADRO BAJA TENSIÓN

Se ubicará en la parte indicada en el proyecto y quedará correctamente fijado y nivelado.

Se verificará la presencia de placa de protección aislante en el embarrado de baja tensión del cuadro, y capuchones aislantes en las pletinas de conexión de los puentes de BT.

El CBT dispondrá de una toma de corriente monofásica para labores de mantenimiento, así como de sus elementos de protección y de los circuitos de alumbrado: interruptor general automático magnetotérmico, interruptor diferencial y pequeños interruptores automáticos correspondientes.

Se revisarán los trafos de intensidad del cuadro de BT, comprobando que están preparados para el sistema de telegestión y analizador de redes del propio cuadro.

Se comprobará la correcta identificación y marcado de cada una de las salidas de BT del cuadro.

3.2.3.6 PROTECCIONES

La protección de sobrecarga del transformador mediante termómetro con contacto de disparo será ajustada, con la sonda de temperatura ubicada en la cuba del transformador y el indicador de temperatura colocado en mampara.

La protección de sobrecarga del transformador mediante analizador de redes será ajustada según las indicaciones del promotor, con cableado y conexión entre cuadro de BT y celda de protección del transformador.

3.2.4 INSTALACIONES SECUNDARIAS

3.2.4.1 PASILLOS

La anchura de los pasillos de servicio será tal que permita la fácil maniobra de las instalaciones, así como el libre movimiento por los mismos de las personas y el transporte de los aparatos en las operaciones de montaje o revisión de estos.

Cumplirán con lo expuesto en MIE-RAT 14.

3.2.4.2 ALUMBRADO GENERAL

El circuito de alumbrado y la situación de los puntos de luz se realizarán siguiendo el trazado y la ubicación marcados en el plano correspondiente y deberán responder a los detalles constructivos para cada tipo de CT/CS.

Para el alumbrado interior del CT se instalarán los puntos de luz necesarios para conseguir, al menos, un nivel mínimo de iluminación de 150 lux, en cualquier caso, el número mínimo de luminarias será de 2 y 3 para el caso de 1 ó 2 transformadores, respectivamente, estas luminarias serán estancas y estarán equipadas con 2 tubos fluorescentes de 36 W.

Los puntos de luz se situarán de manera que pueda efectuarse la sustitución de los tubos de iluminación sin peligro de contacto con otros elementos en tensión.

El accionamiento del alumbrado general se realizará con interruptores que estarán situados en la proximidad de las puertas de acceso. Opcionalmente se podrá accionar el alumbrado automáticamente al abrir la puerta de acceso a la sala de celdas, instalando un final de carrera que identifique la posición de cerrada o abierta de la puerta.

Los servicios de alumbrado del CT se alimentarán mediante una salida asignada para tal fin en el CBT.

3.2.4.3 ALUMBRADO DE EMERGENCIA

Independientemente del alumbrado general, existirá un alumbrado de emergencia con alimentación autónoma, estanco, el cual entrará en funcionamiento automáticamente ante una falta de servicio.

El alumbrado de emergencia deberá tener un flujo luminoso tal que abarque la superficie del CT y una autonomía mínima de 1 hora con nivel de iluminación no inferior a 5 lux.

3.2.4.4 SEÑALIZACIÓN Y MATERIAL DE SEGURIDAD

Se comprobará la disposición de cada uno de los siguientes elementos:

- a) La puerta o tapa de acceso estará provista de los elementos de identificación del Centro.
- b) Las puertas o tapas de acceso al CT/CS llevarán el cartel con la correspondiente señal triangular distintiva de riesgo eléctrico, según las dimensiones y colores que especifica la Recomendación AMYS 1.4.10, modelo AE-10.
- c) En un lugar bien visible del interior se situará un cartel con las instrucciones de primeros auxilios a prestar en caso de accidente. Su tamaño será como mínimo UNE A-3.
- d) La instalación para el servicio propio del CT/CS dispondrá de un interruptor diferencial de alta sensibilidad de acuerdo con la Norma UNE-EN 61008 o UNE-EN 61009.
- e) En un lugar bien visible del interior se situará un cartel con las 5 reglas de oro de la seguridad.
- f) En un lugar bien visible del interior se situará el esquema unifilar.
- g) En un lugar bien visible próximo al acceso se dispondrá de la documentación relativa a la identificación de variables de riesgo del CT/CS. Las variables de riesgo son las características principales del CT/CS que tienen incidencia en la seguridad de los trabajadores durante su operación y mantenimiento.
- h) Se dispondrá en el interior del CT/CS de una banqueta aislante para las operaciones de maniobra.

3.2.5 SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA

El CT/CS estará provisto de una instalación de puesta a tierra, con objeto de limitar las tensiones de defecto a tierra que puedan producirse en la propia instalación. Esta puesta a tierra, complementada con los dispositivos de interrupción de corriente, deberá asegurar la descarga a tierra de la intensidad homopolar de defecto, contribuyendo a la eliminación del riesgo eléctrico debido a la aparición de tensiones peligrosas en el caso de contacto con las masas puestas en tensión. La instalación de puesta a tierra será independiente de la tierra del edificio.

Se realizará el estudio del sistema óptimo de puesta a tierra con objeto en ningún punto normalmente accesible de la instalación eléctrica donde las personas puedan circular o permanecer, exista el riesgo de estar sometidas a una tensión peligrosa durante cualquier defecto en la instalación eléctrica o en la red unida a ella.

El sistema de puesta a tierra adoptado cumplirá las prescripciones recogidas en la Reglamentación Vigente MIE-RAT 13.

3.2.5.1 PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN

Tiene por finalidad limitar la tensión a tierra de aquellas partes de la instalación eléctrica, normalmente sin tensión, pero que pueden, eventualmente, ser puestas en tensión a causa de un defecto.

Comprende las puestas a tierra de:

- Mallazo equipotencial existente del CT.
- Masas de alta tensión.
- Masas de baja tensión.
- Pantallas metálicas de los cables.

- Armaduras metálicas interiores de la edificación y tapas de las canaletas.

