



Ref.: 042MT/13

ANEJO: INSTALACIÓN ELECT. M.T.
ADECUACION E.D.A.R. BULLAS

SITUACION: CTRA. BULLAS-CEHEGIN P.K. 1,5
PARAJE LOS MULETOS
BULLAS (MURCIA)

TITULAR: DIRECCION GENERAL DEL AGUA

Marcelino Olmos Carrasco
Ingeniero Técnico Industrial
Colegiado nº 1.683

ANEJO:
**INSTALACION ELECTRICA MEDIA TENSION
ADECUACION ESTACION DEPURADORA
AGUAS RESIDUALES DE BULLAS**

**CTRA. BULLAS – CEHEGIN, P.K. 1,5
PARAJE LOS MULETOS
BULLAS (MURCIA)**

TITULAR:

DIRECCION GENERAL DEL AGUA

Murcia, Diciembre 2013

AUTOR

Marcelino Olmos Carrasco
Ingeniero Técnico Industrial

INDICE**1. MEMORIA****1.1.- ANTECEDENTES.****1.2.- OBJETO DEL ANEJO.****1.3.- REGLAMENTOS Y DISPOSICIONES OFICIALES.-****1.4.- POTENCIA A TRANSPORTAR, DESTINO Y USO DE LA ENERGIA TRANSPORTADA.****1.5.- LINEA SUBTERRANEA MEDIA TENSION.****1.5.1.- TRAZADO****1.5.2.- RELACIÓN DE CRUZAMIENTO, PARALELISMOS, ETC.****1.5.3.- MATERIALES.**

1.5.3.1.- CONDUCTORES.

1.5.3.2.- AISLAMIENTOS.

1.5.3.3.- ACCESORIOS.

1.5.3.4.- PROTECCIONES ELÉCTRICAS DE PRINCIPIO Y FIN DE LÍNEA.

1.5.4.- ZANJAS Y SISTEMAS DE ENTERRAMIENTO**1.5.5.- MEDIDAS DE SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD.****1.5.6.- PUESTA A TIERRA.****1.6.- CENTRO SECCIONAMIENTO.****1.6.1.- OBRA CIVIL.**

1.6.1.1.- Características de los Materiales

1.6.2.- INSTALACIÓN ELÉCTRICA

1.6.2.1.- Características de la Red de Alimentación

1.6.2.2.- Características de la Aparamenta de Media Tensión

1.6.2.3.- Características Descriptivas de la Aparamenta MT y Transformadores.

1.6.3.- MEDIDA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA**1.6.4.- PUESTA A TIERRA**

1.6.4.1.- Tierra de protección

1.6.4.2.- Tierra de servicio

1.6.5.- INSTALACIONES SECUNDARIAS**1.7.- CENTRO TRANSFORMACION 630 kVA.****1.7.1.- OBRA CIVIL**

1.7.1.1.- Características de los Materiales

1.7.2.- INSTALACIÓN ELÉCTRICA

1.7.2.1.- Características de la Red de Alimentación

1.7.2.2.- Características de la Aparamenta de Media Tensión

1.7.2.3.- Características Descriptivas de la Aparamenta MT y Transformadores.

1.7.2.4.- Características del material vario de Media Tensión y Baja Tensión

1.7.3.- MEDIDA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA**1.7.4.- UNIDADES DE PROTECCIÓN, AUTOMATISMO Y CONTROL****1.7.5.- PUESTA A TIERRA**

1.7.5.1.- Tierra de protección

1.7.5.2.- Tierra de servicio

1.7.6.- INSTALACIONES SECUNDARIAS**2. CALCULOS****2.1.- LINEA SUBT. MEDIA TENSION.****2.1.1.- FORMULAS UTILIZADAS.****2.1.2.- CARACTERISTICAS DE LA RED.****2.1.3.- RESULTADOS OBTENIDOS.****2.2.- CENTRO DE SECCIONAMIENTO.****2.2.1.- INTENSIDAD DE MEDIA TENSIÓN****2.2.2.- INTENSIDAD DE BAJA TENSIÓN****2.2.3.- CORTOCIRCUITOS**

- 2.2.3.1.- Observaciones
- 2.2.3.2.- Cálculo de las intensidades de cortocircuito
- 2.2.3.3.- Cortocircuito en el lado de Media Tensión
- 2.2.3.4.- Cortocircuito en el lado de Baja Tensión

2.2.4.- DIMENSIONADO DEL EMBARRADO

- 2.2.4.1.- Comprobación por densidad de corriente
- 2.2.4.2.- Comprobación por sollicitación electrodinámica
- 2.2.4.3.- Comprobación por sollicitación térmica

2.2.5.- PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS Y CORTOCIRCUITOS

2.2.6.- DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.

2.2.7.- CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA

- 2.2.7.1.- Investigación de las características del suelo
- 2.2.7.2.- Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente a la eliminación del defecto.
- 2.2.7.3.- Diseño preliminar de la instalación de tierra
- 2.2.7.4.- Cálculo de la resistencia del sistema de tierra
- 2.2.7.5.- Cálculo de las tensiones de paso en el interior de la instalación

2.2.8.- CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE PASO EN EL EXTERIOR DE LA INSTALACIÓN

- 2.2.8.1.- Cálculo de las tensiones aplicadas

2.2.9.- INVESTIGACIÓN DE LAS TENSIONES TRANSFERIBLES AL EXTERIOR

2.2.10.- CORRECCIÓN Y AJUSTE DEL DISEÑO INICIAL

2.3.- centro transformacion 630 kva.

2.3.1.- INTENSIDAD DE MEDIA TENSÓN

2.3.2.- INTENSIDAD DE BAJA TENSÓN

2.3.3.- CORTOCIRCUITOS

- 2.3.3.1.- Observaciones
- 2.3.3.2.- Cálculo de las intensidades de cortocircuito
- 2.3.3.3.- Cortocircuito en el lado de Media Tensión
- 2.3.3.4.- Cortocircuito en el lado de Baja Tensión

2.3.4.- DIMENSIONADO DEL EMBARRADO

- 2.3.4.1.- Comprobación por densidad de corriente
- 2.3.4.2.- Comprobación por sollicitación electrodinámica
- 2.3.4.3.- Comprobación por sollicitación térmica

2.3.5.- PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS Y CORTOCIRCUITOS

2.3.6.- DIMENSIONADO DE LOS PUENTES DE MT.

2.3.7.- DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.

2.3.8.- DIMENSIONADO DEL POZO APAGAFUEGOS

2.3.9.- CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA

- 2.3.9.1.- Investigación de las características del suelo
- 2.3.9.2.- Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente a la eliminación del defecto.
- 2.3.9.3.- Diseño preliminar de la instalación de tierra
- 2.3.9.4.- Cálculo de la resistencia del sistema de tierra
- 2.3.9.5.- Cálculo de las tensiones de paso en el interior de la instalación
- 2.3.9.6.- Cálculo de las tensiones de paso en el exterior de la instalación
- 2.3.9.7.- Cálculo de las tensiones aplicadas
- 2.3.9.8.- Corrección y ajuste del diseño inicial

3. PLANOS

3.1.- PLANTA GENERAL INSTALACIONES.

3.2.- EXCAVACION CENTRO SECCIONAMIENTO.

3.3.- PUESTA A TIERRA.

3.4.- ESQUEMA UNIFILAR.

4. PLIEGO

4.1.- condiciones tecnicas LINEAS subterranas media tension.

4.1.1.- CALIDAD DE LOS MATERIALES.

4.1.2.- CONDUCTORES.

4.1.3.- ACCESORIOS.

4.1.4.- OBRA CIVIL.

4.1.5.- ZANJAS.

4.1.6.- NORMAS DE EJECUCION DE LAS INSTALACIONES.

4.1.6.1.- CRUCES (CABLES ENTUBADOS).

4.1.6.2.- TENDIDO DE CABLES EN ZANJA ABIERTA.

4.1.6.3.- MONTAJES.

4.2.- CONDICIONES TÉCNICAS OBRA CIVIL Y MONTAJE DE CENTROS DE TRANSFORMACIÓN.

4.2.1.- OBRA CIVIL.

4.2.1.1.- EMPLAZAMIENTO.

4.2.1.2.- EXCAVACION.

4.2.1.3.- ACONDICIONAMIENTO.

4.2.1.4.- EDIFICIO PREFABRICADO DE HORMIGON.

4.2.1.5.- VENTILACION.

4.2.2.- INSTALACION ELECTRICA.

4.2.3.- APARAMENTA A.T.

4.2.3.1.- TRANSFORMADORES.

4.2.3.2.- EQUIPOS DE MEDIDA.

4.2.3.3.- ACOMETIDAS SUBTERRANEAS.

4.2.3.4.- ALUMBRADO.

4.2.3.5.- PUESTAS A TIERRA.

4.2.4.- NORMAS DE EJECUCION DE LAS INSTALACIONES.

4.2.5.- PRUEBAS REGLAMENTARIAS.

4.2.6.- CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD.

4.2.6.1.- PREVENCIONES GENERALES.

4.2.6.2.- PUESTA EN SERVICIO.

4.2.6.3.- SEPARACION DE SERVICIO.

4.2.6.4.- MANTENIMIENTO.

4.2.7.- CERTIFICADOS Y DOCUMENTACION.

4.2.8.- LIBRO DE ORDENES.

5. PRESUPUESTO.

1. MEMORIA

1.1.- ANTECEDENTES.

La Estación Depuradora de Aguas Residuales cuenta actualmente con Centro de Transformación existente de 400 kVA que dará suministro al CCM2, alimentado por línea subterránea de media tensión existente desde Centro de Transformación aguas arriba donde se encuentra el Entronque Aéreo-Subterráneo a la red de suministro de la compañía distribuidora.

Con motivo de la adecuación se requiere conexión a la línea subterránea existente de Centro de Seccionamiento para derivar al CT 400 kVA existente y al nuevo CT 630 kVA que dará suministro al CCM2.

1.2.- OBJETO DEL ANEJO.

El presente Anejo de Electrificación de Media Tensión de Adecuación de Estación Depuradora de Aguas Residuales tiene por objeto las siguientes finalidades:

Servir de base para la ejecución de las obras así como cumplimiento de las medidas de seguridad y condiciones técnicas reglamentarias para:

- Conexionado y empalme a línea subterránea de media tensión existente.
- Nuevo línea desde Centro de Seccionamiento hasta nuevo CT 630 kVA.
- Nuevo Centro de Seccionamiento.
- Nuevo Centro Transformación 630 kVA.

1.3.- REGLAMENTOS Y DISPOSICIONES OFICIALES.-

Para la redacción y ejecución del presente Anejo, nos atenderemos a lo estipulado en los siguientes Reglamentos:

Los Reglamentos y disposiciones oficiales a tener en cuenta en el presente son las que se citan:

- Reglamento sobre condiciones Técnicas y Garantías de seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, aprobado por Decreto 3275/82 de 12 de Noviembre y Orden de 6 de Julio de 1.984 por la que se aprueban las Instrucciones Complementarias.
- Orden de 18 de Octubre de 1.984 complementaria de la Orden de 6 de Julio de 1.984.
- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que aprueban el Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Líneas Eléctricas de Alta Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.

- Real Decreto 1955/2000, de 1 de Diciembre por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimiento de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 2351/2004, de 23 de diciembre, por el que se modifica el procedimiento de resolución de restricciones técnicas y otras normas reglamentarias del mercado eléctrico.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. Real Decreto 842/2.002 de 2 de Agosto e Instrucciones Complementarias.
- Normativa UNE y UNESA aplicable.
- Disposiciones de la Administración Autonómica y Local.
- R.D. 1644/2008, de 10 de octubre por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Ley 31/1995 de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- R.D. 2267/2004, de 3 diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los Establecimientos Industriales.
- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación. Aprobado por Real Decreto 3.275/1982, de 12 noviembre, B.O.E. 01-12-1982. 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.
- 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.

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 aparamenta eléctrica:

CEI 62271-1 UNE-EN 60694
Estipulaciones comunes para las normas de aparamenta 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)
Aparata 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.

1.4.- POTENCIA A TRANSPORTAR, DESTINO Y USO DE LA ENERGIA TRANSPORTADA.

La potencia a transportar por la nueva línea subterránea será la necesaria para alimentar a nuevo Centro de Transformación de obra de 630 kVA (504 kW) ubicado en el Edificio de Soplantes para suministro al CCM2.

Se comprobará en obra el dimensionamiento o validez de la línea existente aguas arriba que conectará el Centro de Seccionamiento para suministro al nuevo CT y al existente (630 kVA + 400 kVA).

1.5.- LINEA SUBTERRANEA MEDIA TENSION.

1.5.1.- TRAZADO

El nuevo tramo a realizar se conectará subterráneo con cables de 240 mm² Al. de sección hasta el nuevo Centro de Transformación (630 kVA) ubicado en el Edificio de Soplantes de la Adecuación de la EDAR Bullas.

La línea subterránea de Media tensión tiene una longitud aprox. de 200 metros.

1.5.2.- RELACIÓN DE CRUZAMIENTO, PARALELISMOS, ETC.

Cruzamientos:

En los cruces de calzada, carreteras, caminos, etc., los cables irán entubados y hormigonados en toda su longitud a una profundidad mínima de 0,60 m. a la parte superior del tubo más próximo a la superficie. Siempre que sea posible el cruce se hará perpendicular al eje vial. Será preciso disponer como mínimo de un tubo de reserva.

En los cruzamientos con otras conducciones eléctricas la distancia mínima entre cables será de 0,25 m. y con cables de telecomunicación será de 0,20 m. procurando que los cables de AT discurren por debajo de los de BT. Cuando no pueda respetarse esta distancia, el cable que se tienda en último lugar se separará mediante tubo o divisorias constituidas por materiales incombustibles y de adecuada resistencia mecánica. Las características serán las

establecidas en la ITC-LAT 06. La distancia del punto de cruce a los empalmes será superior a 1 m.

En los cruces con canalizaciones de agua los cables se mantendrán a una distancia de estas canalizaciones de 0,20 m. Cuando no pueda respetarse esta distancia, la canalización que se tienda en último lugar se separará mediante tubos o placas separadora constituida por materiales incombustibles y de adecuada resistencia mecánica, las características serán las establecidas en la ITC-LAT 06. Se evitará el cruce por la vertical de las juntas de las canalizaciones de agua o gas, o los empalmes de la canalización eléctrica, situando unas y otros a una distancia superior a 1 m del punto de cruce. Con canalizaciones de gas se dispondrá los indicado en el Pto. 5.2.6. (tabla 3) de la ITC-LAT 06.

Con conducciones de alcantarillado se procurará pasar los cables por encima de las alcantarillas. No se admitirá incidir en su interior. Si no es posible se pasará por debajo, disponiendo los cables con una protección de adecuada resistencia mecánica. Las características están establecidas en la ITC-LAT 06.

Paralelismos:

Los cables de alta tensión podrán instalarse paralelamente a otros de baja o alta tensión, manteniendo entre ellos una distancia no inferior a 0,25 m. Cuando no pueda respetarse esta distancia, la conducción que se establezca en último lugar se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidas por materiales incombustibles de adecuada resistencia mecánica las características están establecidas en la ITC-LAT 06. Para cables de telecomunicación se tendrá una distancia de 0,20 m.

Con canalizaciones de agua se mantendrá una distancia mínima de 0,20 m. en proyección horizontal y que esta quede por debajo del nivel del cable eléctrico; la distancia mínima entre empalmes será de 1 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias la canalización más reciente se dispondrá separada mediante tubos. Con canalizaciones de gas se dispondrá los indicado en el Pto. 5.3.4. (tabla 4) de la ITC-LAT 06.

En acometidas de servicios de edificios tanto para cruzamientos como paralelismos se mantendrá una distancia mínima de 0,30 m. colocando entubada la canalización más reciente en caso de que no se pueda cumplir dicha premisa. La entrada de servicios a los edificios para cables de BT y AT se taponarán hasta conseguir su estanqueidad.

1.5.3.- MATERIALES.

1.5.3.1.- CONDUCTORES.

Se utilizarán para la red subterránea únicamente cables de aislamiento de dieléctrico seco, según de las características esenciales siguientes:

Conductor : Aluminio compacto, sección circular, clase 2 UNE 21-022.

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

Aislamiento : Mezcla a base de etileno-propileno de alto módulo (HEPR).

Pantalla sobre el aislamiento: Una capa de mezcla semiconductoras pelable no metálica aplicada por extrusión, asociada a una corona de alambre y contraespira de cobre.

Cubierta :Compuesto termoplástico a base de poliolefina y sin contenido de componentes clorados u otros contaminantes.

Categoría línea:Tercera

Categoría red: A (tiempo de eliminación de defectos a tierra <1 min.)

Tipo seleccionado: Los reseñados en la tabla adjunta.

Tipo constructivo	Tensión Nominal kV	Sección Conductor mm ²	Sección pantalla mm ²
HEPRZ1	12/20	150 240 400	16 16 16

Sección mm ²	Tensión Nominal kV	Reactancia por fase Ω / km	Capacidad μ F/ km
150 240 400	12/20	0,109 0,103 0,095	0,336 0,421 0,499

Los conductores utilizados en la red eléctrica estarán dimensionados para soportar la tensión de servicio y las botellas terminales y empalmes serán adecuados para el tipo de conductor empleado y apto igualmente para la tensión de servicio.

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

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

1.5.3.2.- AISLAMIENTOS.

El nivel de aislamiento de cables y accesorios serán según lo indicado en las normas UNE 211435 y UNE-EN 60071-1.

Para una tensión nominal de 20 kV y Categoría de red A las características mínimas del cable y accesorios serán de tensión asignada 12/20 kV y valor de cresta de tensión soportada a impulso de rayo entre conductor y pantalla o cubierta de 125 kV.

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

El tipo de empalmes a emplear será el tipo ELÁSTICO UNIVERSAL, utilizable tanto en cables de aislamiento seco como de papel impregnado

1.5.3.3.- ACCESORIOS.

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

Los empalmes y terminales se realizarán siguiendo las instrucciones del fabricante.

Terminales: Las características de los terminales serán las establecidas en las normas HD 628 y HD 629. Los conectores para terminales de AT quedan recogidos en EN 50181.

En los casos que se considere oportuno el empleo de terminales enchufables, será de acuerdo con la EN 50181.

Empalmes: Las características de los empalmes serán las establecidas en HD 628 y HD 629.

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.

1.5.3.4.- PROTECCIONES ELÉCTRICAS DE PRINCIPIO Y FIN DE LÍNEA.

Protecciones contra sobreintensidades

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

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

Protección contra sobreintensidades de cortocircuito

La protección contra cortocircuitos por medio de interruptores automáticos se establecerá de forma que la falta sea despejada en un tiempo tal, que la temperatura alcanzada por el conductor durante el cortocircuito no dañe el cable.

Las intensidades máximas de cortocircuito admisibles para los conductores y las pantallas correspondientes a tiempos de desconexión comprendidos entre 0,1 y 3 segundos, serán las indicadas en la Norma UNE 20-435. Podrán admitirse intensidades de cortocircuito mayores a las indicadas en aquellos casos en que el fabricante del cable aporte la documentación justificativa correspondiente.

Protección contra sobretensiones

Los cables aislados deberán estar protegidos contra sobretensiones por medio de dispositivos adecuados, cuando la probabilidad e importancia de las mismas así lo aconsejen.

1.5.4.- ZANJAS Y SISTEMAS DE ENTERRAMIENTO

Para las canalizaciones de líneas subterráneas de tensión nominal de red < 30 kV, se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

a) El radio de curvatura después de colocado el cable será como mínimo, 15 veces el diámetro. Los radios de curvatura en operaciones de tendido será superior a 20 veces su diámetro.

b) Los cruces de calzadas serán perpendiculares al eje de la calzada o vial, procurando evitarlos, si es posible sin perjuicio del estudio económico de la instalación en proyecto, y si el terreno lo permite. Deberán cumplir las especificaciones del apartado 9.3.

c) En etapa proyecto se contactará con la empresa/s de servicio público y propietarias para conocimiento de las instalaciones existentes. Antes de proceder a la apertura de zanjas la empresa instaladora abrirá calas de reconocimiento o utilización de equipos de detección para contraste de planos de la empresa instaladora y prevención de situaciones de riesgo.

Canalización entubada.

Los cables se alojarán en zanjas de profundidad mínima hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie de 0,60 m. en acera y de 0,80 m. en calzada. Serán construidas con tubos de material sintético, de cemento y derivados, metálicos, hormigonado o no, siempre que presenten la suficiente resistencia mecánica. El interior del tubo será liso, no instalando más de un circuito por tubo y diámetro interior no inferior a 1,5 veces el diámetro exterior del cable o circuito. Cuando se instale un solo cable el tubo será de material no ferromagnético. Se eliminará la suciedad interior de los mismos y se embocarán correctamente para evitar la entrada de tierra y hormigón.

Se evitarán los cambios de dirección y disponiendo preferentemente de calas de tiro y excepcionalmente de arquetas ciegas cuando se produzcan, o en tramos rectos en los casos que se requiera para no sobrepasar las tensiones de tiro; en las entradas de las mismas se sellarán debidamente los tubos en sus extremos. La zanja tendrá un mínimo de 0,35 m.

Cuando se considere necesario instalar tubo de control se instalará uno más destinado a este fin y dejando siempre este en un nivel superior al resto de tubos. En el fondo de la zanja y en toda su extensión se colocará una solera de limpieza de 0,05 m. aprox. de espesor de

arena y otra por encima de los tubos envolviéndolos completamente. Se tendrán señalización para advertir la presencia de cables de AT según lo dispuesto en el apartado anterior. Se rellenará la zanja dejando libre el firme y espesor del pavimento con todo-uno, zahorra o arena, colocando una capa de tierra vegetal o un firme de hormigón HM-12,5 de unos 0,12 m. de espesor y se repondrá el pavimento a ser posible del mismo tipo y calidad del que existía antes de realizar la apertura.

1.5.5.- MEDIDAS DE SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD.

Como protección mecánica de la línea se dispone del hormigonado bajo tubo de la misma.

Sobre la capa de tierra superior, y a una distancia mínima del suelo de 0,10 m y 0,30 m. de la parte superior del cable se colocará una cinta de señalización como advertencia de la presencia de cables eléctricos, las características, color, etc.,...

1.5.6.- PUESTA A TIERRA.

Puesta a tierra de cubiertas metálicas.

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

Pantallas

Se conectarán las pantallas a tierra en ambos extremos.

1.6.- CENTRO SECCIONAMIENTO.

1.6.1.- OBRA CIVIL.

El Centro de Seccionamiento objeto de este proyecto consta de una única envolvente, en la que se encuentra toda la aparamenta eléctrica, máquinas y demás equipos.

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

1.6.1.1.- CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

Edificio de Seccionamiento: **CMS-15**

- Descripción

CMS es un centro de maniobra exterior, para redes de Media Tensión, de estructura monobloque, diseñado para su instalación en superficie, que incluye en su interior la aparamenta de MT del sistema CGMCOSMOS y los elementos de interconexión necesarios.

La operación sobre las celdas CGMCOSMOS dispuestas en su interior se realiza a través de las puertas frontales, y por ello, no es necesario introducirse en el edificio, lo que permite reducir su tamaño, y por lo tanto, su impacto sobre el entorno.

Estos Centros de Seccionamiento presentan como esencial ventaja el hecho de que tanto la construcción como el montaje y equipamiento interior pueden ser realizados

íntegramente en fábrica, garantizando con ello una calidad uniforme y reduciendo considerablemente los trabajos de obra civil y montaje en el punto de instalación.

- Envoltente

CMS está constituido por una construcción prefabricada monobloque de hormigón, con cubierta amovible, que forma toda la estructura tanto exterior como enterrada del mismo.

Por construcción, toda la envoltente, excepto las puertas y rejillas, fabricada en hormigón, con una resistencia característica de 300 kg/cm², está puesta a tierra, formando de esta manera una superficie equipotencial.

Las puertas y rejillas están aisladas eléctricamente, presentando una resistencia de 10 kOhm respecto de la tierra de la envoltente.

El cuerpo está dotado de 4 insertos DEHA para la elevación y manipulación del edificio en conjunto. La cubierta está dotada de cáncamos para su elevación.

En la parte inferior de CMS están dispuestos los huecos semiperforados para la entrada y salida de cables.

- Accesos

La puerta de acceso es un conjunto de dos hojas con un sistema que permite su fijación a 90° y a 180°.

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

- Características detalladas

Puertas de acceso peatón: 1

Dimensiones exteriores

Longitud:	1700 mm
Fondo:	1600 mm
Altura:	2010 mm
Altura vista:	1500 mm
Peso:	3750 kg

Dimensiones de la excavación

Longitud:	3900 mm
Fondo:	3800 mm
Profundidad:	610 mm

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

1.6.2.- INSTALACIÓN ELÉCTRICA

1.6.2.1.- CARACTERÍSTICAS DE LA RED DE ALIMENTACIÓN

La red de la cual se alimenta el Centro de Seccionamiento es del tipo subterráneo, con una tensión de 20 kV, nivel de aislamiento según la MIE-RAT 12, y una frecuencia de 50 Hz.

La potencia de cortocircuito en el punto de acometida, según los datos suministrados por la compañía eléctrica, es de 350 MVA, lo que equivale a una corriente de cortocircuito de 10,1 kA eficaces.

