

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA.

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DEL DISEÑO.



TRABAJO FIN DE GRADO

**PROYECTO DE LÍNEA AÉREA DE 20 kV, LÍNEA
SUBTERRÁNEA DE 20 kV Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN
DE 250 kVA PARA EDIFICIO TÉCNICO DE ADIF.**

AUTOR: JUAN JIMÉNEZ AÑO

DIRECTOR: ANTONIO FAYOS ALVÁREZ

GRADO EN ING. ELÉCTRICA

VALENCIA, SEPTIEMBRE 2016

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA.

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DEL DISEÑO.



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

**PROYECTO DE LÍNEA AÉREA DE 20 kV, LÍNEA
SUBTERRÁNEA DE 20 kV Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN
DE 250 kVA PARA EDIFICIO TÉCNICO DE ADIF.**

DOCUMENTO 1

MEMORIA.

TRABAJO FIN DE GRADO

AUTOR: JUAN JIMÉNEZ AÑÓ

DIRECTOR: ANTONIO FAYOS ALVÁREZ

VALENCIA, SEPTIEMBRE 2016

ÍNDICE

1. ANTECEDENTES.....	5
2. REGLAMENTACIÓN.....	5
3. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES.....	6
3.1 Línea aérea de alta tensión.....	7
3.1.1 Categoría de Línea y zona.....	7
3.1.2 Trazado de la Línea.....	7
3.1.3 Materiales.....	8
3.1.4 Apoyos.....	9
3.1.5 Crucetas.....	10
3.1.6 Seccionamientos y protecciones.....	11
3.1.7 Protección contra sobretensiones.....	12
3.1.8 Tomas de tierra.....	12
3.1.9 Protección de la avifauna.....	13
3.1.10 Señalización de los apoyos.....	13
3.1.11 Numeración de los apoyos.....	13
3.1.12 Protección antiescalo.....	14
3.1.13 Afección red ferroviaria.....	14
3.2. Línea subterránea de alta tensión.....	15
3.2.1 Tipo y trazado de la línea.....	15
3.2.2 Entronque Aéreo-subterráneo.....	15
3.2.3 Seccionamiento.....	16
3.2.4 Conexiones.....	16
3.2.5 Protección contra sobre tensiones.....	16
3.2.6 Materiales.....	17
3.2.7 Canalizaciones.....	18

3.3 Centro de transformación.....	22
3.3.1 Tipo de centro.	22
3.3.2 Tipo de transformador y volumen total en litros de dieléctrico.	22
3.3.3 Presupuesto total.	22
3.3.4 Características generales del centro de transformación.	23
3.3.5 Programa de necesidades.	24
3.3.6 Descripción de la instalación.....	24
4. ANEXOS.....	36
4.1. Cálculos línea aérea de alta tensión.	36
4.1.1 Tabla de tendido.....	36
4.1.2 Vanos reguladores, tablas de regulación y curvas de catenaria.	37
4.1.3 Desvío de cadenas y tiro vertical.....	41
4.1.4 Vano máximo admisible.	44
4.1.5 Apoyos.	55
4.1.6 Apoyo entronque.....	60
4.2. Cálculos línea subterránea.....	65
4.2.1 Intensidad nominal de alta tensión.....	65
4.2.2 Intensidad de cortocircuito A.T.....	65
4.2.3 Conductores línea subterránea A.T.....	65
4.2.4 Caída de tensión.....	66
4.3 Centro de Transformación.....	67
4.3.1 Intensidad de alta tensión.	67
4.3.2 Intensidad de baja tensión.	67
4.3.3 Cortocircuitos.	68
4.3.4 Dimensionado del embarrado.	69

4.3.5 Selección de las protecciones de alta y baja tensión.	69
4.3.6 Dimensionado de la ventilación del C.T.	70
4.3.7 Dimensiones del pozo apagafuegos.	70
4.3.8 Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra.	70

1. ANTECEDENTES.

ADIF (ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS, realiza la instalación de una Línea Aérea-Subterránea de M.T. 20 kV y un Centro De Transformación de 250 kVA, para suministro eléctrico del Edificio Técnico PAET de Chinchilla, ubicado en el p.k 336,566 de la Línea de Alta Velocidad Madrid – Levante, concretamente del tramo Albacete - Alicante.

Las Instalaciones estarán ubicadas en el Término Municipal de Chinchilla de Monte-Aragón (Albacete). El centro de Transformación quedará ubicado dentro de los terrenos de la Red de AVE, propiedad de ADIF.

Las características de la instalación serán las siguientes: Centro de Transformación Particular Interior en Caseta Prefabricada 20.000/400 V 250 kVA. Tipo de Acometida Línea Aérea-Subterránea M.T. 20 kV de 641 m (516 m aérea – 125 m subterránea).

2. REGLAMENTACIÓN.

En el presente TFG (trabajo fin de grado) se han tenido en cuenta todas y cada una de las prescripciones y disposiciones contenidas en la reglamentación que se cita a continuación:

- Reglamento Técnico de Líneas Eléctricas Aéreas para Alta Tensión e instrucciones Técnicas Complementarias. (RD 223/2008 de 15 de Febrero, BOE 19/03/2008).
- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación. (Real Decreto 3275/82 de noviembre de 1.982, BOE 1/12/82).
- Instrucciones Técnicas Complementarias al Real Decreto 3275/82. (O.M. 6 de julio de 1.984, BOE 1/8/84).
- (O.M. 18 de octubre de 1.984, BOE 25/10/84) y (O.M. 27 de noviembre de 1.987)
- RD 1955/2000 por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. (Decreto 842/02 de 2 de Agosto de 2002)
- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (M.T. de 19 de marzo de 1.971)
- Normativa de Iberdrola (M.T 2. 21.60, M.T 2.31.02, M.T 2.11.33 y M.T 2.11.34).

- Recomendaciones UNESA y normas UNE.
- Decreto 5/99, de 2/2/99 de la Consejería de Agricultura y Medio Ambiente de Castilla – La Mancha. Protección de la Avifauna.
- Orden de 13/03/2002 de la Consejería de Consejería de Industria y Trabajo de Castilla – La Mancha, por la que se establece el contenido mínimo en proyectos de industrias y de instalaciones Industriales.
- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión, aprobada por Real Decreto 337/2014 de 9 de mayo de 2014.
- Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Ley 24/2013 de 26 de diciembre de Regulación del Sector Eléctrico.
- Especificación técnica de Iberdrola NI.50.42.11 "Celdas de alta tensión bajo envolvente metálica hasta 36 kV, prefabricadas, con dieléctrico de SF6, para CT".
- Ordenanzas municipales del ayuntamiento correspondiente.
- Condiciones impuestas por las entidades públicas afectadas.

3. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES.

El presente trabajo está compuesto por las siguientes instalaciones:

- LINEA AEREA DE ALTA TENSION (20 kV).
- LINEA SUBTERRANEA DE ALTA TENSION (20 kV).
- CENTRO DE TRANSFORMACION 250 kVA.

3.1. Línea aérea de alta tensión.

3.1.1 Categoría de Línea y zona.

La línea estará formada por un circuito simple de tres conductores de aluminio-acero tipo 47-AL1/8ST1A (LA 56), para tensión normalizada de 20 kV, la tensión más elevada para el material será de 24 kV, por lo que se clasificará como de TERCERA CATEGORÍA. Estará constituida por apoyos metálicos tipo celosía, metálicos de chapa y hormigón, con crucetas planas y de bóveda y aislamiento por cadenas de amarre y suspensión.

La clase de energía será:

-Corriente Alterna trifásica.

-Frecuencia 50 Hz.

-Tensión compuesta 20 kV.

-Factor de potencia 0,9

La línea transcurre por terrenos de rústicos de fácil acceso, quedando emplazada en su totalidad entre los 500 y 1000 metros de altitud discurriendo por lo tanto en ZONA B. El tipo de tense empleado será el estático-dinámico con el que se deberá utilizar un coeficiente de seguridad mayor o igual a 3, además de cumplir que la tracción en el conductor a 15°C y sin sobrecarga, no sobrepasara el 15% de la carga de rotura del mismo. En esta línea no se emplearán dispositivos antivibradores.

3.1.2 Trazado de la Línea.

La línea tendrá su inicio en el punto de entronque indicado por la Compañía Suministradora Iberdrola y finalizará en el paso Aéreo – Subterráneo de la Línea MT.

El punto de Entronque para la Línea se realizará en la Línea Aérea de A.T. propiedad de la Compañía Suministradora IBERDROLA, en el apoyo a nº 14973 de la línea Aérea MT “L1 Molinos” de la STR Pozo Cañada (4122).

El paso Aéreo – Subterráneo se realizará en el apoyo nº 5, de la línea proyectada. La longitud total de la línea será de 516 metros discurriendo ésta por terrenos rústicos de fácil acceso, quedando emplazada en su totalidad en el Término Municipal de Chinchilla de Monte-Aragón (Albacete).

La Línea discurrirá en la zona de influencia de la Línea Ferroviaria AVE Albacete - Alicante reglamentados por el R.A.T.

3.1.3 Materiales.

A) Conductor.

El conductor utilizado es de aluminio-acero galvanizado de 54,6 mm² de sección, según norma UNE-EN 50182, el cual está recogido en la norma NI 54.63.01 cuyas características principales se recogen en la tabla 1;

Designación	47-AL1/8ST1A (LA 56)
Sección de aluminio, mm ²	46,8
Sección de acero, mm ²	7,79
Sección total, mm ²	54,6
Composición	6 + 1
Diámetro de los alambres, mm	3,15
Diámetro aparente, mm	9,45
Carga mínima de rotura, daN	1629
Módulo de elasticidad, daN/mm ²	7900
Coefficiente de dilatación lineal, °C ⁻¹	0,0000191
Masa aproximada, kg/km.	188,8
Resistencia eléctrica a 20°C, Ω/km.	0,6129
Densidad de corriente, A/mm ²	0.361

Tabla 1. Características conductor LA-56.

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

La tracción máxima en el conductor, viene indicada en las tablas de tendido que se incluyen dentro de este proyecto tipo, y no sobrepasara, en ningún caso, el tercio de la carga de rotura del mismo. La tracción en el conductor a 15 °C y sin sobrecarga, no sobrepasara el 15% de la carga de rotura del mismo.

El recubrimiento de zinc, de los hilos de acero, cumple con los requisitos especificados en la Norma UNE-EN 50189.

B) Aislamiento.

El aislamiento estará formado por aisladores compuestos para líneas eléctricas de alta tensión según normas UNE 21909 y UNE-EN 62217. Los elementos de cadenas para los aisladores compuestos responderán a lo establecido en la norma UNE-EN 61466. Los aisladores y elementos de cadena, según las normas citadas, están recogidos en la norma NI 48.08.01.

El aislamiento estará formado por cadenas de aisladores de tipo Composite, superando las prescripciones reglamentarias dadas en la ITC-LAT 07 para la tensión más elevada de la línea de 24 kV, de 125 kV y 50 kV, a onda de choque y frecuencia industrial respectivamente.

Se considerará un nivel de polución Medio II y los elementos aislantes serán el U 70 YB 20, de la anterior norma NI cuyas características se indican en la tabla 2:

Aislador tipo U 70 YB 20

• Material.....	Compuesto
• Carga de rotura.....	7.000 daN
• Línea de fuga.....	480 mm
• Tensión de contorneo bajo lluvia a 50 Hz durante un minuto.	70 kV eficaces
• Tensión a impulso tipo rayo, valor cresta.....	165 kV

Tabla 2. Características elementos aislantes.

C) Formación de cadenas.

Teniendo en cuenta que el nivel de polución de la zona por la que discurrirá la línea es medio las cadenas estarán formadas por los elementos detallados a continuación;

CADENA DE SUSPENSION.

1 Aislador U 70 YB 20
1 Alojamiento rótula Larga R 16/17
1 Grapa GS 1
L = 480 mm.

CADENA DE SUSPENSION REFORZADA.

1 Aislador U 70 YB 20
1 Alojamiento rótula Larga R 16/17 P
1 Grapa GS 2
1 Varilla Protección VPP 56
L = 484 mm.

CADENA AMARRE.

1 Aislador U 70 YB 20
1 Alojamiento rótula R 16/17P
1 Grapa GA 1
L = 575 mm.

3.1.4 Apoyos.

Los apoyos de alineación serán de hormigón armado y vibrado o bien de chapa metálica según las normas UNE 207016 y UNE 207018, los cuales están recogidos en las normas NI 52.04.01 y NI 52.10.10, respectivamente.

Los apoyos de ángulo, dependiendo del valor de este, podrán ser de alguno de los tipos indicados en el párrafo anterior, o metálicos de celosía (UNE 207017) según norma NI 52.10.01. Los apoyos metálicos de celosía, son los indicados también para anclaje y fin de línea.

Para los puntos firmes se utilizarán apoyos del tipo celosía, concretamente, C-1000 y C-2000. Las principales características de estos apoyos son;

Apoyo Tipo	Apoyos con cruceta recta			Momento Torsor. m.daN	Apoyos con cruceta bóveda		
	T o L	V	V + 5.T ≤		T o L	V	V + 5.T ≤
C- 500	500	600	3100	750	377	600	2338
C-1000	1000	600	5600	1050	754	600	4223
C-2000	2000	600	10600	2100	1508	600	7993
C-3000	3000	800	15800	2100	2262	800	11915

El esfuerzo nominal es el disponible para los conductores, habiendo sido ya descontado el que produce el viento sobre el mismo apoyo.

El esfuerzo de torsión es el esfuerzo horizontal disponible en el extremo de una cruceta situada en la parte más alta del apoyo, a una distancia de 2,00 m del eje del mismo.

El esfuerzo vertical es el considerado a efectos de cálculo y ensayo de los apoyos. Para la elección de los apoyos se hará considerando los esfuerzos y los coeficientes de seguridad correspondientes a cada caso.

En la tabla 3, se recogen los apoyos empleados en la línea aérea de M.T;

Nº apoyo	Designación	Tipo
E	entronque	C-2000-12
1	principio de línea	C-2000-12
2	alineación	C-1000-18
3	alineación	C-1000-18
4	amarre	C-1000-18
5	fin de línea -E- A/S	C-2000-12

Tabla 3. Apoyos utilizados.

A la vista de la tabla anterior, tendremos 3 cantones diferenciados. El primero de ellos estará formado por los apoyos E y 1, el segundo cantón, apoyos 1, 2, 3 y 4 y el tercer cantón, apoyos 4 y 5. El apoyo de entronque (E) requiere de unos cálculos específicos ya que es necesario determinar si el apoyo en el cual comienza la línea es válido para soportar el peso de tanto del conductor nuevo como de los nuevos aisladores y perfil angular.

En el punto 4.1 de la presente memoria, se recogen los cálculos realizados para determinar los distintos apoyos, inclinación de cadenas y tiro vertical, vano máximo admisible, idoneidad de cruceta, validez del apoyo del entronque, etc.

3.1.5 Crucetas.

Las crucetas a utilizar serán metálicas, según las normas:

NI 52.30.22 - Crucetas bóveda de alineación para apoyos de líneas eléctricas aéreas de tensión nominal hasta 20 kV.

NI 52.31.02 - Crucetas rectas y semicrucetas para líneas eléctricas aéreas de tensión nominal hasta 20 kV.

NI 52.31.03 - Crucetas bóveda de ángulo y anclaje para apoyos de perfiles metálicos de líneas eléctricas aéreas de tensión nominal hasta 20 kV.

En la tabla 4, se recogen las crucetas empleadas en cada apoyo;

Nº apoyo	Designación	Cruceta
E	entronque	BC2-20 Ang L-70.7-3200
1	principio de línea	RC2-20/S Ang-L-70.7-2040
2	alineación	BC2-20
3	alineación	BC2-20
4	amarre	BC2-20
5	fin de línea -E- A/S	RC2-20/S

Tabla 4. Crucetas utilizadas.

3.1.6 Seccionamientos y protecciones.

En el inicio de la línea, apoyo nº 1, se instalará un juego de seccionadores unipolares de segundo ciclo, según la NI 74.18.01, para la desconexión automática de la derivación proyectada, en caso de sobreintensidad, cuyas características principales serán las siguientes:

- Tensión nominal..... 24 kV
- Capacidad de cortocircuito: 8 kA según RU 6406 B
- Tiempo de restablecimiento: 30 s aproximadamente
- Endurancia mecánica: 2000 disparos
- Intensidad de Servicio: 8 A
- Intensidad de Disparo: 12 A
- Denominación: SZ1 (2)-24-12

En el apoyo de Entronque Aéreo – Subterráneo, apoyo nº 5, se instalará un juego de Seccionadores Unipolares de intemperie, según la Recomendación UNESA 6401B y NI 74.51.01, cuyas características principales serán las siguientes:

- Tensión nominal..... 24 kV
- Intensidad nominal..... 400 A

El apoyo en el que se instalen los Cortacircuitos de Expulsión XS, o seccionadores unipolares se montará con dos crucetas una de amarre de los conductores en cabeza del apoyo y la otra Angular L-70.7-2040, en la que se instalarán los Cortacircuitos conforme se detalla en los planos correspondientes.

Los apoyos que sostengan elementos de maniobra se dotarán de una barra posapiés para operador SPC, situada a una distancia comprendida entre 3,30 y 3,80 del elemento de maniobra en tensión.

3.1.7 Protección contra sobretensiones.

La línea estará protegida contra sobretensiones mediante un juego de pararrayos autovalvulares de óxidos metálicos con envolvente polimérica, tipo POM-P 22/10, conforme a normas de compañía, de las siguientes características:

- Tensión nominal..... 24 kV
- Corriente de descarga..... 10 kA

Los pararrayos irán montados sobre la misma cruceta que las botellas terminales formadas por un angular L-70.7-2040.

3.1.8 Tomas de tierra.

Las puestas a tierra se realizarán teniendo en cuenta lo que al respecto se especifica en los art. 7.3.4.3. de la ITC LAT-07 del RLAT.

Podrá efectuarse por los sistemas siguientes: toma de tierra en apoyos no frecuentados o en apoyos frecuentados o con aparatos de maniobra, según corresponda.

A) Toma de tierra de apoyos en zonas no frecuentadas.

El electrodo a emplear para su utilización en el caso de líneas aéreas con apoyos no frecuentados, tal como especifica el apartado 7.3.4.3 de la ITC LAT-07 del RLAT, proporcionará un valor de la resistencia de puesta a tierra lo suficientemente bajo para garantizar la actuación de las protecciones en caso de defecto a tierra, que para la tensión nominal de red de 20 kV será de 230 Ω .

Dicho valor será conseguido mediante la utilización de una sola pica de acero cobreado de 1,5 m de longitud y 14 mm de diámetro, enterrada a 0,5 m de profundidad. Si no es posible alcanzar, mediante una sola pica, los valores indicados, se añadirán picas al electrodo enterrado, siguiendo la periferia del apoyo, hasta completar un anillo de cuatro picas. En casos excepcionales, caso de no conseguir los valores mencionados se recurrirá al empleo de dobles anillos.

B) Toma de tierra en anillo.

Este sistema será preceptivo en los apoyos situados en zonas frecuentadas, y los que soporten aparatos de maniobra. En nuestro caso apoyos, nº 1 y nº 5.

La configuración tipo del electrodo a emplear para su utilización en el caso de líneas aéreas con apoyos frecuentados con calzado o con aparatos de maniobra será la de un bucle perimetral con la cimentación, cuadrado, a una distancia horizontal de 0,60 m, como mínimo, formado por conductor de cobre de 50 mm² de sección, enterrado a 0,5 m de profundidad, al que se conectarán en cada uno de sus vértices cuatro picas de acero cobreado de 1,5 m de longitud y 14 mm de diámetro.

Como medidas adicionales para evitar las tensiones de contacto se tomarán alguna de las siguientes medidas adicionales:

- Ejecución de una acera perimetral de hormigón a 1,2 m de la cimentación del apoyo. Embebido en el interior de dicho hormigón se instalará un mallado electrosoldado con redondos de diámetro no inferior a 4 mm formando una retícula no superior a 0,3 x 0,3 m, a una profundidad de al menos 0,1 m. Este mallado se conectará a un punto de la puesta a tierra de protección del apoyo.
- Forrado de apoyo por placas aislantes o por obra civil hasta 2,5 m de altura de forma que se impida la escalada y la accesibilidad de partes metálicas del apoyo.

3.1.9 Protección de la avifauna.

La línea cumplirá el Decreto 5/1999 de la Consejería de Agricultura y Medio Ambiente de Castilla – La Mancha, por el que se establecen las normas para instalaciones eléctricas en alta tensión y líneas aéreas en baja tensión con fines de protección de la Avifauna.

- Los puentes flojos y elementos en tensión no sobrepasarán la cabecera del apoyo.
- En apoyos de alineación la distancia entre conductores y zona de posada en cruceta o cabecera del apoyo serán superiores a 0,60 m.
- En apoyos de alineación la distancia entre conductores serán superiores a 1,50 m.
- En apoyos con aisladores de cadena de amarre, la distancia entre la zona de posada y el conductor será de 1 m.

3.1.10 Señalización de los apoyos.

Todos los apoyos llevarán instalada una placa de señalización de riesgo eléctrico tipo CE 14, según la norma NI 29.00.00.

3.1.11 Numeración de los apoyos.

Todos los apoyos se numerarán, empleando para ello placas y números de señalización según la norma NI 29.05.01.

3.1.12 Protección antiescalo.

Los apoyos colocados en las zonas frecuentadas o zonas de pública concurrencia, (situados a distancias inferiores a 50 m, de carreteras y cascos urbanos), o que sustenten aparatos de maniobra presentarán una superficie lisa hasta una altura de dos metros, recubriéndose a tal efecto de chapas de acero galvanizado.

3.1.13 Afección red ferroviaria.

El trazado de la línea presenta una zona de proximidad con la Red Ferroviaria AVE Albacete – Alicante, observándose lo indicado en el art. 5.8 de la ITC-07 del RLAT, por lo que no se colocarán apoyos dentro de la línea de edificación situada a 50 m de la arista exterior de la explanación.

3.2. Línea subterránea de alta tensión.

3.2.1 Tipo y trazado de la línea.

La línea proyectada será particular en punta de red, como continuación de la Línea Aérea de Media Tensión 20 kV descrita en el capítulo anterior, con inicio en entronque Aéreo/Subterráneo, y finalización en el Centro de Transformación proyectado de 250 kVA.

La clase de energía será:

- Corriente Alterna trifásica.
- Frecuencia 50 Hz.
- Tensión nominal 20 kV.
- Tensión más Elevada para el material 24 kV.
- Categoría de la red (según UNE 211435) Categoría A.

La Línea Subterránea de A.T., se ejecutará como continuación de la línea aérea descrita en el capítulo anterior, con inicio en el entronque Aéreo-Subterráneo, y finalización en el Centro de Transformación previsto. La longitud total de la línea será de 125 m. En el punto 4.2 de la presente memoria, se recogen los cálculos realizados para determinar la idoneidad de la presente línea por el método de cálculo de la caída de tensión.

La línea subterránea presenta los siguientes cruzamientos Reglamentados;

- Canalización de GAS RAAK 48,08
- Cañada Real de Andalucía (vía pecuaria)

3.2.2 Entronque Aéreo-subterráneo.

La conexión de la línea aérea, con la subterránea, se realizarán mediante los correspondientes Entronques Aéreo – Subterráneo, el cual se realizará en el apoyo nº 5 de la línea aérea descrito en el capítulo anterior.

El entronque aéreo-subterráneo estará formado por un elemento de conexión de líneas aérea y subterránea mediante botellas terminales para cable seco de tipo exterior, seccionamiento y protección contra sobretensiones mediante pararrayos de envolvente polimérica, instalado sobre un apoyo metálico 12 C-2000, con cruceta plana RC2-20/S.

El apoyo del entronque aéreo-subterráneo tendrá una protección antiescalo hasta una altura de 2,00 metros, mediante chapas de acero galvanizado y acera perimetral de 1,2 m desde el borde de cimentación o cerramiento de obra de 2,5 m de altura mínima sobre el terreno.

3.2.3 Seccionamiento.

En el apoyo Entronque Aéreo Subterráneo, se instalará un juego de Seccionadores Unipolares de intemperie, según la Recomendación UNESA 6401B y NI 74.51.01, cuyas características principales serán las siguientes:

- Tensión nominal..... 24 kV
- Intensidad nominal 400 A

El apoyo en el que se instalen los Cortacircuitos de Expulsión XS, o seccionadores unipolares se montará con dos crucetas una de amarre de los conductores en cabeza del apoyo y la otra cruceta formada por angulares L-70.7-2040 y L-60.5-700, en la que se instalarán los Seccionadores conforme se detalla en los planos correspondientes.

Los apoyos que sostengan elementos de maniobra se dotarán de una barra posapiés para operador SPC, situada a una distancia comprendida entre 3,30 y 3,80 del elemento de maniobra en tensión.

3.2.4 Conexiones.

Las conexiones entre las líneas se realizarán con las correspondientes Botellas terminales de tipo exterior, adecuadas a las características del conductor; que será de aislamiento seco, del tipo Aluminio de 150 mm² aislamiento HEPRZ1 12/20 kV.

El cable subterráneo, en la subida a la red aérea irá protegido por un tubo de acero galvanizado, que se empotrará en la cimentación del apoyo, sobresaliendo por encima del nivel del terreno un mínimo de 2,5 m. En el tubo se alojarán las tres fases y su diámetro inferior será 1,6 veces el diámetro de la terna de conductores con un mínimo de 15 cm. Las botellas terminales irán montadas sobre una cruceta formada por un angular L-70.7-2040, con chapas CH-8-150.

3.2.5 Protección contra sobre tensiones.

La línea estará protegida contra sobretensiones mediante un juego de pararrayos autovalvulares de óxidos metálicos con envoltente polimérica, tipo POM-P 22/10, conforme a normas de compañía, de las siguientes características:

- Tensión nominal..... 24 kV
- Corriente de descarga..... 10 kA

Los pararrayos irán montados sobre la misma cruceta que las botellas terminales formadas por un angular L-70.7-2040.

3.2.6 Materiales.

A) Conductor

Se utilizarán cables de aislamiento de dieléctrico seco, según NI 56.43.01, tipo HEPRZ1 12/20 kV 1x150 Al + H 16, de las características esenciales siguientes:

- Conductor Aluminio clase 2
- Pantalla sobre conductor Mezcla semiconductor
- Aislamiento Etileno Propileno alto módulo HEPR
- Pantalla aislamiento Mezcla semiconductor y corona de alambre y contraespira de cobre 16 mm
- Cubierta Compuesto poliolefínico
- Sección 150 mm²
- Tensión Nominal 12/20 kV
- Resistencia máxima 0,277 Ω/Km
- Reactancia por fase 0,110 Ω/Km
- Capacidad 0,333 μF/Km
- Temperatura máx. Servicio 105° C
- Temperatura máx. Cortocircuito 250° C
- Intensidad máx. Servicio 255 A

Los tres conductores de cada terno estarán marcados mediante cinta adhesiva plástica con los colores, verde, amarillo y marrón. La cinta utilizada para mantener agrupados los conductores será de color negra.

B) Accesorios

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

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

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

3.2.7 Canalizaciones.

Los cables aislados se instalarán enterrados directamente en lecho de arena en zanja, bajo acera o entubados, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- a) La canalización discurrirá por terrenos de dominio público bajo acera, no admitiéndose su instalación bajo la calzada excepto en los cruces, y evitando siempre los ángulos pronunciados.
- b) 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.
- c) Los cruces de calzadas serán perpendiculares al eje de la calzada o vial, procurando evitarlos, si es posible.

A) Canalización Directamente Enterrada.

Estarán constituidas por los conductores directamente tendidos en zanja en lecho de arena. El tendido se realizará de forma que la parte superior de los cables quede a una profundidad mínima de 0,60 metros con respecto a la cota del terreno en acera o tierra ni 0,80 m en calzada.

La zanja tendrá una anchura mínima de 0,35 m, se tenderá un lecho de arena exenta de cuerpos extraños de espesor mínimo 5 cm, sobre el que se tenderán los conductores, a continuación se dispondrá otra capa de arena que cubra los cables con un espesor mínimo de 10 cm por encima de estos, sobre la que se colocará una protección mecánica mediante placa de protección y señalización de línea eléctrica.

Y por último, se hace el relleno de la zanja, dejando libre el espesor del pavimento, para este relleno se utilizará será de todo-uno o zahorra.

A una distancia mínima del suelo de 0,10 m se colocarán cintas de señalización como advertencia de la presencia de cables eléctricos de forma que se cubra toda la proyección en planta de los tubos, las características, color, etc., de esta cinta serán las establecidas en la NI 29.00.01.

Después se colocará un firme de hormigón de H125 de unos 0,30 m de espesor, en caso de aceras, y por último se repondrá el pavimento a ser posible del mismo tipo y calidad del que existía antes de realizar la apertura. Los laterales de la zanja han de ser compactos y no deben desprender piedras o tierra. La zanja se protegerá con los correspondientes entibados u otros medios para asegurar su estabilidad, conforme a la normativa de riesgos laborales.

B) Canalización Entubada.

Estarán constituidas por tubos plásticos dispuestos sobre lecho de arena y debidamente enterrados en zanja. En cada uno de los tubos se instalará un solo circuito eléctrico, se evitarán en lo posible, los cambios de dirección de las canalizaciones respetando en todo caso los cambios de curvatura indicados por el fabricante. En los cambios de dirección se dispondrán de arquetas registrables o ciegas, en los tramos rectos se instalarán arquetas intermedias registrables, ciegas o calas de tiro. En las entradas a las arquetas, las canalizaciones entubadas deberán quedar debidamente selladas en sus extremos.

La zanja tendrá una anchura mínima de 0,35 m para la colocación de dos tubos rectos de 160 mm \varnothing aumentando la anchura en función del número de tubos a instalar. La profundidad de la zanja dependerá del número de tubos, pero será la suficiente para que los situados en el plano superior queden a una profundidad mínima de 0,60 m, en acera o tierra y 0,80 m en calzada tomada desde la rasante del terreno a la parte superior del tubo.

Los laterales de la zanja han de ser compactos y no deben desprender piedras o tierra. La zanja se protegerá con los correspondientes entibados u otros medios para asegurar su estabilidad, según la normativa de riesgos laborales.

Los distintos tipos de canalizaciones en función del número de líneas y emplazamientos vienen representados en los planos correspondientes del presente TFG.

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 superiores y envolviéndolos completamente.

Y por último, se hace el relleno de la zanja, dejando libre el espesor del pavimento, para este relleno se utilizará será de todo-uno o zahorra. A una distancia mínima del suelo de 0,10 m se colocarán cintas de señalización como advertencia de la presencia de cables eléctricos de forma que se cubra toda la proyección en planta de los tubos, las características, color, etc., de esta cinta serán las establecidas en la NI 29.00.01.

Después se colocará un firme de hormigón de H125 de unos 0,30 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.

C) Cruzamientos.

La profundidad de la zanja dependerá del número de tubos, pero no será inferior para que los situados en el plano superior queden a una profundidad aproximada de 0,60 m en acera o jardín y 0,80 m en calzada, tomada desde la rasante del terreno a la parte superior del tubo (véase en planos), la una anchura mínima será de 0,35 m para la colocación de dos tubos rectos de 160 mm Ø aumentando la anchura en función del número de tubos a instalar.

En el fondo de la zanja y en toda la extensión se colocará una solera de limpieza de unos 0,05 m aproximadamente de espesor de hormigón no estructural HNE 15,0, sobre la que se depositarán los tubos dispuestos por planos. A continuación se colocará otra capa de hormigón no estructural HNE 15,0, con un espesor de al menos 0,10 m por encima de los tubos y envolviéndolos completamente.

La canalización deberá tener una señalización colocada de la misma forma que la indicada en el apartado anterior o marcado sobre el propio tubo, para advertir de la presencia de cables de alta tensión.

Y por último, se hace el relleno de la zanja, dejando libre el espesor del pavimento, para este relleno se utilizará hormigón no estructural HNE 15,0, en las canalizaciones que no lo exijan las Ordenanzas Municipales la zona de relleno será de todo-uno o zahorra. Después se colocará un firme de hormigón no estructural HNE 15,0, de unos 0,30 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.

Para el caso que nos ocupa, tenemos el cruzamiento de una canalización de gas y de una vía pecuaria. A continuación se fijan las condiciones a reunir en cada cruzamiento.

- Cruzamiento canalización de gas.

Se identifica como RAAK 48,08, PK 0154, en la zona de afección de la Red Ferroviaria de Alta Velocidad. El cruce estará ubicado en las coordenadas (609998 X, 4306374 Y).