- Cuba metálica y carriles de los transformadores de distribución.
- Bandejas metálicas de cables.
- Pararrayos de alta tensión (si existiesen).

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

La línea de tierra recorrerá todo el perímetro interior del CT y estará formada por un cable de cobre desnudo de 50 mm² de sección que irá sujeto a las paredes mediante bridas de sujeción y conexión, conectando el anillo al final en una caja de seccionamiento. Esta red de tierras se unirá mediante conductor de cable unipolar de cobre desnudo de 50 mm² de sección al electrodo de puesta a tierra de protección.

3.2.5.2 PUESTA A TIERRA DE SERVICIO

Con objeto de evitar tensiones peligrosas en Baja Tensión, debido a faltas en la red de Alta Tensión, el neutro del sistema de Baja Tensión se conecta a una toma de tierra independiente del sistema de Alta Tensión, de tal forma que no exista influencia en la red general de tierra.

Esta toma de tierra conectará el borne del neutro de los transformadores de distribución, mediante conductor de cobre aislado 0,6/1 kV de 50 mm² de sección, a una caja de seccionamiento. A continuación se unirá mediante conductor de cobre aislado 0,6/1 kV de 50 mm² de sección al electrodo de puesta a tierra de servicio.

3.2.5.3 LÍNEAS DE TIERRA

Los conductores empleados en las líneas de tierra tendrán una resistencia mecánica adecuada y ofrecerán una elevada resistencia a la corrosión.

Su sección será tal, que la máxima corriente que circule por ellos en caso de defecto o de descarga atmosférica no lleve a estos conductores a una temperatura cercana a la de fusión, ni ponga en peligro sus empalmes y conexiones.

En ningún caso se admitirán secciones inferiores a 50 mm² de cobre.

La línea de tierra de neutro estará aislada en todo su trayecto con un nivel de aislamiento de 10 kV a frecuencia industrial (1 min) y de 20 kV a impulso tipo rayo (onda 1,2/50 µs).

3.2.5.4 ELECTRODOS DE PUESTA A TIERRA

Estarán constituidos por cualquiera de los siguientes elementos o por una combinación de ellos:

a) Conjunto de picas de acero-cobre de 14,6 mm de diámetro y 2 m de longitud, dispuestas generalmente en hilera con una separación mínima entre ellas de 4 m y unidas mediante conductor de cobre desnudo de 50 mm² de sección, realizándose todas las conexiones con soldadura aluminotérmica. Su número será determinado por procedimientos de cálculo a fin de que no se sobrepasen los valores de las tensiones de paso y contacto máximos reglamentarios.

b) Electrodo profundo en pozo de perforación con conductor de cobre desnudo de 50 mm² de sección. Su profundidad será determinada por procedimientos de cálculo a fin de que no se sobrepasen los valores de las tensiones de paso y contacto máximos reglamentarios.

c) Conductor enterrado horizontalmente, formado por cable de cobre desnudo de 50 mm² de sección. Su longitud será determinada por procedimientos de cálculo a fin de que no se sobrepasen los valores de las tensiones de paso y contacto máximos reglamentarios.

3.2.5.5 CONDICIONES DE INSTALACIÓN DE LOS ELECTRODOS

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

Los electrodos horizontales se enterrarán a una profundidad igual a la de la parte superior de las picas. Los electrodos profundos se dispondrán verticalmente.

3.2.5.6 EJECUCIÓN DE LA PUESTA A TIERRA

En la instalación de puesta a tierra de masas y elementos a ella conectados, se cumplirán las siguientes condiciones:

a) Llevarán un borne accesible para la medida de la resistencia de tierra.

b) Todos los elementos que constituyen la instalación de puesta a tierra, estarán protegidos adecuadamente contra deterioros por acciones mecánicas o de cualquier otra índole.

c) Los elementos conectados a tierra, no estarán intercalados en el circuito como elementos eléctricos en serie, sino que su conexión al mismo se efectuará mediante derivaciones individuales.

d) La resistencia eléctrica entre cualquier punto de la masa o cualquier elemento metálico unido a ella y el conductor de la línea de tierra, en el punto de penetración en el terreno, será tal que el producto de esta por la intensidad de defecto máxima prevista sea igual o inferior a 50 V.

e) No se unirá a la instalación de puesta a tierra ningún elemento metálico situado en los paramentos exteriores del CT/CS.

Además, se dejará previsto un punto accesible de la red de tierras de protección para la medida de esta. Este punto estará debidamente protegido, señalizado y conectará con la red exterior de puesta a tierra de protección, pudiendo ser seccionarle.

3.2.5.7 MEDIDAS ADICIONALES DE SEGURIDAD PARA LAS TENSIONES DE PASO Y CONTACTO

Después de construida la instalación de puesta a tierra, se procederá a la realización de las verificaciones correspondientes a fin de comprobar el cumplimiento de la reglamentación vigente tal como se prescribe en la instrucción MIE-RAT 13, aptdo 8.1. Si fuese necesario, a la vista de los valores obtenidos, se harán las modificaciones necesarias en el sistema de puesta a tierra con la finalidad de obtener unos valores que se mantengan dentro de los rangos reglamentarios. Asimismo, y de acuerdo con lo prescrito en el aptdo 8.2. de la misma instrucción se comprobará periódicamente el estado de las instalaciones de puesta a tierra.

En caso de no obtenerse los valores reglamentarios en que lo que se refiere a las tensiones de paso y contacto se adoptaran medidas encaminadas debiendo certificarse finalmente la obtención de dichos valores. Se proponen las siguientes:

Procedimiento	Efecto sobre
1. Reducir el valor de la resistencia de puesta a tierra, aumentando la longitud del electrodo y/o disminuyendo la resistividad del terreno.	Tensiones de paso y contacto
2. Realizar aceras aislantes de 1 m de anchura mínima.	Tensiones de contacto
3. Situar el punto superior del electrodo a una profundidad superior a 0,80 m indicada en el apartado 6.3.3.	Tensiones de paso
4. Instalación de anillos difusores de dimensiones recientes, enterrados en disposición piramidal.	Tensiones de paso

3.3 RECONOCIMIENTOS PRUEBAS Y ENSAYOS

Para la recepción provisional de las obras una vez terminadas, la Dirección Facultativa procederá, en presencia de los representantes del Contratista o empresa instaladora eléctrica, a efectuar los reconocimientos y ensayos precisos para comprobar que las obras han sido ejecutadas con sujeción al proyecto y cumplen las condiciones técnicas exigidas.