1.6.2.2.- CARACTERÍSTICAS DE LA APARAMENTA DE MEDIA TENSIÓN

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

Celdas: **CGMCOSMOS**

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

- Construcción:

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

3 Divisores capacitivos de 24 kV.

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

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

-Seguridad:

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

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

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

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

Grados de Protección:

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

- Conexión de cables

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

- Enclavamientos

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

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

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

- Características eléctricas

Las características generales de las celdas CGMCOSMOS son las siguientes:

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

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

1.6.2.3.- CARACTERÍSTICAS DESCRIPTIVAS DE LA APARAMENTA MT Y TRANSFORMADORES.

Entrada / Salida 1: **CGMCOSMOS-L Interruptor-seccionador**

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

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

- Características eléctricas:

Tensión asignada: 24 kV

Intensidad asignada: 400 A

Intensidad de corta duración (1 s), eficaz: 16 kA

Intensidad de corta duración (1 s), cresta: 40 kA

Nivel de aislamiento

- Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases: 28 kV

- Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta): 75 kV

Capacidad de cierre (cresta): 40 kA

Capacidad de corte

- Corriente principalmente activa: 400 A

- Características físicas:

Ancho: 365 mm

Fondo: 735 mm

Alto: 1740 mm

Peso: 95 kg

- Otras características constructivas:

Mecanismo de maniobra interruptor: manual tipo B

Salida a CT 1 (existente 400 kVA): **CGMCOSMOS-P Protección fusibles**

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

La celda CGMCOSMOS-P de protección con fusibles, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables, y en serie con él, un conjunto de fusibles fríos, combinados o asociados a

ese interruptor. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida y puede llevar una de alarma sonora de prevención de puesta a tierra ekorSAS, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

- Características eléctricas:

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

Nivel de aislamiento

Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases:	50 kV
Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta):	125 kV
Capacidad de cierre (cresta):	40 kA

Capacidad de corte

Corriente principalmente activa:	400 A
----------------------------------	-------

- Características físicas:

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

- Otras características constructivas:

Mando posición con fusibles: manual tipo BR

Combinación interruptor-fusibles: combinados

Salida a CT 2 (nuevo 630 kVA): **CGMCOSMOS-P Protección fusibles**

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

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

- Características eléctricas:

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

Nivel de aislamiento

Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases:	50 kV
Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta):	125 kV
Capacidad de cierre (cresta):	40 kA

Capacidad de corte

Corriente principalmente activa:	400 A
----------------------------------	-------

- Características físicas:

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

- Otras características constructivas:

Mando posición con fusibles: manual tipo BR

Combinación interruptor-fusibles: combinados

1.6.3.- MEDIDA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

La medida de energía en MT se realiza en aguas arriba en CT existente.

Se comprobarán los trafos de intensidad existentes para su adecuación a la nueva potencia demandada en la Adecuación de la EDAR.

1.6.4.- PUESTA A TIERRA

1.6.4.1.- TIERRA DE PROTECCIÓN

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

1.6.4.2.- TIERRA DE SERVICIO

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

1.6.5.- INSTALACIONES SECUNDARIAS

- Alumbrado

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

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

- Medidas de seguridad

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

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

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

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

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

5- 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 MT y BT. Por ello, esta salida de gases no debe estar enfocada en ningún caso hacia el foso de cables.

1.7.- CENTRO TRANSFORMACION 630 KVA.

1.7.1.- OBRA CIVIL

El Centro de Transformación objeto de este proyecto consta de una única envolvente, en la que se encuentra toda la aparamenta eléctrica, máquinas y demás equipos.

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

1.7.1.1.- CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

Edificio de Transformación: **local acondicionado**

Descripción de la envolvente de obra civil:

- Solera y pavimento

Se formará una solera de hormigón armado de, al menos, 10 cm de espesor, descansando sobre una capa de arena apisonada. Se preverán, en los lugares apropiados para el paso de cables, unos orificios destinados al efecto, inclinados hacia abajo y con una profundidad mínima de 0,4 m.

El forjado de la planta del centro estará constituido por una losa de hormigón armado, capaz de soportar una sobrecarga de uso de 350 kg/cm², uniformemente repartida.

- Cerramientos exteriores

Se emplean materiales que ofrecen garantías de estanqueidad y resistencia al fuego, dimensionados adecuadamente para resistir el peso propio y las acciones exteriores, tales como el viento, empotramiento de herrajes, etc., y se adaptarán en lo posible al entorno arquitectónico de la zona, empleando los mismos materiales, acabados y elementos decorativos de las otras edificaciones.

- Puertas

Las puertas de acceso al centro desde el exterior serán incombustibles y suficientemente rígidas. Estas puertas se abrirán hacia fuera 180°, pudiendo por lo tanto abatirse sobre el muro de la fachada, disponiendo de un elemento de fijación en esta posición.

- Rejillas de ventilación

En caso de ubicarse algún transformador en el interior de este edificio, se dispondrá de las correspondientes rejillas de ventilación calculadas en el capítulo Cálculos de este proyecto.

- Cubiertas

El diseño de estas cubiertas debe garantizar la estanqueidad del centro y la resistencia adecuada a acciones exteriores (peso de nieve).

- Pintura y varios

Para el acabado del centro se empleará una pintura resistente a la intemperie de un color adecuado al entorno.

Los elementos metálicos del centro, como puertas y rejillas de ventilación, serán además tratados adecuadamente contra la corrosión.

- Características Detalladas

Nº de transformadores: 1

1.7.2.- INSTALACIÓN ELÉCTRICA

1.7.2.1.- CARACTERÍSTICAS DE LA RED DE ALIMENTACIÓN

La red de la cual se alimenta el Centro de Transformación es del tipo subterráneo, con una tensión de 20 kV, nivel de aislamiento según la MIE-RAT 12, y una frecuencia de 50 Hz.

La potencia de cortocircuito en el punto de acometida, según los datos suministrados por la compañía eléctrica, es de 350 MVA, lo que equivale a una corriente de cortocircuito de 10,1 kA eficaces.

1.7.2.2.- CARACTERÍSTICAS DE LA APARAMENTA DE MEDIA TENSIÓN

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

Celdas: **CGMCOSMOS**

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

- **Construcción:**

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

3 Divisores capacitivos de 24 kV.

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

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

-**Seguridad:**

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

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

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

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

Grados de Protección :

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

- Conexión de cables

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

- Enclavamientos

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

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

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

- Características eléctricas

Las características generales de las celdas CGMCOSMOS son las siguientes:

Tensión nominal	24 kV
Nivel de aislamiento	
Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases	50 kV

a la distancia de seccionamiento	60 kV
Impulso tipo rayo	
a tierra y entre fases	125 kV
a la distancia de seccionamiento	145 kV

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

1.7.2.3.- CARACTERÍSTICAS DESCRIPTIVAS DE LA APARAMENTA MT Y TRANSFORMADORES.

Entrada / Salida 1: **CGMCOSMOS-L Interruptor-seccionador**

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

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

- Características eléctricas:

Tensión asignada: 24 kV

Intensidad asignada: 400 A

Intensidad de corta duración (1 s), eficaz: 16 kA

Intensidad de corta duración (1 s), cresta: 40 kA

Nivel de aislamiento

- Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases: 28 kV

- Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta): 75 kV

Capacidad de cierre (cresta): 40 kA

Capacidad de corte

- Corriente principalmente activa: 400 A

- Características físicas:

Ancho: 365 mm

Fondo: 735 mm

Alto: 1740 mm

Peso: 95 kg

- Otras características constructivas :

Mecanismo de maniobra interruptor: motorizado tipo BM

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

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

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

- Características eléctricas:

Tensión asignada:	24 kV
Intensidad asignada en el embarrado:	400 A
Intensidad asignada en la derivación:	200 A
Intensidad fusibles:	3x40 A
Intensidad de corta duración (1 s), eficaz:	16 kA
Intensidad de corta duración (1 s), cresta:	40 kA

Nivel de aislamiento

Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases:	50 kV
Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta):	125 kV
Capacidad de cierre (cresta):	40 kA

Capacidad de corte

Corriente principalmente activa:	400 A
----------------------------------	-------

- Características físicas:

Ancho:	470 mm
Fondo:	735 mm

Alto: 1740 mm
Peso: 140 kg

- Otras características constructivas:

Mando posición con fusibles: manual tipo BR

Combinación interruptor-fusibles: combinados

Relé de protección: ekorRPT-201A

Transformador 1: **Transformador aceite 24 kV**

Transformador trifásico reductor de tensión, construido según las normas citadas anteriormente, de marca COTRADIS o similar, con neutro accesible en el secundario, de potencia 630 kVA y refrigeración natural aceite, de tensión primaria 20 kV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2).

- Otras características constructivas:

Regulación en el primario: + 2,5%, + 5%, + 7,5%, + 10 %

Tensión de cortocircuito (Ecc): 4%

Grupo de conexión: Dyn11

Protección incorporada al transformador: Termómetro

1.7.2.4.- CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL VARIO DE MEDIA TENSIÓN Y BAJA TENSIÓN

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

- Interconexiones de MT:

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

Cables MT 12/20 kV del tipo DHZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x50 Al.

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

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

Puentes entre Celdas: **Cables MT 12/20 kV**

Cables MT 12/20 kV del tipo DHZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x50 Al, y terminaciones EUROMOLD de 24 kV del tipo enchufable recta y modelo K152SR y del tipo cono difusor y modelo OTK 224.

- Defensa de transformadores:

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

Protección metálica para defensa del transformador.

- Equipos de iluminación:

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

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

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

1.7.3.- MEDIDA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

La medida de energía en MT se realiza en aguas arriba en CT existente según lo indicado en el pto. 1.6.3.

1.7.4.- UNIDADES DE PROTECCIÓN, AUTOMATISMO Y CONTROL

Unidad de Protección: **ekorRPT**

Unidad digital de protección desarrollada para su aplicación en la función de protección de transformadores. Aporta a la protección de fusibles protección contra sobrecargas y defectos fase-tierra de bajo valor. Es autoalimentado a partir de 5 A a través de transformadores de intensidad toroidales, comunicable y configurable por software con histórico de disparos.

- Características:

- Rango de potencias: 50 kVA - 2500 kVA
- Funciones de Protección:
 - Sobreintensidad
 - Fases (3 x 50/51)
 - Neutro (50N / 51N)
 - Neutro Sensible (50Ns / 51Ns)
 - Disparo exterior: Función de protección (49T)
 - Detección de faltas a tierra desde 0,5 A
 - Bloqueo de disparo interruptor: 1200 A y 300 A
 - Evita fusiones no seguras de fusibles (zona I3)
 - Posibilidad de pruebas por primario y secundario
 - Configurable por software (RS-232) y comunicable (RS-485)
 - Histórico de disparos
 - Medidas de intensidad: I1, I2, I3 e I0
 - Opcional con control integrado (alimentación auxiliar)

- Elementos:

Relé electrónico que dispone en su carátula frontal de teclas y display digital para realizar el ajuste y visualizar los parámetros de protección, medida y control. Para la comunicación dispone de un puerto frontal RS232 y en la parte trasera un puerto RS485 (5 kV).

Los sensores de intensidad son transformadores toroidales que tienen una relación de 300 A / 1 A. Para la opción de protección homopolar ultrasensible se coloca un toroidal adicional que abarca las tres fases. En el caso de que el equipo sea autoalimentado (desde 5 A por fase) se debe colocar 1 sensor adicional por fase.

La tarjeta de alimentación acondiciona la señal de los transformadores de autoalimentación y la convierte en una señal de CC para alimentar el relé de forma segura. Dispone de una entrada de 230 Vca para alimentación auxiliar exterior con un nivel de aislamiento de 10 kV.

El disparador biestable es un actuador electromecánico de bajo consumo integrado en el mecanismo de maniobra del interruptor.

- Otras características:

- Ith/Idin = 20 kA /50 kA
- Temperatura = -10 °C a 60 °C
- Frecuencia = 50 Hz; 60 Hz \pm 1 %
- Ensayos:
 - De aislamiento según 60255-5
 - De compatibilidad electromagnética según CEI 60255-22-X, CEI 61000-4-X y EN 50081-2/55011
 - Climáticos según CEI 60068-2-X
 - Mecánicos según CEI 60255-21-X
 - De potencia según CEI 60265 y CEI 60056

Así mismo este producto cumplirá con la directiva de la Unión Europea sobre compatibilidad electromagnética 89/336/EEC y con la CEI 60255. Esta conformidad es resultado de un ensayo realizado según el artículo 10 de la directiva, y recogido en el protocolo B131-01-69-EE acorde a las normas genéricas EN 50081 y EN 50082.

1.7.5.- PUESTA A TIERRA

1.7.5.1.- TIERRA DE PROTECCIÓN

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

1.7.5.2.- TIERRA DE SERVICIO

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

1.7.6.- INSTALACIONES SECUNDARIAS

- Armario de primeros auxilios

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

- Medidas de seguridad

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

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

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

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

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

5- 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 MT y BT. Por ello, esta salida de gases no debe estar enfocada en ningún caso hacia el foso de cables.

En Murcia, 16 de diciembre de 2013

Fdo. Marcelino Olmos Carrasco
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL

2. CALCULOS

2.1.- LINEA SUBT. MEDIA TENSION.

2.1.1.- FORMULAS UTILIZADAS.

Emplearemos las siguientes:

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

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

En donde:

I = Intensidad en Amperios.

e = Caída de tensión en Voltios.

S = Potencia de cálculo en kVA.

U = Tensión de servicio en voltios.

s = Sección del conductor en mm².

L = Longitud de cálculo en metros.

K = Conductividad a 20°. Cobre 56. Aluminio 35. Aluminio-Acero 28. Aleación Aluminio 31.

Cos ϕ = Coseno de ϕ . Factor de potencia.

X_u = Reactancia por unidad de longitud en mΩ/m.

n = N° de conductores por fase.

Fórmulas Cortocircuito

$$* I_{pccM} = S_{cc} \times 1000 / 1.732 \times U$$

Siendo:

I_{pccM}: Intensidad permanente de c.c. máxima de la red en Amperios.

S_{cc}: Potencia de c.c. en MVA.

U: Tensión nominal en kV.

$$* I_{cccs} = K_c \times S / (t_{cc})^{1/2}$$

Siendo:

I_{cccs}: Intensidad de c.c. en Amperios soportada por un conductor de sección "S", en un tiempo determinado "t_{cc}".

S: Sección de un conductor en mm².

t_{cc}: Tiempo máximo de duración del c.c., en segundos.

K_c: Cte del conductor que depende de la naturaleza y del aislamiento.

2.1.2.- CARACTERISTICAS DE LA RED.

Las características generales de la red son:

Tensión(V): 20000

C.d.t. máx.(%): 5

Cos ϕ : 0,8

Coef. Simultaneidad: 1

Temperatura cálculo conductividad eléctrica (°C):

- Conductores aislados: 20
- Conductores desnudos: 50

Constante cortocircuito Kc:

- PVC, Sección $\leq 300 \text{ mm}^2$. KcCu = 115, KcAl = 76
- PVC, Sección $> 300 \text{ mm}^2$. KcCu = 102, KcAl = 68
- XLPE. KcCu = 143, KcAl = 94
- EPR. KcCu = 143, KcAl = 94
- HEPR, Uo/U $> 18/30$. KcCu = 143, KcAl = 94
- HEPR, Uo/U $\leq 18/30$. KcCu = 135, KcAl = 89
- Desnudos. KcCu = 164, KcAl = 107, KcAl-Ac = 135

2.1.3.- RESULTADOS OBTENIDOS.

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

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal/ Xu (mΩ/m)	Canal.	Designación	Polar.	I. Cálculo (A)	Sección (mm ²)	D.tubo (mm)	I. Admisi. (A)/Fci
2	4	5	26	Al/0,15	En.B.Tu.	HEPRZ1 12/20 H16	Unip.	11,55	3x240	160	345/1
3	5	7	18	Al/0,15	En.B.Tu.	HEPRZ1 12/20 H16	Unip.	11,55	3x240	160	345/1
1	8	3	188	Al/0,15	En.B.Tu.	HEPRZ1 12/20 H16	Unip.	-18,19	3x240	160	345/1
5	8	1	10	Al/0,15	En.B.Tu.	HEPRZ1 12/20 H16	Unip.	18,19	3x240	160	345/1
5	3	4	20	Al/0,15	En.B.Tu.	HEPRZ1 12/20 H16	Unip.	11,55	3x240	160	345/1
6	3	9	18	Al/0,15	En.B.Tu.	HEPRZ1 12/20 H16	Unip.	-29,73	3x240	160	345/1

Nudo	C.d.t. (V)	Tensión Nudo (V)	C.d.t. (%)	Carga Nudo
1	-1,327	19.998,674	0,007*	-18,187 A(-630 KVA)
3	-0,172	19.999,828	0,001	0 A(0 kVA)
4	-0,246	19.999,754	0,001	0 A(0 kVA)
5	-0,342	19.999,658	0,002	0 A(0 kVA)
7	-0,409	19.999,592	0,002	-11,547 A(-400 KVA)
8	-1,269	19.998,73	0,006	0 A(0 kVA)
9	0	20.000	0	29,734 A(1.030 kVA)

NOTA:

- * Nudo de mayor c.d.t.

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

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Pérdida Potencia Activa Rama.3RI ² (kW)	Pérdida Potencia Activa Total Itinerario.3RI ² (kW)
2	4	5	0,001	
3	5	7	0,001	0,009
1	8	3	0,022	
5	8	1	0,001	0,029
5	3	4	0,001	
6	3	9	0,006	

Resultados obtenidos para las protecciones:

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Un (kV)	U1 (kV)	U2 (kV)	Fusibles;In (Amp)	I.Aut;In/IReg (Amp)	I-Secc;In/Iter/IFus (Amp)
1	8	3	24	125	50	20		
5	3	4	24	125	50	16		
6	3	9	24	125	50	40		

In(A). Intensidad nominal del elemento de protección o corte.

Ireg(A). Intensidad de regulación del relé térmico del interruptor automático.

Iter(A). Intensidad nominal del relé térmico asociado al elemento de corte (seccionador interruptor).

IFus(A). Intensidad nominal de los fusibles asociados al elemento de corte (seccionador interruptor).

Un(kV). Tensión más elevada de la red.

U1(kV). Tensión de ensayo al choque con onda de impulso de 1,2/50 microsegundos. kV Cresta.

U2(kV). Tensión de ensayo a frecuencia industrial 50 Hz, bajo lluvia durante un minuto. kV Eficaces.

Caida de tensión total en los distintos itinerarios:

9-3-8-1 = 0.01 %

9-3-4-5-7 = 0 %

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

$S_{cc} = 250 \text{ MVA}$.

$U = 20 \text{ kV}$.

$t_{cc} = 0,5 \text{ s}$.

$I_{pccM} = 7.217,09 \text{ A}$.

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Sección (mm ²)	I _{cccs} (A)	Prot. térmica/ln	PdeC (kA)
2	4	5	3x240	30.207,6		
3	5	7	3x240	30.207,6		
1	8	3	3x240	30.207,6	20	25
5	8	1	3x240	30.207,6		
5	3	4	3x240	30.207,6	16	25
6	3	9	3x240	30.207,6	40	25

Cálculo de Cortocircuito en Pantallas:

Datos generales:

I_{pcc} en la pantalla = 1.000 A.

Tiempo de duración c.c. en la pantalla = 1 s.

Resultados:

Sección pantalla = 16 mm².

I_{cc} admisible en pantalla = 3.130 A.

2.2.- CENTRO DE SECCIONAMIENTO.

2.2.1.- INTENSIDAD DE MEDIA TENSIÓN

Al no incluirse transformadores en este Centro, la intensidad de MT considerada es la del bucle, que en este caso es 400 A.

2.2.2.- INTENSIDAD DE BAJA TENSIÓN

Al no haber transformadores en esta aplicación, no hay BT de potencia.

2.2.3.- CORTOCIRCUITOS

2.2.3.1.- OBSERVACIONES

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

2.2.3.2.- CÁLCULO DE LAS INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO

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

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

donde:

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

2.2.3.3.- CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE MEDIA TENSIÓN

Utilizando la expresión 2.3.2.a, en el que la potencia de cortocircuito es de 350 MVA y la tensión de servicio 20 kV, la intensidad de cortocircuito es :

$$I_{ccp} = 10,1 \text{ kA}$$

2.2.3.4.- CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN

Al no haber transformadores en esta aplicación, no hay BT de potencia.

2.2.4.- DIMENSIONADO DEL EMBARRADO

Las celdas fabricadas se someterán por parte del fabricante a ensayos para certificar los valores indicados en las placas de características, por lo que no es necesario realizar cálculos teóricos ni hipótesis de comportamiento de celdas.

2.2.4.1.- COMPROBACIÓN POR DENSIDAD DE CORRIENTE

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

2.2.4.2.- COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN ELECTRODINÁMICA

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

$$I_{cc(din)} = 25,3 \text{ kA}$$

2.2.4.3.- COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN TÉRMICA

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

$$I_{cc(ter)} = 10,1 \text{ kA.}$$

2.2.5.- PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS Y CORTOCIRCUITOS

Al no haber transformadores en esta aplicación, no hay protección de transformador en MT o en BT.

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

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

Los fusibles se seleccionan para:

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

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

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

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

La intensidad nominal de estos fusibles es de 0 A.

La celda de protección de este transformador no incorpora relé, al considerarse suficiente el empleo de las otras protecciones.

2.2.6.- DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.

Al no incluirse transformadores en esta aplicación, no es necesario que se disponga de ventilación adicional en el Centro.

2.2.7.- CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA

2.2.7.1.- INVESTIGACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO

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

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

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

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

De la red:

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

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

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

2.2.7.3.- DISEÑO PRELIMINAR DE LA INSTALACIÓN DE TIERRA

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

2.2.7.4.- CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DEL SISTEMA DE TIERRA

Características de la red de alimentación:

Tensión de servicio: $U_r = 20 \text{ kV}$

Limitación de la intensidad a tierra $I_{dm} = 500 \text{ A}$

Nivel de aislamiento de las instalaciones de BT:

$V_{bt} = 10000 \text{ V}$

Características del terreno:

Resistencia de tierra $R_o = 150 \text{ Ohm}\cdot\text{m}$

Resistencia del hormigón $R'o = 3000 \text{ Ohm}$

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

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

donde:

I_d intensidad de falta a tierra [A]

R_t resistencia total de puesta a tierra [Ohm]

V_{bt} tensión de aislamiento en baja tensión [V]

La intensidad del defecto se calcula de la siguiente forma:

$$I_d = I_{dm}$$

donde:

I_{dm} limitación de la intensidad de falta a tierra [A]
 I_d intensidad de falta a tierra [A]

Operando en este caso, el resultado preliminar obtenido es:

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

La resistencia total de puesta a tierra preliminar:

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

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

Valor unitario de resistencia de puesta a tierra del electrodo:

$$K_r \leq \frac{R_t}{R_o}$$

donde:

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

- Centro de Seccionamiento

Para nuestro caso particular, y según los valores antes indicados:

$$K_r \leq 0,1333$$

La configuración adecuada para este caso tiene las siguientes propiedades:

Configuración seleccionada:	20-20/8/42
Geometría del sistema:	Anillo rectangular
Distancia de la red:	2.0x2.0 m
Profundidad del electrodo horizontal:	0,8 m
Número de picas:	cuatro
Longitud de las picas:	2 metros

Parámetros característicos del electrodo:

De la resistencia $K_r = 0,129$

De la tensión de paso $K_p = 0,0231$

De la tensión de contacto $K_c = 0,0699$

Medidas de seguridad adicionales para evitar tensiones de contacto.

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

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

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

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

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

$$R'_t = K_r \cdot R_o$$

donde:

K_r coeficiente del electrodo

R_o resistividad del terreno en [Ohm·m]

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

por lo que para el Centro de Seccionamiento:

$$R'_t = 19,35 \text{ Ohm}$$

y la intensidad de defecto real:

$$I'_d = 500 \text{ A}$$

2.2.7.5.- CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE PASO EN EL INTERIOR DE LA INSTALACIÓN

La tensión de defecto vendrá dada por:

$$V'_d = R'_t \cdot I'_d$$

donde:

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

I'_d intensidad de defecto [A]

V'_d tensión de defecto [V]

por lo que, en el Centro de Seccionamiento:

$$V'_d = 9675 \text{ V}$$

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

$$V'_c = K_c \cdot R_o \cdot I'_d$$

donde:

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

por lo que tendremos en el Centro de Seccionamiento:

$$V'_c = 5242,5 \text{ V}$$

2.2.8.- CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE PASO EN EL EXTERIOR DE LA INSTALACIÓN

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

Tensión de paso en el exterior:

$$V'_p = K_p \cdot R_o \cdot I'_d$$

donde:

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

por lo que, para este caso:

$$V'_p = 1732,5 \text{ V en el Centro de Seccionamiento}$$

2.2.8.1.- CÁLCULO DE LAS TENSIONES APLICADAS

- Centro de Seccionamiento

Los valores admisibles son, para una duración total de la falta igual a:

$$t = 0,7 \text{ seg}$$

$$K = 72$$

$$n = 1$$

Tensión de paso en el exterior:

$$V_p = \frac{10 \cdot K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot R_o}{1000} \right)$$

donde:

K coeficiente
 t tiempo total de duración de la falta [s]
 n coeficiente
 R_o resistividad del terreno en [Ohm·m]
 V_p tensión admisible de paso en el exterior [V]

por lo que, para este caso

$$V_p = 1954,29 \text{ V}$$

La tensión de paso en el acceso al edificio:

$$V_{p(acc)} = \frac{10 \cdot K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{3 \cdot R_o + 3 \cdot R'_o}{1000} \right)$$

donde:

K coeficiente
 t tiempo total de duración de la falta [s]
 n coeficiente
 R_o resistividad del terreno en [Ohm·m]
 R'_o resistividad del hormigón en [Ohm·m]
 V_{p(acc)} tensión admisible de paso en el acceso [V]

por lo que, para este caso

$$V_{p(acc)} = 10748,57 \text{ V}$$

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

Tensión de paso en el exterior del centro:

$$V'_p = 1732,5 \text{ V} < V_p = 1954,29 \text{ V}$$

Tensión de paso en el acceso al centro:

$$V'_{p(acc)} = 5242,5 \text{ V} < V_{p(acc)} = 10748,57 \text{ V}$$

Tensión de defecto:

$$V'_d = 9675 \text{ V} < V_{bt} = 10000 \text{ V}$$

Intensidad de defecto:

$$I_a = 50 \text{ A} < I_d = 500 \text{ A} < I_{dm} = 500 \text{ A}$$

2.2.9.- INVESTIGACIÓN DE LAS TENSIONES TRANSFERIBLES AL EXTERIOR

En este caso no se separan las tierras de protección y de servicio al ser la tensión de defecto inferior a los 1000 V indicados.