En el cruzamiento se contemplarán todas las medidas y distancias reglamentarias contempladas en el RLAT ITC-LAT 06 5.2.6.

Los cables se mantendrán a una distancia mínima de esta canalización de 0,40 m para canalizaciones, acometidas y acometidas interiores de alta presión > 4 bar y de 0,20 m en acometidas interiores de baja presión < 4 bar, cuando no sea posible mantener estas distancias podrán reducirse a 0,25 y 0,10 m respectivamente dotando al cruce de una protección suplementaria de materiales cerámicos (baldosas, rasillas, ladrillos, etc). La protección suplementaria tendrá una longitud mínima de 0,45 a ambos lados del cruce y una anchura mínima de 0,30 m. El tubo según NI 52.95.03 se considerará como protección suplementaria.

- Cruzamiento vía pecuaria.

Se cruza la Vía Pecuaria “Cañada Real de Andalucía”, dentro del TM de Chinchilla de Monte-Aragón, en la zona de afección de la Red Ferroviaria de Alta Velocidad, entre las siguientes coordenadas (609966 X, 4306340 Y) y (609967 X, 4306373 Y).

Se realizará de forma subterránea mediante la instalación de la canalización eléctrica entubada, con trazado perpendicular a la Vía Pecuaria, mediante zanja y colocación de los tubos y líneas eléctricas quedando libre desde la parte superior de los tubos hasta la cota del terreno una altura mínima de 0,80 m.

3.3. Centro de transformación.

3.3.1 Tipo de centro.

El Centro estará ubicado en una caseta independiente destinada únicamente a esta finalidad.

La caseta será de construcción prefabricada de hormigón tipo EHC-5T1DPF con dos puertas peatonales de Schneider Electric, de dimensiones 5.370 x 2.500 y altura útil 2.535 mm., cuyas características se describen en esta memoria.

El C.T. estará dividido en dos zonas: una, llamada zona de Compañía y otra, llamada zona de Abonado. La zona de Compañía contendrá las celdas de entrada y salida, así como la de seccionamiento si la hubiera. El acceso a esta zona estará restringido al personal de la Cía Eléctrica, y se realizará a través de una puerta peatonal cuya cerradura estará normalizada por la Cía Eléctrica. La zona de Abonado contendrá el resto de celdas del C.T. y su acceso estará restringido al personal de la Cía Eléctrica y al personal de mantenimiento especialmente autorizado.

En el punto 4.3 de la presente memoria, se recogen los distintos cálculos justificativos que determinan la aptitud del presente centro de transformación.

3.3.2 Tipo de transformador y volumen total en litros de dieléctrico.

El transformador a instalar tendrá el neutro accesible en baja tensión y refrigeración natural, (ONAN), marca Schneider Electric, en baño de aceite mineral. La potencia de dicho transformador será de 250 kVA.

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

Sus características mecánicas y eléctricas se ajustarán a la Norma UNE 21428 y a las normas particulares de la compañía suministradora.

Los transformadores serán del tipo aceite mineral con los siguientes volúmenes de dieléctrico:

Volumen del transformador (litros)

350

3.3.3 Presupuesto total.

El presupuesto de ejecución material del centro de transformación asciende a la cantidad de 27.665 € (veintisiete mil seiscientos sesenta y cinco euros).

3.3.4 Características generales del centro de transformación.

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

La acometida al mismo será subterránea, alimentando al centro mediante una red de Media Tensión, y el suministro de energía se efectuará a una tensión de servicio de 20 kV y una frecuencia de 50 Hz, siendo la Compañía Eléctrica suministradora IBERDROLA.

* CARACTERÍSTICAS CELDAS RM6

Las celdas a emplear serán de la serie RM6 de Schneider Electric, un conjunto de celdas compactas equipadas con apartamento de alta tensión, bajo envoltorio única metálica con aislamiento integral, para una tensión admisible hasta 24 kV, acorde a las siguientes normativas:

- UNE-E ISO 90-3, UNE-EN 60420.
- UNE-EN 62271-102, UNE-EN 60265-1.
- UNE-EN 62271-200, UNE-EN 62271-105, IEC 62271-103, UNE-EN 62271-102.
- UNESA Recomendación 6407 B

Toda la apartamento estará agrupada en el interior de una cuba metálica estanca rellena de hexafluoruro de azufre con una presión relativa de 0.1 bar (sobre la presión atmosférica), sellada de por vida y acorde a la norma UNE-EN 62271-1.

* CARACTERÍSTICAS CELDAS SM6

Las celdas a emplear serán de la serie SM6 de Schneider Electric, celdas modulares de aislamiento en aire equipadas de aparellaje fijo que utiliza el hexafluoruro de azufre como elemento de corte y extinción de arco.

Responderán en su concepción y fabricación a la definición de apartamento bajo envoltorio metálica compartimentada de acuerdo con la norma UNE-EN 62271-200.

Los compartimentos diferenciados serán los siguientes:

- a) Compartimento de aparellaje.
- b) Compartimento del juego de barras.
- c) Compartimento de conexión de cables.
- d) Compartimento de mando.
- e) Compartimento de control.

3.3.5 Programa de necesidades.

El suministro en B.T. se realizará para alimentar al Centro de Control Ferroviario, cuyos elementos e instalaciones serán objeto de proyecto específico.

3.3.6 Descripción de la instalación.

1) Obra Civil.

- Local.

El Centro estará ubicado en una caseta independiente destinada únicamente a esta finalidad.

La caseta será de construcción prefabricada de hormigón tipo EHC-5T1DPF con dos puertas peatonales de Schneider Electric, de dimensiones 5.370 x 2.500 y altura útil 2.535 mm., cuyas características se describen en esta memoria.

El C.T. estará dividido en dos zonas: una, llamada zona de Compañía y otra, llamada zona de Abonado. La zona de Compañía contendrá las celdas de entrada y salida, así como la de seccionamiento si la hubiera. El acceso a esta zona estará restringido al personal de la Cía Eléctrica, y se realizará a través de una puerta peatonal cuya cerradura estará normalizada por la Cía Eléctrica. La zona de Abonado contendrá el resto de celdas del C.T. y su acceso estará restringido al personal de la Cía Eléctrica y al personal de mantenimiento especialmente autorizado.

- Características del local.

Se tratará de una construcción prefabricada de hormigón COMPACTO modelo EHC de Schneider Electric.

Las características más destacadas del prefabricado de la serie EHC serán:

*** COMPACIDAD.**

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

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

*** FACILIDAD DE INSTALACIÓN.**

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

* MATERIAL.

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

* EQUIPOTENCIALIDAD.

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

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

* IMPERMEABILIDAD.

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

* GRADOS DE PROTECCIÓN.

Serán conformes a la UNE 20324/93 de tal forma que la parte exterior del edificio prefabricado será de IP23, excepto las rejillas de ventilación donde el grado de protección será de IP33.

Los componentes principales que formarán el edificio prefabricado son los que se indican a continuación:

* ENVOLVENTE.

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

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

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

* SUELOS.

Estarán constituidos por elementos planos prefabricados de hormigón armado apoyados en un extremo sobre unos soportes metálicos en forma de U, los cuales constituirán los huecos que permitirán la conexión de cables en las celdas. Los huecos que no queden cubiertos por las celdas o cuadros eléctricos se taparán con unas placas fabricadas para tal efecto.

En la parte frontal se dispondrán unas placas de peso reducido que permitirán el acceso de personas a la parte inferior del prefabricado a fin de facilitar las operaciones de conexión de los cables.

* CUBA DE RECOGIDA DE ACEITE.

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

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

* PUERTAS Y REJILLAS DE VENTILACIÓN.

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

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

2) Justificación de la necesidad o no de estudio de impacto ambiental.

Al ubicarse el centro de transformación en una zona urbana y por las características propias del mismo (acometidas eléctricas subterráneas, local cerrado, etc...) no se prevé la necesidad de realizar un estudio de impacto ambiental.

3) Instalación Eléctrica.

- Características de la Red de Alimentación.

La red de alimentación al centro de transformación será de tipo subterráneo a una tensión de 20 kV y 50 Hz de frecuencia.

La potencia de cortocircuito máxima de la red de alimentación será de 500 MVA, según datos proporcionados por la Compañía suministradora.

- **Características de la Aparamenta de Alta Tensión.**

* CARACTERÍSTICAS GENERALES CELDAS RM6

- Tensión asignada: 24 kV.
- Tensión soportada entre fases, y entre fases y tierra:
a frecuencia industrial (50 Hz), 1 minuto: 50 kV e.
a impulso tipo rayo: 125 kV cresta.
- Intensidad asignada en funciones de línea: 400-630 A.
- Intensidad asignada en funciones de protección. 200 A (400-630 A en interrup. automat).
- Intensidad nominal admisible durante un segundo: 16 kA ef.

* CARACTERÍSTICAS GENERALES CELDAS SM6

- Tensión asignada: 24 kV.
- Tensión soportada entre fases, y entre fases y tierra:
a frecuencia industrial (50 Hz), 1 minuto: 50 kV ef.
a impulso tipo rayo: 125 kV cresta.
- Intensidad asignada en funciones de línea: 400-630 A.
- Intensidad asignada en interrup. automat. 400-630 A.
- Intensidad asignada en ruptofusibles. 200 A.
- Intensidad nominal admisible durante un segundo: 16 kA ef.
- Valor de cresta de la intensidad nominal admisible: 40 kA cresta, es decir, 2.5 veces la intensidad nominal admisible de corta duración.
- Grado de protección de la envolvente: IP2X / IK08.
- Puesta a tierra

El conductor de puesta a tierra estará dispuesto a todo lo largo de las celdas según UNE-EN 62271-200, y estará dimensionado para soportar la intensidad admisible de corta duración.

- Embarrado.

El embarrado estará sobredimensionado para soportar sin deformaciones permanentes los esfuerzos dinámicos que en un cortocircuito se puedan presentar.

* CELDAS:

* CELDA DE ENTRADA, SALIDA Y PROTECCIÓN.

Conjunto Compacto Schneider Electric gama RM6, modelo RM6 2IQ (2L+1P), equipado con DOS funciones de línea y UNA función de protección con fusibles, de dimensiones: 1.142 mm de alto (siendo necesarios otros 280 mm adicionales para extracción de fusibles), 1.186 mm de ancho, 710 mm de profundidad.

Conjunto compacto estanco RM6 en atmósfera de hexafluoruro de azufre, 24 kV tensión nominal, para Una intensidad nominal de 400 A en las funciones de línea y de 200 A en las de protección.

- El interruptor de la función de línea será un interruptor-seccionador de las siguientes características:

Intensidad térmica: 16 kA eficaces.

Poder de cierre: 40 kA cresta.

- La función ruptofusible tendrá las siguientes características:

Poder de corte en cortocircuito: 16 kA eficaces.

Poder de cierre: 40 kA cresta.

El interruptor de la función de protección se equipará con fusibles de baja disipación térmica tipo MESA CF (DIN 43625), de 24 kV, de 20 A de intensidad nominal, que provocará la apertura del mismo por fusión de cualquiera de ellos.

El conjunto compacto incorporará:

- Seccionador de puesta a tierra en SF6.

- Palanca de maniobra.

- Dispositivos de detección de presencia de tensión en todas las funciones, tanto en las de línea como en las de protección.

- 3 lámparas individuales (una por fase) para conectar a dichos dispositivos.

- Bobina de apertura a emisión de tensión de 220 V c.a. en las funciones de protección.

- Pasatapas de tipo roscados de 400 A M16 en las funciones de línea.

- Pasatapas de tipo liso de 200 A en las funciones de protección.

- Cubrebornas metálicos en todas las funciones.

- Manómetro para el control de la presión del gas.

La conexión de los cables se realizará mediante conectores de tipo roscados de 400 A para las funciones de línea y de tipo liso de 200 A para las funciones de protección, asegurando así la estanqueidad del conjunto y, por tanto, la total insensibilidad al entorno en ambientes extraordinariamente polucionados, e incluso soportando una eventual sumersión.

- 2 Equipamientos de 3 conectores apantallados en "T" roscados M16 400A cada uno.

- Equipamiento de 3 conectores apantallados enchufables rectos lisos 200A.

* CELDA DE PASO DE BARRAS.

Celda Schneider Electric de paso de barras modelo GIM, de la serie SM6, de dimensiones: 125 mm de anchura, 840 mm. de profundidad, 1.600 mm. de altura, para separación entre la zona de Compañía y la zona de Abonado, a una intensidad de 400 A y 16 kA.

* CELDA DE REMONTE.

Celda Schneider Electric de remonte de cables gama SM6, modelo GAME, de dimensiones: 375 mm. de anchura, 870 mm. de profundidad, 1.600 mm. de altura, y conteniendo:

- Juego de barras interior tripolar de 400 A, tensión de 24 kV y 16 kA.
- Remonte de barras de 400 A para conexión superior con otra celda.
- Preparada para conexión inferior con cable seco unipolar.
- Embarrado de puesta a tierra.

* CELDA DE PROTECCIÓN CON INTERRUPTOR-FUSIBLES COMBINADOS.

Celda Schneider Electric de protección general con interruptor y fusibles combinados gama SM6, modelo QMBD, de dimensiones: 375 mm. de anchura, 940 mm. de profundidad y 1.600 mm. de altura, conteniendo:

- Juego de barras tripolar de 400 A, para conexión superior con celdas adyacentes.
- Interruptor-seccionador en SF6 de 400 A, tensión de 24 kV y 16 kA., equipado con bobina de apertura a emisión de tensión a 220 V 50 Hz.
- Mando CI1 manual de acumulación de energía.
- Tres cortacircuitos fusibles de alto poder de ruptura con baja disipación térmica tipo MESA CF (DIN 43625), de 24 kV, y calibre 20 A.
- Señalización mecánica de fusión fusibles.

- Indicadores de presencia de tensión con lámparas.
- Embarrado de puesta a tierra.
- Seccionador de puesta a tierra de doble brazo (aguas arriba y aguas abajo de los fusibles).
- Relé autoalimentado a partir de 5A de fase para la protección indirecta de sobrecarga y homopolar modelo PRQ de Schneider Electric, asociado a la celda de protección. Se asociará a tres toroidales, que provocará la apertura del interruptor cuando se detecte una sobrecarga o una corriente homopolar superior o igual al umbral de sensibilidad preseleccionado y después de la temporización definida.
- Enclavamiento por cerradura tipo C4 impidiendo el cierre del seccionador de puesta a tierra y el acceso a los fusibles en tanto que el disyuntor general B.T. no esté abierto y enclavado. Dicho enclavamiento impedirá además el acceso al transformador si el seccionador de puesta a tierra de la celda QM no se ha cerrado previamente.

*** CELDA DE MEDIDA.**

Celda Schneider Electric de medida de tensión e intensidad con entrada y salida inferior por cable gama SM6, modelo GBC2C, de dimensiones: 750 mm de anchura, 1.038 mm. de profundidad, 1.600 mm. de altura, y conteniendo:

- Juegos de barras tripolar de 400 A y 16 kA.
- Entrada y salida por cable seco.
- 3 Transformadores de intensidad de relación 5-10/ 5 A cl.10VA CL. 0.5S, $I_{th} = 200 I_n$, gama extendida al 150% y aislamiento 24 kV.
- 3 Transformadores de tensión unipolares, de relación 22000:V3/110:V3 10VA CL. 0.2, potencia a contratar de 200 kW, $F_t = 1,9$ y aislamiento 24 kV.

*** TRANSFORMADOR:**

*** TRANSFORMADOR 1**

Será una máquina trifásica reductora de tensión, referencia TRFAC250-24, siendo la tensión entre fases a la entrada de 20 kV y la tensión a la salida en vacío de 420 V entre fases y 242 V entre fases y neutro.

El transformador a instalar tendrá el neutro accesible en baja tensión y refrigeración natural (ONAN), marca Schneider Electric, en baño de aceite mineral.

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

Sus características mecánicas y eléctricas se ajustarán a la Norma UNE 21428 y al Reglamento Europeo (UE) 548/2014 de ecodiseño de transformadores, siendo las siguientes:

- Potencia nominal: 250 kVA.
- Tensión nominal primaria: 20.000 V.
- Regulación en el primario: +/-2,5%, +/-5%, +10%.
- Tensión nominal secundaria en vacío: 420 V.
- Tensión de cortocircuito: 4 %.
- Grupo de conexión: Dyn11.
- Nivel de aislamiento:
- Tensión de ensayo a onda de choque 1,2/50 s 125 kV.
- Tensión de ensayo a 50 Hz, 1 min, 50 kV.

(*)Tensiones según:

- UNE 21301
- UNE 21428

CONEXIÓN EN EL LADO DE ALTA TENSIÓN:

- Juego de puentes III de cables AT unipolares de aislamiento seco RHZ1, aislamiento 12/20 kV, de 95 mm² en Al con sus correspondientes elementos de conexión.

CONEXIÓN EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN:

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

DISPOSITIVO TÉRMICO DE PROTECCIÓN.

- Termómetro para protección térmica de transformador, incorporado en el mismo, y sus conexiones a la alimentación y al elemento disparador de la protección correspondiente, debidamente protegidas contra sobreintensidades, instalados.

- **Características material vario de Alta Tensión.**

* **EMBARRADO GENERAL CELDAS RM6.**

El embarrado general de los conjuntos compactos RM6 se construye con barras cilíndricas de cobre semiduro (F20) de 16 mm de diámetro.

* **AISLADORES DE PASO CELDAS RM6.**

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

* **EMBARRADO GENERAL CELDAS SM6.**

El embarrado general de las celdas SM6 se construye con tres barras aisladas de cobre dispuestas en paralelo.

* **PIEZAS DE CONEXIÓN CELDAS SM6.**

La conexión del embarrado se efectúa sobre los bornes superiores de la envolvente del interruptor-seccionador con la ayuda de repartidores de campo con tornillos imperdibles integrados de cabeza allen de M8. El par de apriete será de 2.8 m.da.N.

- **Características de la aparamenta de Baja Tensión.**

Los aparatos de protección en las salidas de Baja Tensión del Centro de Transformación no forman parte de este proyecto sino del proyecto de las instalaciones eléctricas de Baja Tensión.

4) Medida de la Energía Eléctrica.

La medida de energía se realizará mediante un cuadro de contadores conectado al secundario de los transformadores de intensidad y de tensión de la celda de medida.

El cuadro de contadores estará formado por un armario de doble aislamiento de HIMEL modelo PLA-753/AT-ID de dimensiones 750 mm de alto x 500 mm de ancho y 320 mm de fondo, equipado de los siguientes elementos:

- Contador electrónico de energía eléctrica clase 0.5 con medida:
- Activa: bidireccional.
- Reactiva: dos cuadrantes.
- Registrador local de medidas con capacidad de lectura directa de la memoria del contado. Registro de curvas de carga horaria y cuartohoraria.

- Modem para comunicación remota.
- Regleta de comprobación homologada.
- Elementos de conexión.
- Equipos de protección necesarios.

5) Puesta a Tierra.

- Tierra de Protección.

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

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

- Tierra de Servicio.

Se conectarán a tierra el neutro del transformador y los circuitos de baja tensión de los transformadores del equipo de medida, según se indica en el apartado de "Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra" del punto 4.3.8 de la presente memoria.

- Tierras interiores.

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

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

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

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

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

6) Instalaciones Secundarias.

- Alumbrado.

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

Los focos luminosos estarán colocados sobre soportes rígidos y dispuestos de tal forma que se mantenga la máxima uniformidad posible en la iluminación. Además, se deberá poder efectuar la sustitución de lámparas sin peligro de contacto con otros elementos en tensión. Se dispondrá también un punto de luz de emergencia de carácter autónomo que señalará los accesos al centro de transformación.

- Baterías de Condensadores.

No se instalarán baterías de condensadores.

- Protección contra Incendios.

De acuerdo con la instrucción MIERAT 14, se dispondrá como mínimo de un extintor de eficacia equivalente 89 B.

- Ventilación.

La ventilación del centro de transformación se realizará mediante las rejas de entrada y salida de aire dispuestas para tal efecto. Estas rejas se construirán para que impidan el paso de pequeños animales, la entrada de agua de lluvia y los contactos accidentales con partes en tensión si se introdujeran elementos metálicos por las mismas.

- Medidas de Seguridad.

*** SEGURIDAD EN CELDAS RM6**

Los conjuntos compactos RM6 estarán provistos de enclavamientos de tipo MECÁNICO que relacionan entre sí los elementos que la componen.

El sistema de funcionamiento del interruptor con tres posiciones, impedirá el cierre simultáneo del mismo y su puesta a tierra, así como su apertura y puesta inmediata a tierra.

En su posición cerrada se bloqueará la introducción de la palanca de accionamiento en el eje de la maniobra para la puesta a tierra, siendo asimismo bloqueables por candado todos los ejes de accionamiento.

Un dispositivo anti-reflex impedirá toda tentativa de reapertura inmediata de un interruptor.

Asimismo es de destacar que la posición de puesta a tierra será visible, así como la instalación de dispositivos para la indicación de presencia de tensión.

El compartimento de fusibles, totalmente estanco, será inaccesible mediante bloqueo mecánico en la posición de interruptor cerrado, siendo posible su apertura únicamente cuando éste se sitúe en la posición de puesta a tierra y, en este caso, gracias a su metalización exterior, estará colocado a tierra todo el compartimento, garantizándose así la total ausencia de tensión cuando sea accesible.

* SEGURIDAD EN CELDAS SM6

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

- Sólo será posible cerrar el interruptor con el seccionador de tierra abierto y con el panel de acceso cerrado
- El cierre del seccionador de puesta a tierra sólo será posible con el interruptor abierto.
- La apertura del panel de acceso al compartimento de cables sólo será posible con el seccionador de puesta a tierra cerrado.
- Con el panel delantero retirado, será posible abrir el seccionador de puesta a tierra para realizar el ensayo de cables, pero no será posible cerrar el interruptor.

Además de los enclavamientos funcionales ya definidos, algunas de las distintas funciones se enclavarán entre ellas mediante cerraduras según se indica en anteriores apartados.

4. ANEXOS.

4.1. Cálculos línea aérea de alta tensión.

4.1.1 Tabla de tendido.

Esta tabla (tabla 5), define la fuerza con la que se debe tender el conductor según el vano regulador del cantón y la temperatura para el momento de su construcción.

En la siguiente tabla se indica el tendido para la línea proyectada. Como se puede ver, el coeficiente de seguridad será de 3,09, por ser zona B (como indica el MT 2.21.60) y para todos los vanos reguladores de la línea.

Con respecto a la flecha máxima, será a la temperatura de 50 °C y la velocidad mínima del viento será de 120 km/h.

TABLA DE TENDIDO

LINEAS DE 1º, 2º Y 3º CATEGORÍA

ZONA B

ALTITUD de 500 a 1000 metros

TIPO DE TENSE

LÍMITE ESTÁTICO-DINÁMICO

VELOCIDAD DEL VIENTO (km/h) 120

CONDUCTOR:	47-AL1/8-ST1A
Diámetro mm =	9.45
F = Fuerza en daN	
f = Flecha en m	
CS = Coeficiente de seguridad	

Peso Propio daN/m =	0.1852
Peso Sobre. Viento daN/m =	0.5965
Peso Sobre. Hielo daN/m =	0.7385
Peso Sobre. V/2 daN/m =	0.3386
Carga de Rotura daN =	1629
Tensión Maxima daN =	543

Vano Reg.	Fuerza Máx.		- 10°		Flechas Maximas						Parametro Catenaria		Cadenas		TEMPERATURA															
	- 15° + Hielo		+ Viento		15° + V		50°		0° + H		Max	Min	-15°		0°		5°		10°		15°		EDS	20°		25°		30°		
	F	CS	F	CS	F	f	F	f	F	f	Max	Min	F	f	F	f	F	f	F	f	F	f	%	F	f	F	f	F	f	
50	527	3.09	470	3.46	335	0.56	91	0.64	441	0.52	980	4.824	426	447	0.13	330	0.18	292	0.20	256	0.23	223	0.26	13.68	192	0.30	166	0.35	143	0.40
60	527	3.09	465	3.50	346	0.78	98	0.85	451	0.74	1.054	4.462	404	413	0.20	301	0.28	267	0.31	235	0.36	206	0.41	12.62	180	0.46	159	0.53	141	0.59
70	527	3.09	461	3.54	355	1.03	103	1.10	459	0.99	1.113	4.058	382	376	0.30	272	0.42	241	0.47	214	0.53	190	0.60	11.69	170	0.67	153	0.74	139	0.81
80	527	3.09	457	3.57	364	1.31	107	1.38	466	1.27	1.161	3.632	361	336	0.44	244	0.61	219	0.68	197	0.75	178	0.83	10.95	163	0.91	149	0.99	138	1.07
90	527	3.09	453	3.60	371	1.63	111	1.69	473	1.58	1.199	3.216	343	298	0.63	221	0.85	201	0.93	184	1.02	169	1.11	10.38	157	1.20	146	1.28	137	1.37
100	527	3.09	450	3.62	377	1.98	114	2.03	479	1.93	1.230	2.844	327	263	0.88	202	1.15	187	1.24	173	1.33	162	1.43	9.95	152	1.52	144	1.61	136	1.70
110	527	3.09	447	3.65	382	2.36	116	2.41	484	2.31	1.266	2.540	313	235	1.19	188	1.49	176	1.59	166	1.69	157	1.79	9.62	149	1.88	142	1.98	136	2.07
120	527	3.09	444	3.67	387	2.77	118	2.82	488	2.72	1.277	2.307	302	214	1.56	177	1.88	168	1.98	160	2.08	153	2.18	9.38	146	2.28	140	2.38	135	2.47
130	527	3.09	442	3.68	391	3.22	120	3.26	492	3.17	1.295	2.135	294	198	1.98	170	2.31	162	2.41	156	2.51	150	2.62	9.18	144	2.71	139	2.81	135	2.90
140	527	3.09	441	3.70	394	3.71	121	3.74	495	3.65	1.310	2.007	287	186	2.44	164	2.77	158	2.88	152	2.98	147	3.08	9.03	143	3.18	138	3.28	134	3.38
150	527	3.09	439	3.71	397	4.22	122	4.25	498	4.17	1.323	1.910	281	177	2.94	159	3.28	154	3.38	149	3.49	145	3.59	8.91	141	3.69	138	3.79	134	3.88
175	527	3.09	436	3.74	403	5.66	125	5.68	504	5.61	1.347	1.754	270	162	4.36	151	4.69	148	4.80	145	4.90	142	5.01	8.69	139	5.11	136	5.21	134	5.31
200	527	3.09	434	3.75	408	7.31	126	7.33	509	7.26	1.364	1.665	263	154	6.01	146	6.33	144	6.44	142	6.54	139	6.65	8.55	137	6.75	135	6.85	133	6.95
225	527	3.09	432	3.77	411	9.18	127	9.20	512	9.13	1.376	1.608	259	149	7.87	143	8.19	141	8.30	139	8.40	138	8.50	8.46	136	8.61	135	8.71	133	8.81

Tabla 5. Tabla de tendido.

4.1.2 Vanos reguladores, tablas de regulación y curvas de catenaria.

El vano regulador viene definido por la distribución de apoyos y se calcula según:

$$a_R = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{j-n} a_j^3}{\sum_{j=1}^{j-n} a_j}} \quad (m)$$

Con esta fórmula se pretende conseguir que la tensión mecánica tenga un valor uniforme a lo largo del tramo comprendido entre 2 apoyos de amarre o anclaje, variando si lo hace la temperatura, condiciones meteorológicas, sobrecargas, etc., pero seguirá guardando en todo momento un valor uniforme a lo largo de todos los vanos de la serie limitada por dos apoyos de anclaje o amarre.

Con los vanos reguladores de los 3 cantones de los que consta nuestra línea podremos definir si la distribución de apoyos elegida es correcta o no, para ello emplearemos la tabla de regulación, teniendo una por cada cantón de la línea.

Con la ayuda de la tabla de regulación, se determinará el parámetro de flecha máxima, a partir de la cual, se obtendrá, la curva de flecha máxima vertical. Al igual que antes, se obtendrá una curva de flecha máxima vertical por cada cantón.

A continuación se indican los vanos reguladores, tablas de regulación y curvas de catenaria de cada cantón.

VANO REGULADOR DEL CANTON 1			
	VANO	LONGITUD	
	1	38	
			VANO REGULADOR (m) =
			38,00
			LONGITUD TOTAL DEL DELCANTÓN (m) =
			38

VANO REGULADOR DEL CANTON 2			
	VANO	LONGITUD	
	2	120	
	3	130	
	4	108	
			VANO REGULADOR (m) =
			120,34
			LONGITUD TOTAL DEL DELCANTÓN (m) =
			358

VANO REGULADOR DEL CANTON 3			
	VANO	LONGITUD	
	5	120	
			VANO REGULADOR (m) =
			120,00
			LONGITUD TOTAL DEL DELCANTÓN (m) =
			120

TABLA DE REGULACIÓN CANTÓN Nº 1

LINEA 3ª CATEGORÍA

ZONA B

ALTITUD de 500 a 1000 metros

CONDUCTOR:	47-AL1/8-ST1A
Diámetro mm =	9.45
F = Fuerza en daN	
f = Flecha en m	
CS = Coeficiente de seguridad	

TIPO DE TENSE
LIMITE ESTÁTICO-DINAMICO
VELOCIDAD DEL VIENTO (km/h) 120

Peso Propio daN/m =	0.1852
Peso Sobre. Viento daN/m =	0.5965
Peso Sobre. Hielo daN/m =	0.7385
Peso Sobre. V/2 daN/m =	0.3386
Carga de Rotura daN =	1629
Tensión Maxima daN =	543

Vano Reg.	Fuerza Máx.		Flechas Máximas						Parametro Catenaria		Cadenas		TEMPERATURA																	
	- 10°		15° + V		50°		0° + H		-10°+V/2		-15°		0°		5°		10°		15°		EDS		20°		25°		30°			
	F	CS	F	CS	F	f	F	f	F	f	Max	Min	F	F	f	f	F	f	F	f	F	f	F	f	F	f	F	f	F	f
38	527	3.09	476	3.42	320	0.34	80	0.42	429	0.31	864	5.185	450	480	0.07	360	0.09	320	0.10	282	0.12	244	0.14	14.98	208	0.16	176	0.19	147	0.23

TABLA DE REGULACIÓN

Nº	Vano (m)	Desnivel (m)	Distancia Apoyos	TEMPERATURAS															
				-15°		0°		5°		10°		15°		20°		25°		30°	
				F	f	F	f	F	f	F	f	F	f	F	f	F	f	F	f
1	38	0	38.00	480	0.07	360	0.09	320	0.10	282	0.12	244	0.14	208	0.16	176	0.19	147	0.23

TABLA DE REGULACIÓN CANTÓN Nº 2

LINEA 3ª CATEGORÍA

ZONA B

ALTITUD de 500 a 1000 metros

CONDUCTOR:	47-AL1/8-ST1A
Diámetro mm =	9.45
F = Fuerza en daN	
f = Flecha en m	
CS = Coeficiente de seguridad	

TIPO DE TENSE
LIMITE ESTÁTICO-DINAMICO
VELOCIDAD DEL VIENTO (km/h) 120

Peso Propio daN/m =	0.1852
Peso Sobre. Viento daN/m =	0.5965
Peso Sobre. Hielo daN/m =	0.7385
Peso Sobre. V/2 daN/m =	0.3386
Carga de Rotura daN =	1629
Tensión Maxima daN =	543

Vano Reg.	Fuerza Máx.		Flechas Máximas						Parametro Catenaria		Cadenas		TEMPERATURA																
	- 10°		15° + V		50°		0° + H		-10°+V/2		-15°		0°		5°		10°		15°		EDS		20°		25°		30°		
	F	CS	F	CS	F	f	F	f	F	f	Max	Min	F	F	f	f	F	f	F	f	F	f	F	f	F	f	F	f	
120	527	3.09	444	3.67	387	2.77	118	2.82	488	2.72	1.277	2.307	302	214	1.56	177	1.88	168	1.98	160	2.08	153	2.18	146	2.28	140	2.38	135	2.47

TABLA DE REGULACIÓN

Nº	Vano (m)	Desnivel (m)	Distancia Apoyos	TEMPERATURAS															
				-15°		0°		5°		10°		15°		20°		25°		30°	
				F	f	F	f	F	f	F	f	F	f	F	f	F	f	F	f
2	120	2	120.02	214	1.56	177	1.88	168	1.98	160	2.08	153	2.18	146	2.28	140	2.38	135	2.47
3	130	1	130.00	214	1.83	177	2.21	168	2.33	160	2.46	153	2.56	146	2.68	140	2.79	135	2.90
4	108	0	108.00	214	1.26	177	1.52	168	1.81	160	1.99	153	1.77	146	1.85	140	1.92	135	2.00

TABLA DE REGULACIÓN CANTÓN Nº 3

LINEA 3ª CATEGORÍA

ZONA B

ALTITUD de 500 a 1000 metros

CONDUCTOR:	47-AL1/8-ST1A
Diámetro mm =	9.45
F = Fuerza en daN	
f = Flecha en m	
CS = Coeficiente de seguridad	

TIPO DE TENSE
LIMITE ESTÁTICO-DINAMICO
VELOCIDAD DEL VIENTO (km/h) 120

Peso Propio daN/m =	0.1852
Peso Sobre. Viento daN/m =	0.5965
Peso Sobre. Hielo daN/m =	0.7385
Peso Sobre. V/2 daN/m =	0.3386
Carga de Rotura daN =	1629
Tensión Maxima daN =	543

Vano Reg.	Fuerza Máx.		Flechas Máximas						Parametro Catenaria		Cadenas		TEMPERATURA																
	- 10°		15° + V		50°		0° + H		-10°+V/2		-15°		0°		5°		10°		15°		EDS		20°		25°		30°		
	F	CS	F	CS	F	f	F	f	F	f	Max	Min	F	F	f	f	F	f	F	f	F	f	F	f	F	f	F	f	
120	527	3.09	444	3.67	387	2.77	118	2.82	488	2.72	1.277	2.307	302	214	1.56	177	1.88	168	1.98	160	2.08	153	2.18	146	2.28	140	2.38	135	2.47

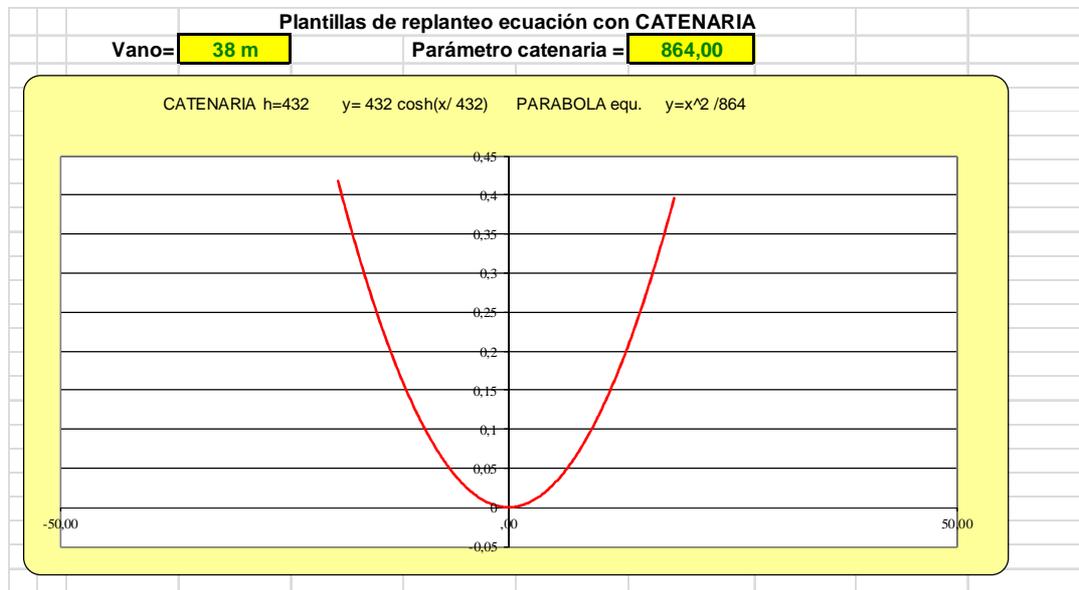
TABLA DE REGULACIÓN

Nº	Vano (m)	Desnivel (m)	Distancia Apoyos	TEMPERATURAS															
				-15°		0°		5°		10°		15°		20°		25°		30°	
				F	f	F	f	F	f	F	f	F	f	F	f	F	f	F	f
5	120	3	120.04	214	1.56	177	1.88	168	1.98	160	2.08	153	2.18	146	2.28	140	2.38	135	2.47

- Curvas de catenaria.