No se recibirá ninguna instalación eléctrica que no haya sido probada con su tensión normal y demostrado su correcto funcionamiento.

3.3.1 RECONOCIMIENTO DE LAS OBRAS

Antes del reconocimiento de las obras el Contratista retirará de las mismas, hasta dejarlas totalmente limpias y despejadas, todos los materiales sobrantes, restos, embalajes, bobinas de cables, medios auxiliares, tierras sobrantes de las excavaciones y rellenos, escombros, etc.

Se comprobará que los materiales coinciden con los admitidos por la Dirección Facultativa en el control previo, se corresponden con las muestras que tenga en su poder, si las hubiere, y no sufran deterioro en su aspecto o funcionamiento.

Igualmente se comprobará que la construcción de las obras de fábrica, la realización de las obras de tierra y el montaje de todas las instalaciones eléctricas ha sido ejecutada de modo correcto y terminado y rematado completamente.

En particular, se prestará especial atención a la verificación de los siguientes puntos:

- Secciones y tipos de los conductores y cables utilizados.
- Formas de ejecución de los terminales, empalmes, derivaciones y conexiones en general.

- Tipo, tensión e intensidad nominal y funcionamiento de los aparatos de maniobra, mando, protección y medida.
- Geometría de las obras de fábrica, foso del Transformador y del propio CT/CS.
- Estado de los revestimientos, pinturas y pavimentos y ausencia en estos de grietas, humedades y penetración de agua.
- Acabado, pintura y estado de la carpintería metálica.
- Ejecución de los sistemas de ventilación.
- Ejecución de sistema de iluminación.

Después de efectuado este reconocimiento y de acuerdo con las conclusiones obtenidas, se procederá a realizar los ensayos pertinentes.

3.3.2 PRUEBAS Y ENSAYOS

Una vez ejecutada la instalación, se procederá por parte de entidad acreditada por los Organismos Públicos competentes, la medición de los siguientes valores:

Resistencia de aislamiento de la instalación

Resistencia del sistema de tierra.

Tensiones de Paso y Contacto.

3.3.3 PRUEBAS DE OPERACIÓN MECÁNICA

Se realizarán pruebas de funcionamiento mecánico sin tensión en el circuito principal de interruptores, seccionadores y demás aparillaje, así como todos los elementos móviles y enclavamientos. Se probarán cinco veces en ambos sentidos.

3.3.4 VERIFICACIÓN DE CABLEADO

El cableado será verificado conforme a los esquemas eléctrico.

3.3.5 ENSAYO A FRECUENCIA INDUSTRIAL

Se someterá el circuito principal a la tensión de frecuencia industrial especificada en la norma UNE-EN 62271-200 durante un minuto.

3.3.6 ENSAYO DE LA RED DE AT

Se realizarán sucesivamente los siguientes ensayos: Se medirá la resistencia de aislamiento entre conductores y entre estos y tierra. Si fuera posible se procederá a la puesta en tensión de la red en vacío y volviendo a medir la resistencia de aislamiento.

3.3.7 ENSAYO DIELECTRICO DE CIRCUITOS AUXILIARES Y DE CONTROL

Este ensayo se realizará sobre los circuitos de control y se hará de acuerdo con la norma UNE-EN 62271-200.

3.4 CONSIDERACIONES DE SEGURIDAD EN LA PUESTA EN SERVICIO

Para la protección del personal y equipos en las operaciones que deba realizarse, se garantizará que:

- No será posible acceder a las zonas en tensión, si estas no han sido puestas a tierra. Por ello, el sistema de enclavamiento interno de las celdas debe interesar al mando del aparato principal del seccionador de puesta a tierra y a las tapas de acceso de los cables.
- Las celdas de entrada y salida serán con aislamiento integral y corte en SF6. El diseño de las celdas impedirá la incidencia de los gases de escape producidos en el caso de un arco interno, sobre los cables de AT y BT y especialmente sobre el operador.
- Las bornes de conexión de cables y fusibles serán fácilmente accesibles a los operarios. Los mandos de la aparata estarán situados frente al operario en el momento de realizar la maniobra.

Asimismo el CT/CS deberá estar siempre perfectamente cerrado, de forma que impida el acceso de las personas ajenas al servicio.

La anchura de los pasillos debe observar el Reglamento (MIE-RAT 14), e igualmente, debe permitir la extracción total de cualquiera de las celdas instaladas.

En el interior del local no se podrá almacenar ningún elemento que no pertenezca a la propia instalación.

La instalación eléctrica debe estar correctamente señalizada y deben disponerse las advertencias e instrucciones necesarias de modo que se impidan los errores de interrupción, maniobras incorrectas y contactos accidentales con los elementos en tensión o cualquier otro tipo de accidente.

Antes de la puesta en servicio en carga, se realizará una puesta en servicio en vacío para la comprobación del correcto funcionamiento de las máquinas. Se realizarán unas comprobaciones de las resistencias de aislamiento y de tierra de los diferentes componentes de la instalación eléctrica.

7 PRESCRIPCIONES PARA LA GESTION DE RESIDUOS DE OBRA

1. OBJETO Y ÁMBITO DE APLICACIÓN

El presente documento tiene por objeto garantizar el cumplimiento de la Ley 22/2011 de 28 de julio de Residuos y suelos contaminados y el Real Decreto 105/2008 por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

Dadas las características de las mismas es preciso normalizar y dar las pautas principales para el cumplimiento de los requisitos legales y medioambientales recogidos en la legislación, por lo que en los siguientes apartados se detalla el contenido mínimo del “Estudio de Gestión de Residuos en Obra” y del “Plan de Gestión de Residuos”, documentos básicos que deben acompañar al proyecto simplificado y presentar el contratista de la obra siempre y cuando se generen residuos de construcción y demolición.