En el Centro de Seccionamiento no existe ninguna tierra de servicios luego no existirá ninguna transferencia de tensiones.

2.2.10.- CORRECCIÓN Y AJUSTE DEL DISEÑO INICIAL

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

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

2.3.- CENTRO TRANSFORMACION 630 KVA.

2.3.1.- INTENSIDAD DE MEDIA TENSIÓN

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

$$I_p = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_p}$$

donde:

P potencia del transformador [kVA]
 U_p tensión primaria [kV]
 I_p intensidad primaria [A]

En el caso que nos ocupa, la tensión primaria de alimentación es de 20 kV.

Para el único transformador de este Centro de Transformador, la potencia es de 630 kVA.

$$I_p = 18,2 \text{ A}$$

2.3.2.- INTENSIDAD DE BAJA TENSIÓN

Para el único transformador de este Centro de Transformador, la potencia es de 630 kVA, y la tensión secundaria es de 420 V en vacío.

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

$$I_s = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_s}$$

donde:

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

La intensidad en las salidas de 420 V en vacío puede alcanzar el valor

$$I_s = 866 \text{ A.}$$

2.3.3.- CORTOCIRCUITOS

2.3.3.1.- OBSERVACIONES

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

2.3.3.2.- CÁLCULO DE LAS INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO

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

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

donde:

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

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

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

$$I_{ccs} = \frac{100 \cdot P}{\sqrt{3} \cdot E_{cc} \cdot U_s}$$

donde:

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

2.3.3.3.- CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE MEDIA TENSIÓN

Utilizando la expresión en el que la potencia de cortocircuito es de 350 MVA y la tensión de servicio 20 kV, la intensidad de cortocircuito es:

$$I_{ccp} = 10,1 \text{ kA}$$

2.3.3.4.- CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN

Para el único transformador de este Centro de Transformación, la potencia es de 630 kVA, la tensión porcentual del cortocircuito del 4%, y la tensión secundaria es de 420 V en vacío.

La intensidad de cortocircuito en el lado de BT con 420 V en vacío será:

$$I_{ccs} = 21,7 \text{ kA}$$

2.3.4.- DIMENSIONADO DEL EMBARRADO

Las celdas se someterán a ensayos por parte del fabricante para certificar los valores indicados en las placas de características, por lo que no es necesario realizar cálculos teóricos ni hipótesis de comportamiento de celdas.

2.3.4.1.- COMPROBACIÓN POR DENSIDAD DE CORRIENTE

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

2.3.4.2.- COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN ELECTRODINÁMICA

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

$$I_{cc(din)} = 25,3 \text{ kA}$$

2.3.4.3.- COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN TÉRMICA

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

$$I_{cc(ter)} = 10,1 \text{ kA.}$$

2.3.5.- PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS Y CORTOCIRCUITOS

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

Termómetro.

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

2.3.6.- DIMENSIONADO DE LOS PUENTES DE MT.

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

Transformador 1

La intensidad nominal demandada por este transformador es igual a 18,2 A que es inferior al valor máximo admisible por el cable.

Este valor es de 150 A para un cable de sección de 50 mm² de Al según el fabricante.

2.3.7.- DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.

Para calcular la superficie de la reja de entrada de aire en el edificio se utiliza la siguiente expresión:

$$S_r = \frac{W_{cu} + W_{fe}}{0.24 \cdot K \cdot \sqrt{h \cdot \Delta T^3}}$$

donde:

- W_{cu} pérdidas en el cobre del transformador [kW]
- W_{fe} pérdidas en el hierro del transformador [kW]
- K coeficiente en función de la forma de las rejillas de entrada [aproximadamente entre 0,35 y 0,40]
- h distancia vertical entre las rejillas de entrada y salida [m]
- DT aumento de temperatura del aire [°C]
- Sr superficie mínima de las rejillas de entrada [m²]

Para el caso particular de este edificio, el resultado obtenido es, aplicando la expresión arriba indicada.

Transformador	Potencia (kVA)	Perdidas $W_{cu}+W_{fe}$ (kW)	Sr (m ²)
trafo 1	630	9.45	1.36

2.3.8.- DIMENSIONADO DEL POZO APAGAFUEGOS

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

2.3.9.- CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA

2.3.9.1.- INVESTIGACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO

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

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

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

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

De la red:

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

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

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

Intensidad máxima de defecto:

$$I_{d \max \text{ cal.}} = \frac{U_n}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{R_n^2 + X_n^2}}$$

donde:

U_n Tensión de servicio [kV]
 R_n Resistencia de puesta a tierra del neutro [Ohm]
 X_n Reactancia de puesta a tierra del neutro [Ohm]
 $I_{d \max \text{ cal.}}$ Intensidad máxima calculada [A]

La $I_{d \max}$ en este caso será, según la fórmula:

$$I_{d \max \text{ cal.}} = 461,88 \text{ A}$$

Superior o similar al valor establecido por la compañía eléctrica que es de:

$$I_{d \max} = 400 \text{ A}$$

2.3.9.3.- DISEÑO PRELIMINAR DE LA INSTALACIÓN DE TIERRA

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

2.3.9.4.- CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DEL SISTEMA DE TIERRA

Características de la red de alimentación:

Tensión de servicio: $U_r = 20 \text{ kV}$

Puesta a tierra del neutro:

Resistencia del neutro $R_n = 0 \text{ Ohm}$

Reactancia del neutro $X_n = 25 \text{ Ohm}$

Limitación de la intensidad a tierra $I_{dm} = 400 \text{ A}$

Nivel de aislamiento de las instalaciones de BT:

$V_{bt} = 10000 \text{ V}$

Características del terreno:

Resistencia de tierra $R_o = 150 \text{ Ohm}\cdot\text{m}$

Resistencia del hormigón $R'_{o} = 3000 \text{ Ohm}$

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

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

donde:

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

La intensidad del defecto se calcula de la siguiente forma:

$$I_d = \frac{U_n}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_n + R_t)^2 + X_n^2}}$$

donde:

U_n tensión de servicio [V]
 R_n resistencia de puesta a tierra del neutro [Ohm]
 R_t resistencia total de puesta a tierra [Ohm]
 X_n reactancia de puesta a tierra del neutro [Ohm]
 I_d intensidad de falta a tierra [A]

Operando en este caso, el resultado preliminar obtenido es:

$I_d = 230,94 \text{ A}$

La resistencia total de puesta a tierra preliminar:

$R_t = 43,3 \text{ Ohm}$

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

Valor unitario de resistencia de puesta a tierra del electrodo:

$$K_r \leq \frac{R_t}{R_o}$$

donde:

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

- Centro de Transformación

Para nuestro caso particular, y según los valores antes indicados:

$$K_r \leq 0,2887$$

La configuración adecuada para este caso tiene las siguientes propiedades:

Configuración seleccionada:	8/22
Geometría del sistema:	Picas alineadas
Distancia entre picas:	3 metros
Profundidad del electrodo horizontal:	0,8 m
Número de picas:	dos
Longitud de las picas:	2 metros

Parámetros característicos del electrodo:

De la resistencia $K_r = 0,194$

De la tensión de paso $K_p = 0,0253$

De la tensión de contacto $K_c = 0$

Medidas de seguridad adicionales para evitar tensiones de contacto.

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

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

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

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

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

$$R'_t = K_r \cdot R_o$$

donde:

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

por lo que para el Centro de Transformación:

$$R'_t = 29,1 \text{ Ohm}$$

y la intensidad de defecto real, tal y como indica la fórmula (2.9.4.b):

$$I'_d = 300,98 \text{ A}$$

2.3.9.5.- CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE PASO EN EL INTERIOR DE LA INSTALACIÓN

La tensión de defecto vendrá dada por:

$$V'_d = R'_t \cdot I'_d$$

donde:

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

por lo que en el Centro de Transformación:

$$V'_d = 8758,64 \text{ V}$$

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

$$V'_c = K_c \cdot R_o \cdot I'_d$$

donde:

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

En este caso, al estar las picas alineadas frente a los accesos al Centro de Transformación paralelas a la fachada, la tensión de paso en el acceso va a ser prácticamente nula por lo que no la consideraremos.

2.3.9.6.- CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE PASO EN EL EXTERIOR DE LA INSTALACIÓN

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

Tensión de paso en el exterior:

$$V'_p = K_p \cdot R_o \cdot I'_d$$

donde:

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

por lo que, para este caso:

$$V'_p = 1142,23 \text{ V en el Centro de Transformación}$$

2.3.9.7.- CÁLCULO DE LAS TENSIONES APLICADAS

- Centro de Transformación

Los valores admisibles son para una duración total de la falta igual a:

$$t = 0,7 \text{ seg}$$

$$K = 72$$

$$n = 1$$

Tensión de paso en el exterior:

$$V_p = \frac{10 \cdot K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot R_o}{1000} \right)$$

donde:

K	coeficiente
t	tiempo total de duración de la falta [s]
n	coeficiente
R_o	resistividad del terreno en [Ohm·m]
V_p	tensión admisible de paso en el exterior [V]

por lo que, para este caso

$$V_p = 1954,29 \text{ V}$$

La tensión de paso en el acceso al edificio:

$$V_{p(acc)} = \frac{10 \cdot K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{3 \cdot R_o + 3 \cdot R'_o}{1000} \right)$$

donde:

K	coeficiente
t	tiempo total de duración de la falta [s]
n	coeficiente
R _o	resistividad del terreno en [Ohm·m]
R' _o	resistividad del hormigón en [Ohm·m]
V _{p(acc)}	tensión admisible de paso en el acceso [V]

por lo que, para este caso

$$V_{p(acc)} = 10748,57 \text{ V}$$

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

Tensión de paso en el exterior del centro:

$$V'_p = 1142,23 \text{ V} < V_p = 1954,29 \text{ V}$$

Tensión de paso en el acceso al centro:

$$V'_{p(acc)} = 0 \text{ V} < V_{p(acc)} = 10748,57 \text{ V}$$

Tensión de defecto:

$$V'_d = 8758,64 \text{ V} < V_{bt} = 10000 \text{ V}$$

Intensidad de defecto:

$$I_a = 50 \text{ A} < I_d = 300,98 \text{ A} < I_{dm} = 400 \text{ A}$$

Investigación de las tensiones transferibles al exterior

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

En este caso es imprescindible mantener esta separación, al ser la tensión de defecto superior a los 1000 V indicados.

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

$$D = \frac{R_o \cdot I'_d}{2000 \cdot \pi}$$

donde:

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

Para este Centro de Transformación:

$$D = 7,19 \text{ m}$$

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

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

Identificación:	8/22 (según método UNESA)
Geometría:	Picas alineadas
Número de picas:	dos
Longitud entre picas:	2 metros
Profundidad de las picas:	0,8 m

Los parámetros según esta configuración de tierras son:

$$K_r = 0,201$$
$$K_c = 0,0392$$

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

$$R_{tserv} = K_r \cdot R_o = 0,201 \cdot 150 = 30,15 < 37 \text{ Ohm}$$

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

2.3.9.8.- CORRECCIÓN Y AJUSTE DEL DISEÑO INICIAL

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

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

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

En Murcia, 16 de diciembre de 2013

Fdo. Marcelino Olmos Carrasco
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL

3. PLANOS

3.1.- PLANTA GENERAL INSTALACIONES.

3.2.- EXCAVACION CENTRO SECCIONAMIENTO.

3.3.- PUESTA A TIERRA.

3.4.- ESQUEMA UNIFILAR.

4. PLIEGO

4.1.- CONDICIONES TECNICAS LINEAS SUBTERRANEAS MEDIA TENSION.

4.1.1.- CALIDAD DE LOS MATERIALES.

4.1.2.- CONDUCTORES.

Se utilizarán conductores aislados para una tensión nominal de 12/20 kV., cumpliendo las normas UNE correspondientes al citado aislamiento.

No se admitirán cables que presenten desperfectos o señales de haber sido utilizados con anterioridad, o que no vayan en sus bobinas o embalajes de origen, debiendo figurar en los mismos el nombre del fabricante y tipo de cable.

Responderán a las marcas y fabricantes aceptados por la Compañía Suministradora.

4.1.3.- ACCESORIOS.

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

Los empalmes y terminales se realizarán siguiendo las instrucciones del fabricante.

Terminales: Las características de los terminales serán las establecidas en las normas HD 628 y HD 629. Los conectores para terminales de AT quedan recogidos en EN 50181.

En los casos que se considere oportuno el empleo de terminales enchufables, será de acuerdo con la EN 50181.

Empalmes: Las características de los empalmes serán las establecidas en HD 628 y HD 629.

4.1.4.- OBRA CIVIL.

La obra civil de la que consta esta instalación se limita única y exclusivamente a la excavación de la zanja para el alojamiento de cables de media tensión.

Los cables de media tensión desde el centro de transformación de cogeneración hasta la subestación se alojarán en zanjas previstas para tal fin, de dimensiones mínimas 1,20 x 0,60 m.

En el fondo de la zanja se colocará una capa de arena de río de un espesor de 10 cm., sobre la cual se depositarán los tubos de los cables a instalar, que se cubrirán con otra capa de hormigón de 20 cm. A continuación se cerrará la zanja mediante arena en la cual se colocará cinta de señalización.

4.1.5.- ZANJAS.

Su ejecución comprende:

- a) Apertura de las zanjas.
- b) Suministro y colocación de protección de arena.
- c) Suministro y colocación de protección mecánica.
- d) Colocación de la cinta de "Atención al cable".
- e) Tapado y apisonado de las zanjas.
- f) Carga y transporte de las tierras sobrantes.
- g) Utilización de los dispositivos de balizamiento apropiados.

a) Apertura de las zanjas.

Las canalizaciones, salvo casos de fuerza mayor, se ejecutarán en terrenos de dominio público, bajo las aceras, evitando ángulos pronunciados. El trazado será lo más rectilíneo posible, paralelo en toda su longitud a bordillos o fachadas de los edificios principales.

Antes de proceder al comienzo de los trabajos, se marcarán, en el pavimento de las aceras, las zonas donde se abrirán las zanjas marcando tanto su anchura como su longitud y las zonas donde se dejarán puentes para la contención del terreno.

Si ha habido posibilidad de conocer las acometidas de otros servicios a las fincas construidas se indicarán sus situaciones, con el fin de tomar las precauciones debidas.

Antes de proceder a la apertura de las zanjas se abrirán calas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto. Al marcar el trazado de las zanjas se tendrá en cuenta el radio mínimo que hay que dejar en la curva con arreglo a la sección del conductor o conductores que se vayan a canalizar, de forma que el radio de curvatura de tendido sea como mínimo 20 veces el diámetro exterior del cable.

Las zanjas se ejecutarán verticales hasta la profundidad escogida, colocándose entibaciones en los casos en que la naturaleza del terreno lo haga preciso. Se dejará un paso de 50 cm entre las tierras extraídas y la zanja, todo a lo largo de la misma, con el fin de facilitar la circulación del personal de la obra y evitar la caída de tierras en la zanja. Se deben tomar todas las precauciones precisas para no tapar con tierra registros de gas, teléfonos, bocas de riego y alcantarillas.

Durante la ejecución de los trabajos en la vía pública se dejarán pasos suficientes para vehículos, así como los accesos a los edificios, comercios y garajes. Si es necesario interrumpir la circulación se precisará una autorización especial. En los pasos de carruajes, entradas de garajes, etc., tanto existentes como futuros, los cruces serán ejecutados con tubos, de acuerdo con las recomendaciones del apartado correspondiente y previa autorización del **DO**.

b) Suministro y colocación de protecciones de arenas.

La arena que se utilice para la protección de los cables será limpia, suelta, áspera, crujiente al tacto; exenta de substancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas, para lo cual si fuese necesario, se tamizará o lavará convenientemente. Se utilizará indistintamente de cantera o de río, siempre que reúna las condiciones señaladas anteriormente y las

dimensiones de los granos estarán comprendidas entre 0,2 y 3 mm. Cuando se emplee la procedente de la zanja, además de necesitar la aprobación del **DO**, será necesario su cribado.

En el lecho de la zanja irá una capa de arena de 0,10 m de espesor, sobre la que se situará el cable. Por encima del cable irá otra capa de espesor mínimo de 0,10 m de arena. Ambas capas de arena ocuparán la anchura total de la zanja.

c) Suministro y colocación de protección mecánica.

Encima y cubriendo los tubos se colocará una protección mecánica mediante hormigonado a todo lo largo del trazado de cable.

d) Colocación de la cinta de señalización.

En las canalizaciones de cables de media tensión se colocará una cinta de señalización. Se colocará a lo largo de la canalización una tira por cada terna de cables unipolares en mazos y en la vertical del mismo a una distancia mínima a la parte superior del cable de 30 cm. La distancia mínima de la cinta a la parte inferior del pavimento será de 10 cm.

e) Tapado y apisonado de las zanjas.

Una vez colocadas las protecciones del cable, señaladas anteriormente, se rellenará toda la zanja con tierra de la excavación (previa eliminación de piedras gruesas, cortantes o escombros que puedan llevar), apisonada, debiendo realizarse los 20 primeros cm de forma manual, y para el resto es conveniente apisonar mecánicamente.

El tapado de las zanjas deberá hacerse por capas sucesivas de 10 cm de espesor, las cuales serán apisonadas y regadas, con el fin de que quede suficientemente consolidado el terreno. La cinta de señalización se colocará, como ya se ha indicado, entre dos de estas capas. El contratista será responsable de los hundimientos que se produzcan por la deficiencia de esta operación y por lo tanto serán de su cuenta posteriores reparaciones que tengan que ejecutarse.

f) Carga y transporte a vertedero de las tierras sobrantes.

Las tierras sobrantes de la zanja, debido al volumen introducido en cables, arenas, rasillas, así como el esponjamiento normal del terreno, serán retiradas por el contratista y llevadas a vertedero.

El lugar de trabajo quedará libre de dichas tierras y completamente limpio.

g) Utilización de los dispositivos de balizamiento apropiados.

Durante la ejecución de las obras, éstas estarán debidamente señalizadas de acuerdo con las condiciones fijadas por los Organismos afectados y Ordenanzas Municipales.

DIMENSIONES Y CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN.

Zanja normal para media tensión.

La zanja tendrá un anchura mínima de 0,35 m para la colocación de dos tubos de 160 mm de diámetro aumentando la anchura en función del número a instalar.

Cuando se considere necesario instalar tubo para los cables de control, se instalará un tubo más de red de 160 mm de diámetro destinado a este fin.

En el fondo de la zanja y en toda la extensión se colocará una solera de limpieza de 0,05 m de espesor de arena, sobre la que se depositarán los tubos dispuestos por planos. A continuación se colocará otra capa de arena con un espesor de 0,10 m por encima de los tubos y envolviéndolos completamente.

Por último, se hace un relleno de la zanja, dejando libre el firme y el espesor del pavimento, para este relleno se utilizará todo-uno, zahorra o arena.

Después se colocará una capa de tierra vegetal o un firme de hormigón de H125 de unos de 0,12 m de espesor y por último se repondrá el pavimento a ser posible del mismo tipo y calidad del que existía antes de realizar la apertura.

Zanja para media tensión en terreno con servicios.

Cuando al abrir calas de reconocimiento o zanjas para el tendido de nuevos cables aparezcan otros servicios se cumplirán los siguientes requisitos.

a) Se avisará a la empresa propietaria de los mismos. El encargado de la obra tomará las medidas necesarias, en el caso de que estos servicios queden al aire, para sujetarlos con seguridad de forma que no sufran ningún deterioro. Y en el caso en que haya que correrlos, para poder ejecutar los trabajos, se hará siempre de acuerdo con la empresa propietaria de las canalizaciones. Nunca se deben dejar los cables suspendidos, por necesidad de la canalización, de forma que estén en tracción, con el fin de evitar que las piezas de conexión, tanto en empalmes como en derivaciones, puedan sufrir.

b) Se establecerán los nuevos cables de forma que no se entrecrucen con los servicios establecidos, guardando, a ser posible, paralelismo con ellos.

c) Se procurará que la distancia mínima entre servicios sea de 30 cm en la proyección horizontal de ambos.

d) Cuando en la proximidad de una canalización existan soportes de líneas aéreas de transporte público, telecomunicación o alumbrado público, el cable se colocará a una distancia mínima de 50 cm de los bordes extremos de los soportes o de las fundaciones. Esta distancia pasará a 150 cm cuando el soporte esté sometido a un esfuerzo de vuelco permanente hacia la zanja. En el caso en que esta precaución no se pueda tomar, se utilizará una protección mecánica resistente a lo largo de la fundación del soporte, prolongada una longitud de 50 cm a un lado y a otro de los bordes extremos de aquella con la aprobación del **DO**.

Zanja con distintos cables.

Cuando en una misma zanja se coloquen cables de BT y MT, cada uno de ellos deberá situarse a la profundidad que le corresponda y llevará su correspondiente protección de arena y rasilla.