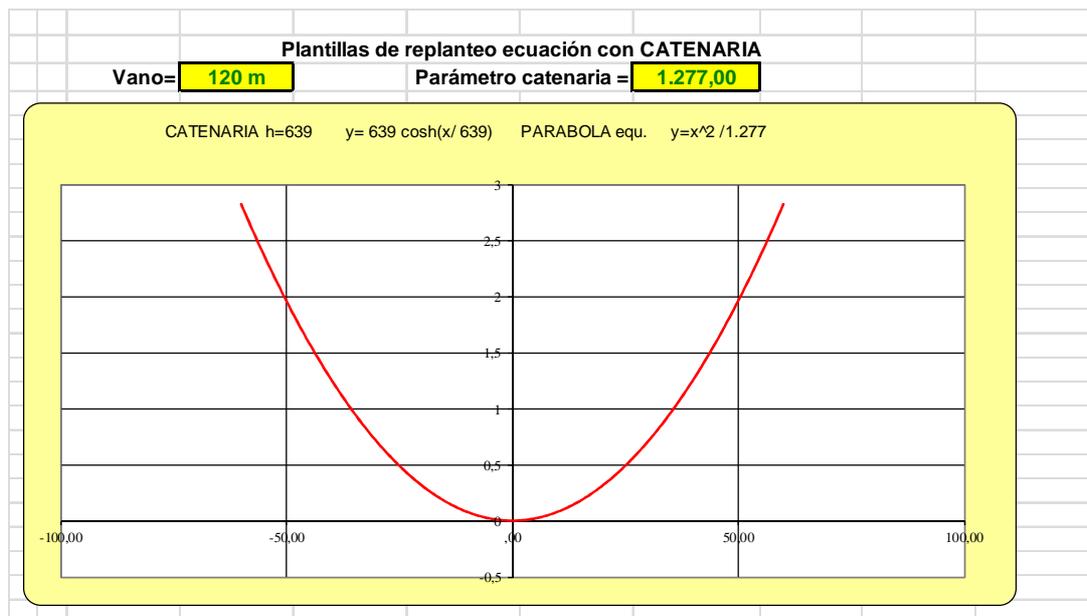
Cantón 1.

Vano = 38 m. y parámetro catenaria = 864.



Cantón 2 y 3.

Vano = 120 m. y parámetro catenaria = 1277.



Con la distribución de los apoyos realizada, tenemos una distancia superior a 7 metros desde el punto de engrape inferior del conductor con respecto al suelo, tal y como indica ITC-LAT 09 del RLAT.

4.1.3 Desvío de cadenas y tiro vertical.

El desvío de cadenas y tiro vertical se comprueba solamente para los apoyos de alineación de nuestra línea, en nuestro caso, apoyos 2 y 3. Como los apoyos están situados a distinto nivel la expresión a utilizar para la tangente del ángulo de desvío de cadenas será;

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{2 F_{\theta + \frac{\nu}{2}} \operatorname{sen} \frac{\alpha}{2} + \frac{q}{2} d a_v \cos \frac{\alpha}{2} + \frac{Q_v}{2}}{p a_v + F_{-\theta + \frac{\nu}{2}} \left(\frac{h_0 - h_1}{a_1} + \frac{h_0 - h_2}{a_2} \right) + \frac{Q}{2}}$$

En este caso comentar que la fuerza aplicar será a -10°C con presión de viento mitad porque la línea discurre por zona B, cuyo valor es de 302 daN. Esta fuerza será diferente para cada cantón y viene indicada en la tabla de regulación.

Los términos h_0 , h_1 y h_2 , representan la altura del punto de engrape del apoyo en estudio, del apoyo anterior y del apoyo posterior, respectivamente. El valor de a_v , será el eolovano de los vanos contiguos al apoyo en estudio, es decir, la media aritmética del apoyo anterior y posterior.

La cadena de aisladores será de tipo sintético y el ángulo máximo de desvío de la cadena de aisladores para una cruceta tipo bóveda de alineación es de 70° . Por tanto, los valores Q y Q_v serán 5 daN y 1,05 daN, respectivamente. Con este ángulo como referencia, comprobaremos uno a uno que el desvío de cadenas de los apoyos de alineación de nuestra línea no supera dicho valor. Si esto ocurriera, habría que recrecer apoyos o cambiar el apoyo de alineación por uno de anclaje o de amarre, por tanto, si ocurriese este último, empezariamos de nuevo por el cálculo de vanos de regulación ya que los apoyos de anclaje o amarre separan cantones.

En nuestra línea no se produce ningún desvío de la traza en los apoyos de alineación, por lo que el ángulo α será 0.

Por otro lado, para averiguar si existe o no tiro vertical aplicaremos la expresión siguiente;

$$P_C = p a_{AA'} = p a_v + F \left(\frac{h_0 - h_1}{a_1} + \frac{h_0 - h_2}{a_2} \right) \text{ (daN)}$$

En esta expresión el valor de la fuerza F será de 214 daN para los apoyos a calcular. Dicha fuerza se determina en la tabla de tendido para los cantones de una línea y es la fuerza máxima a $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ por ser zona B nuestra línea.

Con esta expresión se pueden dar 3 casos en función del signo del término entre paréntesis. El primero de ellos, positivo, no existe tiro ascendente y no es necesario lastrar la cadena de aisladores en caso de ser de suspensión, pero se estudiará el posible desvío transversal de la cadena de aisladores.

El segundo caso sería si el signo es negativo, entonces si que existe tiro vertical por lo que la cadena de aisladores tenderá a desplazarse de la vertical, apareciendo el “volteo de cadenas”, y será necesario estudiar la desviación transversal de la cadena de aisladores. Por último, tendremos el caso de obtener un valor nulo, que aparecería el fenómeno de “pérdida de peso” pudiéndose producir desvíos de cadenas excesivos.

Se indica a continuación el desvío de cadenas y tiro vertical de los apoyos 2 y 3;

APOYO N° 2- INCLINACIÓN DE CADENAS

Conductor	47-AL1/8-ST1A
Diametro (mm)	9.45
Peso (daN/m)	0.18521

Fuerza con V/2	302
----------------	------------

Desnivel (m)	
h0	810.4
h1	805.8
h2	810.4
N	0.0383

N° aisladores/cadena	1
Tipo de aislador	SINTÉTICO
Peso aislador	5
Viento sobre aislador	1.05

Vanos (m)	
Anterior	120
Posterior	130
Medio	125
Regulador	120

Ángulo de desvío de la traza	
Grados °	0
Minutos ´	0
Segundos ´´	0
Total	0.00

Ángulo maximo de desvío	70
Fuerza del viento "q"	60

Tangente de δ°	0.966
Ángulo de desvío	44.01
Valido Suspensión	VALIDO

APOYO N° 2 - TIRO VERTICAL

Fuerza más desfavorable	214
-------------------------	------------

Peso conductor daN	31.35
--------------------	--------------

Tiro vertical	NO EXISTE TIRO
---------------	-----------------------

APOYO N° 3- INCLINACION DE CADENAS

Conductor	47-AL1/8-ST1A
Diametro (mm)	9.45
Peso (daN/m)	0.18521

Vanos (m)	
Anterior	130
Posterior	108
Medio	119
Regulador	120

Fuerza con V/2	302
----------------	------------

Desnivel (m)	
h0	810.4
h1	810.4
h2	810.9
N	-0.0046

Ángulo de desvío de la traza	
Grados °	0
Minutos ´	0
Segundos ´´	0
Total	0.00

Nº aisladores/cadena	1
Tipo de aislador	SINTÉTICO
Peso aislador	5
Viento sobre aislador	1.05

Ángulo máximo de desvío	70
Fuerza del viento "q"	60

Tangente de δ°	1.481
Ángulo de desvío	55.96
Valido Suspensión	VALIDO

APOYO N° 3 - TIRO VERTICAL

Fuerza más desfavorable	214
-------------------------	------------

Peso conductor daN	21.05
--------------------	--------------

Tiro vertical	NO EXISTE TIRO
---------------	-----------------------

A la vista de los resultados obtenidos en este apartado, no tenemos ni tiro vertical y el ángulo de desvío de cadenas es inferior a los 70°.

4.1.4 Vano máximo admisible.

Los vanos reales de nuestra línea deben ser de menor longitud que el vano máximo admisible para cada cantón, por lo que éste no se puede superar, y por tanto, es necesario calcularlo.

Este vano máximo admisible va a depender de la distancia entre conductores. Según la ITC-LAT 07, apartado 5.4.1, esta distancia viene determinada por la siguiente expresión:

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

Despejando de la expresión anterior el valor de la flecha (F), obtenemos

$$F = \left(\frac{D - K' D_{pp}}{K} \right)^2 - L$$

Por lo que para una línea definida, por un tipo de cruceta (BC2-20 y RC2-20S, que marca una distancia horizontal de 2 m. entre conductores) que impone una distancia entre conductores (D), una categoría que define K' (0.75 por ser línea de 3ª Categoría), una tensión que impone una D_{pp} (0.25) y un tipo de conductor y categoría de la línea que determina K (coeficiente que depende de la oscilación de los conductores por la acción del viento, siendo 0.6 para la hipótesis de viento y 0.55 para la de temperatura en nuestro caso) y para unas cadenas de aisladores (L = 0.6 si el apoyo es de alineación y L = 0, si es de anclaje o amarre) se podrá determinar el valor de flecha máxima admisible ($F_{MAX AD}$) por separación entre conductores según esta expresión:

$$F_{MAX AD} = \left(\frac{D - K' D_{pp}}{K} \right)^2 - L \quad (m)$$

Para nuestro caso, se determinará la flecha máxima a -15 °C más sobrecarga de viento, a 50 °C y 0 °C más sobrecarga de hielo, por ser zona B por donde discurre la línea.

Por tanto, se obtendrán 3 valores de $F_{MAX AD}$, una por cada hipótesis, por lo que el vano máximo admisible en un cantón vendrá determinado por su vano ideal de regulación según:

$$a_{MAX AD} = a_R \sqrt{\frac{F_{MAX AD}}{f_{MAX a_R}}} \quad (m)$$

Determinaremos 3 vanos máximos admisibles, según la hipótesis de -15 °C+ VIENTO, 50 °C y 0 °C+HIELO, adoptando el más pequeño, por ser el más desfavorable, puesto que con la flecha máxima para uno de esos vanos puede que no se respete la distancia de seguridad al suelo, incluso sin emplear apoyos recrecidos.

En el caso de los apoyos que estén en 2 cantones, como es el 1 y 4, se calcularán los vanos máximos admisibles para cada cantón al que pertenecen. Por ejemplo, el apoyo 1, pertenece al cantón 1 y 2, cuyos vanos reguladores son 38 y 120 m., respectivamente. Por tanto, para el apoyo 4 se obtendrán 6 vanos máximos admisibles, y nos quedaremos con aquel que dé el valor más pequeño, por ser más desfavorable.

A continuación se indican las tablas resumen de los vanos máximos admisibles por cada cantón, así como los vanos máximos admisibles para cada apoyo según la hipótesis de -15 °C+ VIENTO, 50 °C y 0 °C+HIELO.

- Tablas resumen:

CANTÓN Nº 1			
VANO Nº	APOYO Nº	VANO MÁXIMO ADMISIBLE	VANO REAL
	E	181,6	
1			38
	1	181,72	

CANTÓN Nº 2			
VANO Nº	APOYO Nº	VANO MÁXIMO ADMISIBLE	VANO REAL
	1	201,05	
2			120
	2	194,48	
3			130
	3	194,48	
4			108
	4	200,64	

CANTÓN Nº 3			
VANO Nº	APOYO Nº	VANO MÁXIMO ADMISIBLE	VANO REAL
	4	200,64	
5			120
	5	201,05	

Todos los vanos reales de la línea no superan el vano máximo admisible, por lo que son correctos.

En el caso del apoyo 1, el vano máximo admisible sería el que se ha indicado para el cantón 1, cuyo valor es de 181,72 m. y es más restrictivo que el calculado en el cantón 2 (201,05 m). Por último, el apoyo 4, pertenece al cantón 2 y 3, pero ambos tienen el mismo vano regulador (120 m.), por lo que tendrán el mismo vano máximo admisible, siendo este valor 200,64 m.

- Vanos admisibles por apoyo:

VANO MÁXIMO ADMISIBLE	
CANTÓN N° 1	
APOYO E	
Conductor	47-AL1/8-ST1A
Diametro (mm)	9,45
Peso (daN/m)	0,18521
K'	0,75
Dpp	0,25
K (Viento)	0,65
K (Temperatura)	0,55
K (Hielo)	0,55
$f_{\text{MAX VIENTO}} =$	0,34
$f_{\text{MAX TEMPERATURA}} =$	0,42
$f_{\text{MAX HIELO}} =$	0,31
Vano regulador	38
Longitud cad. Aislador	0
Distancia entre conductores (m)	
Horizontal	2
Vertical	0
Ángulo desvío traza α°	4
Distancia entre conductores	1,999
$F_{\text{MAX ADMISIBLE (Viento)}} =$	7,765
$F_{\text{MAX ADMISIBLE (Temperatura)}} =$	10,845
$F_{\text{MAX ADMISIBLE (Hielo)}} =$	10,845
$\beta^\circ_{\text{VIENTO}} =$	71,91
$\beta^\circ_{\text{TEMPERATURA}} =$	0
$\beta^\circ_{\text{HIELO}} =$	0
VANO MÁX. ADMISIBLE a MAX ADMISIBLE, 15°C+ VIENTO	181,60
VANO MÁX. ADMISIBLE a MAX ADMISIBLE θ °C	193,10
VANO MÁX. ADMISIBLE a MAX ADMISIBLE 0 °C+ HIELO	224,76
VANO MÁX. ADMISIBLE a MAX ADMISIBLE	181,60

VANO MÁXIMO ADMISIBLE

CANTÓN N° 1

APOYO 1

Conductor	47-AL1/8-ST1A
Diametro (mm)	9,45
Peso (daN/m)	0,18521

Distancia entre conductores (m)	
Horizontal	2
Vertical	0
Ángulo desvío traza α°	0

K'	0,75
Dpp	0,25

Distancia entre conductores	2,000
-----------------------------	--------------

K (Viento)	0,65
K (Temperatura)	0,55
K (Hielo)	0,55

$F_{\text{MAX ADMISIBLE (Viento)}}$	7,776
$F_{\text{MAX ADMISIBLE (Temperatura)}}$	10,860
$F_{\text{MAX ADMISIBLE (Hielo)}}$	10,860

$f_{\text{MAX VIENTO}}$	0,34
$f_{\text{MAX TEMPERATURA}}$	0,42
$f_{\text{MAX HIELO}}$	0,31

$\beta^\circ \text{ VIENTO}$	71,91
$\beta^\circ \text{ TEMPERATURA}$	0
$\beta^\circ \text{ HIELO}$	0

Vano regulador	38
Longitud cad. Aislador	0

VANO MÁX. ADMISIBLE a MAX ADMISIBLE, 15°C+ VIENTO	181,72
---	---------------

VANO MÁX. ADMISIBLE a MAX ADMISIBLE $\theta^\circ \text{C}$	193,23
---	---------------

VANO MÁX. ADMISIBLE a MAX ADMISIBLE 0°C+ HIELO	224,91
--	---------------

VANO MÁX. ADMISIBLE a MAX ADMISIBLE	181,72
-------------------------------------	---------------

VANO MAXIMO ADMISIBLE

CANTÓN N° 2

APOYO N° 1

Conductor	47-AL1/8-ST1A
Diametro (mm)	9,45
Peso (daN/m)	0,18521

Distancia entre conductores (m)	
Horizontal	2
Vertical	0
Ángulo desvío traza α°	0

K'	0,75
Dpp	0,25

Distancia entre conductores	2,000
-----------------------------	--------------

K (Viento)	0,65
K (Temperatura)	0,55
K (Hielo)	0,55

F MAX ADMISIBLE (Viento) =	7,776
F MAX ADMISIBLE (Temperatura) =	10,860
F MAX ADMISIBLE (Hielo) =	10,860

f MAX VIENTO =	2,77
f MAX TEMPERATURA =	2,82
f MAX HIELO =	2,72

β° VIENTO =	71,91
β° TEMPERATURA =	0
β° HIELO =	0

Vano regulador	120
Longitud cad. Aislador	0

VANO MÁX. ADMISIBLE a MAX ADMISIBLE, 15°C+ VIENTO =	201,05
---	---------------

VANO MÁX. ADMISIBLE a MAX ADMISIBLE θ° C =	235,49
--	---------------

VANO MÁX. ADMISIBLE a MAX ADMISIBLE 0°C+ HIELO =	239,78
--	---------------

VANO MÁX. ADMISIBLE a MAX ADMISIBLE =	201,05
---------------------------------------	---------------

VANO MÁXIMO ADMISIBLE

CANTÓN N° 2
APOYO N° 2

Conductor	47-AL1/8-ST1A
Diametro (mm)	9.45
Peso (daN/m)	0.18521

Distancia entre conductores (m)	
Horizontal	2
Vertical	0
Ángulo desvío traza α°	0

K'	0.75
Dpp	0.25

Distancia entre conductores	2.000
-----------------------------	--------------

K (Viento)	0.65
K (Temperatura)	0.55
K (Hielo)	0.55

$F_{\text{MAX ADMISIBLE (Viento)}}$	7.276
$F_{\text{MAX ADMISIBLE (Temperatura)}}$	10.360
$F_{\text{MAX ADMISIBLE (Hielo)}}$	10.360

$f_{\text{MAX VIENTO}}$	2.77
$f_{\text{MAX TEMPERATURA}}$	2.82
$f_{\text{MAX HIELO}}$	2.72

$\beta^\circ_{\text{VIENTO}}$	71.91
$\beta^\circ_{\text{TEMPERATURA}}$	0
$\beta^\circ_{\text{HIELO}}$	0

Vano regulador	120
Longitud cad. Aislador	0.5

VANO MÁX. ADMISIBLE a $F_{\text{MAX ADMISIBLE, 15°C+ VIENTO}}$	194.48
--	---------------

VANO MÁX. ADMISIBLE a $F_{\text{MAX ADMISIBLE } \theta \text{ °C}}$	230.00
---	---------------

VANO MÁX. ADMISIBLE a $F_{\text{MAX ADMISIBLE 0 °C+ HIELO}}$	234.19
--	---------------

VANO MÁX. ADMISIBLE a $F_{\text{MAX ADMISIBLE}}$	194.48
--	---------------

VANO MÁXIMO ADMISIBLE

CANTÓN N° 2
APOYO N° 3

Conductor	47-AL1/8-ST1A
Diametro (mm)	9.45
Peso (daN/m)	0.18521

Distancia entre conductores (m)	
Horizontal	2
Vertical	0
Ángulo desvío traza α°	0

K'	0.75
Dpp	0.25

Distancia entre conductores	2.000
-----------------------------	--------------

K (Viento)	0.65
K (Temperatura)	0.55
K (Hielo)	0.55

$F_{\text{MAX ADMISIBLE (Viento)}}$	7.276
$F_{\text{MAX ADMISIBLE (Temperatura)}}$	10.360
$F_{\text{MAX ADMISIBLE (Hielo)}}$	10.360

$f_{\text{MAX VIENTO}}$	2.77
$f_{\text{MAX TEMPERATURA}}$	2.82
$f_{\text{MAX HIELO}}$	2.72

$\beta^\circ_{\text{VIENTO}}$	71.91
$\beta^\circ_{\text{TEMPERATURA}}$	0
$\beta^\circ_{\text{HIELO}}$	0

Vano regulador	120
Longitud cad. Aislador	0.5

VANO MÁX. ADMISIBLE a $F_{\text{MAX ADMISIBLE, 15}^\circ\text{C+ VIENTO}}$	194.48
--	---------------

VANO MÁX. ADMISIBLE a $F_{\text{MAX ADMISIBLE } \theta^\circ\text{C}}$	230.00
--	---------------

VANO MÁX. ADMISIBLE a $F_{\text{MAX ADMISIBLE } 0^\circ\text{C+ HIELO}}$	234.19
--	---------------

VANO MÁX. ADMISIBLE a $F_{\text{MAX ADMISIBLE}}$	194.48
--	---------------

VANO MÁXIMO ADMISIBLE

CANTÓN N° 2
APOYO N° 4

Conductor	47-AL1/8-ST1A
Diametro (mm)	9.45
Peso (daN/m)	0.18521

Distancia entre conductores (m)	
Horizontal	2
Vertical	0
Ángulo desvío traza α°	7

K'	0.75
Dpp	0.25

Distancia entre conductores	1.996
-----------------------------	--------------

K (Viento)	0.65
K (Temperatura)	0.55
K (Hielo)	0.55

$F_{\text{MAX ADMISIBLE (Viento)}}$	7.744
$F_{\text{MAX ADMISIBLE (Temperatura)}}$	10.815
$F_{\text{MAX ADMISIBLE (Hielo)}}$	10.815

$f_{\text{MAX VIENTO}} =$	2.77
$f_{\text{MAX TEMPERATURA}} =$	2.82
$f_{\text{MAX HIELO}} =$	2.72

$\beta^\circ \text{ VIENTO} =$	71.91
$\beta^\circ \text{ TEMPERATURA} =$	0
$\beta^\circ \text{ HIELO} =$	0

Vano regulador	120
Longitud cad. Aislador	0

VANO MÁX. ADMISIBLE a MAX ADMISIBLE, 15°C+ VIENTO	200.64
---	---------------

VANO MÁX. ADMISIBLE a MAX ADMISIBLE θ °C	235.01
---	---------------

VANO MÁX. ADMISIBLE a MAX ADMISIBLE 0 °C+ HIELO	239.29
---	---------------

VANO MÁX. ADMISIBLE a MAX ADMISIBLE	200.64
-------------------------------------	---------------

VANO MÁXIMO ADMISIBLE

CANTÓN N° 3
APOYO N° 4

Conductor	47-AL1/8-ST1A
Diametro (mm)	9.45
Peso (daN/m)	0.18521

Distancia entre conductores (m)	
Horizontal	2
Vertical	0
Angulo desvio traza α°	7

K'	0.75
Dpp	0.25

Distancia entre conductores	1.996
-----------------------------	--------------

K (Viento)	0.65
K (Temperatura)	0.55
K (Hielo)	0.55

F MAX ADMISIBLE (Viento) =	7.744
F MAX ADMISIBLE (Temperatura) =	10.815
F MAX ADMISIBLE (Hielo) =	10.815

f MAX VIENTO =	2.77
f MAX TEMPERATURA =	2.82
f MAX HIELO =	2.72

β° VIENTO =	71.91
β° TEMPERATURA =	0
β° HIELO =	0

Vano regulador	120
Longitud cad. Aislador	0

VANO MÁX. ADMISIBLE a MAX ADMISIBLE, 15°C+ VIENTO =	200.64
VANO MÁX. ADMISIBLE a MAX ADMISIBLE θ °C =	235.01
VANO MÁX. ADMISIBLE a MAX ADMISIBLE 0 °C+ HIELO =	239.29

VANO MÁX. ADMISIBLE a MAX ADMISIBLE =	200.64
---------------------------------------	---------------

VANO MÁXIMO ADMISIBLE

CANTÓN N° 3
APOYO N° 5

Conductor	47-AL1/8-ST1A
Diametro (mm)	9.45
Peso (daN/m)	0.18521

Distancia entre conductores (m)	
Horizontal	2
Vertical	0
Ángulo desvío traza α°	0

K'	0.75
Dpp	0.25

Distancia entre conductores	2.000
-----------------------------	--------------

K (Viento)	0.65
K (Temperatura)	0.55
K (Hielo)	0.55

$F_{\text{MAX ADMISIBLE (Viento)}}$	7.776
$F_{\text{MAX ADMISIBLE (Temperatura)}}$	10.860
$F_{\text{MAX ADMISIBLE (Hielo)}}$	10.860

$f_{\text{MAX VIENTO}}$	2.77
$f_{\text{MAX TEMPERATURA}}$	2.82
$f_{\text{MAX HIELO}}$	2.72

$\beta^\circ \text{ VIENTO}$	71.91
$\beta^\circ \text{ TEMPERATURA}$	0
$\beta^\circ \text{ HIELO}$	0

Vano regulador	120
Longitud cad. Aislador	0

VANO MÁX. ADMISIBLE a MAX ADMISIBLE, 15°C+ VIENTO	201.05
---	---------------

VANO MÁX. ADMISIBLE a MAX ADMISIBLE $\theta^\circ \text{C}$	235.49
---	---------------

VANO MÁX. ADMISIBLE a MAX ADMISIBLE 0°C+ HIELO	239.78
--	---------------

VANO MÁX. ADMISIBLE a MAX ADMISIBLE	201.05
-------------------------------------	---------------

4.1.5 Apoyos.

A la hora de realizar el cálculo de apoyos, se tendrá en cuenta la cruceta seleccionada para el cálculo del vano máximo admisible, el punto de engrape de los conductores, longitud de la cadena de aisladores, altura libre del apoyo (altura del apoyo elegido menos la profundidad de la cimentación y menos 10 cm.).

Se indican a continuación los distintos apoyos obtenidos;

APOYO N° 1 - Apoyos de PRINCIPIO O FIN DE LINEA SIMPLE CIRCUITO CON CADENAS DE AMARRE DE COMPOSITE Y APOYO DE CELOSÍA			
Conductor	47-AL1/8-ST1A	Vanos (m)	
Diametro (mm)	9,45	Anterior	120
Peso (daN/m)	0,18521	Medio	60
Zona		Regulador	120
Velocidad Viento km/h		Distancia entre conductores (m)	
120		2	
Altitud de la línea (Zona C)		Tipo de cruceta	
0		RECTA SIMPLE	
Fh (daN)	527	Encastramiento	0,6
Fv (daN)	476	Altura libre apoyo (m)	13,67
Desnivel (m)		Factor de armado	3,000
h0	807,8	Seguridad	1
h1	810,4		
N	-0,0217		

ESFUERZOS EN EL APOYO			
1ª HIPÓTESIS: VIENTO			
Esf. Horiz (T), daN	1544,86	Esf. Vertical (V) daN	161,63
2ª HIPÓTESIS: HIELO			
Esf. Horiz (T), daN	1581,00	Esf. Vertical (V) daN	236,58
4ª HIPÓTESIS: ROTURA			
Esf. Rotura, daN	527,00	Esf. Torsor, daN.m	1054,00

TIPO DE APOYO	CELOSÍA	ESFUERZO	ALTURA
CARACTERÍSTICAS	C -	2000	12

ESFUERZOS EN CRUCETA			
	1ª HIPÓTESIS	2ª HIPÓTESIS	4ª HIPÓTESIS
VERTICALES, daN	12,91	37,89	37,89
HORIZONTALES, daN	477,37	527,00	527,00
CRUCETA ELEGIDA		RC2-20-S	
VALIDEZ DE LA CRUCETA		VALIDA	

**APOYO N° 2 - Apoyos de ALINEACION -ANGULO SIMPLE CIRCUITO
CON CADENAS DE AISLADORES DE SUSPENSIÓN DE COMPOSITE Y APOYO DE CELOSÍA**

Conductor	47-AL1/8-ST1A
Diametro (mm)	9,45
Peso (daN/m)	0,18521

Zona	B
Velocidad Viento km/h	120
Altitud de la línea (Zona C)	0

Fh (daN)	527
Fv (daN)	444

Desnivel (m)	
h0	810,4
h1	805,8
h2	810,4
N	0,0383

Vanos (m)	
Anterior	120
Posterior	130
Medio	125
Regulador	120

Ángulo de desvío de la traza	
Grados °	0
Minutos ´	0
Segundos ´´	0
Total	0,00

Tipo de cruceta	BÓVEDA PLANA
-----------------	---------------------

Factor de armado	3,978
Seguridad	1

ESFUERZOS EN EL APOYO

1ª HIPÓTESIS: VIENTO

Esf. Horiz (T), daN	331,81	Esf. Vertical (V) daN	350,31
---------------------	---------------	-----------------------	---------------

2ª HIPÓTESIS: HIELO

Esf. Horiz (T), daN	0,00	Esf. Vertical (V) daN	602,56
---------------------	-------------	-----------------------	---------------

3ª HIPÓTESIS: DESEQUILIBRIO

Esf. Desequilibrio, daN	167,72	Esf. Equival.(L) daN	167,72
-------------------------	---------------	----------------------	---------------

TIPO DE APOYO	CELOSIA	ESFUERZO	ALTURA
CARACTERISTICAS	C -	500	18

ESFUERZOS EN CRUCETA

	1ª HIPOTESIS	2ª HIPOTESIS	3ª HIPOTESIS
VERTICALES, daN	33,44	117,52	117,52
HORIZONTALES, daN	72,98	0,00	42,16
CRUCETA ELEGIDA	BC2-20		
VALIDEZ DE LA CRUCETA	VALIDA		

**APOYO N° 3 - Apoyos de ALINEACION -ANGULO SIMPLE CIRCUITO
CON CADENAS DE AISLADORES DE SUSPENSIÓN DE COMPOSITE Y APOYO DE CELOSÍA**

Conductor	47-AL1/8-ST1A
Diametro (mm)	9.45
Peso (daN/m)	0.18521

Zona	B
Velocidad Viento km/h	120
Altitud de la línea (Zona C)	0

Fh (daN)	527
Fv (daN)	444

Desnivel (m)	
h0	810.4
h1	810.4
h2	810.9
N	-0.0046

Vanos (m)	
Anterior	130
Posterior	108
Medio	119
Regulador	120

Ángulo de desvío de la traza	
Grados °	0
Minutos ´	0
Segundos ´´	0
Total	0.00

Tipo de cruceta	BÓVEDA PLANA
-----------------	---------------------

Factor de armado	3.978
Seguridad	1

ESFUERZOS EN EL APOYO

1ª HIPÓTESIS: VIENTO

Esf. Horiz (T), daN	318.28	Esf. Vertical (V) daN	329.21
---------------------	---------------	-----------------------	---------------

2ª HIPÓTESIS: HIELO

Esf. Horiz (T), daN	0.00	Esf. Vertical (V) daN	521.34
---------------------	-------------	-----------------------	---------------

3ª HIPÓTESIS: DESEQUILIBRIO

Esf. Desequilibrio, daN	167.72	Esf. Equival.(L) daN	167.72
-------------------------	---------------	----------------------	---------------

TIPO DE APOYO	CELOSIA	ESFUERZO	ALTURA
CARACTERISTICAS	C -	500	18

ESFUERZOS EN CRUCETA

	1ª HIPOTESIS	2ª HIPOTESIS	3ª HIPOTESIS
VERTICALES, daN	26.40	90.45	90.45
HORIZONTALES, daN	69.57	0.00	42.16
CRUCETA ELEGIDA	BC2-20		
VALIDEZ DE LA CRUCETA	VALIDA		

En el apoyo 2 y 3, obtenemos según cálculos un apoyo C-500-18, pero tal y como establece el M.T 2.21.60, el apoyo de alineación mínimo, será C-1000. Por tanto, en los planos, dicho cambio ya se tiene en consideración.