La gestión de los residuos generados en cada obra se realizará según lo que se establece en la legislación vigente basada en la legislación nacional y complementada con la legislación autonómica mediante Decreto.

es recomendable que el proyectista se informe de la necesidad de tramitación y tipo de esta desde el punto de vista de gestión de residuos dentro de la comunidad autónoma en la que se desarrolla el proyecto técnico.

2. DEFINICIONES

Residuo: cualquier sustancia u objeto que su poseedor deseche o tenga la intención o la obligación de desechar.

RCD: Residuo de Construcción y Demolición.

Residuos industriales: residuos resultantes de los procesos de fabricación, de transformación, de utilización, de consumo, de limpieza o de mantenimiento generados por la actividad industrial, excluidas las emisiones a la atmósfera reguladas en la Ley 34/2007, de 15 de noviembre.

Residuo peligroso: residuo que presenta una o varias de las características peligrosas enumeradas en el anexo III, y aquél que pueda aprobar el Gobierno de conformidad con lo establecido en la normativa europea o en los convenios internacionales de los que España sea parte, así como los recipientes y envases que los hayan contenido.

EGR: Estudio de Gestión de Residuos.

Aceites usados: todos los aceites minerales o sintéticos, industriales o de lubricación, que hayan dejado de ser aptos para el uso originalmente previsto, como los aceites usados de motores de combustión y los aceites de cajas de cambios, los aceites lubricantes, los aceites para turbinas y los aceites hidráulicos.

Biorresiduo: residuo biodegradable de jardines y parques, residuos alimenticios y de cocina procedentes de hogares, restaurantes, servicios de restauración colectiva y establecimientos de venta al por menor; así como, residuos comparables procedentes de plantas de procesado de alimentos.

Prevención: conjunto de medidas adoptadas en la fase de concepción y diseño, de producción, de distribución y de consumo de una sustancia, material o producto, para reducir:

- 1º La cantidad de residuo, incluso mediante la reutilización de los productos o el alargamiento de la vida útil de los productos.
- 2º Los impactos adversos sobre el medio ambiente y la salud humana de los residuos generados, incluyendo el ahorro en el uso de materiales o energía.
- 3º El contenido de sustancias nocivas en materiales y productos.

Productor de residuos: cualquier persona física o jurídica cuya actividad produzca residuos (productor inicial de residuos) o cualquier persona que efectúe operaciones de tratamiento previo, de mezcla o de otro tipo, que ocasionen un cambio de naturaleza o de composición de esos residuos. En el caso de las mercancías retiradas por los servicios de control e inspección en las instalaciones fronterizas se considerará productor de residuos al representante de la mercancía, o bien al importador o exportador de la misma.

Poseedor de residuos: el productor de residuos u otra persona física o jurídica que esté en posesión de residuos.

Negociante: toda persona física o jurídica que actué por cuenta propia en la compra y posterior venta de residuos, incluidos los negociantes que no tomen posesión física de los residuos. Agente: toda persona física o jurídica que organiza la valorización o la eliminación de residuos por encargo de terceros, incluidos los agentes que no tomen posesión física de los residuos. Gestión de residuos: la recogida, el transporte y tratamiento de los residuos, incluida la vigilancia de estas operaciones, así

como el mantenimiento posterior al cierre de los vertederos, incluidas las actuaciones realizadas en calidad de negociante o agente.

Gestor de residuos: la persona o entidad, pública o privada, registrada mediante autorización o comunicación que realice cualquiera de las operaciones que componen la gestión de los residuos, sea o no el productor de estos.

Recogida: operación consistente en el acopio de residuos, incluida la clasificación y almacenamiento iniciales para su transporte a una instalación de tratamiento.

Recogida separada: la recogida en la que un flujo de residuos se mantiene por separado, según su tipo y naturaleza, para facilitar un tratamiento específico.

Reutilización: cualquier operación mediante la cual productos o componentes de productos que no sean residuos se utilizan de nuevo con la misma finalidad para la que fueron concebidos.

Tratamiento: las operaciones de valorización o eliminación, incluida la preparación anterior a la valorización o eliminación.

Valorización: cualquier operación cuyo resultado principal sea que el residuo sirva a una finalidad útil al sustituir a otros materiales, que de otro modo se habrían utilizado para cumplir una función particular, o que el residuo sea preparado para cumplir esa función en la instalación o en la economía en general. En el anexo II se recoge una lista no exhaustiva de operaciones de valorización.

Preparación para la reutilización: la operación de valorización consistente en la comprobación, limpieza o reparación, mediante la cual productos o componentes de productos que se hayan convertido en residuos se preparan para que puedan reutilizarse sin ninguna otra transformación previa.

Reciclado: toda operación de valorización mediante la cual los materiales de residuos son transformados de nuevo en productos, materiales o sustancias, tanto si es con la finalidad original como con cualquier otra finalidad. Incluye la transformación del material orgánico, pero no la valorización energética ni la transformación en materiales que se vayan a usar como combustibles o para operaciones de relleno.

Regeneración de aceites usados: cualquier operación de reciclado que permita producir aceites de base mediante el refinado de aceites usados, en particular mediante la retirada de los contaminantes, los productos de la oxidación y los aditivos que contengan dichos aceites. Eliminación: cualquier

operación que no sea la valorización, incluso cuando la operación tenga como consecuencia secundaria el aprovechamiento de sustancias o energía. En el anexo I se recoge una lista no exhaustiva de operaciones de eliminación.

Mejores técnicas disponibles: las mejores técnicas disponibles tal y como se definen en el artículo 3, apartado ñ), de la Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación. Suelo contaminado: aquel cuyas características han sido alteradas negativamente por la presencia de componentes químicos de carácter peligroso procedentes de la actividad humana, en concentración tal que comporte un riesgo inaceptable para la salud humana o el medio ambiente, de acuerdo con los criterios y estándares que se determinen por el Gobierno, y así se haya declarado mediante resolución expresa.