Región de Murcia

Consejería de Agricultura y Agua

Dirección General del Agua

*Proyecto de Adecuación de Estación
Depuradora de Aguas Residuales en Bullas,
Murcia.*

AYSING
Ingeniería, Arquitectura
Y Urbanismo

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS DE MEDIA TENSIÓN Y CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

Anejo de justificación de precios

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
1 LINEA MEDIA TENSION				
1.1	LSMTDENT	m.	Canalización para red eléctrica en media tensión bajo acera prevista, compuesta por tres tubos D=160 mm., colocados en fondo de zanja de 50 cm. de ancho y 95 cm. de profundidad, incluyendo cintas de señalización, montaje de conductores 3(1x240)Al. 12/20 kV., y pruebas de rigidez dieléctrica, totalmente instalada, transporte, montaje y conexionado. No incluida excavación de zanjas, relleno de zanja ni reposición de pavimento existente.	
	O01OB200	0,200 h.	Oficial 1ª electricista	18,17
	O01OB210	0,200 h.	Oficial 2ª electricista	16,99
	O01OA090	0,120 h.	Cuadrilla A	33,70
	P15SOPRE	1,000 ud	Soporte multitubo+3 tubos D 160	10,39
	E02EM010	0,660 m3	EXC.ZANJA A MÁQUINA T. DISGREG.	6,08
	E02SZ060	0,600 m3	RELL.TIERR.ZANJA MANO S/APORT.	7,13
	P15AH010	2,000 m.	Cinta señalizadora	0,17
	P15AC040	6,000 m.	C.Vulpren HEPRZ1 Al 12/20 kV 1x240 H16	22,98
	P01DW090	10,000 ud	Pequeño material	1,30
		6,000 %	Costes indirectos	180,97
Precio total por m.				191,83
1.2	LSMTBTUB	m.	Canalización para red eléctrica en media tensión bajo calzada prevista en cruces, compuesta por tres tubos D=160 mm., colocados en fondo de zanja de 50 cm. de ancho y 115 cm. de profundidad, incluyendo cintas de señalización, montaje de conductores 3(1x240)Al. 12/20 kV., y pruebas de rigidez dieléctrica, totalmente instalada, transporte, montaje y conexionado. No incluida excavación de zanjas, dado de hormigón de los tubos, relleno de zanja ni reposición de pavimento existente.	
	O01OB200	0,300 h.	Oficial 1ª electricista	18,17
	O01OB210	0,300 h.	Oficial 2ª electricista	16,99
	E02EM010	0,700 m3	EXC.ZANJA A MÁQUINA T. DISGREG.	6,08
	EMT0300212	0,470 M3	Hormigón en masa tipo HM 20 N/mm2, SR	46,20
	P15AF160	3,000 m.	Tubo corrugado rojo doble pared D 160	5,97
	P15SOPRE	1,000 ud	Soporte multitubo+3 tubos D 160	10,39
	P15AH010	2,000 m.	Cinta señalizadora	0,17
	P15AC040	6,000 m.	C.Vulpren HEPRZ1 Al 12/20 kV 1x240 H16	22,98
	P01DW090	10,000 ud	Pequeño material	1,30
		6,000 %	Costes indirectos	216,04
Precio total por m.				229,00
1.3	D10SX0041	ud	Empalme en cable tripolar, realizado con empalmes unipolares premoldeados tipo EUPM-400/20-240 Al, de 12/20kV. de tensión nominal, para cable de aluminio 240mm², incluso accesorios. Totalmente terminado.	
	T12AC1552	3,000 Ud.	Emp.unip.prem.EUP-400/25 240	272,00
	O01OB200	4,000 h.	Oficial 1ª electricista	18,17
	O01OB220	4,000 h.	Ayudante electricista	14,52
	%0000.003	3,000 %	Medios auxiliares.(s/total)	946,76
		6,000 %	Costes indirectos	975,16
Precio total por ud				1.033,67

Anejo de justificación de precios

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
2 CENTRO SECCIONAMIENTO				
2.1 EDIFICIO SECCIONAMIENTO				
2.1.1	S0101	ud	Edificio prefabricado constituido por una envolvente, de estructura monobloque, de hormigón armado, tipo CMS-15, de dimensiones generales aproximadas 1700 mm de largo por 1600 mm de fondo por 2010 mm de alto. Incluye el edificio y todos sus elementos exteriores según IEC 62271-202, transporte, montaje y accesorios.	
			Sin descomposición	5.900,50
		6,000 %	Costes indirectos	5.900,50 354,03
			Precio total redondeado por ud	6.254,53
2.2 EQUIPO MEDIA TENSION				
2.2.1	021		Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL, con las siguientes características: Un = 24 kV In = 400 A Icc = 16 kA / 40 kA Dimensiones: 365 mm / 735 mm / 1740 mm Mando: manual tipo B Se incluyen el montaje y conexión.	
	O01OB200	4,000 h.	Oficial 1ª electricista	18,17 72,68
	O01OB210	4,000 h.	Oficial 2ª electricista	16,99 67,96
	P15BB010	1,000 ud	Celda línea E/S	3.625,00 3.625,00
	P01DW090	14,000 ud	Pequeño material	1,30 18,20
		6,000 %	Costes indirectos	3.783,84 227,03
			Precio total redondeado por	4.010,87
2.2.2	025		Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, con las siguientes características: Un = 24 kV In = 400 A Icc = 16 kA / 40 kA Dimensiones: 470 mm / 735 mm / 1740 mm Mando (fusibles): manual tipo BR Relé de protección: ekorRPT-201B Se incluyen el montaje y conexión.	
	O01OB200	4,000 h.	Oficial 1ª electricista	18,17 72,68
	O01OB210	4,000 h.	Oficial 2ª electricista	16,99 67,96
	P15BB032	1,000 ud	Celda protec. f. con rele	5.200,00 5.200,00
	P01DW090	14,000 ud	Pequeño material	1,30 18,20
		6,000 %	Costes indirectos	5.358,84 321,53
			Precio total redondeado por	5.680,37
2.2.3	027		Cables MT 12/20 kV del tipo DHV, unipolares, con conductores de sección y material 1x50 Al empleando 3 de 2 m de longitud, y terminaciones ELASTIMOLD de 24 kV del tipo enchufable recta y modelo K152SR y del tipo cono difusor y modelo OTK 224.	
	O01OB200	2,000 h.	Oficial 1ª electricista	18,17 36,34
	O01OB210	2,000 h.	Oficial 2ª electricista	16,99 33,98
	P15AC010	50,000 m.	C. DHV 12/20 kV 1x50	10,03 501,50
	P01DW090	150,000 ud	Pequeño material	1,30 195,00
		6,000 %	Costes indirectos	766,82 46,01
			Precio total redondeado por	812,83
2.3 RED DE TIERRAS				

Anejo de justificación de precios

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
2.3.1	051		Instalación exterior de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, debidamente montada y conexionada, empleando conductor de cobre desnudo. El conductor de cobre está unido a picas de acero cobreado de 14 mm de diámetro. Características: Geometría: Anillo rectangular Profundidad: 0,8 m Número de picas: cuatro Longitud de picas: 2 metros Dimensiones del rectángulo: 8x4.	
	O01OB200	5,000 h.	Oficial 1ª electricista	18,17
	O01OB220	5,000 h.	Ayudante electricista	14,52
	P15EA010	8,000 ud	Pica de t.t. 200/14,3 Fe+Cu	13,48
	P15EB020	50,000 m.	Conduc cobre desnudo 50 mm2	6,80
	P15ED020	8,000 ud	Sold. aluminio t. cable/redondo	5,80
	P15EC010	1,000 ud	Registro de comprobación + tapa	65,00
	P15EC020	1,000 ud	Puente de prueba	6,16
	P01DW090	250,000 ud	Pequeño material	1,30
		6,000 %	Costes indirectos	1.053,85
			Precio total redondeado por	1.117,08
2.3.2	053		Instalación de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, con el conductor de cobre desnudo, grapado a la pared, y conectado a los equipos de MT y demás apartamta de este edificio, así como una caja general de tierra de protección según las normas de la compañía suministradora.	
	O01OB200	4,000 h.	Oficial 1ª electricista	18,17
	O01OB220	4,000 h.	Ayudante electricista	14,52
	P15EB020	35,000 m.	Conduc cobre desnudo 50 mm2	6,80
	P31CE050	30,000 ud	Grapa para pared	2,95
	P01DW090	250,000 ud	Pequeño material	1,30
		6,000 %	Costes indirectos	782,26
			Precio total redondeado por	829,20

Anejo de justificación de precios

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
3 CENTRO TRANSFORMACION 630kVA				
3.1 EDIFICIO OBRA CIVIL				
3.1.1 011			Acondicionamiento de un edificio en obra civil, para albergar la apartamenta, transformadores y demás elementos en las condiciones especificadas en Características de los Materiales.	
	O01OA090	2,000 h.	Cuadrilla A	33,70
	P15BA100	1,000 ud	Edificio Transformación PFU-5	11.825,00
	M02GC110	3,000 h.	Grúa celosía s/camión 30 t.	103,01
	P01DW090	27,000 ud	Pequeño material	1,30
		6,000 %	Costes indirectos	12.236,53
			Precio total redondeado por	12.970,72
3.2 EQUIPO DE MEDIA TENSIÓN				
3.2.1 021			Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL, con las siguientes características: Un = 24 kV In = 400 A Icc = 16 kA / 40 kA Dimensiones: 365 mm / 735 mm / 1740 mm Mando: manual tipo B Se incluyen el montaje y conexión.	
	O01OB200	4,000 h.	Oficial 1ª electricista	18,17
	O01OB210	4,000 h.	Oficial 2ª electricista	16,99
	P15BB010	1,000 ud	Celda línea E/S	3.625,00
	P01DW090	14,000 ud	Pequeño material	1,30
		6,000 %	Costes indirectos	3.783,84
			Precio total redondeado por	4.010,87
3.2.2 025			Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, con las siguientes características: Un = 24 kV In = 400 A Icc = 16 kA / 40 kA Dimensiones: 470 mm / 735 mm / 1740 mm Mando (fusibles): manual tipo BR Relé de protección: ekorRPT-201B Se incluyen el montaje y conexión.	
	O01OB200	4,000 h.	Oficial 1ª electricista	18,17
	O01OB210	4,000 h.	Oficial 2ª electricista	16,99
	P15BB032	1,000 ud	Celda protec. f. con rele	5.200,00
	P01DW090	14,000 ud	Pequeño material	1,30
		6,000 %	Costes indirectos	5.358,84
			Precio total redondeado por	5.680,37
3.2.3 027			Cables MT 12/20 kV del tipo DHV, unipolares, con conductores de sección y material 1x50 Al empleando 3 de 2 m de longitud, y terminaciones ELASTIMOLD de 24 kV del tipo enchufable recta y modelo K152SR y del tipo cono difusor y modelo OTK 224.	
	O01OB200	2,000 h.	Oficial 1ª electricista	18,17
	O01OB210	2,000 h.	Oficial 2ª electricista	16,99
	P15AC010	50,000 m.	C. DHV 12/20 kV 1x50	10,03
	P01DW090	150,000 ud	Pequeño material	1,30
		6,000 %	Costes indirectos	766,82
			Precio total redondeado por	812,83

Anejo de justificación de precios

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
3.2.4	028		Cables MT 12/20 kV del tipo DHV, unipolares, con conductores de sección y material 1x50 Al empleando 3 de 2 m de longitud, y terminaciones ELASTIMOLD de 24 kV del tipo enchufable recta y modelo K152SR y del tipo cono difusor y modelo OTK 224.	
	O01OB200	1,000 h.	Oficial 1ª electricista	18,17
	O01OB210	1,000 h.	Oficial 2ª electricista	16,99
	P15AC010	40,000 m.	C. DHV 12/20 kV 1x50	10,03
	P01DW090	100,000 ud	Pequeño material	1,30
		6,000 %	Costes indirectos	566,36
			Precio total redondeado por	600,34
3.2.5	029		Cables MT 12/20 kV del tipo DHZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x50 Al empleando 3 de 10 m de longitud, y terminaciones ELASTIMOLD de 24 kV del tipo cono difusor y modelo OTK 224.	
	O01OB200	4,000 h.	Oficial 1ª electricista	18,17
	O01OB210	4,000 h.	Oficial 2ª electricista	16,99
	P15AC010	30,000 m.	C. DHV 12/20 kV 1x50	10,03
	P01DW090	250,000 ud	Pequeño material	1,30
		6,000 %	Costes indirectos	766,54
			Precio total redondeado por	812,53
3.3 TRANSFORMADOR				
3.3.1	031		Transformador trifásico reductor de tensión, según las normas citadas en la Memoria con neutro accesible en el secundario, de potencia 630 kVA y refrigeración natural aceite, de tensión primaria 20 kV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2), grupo de conexión Dyn11, de tensión de cortocircuito de 4% y regulación primaria de + 2,5%, + 5%, + 7,5%, + 10 %. Se incluye también una protección con Termómetro.	
	O01OB200	26,000 h.	Oficial 1ª electricista	18,17
	O01OB210	26,000 h.	Oficial 2ª electricista	16,99
	P15BC012	1,000 ud	Transf.baño aceite 160 KVA-25kV Unesa	13.175,00
	P15BC220	1,000 ud	Rejilla de protección	278,09
	P01DW090	14,000 ud	Pequeño material	1,30
		6,000 %	Costes indirectos	14.385,45
			Precio total redondeado por	15.248,58
3.4 RED DE TIERRAS				
3.4.1	051		Instalación exterior de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, debidamente montada y conexionada, empleando conductor de cobre desnudo. El conductor de cobre está unido a picas de acero cobreado de 14 mm de diámetro.	
			Características:	
			Geometría: Anillo rectangular	
			Profundidad: 0,8 m	
			Número de picas: cuatro	
			Longitud de picas: 2 metros	
			Dimensiones del rectángulo: 8x4.	
	O01OB200	5,000 h.	Oficial 1ª electricista	18,17
	O01OB220	5,000 h.	Ayudante electricista	14,52
	P15EA010	8,000 ud	Pica de t.t. 200/14,3 Fe+Cu	13,48
	P15EB020	50,000 m.	Conduc cobre desnudo 50 mm2	6,80
	P15ED020	8,000 ud	Sold. aluminio t. cable/redondo	5,80
	P15EC010	1,000 ud	Registro de comprobación + tapa	65,00
	P15EC020	1,000 ud	Puente de prueba	6,16
	P01DW090	250,000 ud	Pequeño material	1,30
		6,000 %	Costes indirectos	1.053,85
			Precio total redondeado por	1.117,08

Anejo de justificación de precios

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
3.4.2	052		Tierra de servicio o neutro del transformador. Instalación exterior realizada con cobre aislado con el mismo tipo de materiales que las tierras de protección. Características: Geometría: Picas alineadas Profundidad: 0,8 m Número de picas: dos Longitud de picas: 2 metros Distancia entre picas: 3 metros	
	O01OB200	3,000 h.	Oficial 1ª electricista	18,17
	O01OB220	3,000 h.	Ayudante electricista	14,52
	P15EA010	3,000 ud	Pica de t.t. 200/14,3 Fe+Cu	13,48
	P15AD060	8,000 m.	Cond.aisla. RV-k 0,6-1kV 50 mm2 Cu	14,65
	P15EB020	6,000 m.	Conduc cobre desnudo 50 mm2	6,80
	P15ED020	2,000 ud	Sold. aluminio t. cable/redondo	5,80
	P15EC010	1,000 ud	Registro de comprobación + tapa	65,00
	P15EC020	1,000 ud	Puente de prueba	6,16
	P01DW090	250,000 ud	Pequeño material	1,30
		6,000 %	Costes indirectos	704,27
			Precio total redondeado por	746,53
3.4.3	053		Instalación de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, con el conductor de cobre desnudo, grapado a la pared, y conectado a los equipos de MT y demás apartamento de este edificio, así como una caja general de tierra de protección según las normas de la compañía suministradora.	
	O01OB200	4,000 h.	Oficial 1ª electricista	18,17
	O01OB220	4,000 h.	Ayudante electricista	14,52
	P15EB020	35,000 m.	Conduc cobre desnudo 50 mm2	6,80
	P31CE050	30,000 ud	Grapa para pared	2,95
	P01DW090	250,000 ud	Pequeño material	1,30
		6,000 %	Costes indirectos	782,26
			Precio total redondeado por	829,20
3.4.4	054		Instalación de puesta a tierra de servicio en el edificio de transformación, con el conductor de cobre aislado, grapado a la pared, y conectado al neutro de BT, así como una caja general de tierra de servicio según las normas de la compañía suministradora.	
	O01OB200	3,000 h.	Oficial 1ª electricista	18,17
	O01OB220	3,000 h.	Ayudante electricista	14,52
	P15AD060	30,000 m.	Cond.aisla. RV-k 0,6-1kV 50 mm2 Cu	14,65
	P01DW090	250,000 ud	Pequeño material	1,30
		6,000 %	Costes indirectos	862,57
			Precio total redondeado por	914,32
3.5 VARIOS				
3.5.1	061		Protección metálica para defensa del transformador.	
		6,000 %	Sin descomposición	283,00
			Costes indirectos	16,98
			Precio total redondeado por	299,98
3.5.2	062		Equipo de iluminación compuesto de: Equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en los equipos de MT. Equipo autónomo de alumbrado de emergencia y señalización de la salida del local.	
		6,000 %	Sin descomposición	600,00
			Costes indirectos	36,00
			Precio total redondeado por	636,00

Anejo de justificación de precios

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
3.5.3	063		Equipo de operación que permite tanto la realización de maniobras con aislamiento suficiente para proteger al personal durante la operación, tanto de maniobras como de mantenimiento, compuesto por: Banquillo aislante Par de guantes de amianto Una palanca de accionamiento	
			Sin descomposición	700,00
		6,000 %	Costes indirectos	700,00 42,00
			Precio total redondeado por	742,00

Anejo de justificación de precios

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
4 OTROS				
4.1	TRAFINT	ud	Partida Alzada modificación transformadores intensidad en C.T. aguas arriba para adecuación de medida a la nueva demanda de potencia.	
			Sin descomposición	780,00
		6,000 %	Costes indirectos	780,00 <u>46,80</u>
			Precio total redondeado por ud	826,80

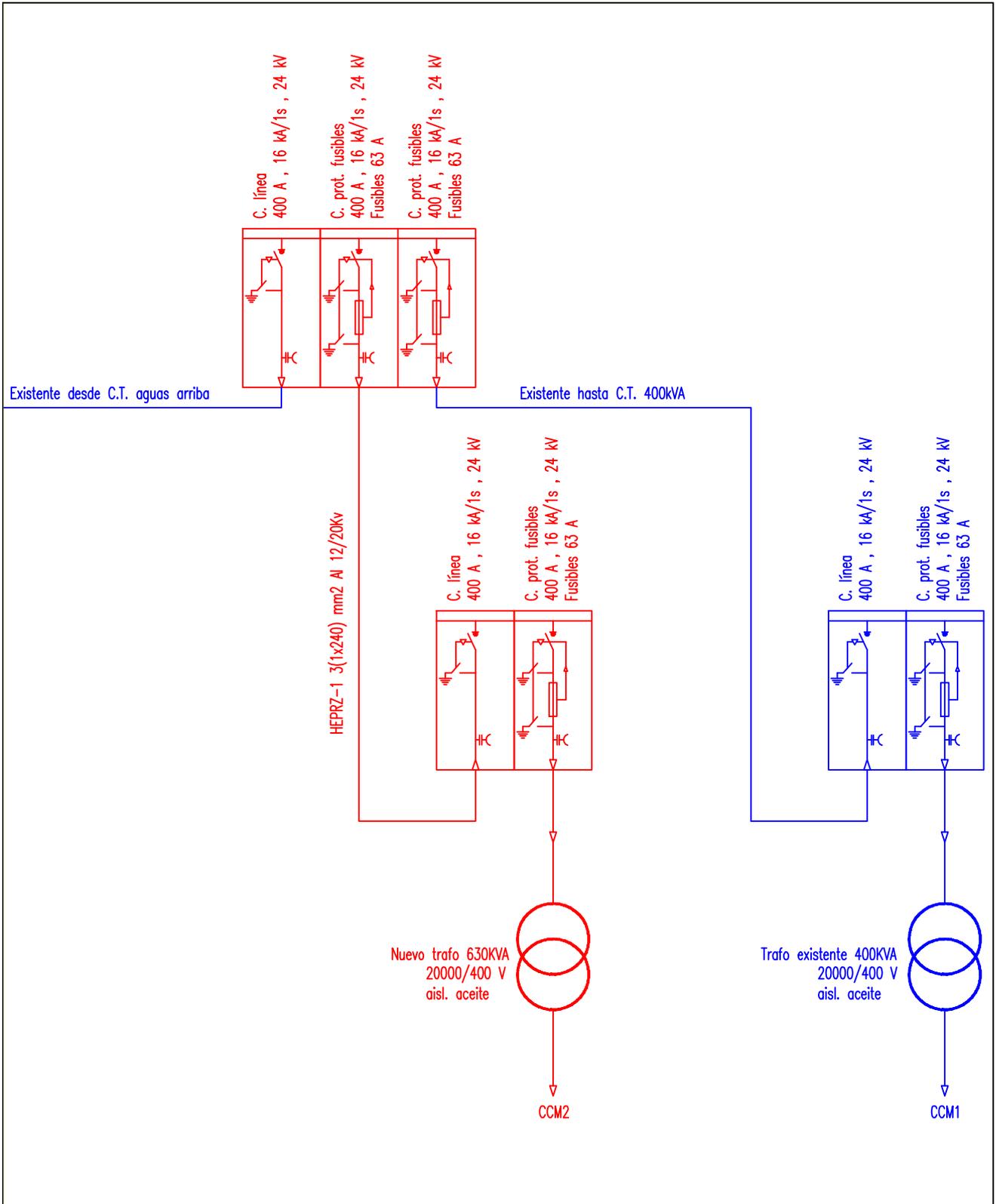
3. PLANOS

3.1.- PLANTA GENERAL INSTALACIONES.

3.2.- EXCAVACION CENTRO SECCIONAMIENTO.

3.3.- PUESTA A TIERRA.

3.4.- ESQUEMA UNIFILAR.



PROYECTO: INSTALACION ELECTRICA DE MEDIA TENSION AMPLIACION ESTACION DEPURADORA AGUAS RESIDUALES DE BULLAS

DIBUJO:
042MT/13

PETICIONARIO:

ESCALA:
S/E

FECHA:
DIC-13

N. PLANO:
04

SITUACION:
CTRA. BULLAS-CEHEGIN KM15 - PARAJE LOS MULETOS

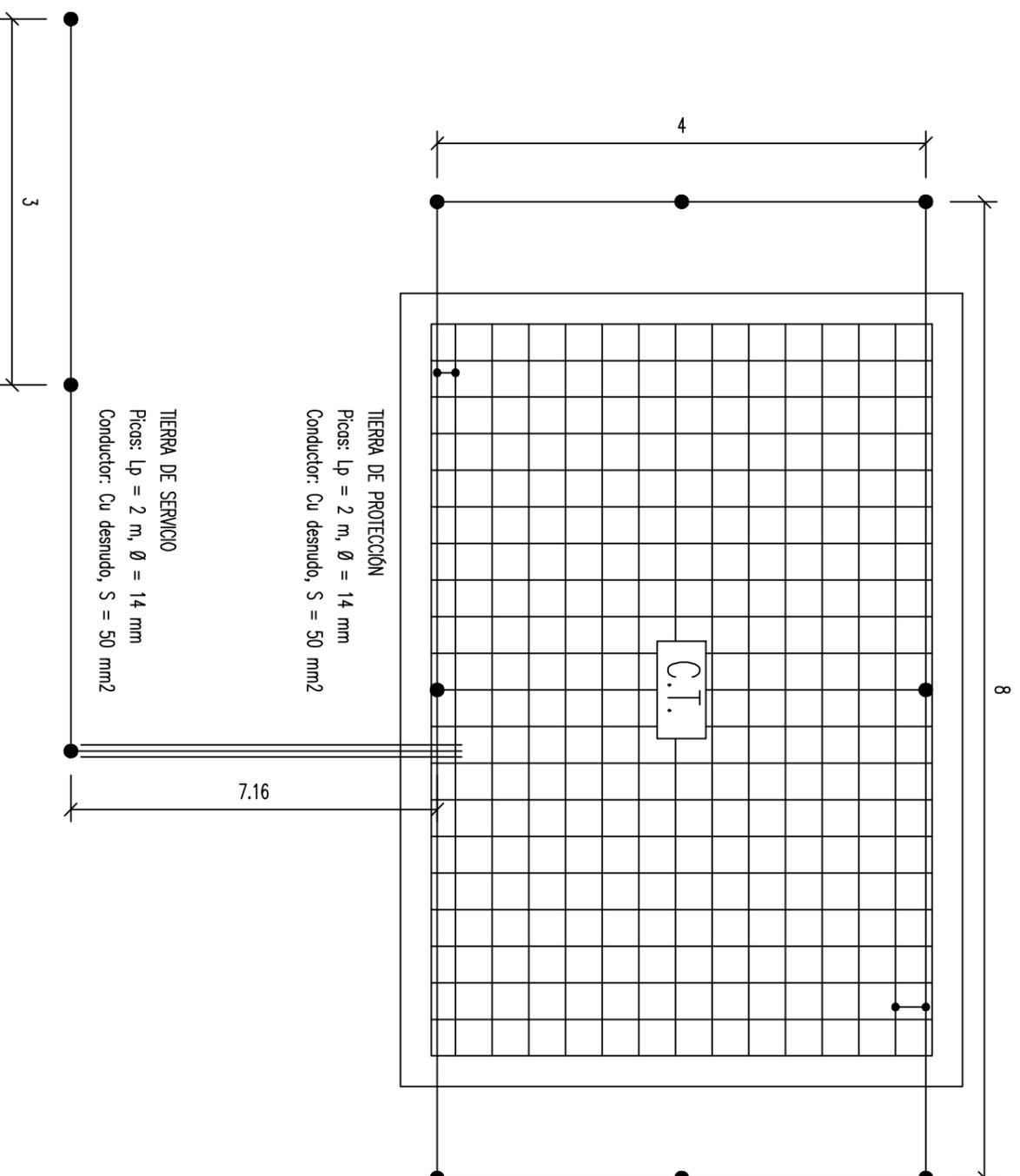
LOCALIDAD:
BULLAS



PLANO DE:
ESQUEMA UNIFILAR



CENTRO TRANSFORMACION



TIERRA DE PROTECCIÓN
Picas: Lp = 2 m, \emptyset = 14 mm
Conductor: Cu desnudo, S = 50 mm²

TIERRA DE SERVICIO
Picas: Lp = 2 m, \emptyset = 14 mm
Conductor: Cu desnudo, S = 50 mm²

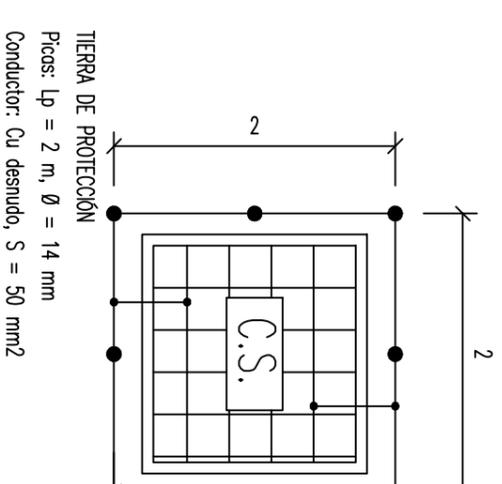
TIERRA DE PROTECCIÓN
Configuración: 80-40/8/82
Profundidad electrodo: 0.5 m
Sección conductor: 50 mm²
Diámetro picas: 14 mm
Número de picas: 8
Longitud picas: 2

NOTA: En el piso del Centro de Transformación se instalará un mallazo electrosoldado, con redondos de diámetro no inferior a 4 mm, formando una retícula no superior a 0,30x0,30 m. Este mallazo se conectará como mínimo en dos puntos opuestos de la puesta a tierra de protección del Centro. Dicho mallazo estará cubierto por una capa de hormigón de 10 cm, como mínimo. Las puertas y rejillas 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.