**APOYO 4 - Apoyos de AMARRE-ANGULO SIMPLE CIRCUITO
CON CADENAS DE AISLADORES DE AMARRE DE COMPOSITE Y APOYO DE CELOSÍA**

Conductor	47-AL1/8-ST1A
Diametro (mm)	9.45
Peso (daN/m)	0.18521

Zona	B
Velocidad Viento km/h	120
Altitud de la línea (Zona C)	0

Fh (daN)	527
Fv (daN)	444

Desnivel (m)	
h0	810.9
h1	810.4
h2	807.8
N	0.0305

Seguridad	1
-----------	----------

Vanos (m)	
Anterior	108
Posterior	120
Medio	114
Regulador	120

Ángulo de desvío de la traza	
Grados °	7
Minutos ´	0
Segundos ´´	0
Total	7.00

Tipo de cruceta	BÓVEDA PLANA
Encastramiento	0
Altura libre apoyo (m)	0

Factor de armado	3.978
------------------	--------------

ESFUERZOS EN EL APOYO

1ª HIPÓTESIS: VIENTO

Esf. Horiz (T), daN

532.59

Esf. Vertical (V) daN

355.94

2ª HIPÓTESIS: HIELO

Esf. Horiz (T), daN

255.98

Esf. Vertical (V) daN

580.74

3ª HIPÓTESIS: DESEQUILIBRIO

Esf. Desequilibrio, daN

393.19

Esf. Equival.(L) daN

550.68

TIPO DE APOYO	CELOSIA	ESFUERZO	ALTURA
CARACTERISTICAS	C -	1000	18

ESFUERZOS EN CRUCETA

	1ª HIPOTESIS	2ª HIPOTESIS	3ª HIPOTESIS
VERTICALES, daN	35.31	110.25	110.25
HORIZONTALES, daN	122.93	64.35	98.83
CRUCETA ELEGIDA	BC2-20		
VALIDEZ DE LA CRUCETA	VALIDA		

**APOYO N° 5 - Apoyos de PRINCIPIO O FIN DE LINEA SIMPLE CIRCUITO
CON CADENAS DE AMARRE DE COMPOSITE Y APOYO DE CELOSÍA**

Conductor	47-AL1/8-ST1A
Diametro (mm)	9,45
Peso (daN/m)	0,18521

Vanos (m)	
Anterior	120
Medio	60
Regulador	120

Zona	B
Velocidad Viento km/h	120
Altitud de la línea (Zona C)	0

Distancia entre conductores (m)	2
---------------------------------	----------

Fh (daN)	527
Fv (daN)	444

Tipo de cruceta	RECTA SIMPLE
Encastramiento	0,6
Altura libre apoyo (m)	13,67

Desnivel (m)	
h0	807,8
h1	810,9
N	-0,0258

Factor de armado	3,000
Seguridad	1

ESFUERZOS EN EL APOYO

1ª HIPÓTESIS: VIENTO

Esf. Horiz (T), daN **1448,86**

Esf. Vertical (V) daN **160,55**

2ª HIPÓTESIS: HIELO

Esf. Horiz (T), daN **1581,00**

Esf. Vertical (V) daN **230,00**

4ª HIPÓTESIS: ROTURA

Esf. Rotura, daN **527,00**

Esf. Torsor, daN.m **1054,00**

TIPO DE APOYO	CELOSÍA	ESFUERZO	ALTURA
CARACTERÍSTICAS	C -	2000	12

ESFUERZOS EN CRUCETA

	1ª HIPÓTESIS	2ª HIPÓTESIS	4ª HIPÓTESIS
VERTICALES, daN	12,55	35,70	35,70
HORIZONTALES, daN	445,47	527,00	527,00
CRUCETA ELEGIDA	RC2-20-S		
VALIDEZ DE LA CRUCETA	VALIDA		

4.1.6 Apoyo entronque.

Se disponen de los siguientes datos de la línea existente como de la nueva línea

Línea existente:	Línea nueva:
$F_{-15+H} = 225 \text{ daN}$	$F_{-15+H} = 527 \text{ daN}$
$F_{-10+V} = -$	$F_{-10+V} = 476 \text{ daN}$
$F_{-10} = -$	$F_{-10} = 440 \text{ daN}$

Las distancias entre los apoyos de la línea existente se toman a una distancia de 50 metros (a_1 y a_2).

Hipótesis de viento.

1.1 Cargas permanentes Verticales (V):

a) Peso de conductores: línea existente más línea derivada.

$$n p \left[\frac{a_1 + a_2 + a_3}{2} + \frac{F_{-\theta+V}}{P'_V} \left(\frac{h_0 - h_1}{a_1} + \frac{h_0 - h_2}{a_2} \right) \right] = 3 \cdot 0,18521 \cdot \left(\frac{50 + 50 + 38}{2} \right) = 38,34 \text{ daN}$$

b) Peso de aisladores: tendremos 7 cadenas de aisladores de la línea existente más 3 de la línea nueva

$$n P_{\text{Aisladores}} = 10 \cdot 5 = 50 \text{ (daN)}$$

c) Peso de cruceta: 250 (daN), no se asigna ningún peso al perfil en L debido a su reducido peso.

TOTAL 1.1.- Cargas permanentes..... 338,34 (daN)

1.2 Esfuerzo del viento normal a la línea o en la dirección de la bisectriz del ángulo interno de la línea (T):

a) Sobre conductores:

Los esfuerzos del viento sobre conductores por fase tienen por valor:

$$\frac{a_1 + a_2}{2} \cdot d \cdot q \cdot \cos \frac{\beta}{2} = 50 \cdot 0,014 \cdot 60 \cdot \cos \frac{4}{2} = 41,58 \text{ (daN)}$$

Estas fuerzas están aplicadas a 1,5 metros por encima de cogolla, entonces con el factor de armado las referiremos a cogolla, cuyo valor es:

$$K_1 = \frac{4,6 + H_5}{4,6} = \frac{4,6 + 1,5}{4,6} = 1,326$$

por lo que aplicando el factor de armado sobre cada uno de los conductores de la línea:

$$41,58(3 \cdot 1,326) = 165,41 \text{ (daN)}$$

b) Sobre aisladores: se supone una fuerza del viento de 2,1 daN/aislador.

$$q \cdot n_{\text{Aisladores/cadena}} \cdot A_{\text{Aislador}} (K_{11} + K_{12} + K_{13}) = 2,1 \cdot 1 \cdot 2 \cdot (3 \cdot 1,326) = 16,71 \text{ (daN)}$$

c) Viento sobre cruceta: se asume una fuerza del viento de 91 daN y esta fuerza se considera aplicada en el punto medio de la cruceta, por tanto su factor de armado es de:

$$K_1 = \frac{4,6 + H_5 / 2}{4,6} = \frac{4,6 + 1,5 / 2}{4,6} = 1,163$$

Por lo que referida a cogolla de apoyo la acción del viento sobre cruceta es de:

$$91 \cdot 1,163 = 105,83 \text{ (daN)}$$

Sobre el perfil en L se asume, como si fuera una cruceta recta una fuerzas del viento de 10 daN aplicados ya directamente en cogolla, por lo que la fuerza del viento sobre ambas crucetas es de 115,83 daN.

- d) Además está presente el desequilibrio que introduce la línea nueva derivada, se ha estado considerando en esta hipótesis una temperatura de $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ con el viento incidiendo perpendicular a la línea existente, por tanto la línea derivada "NO VE" la acción del viento es por lo que la fuerza en los conductores es de 440 daN y estos esfuerzos aplicados directamente sobre cogolla, es decir:

$$\text{Desequilibrio} = 3 \cdot 440 = 1320 \text{ daN}$$

La acción del viento sobre el conjunto del sistema más el desequilibrio que introduce la línea nueva presentan la misma dirección, por lo que se puede sumar aritméticamente, resultando unas cargas horizontales de valor:

TOTAL 1.2.- Esfuerzos producidos por el viento más desequilibrio 1617,95 (daN)

La ecuación resistente para este tipo de apoyo es de la forma $V + 5 \times H = 10600$, en nuestro caso $338,34 + 5 \times 1617,95 = 8428,1 < 10.600$ apoyo C-2000 VALIDO

HIPOTESIS 2ª: Hielo zona B.

2.1 Cargas permanentes Verticales + sobrecarga de hielo (V):

- a) Peso de conductores: línea existente más línea nueva.

$$n \left[P'_H \frac{a_1 + a_2 + a_3}{2} \right] = 3 \left(0,1852 + 0,18 \sqrt{9,45} \right) \frac{50 + 50 + 38}{2} = 152,83 \text{ (daN)}$$

- b) Peso de aisladores: tendremos 7 cadenas de aisladores de la línea existente más 3 de la línea nueva.

$$n P_{\text{Aisladores}} = 10 \cdot 5 = 50 \text{ (daN)}$$

- c) Peso de cruceta: 250 (daN).

TOTAL 2.1.- Cargas permanentes.... 452,83 (daN)

2.2 Desequilibrio de tracciones debido a la línea nueva (T):

La presencia de la línea nueva introduce una fuerza aplicada en cogolla por fase de 527 daN, considerando los tres conductores, tenemos:

TOTAL 2.2.- Desequilibrio.....1581 (daN)

La ecuación resistente para este tipo de apoyo es de la forma $V + 5 \times H = 10600$, en nuestro caso $452,83 + 5 \times 1581 = 8357,83 < 10600$ apoyo C-2000 VALIDO.

3º) HIPOTESIS 3ª: Desequilibrio de tracciones:

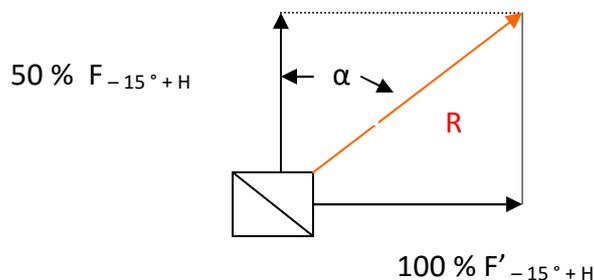
Suponiendo un apoyo de anclaje el desequilibrio en la línea existente es del 50 % de las tracciones máximas unilaterales, mientras que en la línea nueva es del 100 % de las tracciones máximas unilaterales y evidentemente se consideran los conductores sometidos a la fuerza a - 15 °C con sobrecarga de hielo.

3.1 Cargas permanentes verticales con sobrecarga de hielo (V):

Son las mismas que en la 2ª hipótesis.

TOTAL 3.1.- Cargas permanentes.....452,83 (daN)

Tenemos por tanto la siguiente configuración de fuerzas:



El desequilibrio por fase en la línea existente será de:

$$\frac{50}{100} 225 = 112,5 \text{ daN}$$

Aplicando factor de armado para referirlos a cogolla resulta una fuerza de:

$$3 \cdot 1,326 \cdot 112,5 = 447,52 \text{ daN}$$

Por otro lado el desequilibrio de la línea nueva será de:

$$3 \cdot 225 = 675 \text{ daN}$$

Estas dos fuerzas son perpendiculares entre si y por tanto la resultante es de:

$$R = \sqrt{447,52^2 + 675^2} = 809,87 \text{ daN}$$

Es necesario referir esta fuerza a cualquiera de los ejes de coordenadas del apoyo, por medio de la expresión:

$$\text{Esfuerzo equivalente} = R (\text{sen } \alpha + \text{cos } \alpha)$$

El valor del ángulo α es de:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{675}{447,52} = 1,51 \quad \alpha = 56,46^\circ$$

Por lo que el esfuerzo equivalente en cualquiera de las direcciones de los ejes de coordenadas del apoyo existente es de:

$$\text{Esfuerzo equivalente } e = 809,87 (\operatorname{sen} 56,46 + \operatorname{cos} 56,46) = 1122,49 \text{ daN}$$

Apoyo C-2000 VÁLIDO.

4º) HIPOTESIS 4ª: Rotura de conductores (T):

Se admite que la línea existente cumple este requisito, por tanto solo será necesario comprobar el esfuerzo torsor que provoca la línea nueva, tenemos:

4.1 Cargas permanentes verticales con sobrecarga de hielo (V):

Son las mismas que en la 2ª hipótesis.

TOTAL 4.1.- Cargas permanentes....452,83 (daN)

4.2 Esfuerzo por rotura de conductores (Torsor):

El momento de torsión estará determinado por el producto de la fuerza por el brazo de cruceta. en nuestro y comparar este esfuerzo con el que admite el apoyo, sabemos que para apoyos de celosía el brazo con el cual se ha ensayado el apoyo es de 1 metro y un apoyo C-2000 soporta un esfuerzo de torsión de valor 2100 daN, por tanto tenemos:

$$F_{\text{TORSIÓN}} = \frac{527 \cdot 1}{1} = 527 \text{ daN} < 2100 \text{ daN APOYO VÁLIDO}$$

4.2. Cálculos línea subterránea.

4.2.1 Intensidad nominal de alta tensión

La intensidad nominal para la Línea Subterránea de Alta Tensión, la calcularemos a partir de la Potencia Nominal del Transformador instalado, más la potencia de posible ampliación, en celda prevista, quedando determinada por:

$$I_s = \frac{P}{\sqrt{3} \times U} = 7,2A$$

Siendo

- I_s = Intensidad del secundario del transformador
- P = Potencia nominal del transformador (250 kVA)
- U = Tensión nominal del Primario del transformador (20 kV)

4.2.2 Intensidad de cortocircuito A.T.

Para el cálculo de la intensidad de cortocircuito se determina una potencia de cortocircuito de 500 MVA en la red de distribución, dato proporcionado por la empresa suministradora.

La intensidad de cortocircuito en el embarrado de Alta tiene como expresión:

$$I_{cc} = \frac{P_{cc}}{\sqrt{3} \times U} = 14,4KA$$

Siendo:

- I_{cc} = Intensidad de cortocircuito
- P_{cc} = Potencia de cortocircuito (500 MVA)
- U = Tensión nominal de la red (20 kV)

4.2.3 Conductores línea subterránea A.T.

El cable utilizado en la canalización y características de este y de la línea son los siguientes;

Sección (mm ²)	Tensión nominal (kV)	Resistencia Máx. a 105° C (Ω/km)	Reactancia por fase al tresbolillo (Ω/km)	Capacidad (μF/km)
150	12/20	0,277	0,110	0,333

Temperatura máxima en servicio permanente: 105°C

Temperatura máxima en cortocircuito (t < 5s): 250°C

Conductor	I _{Ad} (A)	I _n (A)	I _{CC} máx. (kA)	t _{máx.} I _{CC}
3 x 150 mm ² Al HEPR 12/20 kV	255	7,2	14,92	< 5s

- I_{Ad} = Intensidad máxima admisible por el cable.
- I_n = Intensidad de la línea.
- I_{CC} max = Intensidad de cortocircuito máxima prevista.
- t_{máx} I_{CC} = Tiempo máximo que soporta el cable la corriente de cortocircuito.

4.2.4 Caída de tensión

La caída de tensión por resistencia y reactancia de la línea viene dada por la fórmula:

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

Donde:

ΔU = Caída de tensión compuesta en voltios.

I = Intensidad de la línea en amperios (7,2 A)

X = Reactancia por fase y Km en ohmios (0,110 Ω/Km)

R = Resistencia por fase y Km en ohmios (0,277 Ω/Km)

φ = Angulo de desfase (25,84°)

L = longitud de la línea en Km (0,125 km)

Con lo que obtenemos un valor de caída de tensión de $\Delta U = 0,4637$ V, lo que supone un valor en tanto por ciento del $\Delta U \% < 0,01\%$. Siendo este valor inferior al valor máximo de dicha caída de tensión establecido en el 5%.

4.3 Centro de Transformación.

4.3.1 Intensidad de alta tensión.

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

$$I_p = \frac{S}{\sqrt{3} * U}$$

Siendo:

S = Potencia del transformador en kVA.

U = Tensión compuesta primaria en kV = 20 kV.

I_p = Intensidad primaria en Amperios.

Sustituyendo valores, tendremos:

Potencia Transformador (kVA)	I_p (A)
250	7,22

siendo la intensidad total primaria de 7.22 Amperios.

4.3.2 Intensidad de baja tensión.

En un sistema trifásico la intensidad secundaria I_s viene determinada por la expresión:

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

Siendo:

S = Potencia del transformador en kVA.

W_{fe} = Pérdidas en el hierro.

W_{cu} = Pérdidas en los arrollamientos.

U = Tensión compuesta en carga del secundario en kilovoltios = 0.4 kV.

I_s = Intensidad secundaria en Amperios.

Sustituyendo valores, tendremos:

Potencia Transformador (kVA)	Pérdidas totales Transformador (kW)	I_s (A)
250	3,55	355,72

4.3.3 Cortocircuitos.

A) Observaciones.

Para el cálculo de la intensidad de cortocircuito se determina una potencia de cortocircuito de 500 MVA en la red de distribución, dato proporcionado por la Compañía suministradora.

B) Cálculo de las Corrientes de Cortocircuito.

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

- Intensidad primaria para cortocircuito en el lado de alta tensión:

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

Siendo:

S_{cc} = Potencia de cortocircuito de la red en MVA.

U = Tensión primaria en kV.

I_{ccp} = Intensidad de cortocircuito primaria en kA.

- Intensidad primaria para cortocircuito en el lado de baja tensión:

No la vamos a calcular ya que será menor que la calculada en el punto anterior.

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

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

Siendo:

S = Potencia del transformador en kVA.

U_{cc} = Tensión porcentual de cortocircuito del transformador.

U_s = Tensión secundaria en carga en voltios.

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

C) Cortocircuito en el lado de Alta Tensión.

Utilizando la fórmula expuesta anteriormente con:

$$S_{cc} = 500 \text{ MVA.}$$

$$U = 20 \text{ kV.}$$

y sustituyendo valores tendremos una intensidad primaria máxima para un cortocircuito en el lado de A.T. de:

$$I_{ccp} = 14.43 \text{ kA.}$$

D) Cortocircuito en el lado de Baja Tensión.

Utilizando la fórmula expuesta anteriormente y sustituyendo valores, tendremos:

Potencia Transformador (kVA)	U _{cc} (%)	I _{ccs} (kA)
250	4	9,02

Siendo:

U_{cc} = Tensión de cortocircuito del transformador en tanto por ciento.

I_{ccs} = Intensidad secundaria máxima para un cortocircuito en el de B.T.

4.3.4 Dimensionado del embarrado.

4.3.5 Selección de las protecciones de alta y baja tensión.

* ALTA TENSIÓN.

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

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

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

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

Potencia Transformador (kVA)	Intensidad nominal fusible de A.T (A)
250	20

El calibre de los fusibles de la celda de protección general será de 20 A.

* BAJA TENSIÓN.

Los elementos de protección de las salidas de Baja Tensión del C.T. no serán objeto de este proyecto sino del proyecto de las instalaciones eléctricas de Baja Tensión.

4.3.6 Dimensionado de la ventilación del C.T.

Las rejillas de ventilación de los edificios prefabricados EHC están diseñadas y dispuestas sobre las paredes de manera que la circulación del aire ventile eficazmente la sala del transformador. El diseño se ha realizado cumpliendo los ensayos de calentamiento según la norma UNE-EN 62271-102, tomando como base de ensayo los transformadores de 1000 KVA según la norma UNE 21428-1. Todas las rejillas de ventilación van provistas de una tela metálica mosquitero.

4.3.7 Dimensiones del pozo apagafuegos.

El foso de recogida de aceite tiene que ser capaz de alojar la totalidad del volumen de agente refrigerante que contiene el transformador en caso de su vaciamiento total.

Potencia Transformador (kVA)	Volumen mínimo del foso (litros)
250	350

Dado que el foso de recogida de aceite del prefabricado será de 760 litros para cada transformador, no habrá ninguna limitación en este sentido.

4.3.8 Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra.

A) Investigación de las características del suelo.

Según la investigación previa del terreno donde se instalará este Centro de Transformación, se determina una resistividad media superficial $\sigma = 200 \Omega.m$.

B) Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y tiempo máximo correspondiente de eliminación de defecto.

Según los datos de la red proporcionados por la compañía suministradora (IBERDROLA), el tiempo máximo de desconexión del defecto es de 1s.

Por otra parte, los valores de la impedancia de puesta a tierra del neutro, corresponden a:

$$R_n = 0 \Omega \text{ y } X_n = 25.4 \Omega. \text{ con}$$

$$|Z_n| = \sqrt{R_n^2 + X_n^2}$$

La intensidad máxima de defecto se producirá en el caso hipotético de que la resistencia de puesta a tierra del Centro de Transformación sea nula. Dicha intensidad será, por tanto igual a:

$$I_{d(máx)} = \frac{U_{S(máx)}}{\sqrt{3} Z_n}$$

con lo que el valor obtenido es $I_d=454.61$ A, valor que la Compañía redondea o toma como valor genérico de 500 A.

C) Diseño preliminar de la instalación de tierra.

* TIERRA DE PROTECCIÓN.

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

Para los cálculos a realizar emplearemos el reglamento M.T 2.11.33:2014 de Iberdrola, conforme a las características del centro de transformación objeto del presente cálculo.

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

- Identificación: código CPT-CT-A-(4.5x7.5) + 8P2

- Parámetros característicos:

$$K_r = 0.06457 \Omega/(\Omega \cdot m).$$

$$K_p \text{ t-t} = 0.01307 \text{ V}/(\Omega \cdot m \cdot A).$$

$$K_p \text{ a-t} = 0.03122 \text{ V}/(\Omega \cdot m \cdot A).$$

- Descripción:

El electrodo principal de tierra se realizará mediante un anillo, formando un bucle perimetral, a una distancia de 1 m alrededor de la envolvente del CT, formado por conductor de cobre de 50 mm² de sección, enterrado como mínimo a 0.5 m de profundidad, al que se conectarán en sus vértices y en el centro de cada lado, ocho picas de acero cobrizado de 2 m de longitud, de 14 mm de diámetro.

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

* TIERRA DE SERVICIO.

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

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

- Identificación: código CPT-CTL-5P

- Parámetros característicos:

$$K_r = 0.0852 \Omega/(\Omega \cdot m).$$

$$K_p = 0.01455 V/(\Omega \cdot m \cdot A).$$

- Descripción:

La puesta a tierra de servicio se realizará por medio de picas hincadas en el terreno y siguiendo el MT 2.11.34:2014 para un sistema CTP-CTL-5P. Constituido por 5 picas de acero cobrizado de 14 mm de diámetro y 2 metros de longitud, unidas por cable de cobre desnudo de cobre de 50 mm², siendo la distancia entre picas de 3 m. La parte superior de las picas y el cable estarán enterrados a una profundidad de 0.5 m como mínimo. La conexión entre el electrodo de puesta a tierra de servicio y el punto de puesta a tierra del centro de transformación se efectuará con cable de cobre de 50 mm², aislado a 0,6/ 1 kV. La primera pica se colocará en el comienzo del cable desnudo de cobre.

El valor de la resistencia de puesta a tierra de servicio será de:

$$R'_{servicio} = K_r \cdot \rho_s = 0,088 \cdot 200 = 17,6 \Omega$$

En la actualidad empleamos diferenciales de 30 mA o normalmente hasta 300 mA por lo que para que no se origine una tensión mayor de 24 V en la tierra de servicio se debe cumplir:

$$17,6 \cdot 0,03 = 0,528 \text{ V} \ll 24 \text{ V}$$

$$17,6 \cdot 0,3 = 5,28 \text{ V} \ll 24 \text{ V}$$

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

Existirá una separación mínima entre las picas de la tierra de protección y las picas de la tierra de servicio a fin de evitar la posible transferencia de tensiones elevadas a la red de Baja Tensión. Dicha separación está calculada en el apartado H.

D) Cálculo de la resistencia del sistema de tierras.

* TIERRA DE PROTECCIÓN.

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

- Resistencia del sistema de puesta a tierra, R_t :

$$R_t = K_r \cdot \sigma$$

- Intensidad de defecto, I_d :

$$I_d = \frac{U_{\text{max}} V}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_n + R_t)^2 + X_n^2}}$$

donde $U_{\text{max}}=20$

- Tensión de defecto, U_d :

$$U_d = I_d \cdot R_t .$$

Siendo:

$$\sigma = 200 \text{ } \Omega \cdot \text{m}.$$

$$K_r = 0.1 \text{ } \Omega / (\Omega \cdot \text{m}).$$

se obtienen los siguientes resultados:

$$R_t = 20 \text{ } \Omega.$$

$$I_d = 357.17 \text{ A}.$$

$$U_d = 7143.5 \text{ V}.$$

El aislamiento de las instalaciones de baja tensión del C.T. deberá ser mayor o igual que la tensión máxima de defecto calculada (U_d), por lo que deberá ser como mínimo de 10.000 Voltios.

De esta manera se evitará que las sobretensiones que aparezcan al producirse un defecto en la parte de Alta Tensión deterioren los elementos de Baja Tensión del centro, y por ende no afecten a la red de Baja Tensión.

Comprobamos asimismo que la intensidad de defecto calculada es superior a 100 Amperios, lo que permitirá que pueda ser detectada por las protecciones normales.

* TIERRA DE SERVICIO.

$$R_t = K_r * \sigma = 0.073 * 200 = 14.6 \Omega.$$

Obteniendo un valor inferior a 37 Ω .

E) Cálculo de las tensiones en el exterior de la instalación.

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

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

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

$$U_p = K_p * \sigma * I_d = 0.0231 * 200 * 357.17 = 1650.1 \text{ V.}$$

F) Cálculo de las tensiones en el interior de la instalación.

El piso del Centro estará constituido por un mallazo electrosoldado con redondos de diámetro no inferior a 4 mm. formando una retícula no superior a 0,30 x 0,30 m. Este mallazo se conectará como mínimo en dos puntos preferentemente opuestos a la puesta a tierra de protección del Centro.

Con esta disposición se consigue que la persona que deba acceder a una parte que pueda quedar en tensión, de forma eventual, esté sobre una superficie equipotencial, con lo que desaparece el riesgo inherente a la tensión de contacto y de paso interior. Este mallazo se cubrirá con una capa de hormigón de 10 cm. de espesor como mínimo.

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

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

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

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

$$U_p \text{ acceso} = U_d = R_t * I_d = 20 * 357.17 = 7143.5 \text{ V.}$$

G) Cálculo de las tensiones aplicadas.

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

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

El valor de tiempo de duración de la corriente de falta proporcionada por la compañía eléctrica suministradora es de 1 seg., dato que aparece en la tabla adjunta, por lo que la máxima tensión de contacto aplicada admisible al cuerpo humano es:

$$U_{ca} = 107 \text{ V}$$

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

$$U_{P(\text{exterior})} = 10U_{ca} \left(1 + \frac{2R_{a1} + 6\sigma}{1000} \right)$$

$$U_{P(\text{acceso})} = 10U_{ca} \left(1 + \frac{2R_{a1} + 3\sigma + 3\sigma_h}{1000} \right)$$

Siendo:

U_{ca} = Tensiones de contacto aplicada = 107 V

R_{a1} = Resistencia del calzado = 2.000 $\Omega.m$

σ = Resistividad del terreno = 200 $\Omega.m$

σ_h = Resistividad del hormigón = 3.000 $\Omega.m$

obtenemos los siguientes resultados:

$$U_p(\text{exterior}) = 6634 \text{ V}$$

$$U_p(\text{acceso}) = 15622 \text{ V}$$

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

- en el exterior:

$$U_p = 1650.1 \text{ V.} < U_p(\text{exterior}) = 6634 \text{ V.}$$

- en el acceso al C.T.:

$$U_d = 7143.5 \text{ V.} < U_p(\text{acceso}) = 15622 \text{ V.}$$

H) Investigación de tensiones transferibles al exterior.

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

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

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

con:

$$\sigma = 200 \Omega \cdot \text{m.}$$
$$I_d = 357.17 \text{ A.}$$

obtenemos el valor de dicha distancia: $D_{\text{mín}} = 11.37 \text{ m.}$

I) Diseño preliminar de la instalación de tierra.

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

J) Verificación del nivel de aislamiento de los materiales de B.T.

La tensión de aislamiento de los cuadros de B.T. es de 10 kV, se debe comprobar que la tensión que aparece en el caso de un defecto es inferior a ese valor.

$$U = I'_{1Fp} R_{TOT} = I_E R_T = 267,62 \cdot 13,96 = 3735,98 \text{ V} < 10 \text{ kV IDÓNEO}$$

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA.

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DEL DISEÑO.



**UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA**

**PROYECTO DE LÍNEA AÉREA DE 20 kV, LÍNEA
SUBTERRÁNEA DE 20 kV Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN
DE 250 kVA PARA EDIFICIO TÉCNICO DE ADIF.**

DOCUMENTO 2

PLANOS.

TRABAJO FIN DE GRADO

AUTOR: JUAN JIMÉNEZ AÑÓ

DIRECTOR: ANTONIO FAYOS ALVÁREZ

VALENCIA, SEPTIEMBRE 2016

ÍNDICE.

PLANO 1. SITUACION

PLANO 2. EMPLAZAMIENTO (ortofoto)

PLANO 3. PERFIL LÍNEA ELÉCTRICA AÉREA.

PLANO 4. PLANTA RED SUBTERRÁNEA M.T

PLANO 5. DETALLE CRUZAMIENTO CANALIZACION GAS

PLANO 6. DETALLE CRUZAMIENTO VIA PECUARIA

PLANO 7. AISLAMIENTOS

PLANO 8. APOYO ENTRONQUE - PROTECCIÓN

PLANO 9. APOYO ALINEACIÓN – ÁNGULO.