Compost: enmienda orgánica obtenida a partir del tratamiento biológico aerobio y termófilo de residuos biodegradables recogidos separadamente. No se considerará compost el material orgánico obtenido de las plantas de tratamiento mecánico biológico de residuos mezclados, que se denominará material giroestabilizador.

3. DEFINICIONES

A nivel legislativo, desde el punto de vista de la legislación nacional este tipo de residuos está regulado por la Ley 22/2011 de 28 de julio de Residuos y suelos contaminados, complementada con el Real Decreto 105/2008 de 1 de febrero por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

A nivel autonómico se pueden encontrar distintas legislaciones, destacando la correspondiente a la Comunidad Autónoma de Cantabria que mediante el Decreto 72/2010 de 28 de octubre regula la producción y gestión de los RCD en la Comunidad Autónoma de Cantabria.

En las comunidades autónomas de Galicia, Asturias y Castilla y León se remiten a lo recogido en el Real Decreto 105/2008 de 1 de febrero por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

El conjunto de referencias legislativas básicas que a nivel nacional regular la producción, posesión, y gestión de residuos es:

3.1 LEGISLACIÓN NACIONAL

- Ley 22/2011 de 28 de julio de Residuos y suelos contaminados Fruto de la actualización de la anterior Ley de Residuos y de la trasposición de determinadas directivas europeas.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

La Ley 10/1998, de 21 de abril, de Residuos, en su artículo 1.2 faculta al Gobierno para fijar disposiciones específicas relativas a la producción y gestión de diferentes tipos de residuos con el objetivo final de prevenir la incidencia ambiental de los mismos. Fruto de esta facultad se desarrolló el reglamento específico para los residuos de construcción y demolición.

- Real Decreto 679/2006, de 2 de junio, por el que se regula la gestión de los aceites industriales usados.

Este real decreto tiene por objeto establecer medidas para prevenir la incidencia ambiental de los aceites industriales, así como para reducir la generación de aceites usados tras su utilización o, al menos, facilitar su valorización, preferentemente mediante regeneración u otras formas de reciclado, de acuerdo con el orden de prioridades establecido en su artículo 7.

- 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. Orden del Ministerio de Medio Ambiente en la que se publica la lista de los códigos LER de residuos.

3.2 LEGISLACIÓN AUTONÓMICA

A nivel autonómico la legislación más actualizada a fecha de hoy es la de Cantabria que cuenta con:

- Decreto 72/2010 del 28 de octubre por el que se regula la producción y gestión de los RCD en la Comunidad Autónoma de Cantabria.

4. OBLIGACIONES DE ÁMBITO NACIONAL

Este apartado desglosa las principales actividades y documentos a incluir y desarrollar dentro del proyecto simplificado de una infraestructura.

4.1 OBLIGACIONES DEL PRODUCTOR DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN BASE AL R.D. 105/2008

Conforme a este Decreto en el proyecto simplificado se debe incluir un Estudio de Gestión de residuos de construcción y demolición (en adelante RCD) con el siguiente contenido:

- Una estimación de la cantidad, expresada en toneladas y en metros cúbicos, de los residuos de construcción y demolición que se generarán en la obra, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por 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, o norma que la sustituya.
- Las medidas para la prevención de residuos en la obra objeto del proyecto.
- Las operaciones de reutilización, valorización o eliminación a que se destinarán los residuos que se generarán en la obra.
- Las medidas para la separación de los residuos en obra, en particular, para el cumplimiento por parte del poseedor de los residuos, de la obligación establecida en el apartado de Obligaciones del Poseedor de Residuos.
- Los planos de las instalaciones previstas para el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra. Posteriormente, dichos planos podrán ser objeto de adaptación a las características particulares de la obra y sus sistemas de ejecución, previo acuerdo de la dirección facultativa de la obra.
- Las prescripciones del pliego de prescripciones técnicas particulares del proyecto, en relación con el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra.
- Una valoración del coste previsto de la gestión de los residuos de construcción y demolición que formará parte del presupuesto del proyecto en capítulo independiente.

En obras de demolición, rehabilitación, reparación o reforma, hacer un inventario de los residuos peligrosos que se generarán, que deberá incluirse en el Estudio de Gestión de RCD, así como prever su retirada selectiva, con el fin de evitar la mezcla entre ellos o con otros residuos no peligrosos, y asegurar su envío a gestores autorizados de residuos peligrosos.

Disponer de la documentación que acredite que los residuos de construcción y demolición realmente producidos en sus obras han sido gestionados, en su caso, en obra o entregados a una instalación de valorización o de eliminación para su tratamiento por gestor de residuos autorizado, en los términos recogidos en este Real Decreto y, en particular, en el estudio de gestión de residuos de la obra o en

sus modificaciones. La documentación correspondiente a cada año natural deberá mantenerse durante los cinco años siguientes.

En el caso de obras sometidas a licencia urbanística, constituir, cuando proceda, en los términos previstos en la legislación de las comunidades autónomas, la fianza o garantía financiera equivalente que asegure el cumplimiento de los requisitos establecidos en dicha licencia en relación con los residuos de construcción y demolición de la obra.

4.2 OBLIGACIONES DEL POSEEDOR DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN BASE AL R.D 105/2008

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 esta un plan que refleje como 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, en particular las recogidas en el Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición. 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. Los residuos de construcción y demolición se destinarán preferentemente, y por este orden, a operaciones de reutilización, reciclado o a otras formas de valorización.

La entrega de los residuos de construcción y demolición a un gestor por parte del poseedor habrá de constar en 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.