TIERRA DE SERVICIO
Configuración: 8/32.
Profundidad electrodo: 0.8 m
Separación picas: 3 m
3 picas en hilera unidas por conductor horizontal
Sección conductor: 50 mm²
Diámetro picas: 14 mm
Longitud picas: 2

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

CENTRO SECCIONAMIENTO



TIERRA DE PROTECCIÓN
Picas: Lp = 2 m, \emptyset = 14 mm
Conductor: Cu desnudo, S = 50 mm²

TIERRA DE PROTECCIÓN
Configuración: 20-20/8/82
Profundidad electrodo: 0.8 m
Sección conductor: 50 mm²
Diámetro picas: 14 mm
Número de picas: 8
Longitud picas: 2

NOTA: En el piso del Centro de Seccionamiento se instalará un mallazo electrosoldado, con redondos de diámetro no inferior a 4 mm, formando una retícula no superior a 0,30x0,30 m. Este mallazo se conectará como mínimo en dos puntos opuestos de la puesta a tierra de protección del Centro. Dicho mallazo estará cubierto por una capa de hormigón de 10 cm, como mínimo. Las puertas y rejillas 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.

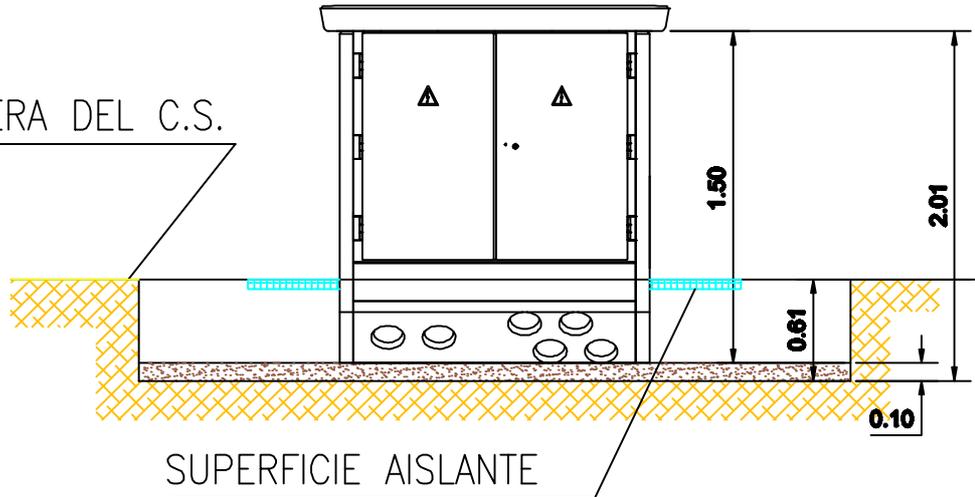
TIERRA DE SERVICIO
En este caso no se separan las tierras de protección y de servicio al ser la tensión de defecto inferior a los 1000 V indicados.

PROYECTO: INSTALACION ELECTRICA DE MEDIA TENSION: ADECUACION ESTACION DEPURADORA AGUAS RESIDUALES DE BULLAS

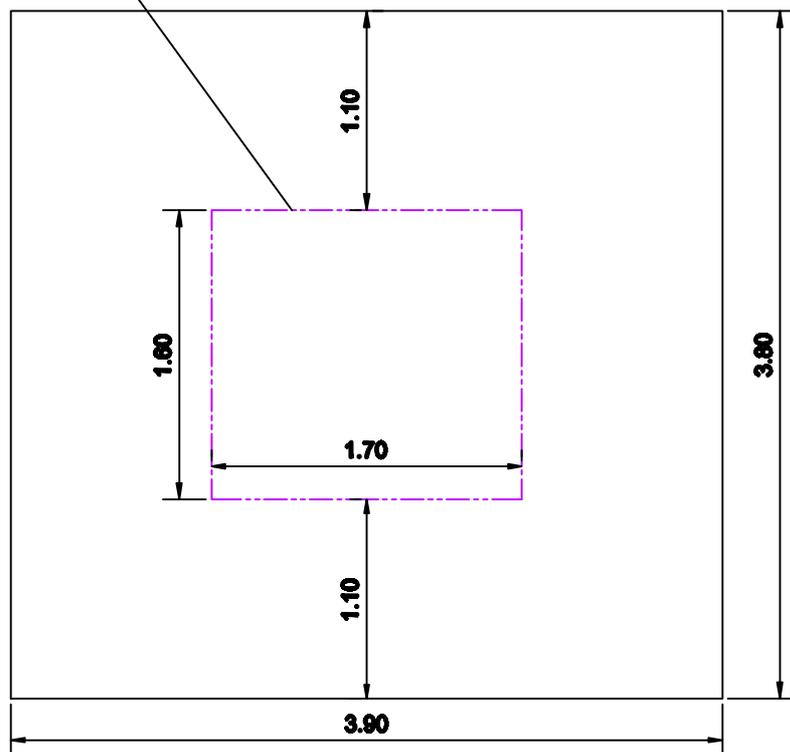
DIBUJO: 042MT/13	ESCALA: S/E
N. PLANO: 03	FECHA: DIC-13
PETICIONARIO: ---	
SITUACION: CTRA. BULLAS-CHEGGIN KM15 - PARAJE LOS MULIEROS	
LOCALIDAD: BULLAS	
PLANO DE: PUESTA A TIERRA	



NIVEL DE ACERA DEL C.S.



ENVOLVENTE CMS



PROYECTO: INSTALACION ELECTRICA DE MEDIA TENSION: ADECUACIÓN ESTACION DEPURADORA AGUAS RESIDUALES DE BULLAS

DIBUJO:
042MT/13

PETICIONARIO:

ESCALA:
1/40

FECHA:
DIC-13

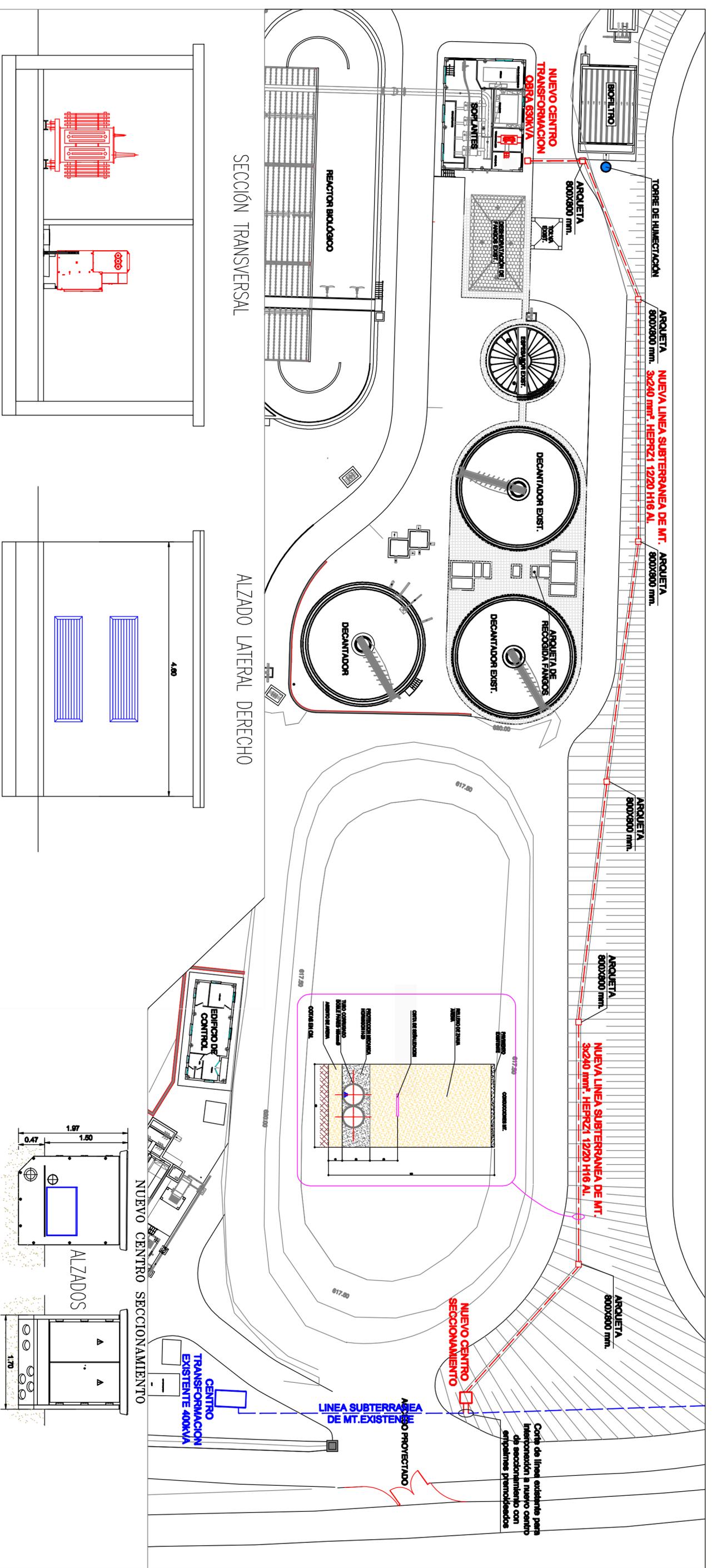
N. PLANO:
02

SITUACION:
CTRA. BULLAS-CEHEGIN KM15 - PARAJE LOS MULETOS

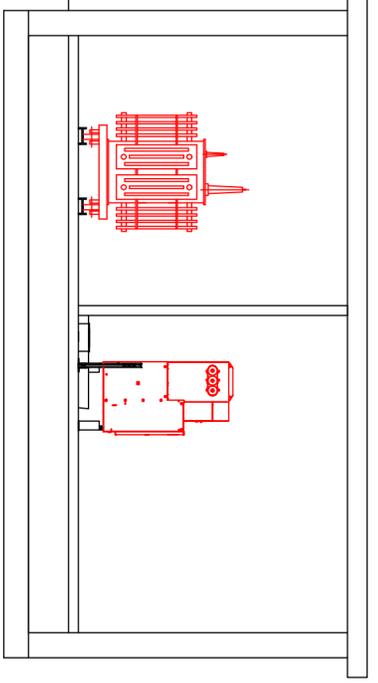
LOCALIDAD:
BULLAS



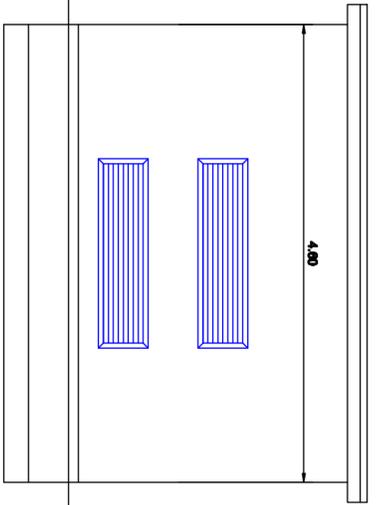
PLANO DE:
EXCAVACION
CENTRO SECCIONAMIENTO



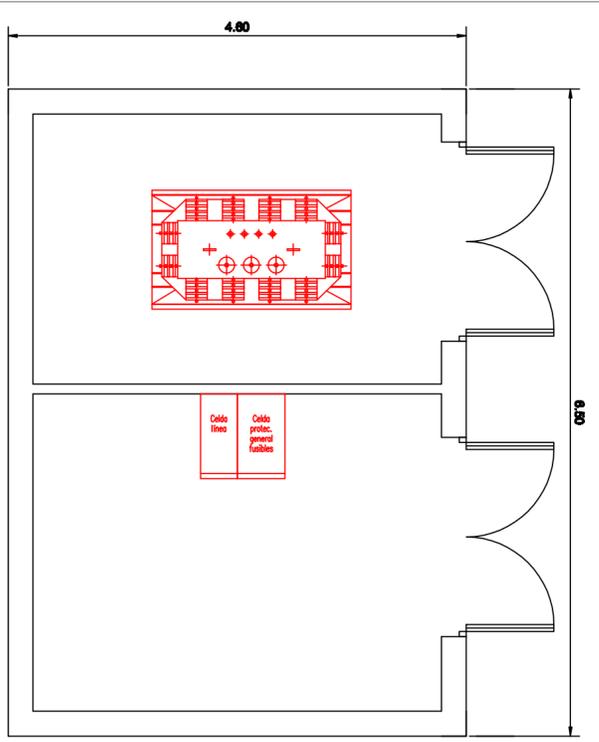
SECCIÓN TRANSVERSAL



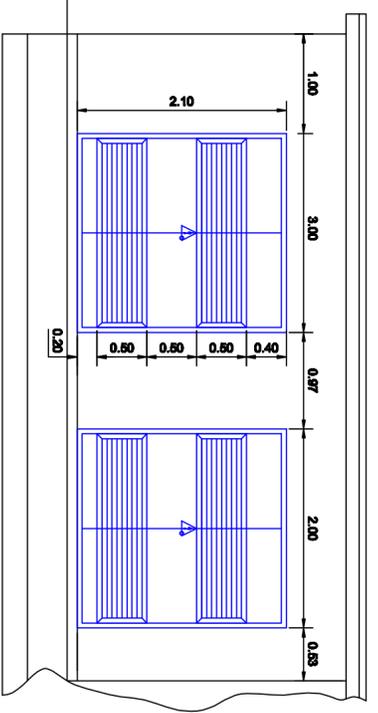
ALZADO LATERAL DERECHO



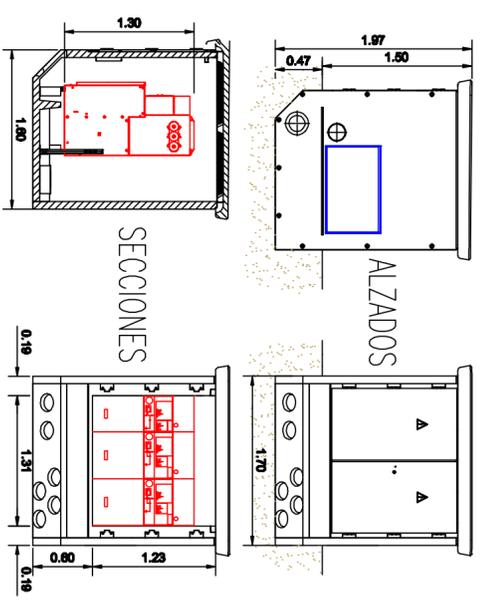
NUEVO CENTRO TRANSFORMACION OBRA 630KVVA



ALZADO POSTERIOR



NUEVO CENTRO SECCIONAMIENTO



SECCIONES

ALZADOS

PROYECTO: INSTALACION ELECTRICA DE MEDIA TENSION: ADECUACION ESTACION DEPURADORA AGUAS RESIDUALES DE BULLAS

DIBUJO: 04247/13
 N. PLANO: 01
 Peticionario: ---
 SITUACION: CTR. BULLAS-CERREJIN KM16 - PARAJE LOS MUELTOS
 LOCALIDAD: BULLAS

ESCALA: 1/400 - 1/50
 FECHA: DIC-13

MOI Ingeniería
 PLANO DE: PLANTA GENERAL INSTALACIONES

PLANTA

4. PLIEGO

4.1.- CONDICIONES TECNICAS LINEAS SUBTERRANEAS MEDIA TENSION.

4.1.1.- CALIDAD DE LOS MATERIALES.

4.1.2.- CONDUCTORES.

Se utilizarán conductores aislados para una tensión nominal de 12/20 kV., cumpliendo las normas UNE correspondientes al citado aislamiento.

No se admitirán cables que presenten desperfectos o señales de haber sido utilizados con anterioridad, o que no vayan en sus bobinas o embalajes de origen, debiendo figurar en los mismos el nombre del fabricante y tipo de cable.

Responderán a las marcas y fabricantes aceptados por la Compañía Suministradora.

4.1.3.- ACCESORIOS.

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

Los empalmes y terminales se realizarán siguiendo las instrucciones del fabricante.

Terminales: Las características de los terminales serán las establecidas en las normas HD 628 y HD 629. Los conectores para terminales de AT quedan recogidos en EN 50181.

En los casos que se considere oportuno el empleo de terminales enchufables, será de acuerdo con la EN 50181.

Empalmes: Las características de los empalmes serán las establecidas en HD 628 y HD 629.

4.1.4.- OBRA CIVIL.

La obra civil de la que consta esta instalación se limita única y exclusivamente a la excavación de la zanja para el alojamiento de cables de media tensión.

Los cables de media tensión desde el centro de transformación de cogeneración hasta la subestación se alojarán en zanjas previstas para tal fin, de dimensiones mínimas 1,20 x 0,60 m.

En el fondo de la zanja se colocará una capa de arena de río de un espesor de 10 cm., sobre la cual se depositarán los tubos de los cables a instalar, que se cubrirán con otra capa de hormigón de 20 cm. A continuación se cerrará la zanja mediante arena en la cual se colocará cinta de señalización.

4.1.5.- ZANJAS.

Su ejecución comprende:

- a) Apertura de las zanjas.
- b) Suministro y colocación de protección de arena.
- c) Suministro y colocación de protección mecánica.
- d) Colocación de la cinta de "Atención al cable".
- e) Tapado y apisonado de las zanjas.
- f) Carga y transporte de las tierras sobrantes.
- g) Utilización de los dispositivos de balizamiento apropiados.

a) Apertura de las zanjas.

Las canalizaciones, salvo casos de fuerza mayor, se ejecutarán en terrenos de dominio público, bajo las aceras, evitando ángulos pronunciados. El trazado será lo más rectilíneo posible, paralelo en toda su longitud a bordillos o fachadas de los edificios principales.

Antes de proceder al comienzo de los trabajos, se marcarán, en el pavimento de las aceras, las zonas donde se abrirán las zanjas marcando tanto su anchura como su longitud y las zonas donde se dejarán puentes para la contención del terreno.

Si ha habido posibilidad de conocer las acometidas de otros servicios a las fincas construidas se indicarán sus situaciones, con el fin de tomar las precauciones debidas.

Antes de proceder a la apertura de las zanjas se abrirán calas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto. Al marcar el trazado de las zanjas se tendrá en cuenta el radio mínimo que hay que dejar en la curva con arreglo a la sección del conductor o conductores que se vayan a canalizar, de forma que el radio de curvatura de tendido sea como mínimo 20 veces el diámetro exterior del cable.

Las zanjas se ejecutarán verticales hasta la profundidad escogida, colocándose entibaciones en los casos en que la naturaleza del terreno lo haga preciso. Se dejará un paso de 50 cm entre las tierras extraídas y la zanja, todo a lo largo de la misma, con el fin de facilitar la circulación del personal de la obra y evitar la caída de tierras en la zanja. Se deben tomar todas las precauciones precisas para no tapar con tierra registros de gas, teléfonos, bocas de riego y alcantarillas.

Durante la ejecución de los trabajos en la vía pública se dejarán pasos suficientes para vehículos, así como los accesos a los edificios, comercios y garajes. Si es necesario interrumpir la circulación se precisará una autorización especial. En los pasos de carruajes, entradas de garajes, etc., tanto existentes como futuros, los cruces serán ejecutados con tubos, de acuerdo con las recomendaciones del apartado correspondiente y previa autorización del **DO**.

b) Suministro y colocación de protecciones de arenas.

La arena que se utilice para la protección de los cables será limpia, suelta, áspera, crujiente al tacto; exenta de substancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas, para lo cual si fuese necesario, se tamizará o lavará convenientemente. Se utilizará indistintamente de cantera o de río, siempre que reúna las condiciones señaladas anteriormente y las

dimensiones de los granos estarán comprendidas entre 0,2 y 3 mm. Cuando se emplee la procedente de la zanja, además de necesitar la aprobación del **DO**, será necesario su cribado.

En el lecho de la zanja irá una capa de arena de 0,10 m de espesor, sobre la que se situará el cable. Por encima del cable irá otra capa de espesor mínimo de 0,10 m de arena. Ambas capas de arena ocuparán la anchura total de la zanja.

c) Suministro y colocación de protección mecánica.

Encima y cubriendo los tubos se colocará una protección mecánica mediante hormigonado a todo lo largo del trazado de cable.

d) Colocación de la cinta de señalización.

En las canalizaciones de cables de media tensión se colocará una cinta de señalización. Se colocará a lo largo de la canalización una tira por cada terna de cables unipolares en mazos y en la vertical del mismo a una distancia mínima a la parte superior del cable de 30 cm. La distancia mínima de la cinta a la parte inferior del pavimento será de 10 cm.

e) Tapado y apisonado de las zanjas.

Una vez colocadas las protecciones del cable, señaladas anteriormente, se rellenará toda la zanja con tierra de la excavación (previa eliminación de piedras gruesas, cortantes o escombros que puedan llevar), apisonada, debiendo realizarse los 20 primeros cm de forma manual, y para el resto es conveniente apisonar mecánicamente.

El tapado de las zanjas deberá hacerse por capas sucesivas de 10 cm de espesor, las cuales serán apisonadas y regadas, con el fin de que quede suficientemente consolidado el terreno. La cinta de señalización se colocará, como ya se ha indicado, entre dos de estas capas. El contratista será responsable de los hundimientos que se produzcan por la deficiencia de esta operación y por lo tanto serán de su cuenta posteriores reparaciones que tengan que ejecutarse.

f) Carga y transporte a vertedero de las tierras sobrantes.

Las tierras sobrantes de la zanja, debido al volumen introducido en cables, arenas, rasillas, así como el esponjamiento normal del terreno, serán retiradas por el contratista y llevadas a vertedero.

El lugar de trabajo quedará libre de dichas tierras y completamente limpio.

g) Utilización de los dispositivos de balizamiento apropiados.

Durante la ejecución de las obras, éstas estarán debidamente señalizadas de acuerdo con las condiciones fijadas por los Organismos afectados y Ordenanzas Municipales.

DIMENSIONES Y CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN.

Zanja normal para media tensión.

La zanja tendrá un anchura mínima de 0,35 m para la colocación de dos tubos de 160 mm de diámetro aumentando la anchura en función del número a instalar.

Cuando se considere necesario instalar tubo para los cables de control, se instalará un tubo más de red de 160 mm de diámetro destinado a este fin.

En el fondo de la zanja y en toda la extensión se colocará una solera de limpieza de 0,05 m de espesor de arena, sobre la que se depositarán los tubos dispuestos por planos. A continuación se colocará otra capa de arena con un espesor de 0,10 m por encima de los tubos y envolviéndolos completamente.

Por último, se hace un relleno de la zanja, dejando libre el firme y el espesor del pavimento, para este relleno se utilizará todo-uno, zahorra o arena.

Después se colocará una capa de tierra vegetal o un firme de hormigón de H125 de unos de 0,12 m de espesor y por último se repondrá el pavimento a ser posible del mismo tipo y calidad del que existía antes de realizar la apertura.

Zanja para media tensión en terreno con servicios.

Cuando al abrir calas de reconocimiento o zanjas para el tendido de nuevos cables aparezcan otros servicios se cumplirán los siguientes requisitos.

a) Se avisará a la empresa propietaria de los mismos. El encargado de la obra tomará las medidas necesarias, en el caso de que estos servicios queden al aire, para sujetarlos con seguridad de forma que no sufran ningún deterioro. Y en el caso en que haya que correrlos, para poder ejecutar los trabajos, se hará siempre de acuerdo con la empresa propietaria de las canalizaciones. Nunca se deben dejar los cables suspendidos, por necesidad de la canalización, de forma que estén en tracción, con el fin de evitar que las piezas de conexión, tanto en empalmes como en derivaciones, puedan sufrir.

b) Se establecerán los nuevos cables de forma que no se entrecrucen con los servicios establecidos, guardando, a ser posible, paralelismo con ellos.

c) Se procurará que la distancia mínima entre servicios sea de 30 cm en la proyección horizontal de ambos.

d) Cuando en la proximidad de una canalización existan soportes de líneas aéreas de transporte público, telecomunicación o alumbrado público, el cable se colocará a una distancia mínima de 50 cm de los bordes extremos de los soportes o de las fundaciones. Esta distancia pasará a 150 cm cuando el soporte esté sometido a un esfuerzo de vuelco permanente hacia la zanja. En el caso en que esta precaución no se pueda tomar, se utilizará una protección mecánica resistente a lo largo de la fundación del soporte, prolongada una longitud de 50 cm a un lado y a otro de los bordes extremos de aquella con la aprobación del **DO**.

Zanja con distintos cables.

Cuando en una misma zanja se coloquen cables de BT y MT, cada uno de ellos deberá situarse a la profundidad que le corresponda y llevará su correspondiente protección de arena y rasilla.

Se procurará que los cables de MT se coloquen en el lado de la zanja más alejado de las viviendas y los de BT en el lado de la zanja más próximo. De este modo se logrará prácticamente una independencia casi total entre ambas canalizaciones.

La distancia que se recomienda guardar en la proyección vertical entre ejes de ambas bandas debe ser de 25 cm.

Los cruces en este caso, cuando los haya, se realizarán de acuerdo con lo indicado en los planos del proyecto.

4.1.6.- NORMAS DE EJECUCION DE LAS INSTALACIONES.