PLANO 10. APOYO ENTRONQUE A/S

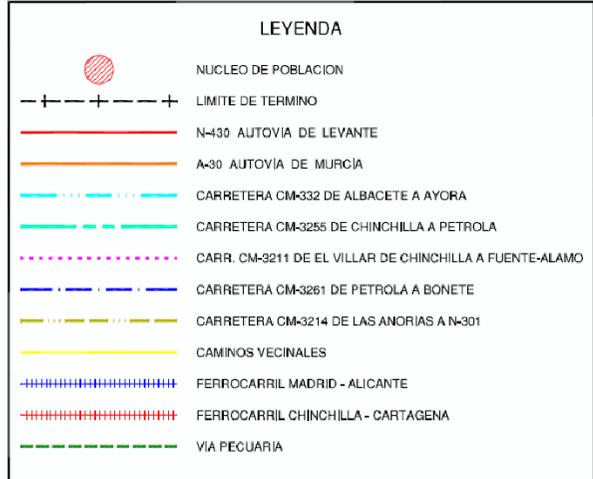
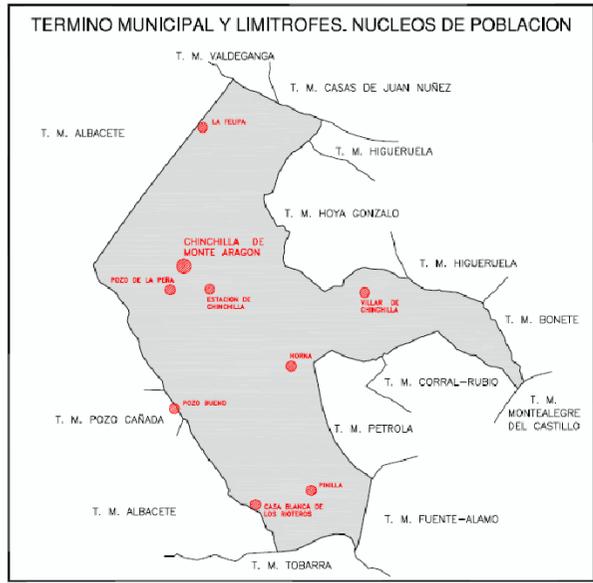
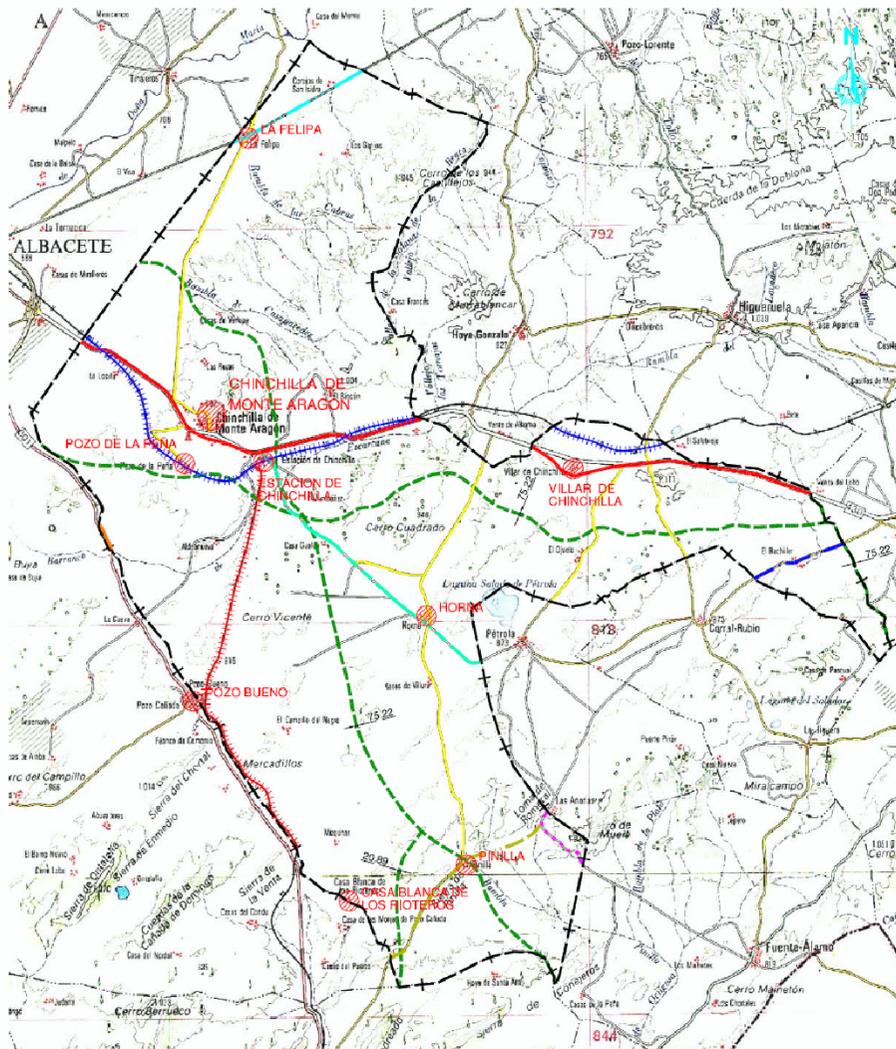
PLANO 11. PUESTA A TIERRA DE APOYOS

PLANO 12. CENTRO DE TRANSFORMACION.

PLANO 13. CENTRO DE TRANSFORMACION - PUESTA A TIERRA.

PLANO 14. DETALLE FOSO C.T

PLANO 15. ESQUEMA UNIFILAR

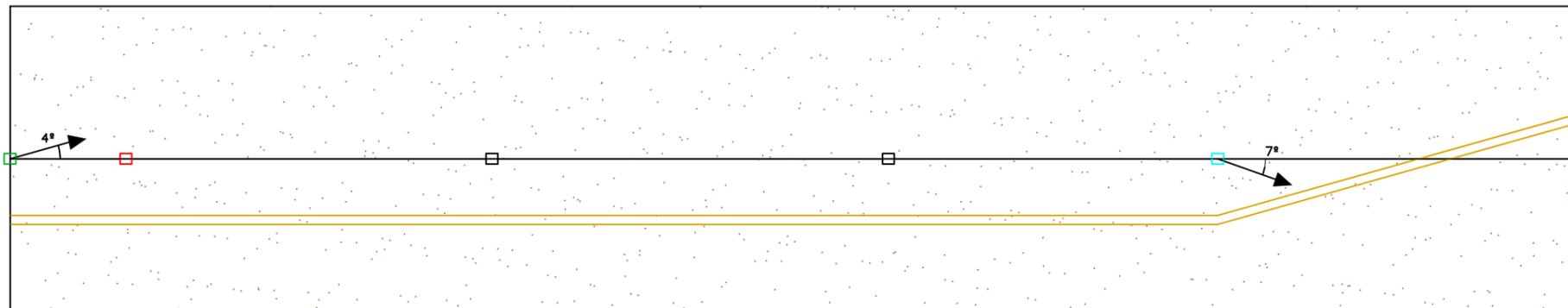


	NOMBRE	E.T.S.I.D	
PROYECT.	J.J.A	PROYECTO LÍNEA AÉREA DE 20 KV, LÍNEA SUBTERRÁNEA DE 20 KV Y C.T DE 250 KVA PARA EDIFICIO TÉCNICO DE ADIF	
V.B	Sept.-16		
ESCALA	DENOMINACIÓN DEL PLANO		FECHA
S/E	SITUACIÓN		12/09/2016
			Nº PLANO
			1

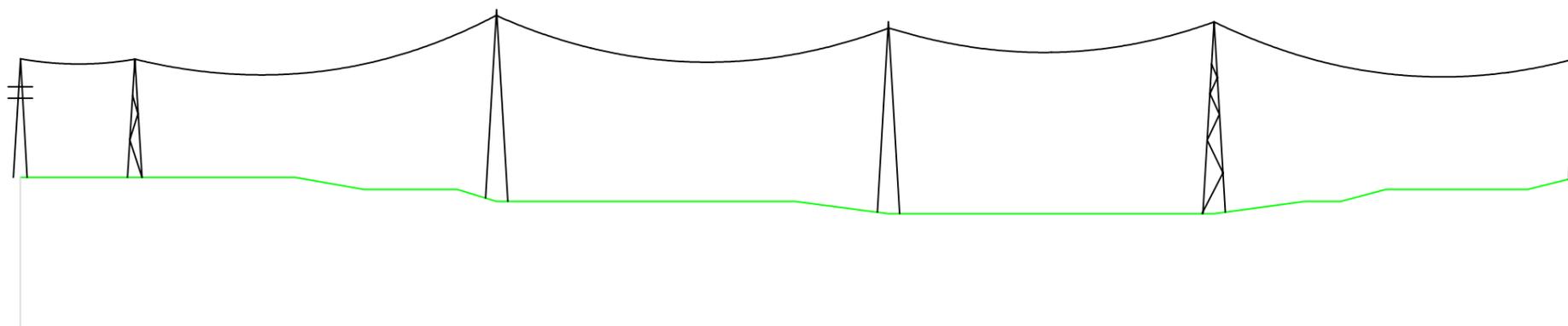


	NOMBRE	E.T.S.I.D PROYECTO LÍNEA AÉREA DE 20 KV, LÍNEA SUBTERRÁNEA DE 20 KV Y C.T DE 250 KVA PARA EDIFICIO TÉCNICO DE ADIF	
PROYECT.	J.J.A		
V.B	Sept.-16		
ESCALA S/E	DENOMINACIÓN DEL PLANO EMPLAZAMIENTO (ortofoto)		FECHA 12/09/2016
			Nº PLANO 2

PLANTA



PERFIL



- Zona de cultivos
- Camino rural
- Apoyo Entronque
- Apoyo Principio o Fin de Línea
- Apoyo Alineación
- Apoyo Amarre-Ángulo
- Apoyo Entronque
- Apoyo Alineación
- Apoyo Amarre-Ángulo
- Apoyo Principio o Fin de Línea

Apoyo	E	1	2	3	4	5
Vano		1	2	3	4	5
Vano regulador (m.)		38		120		120
Distancia al origen (m.)		38	158	288	396	516
Cota (m.)	798	798	795	795	795	798
Cota pto. engrape (m.)	807.80	807.80	810.40	810.40	810.90	807.80
Función	Entronque	PL	AL	AL	AM	FL
Tipo - Altura del apoyo	C-2000-12	C-2000-12	C-1000-18	C-1000-18	C-1000-18	C-2000-12
Crucetas	BC2-20	RC2-20/S	BC2-20	BC2-20	BC2-20	RC2-20/S

NOMBRE		E.T.S.I.D	
PROYECT.	J.J.A	PROYECTO LÍNEA AÉREA DE 20 KV, LÍNEA SUBTERRÁNEA DE 20 KV Y C.T DE 250 KVA PARA EDIFICIO TÉCNICO DE ADIF	
V.B	Sept.-16		
ESCALA	DENOMINACIÓN DEL PLANO	FECHA	
V 1/500	PERFIL LÍNEA ELÉCTRICA AÉREA	12/09/2016	
H 1/2000		Nº PLANO	
		3	

LÍNEA SUBTERRANEA M.T. 20 KV
3x150mm² AL HEPRZI 12/20 KV

CAMINO

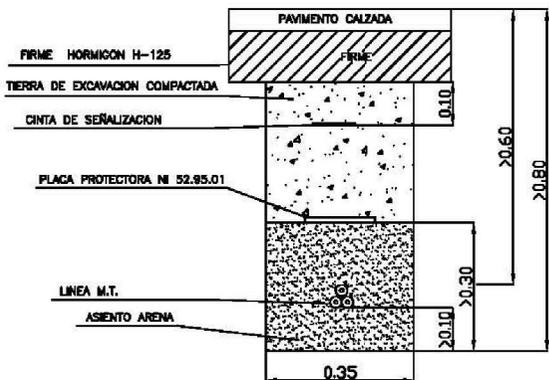
AP-5

ZANJA B

VALLADO METALIZADO

DIRECCION ALBACETE

**ZANJA TIPO A
CANALIZACION PARA 1 LINEA M.T.
DIRECTAMENTE ENTERRADA**



POL-24
PARC-1226

LÍNEA SUBTERRANEA GAS

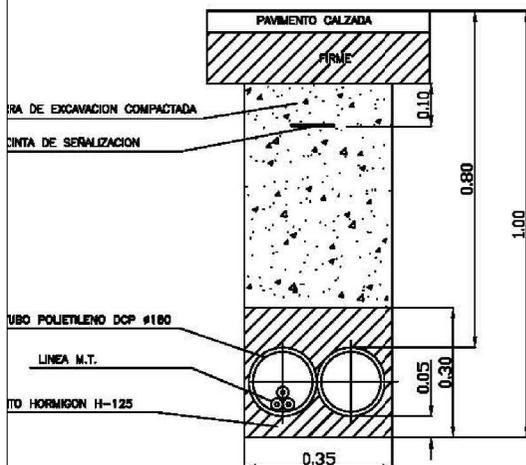
LÍNEA EXPROPIACIÓN ADIF

ZANJA A

DIRECCION ALICANTE

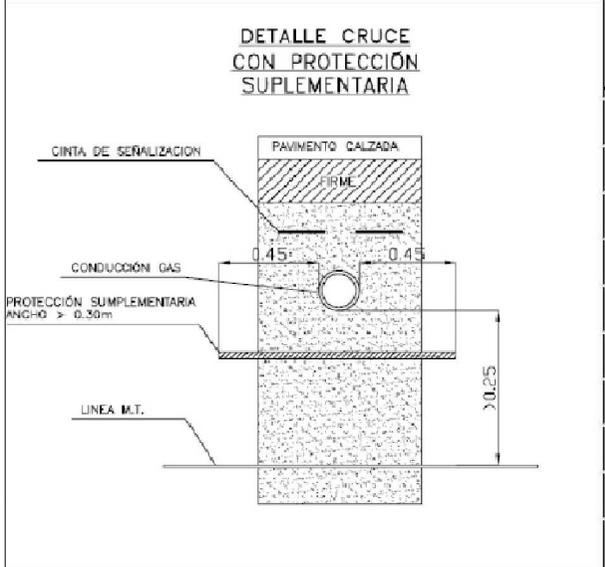
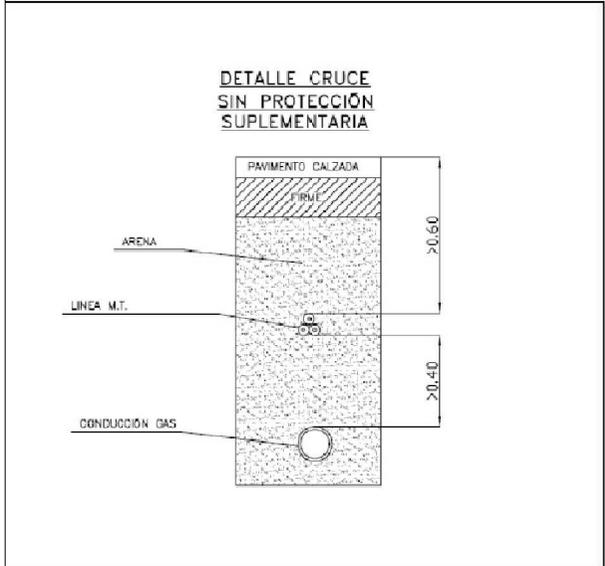
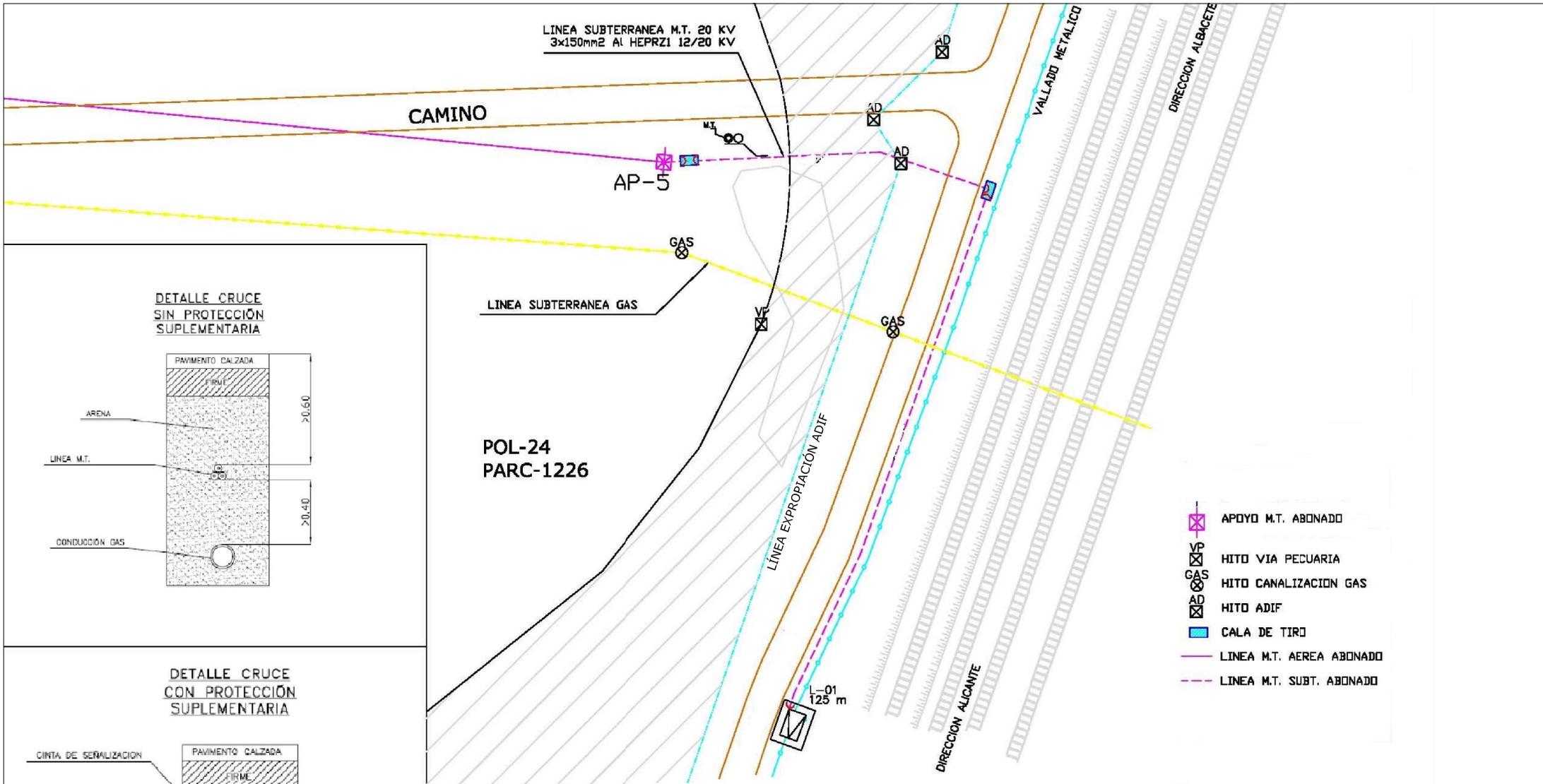
- APOYO M.T. ABONADO
- HITO VIA PECUARIA
- HITO CANALIZACION GAS
- HITO ADIF
- CALA DE TIRO
- LINEA M.T. AEREA ABONADO
- LINEA M.T. SUBT. ABONADO

**ZANJA TIPO B
CANALIZACION PARA 1 LINEA M.T.
CRUCE CALZADA**



CAÑADA REAL
DE ANDALUCÍA

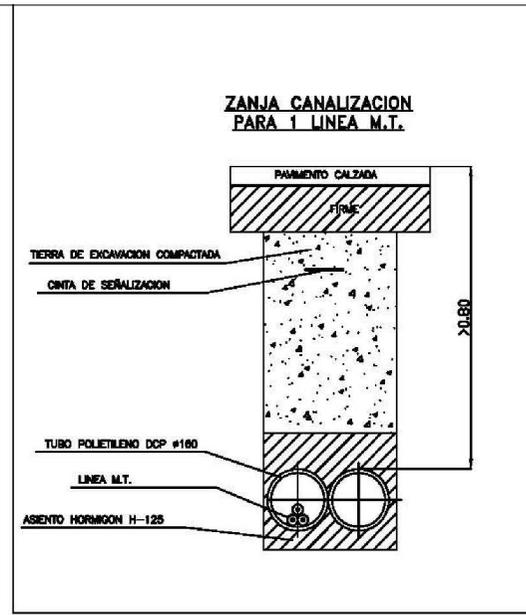
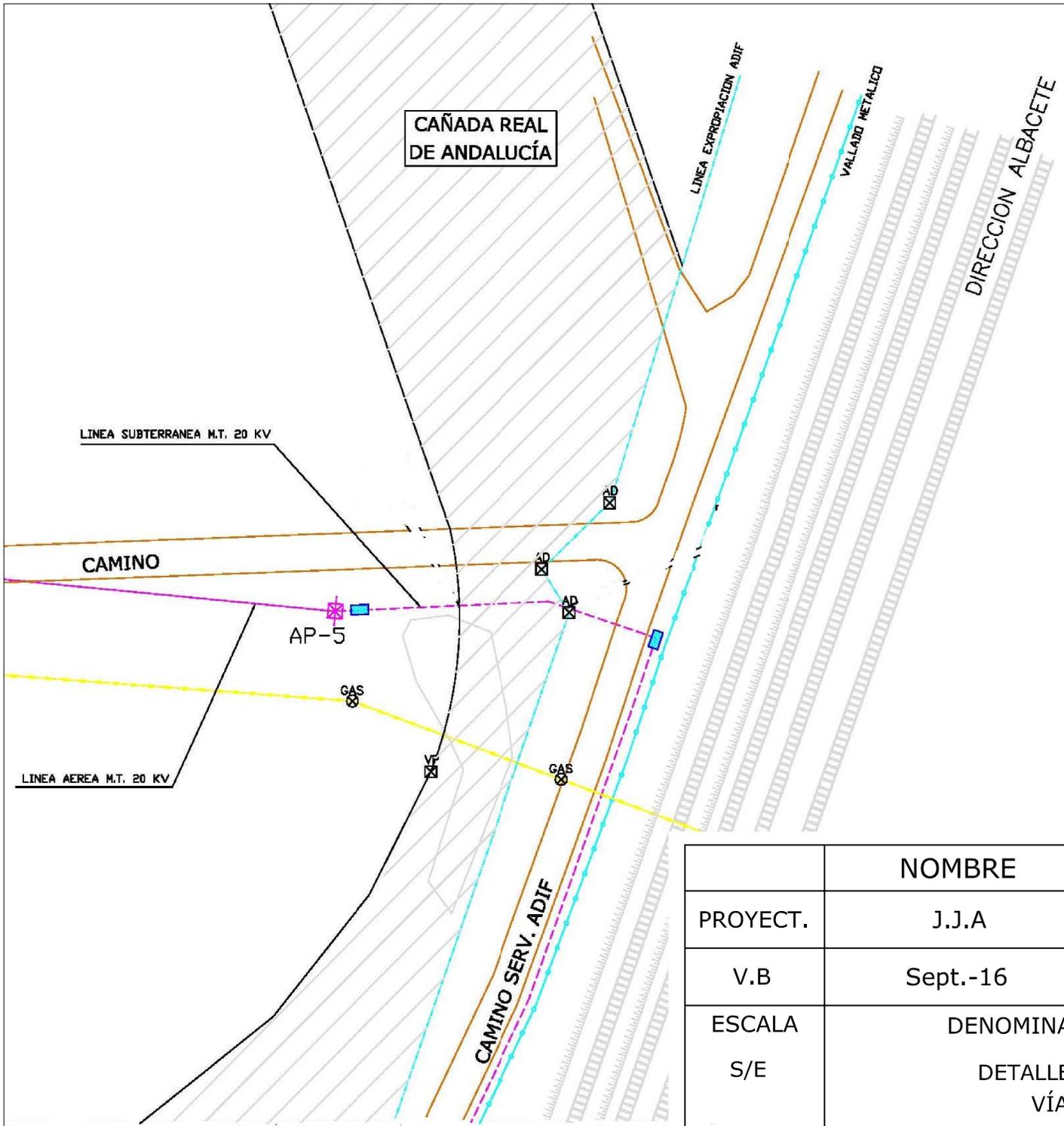
	NOMBRE	E.T.S.I.D	
PROYECT.	J.J.A	PROYECTO LÍNEA AÉREA DE 20 KV, LÍNEA SUBTERRÁNEA DE 20 KV Y C.T DE 250 KVA PARA EDIFICIO TÉCNICO DE ADIF	
V.B	Sept.-16		
ESCALA	DENOMINACIÓN DEL PLANO	FECHA	
S/E	PLANTA RED SUBTERRÁNEA M.T	12/09/2016	
		Nº PLANO	
		4	



CAÑADA REAL DE ANDALUCÍA

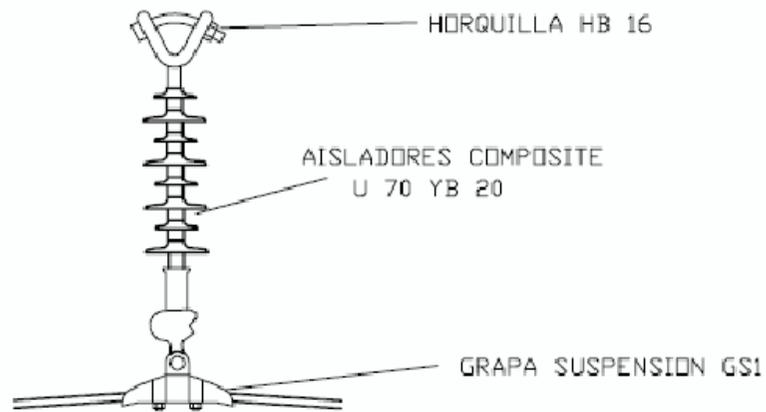
**POL-24
PARC-1226**

	NOMBRE	E.T.S.I.D	
PROYECT.	J.J.A	PROYECTO LÍNEA AÉREA DE 20 KV, LÍNEA SUBTERRÁNEA DE 20 KV Y C.T DE 250 KVA PARA EDIFICIO TÉCNICO DE ADIF	
V.B	Sept.-16		
ESCALA	DENOMINACIÓN DEL PLANO	FECHA	
S/E	DETALLE CRUZAMIENTO CANALIZACIÓN GAS	12/09/2016	
		Nº PLANO	
		5	

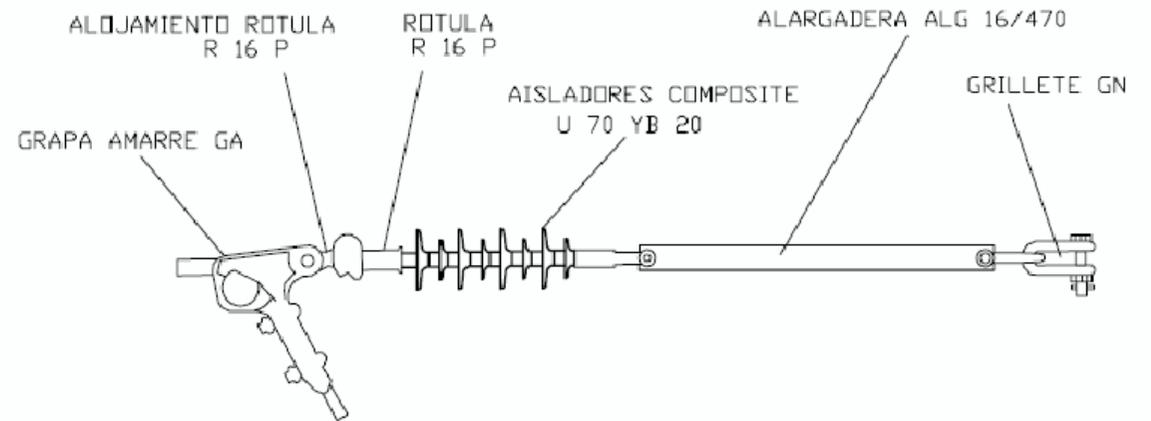


	NOMBRE	E.T.S.I.D PROYECTO LÍNEA AÉREA DE 20 KV, LÍNEA SUBTERRÁNEA DE 20 KV Y C.T DE 250 KVA PARA EDIFICIO TÉCNICO DE ADIF	
PROYECT.	J.J.A		
V.B	Sept.-16		
ESCALA S/E	DENOMINACIÓN DEL PLANO DETALLE CRUZAMIENTO VÍA PECUARIA	FECHA 12/09/2016	Nº PLANO 6

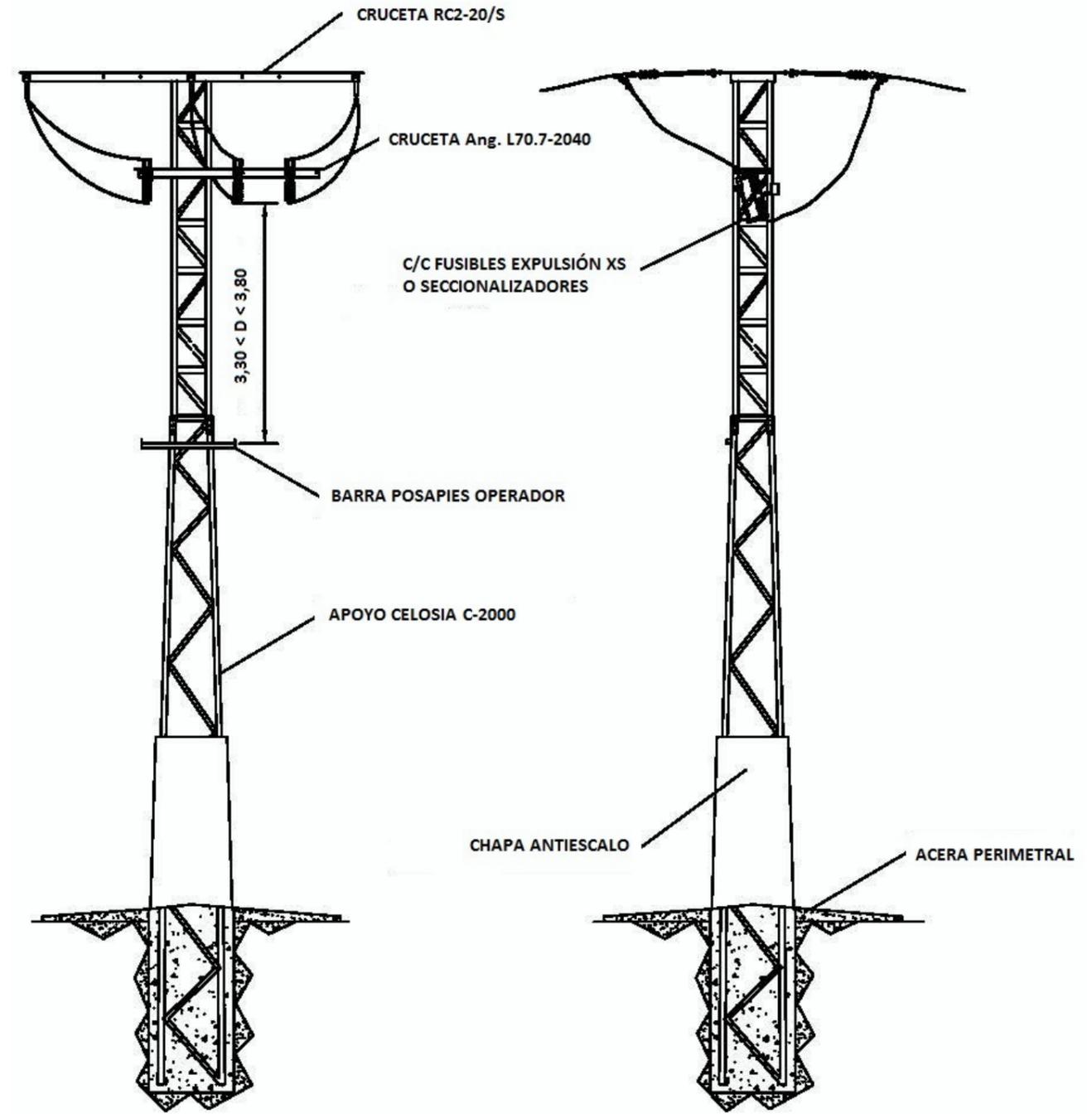
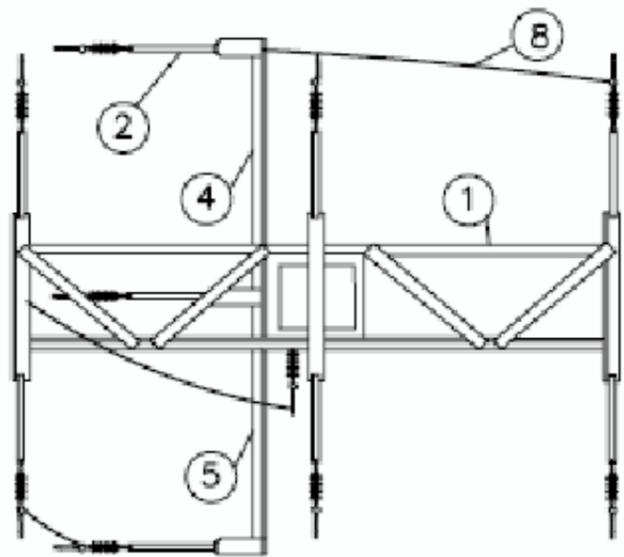
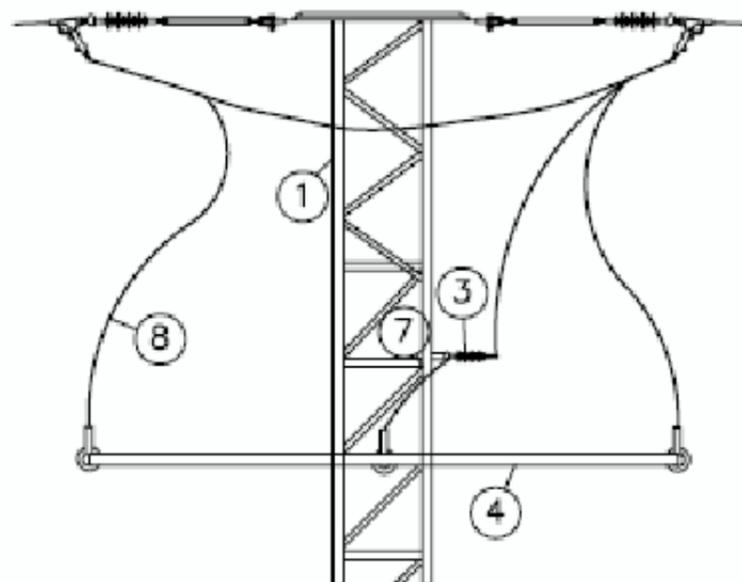
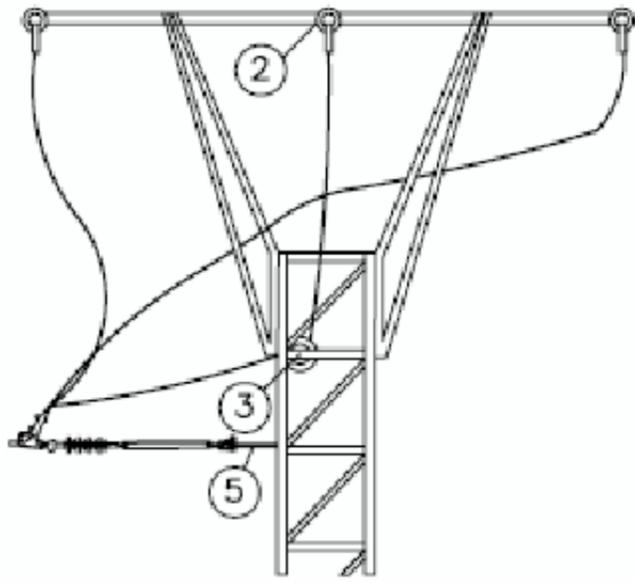
CADENA DE SUSPENSIÓN