5. OBLIGACIONES DE ÁMBITO AUTONÓMICO

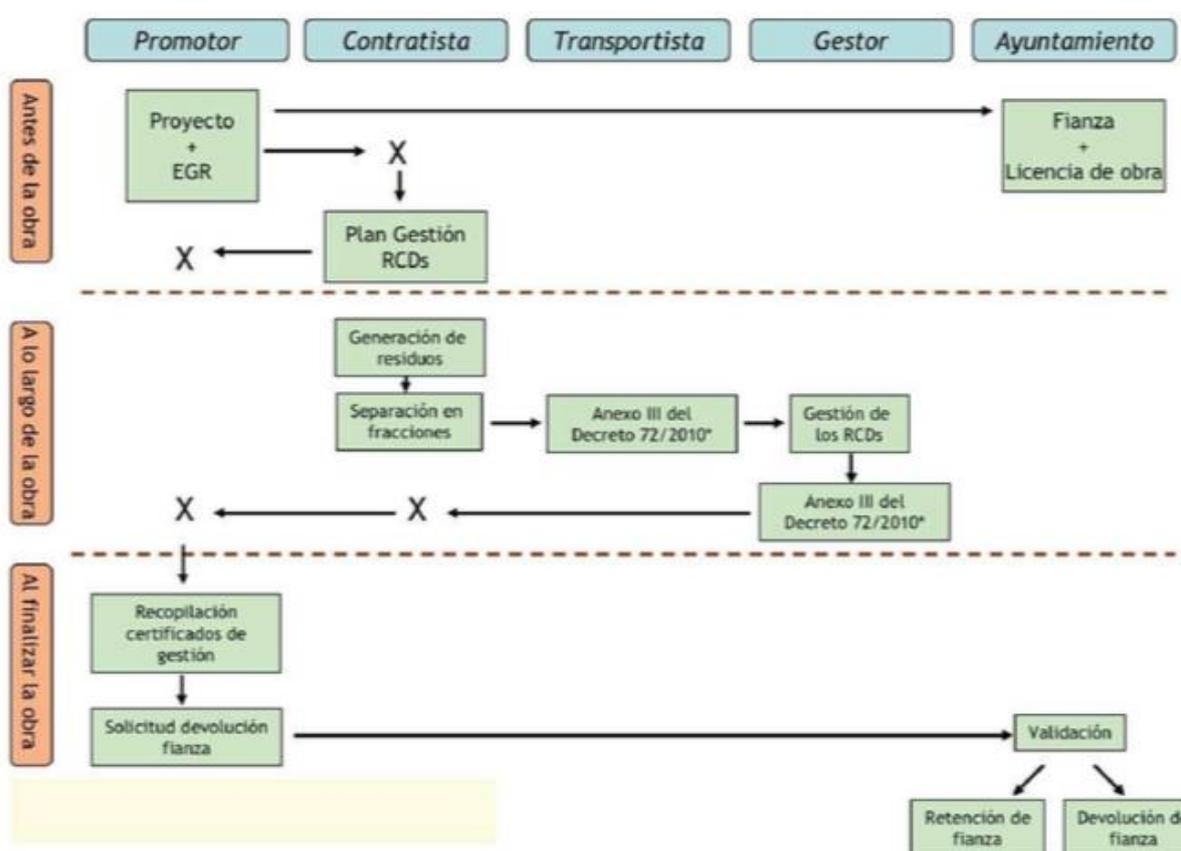
5.1 COMUNIDAD AUTÓNOMA DE CANTABRIA

Cantabria cuenta con una legislación específica mediante el Decreto 72/2010 del 28 de octubre por el que se regula la producción y gestión de los RCD. En este punto es interesante la existencia de una Guía práctica en la que se recogen las prescripciones en Cantabria del desarrollo del Real Decreto 105/2008, la cual desglosa de forma clara y precisa las obligaciones de productores, gestores, promotores y demás agentes que pueden actuar sobre los residuos de construcción y demolición.

En esta guía se desarrollan y clarifican las clasificaciones de Residuos, Peligrosos, No Peligrosos, Urbanos, de envase o embalaje y tierras y piedras.

6. FLUJO ADMINISTRATIVO Y COMPETENCIAS

En el siguiente diagrama se recogen las competencias y obligaciones de las partes implicadas en la producción, gestión y transporte de los residuos de construcción y demolición.



7. ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS EN OBRA SEGÚN EL R.D. 105/2008

El estudio de gestión de residuos de construcción y demolición se ajustará al modelo general siguiente, siendo válidos otros formatos equivalentes, sin perjuicio del resto de documentación que se desee acompañar al mismo por parte del redactor del estudio.

Identificación de la obra.

Tipo de obra:

Situada en: C/ Municipio: Proyecto:

Promotor:

Redactor del Proyecto:

Identificación de los residuos y estimación de la cantidad a generar. ESTIMACIÓN SOBRE LOS RESIDUOS A GENERAR

Descripción Código LER Volumen (m3) Peso (t) TOTAL

Observaciones:

Justificación: A esta estimación se acompañará una breve explicación del método empleado para poder llegar a la misma.

Medidas a adoptar para la prevención de residuos en la obra objeto del proyecto

Se deberá incluir una descripción y justificación de las medidas que se adoptarán para prevenir la producción de residuos en la obra.

Operaciones de reutilización, valorización o eliminación a que se destinarán los residuos que se generarán en la obra

OPERACIONES DE GESTIÓN A REALIZAR CON LOS RESIDUOS			
Identificación residuo Código LER	Operación a realizar (Orden MAM 304/2002)		
	Reutilización	Valorización	Eliminación
	Describir	(Identificar la operación con código R)	(Identificar la operación con código D)
	Describir	(Identificar la operación con código R)	(Identificar la operación con código D)
	Describir	(Identificar la operación con código R)	(Identificar la operación con código D)
	Describir	(Identificar la operación con código R)	(Identificar la operación con código D)
	Describir	(Identificar la operación con código R)	(Identificar la operación con código D)
	Describir	(Identificar la operación con código R)	(Identificar la operación con código D)
Observaciones:			

Medidas a adoptar para la separación de los residuos en obra Se deberá incluir una descripción y justificación de las medidas que se adoptarán para separar los residuos en origen. Instalaciones previstas para el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra.