Todas las obras e instalaciones se ejecutarán siempre ateniéndose a las reglas de buena construcción, con sujeción a las normas del presente Pliego, documentos complementarios, y a la reglamentación vigente.

El Contratista, salvo previa aprobación del Director de la Obra, no podrá hacer ninguna alteración o modificación de cualquier naturaleza respecto a lo establecido en el Proyecto.

La construcción de la línea objeto de este proyecto se realizará de acuerdo con los criterios del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Líneas Eléctricas de Alta Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.

La totalidad de los elementos que conforman la instalación, cumplirán las normas, especificaciones técnicas y homologaciones exigidas por el Ministerio de Industria y Energía y por las Administraciones Autonómicas correspondientes.

4.1.6.1.- CRUCES (CABLES ENTUBADOS).

El cable deberá ir en el interior de tubos en los casos siguientes:

Para el cruce de calles, caminos o carreteras con tráfico rodado.

En las entradas de carruajes o garajes públicos.

En los lugares en donde por diversas causas no debe dejarse tiempo la zanja abierta.

En los sitios en donde se crea necesario por indicación del Proyecto o del **DO**.

Los trabajos de cruces, teniendo en cuenta que su duración es mayor que los de apertura de zanjas, empezarán antes, para tener toda la zanja a la vez, dispuesta para el tendido del cable.

Estos cruces serán siempre rectos, y en general, perpendiculares a la dirección de la calzada. Sobresaldrán en la acera, hacia el interior, unos 20 cm del bordillo (debiendo construirse en los extremos un tabique para su fijación).

El diámetro de los tubos de PVC será de 160 mm. Su colocación y la sección mínima de hormigonado responderán a lo indicado en los planos. Estarán recibidos con cemento y hormigonados en toda su longitud.

Cuando por imposibilidad de hacer la zanja a la profundidad normal los cables estén situados a menos de 120 cm de profundidad, se dispondrán en vez de tubos PVC, tubos metálicos o de resistencia análoga para el paso de cables por esa zona, previa conformidad del **DO**.

Los tubos vacíos, ya sea mientras se ejecuta la canalización o que al terminarse la misma se quedan de reserva, deberán taparse con rasilla y yeso, dejando en su interior un alambre galvanizado para guiar posteriormente los cables en su tendido.

Los cruces de vías férreas y cursos de agua deberán proyectarse con todo detalle.

Se debe evitar posible acumulación de agua o de gas a lo largo de la canalización situando convenientemente pozos de escape en relación al perfil altimétrico.

En los tramos rectos, cada 15 ó 20 m -según el tipo de cable- para facilitar su tendido, se dejarán calas abiertas de una longitud mínima de 3 m, en las que se interrumpirá la continuidad del tubo. Una vez tendido el cable, estas calas se tapanán cubriendo previamente el cable con canales o medios tubos, recibiendo sus uniones con cemento o dejando arquetas fácilmente localizables para posteriores intervenciones, según indicaciones del **DO**.

Para hormigonar los tubos se procederá del modo siguiente: Se ejecuta previamente una solera de hormigón bien nivelada de unos 8 cm de espesor sobre la que se asienta la primera capa de tubos separados entre sí unos 4 cm procediéndose a continuación a hormigonarlos hasta cubrirlos enteramente. Sobre esta nueva solera se coloca la segunda capa de tubos, en las condiciones ya citadas, que se hormigona igualmente en forma de capa. Si hay más tubos se procede como ya se ha dicho, teniendo en cuenta que, en la última capa, el hormigón se vierte hasta el nivel total.

En los cambios de dirección se construirán arquetas de hormigón o ladrillo, siendo sus dimensiones las necesarias para que el radio de curvatura de tendido sea como mínimo 20 veces el diámetro exterior del cable. No se admitirán ángulos inferiores a 90° y aún éstos se limitarán a los indispensables. En general los cambios de dirección se harán con ángulos grandes. Como norma general, en alineaciones superiores a 40 m serán necesarias las arquetas intermedias que promedien los tramos de tendido y que no estén distantes entre sí más de 40 m.

Las arquetas sólo estarán permitidas en aceras o lugares por las que normalmente no debe haber tránsito rodado; si, excepcionalmente, esto fuera imposible, se reforzarán marcos y tapas. En la arqueta, los tubos quedarán a unos 25 cm por encima del fondo para permitir la colocación de rodillos en las operaciones de tendido. Una vez tendido el cable los tubos se taponarán con yeso de forma que el cable queda situado en la parte superior del tubo. La arqueta se rellenará con arena, como mínimo hasta cubrir el cable.

La situación de los tubos en la arqueta será la que permita el máximo radio de curvatura.

Las arquetas podrán ser registrables o cerradas. En el primer caso deberán tener tapas metálicas o de hormigón provistas de argollas o ganchos que faciliten su apertura; el fondo será permeable, de forma que permita la filtración del agua de lluvia. Si las arquetas no son registrables se cubrirán con los materiales necesarios para evitar su hundimiento. Sobre esta cubierta se echará una capa de tierra y sobre ella se reconstruirá el pavimento.

CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DE EJECUCION DE CRUZAMIENTO Y PARALELISMO CON DETERMINADAS INSTALACIONES.

El cruce de líneas eléctricas subterráneas con ferrocarriles o vías férreas deberá realizarse siempre bajo tubo. Dicho tubo rebasará las instalaciones de servicio en una distancia de 1,50 m y a una profundidad mínima de 1,30 m con respecto a la cara inferior de

las traviesas. En cualquier caso, se seguirán las instrucciones del condicionado del organismo competente.

En el caso de cruzamientos entre dos líneas eléctricas subterráneas la distancia mínima a respetar será de 0,25 m.

Con cruzamientos con canalizaciones de agua y gas se mantendrá una distancia mínima de 0,25 m. En el caso de no poder respetar esta distancia, la canalización que se tienda en último lugar, se separará mediante tubos o placa separadora constituida por materiales incombustibles y de adecuada resistencia mecánica. La distancia del punto de cruce a empalmes, tanto en el cable de energía como en el de comunicación, será superior a 1 m.

En el paralelismo entre el cable de energía y canalizaciones de agua y gas se mantendrá una distancia de 0,25 m, con excepción de canalizaciones de gas de alta presión (más de 4 bar) en que la distancia será de 1. Cuando no puedan respetarse estas distancias, se adoptarán las siguientes medidas complementarias:

Conducción de gas existente: se protegerá la línea eléctrica con tubo de plástico envuelto con 0,10 de hormigón, manteniendo una distancia mínima tangencial entre servicios de 0,20 m

Línea eléctrica existente con conducción de gas de Alta Presión, se recubrirá la canalización del gas con manta antiroca interponiendo un abarrera entre ambas canalizaciones formada con una plancha de acero; si la conducción del gas es de Media/Baja Presión se colocará entre ambos servicios una placa de protección de plástico.

Si la conducción del gas es de acero, se dotará a la misma de doble revestimiento.

Con cruzamientos con conducciones de energía eléctrica o cables de telecomunicación se mantendrá una distancia mínima de 0,25 m. En el caso de no poder respetar esta distancia, la canalización que se tienda en último lugar, se separará mediante tubos o divisorias constituida por materiales incombustible y de adecuada resistencia mecánica. Las distancias del punto de cruce a empalmes, tanto en el cable de energía como en el de comunicación, será superior a 1 m.

Con paralelismos con conducciones de energía eléctrica se mantendrá una distancia no inferior a 0,25 m. En el caso de no poder respetar esta distancia, la canalización que se tienda en último lugar, se separará mediante tubos o divisorias constituida por materiales incombustible y de adecuada resistencia mecánica.

4.1.6.2.- TENDIDO DE CABLES EN ZANJA ABIERTA.

MANEJO Y PREPARACIÓN DE BOBINAS.

Cuando se desplace la bobina en tierra rodándola, hay que fijarse en el sentido de rotación, generalmente indicado en ella con una flecha, con el fin de evitar que se afloje el cable enrollado en la misma. La bobina no debe almacenarse sobre un suelo blando.

Antes de comenzar el tendido del cable se estudiará el punto más apropiado para situar la bobina, generalmente por facilidad de tendido: en el caso de suelos con pendiente suele ser conveniente el canalizar cuesta abajo. También hay que tener en cuenta que si hay

muchos pasos con tubos, se debe procurar colocar la bobina en la parte más alejada de los mismos, con el fin de evitar que pase la mayor parte del cable por los tubos.

El cable trifásico no se canalizará desde el mismo punto en dos direcciones opuestas, con el fin de que las espirales de los tramos se correspondan.

Para el tendido, la bobina estará siempre elevada y sujeta por un barrón y gatos de potencia apropiada al peso de la misma.

TENDIDO DE CABLES.

Los cables deben ser siempre desarrollados y puestos en su sitio con el mayor cuidado, evitando que sufran torsión y hagan bucles y teniendo siempre pendiente que el radio de curvatura del cable deber ser superior a 20 veces su diámetro durante su tendido, y superior a 10 veces su diámetro una vez instalado.

Cuando los cables se tiendan a mano, los hombres estarán distribuidos de una manera uniforme a lo largo de la zanja.

También se puede canalizar mediante cabrestantes, tirando del extremo del cable, al que se habrá adoptado una cabeza apropiada, y con un esfuerzo de tracción por mm² de conductor que no debe sobrepasar el que indique el fabricante del mismo. En cualquier caso, el esfuerzo no será superior a 4 kg/mm² en cables trifásicos y a 5 kg/mm² para cables unipolares, ambos casos con conductores de cobre. Cuando se trate de aluminio deben reducirse a la mitad. Será imprescindible la colocación de dinamómetro para medir dicha tracción mientras se tiende.

El tendido se hará obligatoriamente sobre rodillos que puedan girar libremente y contruidos de forma que no puedan dañar el cable. Se colocarán en las curvas los rodillos de curva precisos de forma que el radio de curvatura no sea menor de veinte veces el diámetro del cable.

Durante el tendido del cable se tomarán precauciones para evitar al cable esfuerzos importantes, así como que sufra golpes o rozaduras. No se permitirá desplazar el cable, lateralmente, por medio de palancas u otros útiles, sino que se deberá hacer siempre a mano. Sólo de manera excepcional se autorizará desenrollar el cable fuera de la zanja, en casos muy específicos y siempre bajo la vigilancia del **DO**.

Cuando la temperatura ambiente sea inferior a 0 °C, no se permitirá hacer el tendido del cable debido a la rigidez que toma el aislamiento.

La zanja, en toda su longitud, deberá estar cubierta, antes de proceder al tendido del cable, con una capa de arena fina en el fondo de 10 cm de espesor.

No se dejará nunca el cable tendido en una zanja abierta, sin haber tomado antes la precaución de cubrirlo con la capa de 15 cm de arena fina y la protección de rasilla. En ningún caso se dejarán los extremos del cable en la zanja sin haber asegurado antes una buena estanqueidad de los mismos. Las zanjas, una vez abiertas y antes de tender el cable, se recorrerán con detenimiento para comprobar que se encuentran sin piedras u otros elementos duros que puedan dañar a los cables en su tendido.

Cuando dos cables se canalicen para ser empalmados, si están aislados con papel impregnado, se cruzarán, por lo menos, 1 m, con objeto de sanear las puntas y si tienen aislamiento de plástico el cruzamiento mínimo será de 50 cm.

Si con motivo de las obras de canalización aparecieran instalaciones de otros servicios, se tomarán todas las precauciones para no dañarlas, dejándolas, al terminar los trabajos, en la misma forma en que se encontraban primitivamente. Si, involuntariamente, se causara alguna avería en dichos servicios, se avisará con toda urgencia a la oficina de control de obras y a la empresa correspondiente, con el fin de que procedan a su reparación. El encargado de la obra por parte de la Contrata, tendrá las direcciones de los servicios públicos, así como su número de teléfono, por si tuviera, el mismo, que llamar comunicando la avería producida.

Si las pendientes son muy pronunciadas, y el terreno es rocoso e impermeable, se está expuesto a que la zanja de canalización sirva de drenaje, con lo que se originaría un arrastre de la arena que sirve de lecho a los cables. En este caso, si es un talud, se deberá hacer la zanja al bies, para disminuir la pendiente, y de no ser posible, conviene que en esa zona se lleve la canalización entubada y recibida con cemento.

Cuando dos o más cables de M.T. discurren paralelos entre dos subestaciones, centros de reparto o centros de transformación, deberán señalizarse debidamente para facilitar su identificación en futuras aperturas de la zanja utilizando para ello cada 1,5 m, cintas adhesivas de colores distintos para cada circuito, y en fajas de anchos diferentes para cada fase si son unipolares.

De todos modos, al ir separados sus ejes 20 cm mediante un ladrillo o rasilla colocado de canto a lo largo de toda la zanja, se facilitará el reconocimiento de estos cables que además no deben cruzarse en todo el recorrido entre dos C.T.

En el caso de canalizaciones con cables unipolares de MT formando ternas, la identificación es más difícil y es muy importante que los cables o mazos de cables no cambien de posición en todo su recorrido. Además se tendrá en cuenta lo siguiente:

Se colocarán por fase una vuelta de cinta adhesiva y permanente, indicativo de la fase 1, fase 2 y fase 3 utilizando para ello los colores normalizados cuando se trate de cables unipolares. Envolviendo las tres fases, se colocarán unas vueltas de cinta adhesiva que agrupe dichos conductores y los mantenga unidos, salvo indicación en contra del **DO**. En el caso de varias ternas de cables en mazos, las vueltas de cinta citadas deberán ser de colores distintos que permitan distinguir un circuito de otro.

4.1.6.3.- MONTAJES.

EMPALMES.

Se ejecutarán los tipos denominados reconstruidos indicados en el proyecto, cualquiera que sea su aislamiento: papel impregnado, polímero o plástico. Para su confección se seguirán las normas dadas por el **DO** o, en su defecto, las indicadas por el fabricante del cable o el de los empalmes.

En los cables de papel impregnado se tendrá especial cuidado en no romper el papel al doblar las venas del cable, así como en realizar los baños de aceite con la frecuencia necesaria para evitar coqueas. El corte de los rollos de papel se hará por rasgado y no con tijera o navaja.

En los cables de aislamiento seco se prestará especial atención a la limpieza de las trazas de cinta semiconductor, pues ofrecen dificultades a la vista y los efectos de estas deficiencias pueden originar el fallo del cable en servicio.

Los empalmes que se han empleado en este caso son empalmes ELASPEED o similar con las siguientes características:

- Pantalla de empalme.
- Soporte extraíble.
- Cuerpo de empalme tricapa.
- Semiconductor externa.
- Electrodo integrado.
- Manguito.
- Cubierta elástica estanca.

4.2.- CONDICIONES TÉCNICAS OBRA CIVIL Y MONTAJE DE CENTROS DE TRANSFORMACIÓN.

4.2.1.- OBRA CIVIL.

Corresponde al Contratista la responsabilidad en la ejecución de los trabajos que deberán realizarse conforme a las reglas del arte.

4.2.1.1.- EMPLAZAMIENTO.

El lugar elegido para la instalación del centro debe permitir la colocación y reposición de todos los elementos del mismo, concretamente los que son pesados y grandes, como transformadores. Los accesos al centro deben tener la dimensiones adecuadas para permitir el paso de dichos elementos.

El emplazamiento del centro debe ser tal que esté protegido de inundaciones y filtraciones.

En el caso de terrenos inundables el suelo del centro debe estar, como mínimo, 0,20 m por encima del máximo nivel de aguas conocido, o si no al centro debe proporcionarse una estanquidad perfecta hasta dicha cota.

El local que contiene el centro debe estar construido en su totalidad con materiales incombustibles.

4.2.1.2.- EXCAVACION.

Se efectuará la excavación con arreglo a las dimensiones y características del centro y hasta la cota necesaria indicada en el Proyecto.

La carga y transporte a vertedero de las tierras sobrantes será por cuenta del Contratista.

4.2.1.3.- ACONDICIONAMIENTO.

Como norma general, una vez realizada la excavación se extenderá una capa de arena de 10 cm de espesor aproximadamente, procediéndose a continuación a su nivelación y compactación.

En caso de ubicaciones especiales, y previo a la realización de la nivelación mediante el lecho de arena, habrá que tener presente las siguientes medidas:

- Terrenos no compactados. Será necesario realizar un asentamiento adecuado a las condiciones del terreno, pudiendo incluso ser necesaria la construcción de una bancada de hormigón de forma que distribuya las cargas en una superficie más amplia.

- Terrenos en ladera. Se realizará la excavación de forma que se alcance una plataforma de asiento en zona suficientemente compactada y de las dimensiones necesarias para que el asiento sea completamente horizontal. Puede ser necesaria la canalización de las aguas de lluvia de la parte alta, con objeto de que el agua no arrastre el asiento del CT.

- Terrenos con nivel freático alto. En estos casos, o bien se eleva la capa de asentamiento del CT por encima del nivel freático, o bien se protege al CT mediante un revestimiento impermeable que evite la penetración de agua en el hormigón.

4.2.1.4.- EDIFICIO PREFABRICADO DE HORMIGON.

Los distintos edificios prefabricados de hormigón se ajustarán íntegramente a las distintas Especificaciones de Materiales de la compañía suministradora, verificando su diseño los siguientes puntos:

- Los suelos estarán previstos para las cargas fijas y rodantes que implique el material.
- Se preverán, en lugares apropiados del edificio, orificios para el paso del interior al exterior de los cables destinados a la toma de tierra, y cables de B.T. y M.T. Los orificios estarán inclinados y desembocarán hacia el exterior a una profundidad de 0,40 m del suelo como mínimo.

- También se preverán los agujeros de empotramiento para herrajes del equipo eléctrico y el emplazamiento de los carriles de rodamiento de los transformadores. Asimismo se tendrán en cuenta los pozos de aceite, sus conductos de drenaje, las tuberías para conductores de tierra, registros para las tomas de tierra y canales para los cables A.T. y B.T. En los lugares de paso, estos canales estarán cubiertos por losas amovibles.

- Los muros prefabricados de hormigón podrán estar constituidos por paneles convenientemente ensamblados, o bien formando un conjunto con la cubierta y la solera, de forma que se impida totalmente el riesgo de filtraciones.

- La cubierta estará debidamente impermeabilizada de forma que no quede comprometida su estanquidad, ni haya riesgo de filtraciones. Su cara interior podrá quedar como resulte después del desencofrado. No se efectuará en ella ningún empotramiento que comprometa su estanquidad.

- El acabado exterior del centro será normalmente liso y preparado para ser recubierto por pinturas de la debida calidad y del color que mejor se adapte al medio ambiente. Cualquier otra terminación: canto rodado, recubrimientos especiales, etc., podrá ser aceptada. Las puertas y recuadros metálicos estarán protegidos contra la oxidación.

- La cubierta estará calculada para soportar la sobrecarga que corresponda a su destino, para lo cual se tendrá en cuenta lo que al respecto fija la Norma UNE-EN 61330.

- Las puertas de acceso al centro de transformación desde el exterior cumplirán íntegramente lo que al respecto fija la Norma UNE-EN 61330. En cualquier caso, serán incombustibles, suficientemente rígidas y abrirán hacia afuera de forma que puedan abatirse sobre el muro de fachada.

Se realizará el transporte, la carga y descarga de los elementos constitutivos del edificio prefabricado, sin que éstos sufran ningún daño en su estructura. Para ello deberán usarse los medios de fijación previstos por el fabricante para su traslado y ubicación, así como las recomendaciones para su montaje.

De acuerdo con la Recomendación UNESA 1303-A, el edificio prefabricado estará construido de tal manera que, una vez instalado, 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 soldaduras eléctricas. Las conexiones entre varillas metálicas pertenecientes a diferentes elementos, se efectuarán de forma que se consiga la equipotencialidad entre éstos.

Ningún elemento metálico unido al sistema equipotencial podrá ser accesible desde el exterior del edificio, excepto las piezas que, insertadas en el hormigón, estén destinadas a la manipulación de las paredes y de la cubierta, siempre que estén situadas en las partes superiores de éstas.

Cada pieza de las que constituyen el edificio deberán disponer de dos puntos metálicos, lo más separados entre sí, y fácilmente accesibles, para poder comprobar la continuidad eléctrica de la armadura. La continuidad eléctrica podrá conseguirse mediante los elementos mecánicos del ensamblaje.

4.2.1.5.- VENTILACION.

Los locales estarán provistos de ventilación para evitar la condensación y, cuando proceda, refrigerar los transformadores.

Normalmente se recurrirá a la ventilación natural, aunque en casos excepcionales podrá utilizarse también la ventilación forzada.

Cuando se trate de ubicaciones de superficie, se empleará una o varias tomas de aire del exterior, situadas a 0,20 m. del suelo como mínimo, y en la parte opuesta una o varias salidas, situadas lo más altas posible.

En ningún caso las aberturas darán sobre locales a temperatura elevada o que contengan polvo perjudicial, vapores corrosivos, líquidos, gases, vapores o polvos inflamables.

Todas las aberturas de ventilación estarán dispuestas y protegidas de tal forma que se garantice un grado de protección mínimo de personas contra el acceso a zonas peligrosas, contra la entrada de objetos sólidos extraños y contra la entrada del agua IP23D, según Norma UNE-EN 61330.

4.2.2.- INSTALACION ELECTRICA.

4.2.3.- APARAMENTA A.T.

Las celdas empleadas serán prefabricadas, con envolvente metálica y tipo "modular". De esta forma, en caso de avería, será posible retirar únicamente la celda dañada, sin necesidad de desaprovechar el resto de las funciones.

Utilizarán el hexafluoruro de azufre (SF₆) como elemento de corte y extinción. El aislamiento integral en SF₆ confiere a la aparamenta sus características de resistencia al medio ambiente, bien sea a la polución del aire, a la humedad, o incluso a la eventual sumersión del centro de transformación por efecto de riadas. Por ello, esta característica es esencial especialmente en las zonas con alta polución, en las zonas con clima agresivo (costas marítimas y zonas húmedas) y en las zonas más expuestas a riadas o entrada de

agua en el centro. El corte en SF₆ resulta también más seguro que el aire, debido a lo expuesto anteriormente.

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

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

Los cables se conexionarán desde la parte frontal de las cabinas. Los accionamientos manuales irán reagrupados en el frontal de la celda a una altura ergonómica a fin de facilitar la explotación.

El interruptor y el seccionador de puesta a tierra será un único aparato, de tres posiciones (cerrado, abierto y puesto a tierra), asegurando así la imposibilidad de cierre simultáneo del interruptor y seccionador de puesta a tierra. La posición de seccionador abierto y seccionador de puesta a tierra cerrado serán visibles directamente a través de mirillas, a fin de conseguir una máxima seguridad de explotación en cuanto a la protección de personas se refiere.

Las celdas responderán en su concepción y fabricación a la definición de aparamenta bajo envolvente metálica compartimentada de acuerdo con la norma UNE 20099. Se deberán distinguir al menos los siguientes compartimentos:

- Compartimento de aparellaje. Estará relleno de SF₆ y sellado de por vida. El sistema de sellado será comprobado individualmente en fabricación y no se requerirá ninguna manipulación del gas durante toda la vida útil de la instalación (hasta 30 años). Las maniobras de cierre y apertura de los interruptores y cierre de los seccionadores de puesta a tierra se efectuarán con la ayuda de un mecanismo de acción brusca independiente del operador.

- Compartimento del juego de barras. Se compondrá de tres barras aisladas conexiadas mediante tornillos.

- Compartimento de conexión de cables. Se podrán conectar cables secos y cables con aislamiento de papel impregnado. Las extremidades de los cables serán simplificadas para cables secos y termorretráctiles para cables de papel impregnado.

- Compartimento de mando. Contiene los mandos del interruptor y del seccionador de puesta a tierra, así como la señalización de presencia de tensión. Se podrán montar en obra motorizaciones, bobinas de cierre y/o apertura y contactos auxiliares si se requieren posteriormente.

- Compartimento de control. En el caso de mandos motorizados, este compartimento estará equipado de bornas de conexión y fusibles de baja tensión. En cualquier caso, este compartimento será accesible con tensión, tanto en barras como en los cables.

Las características generales de las celdas son las siguientes, en función de la tensión nominal (Un):

Un ≤ 20 kV

- Tensión asignada: 24 kV
- Tensión soportada a frecuencia industrial durante 1 minuto:
 - A tierra y entre fases: 50 kV
 - A la distancia de seccionamiento: 60 kV.
- Tensión soportada a impulsos tipo rayo (valor de cresta):
 - A tierra y entre fases: 125 kV.
 - A la distancia de seccionamiento: 145 kV.

20 kV < Un ≤ 30 kV

- Tensión asignada: 36 kV
- Tensión soportada a frecuencia industrial durante 1 minuto:
 - A tierra y entre fases: 70 kV
 - A la distancia de seccionamiento: 80 kV.
- Tensión soportada a impulsos tipo rayo (valor de cresta):
 - A tierra y entre fases: 170 kV
 - A la distancia de seccionamiento: 195 kV.

4.2.3.1.- TRANSFORMADORES.

El transformador será trifásicos, con neutro accesible en el secundario, refrigeración natural, en seco, con regulación de tensión primaria mediante conmutador.

Los transformadores, para mejor ventilación, estarán situados en la zona de flujo natural de aire, de forma que la entrada de aire esté situada en la parte inferior de las paredes adyacentes al mismo, y las salidas de aire en la zona superior de esas paredes.