CADENA DE AMARRE

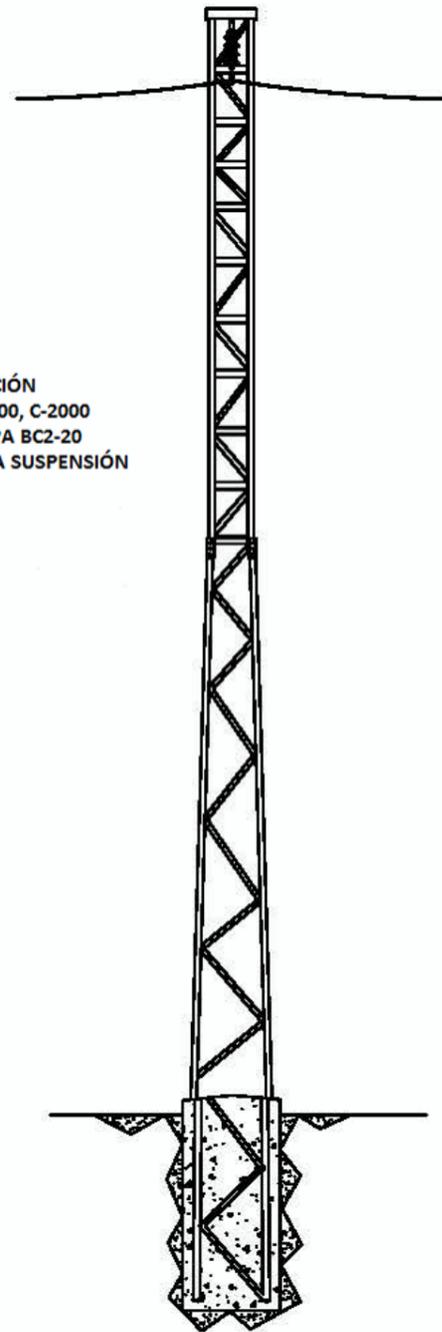
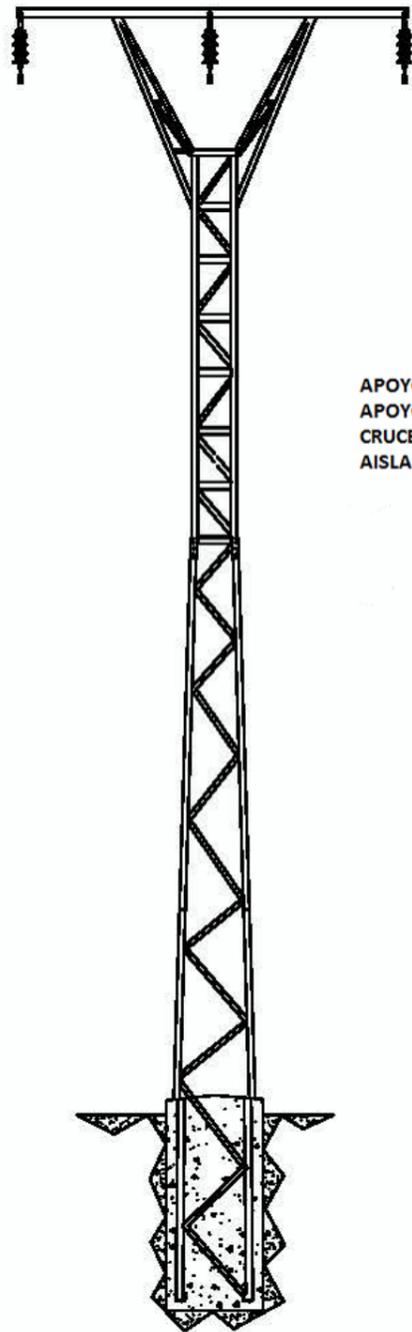


	NOMBRE	E.T.S.I.D PROYECTO LÍNEA AÉREA DE 20 KV, LÍNEA SUBTERRÁNEA DE 20 KV Y C.T DE 250 KVA PARA EDIFICIO TÉCNICO DE ADIF	
PROYECT.	J.J.A		
V.B	Sept.-16		
ESCALA	DENOMINACIÓN DEL PLANO	FECHA	
S/E	AISLAMIENTOS	12/09/2016	
		Nº PLANO	
		7	

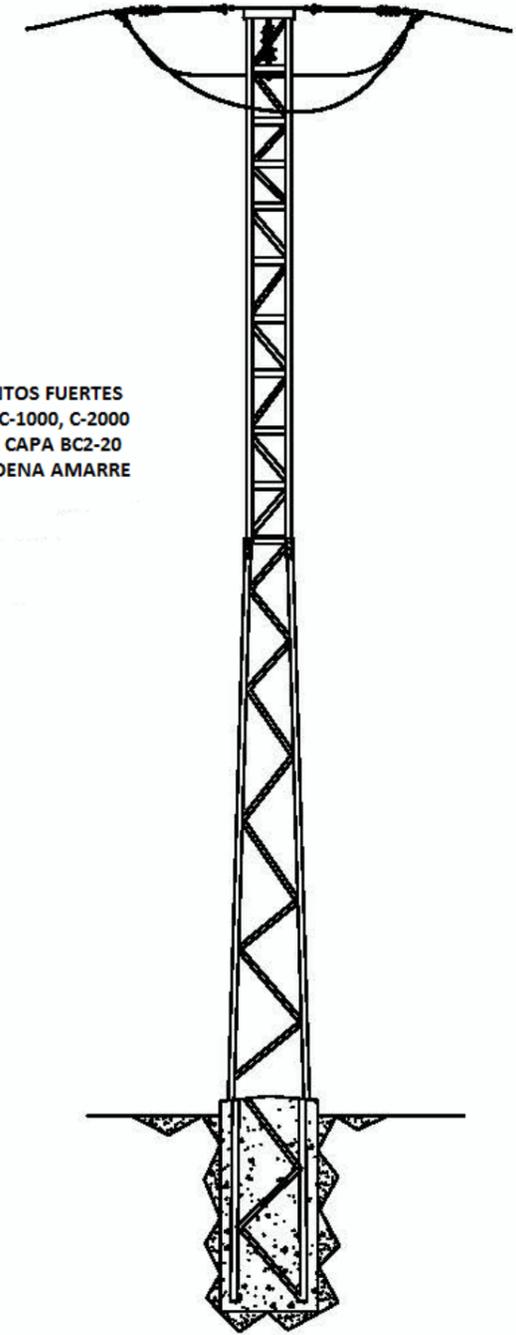
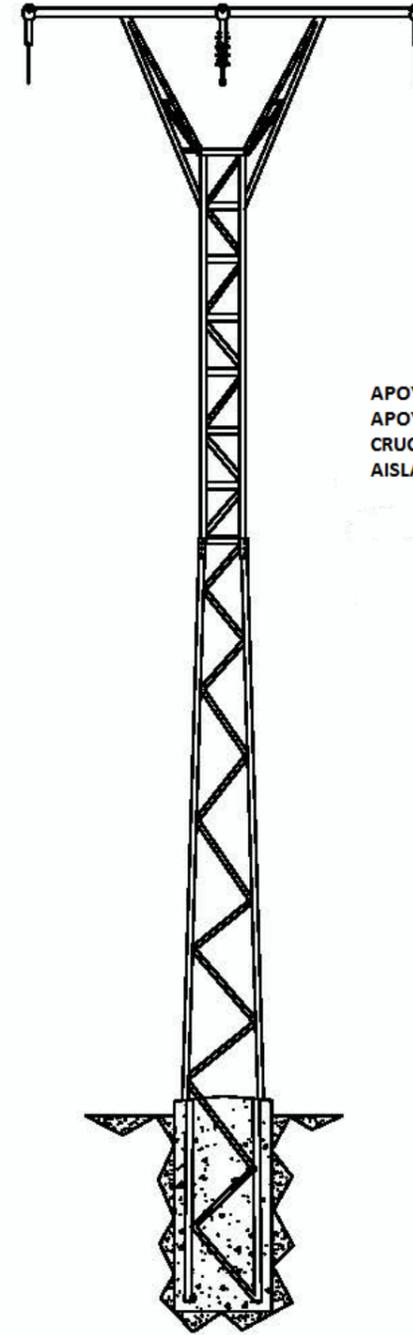


Marca	Cantidad	Denominación	Designación	Norma
1	1	Cruceta bóveda	BC	NI 52.31.03
2	9	Cadena de amarre	CA	NI 48.10.01
3	1	Aislador de composite	U70PP	NI 48.08.01
4	1	Angular L-70.7-3200	L-70.7.-3200	NI 52.30.24
5	3	Chapa CH-8-250	CH-8-250	NI 52.30.24
7	1	Angular L-70.5-70	L-70.5-70	NI 52.30.24
8	--	Puentes según conductor		
s/n	--	Tornillería, piezas de conexión		

NOMBRE		E.T.S.I.D	
PROYECT.	J.J.A	PROYECTO LÍNEA AÉREA DE 20 KV, LÍNEA SUBTERRÁNEA DE 20 KV Y C.T DE 250 KVA PARA EDIFICIO TÉCNICO DE ADIF	
V.B	Sept.-16		
ESCALA	DENOMINACIÓN DEL PLANO	FECHA	
S/E	APOYO ENTRONQUE - PROTECCIÓN	12/09/2016	
		Nº PLANO	
		8	

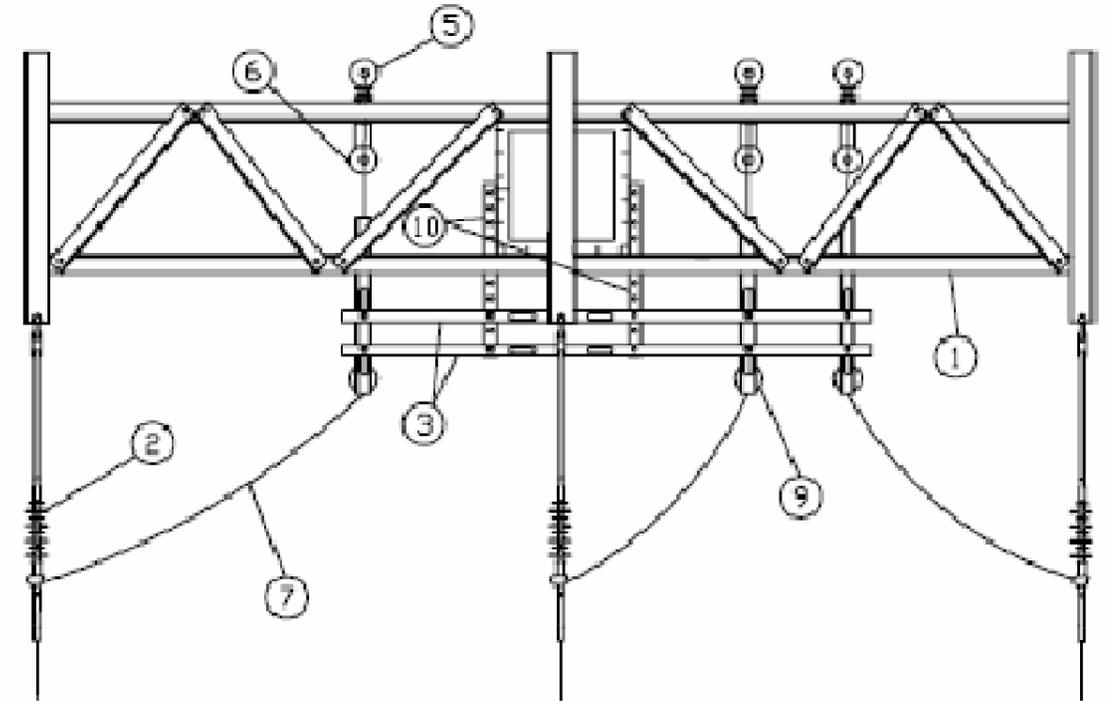
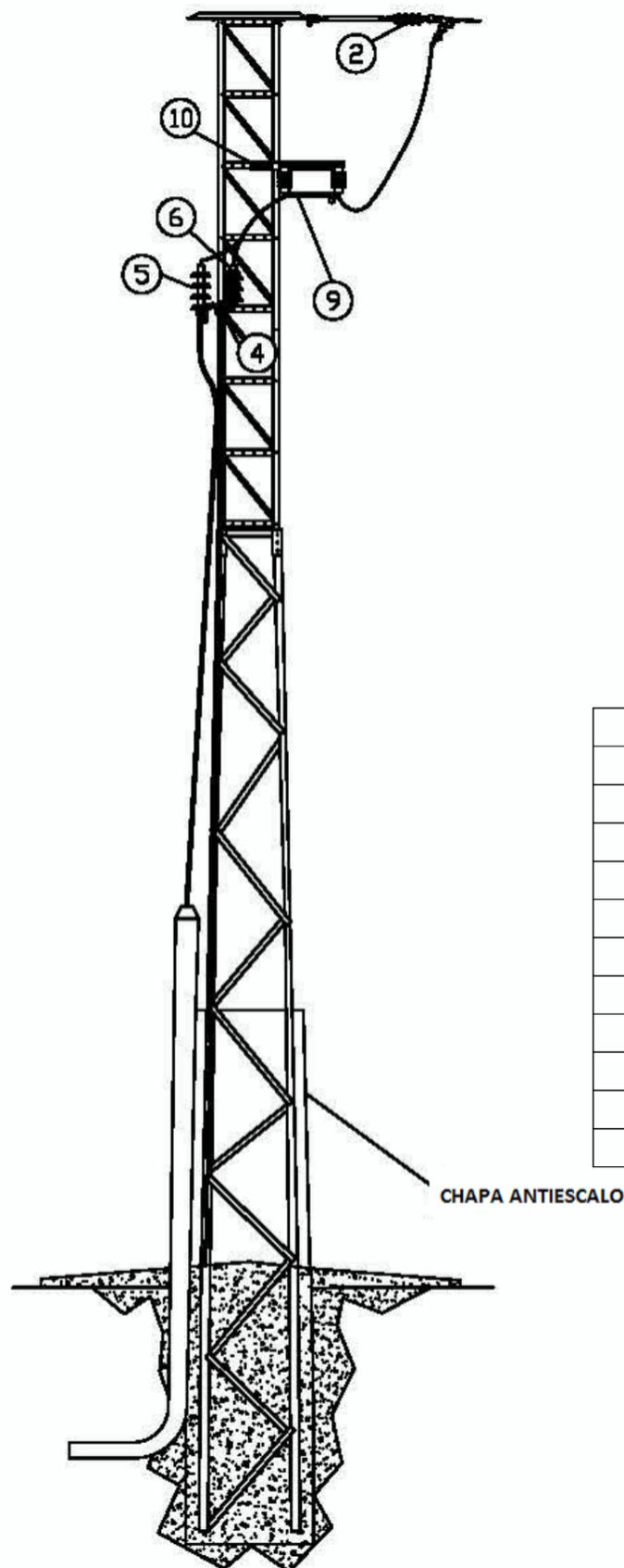
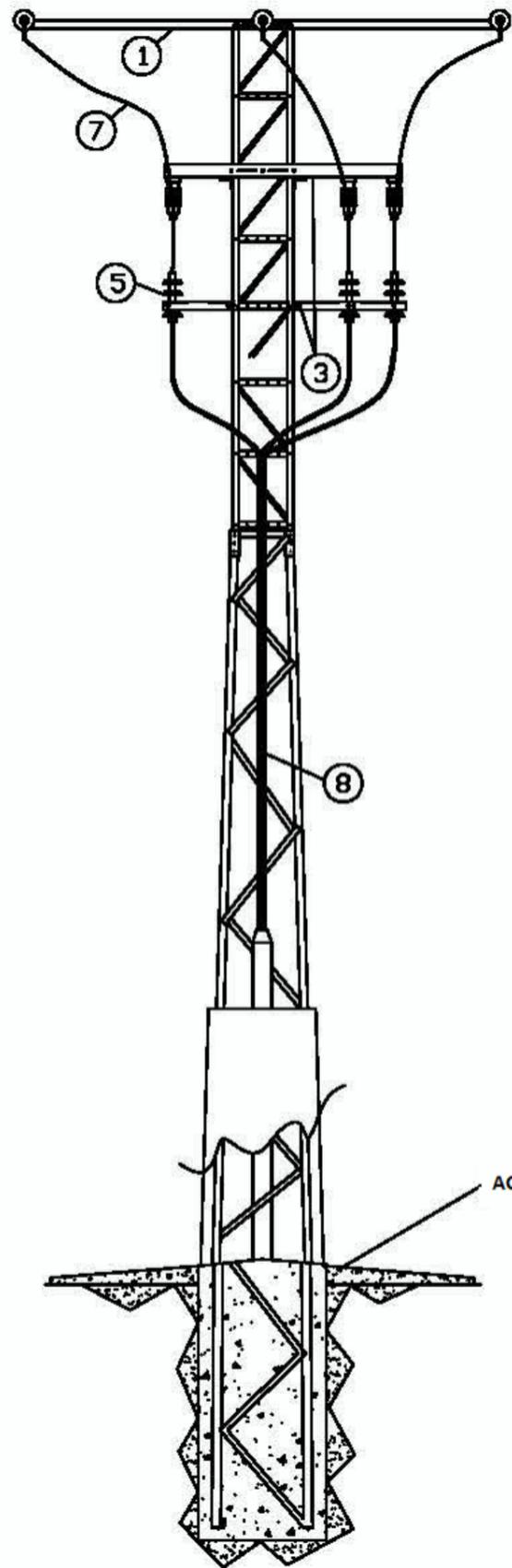


APOYO PARA ALINEACIÓN
 APOYOS CELOSIA C-1000, C-2000
 CRUCETA BÓVEDA CAPA BC2-20
 AISLAMIENTO CADENA SUSPENSIÓN



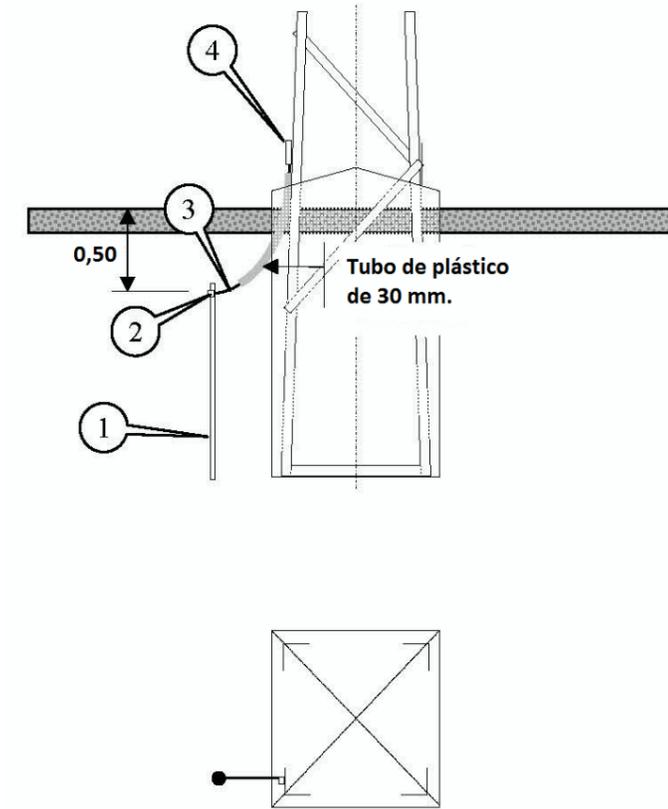
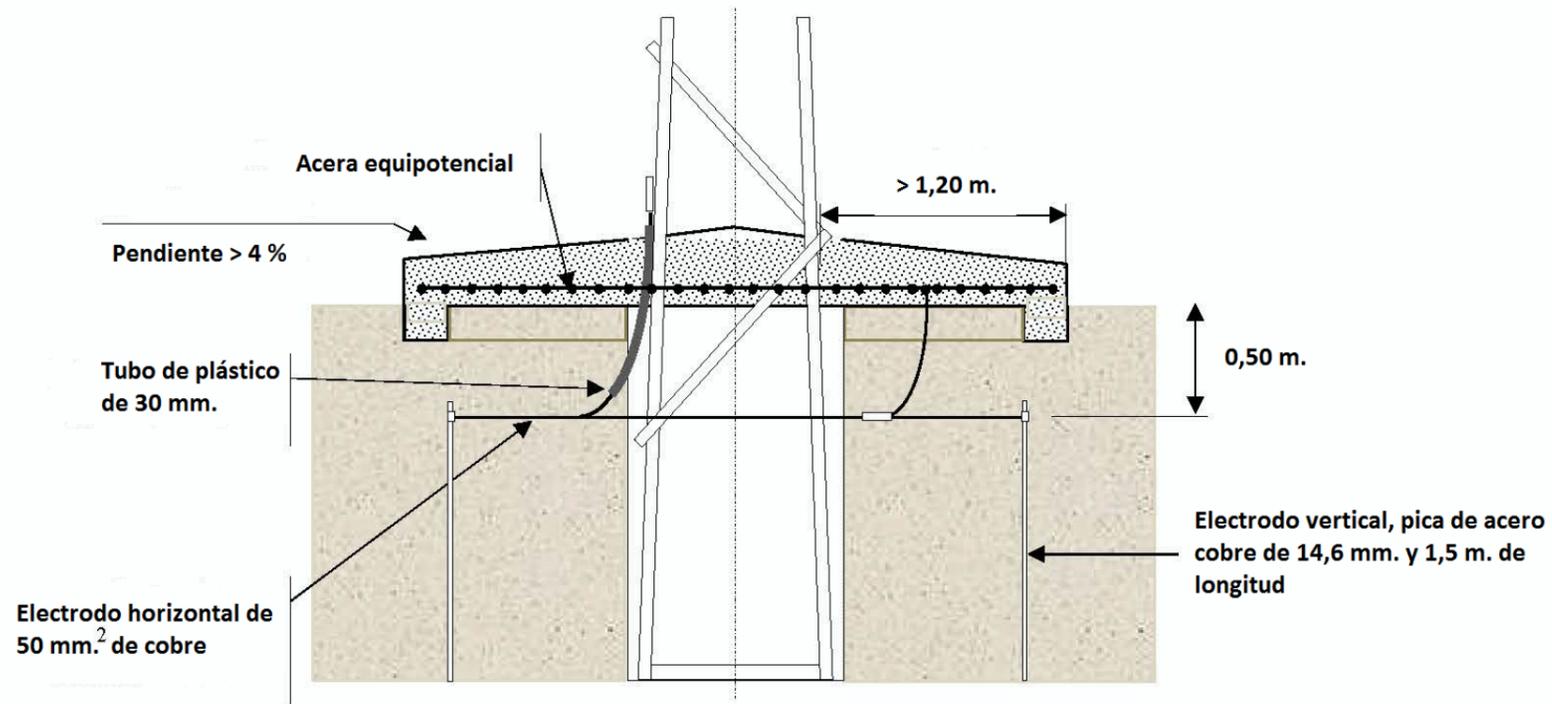
APOYO PARA PUNTOS FUERTES
 APOYOS CELOSIA C-1000, C-2000
 CRUCETA BOVEDA CAPA BC2-20
 AISLAMIENTO CADENA AMARRE

	NOMBRE	E.T.S.I.D	
PROYECT.	J.J.A	PROYECTO LÍNEA AÉREA DE 20 KV, LÍNEA SUBTERRÁNEA DE 20 KV Y C.T DE 250 KVA PARA EDIFICIO TÉCNICO DE ADIF	
V.B	Sept.-16		
ESCALA	DENOMINACIÓN DEL PLANO	FECHA 12/09/2016	
S/E	APOYO ALINEACIÓN - ÁNGULO		

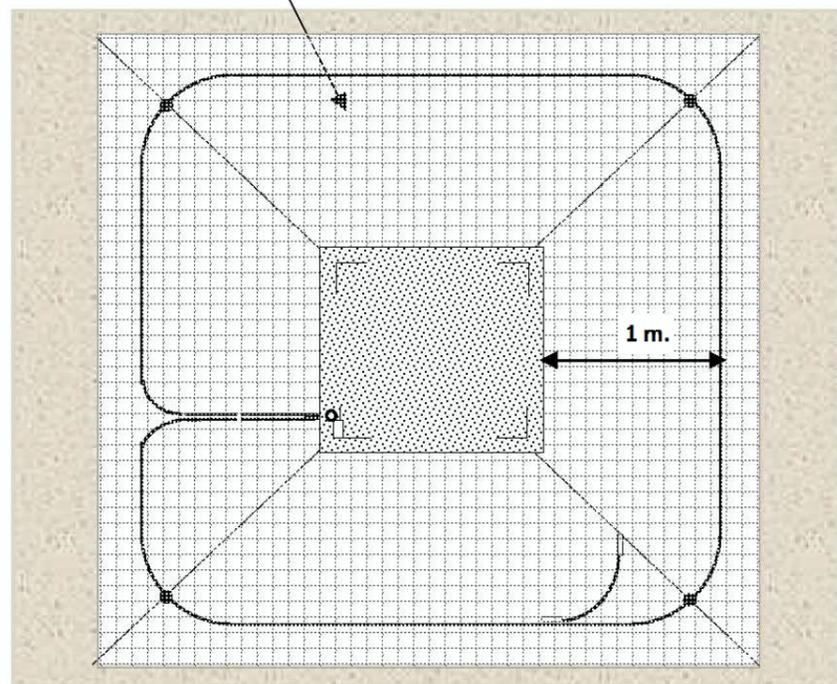


Marca	Cantidad	Denominación	Designación	Norma
1	1	Cruceta recta	RC2-20/S	NI 52.31.03
2	6	Cadena de amarre	CA	NI 48.10.01
3	1	Angular L-70.7-2040	L-70.7-2040	NI 52.30.24
4	3	Chapa CH-8-150	CH-8-150	NI 52.30.24
5	3	Terminación cable subterráneo	TES/24	NI 56.80.02
6	3	Pararrayos	POM-P	NI 75.30.02
7	3	Puentes según conductor		
8	1	Cable bajada L.S.M.T		
9	3	Seccionador unipolar línea aérea	SELA U24	NI 74.51.01
10	2	Angular L-60.4-700	L-60.4-700	NI 52.30.24
s/n	--	Tornillería, piezas de conexión		

NOMBRE		E.T.S.I.D	
PROYECT.	J.J.A	PROYECTO LÍNEA AÉREA DE 20 KV, LÍNEA SUBTERRÁNEA DE 20 KV Y C.T DE 250 KVA PARA EDIFICIO TÉCNICO DE ADIF	
V.B	Sept.-16		
ESCALA	DENOMINACIÓN DEL PLANO	FECHA	
S/E	APOYO ENTRONQUE A/S	12/09/2016	
		Nº PLANO	
		10	



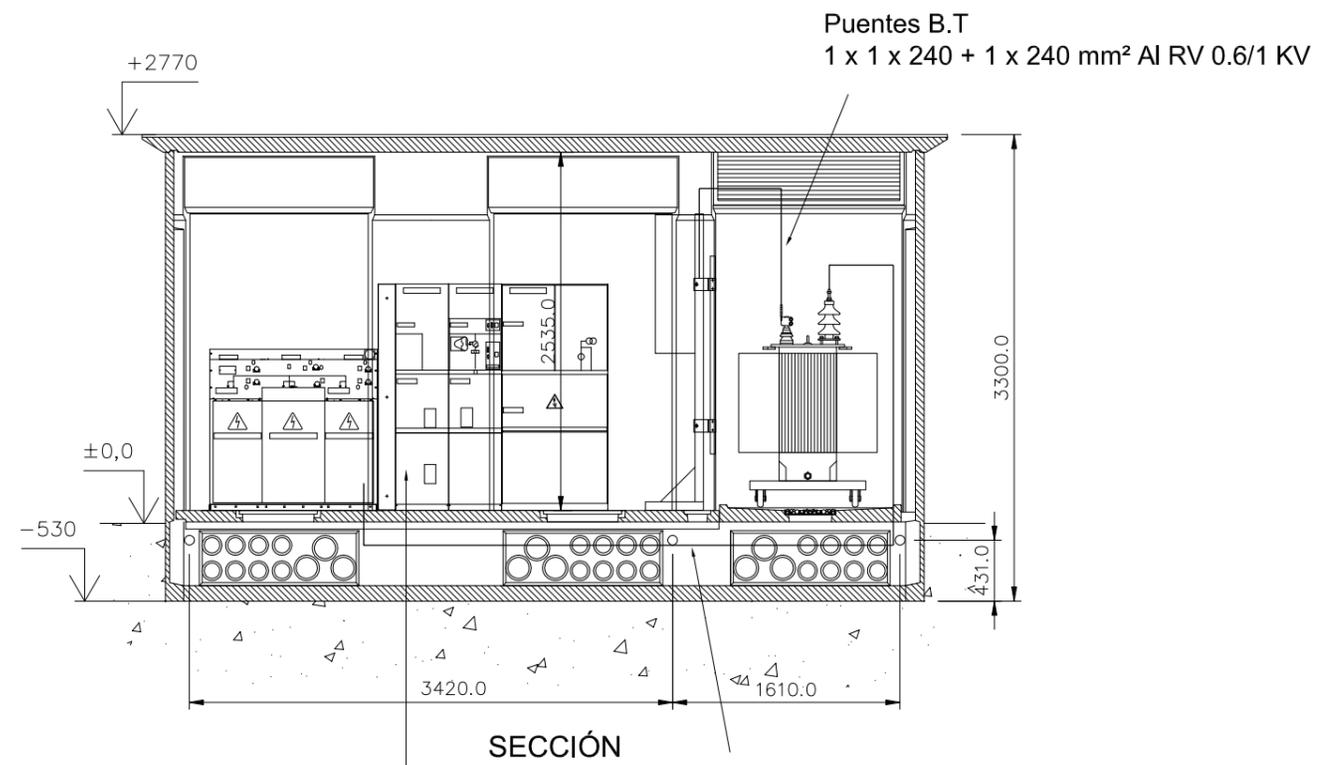
Mallazo de 30 x 30 cm. como máximo, formado por redondo de 4 mm. como máximo