INSTALACIONES DE GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN OBRA		
Instalaciones de gestión	Superficie prevista (m ²)	Contenedores previstos (nº y para qué tipo de residuos)
Almacenamiento		
Manejo		
Separación		
Otras operaciones de gestión		
Observaciones:		

Se adjuntará asimismo plano de la planta global de la obra en el que se indicará la situación de cada una de estas instalaciones, así como las zonas de entrada y salida de los residuos.

Cuando proceda, se incluirán las determinaciones del pliego de prescripciones técnicas particulares del proyecto, en relación con el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra.

Inventario de residuos peligrosos para las obras de demolición, rehabilitación, reparación o reforma.

Este apartado únicamente será de aplicación para las obras de demolición, rehabilitación, reparación o reforma.

INVENTARIO DE RESIDUOS PELIGROSOS				
Descripción	Código LER	Tratamiento previsto	Peso (t)	Volumen (m ³)
TOTAL				
Observaciones:				

Justificación: Este inventario se acompañará de una descripción del método empleado para realizar el inventario.

Valoración del coste previsto de la gestión de los residuos de construcción y demolición. Se deberá incluir una descripción y justificación del presupuesto de gestión de los residuos.

8. PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS SEGÚN EL R.D. 105/2008

El Plan de Gestión de Residuos será redactado por el poseedor de Residuos, el cual viene definido en el Real Decreto como la persona física o jurídica que ejecute las obras, la cual está obligada a presentar al promotor, un plan en el que se detalle cómo va a dar cumplimiento a las obligaciones respecto a los residuos de construcción y demolición generados en la misma.

Este plan se basará en el Estudio de Gestión de Residuos de Obra que acompañará al proyecto técnico y contará al menos con los siguientes apartados:

- Identificación de la obra.
- Descripción sucinta de la obra.
- Estimación de la Cantidades de residuos.
- Medidas para la Prevención de residuos.
- Operaciones de Reutilización, valorización o eliminación.
- Medidas de Separación de los residuos en obra.
- Prescripciones del pliego de condiciones y técnicas particulares.

- Valoración del coste de gestión.
- Inventario de los Residuos Peligrosos.
- Planos, si procede.

9. CLASIFICACIÓN Y RESIDUOS TIPO

A continuación se recogen los tipos de residuo más usuales en las obras de construcción de instalaciones eléctricas.

9.1 RESIDUOS NO PELIGROSOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

Se detallan a continuación los tipos básicos de residuos con su correspondiente código LER Escombros (17 01): Hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos, deben ser exclusivamente material pétreo de obra (restos de demolición, excavación, materiales cerámicos, mortero, escayola, etc.). La tasa de vertido difiere entre escombros limpio y escombros mezclado con otros inertes.

- Pétreos (17.09): tierras y piedras procedentes de suelo natural no contaminadas o que no hayan soportado una actividad potencialmente contaminante. Pueden usarse para rellenos y restauración o ser trasladadas a vertedero.

- Madera (17.02): Están constituidos principalmente por pales, encofrados, tabloneros, embalajes, madera procedente de demoliciones, etc.

- Plástico (17.02): Se incluyen los tubos, bidones, envoltorios de equipos y otros como fin protector, bolsas, sacos, materiales plásticos, etc.

- Papel y cartón (20.01): Procedente de embalajes de materiales de obra (sacos de mortero, embalajes de pavimentos, etc.), por lo que su generación se concentra por lo general en las últimas fases de la obra.

- Vidrio (17.02): presencia ocasional y básicamente procedente de labores de demolición.

- Metal (17 04): Despuntes de ferralla, aluminio procedente del desmontaje de torres metálicas, armados, aparallaje, restos de cables y conductores y otros restos metálicos.

9.1 RESIDUOS PELIGROSOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

- Mezclas bituminosas, alquitrán de hulla y otros productos alquitranados. (17.03): procedentes de escombros de zanjas sobre asfalto y zonas asfaltadas.

- Aceites: El RD 679/2006 por el que se regula la gestión de los aceites industriales usados, establece la prohibición de vertido en "aguas superficiales o subterráneas, en cualquier zona del mar territorial, suelo y en los sistemas de alcantarillado o de evacuación de aguas residuales", así como la obligatoriedad de entregar los aceites usados a un gestor autorizado.

En principio este residuo no debe generarse puesto que no está permitido el mantenimiento de maquinaria en la parcela de obra, sin embargo no es del todo descartable ante eventuales necesidades de mantenimiento o reparación en obra.

- Tierras contaminadas: Se consideran los suelos afectados por derrames de sustancias contaminantes, tales como: aceites usados, gasoil, desencofrantes, etc. (en cantidades significativas). También se consideran en este apartado los absorbentes empleados en la recogida de derrames (sepiolita).

- Envases contaminados: Los envases que han contenido sustancias peligrosas, y que por tanto van etiquetados con alguno de los pictogramas naranjas de peligrosidad, también son residuos peligrosos.

Incluyen una gran variedad de residuos, en formatos muy diferentes; a efectos de almacenamiento se puede distinguir entre aquellos que son voluminosos (garrafas y bidones) y aquellos otros de pequeño tamaño (latas, botellas, etc.).

- Espray: Incluye los botes de espray y aerosoles, fundamentalmente generados en señalización y tipografía.

En general cada tipo de instalación y de obra tiene sus peculiaridades que serán reflejadas desde el punto de vista de la caracterización de residuos en el Estudio y el Plan de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición.