4.2.3.2.- EQUIPOS DE MEDIDA.

No procede. No existe equipo de medida.

4.2.3.3.- ACOMETIDAS SUBTERRANEAS.

Los cables de alimentación subterránea entrarán en el centro, alcanzando la celda que corresponda, por un canal o tubo. Las secciones de estos canales y tubos permitirán la colocación de los cables con la mayor facilidad posible. Los tubos serán de superficie interna lisa, siendo su diámetro 1,6 veces el diámetro del cable como mínimo, y preferentemente de 15 cm. La disposición de los canales y tubos será tal que los radios de curvatura a que deban someterse los cables serán como mínimo igual a 10 veces su diámetro, con un mínimo de 0,60 m.

Después de colocados los cables se obstruirá el orificio de paso por un tapón al que, para evitar la entrada de roedores, se incorporarán materiales duros que no dañen el cable.

En el exterior del centro los cables estarán directamente enterrados, excepto si atraviesan otros locales, en cuyo caso se colocarán en tubos o canales. Se tomarán las medidas necesarias para asegurar en todo momento la protección mecánica de los cables, y su fácil identificación.

Los conductores de alta tensión y baja tensión estarán constituidos por cables unipolares de aluminio con aislamiento seco termoestable, y un nivel de aislamiento acorde a la tensión de servicio.

4.2.3.4.- ALUMBRADO.

El alumbrado artificial, siempre obligatorio, será preferiblemente de incandescencia.

Los focos luminosos estarán colocados sobre soportes rígidos y dispuestos de manera que los aparatos de seccionamiento no queden en una zona de sombra; permitirán además la lectura correcta de los aparatos de medida. Se situarán de tal manera que la sustitución de lámparas pueda efectuarse sin necesidad de interrumpir la media tensión y sin peligro para el operario.

Los interruptores de alumbrado se situarán en la proximidad de las puertas de acceso.

La instalación para el servicio propio del CT llevará un interruptor diferencial de alta sensibilidad (30 mA).

4.2.3.5.- PUESTAS A TIERRA.

Las puestas a tierra se realizarán en la forma indicada en el proyecto, debiendo cumplirse estrictamente lo referente a separación de circuitos, forma de constitución y valores deseados para las puestas a tierra.

Condiciones de los circuitos de puesta a tierra

- No se unirán al circuito de puesta a tierra las puertas de acceso y ventanas metálicas de ventilación del CT.

- La conexión del neutro a su toma se efectuará, siempre que sea posible, antes del dispositivo de seccionamiento B.T.

- En ninguno de los circuitos de puesta a tierra se colocarán elementos de seccionamiento.

- Cada circuito de puesta a tierra llevará un borne para la medida de la resistencia de tierra, situado en un punto fácilmente accesible.

- Los circuitos de tierra se establecerán de manera que se eviten los deterioros debidos a acciones mecánicas, químicas o de otra índole.

- La conexión del conductor de tierra con la toma de tierra se efectuará de manera que no haya peligro de aflojarse o soltarse.

- Los circuitos de puesta a tierra formarán una línea continua, en la que no podrán incluirse en serie las masas del centro. Siempre la conexión de las masas se efectuará por derivación.

- Los conductores de tierra enterrados serán de cobre, y su sección nunca será inferior a 50 mm².

- Cuando la alimentación a un centro se efectúe por medio de cables subterráneos provistos de cubiertas metálicas, se asegurará la continuidad de éstas por medio de un

conductor de cobre lo más corto posible, de sección no inferior a 50 mm². La cubierta metálica se unirá al circuito de puesta a tierra de las masas.

- La continuidad eléctrica entre un punto cualquiera de la masa y el conductor de puesta a tierra, en el punto de penetración en el suelo, satisfará la condición de que la resistencia eléctrica correspondiente sea inferior a 0,4 ohmios.

4.2.4.- NORMAS DE EJECUCION DE LAS INSTALACIONES.

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

Además del cumplimiento de lo expuesto, las instalaciones se ajustarán a las normativas que le pudieran afectar, emanadas por organismos oficiales y en particular las de la compañía suministradora de la electricidad.

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

La admisión de materiales no se permitirá sin la previa aceptación por parte del Director de Obra. En este sentido, se realizarán cuantos ensayos y análisis indique el D.O., aunque no estén indicados en este Pliego de Condiciones. Para ello se tomarán como referencia las distintas Recomendaciones UNESA, Normas UNE, etc. que les sean de aplicación.

4.2.5.- PRUEBAS REGLAMENTARIAS.

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

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

- Resistencia de aislamiento de la instalación.
- Resistencia del sistema de puesta a tierra.
- Tensiones de paso y de contacto.

Las pruebas y ensayos a que serán sometidas las celdas una vez terminada su fabricación serán las siguientes:

- Prueba de operación mecánica.
- Prueba de dispositivos auxiliares, hidráulicos, neumáticos y eléctricos.
- Verificación de cableado.
- Ensayo de frecuencia industrial.
- Ensayo dieléctrico de circuitos auxiliares y de control.
- Ensayo de onda de choque 1,2/50 ms.
- Verificación del grado de protección.

4.2.6.- CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD.

4.2.6.1.- PREVENCIÓNES GENERALES.

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

Se pondrán en sitio visible del local, y a su entrada, placas de aviso de "Peligro de muerte".

En el interior del local no habrá más objetos que los destinados al servicio al centro de transformación, como banqueta, guantes, etc.

No está permitido fumar ni encender cerillas ni cualquier otra clase de combustible en el interior del local del centro de transformación y en caso de incendio no se empleará nunca agua.

No se tocará ninguna parte de la instalación en tensión, aunque se esté aislado.

Todas las maniobras se efectuarán colocándose convenientemente sobre la banqueta.

Cada grupo de celdas llevará una placa de características con los siguientes datos:

- Nombre del fabricante.
- Tipo de apartamentada y número de fabricación.
- Año de fabricación.
- Tensión nominal.
- Intensidad nominal.
- Intensidad nominal de corta duración.
- Frecuencia industrial.

Junto al accionamiento de la apartamentada de las celdas se incorporarán, de forma gráfica y clara, las marcas e indicaciones necesarias para la correcta manipulación de dicha apartamentada.

En sitio bien visible estarán colocadas las instrucciones relativas a los socorros que deben prestarse en los accidentes causados por electricidad, debiendo estar el personal instruido prácticamente a este respecto, para aplicarlas en caso necesario. También, y en sitio visible, debe figurar el presente Reglamento y esquema de todas las conexiones de la instalación, aprobado por la Consejería de Industria, a la que se pasará aviso en el caso de introducir alguna modificación en este centro de transformación, para su inspección y aprobación, en su caso.

4.2.6.2.- PUESTA EN SERVICIO.

Se conectarán primero los seccionadores de alta y a continuación el interruptor de alta, dejando en vacío el transformador. Posteriormente, se conectará el interruptor general de baja, procediendo en último término a la maniobra de la red de baja tensión.

Si al poner en servicio una línea se disparase el interruptor automático o hubiera fusión de cartuchos fusibles, antes de volver a conectar se reconocerá detenidamente la línea e instalaciones y, si se observase alguna irregularidad, se dará cuenta de modo inmediato a la empresa suministradora de energía.

4.2.6.3.- SEPARACION DE SERVICIO.

Se procederá en orden inverso al determinado en el apartado anterior, o sea, desconectando la red de baja tensión y separando después el interruptor de alta y seccionadores.

4.2.6.4.- MANTENIMIENTO.

El mantenimiento consistirá en la limpieza, engrasado y verificado de los componentes fijos y móviles de todos aquellos elementos que fuese necesario.

A fin de asegurar un buen contacto en las mordazas de los fusibles y cuchillas de los interruptores, así como en las bornas de fijación de las líneas de alta y de baja tensión, la limpieza se efectuará con la debida frecuencia. Esta se hará sobre banqueta, con trapos perfectamente secos, y teniendo muy presente que el aislamiento que es necesario para garantizar la seguridad personal, sólo se consigue teniendo en perfectas condiciones y sin apoyar en metales u otros materiales derivados a tierra.

Si es necesario cambiar los fusibles, se emplearán de las mismas características de resistencia y curva de fusión.

La temperatura del líquido refrigerante no debe sobrepasar los 60°C.

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

4.2.7.- CERTIFICADOS Y DOCUMENTACION.

Se aportará, para la tramitación de este proyecto ante los organismos públicos, la documentación siguiente:

- Autorización administrativa.
- Proyecto, suscrito por técnico competente.
- Certificado de tensiones de paso y contacto, por parte de empresa homologada.
- Certificado de Dirección de obra.
- Contrato de mantenimiento.
- Escrito de conformidad por parte de la compañía suministradora.

4.2.8.- LIBRO DE ORDENES.

Se dispondrá en el centro de transformación de un libro de órdenes, en el que se harán constar las incidencias surgidas en el transcurso de su ejecución y explotación, incluyendo cada visita, revisión, etc.

En Murcia, 16 de diciembre de 2013

Fdo. Marcelino Olmos Carrasco
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL

Presupuesto: ADECUACIÓN EDAR DE BULLAS, MURCIA (M.T. Y C.T.)

Presupuesto parcial nº 1 LINEA MEDIA TENSION

Num.	Ud	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
1.1	m.	Canalización para red eléctrica en media tensión bajo acera prevista, compuesta por tres tubos D=160 mm., colocados en fondo de zanja de 50 cm. de ancho y 95 cm. de profundidad, incluyendo cintas de señalización, montaje de conductores 3(1x240)Al. 12/20 kV., y pruebas de rigidez dieléctrica, totalmente instalada, transporte, montaje y conexionado. No incluida excavación de zanjas, relleno de zanja ni reposición de pavimento existente.	205,000	191,83	39.325,15
1.2	m.	Canalización para red eléctrica en media tensión bajo calzada prevista en cruces, compuesta por tres tubos D=160 mm., colocados en fondo de zanja de 50 cm. de ancho y 115 cm. de profundidad, incluyendo cintas de señalización, montaje de conductores 3(1x240)Al. 12/20 kV., y pruebas de rigidez dieléctrica, totalmente instalada, transporte, montaje y conexionado. No incluida excavación de zanjas, dado de hormigón de los tubos, relleno de zanja ni reposición de pavimento existente.	15,000	229,00	3.435,00
1.3	ud	Empalme en cable tripolar, realizado con empalmes unipolares premoldeados tipo EUPM-400/20-240 Al, de 12/20kV. de tensión nominal, para cable de aluminio 240mm ² , incluso accesorios. Totalmente terminado.	2,000	1.033,67	2.067,34
Total presupuesto parcial nº 1 LINEA MEDIA TENSION:					44.827,49

Presupuesto parcial nº 2 CENTRO SECCIONAMIENTO

Num.	Ud	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
2.1.- EDIFICIO SECCIONAMIENTO					
2.1.1	ud	Edificio prefabricado constituido por una envolvente, de estructura monobloque, de hormigón armado, tipo CMS-15, de dimensiones generales aproximadas 1700 mm de largo por 1600 mm de fondo por 2010 mm de alto. Incluye el edificio y todos sus elementos exteriores según IEC 62271-202, transporte, montaje y accesorios.	1,000	6.254,53	6.254,53
Total 2.1.- S01 EDIFICIO SECCIONAMIENTO:					6.254,53
2.2.- EQUIPO MEDIA TENSION					
2.2.1		Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL, con las siguientes características: Un = 24 kV In = 400 A Icc = 16 kA / 40 kA Dimensiones: 365 mm / 735 mm / 1740 mm Mando: manual tipo B Se incluyen el montaje y conexión.	1,000	4.010,87	4.010,87
2.2.2		Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, con las siguientes características: Un = 24 kV In = 400 A Icc = 16 kA / 40 kA Dimensiones: 470 mm / 735 mm / 1740 mm Mando (fusibles): manual tipo BR Relé de protección: ekorRPT-201B Se incluyen el montaje y conexión.	2,000	5.680,37	11.360,74
2.2.3		Cables MT 12/20 kV del tipo DHV, unipolares, con conductores de sección y material 1x50 Al empleando 3 de 2 m de longitud, y terminaciones ELASTIMOLD de 24 kV del tipo enchufable recta y modelo K152SR y del tipo cono difusor y modelo OTK 224.	1,000	812,83	812,83
Total 2.2.- S02 EQUIPO MEDIA TENSION:					16.184,44
2.3.- RED DE TIERRAS					
2.3.1		Instalación exterior de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, debidamente montada y conexionada, empleando conductor de cobre desnudo. El conductor de cobre está unido a picas de acero cobreado de 14 mm de diámetro. Características: Geometría: Anillo rectangular Profundidad: 0,8 m Número de picas: cuatro Longitud de picas: 2 metros Dimensiones del rectángulo: 8x4.	1,000	1.117,08	1.117,08
2.3.2		Instalación de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, con el conductor de cobre desnudo, grapado a la pared, y conectado a los equipos de MT y demás apartada de este edificio, así como una caja general de tierra de protección según las normas de la compañía suministradora.	1,000	829,20	829,20
Total 2.3.- S03 RED DE TIERRAS:					1.946,28
Total presupuesto parcial nº 2 CENTRO SECCIONAMIENTO:					24.385,25

Presupuesto parcial nº 3 CENTRO TRANSFORMACION 630kVA

Num.	Ud	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
3.1.- EDIFICIO OBRA CIVIL					
3.1.1		Acondicionamiento de un edificio en obra civil, para albergar la apartamenta, transformadores y demás elementos en las condiciones especificadas en Características de los Materiales.	1,000	12.970,72	12.970,72
Total 3.1.- 01 EDIFICIO OBRA CIVIL:					12.970,72
3.2.- EQUIPO DE MEDIA TENSIÓN					
3.2.1		Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL, con las siguientes características: Un = 24 kV In = 400 A Icc = 16 kA / 40 kA Dimensiones: 365 mm / 735 mm / 1740 mm Mando: manual tipo B Se incluyen el montaje y conexión.	1,000	4.010,87	4.010,87
3.2.2		Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, con las siguientes características: Un = 24 kV In = 400 A Icc = 16 kA / 40 kA Dimensiones: 470 mm / 735 mm / 1740 mm Mando (fusibles): manual tipo BR Relé de protección: ekorRPT-201B Se incluyen el montaje y conexión.	1,000	5.680,37	5.680,37
3.2.3		Cables MT 12/20 kV del tipo DHV, unipolares, con conductores de sección y material 1x50 Al empleando 3 de 2 m de longitud, y terminaciones ELASTIMOLD de 24 kV del tipo enchufable recta y modelo K152SR y del tipo cono difusor y modelo OTK 224.	1,000	812,83	812,83
3.2.4		Cables MT 12/20 kV del tipo DHV, unipolares, con conductores de sección y material 1x50 Al empleando 3 de 2 m de longitud, y terminaciones ELASTIMOLD de 24 kV del tipo enchufable recta y modelo K152SR y del tipo cono difusor y modelo OTK 224.	1,000	600,34	600,34
3.2.5		Cables MT 12/20 kV del tipo DHZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x50 Al empleando 3 de 10 m de longitud, y terminaciones ELASTIMOLD de 24 kV del tipo cono difusor y modelo OTK 224.	1,000	812,53	812,53
Total 3.2.- 02 EQUIPO DE MEDIA TENSIÓN:					11.916,94
3.3.- TRANSFORMADOR					
3.3.1		Transformador trifásico reductor de tensión, según las normas citadas en la Memoria con neutro accesible en el secundario, de potencia 630 kVA y refrigeración natural aceite, de tensión primaria 20 kV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2), grupo de conexión Dyn11, de tensión de cortocircuito de 4% y regulación primaria de + 2,5%, + 5%, + 7,5%, + 10 %. Se incluye también una protección con Termómetro.	1,000	15.248,58	15.248,58
Total 3.3.- 03 TRANSFORMADOR:					15.248,58
3.4.- RED DE TIERRAS					
3.4.1		Instalación exterior de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, debidamente montada y conexionada, empleando conductor de cobre desnudo. El conductor de cobre está unido a picas de acero cobreado de 14 mm de diámetro. Características: Geometría: Anillo rectangular Profundidad: 0,8 m Número de picas: cuatro Longitud de picas: 2 metros Dimensiones del rectángulo: 8x4.	1,000	1.117,08	1.117,08

Presupuesto parcial nº 3 CENTRO TRANSFORMACION 630kVA

Num.	Ud	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
3.4.2		Tierra de servicio o neutro del transformador. Instalación exterior realizada con cobre aislado con el mismo tipo de materiales que las tierras de protección. Características: Geometría: Picas alineadas Profundidad: 0,8 m Número de picas: dos Longitud de picas: 2 metros Distancia entre picas: 3 metros	1,000	746,53	746,53
3.4.3		Instalación de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, con el conductor de cobre desnudo, grapado a la pared, y conectado a los equipos de MT y demás apartamentada de este edificio, así como una caja general de tierra de protección según las normas de la compañía suministradora.	1,000	829,20	829,20
3.4.4		Instalación de puesta a tierra de servicio en el edificio de transformación, con el conductor de cobre aislado, grapado a la pared, y conectado al neutro de BT, así como una caja general de tierra de servicio según las normas de la compañía suministradora.	1,000	914,32	914,32
			Total 3.4.- 05 RED DE TIERRAS:		3.607,13
3.5.- VARIOS					
3.5.1		Protección metálica para defensa del transformador.	1,000	299,98	299,98
3.5.2		Equipo de iluminación compuesto de: Equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en los equipos de MT. Equipo autónomo de alumbrado de emergencia y señalización de la salida del local.	1,000	636,00	636,00
3.5.3		Equipo de operación que permite tanto la realización de maniobras con aislamiento suficiente para proteger al personal durante la operación, tanto de maniobras como de mantenimiento, compuesto por: Banquillo aislante Par de guantes de amianto Una palanca de accionamiento	1,000	742,00	742,00
			Total 3.5.- 06 VARIOS:		1.677,98
Total presupuesto parcial nº 3 CENTRO TRANSFORMACION 630kVA:					45.421,35

Presupuesto parcial nº 4 OTROS

Num.	Ud	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
4.1	ud	Partida Alzada modificación transformadores intensidad en C.T. aguas arriba para adecuación de medida a la nueva demanda de potencia.	1,000	826,80	826,80
Total presupuesto parcial nº 4 OTROS:					826,80

Presupuesto de ejecución material

	Importe (€)
1 LINEA MEDIA TENSION	44.827,49
2 CENTRO SECCIONAMIENTO	24.385,25
2.1.- EDIFICIO SECCIONAMIENTO	6.254,53
2.2.- EQUIPO MEDIA TENSION	16.184,44
2.3.- RED DE TIERRAS	1.946,28
3 CENTRO TRANSFORMACION 630kVA	45.421,35
3.1.- EDIFICIO OBRA CIVIL	12.970,72
3.2.- EQUIPO DE MEDIA TENSION	11.916,94
3.3.- TRANSFORMADOR	15.248,58
3.4.- RED DE TIERRAS	3.607,13
3.5.- VARIOS	1.677,98
4 OTROS	826,80
Total	115.460,89

Asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de CIENTO QUINCE MIL CUATROCIENTOS SESENTA EUROS CON OCHENTA Y NUEVE CÉNTIMOS.

MURCIA, DICIEMBRE 2013
EL ING. TÉCN. INDUSTRIAL, Por MO Ingeniería

MARCELINO OLMOS CARRASCO

Medición

Comentario	P.ig.	Largo	Ancho	Alto	Subtotal	Total	
1.1 LSMTDENT	m.	Canalización para red eléctrica en media tensión bajo acera prevista, compuesta por tres tubos D=160 mm., colocados en fondo de zanja de 50 cm. de ancho y 95 cm. de profundidad, incluyendo cintas de señalización, montaje de conductores 3(1x240)Al. 12/20 kV., y pruebas de rigidez dieléctrica, totalmente instalada, transporte, montaje y conexionado. No incluida excavación de zanjas, relleno de zanja ni reposición de pavimento existente.					
CONEXION CS	2,00	5,00			10,00		
CS-Vial CT	1,00	195,00			195,00		
					Total m.....:	205,00	
1.2 LSMTBTUB	m.	Canalización para red eléctrica en media tensión bajo calzada prevista en cruces, compuesta por tres tubos D=160 mm., colocados en fondo de zanja de 50 cm. de ancho y 115 cm. de profundidad, incluyendo cintas de señalización, montaje de conductores 3(1x240)Al. 12/20 kV., y pruebas de rigidez dieléctrica, totalmente instalada, transporte, montaje y conexionado. No incluida excavación de zanjas, dado de hormigón de los tubos, relleno de zanja ni reposición de pavimento existente.					
Cruce a CT	1,00	15,00			15,00		
					Total m.....:	15,00	
1.3 D10SX0041	ud	Empalme en cable tripolar, realizado con empalmes unipolares premoldeados tipo EUPM-400/20-240 Al, de 12/20kV. de tensión nominal, para cable de aluminio 240mm², incluso accesorios. Totalmente terminado.					
					Total ud.....:	2,00	

Comentario	P.ig.	Largo	Ancho	Alto	Subtotal	Total	
2.1 EDIFICIO SECCIONAMIENTO							
2.1.1 S0101	ud	Edificio prefabricado constituido por una envolvente, de estructura monobloque, de hormigón armado, tipo CMS-15, de dimensiones generales aproximadas 1700 mm de largo por 1600 mm de fondo por 2010 mm de alto. Incluye el edificio y todos sus elementos exteriores según IEC 62271-202, transporte, montaje y accesorios.					
					Total ud.....:	1,00	
2.2 EQUIPO MEDIA TENSION							
2.2.1 021		Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL, con las siguientes características: Un = 24 kV In = 400 A Icc = 16 kA / 40 kA Dimensiones: 365 mm / 735 mm / 1740 mm Mando: manual tipo B Se incluyen el montaje y conexión.					
					Total	1,00	
2.2.2 025		Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, con las siguientes características: Un = 24 kV In = 400 A Icc = 16 kA / 40 kA Dimensiones: 470 mm / 735 mm / 1740 mm Mando (fusibles): manual tipo BR Relé de protección: ekorRPT-201B Se incluyen el montaje y conexión.					
					Total	2,00	
2.2.3 027		Cables MT 12/20 kV del tipo DHV, unipolares, con conductores de sección y material 1x50 Al empleando 3 de 2 m de longitud, y terminaciones ELASTIMOLD de 24 kV del tipo enchufable recta y modelo K152SR y del tipo cono difusor y modelo OTK 224.					
					Total	1,00	
2.3 RED DE TIERRAS							
2.3.1 051		Instalación exterior de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, debidamente montada y conexionada, empleando conductor de cobre desnudo. El conductor de cobre está unido a picas de acero cobreado de 14 mm de diámetro. Características: Geometría: Anillo rectangular Profundidad: 0,8 m Número de picas: cuatro Longitud de picas: 2 metros Dimensiones del rectángulo: 8x4.					
					Total	1,00	
2.3.2 053		Instalación de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, con el conductor de cobre desnudo, grapado a la pared, y conectado a los equipos de MT y demás aparata de este edificio, así como una caja general de tierra de protección según las normas de la compañía suministradora.					
					Total	1,00	

Comentario	P.ig.	Largo	Ancho	Alto	Subtotal	Total	
3.1 EDIFICIO OBRA CIVIL							
3.1.1 011	Acondicionamiento de un edificio en obra civil, para albergar la apartamenta, transformadores y demás elementos en las condiciones especificadas en Características de los Materiales.						
					Total	1,00	
3.2 EQUIPO DE MEDIA TENSIÓN							
3.2.1 021	Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL, con las siguientes características: Un = 24 kV In = 400 A Icc = 16 kA / 40 kA Dimensiones: 365 mm / 735 mm / 1740 mm Mando: manual tipo B Se incluyen el montaje y conexión.						
					Total	1,00	
3.2.2 025	Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, con las siguientes características: Un = 24 kV In = 400 A Icc = 16 kA / 40 kA Dimensiones: 470 mm / 735 mm / 1740 mm Mando (fusibles): manual tipo BR Relé de protección: ekorRPT-201B Se incluyen el montaje y conexión.						
					Total	1,00	
3.2.3 027	Cables MT 12/20 kV del tipo DHV, unipolares, con conductores de sección y material 1x50 Al empleando 3 de 2 m de longitud, y terminaciones ELASTIMOLD de 24 kV del tipo enchufable recta y modelo K152SR y del tipo cono difusor y modelo OTK 224.						
					Total	1,00	
3.2.4 028	Cables MT 12/20 kV del tipo DHV, unipolares, con conductores de sección y material 1x50 Al empleando 3 de 2 m de longitud, y terminaciones ELASTIMOLD de 24 kV del tipo enchufable recta y modelo K152SR y del tipo cono difusor y modelo OTK 224.						
					Total	1,00	
3.2.5 029	Cables MT 12/20 kV del tipo DHZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x50 Al empleando 3 de 10 m de longitud, y terminaciones ELASTIMOLD de 24 kV del tipo cono difusor y modelo OTK 224.						
					Total	1,00	
3.3 TRANSFORMADOR							
3.3.1 031	Transformador trifásico reductor de tensión, según las normas citadas en la Memoria con neutro accesible en el secundario, de potencia 630 kVA y refrigeración natural aceite, de tensión primaria 20 kV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2), grupo de conexión Dyn11, de tensión de cortocircuito de 4% y regulación primaria de + 2,5%, + 5%, + 7,5%, + 10 %. Se incluye también una protección con Termómetro.						
					Total	1,00	
3.4 RED DE TIERRAS							
3.4.1 051	Instalación exterior de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, debidamente montada y conexionada, empleando conductor de cobre desnudo. El conductor de cobre está unido a picas de acero cobreado de 14 mm de diámetro. Características: Geometría: Anillo rectangular Profundidad: 0,8 m Número de picas: cuatro Longitud de picas: 2 metros Dimensiones del rectángulo: 8x4.						
					Total	1,00	

Comentario	P.ig.	Largo	Ancho	Alto	Subtotal	Total
3.4.2 052	Tierra de servicio o neutro del transformador. Instalación exterior realizada con cobre aislado con el mismo tipo de materiales que las tierras de protección. Características: Geometría: Picas alineadas Profundidad: 0,8 m Número de picas: dos Longitud de picas: 2 metros Distancia entre picas: 3 metros					
					Total	1,00
3.4.3 053	Instalación de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, con el conductor de cobre desnudo, grapado a la pared, y conectado a los equipos de MT y demás aparata de este edificio, así como una caja general de tierra de protección según las normas de la compañía suministradora.					
					Total	1,00
3.4.4 054	Instalación de puesta a tierra de servicio en el edificio de transformación, con el conductor de cobre aislado, grapado a la pared, y conectado al neutro de BT, así como una caja general de tierra de servicio según las normas de la compañía suministradora.					
					Total	1,00
3.5 VARIOS						
3.5.1 061	Protección metálica para defensa del transformador.					
					Total	1,00
3.5.2 062	Equipo de iluminación compuesto de: Equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en los equipos de MT. Equipo autónomo de alumbrado de emergencia y señalización de la salida del local.					
					Total	1,00
3.5.3 063	Equipo de operación que permite tanto la realización de maniobras con aislamiento suficiente para proteger al personal durante la operación, tanto de maniobras como de mantenimiento, compuesto por: Banquillo aislante Par de guantes de amianto Una palanca de accionamiento					
					Total	1,00

Comentario	P.ig.	Largo	Ancho	Alto	Subtotal	Total	
4.1 TRAFINT	ud	Partida Alzada modificación transformadores intensidad en C.T. aguas arriba para adecuación de medida a la nueva demanda de potencia.					
					Total ud.....:	1,00	

Capítulo	Importe
1 LINEA MEDIA TENSION	44.827,49
2 CENTRO SECCIONAMIENTO	
2.1 EDIFICIO SECCIONAMIENTO	6.254,53
2.2 EQUIPO MEDIA TENSION	16.184,44
2.3 RED DE TIERRAS	1.946,28
Total 2 CENTRO SECCIONAMIENTO	24.385,25
3 CENTRO TRANSFORMACION 630kVA	
3.1 EDIFICIO OBRA CIVIL	12.970,72
3.2 EQUIPO DE MEDIA TENSION	11.916,94
3.3 TRANSFORMADOR	15.248,58
3.4 RED DE TIERRAS	3.607,13
3.5 VARIOS	1.677,98
Total 3 CENTRO TRANSFORMACION 630kVA	45.421,35
4 OTROS	826,80
Presupuesto de ejecución material	115.460,89
13% de gastos generales	15.009,92
6% de beneficio industrial	6.927,65
Suma	137.398,46
21% IVA	28.853,68
Presupuesto de ejecución por contrata	166.252,14

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata a la expresada cantidad de CIENTO SESENTA Y SEIS MIL DOSCIENTOS CINCUENTA Y DOS EUROS CON CATORCE CÉNTIMOS.