PUESTA A TIERRA EN APOYOS EN ZONAS FRECUENTADAS

PUESTA A TIERRA EN APOYOS EN ZONAS NO FRECUENTADAS					
Marca	Cantidad	Designación	Denominación	Código	Norma
1	1	PL 14-1500	Pica cilíndrica acero-cobre de 14,6 mm de diámetro y 1,5 m	50 26 164	NI 52.31.03
2	1	GC-P14.6/C50	Grapa de conexión para pica cilíndrica y cable de 50 Cu	58 26 631	NI 48.10.01
3	2 m.	C50	Cable de cobre de 50 mm ²	54 10 050	NI 52.30.24
4	1	GCS/C16	Grapa de conexión sencilla para cable de Cu	58 26 024	NI 52.30.24

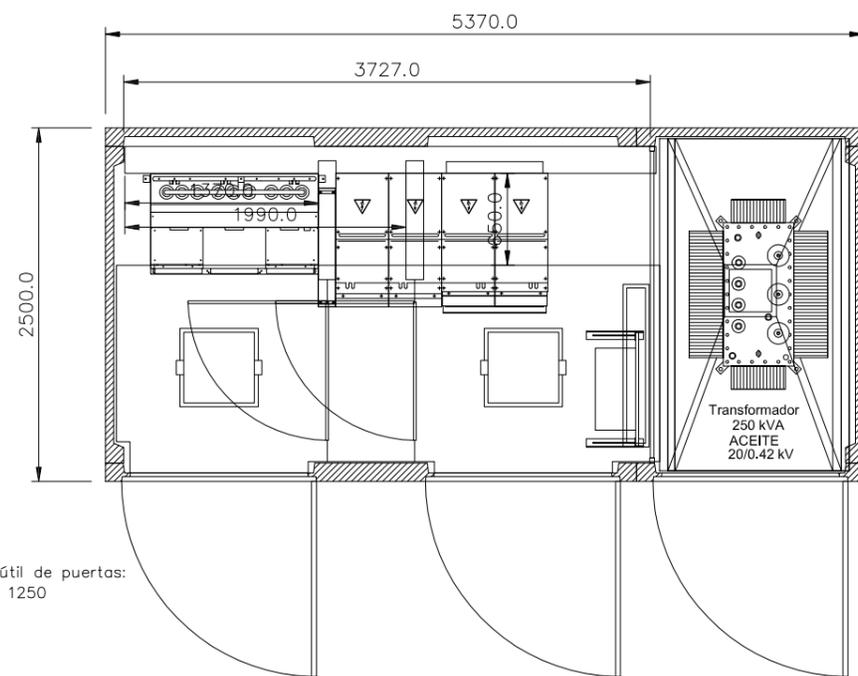
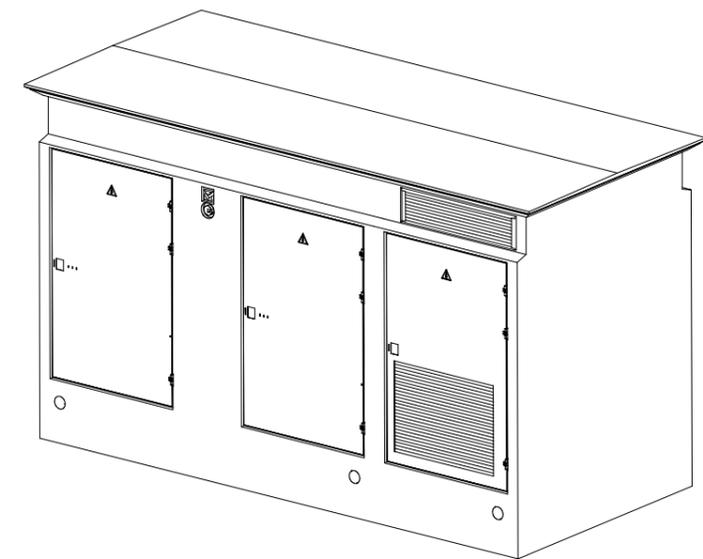
		NOMBRE	E.T.S.I.D	
PROYECT.	J.J.A	PROYECTO LÍNEA AÉREA DE 20 kV, LÍNEA SUBTERRÁNEA DE 20 kV Y C.T DE 250 kVA PARA EDIFICIO TÉCNICO DE ADIF		
V.B	Sept.-16			
ESCALA S/E	DENOMINACIÓN DEL PLANO		FECHA	
	PUESTA A TIERRA DE APOYOS		12/09/2016	
			Nº PLANO	
			11	



Línea subterránea M.T
ENTRADA
3 x 150 mm² Al HEPRZ1 12/20 kV

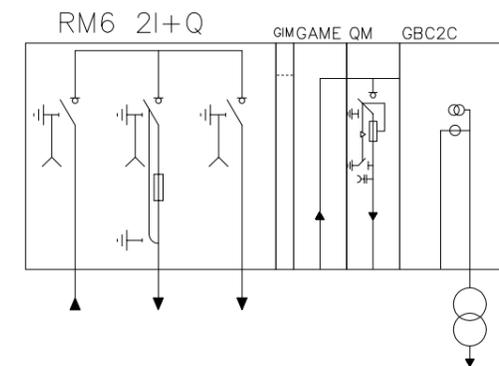
Puentes M.T
RH-Z1 12/20 kV Al 3 x 95 mm²

SECCIÓN

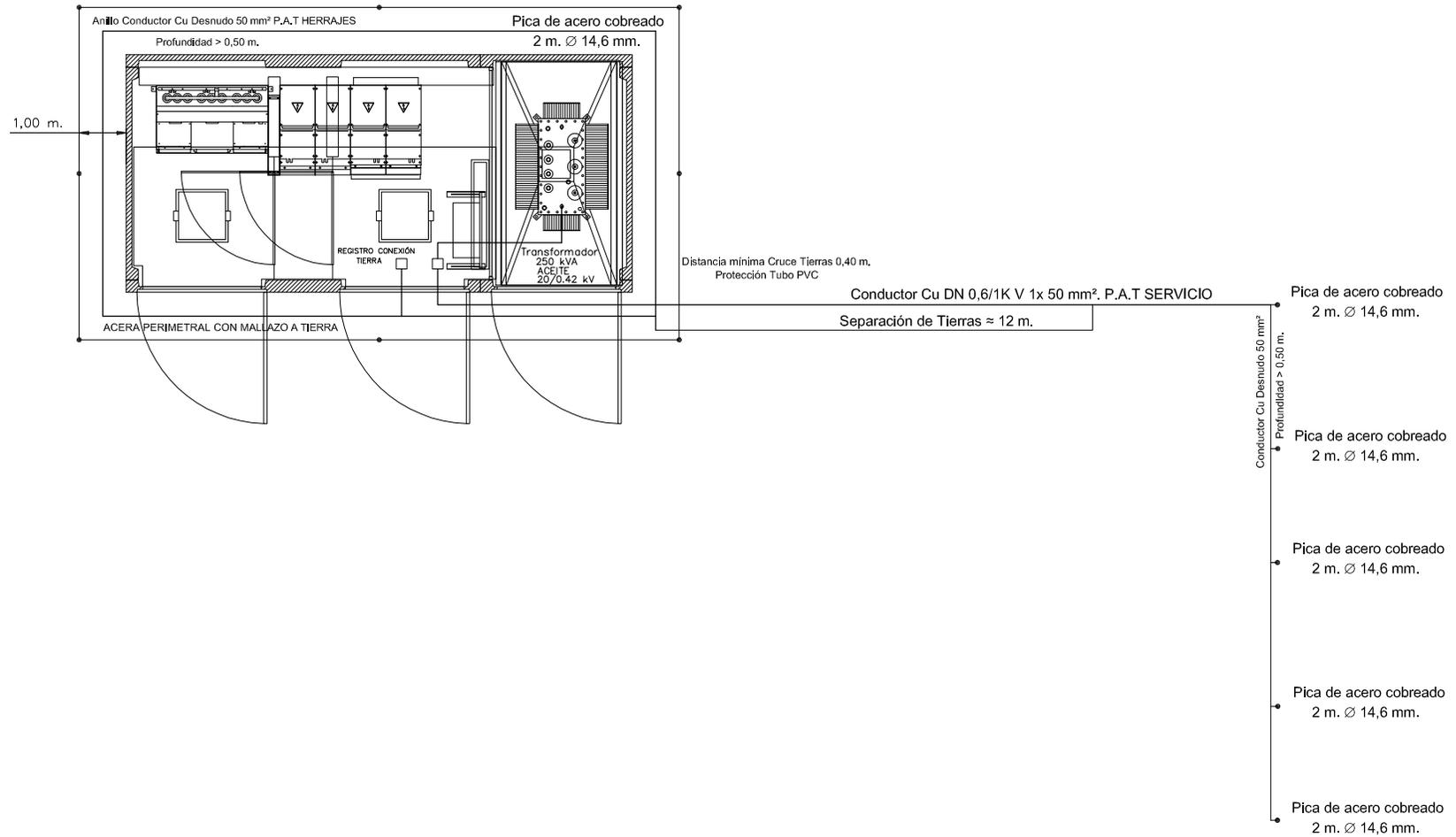


PLANTA

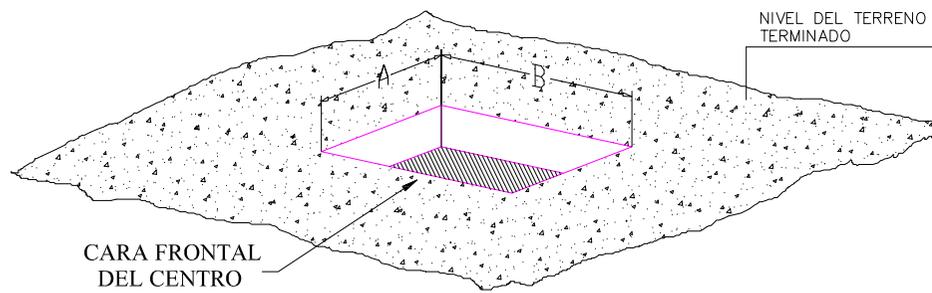
PERSPECTIVA



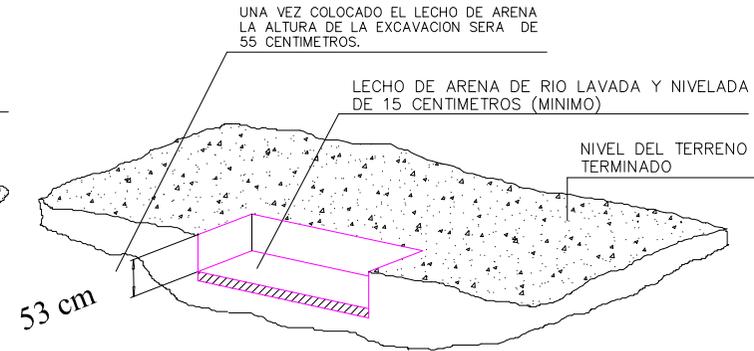
	NOMBRE	E.T.S.I.D	
PROYECT.	J.J.A	PROYECTO LÍNEA AÉREA DE 20 kV, LÍNEA SUBTERRÁNEA DE 20 kV Y C.T DE 250 kVA PARA EDIFICIO TÉCNICO DE ADIF	
V.B	Sept.-16		
ESCALA	DENOMINACIÓN DEL PLANO	FECHA	
1/50	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	12/09/2016	
		Nº PLANO	
		12	



	NOMBRE	E.T.S.I.D PROYECTO LÍNEA AÉREA DE 20 KV, LÍNEA SUBTERRÁNEA DE 20 KV Y C.T DE 250 KVA PARA EDIFICIO TÉCNICO DE ADIF	
PROYECT.	J.J.A		
V.B	Sept.-16		
ESCALA	DENOMINACIÓN DEL PLANO	FECHA	
1/50	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN - PUESTA A TIERRA	12/09/2016	
		Nº PLANO	
		13	



VISTA DE LA EXCAVACION



SECCION DEL FOSO

DIMENSIONES MINIMAS DE EXCAVACION

TIPO PREFABRICADO	DIMENSIONES (EN METROS)	
	A	B
EHC-5	3.50	6.00

SITUAR EL MODULO DE HORMIGON CENTRADO EN LA EXCAVACION, DEJANDO 50 cm. POR SU FRENTE Y SU PARTE POSTERIOR, PARA PERMITIR LA EXTRACCION DE LOS UTILES DE IZADO.

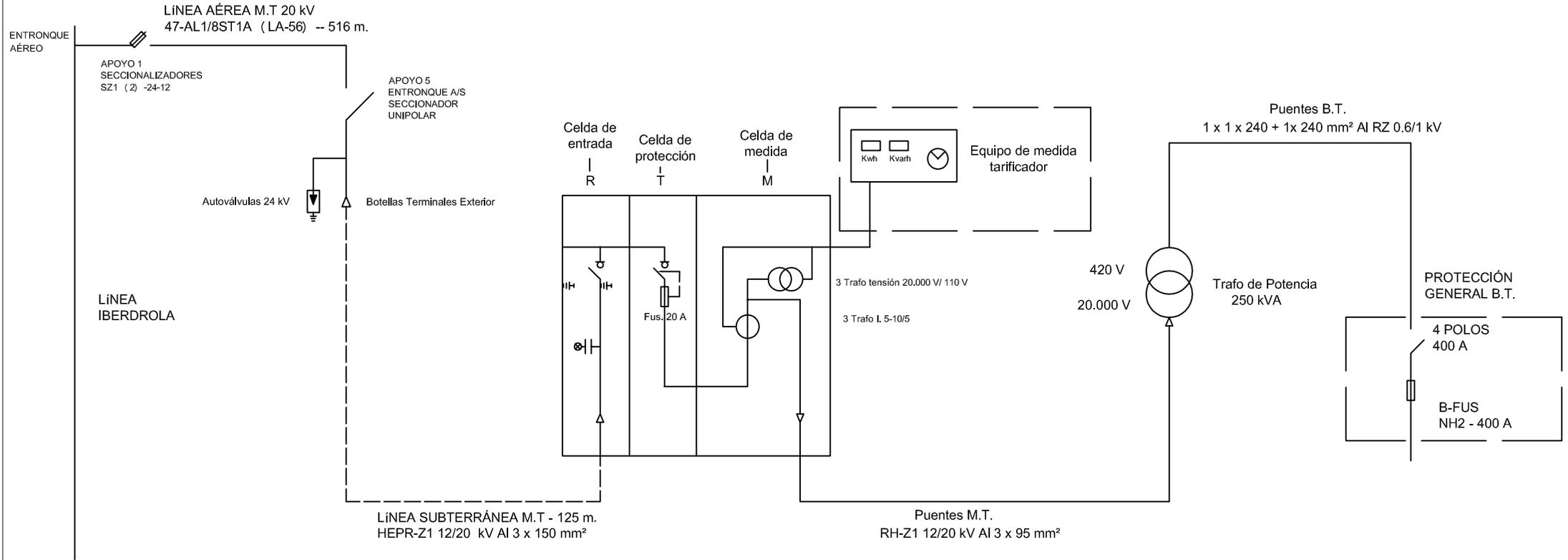
CONDICIONES QUE EL CLIENTE DEBERA CUMPLIR CON ANTERIORIDAD A LA INSTALACION:

- Deberá existir un camino hasta la zona de ubicación del centro suficiente para el acceso de un camión-grúa de características: PMA=47 T; TARA=16 T; CARGA=31 T.

- La zona de ubicación del centro poseerá un espacio libre que permita una distancia entre el eje longitudinal o transversal del foso y el eje longitudinal del vehículo pesado más alejado de 7 m. si se emplea camión-grúa y de 14 m. si se utiliza góndola más grúa, de forma que no existan obstáculos que impidan la descarga de los materiales y el montaje del centro. (Ver catálogo. Para distancias menores, consultar)

- El lecho de arena de 150 milímetros de espesor mínimo, será por cuenta del cliente, y deberá estar realizado con anterioridad a la instalación del centro según se indica en el dibujo superior.

	NOMBRE	E.T.S.I.D	
PROYECT.	J.J.A	PROYECTO LÍNEA AÉREA DE 20 KV, LÍNEA SUBTERRÁNEA DE 20 KV Y C.T DE 250 KVA PARA EDIFICIO TÉCNICO DE ADIF	
V.B	Sept.-16		
ESCALA	DENOMINACIÓN DEL PLANO	FECHA	
S/E	DETALLE FOSO C.T	12/09/2016	
		Nº PLANO	
		14	



	NOMBRE	E.T.S.I.D PROYECTO LÍNEA AÉREA DE 20 kV, LÍNEA SUBTERRÁNEA DE 20 kV Y C.T DE 250 kVA PARA EDIFICIO TÉCNICO DE ADIF	
PROYECT.	J.J.A		
V.B	Sept.-16		
ESCALA	DENOMINACIÓN DEL PLANO		FECHA
S/E	ESQUEMA UNIFILAR		12/09/2016
			Nº PLANO
			15

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA.

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DEL DISEÑO.



**PROYECTO DE LÍNEA AÉREA DE 20 kV, LÍNEA
SUBTERRÁNEA DE 20 kV Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN
DE 250 kVA PARA EDIFICIO TÉCNICO DE ADIF.**

DOCUMENTO 3

PLIEGO DE CONDICIONES.

TRABAJO FIN DE GRADO

AUTOR: JUAN JIMÉNEZ AÑÓ

DIRECTOR: ANTONIO FAYOS ALVÁREZ

VALENCIA, SEPTIEMBRE 2016

INDICE

1. Línea aérea de M.T	4
1.1 Calidad de los materiales.....	4
1.2 Obra civil.....	4
1.3 Conductores.....	5
1.4 Aisladores	5
1.5 Pararrayos.....	5
1.6 Herrajes y accesorios.....	6
1.7 Columnas (apoyos).....	6
1.8 Normas de ejecución de las instalaciones.....	6
1.9 Pruebas reglamentarias	7
1.10 Condiciones de uso mantenimiento y seguridad.....	7
2. Línea subterránea de M.T	8
2.1 Calidad de los materiales.....	8
2.2 Conductores.....	8
2.3 Empalmes, conexiones y accesorios.....	8
2.4 Protecciones eléctricas.....	9
2.5 Condiciones de ejecución.....	10
2.5.1 Canalización	10
2.6 Transporte de bobinas.....	12
2.7 Tendido de conductores.....	12
2.8. Protección mecánica.....	13
2.9. Señalización.....	14
2.10. Identificación	14
2.11. Puesta a tierra.....	14
2.12. Pruebas y ensayos.....	14

2.13. Condiciones de mantenimiento, uso y de seguridad.....	15
2.14. Documentación final.....	16
3. Centro de transformación.....	18
3.1. Calidad de los materiales.....	18
3.1.1. Obra Civil.....	18
3.1.2. Aparamenta de Alta Tensión.....	18
3.1.3. Transformadores.....	23
3.1.4. Equipos de Medida.....	23
3.2. Normas de ejecución de las instalaciones.....	24
3.3. Pruebas reglamentarias.....	24
3.4. Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad.....	24
3.5. Certificados y documentación.....	26
3.6. Libro de órdenes.....	27

1. Línea aérea de M.T

1.1 Calidad de los materiales.

Todos los materiales a instalar serán nuevos, de primera mano, dimensionados para la Tensión más elevada de 24 kV. (Tensión más elevada, aislamiento pleno), construidos por fabricantes reconocidos bajo Normativa reglamentaria

1.2 Obra civil.

La apertura de los hoyos será de acuerdo con la naturaleza del terreno. Las paredes del terreno deberán quedar lo más perpendiculares posible, tratando de no abrir más hoyo de lo necesario, con el fin de no debilitar éste. Será realizado previamente la solicitud de permiso a los propietarios de los terrenos afectados, haciéndose una inspección ocular con el fin de evitar el romper canalizaciones que hubiera enterradas. La tierra que se obtenga en la excavación de la apertura del hoyo, será vertida en lugar adecuado donde no pueda molestar u ocasionar daños.

Hormigones y Cimentaciones.

El hormigón a utilizar para la cimentación del Apoyo, será preferentemente de Planta, siendo la dosificación a emplear la siguiente:

- Cemento 150 Kg.
- Arena 450 Lts.
- Grava 900 Lts. (de 10 a 60 mm)
- Agua 150 Lts.

El cemento Portland o artificial será de primera calidad, que como mínimo deberá cumplir el tipo P-250 de fraguado lento. El supervisor de la obra podrá realizar, cuando lo crea conveniente, los análisis y ensayos de laboratorio que considere oportunos.

La arena podrá proceder de ríos, minas, canteras etc., debiendo ser limpia y exenta de impurezas arcillosas u orgánicas, preferentemente con superficies ásperas de origen cuarzoso.

La piedra o grava procederá de graveras de río o bien de canteras, siempre limpia de polvo, calizas o arcillas. Sus dimensiones podrán establecerse entre 1 y 6 cm., siendo preferible que tengan superficies con aristas y granulometría apropiadas, prohibiéndose el empleo del llamado revoltón, es decir piedra y arena unida, sin dosificación, así como cascotes o materiales blandos.

El agua a utilizar nunca será la utilizada de ciénagas o que contenga disueltos componentes extraños.

La Peana se hará de forma que el macizo de hormigón sobresalga del nivel del terreno como mínimo 15 cm., terminando en "punta de diamante", para evitar el deslizamiento del agua, enlucándose posteriormente con hormigón rico en cemento.

Se tendrá precaución de dejar un taladro en la base para poder colocar el cable de tierra del Apoyo. Este deberá salir a unos 50 cm., por debajo del nivel del suelo, y, en la parte superior de la peana, junto a un angular o montante, pudiéndose utilizar para ello un tubo curvado de hierro galvanizado.

Los apoyos que dispongan de aparatos de maniobra dispondrán de plataforma de operador con su sistema de Puesta a Tierra adicional como equipotencial.

1.3 Conductores

El conductor a utilizar será de aluminio-acero galvanizado tipo **LA-56**, cumpliendo la Norma UNE-EN 50182 así como la UNE 21018.

Se evitará que en el tendido, éste no sea arrastrado por el suelo, con el fin de no dañarlo, utilizando para ello poleas y rodillos adecuados. Se tenderán siempre desde bobina procurando que no se produzcan "bochas".

Para el tense, se utilizarán mordazas que no dañen al conductor, empleándose dinamómetros de escalas adecuadas, no realizándose el Tensado hasta transcurridos al menos 10 días después de efectuada la cimentación de hormigón de los Apoyos.

1.4 Aisladores

No serán utilizados aisladores usados, y sobre todo los que hayan podido estar anteriormente soportando conductores de cobre. El nivel de aislamiento corresponderá para la Tensión más elevada de 24 kV.

El aislamiento tanto en amarres como en suspensión, estará constituido por elementos de composite según Norma NI-48.08.01 formadas por un aislador tipo U70 YB 20, en la condición "bajo lluvia", siendo estos resistentes a la polución.

1.5 Pararrayos.

Los Pararrayos Autovalvulares serán de una Tensión de 24 kV. y con una Capacidad de Poder de Descarga de 10 kA. Estos estarán conectados a su propio sistema de Puesta a Tierra independiente.

1.6 Herrajes y accesorios

Todos los elementos siderúrgicos que se instalen en la Línea serán de estructura de acero AE-275-B según UNE-36080, galvanizados en caliente por inmersión con recubrimiento de zinc de 0,61 Kg/m²., tras previo desengrasado decapado y limpieza de las superficies, debiendo ser capaces de soportar cuatro inmersiones en una solución de SO₄ Cu al 20% de una densidad de 1,18 a 18°C., sin que el hierro quede al descubierto o coloreado parcialmente.

Los tornillos serán galvanizados y su diámetro no será inferior a 12 mm. de al menos 300 N/mm² de límite de fluencia, en calidad 5.6 según Norma UNE-EN 20.898.2.

1.7 Columnas (apoyos)

Los apoyos serán metálicos de estructura de perfil soldada y atornillada, del tipo normalizado, construidos por talleres de reconocida garantía, cumpliendo su fabricación con la Norma de Iberdrola NI 52.10.01.

Los perfiles en que estarán fabricados serán de acero cuyo límite de fluencia no será inferior a 275 N/mm² según Norma UNE-EN 10025. Estos se calcularán para el esfuerzo a que vayan a estar sometidos con el coeficiente de seguridad adecuado en cada caso, con un coeficiente de seguridad no inferior a **1,5** respecto al límite de fluencia, siendo de "seguridad aumentada" para el caso de cruzamientos y paralelismos. Su altura vendrá determinada de acuerdo con las características del terreno y elementos que se sitúen bajo ella, como cruzamientos etc., de tal manera que los conductores, para la consideración de su flecha máxima, éstos queden a una altura mínima de **2,5 m.** en estos cruces con otras Líneas de A.T. o B.T., a **6 m.** del terreno en condiciones normales y de **5 m.** para el caso de lugares de difícil acceso; para el caso de cruce sobre caminos y explotaciones ganaderas o agrícolas, la altura mínima de estos será de **7 m.**

Todos los apoyos dispondrán de la identificación del tipo y de fabricante, irán numerados, así como dispondrán de la correspondiente placa de indicación de "Peligro de Muerte", y para el caso de zonas frecuentadas les serán colocadas chapas galvanizadas antiescalo en su base hasta una altura de 2 m. mínimo. Para aquellos que vayan a llevar maniobra incorporarán placa identificativa.

1.8 Normas de ejecución de las instalaciones.

Todas las Normas de construcción y ejecución, se ajustarán a los Planos, Mediciones y Calidades que se expresan.

Además del cumplimiento de lo expuestos anteriormente, la obra deberá cumplir con la Normativa que la pudiera afectar o que emanara implícitamente por cualquier Organismo Oficial competente.

1.9 Pruebas reglamentarias

Todos los materiales, cumplirán las normas establecidas sobre Ensayos que se han descrito y que el Fabricante deberá obtener, pudiendo estar a disposición de cualquier Organismo que lo solicitase.

Lo mencionado en el Pliego de Condiciones y omitido en los planos o viceversa, tendrá que ser ejecutado como si estuviera expuesto en ambos documentos. En caso de contradicción entre Planos y el Pliego de Condiciones, prevalecerá lo prescrito en éste último.

Las omisiones en Planos y Pliego de Condiciones o las descripciones erróneas de los detalles de las obras que sean manifiestamente indispensables para llevar a cabo el espíritu o intención expuesto en los Planos y Pliego de Condiciones, o que por usos y costumbres, deben de ser realizados, no solo eximen al Contratista de la obligación de ejecutar estos detalles de obra omitidos o erróneamente descritos, si no que por el contrario deberán ser ejecutados como si hubiera sido completa y correctamente especificados en los Planos y Pliego de Condiciones.

1.10 Condiciones de uso mantenimiento y seguridad.

Las "Tomas de Tierra", deberán ser humedecidas frecuentemente y revisadas con regularidad, con un adecuado control de mantenimiento y controles periódicos.

Se avisará a la Empresa Suministradora ante cualquier incidente o anomalía que se observase en la Línea.

2. Línea subterránea de M.T

2.1 Calidad de los materiales.

Los materiales y su montaje cumplirán con los requisitos y ensayos de las normas UNE aplicables de entre las incluidas en la ITC-LAT 02 y demás normas y especificaciones técnicas aplicables. En el caso de que no exista norma UNE, se utilizarán las Normas Europeas (EN o HD) correspondientes y, en su defecto, se recomienda utilizar la publicación CEI correspondiente (Comisión Electrotécnica Internacional).

Los materiales empleados en la instalación serán entregados por el Contratista siempre y cuando no se especifique lo contrario en el Contrato de Adjudicación de las obras a realizar.

2.2 Conductores.

Los cables utilizados en las redes subterráneas tendrán los conductores de cobre o de aluminio y estarán aislados con materiales adecuados a las condiciones de instalación y explotación manteniendo, con carácter general, el mismo tipo de aislamiento de los cables de la red a la que se conecten.

Estarán debidamente apantallados, y protegidos contra la corrosión que pueda provocar el terreno donde se instalen o la producida por corrientes erráticas, y tendrán resistencia mecánica suficiente para soportar las acciones de instalación y tendido y las habituales después de la instalación. Se exceptúan las agresiones mecánicas procedentes de maquinaria de obra pública como excavadoras, perforadoras o incluso picos. Podrán ser unipolares o tri polares.

Podrán emplearse cables huecos y cables rellenos de materiales no metálicos. Los conductores de aluminio y sus aleaciones serán siempre cableados.

Se adaptarán las características de los conductores que sean facilitadas por los fabricantes de los mismos. Si no se dispusiera de las características, se podrán utilizar los valores fijados en las correspondientes normas UNE de conductores.

2.3 Empalmes, conexiones y accesorios.

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

Cuando en la línea eléctrica se empleen como conductores cables, cualquiera que sea su composición o naturaleza, o alambres de más de 6 mm., de diámetro, los empalmes de los conductores se realizarán mediante piezas adecuadas a la naturaleza, composición y sección de los mismos.

Lo mismo el empalme que la conexión no deben aumentar la resistencia eléctrica del conductor.

Los empalmes deberán soportar sin rotura ni deslizamiento del cable el 90 por 100 de la carga de rotura del cable empalmado.

Queda prohibida la ejecución de empalmes en conductores por la soldadura a tope de los mismos.

Se prohíbe colocar en la instalación de una línea más de un empalme por vano y conductor. Solamente en la explotación, en concepto de reparación de una avería, podrá consentirse la colocación de dos empalmes.

Las piezas de empalme y conexión serán de diseño y naturaleza tal que eviten los efectos electrolíticos, si éstos fueran de temer, y deberán tomarse las precauciones necesarias para que las superficies en contacto no sufran oxidación.

2.4 Protecciones eléctricas.

Los cables estarán debidamente protegidos contra los efectos térmicos y dinámicos que puedan originarse por 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.

A) 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 exceda de la máxima admisible asignada en cortocircuito.

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 que las indicadas en aquellos casos en que el fabricante del cable aporte la documentación justificativa correspondiente.

En general, no será obligatorio establecer protecciones contra sobrecargas, si bien es necesario, controlar la carga en el origen de la línea o del cable mediante el empleo de aparatos de medida, mediciones periódicas o bien por estimaciones estadísticas a partir de las cargas conectadas al mismo, con objeto de asegurar que la temperatura del cable no supere la máxima admisible en servicio permanente.

B) Protección contra sobretensiones.

Los cables deberán protegerse contra las sobretensiones peligrosas, tanto de origen interno como de origen atmosférico, cuando la importancia de la instalación, el valor de las sobretensiones y su frecuencia de ocurrencia así lo aconsejen.

Para ello se utilizarán pararrayos de resistencia variable o pararrayos de óxidos metálicos, cuyas características estarán en función de las probables intensidades de corriente a tierra que puedan preverse en caso de sobretensión o se observará el cumplimiento de las reglas de coordinación de aislamiento correspondientes. Deberá cumplirse también, en lo referente a coordinación de aislamiento y puesta a tierra de los pararrayos, lo indicado en las instrucciones MIE-RAT 12 y MIE-RAT 13, respectivamente, Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación, aprobado por Real Decreto 3275/1982, de 12 de noviembre.

En lo referente a protecciones contra sobretensiones serán de consideración igualmente las especificaciones establecidas por las Normas UNE-EN 60071-1, UNE-EN 60071-2 y UNEEN 60099-5.

2.5 Condiciones de ejecución.

Antes de proceder a la apertura de las zanjas se abrirán calas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto.

2.5.1 Canalización

Las zanjas se harán verticales hasta la profundidad de la zanja establecida en la memoria descriptiva o planos del proyecto, colocándose entibaciones en los casos en que la naturaleza del terreno lo haga preciso.

El fondo de las zanjas estará lo más limpio posible de piedras que puedan dañar al conductor, para lo cual se extenderá una capa de 10 cm de arena o tierra fina, que sirve para nivelación y asiento de los cables, nuevamente otra capa de 15 cm de arena, sobre la que se pone la protección mecánica del cable y la señalización. Ambas capas cubrirán la anchura total de la zanja.

La arena que se utilice para la protección de los cables será limpia, suelta y áspera, exenta de sustancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas, para lo cual se tamizará o lavará convenientemente si fuera necesario. Se empleará arena cuyos granos tengan dimensiones de 2 a 3 mm como máximo.