8 PRESUPUESTO

Capítulo 1: Instalación Eléctrica			
Concepto	Cantidad	Precio Unidad	Total Euros
Ud. Suministro y colocación de edificio prefabricado de hormigón hábil para dos transformadores, de 10,260 m. x 2,560 m., incluyendo aparellaje completo: 3 cabinas SM6 IM 24 KV 630A 20KA compuestas por una celda función línea con PAT tripolar y dos cabinas de protección de trafo con int. Automático y seccionador SF6, puentes de MT incluyendo terminaciones, suministro e instalación de red de tierras de herrajes y neutro, material reglamentario de seguridad, iluminación interior normal y de emergencia, y un transformador III en éster vegetal, de 1600 KVAs de potencia, equipado con relé de protección DGPT2, pasatapas tipo abierto, construido bajo norma EU 548/2014 ecodiseño	1,00	55.269,36 €	55.069,36 €
Ud. Suministro e instalación de cuadro de baja tensión, incluyendo int. Automático tripolar de 2500A ICC de 65KA con protector contra sobretensiones y 4S, protecciones para los SS.AA del CT, cuadro de alarmas para los defectos/alarmas y disparos de los transformadores. Equipo de energía de reserva ara alimentación auxiliar en 110 Vcc, analizador de redes PM, puentes de interconexión BT entre cuadro y trafo y pequeño material de montaje, incluso envolvente metálica con puertas y cerradura	1,00	29.976,28 €	29.876,28 €
MI. Suministro y tendido tubular de 1C de cables 12/20KV RHZ1 240mm ² Al.	256,00	19,85 €	5.071,60 €
Ud. Suministro y ejecución de terminación III de MT	2	248,00 €	486,00 €
SUMA CAPÍTULO 1:			90.503,24 €
Capítulo 2: Obra Civil			
Concepto	Cantidad	Precio Unidad	Total Euros
Ud. Excavación en cualquier clase de terreno para cimentación de edificio prefabricado, incluyendo carga y transporte de los productos obtenidos a vertedero, tala de dos árboles existentes, suministro, extendido y nivelación de cama de arena para asiento de edificio, desvío de canalizaciones de agua existentes y también de la T.T. del edificio contiguo, totalmente realizado.	1,00	4.325,80 €	4.325,80 €
Ud. Suministro y colocación de arqueta prefabricada troncopiramidal de 1x1 m. dotada de marco y tapa de fundición Ø600 mm aportada por la propiedad.	7,00	616,50 €	4.315,50 €
MI. Canalización en zanja en pavimento asfáltico u hormigón lucido con 4 tubos Ø160mm incluyendo demolición del			

pavimento existente (máx.. 15 cms), excavación en cualquier clase de terreno, carga y transporte a vertedero autorizado de los productos obtenidos, colocación de tubos y cinta de señalización, relleno con hormigón y reposición del pavimento existente, incluyendo pp de pasos de mina, catas de localización de servicios, señalización, desmontaje y montaje de barandillas existentes (sin aportación) y bordillos existentes.	204	103,29 €	21.071,16 €
SUMA CAPÍTULO 2:			29.712,46 €
Capítulo 3: Ingeniería y Legalización			
Concepto	Cantidad	Precio Unidad	Total Euros
Ud. Elaboración de proyecto eléctrico visado por el Colegio Oficial correspondiente y tramitación administrativa.	1,00	1360,00 €	1360,00 €
Ud. Dirección de obra correspondiente a los trabajos aquí ofertados, visada por el Colegio Oficial correspondiente y tramitación administrativa.	1,00	1350,00 €	1350,00 €
Ud. Realización de mediciones de paso y contacto del CT, según prescripciones del R.D. 3275/1982 de la instalación eléctrica de A.T. con informe y certificado de resultados.	1,00	175,00 €	175,00 €
Ud. Ensayo y diagnóstico de 1 circuito de cables 12/20 KV conforme UNE 211006 con aportación de certificado de resultados.	1,00	485,00 €	485,00 €
SUMA CAPÍTULO 3:			3.370,00 €
Capítulo 4: Seguridad y Salud			
Concepto	Cantidad	Precio Unidad	Total Euros
Ud. Medidas de Seguridad y Salud en la obra conforme al Estudio Básico de Seguridad y Salud, Plan a redactar así como Normativa de CCS en Materia de Seguridad por el Contratista.	1,00	4150,00 €	4150,00 €
SUMA CAPÍTULO 4:			4.150,00 €
Capítulo 5: Gestión de Residuos			
Concepto	Cantidad	Precio Unidad	Total Euros
Ud. Gestión de Residuos	1,00	1200,00 €	1200,00 €
SUMA CAPÍTULO 5:			1.200,00 €

Resumen			
Capítulo 1: Instalación Eléctrica			90.823,24 €
Capítulo 2: Obra Civil			29.712,46 €
Capítulo 3: Ingeniería y Legalización			3.370,00 €
Capítulo 4: Seguridad y Salud			4.150,00 €
Capítulo 5: Gestión de Residuos			1.200,00 €
Total Presupuesto y ejecución material (PEM)			129.255,70 €
Gastos Generales y Beneficio Industrial (13% + 6%)			23.266,03 €
TOTAL PRESUPUESTO EJECUCION POR CONTRATA (PEC sin IVA)			152.521,73 €
TOTAL PRESUPUESTO EJECUCION POR CONTRATA (PEC con IVA)			184.551,29 €

El presupuesto asciende a la cantidad de CIENTO OCHENTA Y CUATRO MIL QUINIENTOS CINCUENTA Y UNO EUROS CON OCHENTA Y NUEVE CÉNTIMOS.

En Santander, AGOSTO de 2019 EL INGENIERO INDUSTRIAL

Carlos Solano Hidalgo

9 BIBLIOGRAFIA Y REFERENCIAS

1. BIBLIOGRAFIA Y REFERENCIAS

- Jesús Fraile Mora. Máquinas Eléctricas (4º edición) año 2001.
- José Agüera Soriano. Termodinámica Lógica y Motores Térmicos (6º Edición) año 1999.
- Gobierno de Cantabria (B.O.C). Consejería de Medioambiente, Ordenación del Territorio y Urbanismo
- Ministerio de Industria, Energía y Turismo de España. (B.O.E)
- VIESGO (Normativa Técnica – Centros de transformación prefabricados). (<https://www.viesgodistribucion.com/normativa>)
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (Ministerio de Industria, Energía y Turismo) (<http://www.f2i2.net/legislacionseguridadindustrial>)
- Scheneider Electric (<https://www.se.com/es/es/product-range-presentation/970-sm6-24/>)
- Procedimientos Productivos Aditya Birla Carbon Spain.
- Procedimientos EHS y FFFF Sociedad Española de Montajes Industriales.
- Ayuntamiento de Santander.
- Consejería de Medioambiente.