MURCIA, DICIEMBRE 2013
 EL ING. TÉCN. INDUSTRIAL, Por MO Ingeniería

MARCELINO OLMOS CARRASCO

Cuadro de precios nº 2

Nº	Designación	Importe	
		Parcial (euros)	Total (euros)
1.1	<p>1 LINEA MEDIA TENSION</p> <p>m. Canalización para red eléctrica en media tensión bajo acera prevista, compuesta por tres tubos D=160 mm., colocados en fondo de zanja de 50 cm. de ancho y 95 cm. de profundidad, incluyendo cintas de señalización, montaje de conductores 3(1x240)Al. 12/20 kV., y pruebas de rigidez dieléctrica, totalmente instalada, transporte, montaje y conexionado. No incluida excavación de zanjas, relleno de zanja ni reposición de pavimento existente.</p> <p style="margin-left: 20px;"><i>Mano de obra</i> 16,21 <i>Maquinaria</i> 3,15 <i>Materiales</i> 161,61 <i>6 % Costes Indirectos</i> 10,86</p>		191,83
1.2	<p>m. Canalización para red eléctrica en media tensión bajo calzada prevista en cruces, compuesta por tres tubos D=160 mm., colocados en fondo de zanja de 50 cm. de ancho y 115 cm. de profundidad, incluyendo cintas de señalización, montaje de conductores 3(1x240)Al. 12/20 kV., y pruebas de rigidez dieléctrica, totalmente instalada, transporte, montaje y conexionado. No incluida excavación de zanjas, dado de hormigón de los tubos, relleno de zanja ni reposición de pavimento existente.</p> <p style="margin-left: 20px;"><i>Mano de obra</i> 11,46 <i>Maquinaria</i> 3,35 <i>Materiales</i> 201,23 <i>6 % Costes Indirectos</i> 12,96</p>		229,00
1.3	<p>ud Empalme en cable tripolar, realizado con empalmes unipolares premoldeados tipo EUPM-400/20-240 Al, de 12/20kV. de tensión nominal, para cable de aluminio 240mm², incluso accesorios. Totalmente terminado.</p> <p style="margin-left: 20px;"><i>Mano de obra</i> 130,76 <i>Materiales</i> 816,00 <i>Resto de Obra</i> 28,40 <i>6 % Costes Indirectos</i> 58,51</p>		1.033,67
	2 CENTRO SECCIONAMIENTO		
	2.1 EDIFICIO SECCIONAMIENTO		
2.1.1	<p>ud Edificio prefabricado constituido por una envolvente, de estructura monobloque, de hormigón armado, tipo CMS-15, de dimensiones generales aproximadas 1700 mm de largo por 1600 mm de fondo por 2010 mm de alto. Incluye el edificio y todos sus elementos exteriores según IEC 62271-202, transporte, montaje y accesorios.</p> <p style="margin-left: 20px;"><i>Sin descomposición</i> 5.900,50 <i>6 % Costes Indirectos</i> 354,03</p>		6.254,53
	2.2 EQUIPO MEDIA TENSION		
2.2.1	<p>Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL, con las siguientes características: Un = 24 kV In = 400 A Icc = 16 kA / 40 kA Dimensiones: 365 mm / 735 mm / 1740 mm Mando: manual tipo B Se incluyen el montaje y conexión.</p> <p style="margin-left: 20px;"><i>Mano de obra</i> 140,64 <i>Materiales</i> 3.643,20 <i>6 % Costes Indirectos</i> 227,03</p>		4.010,87

Cuadro de precios nº 2

Nº	Designación	Importe	
		Parcial (euros)	Total (euros)
2.2.2	Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, con las siguientes características: Un = 24 kV In = 400 A Icc = 16 kA / 40 kA Dimensiones: 470 mm / 735 mm / 1740 mm Mando (fusibles): manual tipo BR Relé de protección: ekorRPT-201B Se incluyen el montaje y conexión. <i>Mano de obra</i> <i>Materiales</i> <i>6 % Costes Indirectos</i>	140,64 5.218,20 321,53	5.680,37
2.2.3	Cables MT 12/20 kV del tipo DHV, unipolares, con conductores de sección y material 1x50 Al empleando 3 de 2 m de longitud, y terminaciones ELASTIMOLD de 24 kV del tipo enchufable recta y modelo K152SR y del tipo cono difusor y modelo OTK 224. <i>Mano de obra</i> <i>Materiales</i> <i>6 % Costes Indirectos</i>	70,32 696,50 46,01	812,83
2.3 RED DE TIERRAS			
2.3.1	Instalación exterior de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, debidamente montada y conexionada, empleando conductor de cobre desnudo. El conductor de cobre está unido a picas de acero cobreado de 14 mm de diámetro. Características: Geometría: Anillo rectangular Profundidad: 0,8 m Número de picas: cuatro Longitud de picas: 2 metros Dimensiones del rectángulo: 8x4. <i>Mano de obra</i> <i>Materiales</i> <i>6 % Costes Indirectos</i>	163,45 890,40 63,23	1.117,08
2.3.2	Instalación de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, con el conductor de cobre desnudo, grapado a la pared, y conectado a los equipos de MT y demás apartada de este edificio, así como una caja general de tierra de protección según las normas de la compañía suministradora. <i>Mano de obra</i> <i>Materiales</i> <i>6 % Costes Indirectos</i>	130,76 651,50 46,94	829,20
3 CENTRO TRANSFORMACION 630kVA			
3.1 EDIFICIO OBRA CIVIL			
3.1.1	Acondicionamiento de un edificio en obra civil, para albergar la apartada, transformadores y demás elementos en las condiciones especificadas en Características de los Materiales. <i>Mano de obra</i> <i>Maquinaria</i> <i>Materiales</i> <i>6 % Costes Indirectos</i>	67,40 309,03 11.860,10 734,19	12.970,72
3.2 EQUIPO DE MEDIA TENSIÓN			
3.2.1	Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL, con las siguientes características: Un = 24 kV In = 400 A Icc = 16 kA / 40 kA Dimensiones: 365 mm / 735 mm / 1740 mm Mando: manual tipo B Se incluyen el montaje y conexión. <i>Mano de obra</i> <i>Materiales</i> <i>6 % Costes Indirectos</i>	140,64 3.643,20 227,03	4.010,87

Cuadro de precios nº 2

Nº	Designación	Importe	
		Parcial (euros)	Total (euros)
3.2.2	Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, con las siguientes características: Un = 24 kV In = 400 A Icc = 16 kA / 40 kA Dimensiones: 470 mm / 735 mm / 1740 mm Mando (fusibles): manual tipo BR Relé de protección: ekorRPT-201B Se incluyen el montaje y conexión. <i>Mano de obra</i> <i>Materiales</i> <i>6 % Costes Indirectos</i>	140,64 5.218,20 321,53	5.680,37
3.2.3	Cables MT 12/20 kV del tipo DHV, unipolares, con conductores de sección y material 1x50 Al empleando 3 de 2 m de longitud, y terminaciones ELASTIMOLD de 24 kV del tipo enchufable recta y modelo K152SR y del tipo cono difusor y modelo OTK 224. <i>Mano de obra</i> <i>Materiales</i> <i>6 % Costes Indirectos</i>	70,32 696,50 46,01	812,83
3.2.4	Cables MT 12/20 kV del tipo DHV, unipolares, con conductores de sección y material 1x50 Al empleando 3 de 2 m de longitud, y terminaciones ELASTIMOLD de 24 kV del tipo enchufable recta y modelo K152SR y del tipo cono difusor y modelo OTK 224. <i>Mano de obra</i> <i>Materiales</i> <i>6 % Costes Indirectos</i>	35,16 531,20 33,98	600,34
3.2.5	Cables MT 12/20 kV del tipo DHZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x50 Al empleando 3 de 10 m de longitud, y terminaciones ELASTIMOLD de 24 kV del tipo cono difusor y modelo OTK 224. <i>Mano de obra</i> <i>Materiales</i> <i>6 % Costes Indirectos</i>	140,64 625,90 45,99	812,53
3.3 TRANSFORMADOR			
3.3.1	Transformador trifásico reductor de tensión, según las normas citadas en la Memoria con neutro accesible en el secundario, de potencia 630 kVA y refrigeración natural aceite, de tensión primaria 20 kV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2), grupo de conexión Dyn11, de tensión de cortocircuito de 4% y regulación primaria de + 2,5%, + 5%, + 7,5%, + 10 %. Se incluye también una protección con Termómetro. <i>Mano de obra</i> <i>Materiales</i> <i>6 % Costes Indirectos</i>	914,16 13.471,29 863,13	15.248,58
3.4 RED DE TIERRAS			
3.4.1	Instalación exterior de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, debidamente montada y conexionada, empleando conductor de cobre desnudo. El conductor de cobre está unido a picas de acero cobreado de 14 mm de diámetro. Características: Geometría: Anillo rectangular Profundidad: 0,8 m Número de picas: cuatro Longitud de picas: 2 metros Dimensiones del rectángulo: 8x4. <i>Mano de obra</i> <i>Materiales</i> <i>6 % Costes Indirectos</i>	163,45 890,40 63,23	1.117,08

Cuadro de precios nº 2

Nº	Designación	Importe	
		Parcial (euros)	Total (euros)
3.4.2	Tierra de servicio o neutro del transformador. Instalación exterior realizada con cobre aislado con el mismo tipo de materiales que las tierras de protección. Características: Geometría: Picas alineadas Profundidad: 0,8 m Número de picas: dos Longitud de picas: 2 metros Distancia entre picas: 3 metros <i>Mano de obra</i> <i>Materiales</i> <i>6 % Costes Indirectos</i>	98,07 606,20 42,26	746,53
3.4.3	Instalación de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, con el conductor de cobre desnudo, grapado a la pared, y conectado a los equipos de MT y demás apartamentada de este edificio, así como una caja general de tierra de protección según las normas de la compañía suministradora. <i>Mano de obra</i> <i>Materiales</i> <i>6 % Costes Indirectos</i>	130,76 651,50 46,94	829,20
3.4.4	Instalación de puesta a tierra de servicio en el edificio de transformación, con el conductor de cobre aislado, grapado a la pared, y conectado al neutro de BT, así como una caja general de tierra de servicio según las normas de la compañía suministradora. <i>Mano de obra</i> <i>Materiales</i> <i>6 % Costes Indirectos</i>	98,07 764,50 51,75	914,32
3.5 VARIOS			
3.5.1	Protección metálica para defensa del transformador. <i>Sin descomposición</i> <i>6 % Costes Indirectos</i>	283,00 16,98	299,98
3.5.2	Equipo de iluminación compuesto de: Equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en los equipos de MT. Equipo autónomo de alumbrado de emergencia y señalización de la salida del local. <i>Sin descomposición</i> <i>6 % Costes Indirectos</i>	600,00 36,00	636,00
3.5.3	Equipo de operación que permite tanto la realización de maniobras con aislamiento suficiente para proteger al personal durante la operación, tanto de maniobras como de mantenimiento, compuesto por: Banquillo aislante Par de guantes de amianto Una palanca de accionamiento <i>Sin descomposición</i> <i>6 % Costes Indirectos</i>	700,00 42,00	742,00
4 OTROS			
4.1	ud Partida Alzada modificación transformadores intensidad en C.T. aguas arriba para adecuación de medida a la nueva demanda de potencia. <i>Sin descomposición</i> <i>6 % Costes Indirectos</i>	780,00 46,80	826,80
MURCIA, DICIEMBRE 2013 EL ING. TÉC. INDUSTRIAL, Por MO Ingeniería			
MARCELINO OLMOS CARRASCO			

Cuadro de precios nº 1

Nº	Designación	Importe	
		En cifra (euros)	En letra (euros)
1.1	1 LINEA MEDIA TENSION m. Canalización para red eléctrica en media tensión bajo acera prevista, compuesta por tres tubos D=160 mm., colocados en fondo de zanja de 50 cm. de ancho y 95 cm. de profundidad, incluyendo cintas de señalización, montaje de conductores 3(1x240)Al. 12/20 kV., y pruebas de rigidez dieléctrica, totalmente instalada, transporte, montaje y conexionado. No incluida excavación de zanjas, relleno de zanja ni reposición de pavimento existente.	191,83	CIENTO NOVENTA Y UN EUROS CON OCHENTA Y TRES CÉNTIMOS
1.2	m. Canalización para red eléctrica en media tensión bajo calzada prevista en cruces, compuesta por tres tubos D=160 mm., colocados en fondo de zanja de 50 cm. de ancho y 115 cm. de profundidad, incluyendo cintas de señalización, montaje de conductores 3(1x240)Al. 12/20 kV., y pruebas de rigidez dieléctrica, totalmente instalada, transporte, montaje y conexionado. No incluida excavación de zanjas, dado de hormigón de los tubos, relleno de zanja ni reposición de pavimento existente.	229,00	DOSCIENTOS VEINTINUEVE EUROS
1.3	ud Empalme en cable tripolar, realizado con empalmes unipolares premoldeados tipo EUPM-400/20-240 Al, de 12/20kV. de tensión nominal, para cable de aluminio 240mm ² , incluso accesorios. Totalmente terminado.	1.033,67	MIL TREINTA Y TRES EUROS CON SESENTA Y SIETE CÉNTIMOS
	2 CENTRO SECCIONAMIENTO 2.1 EDIFICIO SECCIONAMIENTO ud Edificio prefabricado constituido por una envolvente, de estructura monobloque, de hormigón armado, tipo CMS-15, de dimensiones generales aproximadas 1700 mm de largo por 1600 mm de fondo por 2010 mm de alto. Incluye el edificio y todos sus elementos exteriores según IEC 62271-202, transporte, montaje y accesorios.	6.254,53	SEIS MIL DOSCIENTOS CINCUENTA Y CUATRO EUROS CON CINCUENTA Y TRES CÉNTIMOS
2.2.1	2.2 EQUIPO MEDIA TENSION Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL, con las siguientes características: Un = 24 kV In = 400 A Icc = 16 kA / 40 kA Dimensiones: 365 mm / 735 mm / 1740 mm Mando: manual tipo B Se incluyen el montaje y conexión.	4.010,87	CUATRO MIL DIEZ EUROS CON OCHENTA Y SIETE CÉNTIMOS
2.2.2	Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, con las siguientes características: Un = 24 kV In = 400 A Icc = 16 kA / 40 kA Dimensiones: 470 mm / 735 mm / 1740 mm Mando (fusibles): manual tipo BR Relé de protección: ekorRPT-201B Se incluyen el montaje y conexión.	5.680,37	CINCO MIL SEISCIENTOS OCHENTA EUROS CON TREINTA Y SIETE CÉNTIMOS

Cuadro de precios nº 1

Nº	Designación	Importe	
		En cifra (euros)	En letra (euros)
2.2.3	Cables MT 12/20 kV del tipo DHV, unipolares, con conductores de sección y material 1x50 Al empleando 3 de 2 m de longitud, y terminaciones ELASTIMOLD de 24 kV del tipo enchufable recta y modelo K152SR y del tipo cono difusor y modelo OTK 224.	812,83	OCHOCIENTOS DOCE EUROS CON OCHENTA Y TRES CÉNTIMOS
2.3.1	2.3 RED DE TIERRAS Instalación exterior de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, debidamente montada y conexionada, empleando conductor de cobre desnudo. El conductor de cobre está unido a picas de acero cobreado de 14 mm de diámetro. Características: Geometría: Anillo rectangular Profundidad: 0,8 m Número de picas: cuatro Longitud de picas: 2 metros Dimensiones del rectángulo: 8x4.	1.117,08	MIL CIENTO DIECISIETE EUROS CON OCHO CÉNTIMOS
2.3.2	Instalación de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, con el conductor de cobre desnudo, grapado a la pared, y conectado a los equipos de MT y demás apartada de este edificio, así como una caja general de tierra de protección según las normas de la compañía suministradora.	829,20	OCHOCIENTOS VEINTINUEVE EUROS CON VEINTE CÉNTIMOS
	3 CENTRO TRANSFORMACION 630kVA		
	3.1 EDIFICIO OBRA CIVIL		
3.1.1	Acondicionamiento de un edificio en obra civil, para albergar la apartada, transformadores y demás elementos en las condiciones especificadas en Características de los Materiales.	12.970,72	DOCE MIL NOVECIENTOS SETENTA EUROS CON SETENTA Y DOS CÉNTIMOS
	3.2 EQUIPO DE MEDIA TENSIÓN		
3.2.1	Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL, con las siguientes características: Un = 24 kV In = 400 A Icc = 16 kA / 40 kA Dimensiones: 365 mm / 735 mm / 1740 mm Mando: manual tipo B Se incluyen el montaje y conexión.	4.010,87	CUATRO MIL DIEZ EUROS CON OCHENTA Y SIETE CÉNTIMOS
3.2.2	Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, con las siguientes características: Un = 24 kV In = 400 A Icc = 16 kA / 40 kA Dimensiones: 470 mm / 735 mm / 1740 mm Mando (fusibles): manual tipo BR Relé de protección: ekorRPT-201B Se incluyen el montaje y conexión.	5.680,37	CINCO MIL SEISCIENTOS OCHENTA EUROS CON TREINTA Y SIETE CÉNTIMOS
3.2.3	Cables MT 12/20 kV del tipo DHV, unipolares, con conductores de sección y material 1x50 Al empleando 3 de 2 m de longitud, y terminaciones ELASTIMOLD de 24 kV del tipo enchufable recta y modelo K152SR y del tipo cono difusor y modelo OTK 224.	812,83	OCHOCIENTOS DOCE EUROS CON OCHENTA Y TRES CÉNTIMOS

Cuadro de precios nº 1

Nº	Designación	Importe	
		En cifra (euros)	En letra (euros)
3.2.4	Cables MT 12/20 kV del tipo DHV, unipolares, con conductores de sección y material 1x50 Al empleando 3 de 2 m de longitud, y terminaciones ELASTIMOLD de 24 kV del tipo enchufable recta y modelo K152SR y del tipo cono difusor y modelo OTK 224.	600,34	SEISCIENTOS EUROS CON TREINTA Y CUATRO CÉNTIMOS
3.2.5	Cables MT 12/20 kV del tipo DHZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x50 Al empleando 3 de 10 m de longitud, y terminaciones ELASTIMOLD de 24 kV del tipo cono difusor y modelo OTK 224.	812,53	OCHOCIENTOS DOCE EUROS CON CINCUENTA Y TRES CÉNTIMOS
3.3 TRANSFORMADOR			
3.3.1	Transformador trifásico reductor de tensión, según las normas citadas en la Memoria con neutro accesible en el secundario, de potencia 630 kVA y refrigeración natural aceite, de tensión primaria 20 kV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2), grupo de conexión Dyn11, de tensión de cortocircuito de 4% y regulación primaria de + 2,5%, + 5%, + 7,5%, + 10 %. Se incluye también una protección con Termómetro.	15.248,58	QUINCE MIL DOSCIENTOS CUARENTA Y OCHO EUROS CON CINCUENTA Y OCHO CÉNTIMOS
3.4 RED DE TIERRAS			
3.4.1	Instalación exterior de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, debidamente montada y conexionada, empleando conductor de cobre desnudo. El conductor de cobre está unido a picas de acero cobreado de 14 mm de diámetro. Características: Geometría: Anillo rectangular Profundidad: 0,8 m Número de picas: cuatro Longitud de picas: 2 metros Dimensiones del rectángulo: 8x4.	1.117,08	MIL CIENTO DIECISIETE EUROS CON OCHO CÉNTIMOS
3.4.2	Tierra de servicio o neutro del transformador. Instalación exterior realizada con cobre aislado con el mismo tipo de materiales que las tierras de protección. Características: Geometría: Picas alineadas Profundidad: 0,8 m Número de picas: dos Longitud de picas: 2 metros Distancia entre picas: 3 metros	746,53	SETECIENTOS CUARENTA Y SEIS EUROS CON CINCUENTA Y TRES CÉNTIMOS
3.4.3	Instalación de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, con el conductor de cobre desnudo, grapado a la pared, y conectado a los equipos de MT y demás apartamentada de este edificio, así como una caja general de tierra de protección según las normas de la compañía suministradora.	829,20	OCHOCIENTOS VEINTINUEVE EUROS CON VEINTE CÉNTIMOS
3.4.4	Instalación de puesta a tierra de servicio en el edificio de transformación, con el conductor de cobre aislado, grapado a la pared, y conectado al neutro de BT, así como una caja general de tierra de servicio según las normas de la compañía suministradora.	914,32	NOVECIENTOS CATORCE EUROS CON TREINTA Y DOS CÉNTIMOS
3.5 VARIOS			
3.5.1	Protección metálica para defensa del transformador.	299,98	DOSCIENTOS NOVENTA Y NUEVE EUROS CON NOVENTA Y OCHO CÉNTIMOS

Cuadro de precios nº 1

Nº	Designación	Importe	
		En cifra (euros)	En letra (euros)
3.5.2	Equipo de iluminación compuesto de: Equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en los equipos de MT. Equipo autónomo de alumbrado de emergencia y señalización de la salida del local.	636,00	SEISCIENTOS TREINTA Y SEIS EUROS
3.5.3	Equipo de operación que permite tanto la realización de maniobras con aislamiento suficiente para proteger al personal durante la operación, tanto de maniobras como de mantenimiento, compuesto por: Banquillo aislante Par de guantes de amianto Una palanca de accionamiento	742,00	SETECIENTOS CUARENTA Y DOS EUROS
4.1	4 OTROS ud Partida Alzada modificación transformadores intensidad en C.T. aguas arriba para adecuación de medida a la nueva demanda de potencia.	826,80	OCHOCIENTOS VEINTISEIS EUROS CON OCHENTA CÉNTIMOS
	MURCIA, DICIEMBRE 2013 EL ING. TÉC. INDUSTRIAL, Por MO Ingeniería MARCELINO OLMOS CARRASCO		