Cuando se emplee la arena procedente de la misma zanja, será necesario su cribado. Se procurará dejar un paso de 50 cm entre la zanja y las tierras extraídas, con el fin de facilitar la circulación del personal de la obra y evitar la caída de tierras en la zanja.

Se deberán tomar todas las precauciones precisas para no tapar con tierras registros de gas, teléfono, bocas de riego, alcantarillas, etc.

Durante la ejecución de los trabajos en la vía pública se dejarán pasos suficientes para vehículos y peatones, así como los accesos a los edificios, comercios y garajes.

Las dimensiones mínimas de las zanjas serán las siguientes:

– Profundidad de 100 cm y anchura de 60 cm para canalizaciones de Alta Tensión bajo acera.

– Profundidad de 120 cm y anchura de 60 cm para canalizaciones de Alta Tensión bajo calzada.

Cuando en una zanja coincidan cables de distintas tensiones se situarán en bandas horizontales a distinto nivel de forma que en cada banda se agrupen cables de igual tensión. La separación entre dos bandas de cables será como mínimo de 20 cm.

La separación entre dos cables multipolares o ternas de cables unipolares dentro de una misma banda será como mínimo de 20 cm.

La profundidad de las respectivas bandas de cables dependerá de las tensiones, de forma que la mayor profundidad corresponda a la mayor tensión. Sobre los conductores se colocará una protección mecánica constituida por bloques de hormigón vibrado de 50x25x6 cm colocados en el sentido del cable. Encima de esta protección se tenderá otra capa con tierra procedente de la excavación, de 20 cm de espesor apisonada por medios manuales. Se cuidará que esta capa esté exenta de piedras o cascotes. Sobre esta última capa, se extenderá una banda de polietileno de color amarillo-naranja, por la que se advierta la presencia de cables eléctricos. A continuación y hasta un nivel de 15cm bajo la rasante de la acera, se rellenará el resto de la zanja mediante tierra procedente de la excavación, compactando la misma con medios mecánicos, llevándose a cabo el regado de dichas capas de tierra siempre y cuando fuese necesario para adquirir la correcta consistencia del terreno.

Por último, se extenderá una capa de hormigón en masa de 20 N/mm² y 10 cm de espesor, sobre la que se colocará el pavimento o se repondrá el anteriormente colocado. Los conductores deberán estar enterrados a profundidad no inferior a 0,6 m en acera o tierra y 0,8 m en calzada, excepción hecha en el caso en que se atravesen terrenos rocosos. Salvo casos especiales los eventuales obstáculos deben ser evitados pasando el cable por debajo de los mismos.

Todos los cables deben tener una protección (ladrillos, medias cañas, tejas, losas de piedra, etc. formando bovedillas) que sirva para indicar su presencia durante eventuales trabajos de excavación.

2.6 Transporte de bobinas.

La carga y descarga, sobre camiones o remolques apropiados, se hará siempre mediante una barra adecuada que pase por el orificio central de la bobina.

Bajo ningún concepto se podrá retener la bobina con cuerdas, cables o cadenas que abracen la bobina y se apoyen sobre la capa exterior del cable enrollado; asimismo no se podrá dejar caer la bobina al suelo desde un camión o remolque.

Cuando se desplace la bobina por tierra rodándola, habrá que fijarse en el sentido de rotación, generalmente indicado con una flecha, con el fin de evitar que se afloje el cable enrollado en la misma.

Las bobinas no deben almacenarse sobre un suelo blando. Antes de empezar el tendido del cable se estudiará el lugar más adecuado para colocar la bobina con objeto de facilitar el tendido. En el caso de suelo con pendiente es preferible realizar el tendido en sentido descendente. Para el tendido la bobina estará siempre elevada y sujeta por barra y gatos adecuados al peso de la misma y dispositivos de frenado.

2.7 Tendido de conductores.

Los cables deben ser siempre desenrollados y puestos en su sitio con el mayor cuidado evitando que sufran torsión, hagan bucles, etc. y teniendo siempre en cuenta que el radio de curvatura del cable debe ser superior a 20 veces su diámetro durante su tendido y superior a 10 veces su diámetro una vez instalado. En todo caso el radio de curvatura del cable no debe ser inferior a los valores indicados en las Normas UNE correspondientes relativas a cada tipo de cable. Cuando los cables se tiendan a mano los operarios estarán distribuidos de una manera uniforme a lo largo de la zanja. También se puede tender mediante cabrestantes tirando del extremo del cable al que se habrá adaptado una cabeza apropiada y con un esfuerzo de tracción por milímetro cuadrado de conductor que no debe pasar del indicado por el fabricante del mismo. Será imprescindible la colocación de dinamómetros para medir dicha tracción.

El tendido se hará obligatoriamente por rodillos que puedan girar libremente y contruidos de forma que no dañen al cable, adoptándose, durante el tendido, precauciones necesarias para evitar que el cable no sufra esfuerzos importantes ni golpes ni rozaduras.

No se permitirá desplazar lateralmente el cable por medio de palancas u otros útiles; deberá hacerse siempre a mano. Cuando la temperatura ambiente sea inferior a cero grados no se permitirá hacer el tendido del cable debido a la rigidez que toma el aislamiento.

No se dejará nunca el cable tendido en una zanja abierta sin haber tomado antes la precaución de cubrirlo con una capa de 10 cm de arena fina y la protección de bloques de hormigón vibrado de 50x25x6 cm.

La zanja en toda su longitud deberá estar cubierta con una capa de 10 cm de arena fina en el fondo antes de proceder al tendido del cable. En ningún caso se dejarán los extremos del cable en la zanja sin haber asegurado antes una buena estanqueidad de los mismos.

Cuando dos cables que se canalicen vayan a ser empalmados, se solaparán al menos en una longitud de 0,50 m. Las zanjas se recorrerán con detenimiento antes de tender el cable para comprobar que se encuentran sin piedras u otros elementos duros que puedan dañar a los cables en su tendido.

Si con motivo de las obras de canalización aparecieran instalaciones de otros servicios; se tomarán todas las precauciones para no dañarlas, dejándolas al terminar los trabajos en las mismas condiciones en que se encontraban primitivamente.

Si involuntariamente se causara alguna avería en dichos servicios, se avisará con toda urgencia a la Empresa correspondiente con el fin de que procedan a su reparación. El encargado de la obra, por parte del Contratista, deberá conocer la dirección de los servicios públicos así como su número de teléfono para comunicarse en caso de necesidad.

Si las pendientes son muy pronunciadas y el terreno es rocoso e impermeable, se corre el riesgo de que la zanja de canalización sirva de drenaje originando un arrastre de la arena que sirve de lecho a los cables. En este caso se deberá entubar la canalización asegurada con cemento en el tramo afectado.

En el caso de canalizaciones con cables unipolares:

Cada metro y medio, envolviendo las tres fases de Alta Tensión, se colocará una sujeción que agrupe dichos conductores y los mantenga unidos. Nunca se pasarán dos circuitos de Alta Tensión, bien cables tripolares o bien cables unipolares, por un mismo tubo.

Una vez tendido el cable los tubos se tapan con yeso, de forma que el cable quede en la parte superior del tubo.

2.8. Protección mecánica.

Las líneas eléctricas subterráneas deben estar protegidas contra posibles averías producidas por hundimiento de tierras, por contacto con cuerpos duros y/o por choque de herramientas metálicas. Para ello se colocará una capa protectora constituida por bloques de hormigón vibrado de 50x25x6 cm, cuando se trate de proteger una terna de conductores unipolares o un tripolar.

Se incrementará la anchura en 12.5 mm por cada terna de cables unipolares o tripolar adicionales colocados en la misma capa horizontal.

2.9. Señalización

Todo conductor o conjunto de conductores deberá estar señalado por una cinta de atención de acuerdo con la Recomendación UNESA 0205 colocada como mínimo a 20 cm por encima del ladrillo. Cuando los conductores o conjuntos de conductores de categorías de tensión diferentes estén superpuestos, deberá colocarse dicha cinta encima de cada uno de ellos.

2.10. Identificación

Los cables deberán llevar marcas que indiquen el nombre del fabricante, el año de fabricación y sus características, en concordancia con las Normas UNE 21024, para el caso de conductores aislados con papel impregnado y la UNE 21123 para los conductores de aislamiento seco.

2.11. Puesta a tierra.

Las pantallas metálicas de los cables se conectarán a tierra, por lo menos en una de sus cajas terminales extremas. Cuando no se conecten ambos extremos a tierra, el proyectista deberá justificar en el extremo no conectado que las tensiones provocadas por el efecto de las faltas a tierra o por inducción de tensión entre la tierra y pantalla, no producen una tensión de contacto aplicada superiores al valor indicado en la ITC-LAT 07 del RD 223/2008, salvo que en este extremo la pantalla esté protegida por envolvente metálica puesta a tierra o sea inaccesible. Asimismo, también deberá justificar que el aislamiento de la cubierta es suficiente para soportar las tensiones que pueden aparecer en servicio o en caso de defecto.

Como condiciones especiales de la instalación de puesta a tierra en galerías visitables se dispondrá una instalación de puesta a tierra única, accesible a lo largo de toda la galería, formada por el tipo y número de electrodos que el proyectista de la galería juzgue necesarios. Se dimensionará para la máxima corriente de defecto (defecto fase-tierra) que se prevea poder evacuar. El valor de la resistencia global de puesta a tierra de la galería debe ser tal que, durante la evacuación de un defecto, no se supere un cierto valor de tensión de defecto establecido por el proyectista. Además, las tensiones de contacto que puedan aparecer tanto en el interior de la galería como en el exterior (si hay transferencia de potencial debido a tubos u otros elementos metálicos que salgan al exterior), no deben superar los valores admisibles de tensión de contacto aplicada según la ITC-LAT 07.

2.12. Pruebas y ensayos.

Se realizarán las pruebas y ensayos que se indican a continuación:

– Medida de aislamiento de la instalación: el ensayo de aislamiento se realizará para cada uno de los conductores activos en relación con el neutro puesto a tierra, o entre conductores activos aislados.

- Protecciones contra sobretensiones y cortocircuitos: se comprobará que la intensidad nominal de los diversos interruptores automáticos sea igual o inferior al valor de la intensidad máxima del servicio del conductor protegido.
- Empalmes: se comprobará que las conexiones de los conductores son seguras y que los contactos no se calientan normalmente.

2.13. Condiciones de mantenimiento, uso y de seguridad.

Las actuaciones de mantenimiento sobre las instalaciones eléctricas de Alta Tensión son independientes de las inspecciones periódicas que preceptivamente se tengan que realizar.

El titular o la Propiedad de la instalación eléctrica no están autorizados a realizar operaciones de modificación, reparación o mantenimiento. Estas actuaciones deberán ser ejecutadas siempre por una empresa instaladora autorizada.

Durante la vida útil de la instalación, La Propiedad y los usuarios de las instalaciones eléctricas de generación, transporte, distribución, conexión, enlace y receptoras, deberán mantener permanentemente en buen estado de seguridad y funcionamiento sus instalaciones eléctricas, utilizándolas de acuerdo con sus características funcionales.

La Propiedad o titular de la instalación deberá presentar, junto con la solicitud de puesta en servicio de las instalaciones eléctricas de Alta Tensión que requieran mantenimiento, conforme a lo establecido en las "Instrucciones y Guía sobre la Legalización de Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión" (anexo VII del Decreto 141/2009), un contrato de mantenimiento con empresa instaladora autorizada inscrita en el correspondiente registro administrativo, en el que figure expresamente el responsable técnico de mantenimiento.

Los contratos de mantenimiento se formalizarán por períodos anuales, prorrogables por acuerdo de las partes, y en su defecto de manera tácita. Dicho documento consignará los datos identificativos de la instalación afectada, en especial su titular, características eléctricas nominales, localización, descripción de la edificación y todas aquellas otras características especiales dignas de mención.

No obstante, cuando el titular acredite que dispone de medios técnicos y humanos suficientes para efectuar el correcto mantenimiento de sus instalaciones, podrá adquirir la condición de mantenedor de las mismas. En este supuesto, el cumplimiento de la exigencia reglamentaria de mantenimiento quedará justificado mediante la presentación de un Certificado de automantenimiento que identifique al responsable del mismo. No se permitirá la subcontratación del mantenimiento a través de una tercera empresa intermediaria.

Para aquellas instalaciones nuevas o reformadas, será preceptiva la aportación del contrato de mantenimiento o el certificado de automantenimiento junto a la solicitud de puesta en servicio.

Las empresas distribuidoras, transportistas y de generación en régimen ordinario quedan exentas de presentar contratos o certificados de automantenimiento. La empresa instaladora autorizada que haya contratado el mantenimiento de instalaciones eléctricas, deberá dar cuenta a la Administración competente en materia de energía, en el plazo máximo de UN (1) mes, de todas las altas y bajas de contratos que tenga a su cargo.

Cuando las tareas de mantenimiento se compartan entre ambas partes, el contrato de mantenimiento deberá delimitar el campo de actuación de cada uno. En este caso no estará permitida la subcontratación del mantenimiento a través de una tercera empresa.

Las comprobaciones y chequeos a realizar por los responsables del mantenimiento se efectuarán con la periodicidad acordada, atendiendo al tipo de instalación, su nivel de riesgo y el entorno ambiental, todo ello sin perjuicio de las otras actuaciones que proceda realizar para corrección de anomalías o por exigencia de la reglamentación. Los detalles de las averías o defectos detectados, identificación de los trabajos efectuados, lista de piezas o dispositivos reparados o sustituidos y el resultado de las verificaciones correspondientes deberán quedar registrados en soporte auditable por la Administración.

Las empresas distribuidoras, las transportistas y las de generación en régimen ordinario están obligadas a comunicar al órgano competente en materia de energía, los contratos de mantenimiento, que celebren en su ámbito con empresas instaladoras autorizadas, y que estén vinculados a las redes de distribución, de transporte o centrales de generación, respectivamente.

2.14. Documentación final.

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

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

B) **Documentación técnica:** el documento técnico de diseño (DTD) correspondiente, los certificados técnicos y de instalación, así como otra información técnica sobre la instalación, equipos y materiales instalados.

C) Instrucciones de uso y mantenimiento: información sobre las condiciones de utilización de la instalación así como las instrucciones para el mantenimiento adecuado, que se plasmará en un "Manual de Instrucciones o anexo de Información al usuario". Dicho manual contendrá las instrucciones generales y específicas de uso (actuación), de instrucciones de uso y mantenimiento: para instalaciones privadas, receptoras y de generación en régimen especial, información sobre las condiciones de utilización de la instalación, así como las instrucciones para el mantenimiento adecuado, que se plasmará en un "Manual de Instrucciones o Anexo de Información al usuario". Dicho manual contendrá las instrucciones generales y específicas de uso (actuación), de seguridad (preventivas, prohibiciones ...) y de mantenimiento (cuáles, periodicidad, cómo, quién ...) necesarias e imprescindibles para operar y mantener, correctamente y con seguridad, la instalación teniendo en cuenta el nivel de cualificación previsible del usuario final. Se deberá incluir además, tanto el esquema unifilar, como la documentación gráfica necesaria.

D) Certificados de eficiencia energética: (cuando proceda): documentos e información sobre las condiciones verificadas respecto a la eficiencia energética del edificio.

Esta documentación será recopilada por el promotor y titular de la instalación, que tendrá la obligación de mantenerla y custodiarla durante su vida útil

3. Centro de transformación.

3.1. Calidad de los materiales.

3.1.1. Obra Civil.

El edificio destinado a alojar en su interior las instalaciones será una construcción prefabricada de hormigón modelo EHC-5T1DPF.

Sus elementos constructivos son los descritos en el apartado correspondiente de la Memoria del presente proyecto.

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.

La base del edificio será de hormigón armado con un mallazo 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.

Todos los elementos metálicos del edificio que están expuestos al aire serán resistentes a la corrosión por su propia naturaleza, o llevarán el tratamiento protector adecuado que en el caso de ser galvanizado en caliente cumplirá con lo especificado en la RU.-6618-A.

3.1.2. Aparamenta de Alta Tensión.

* CELDAS RM6.

La aparamenta de A.T. que conforman las celdas de acometida estará constituida por conjuntos compactos serie RM6 de Schneider Electric, equipados con dicha aparamenta, bajo envolvente única metálica, para una tensión admisible de 24 kV, acorde a las siguientes normativas:

- UNE-E ISO 90-3, UNE-EN 60420.
- UNE-EN 62271-102, UNE-EN 60265-1.
- UNE-EN 62271-200, UNE-EN 62271-105, IEC 62271-103, UNE-EN 62271-102.
- UNESA Recomendación 6407 B

**** Características constructivas.**

Los conjuntos compactos deberán tener una envolvente única con dieléctrico de hexafluoruro de azufre. Toda la aparamenta estará agrupada en el interior de una cuba metálica estanca rellena de hexafluoruro de azufre con una sobrepresión de 0'1 bar sobre la presión atmosférica, sellada de por vida.

En la parte posterior se dispondrá de una membrana que asegure la evacuación de las eventuales sobrepresiones que se puedan producir, sin daño ni para el operario ni para las instalaciones.

El dispositivo de control de aislamiento de los cables será accesible, fase por fase, después de la puesta a tierra y sin necesidad de desconectar los cables.

La seguridad de explotación será completada por los dispositivos de enclavamiento por candado existentes en cada uno de los ejes de accionamiento.

En caso de avería en un elemento mecánico se deberá poder retirar el conjunto de mandos averiado y ser sustituido por otro en breve tiempo, y sin necesidad de efectuar trabajos sobre el elemento activo del interruptor, así como realizar la motorización de las funciones de entrada/salida con el centro en servicio.

**** Características eléctricas.**

- Tensión nominal 24 kV.
- Nivel de aislamiento:
 - a) a la frecuencia industrial de 50 Hz 50 kV ef.1mn.
 - b) a impulsos tipo rayo 125 kV cresta.
- Intensidad nominal funciones línea 400-630 A.
- Intensidad nominal otras funciones 200 A.
- Intensidad de corta duración admisible 16 kA ef. 1s.

**** Interruptores.**

El interruptor y el seccionador de puesta a tierra deberá ser un único aparato de tres posiciones (abierto, cerrado y puesto a tierra), a fin de asegurar la imposibilidad de cierre simultáneo del interruptor y el seccionador de puesta a tierra.

La apertura y cierre de los polos será simultánea, debiendo ser la tolerancia de cierre inferior a 10 ms. Los contactos móviles de puesta a tierra serán visibles a través de visores, cuando el aparato ocupe la posición de puesto a tierra.

El interruptor deberá ser capaz de soportar al 100% de su intensidad nominal más de 100 maniobras de cierre y apertura, correspondiendo a la categoría B según la norma UNE-EN 60265.

En servicio, se deberán cumplir las exigencias siguientes:

- Poder de cierre nominal sobre cortocircuito: 40 kA cresta.
- Poder de corte nominal sobre transformador en vacío: 16 A.
- Poder de corte nominal de cables en vacío: 30 A.
- Poder de corte (por interruptor-fusibles o por interruptor automático): 16 kA.

** Cortacircuitos-fusibles.

En el caso de utilizar protección ruptofusible, se utilizarán fusibles del modelo y calibre indicados en el capítulo de Cálculos de esta memoria. Los fusibles cumplirán la norma DIN 43-625 y la R.U. 6.407-A y se instarán en tres compartimentos individuales, estancos y metalizados, con dispositivo de puesta a tierra por su parte superior e inferior.

* CELDAS SM6.

Las celdas a emplear después de las celdas RM6 de acometida, serán de la serie SM6 de Schneider Electric, compuesta por celdas modulares equipadas de aparellaje fijo que utiliza el hexafluoruro de azufre como elemento de corte y extinción.

Serán celdas de interior y su grado de protección según la Norma 20-324-94 será IP2XC / IK08 en cuanto a la envolvente externa.

Los cables se conectarán 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 deberá ser un único aparato, de tres posiciones (cerrado, abierto y puesto a tierra) asegurando así la imposibilidad de cierre simultáneo de interruptor y seccionador de puesta a tierra.

El interruptor será en realidad interruptor-seccionador. 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.

** Características constructivas.

Las celdas responderán en su concepción y fabricación a la definición de aparamenta bajo envolvente metálica compartimentada de acuerdo con la norma UNE-EN 62271-200.

Se deberán distinguir al menos los siguientes compartimentos,

- a) Compartimento de aparellaje.
- B) Compartimento del juego de barras.
- C) Compartimento de conexión de cables.
- D) Compartimento de mandos.
- E) Compartimento de control.

Que se describen a continuación.

A) Compartimento de aparellaje.

Estará relleno de SF6 y sellado de por vida según se define en UNE-EN 62271-200. 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).

La presión relativa de llenado será de 0,4 bar.

Toda sobrepresión accidental originada en el interior del compartimento aparellaje estará limitada por la apertura de la parte posterior del cárter. Los gases serían canalizados hacia la parte posterior de la cabina sin ninguna manifestación o proyección en la parte frontal.

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.

El seccionador de puesta a tierra dentro del SF6, deberá tener un poder de cierre en cortocircuito de 40 Ka.

El interruptor realizará las funciones de corte y seccionamiento.

B) Compartimento del juego de barras.

Se compondrá de tres barras aisladas de cobre conexas mediante tornillos de cabeza allen de M8. El par de apriete será de 2,8 mdaN.

C) 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.
- Termorretráctiles para cables de papel impregnado.

D) 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 los siguientes accesorios si se requieren posteriormente:

- Motorizaciones.
- Bobinas de cierre y/o apertura.
- Contactos auxiliares.

Este compartimento deberá ser accesible en tensión, pudiéndose motorizar, añadir accesorios o cambiar mandos manteniendo la tensión en el centro.

E) 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.

** Características eléctricas.

- Tensión nominal 24 kV.
- Nivel de aislamiento:
 - a) a la frecuencia industrial de 50 Hz 50 kV ef.1mn.
 - B) a impulsos tipo rayo 125 kV cresta.
- Intensidad nominal funciones línea 400-630 A.
- Intensidad nominal otras funciones 200/400 A.
- Intensidad de corta duración admisible 16 kA ef. 1s.

** Interruptores-seccionadores.

En condiciones de servicio, además de las características eléctricas expuestas anteriormente, responderán a las exigencias siguientes:

- Poder de cierre nominal sobre cortocircuito: 40 kA cresta.
- Poder de corte nominal de transformador en vacío: 16 A.
- Poder de corte nominal de cables en vacío: 25 A.
- Poder de corte (por interruptor-fusibles o por interruptor automático): 16 kA ef.

** Cortacircuitos-fusibles.

En el caso de utilizar protección ruptorfusibles, se utilizarán fusibles del modelo y calibre indicados en el capítulo de Cálculos de esta memoria. Sus dimensiones se corresponderán con las normas DIN-43.625.

**** Puesta a tierra.**

La conexión del circuito de puesta a tierra se realizará mediante pletinas de cobre de 25 x 5 mm. Conectadas en la parte posterior superior de las cabinas formando un colector único.

3.1.3. Transformadores.

El transformador a instalar será trifásico, con neutro accesible en B.T., refrigeración natural, en baño de aceite, con regulación de tensión primaria mediante conmutador accionable estando el transformador desconectado, servicio continuo y demás características detalladas en la memoria.

3.1.4. Equipos de Medida.

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

Las características eléctricas de los diferentes elementos están especificadas en la memoria. Los transformadores de medida deberán tener las dimensiones adecuadas de forma que se puedan instalar en la celda de A.T. guardando las distancias correspondientes a su aislamiento. Por ello será preferible que sean suministrados por el propio fabricante de las celdas, ya instalados en la celda.

En el caso de que los transformadores no sean suministrados por el fabricante de celdas se le deberá hacer la consulta sobre el modelo exacto de transformadores que se van a instalar a fin de tener la garantía de que las distancias de aislamiento, pletinas de interconexión, etc. serán las correctas.

*** CONTADORES.**

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

*** CABLEADO.**

La interconexión entre los secundarios de los transformadores de medida y el equipo o módulo de contadores se realizará con cables de cobre de tipo termoplástico (tipo EVV-0.6/1 kV) sin solución de continuidad entre los transformadores y bloques de pruebas.

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

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

La instalación se realizará bajo un tubo flexo con envolvente metálica.

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

3.2. Normas de ejecución de las instalaciones.

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

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

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

3.3. Pruebas reglamentarias.

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

Asimismo, una vez ejecutada la instalación, se procederá, por parte de 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.

3.4. Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad.

Cualquier trabajo u operación a realizar en el centro (uso, maniobras, mantenimiento, mediciones, ensayos y verificaciones) se realizarán conforme a las disposiciones generales del Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

*** PREVENCIÓNES GENERALES.**

- 1) Queda terminantemente prohibida la entrada en el local de esta estación a toda persona ajena al servicio y siempre que el encargado del mismo se ausente, deberá dejarlo cerrado con llave.
- 2) Se pondrán en sitio visible del local, y a su entrada, placas de aviso de "Peligro de muerte".
- 3) En el interior del local no habrá más objetos que los destinados al servicio del centro de transformación, como banqueta, guantes, etc.
- 4) 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.
- 5) No se tocará ninguna parte de la instalación en tensión, aunque se esté aislado.
- 6) Todas las maniobras se efectuarán colocándose convenientemente sobre la banqueta.
- 7) 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.

*** PUESTA EN SERVICIO.**

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

*** SEPARACIÓN DE SERVICIO.**

- 10) Se procederá en orden inverso al determinado en apartado 8, o sea, desconectando la red de baja tensión y separando después el interruptor de alta y seccionadores.

11) Si el interruptor fuera automático, sus relés deben regularse por disparo instantáneo con sobrecarga proporcional a la potencia del transformador, según la clase de la instalación.

12) Si una vez puesto el centro fuera de servicio se desea realizar un mantenimiento de limpieza en el interior de la apartamentada y transformadores no bastará con haber realizado el seccionamiento que proporciona la puesta fuera de servicio del centro, sino que se procederá además a la puesta a tierra de todos aquellos elementos susceptibles de ponerlos a tierra. Se garantiza de esta forma que en estas condiciones todos los elementos accesibles estén, además de seccionados, puestos a tierra. No quedarán afectadas las celdas de entrada del centro cuyo mantenimiento es responsabilidad exclusiva de la compañía suministradora de energía eléctrica.

13) La limpieza se hará sobre banqueta, con trapos perfectamente secos, y muy atentos a que el aislamiento que es necesario para garantizar la seguridad personal, sólo se consigue teniendo la banqueta en perfectas condiciones y sin apoyar en metales u otros materiales derivados a tierra.

*** PREVENCIÓNES ESPECIALES.**

14) No se modificarán los fusibles y al cambiarlos se emplearán de las mismas características de resistencia y curva de fusión.

15) Para transformadores con líquido refrigerante (aceite éster vegetal) no podrá sobrepasarse un incremento relativo de 60 K sobre la temperatura ambiente en dicho líquido. La máxima temperatura ambiente en funcionamiento normal está fijada, según norma CEI 76, en 40°C, por lo que la temperatura del refrigerante en este caso no podrá superar la temperatura absoluta de 100°C.

16) 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.

3.5. Certificados y documentación.

Se aportará, para la tramitación de esta parte 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 Eléctrica suministradora.

3.6. Libro de órdenes.

Se dispondrá en este centro del correspondiente libro de órdenes en el que se harán constar las incidencias surgidas en el transcurso de su ejecución y explotación.

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA.

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DEL DISEÑO.



**PROYECTO DE LÍNEA AÉREA DE 20 kV, LÍNEA
SUBTERRÁNEA DE 20 kV Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN
DE 250 kVA PARA EDIFICIO TÉCNICO DE ADIF.**

DOCUMENTO 4

PRESUPUESTO.

TRABAJO FIN DE GRADO

AUTOR: JUAN JIMÉNEZ AÑÓ

DIRECTOR: ANTONIO FAYOS ALVÁREZ

VALENCIA, SEPTIEMBRE 2016

ÍNDICE.

1. Mediciones	3
2. Presupuesto.	12

1. Mediciones

<u>Código</u>	<u>Descripción</u>	<u>Uds.</u>	<u>Longitud</u>	<u>Anchura</u>	<u>Altura</u>	<u>Parcial</u>
1. LINEA AÉREA DE M.T						
LA-001	Ud. Derivación simple, sustitución de apoyo existente a realizar por la compañía suministradora formado por 1 apoyo metálico celosía tipo 12 C-2000, cruceta BC2-20, Angular L70.7-3200, 9 Cadenas de amarre composite con protección avifauna, apertura de pozo de cimentación, hormigonado, montaje y conexión por Compañía mediante brigada de trabajos en tensión y p.m.	1,00				1,00
LA-002	Ud. Apoyo metálico para protección de Línea de M.T. 20 kV con seccionadores de 2º ciclo, incluyendo apoyo 12 C-2000, cruceta plana RC2-20/S, Angular L-70.7-2040, 6 Cadenas de amarre composite con protección Avifauna, 3 seccionadores 2º ciclo SZ1 (2)-24-12, barra posapies de operador, cerramiento de apoyo con chapa antiescalo, barra posapies de operador, apertura de pozo y cimentación de apoyo, puesta a tierra en anillo con acera perimetral, montaje y p.m.	1,00				1,00

<u>Código</u>	<u>Descripción</u>	<u>Uds.</u>	<u>Longitud</u>	<u>Anchura</u>	<u>Altura</u>	<u>Parcial</u>
LA-003	Ud. Apoyo metálico para ángulo de Línea de M.T. 20 kV, incluyendo apoyo 18 C-1000, cruceta bóveda BC2-20, 6 Cadenas de amarre composite con protección Avifauna, 1 cadena suspensión composite, apertura de pozo y cimentación de apoyo, puesta a tierra, montaje y p.m.	1,00				1,00
LA-004	Ud. Apoyo metálico para alineación de Línea de M.T. 20 kV, incluyendo apoyo 18 C-1000, cruceta bóveda BC2-20, 3 cadena suspensión composite, apertura de pozo y cimentación de apoyo, puesta a tierra, montaje y p.m.	2,00				2,00
LA-005	Ud. Apoyo metálico para entronque Aéreo Subterráneo de Línea de M.T. 20 kV incluyendo apoyo 12 C-2000, cruceta plana RC2-20/S, 3 Cadenas de amarre composite con protección avifauna, 3 seccionadores unipolares, Autoválvulas, herrajes y crucetas de sujección de aparmenta, botellas terminales para cable seco exterior, bajante de protección con tubo de acero, cerramiento de apoyo con chapa antiescalo, bara posapies de operador, apertura de pozo y cimentación de apoyo, puesta a tierra de anillo con acera perimetral, montaje y p.m.	1,00				1,00

<u>Código</u>	<u>Descripción</u>	<u>Uds.</u>	<u>Longitud</u>	<u>Anchura</u>	<u>Altura</u>	<u>Parcial</u>
LA-006	Metro de línea trifásica con conductor aluminio-acero 47-AL1/8ST1A (LA-56), tendido, tensado y retencionado, transporte de materiales		516,00			516,00

<u>Código</u>	<u>Descripción</u>	<u>Uds.</u>	<u>Longitud</u>	<u>Anchura</u>	<u>Altura</u>	<u>Parcial</u>
2. LINEA SUBTERRÁNEA DE M.T						
LS-001	MI. Canalización de 0,35 x 0,80 m, directamente enterrada para red eléctrica de MT y BT en lecho de arena, según norma de Compañía, sin incluir cables, incluso capa de arena de 30 cm., 1 placa de protección de cables y cintas de señalización, excavación, relleno y compactado de zanja, sin reposición de pavimento		75,00			75,00
LS-002	MI. Canalización de 0,35 x 1,00 m, para red eléctrica en cruzamiento de calles, con 2 tubos de PVC de D=160 mm., con alambre guía, reforzado con hormigón HM-20/P/20 N/mm ² ., según Norma de Compañía, sin incluir cables, incluso, excavación, relleno de zanja, cinta de señalización y reposición de firme		50,00			50,00
LS-003	MI. Línea subterránea de MT, con conductor de aluminio con aislamiento seco HEPRZ1 12/20 kV. 3x150 mm ² ., incluido tendido del conductor, así como p/p marcado de cables, montaje pequeño material.		125,00			125,00
LS-004	Ud. Terminal interior para cable seco 12/20 kV 1x150 mm ² Al, incluido montaje y conexión	3,00				3,00

<u>Código</u>	<u>Descripción</u>	<u>Uds.</u>	<u>Longitud</u>	<u>Anchura</u>	<u>Altura</u>	<u>Parcial</u>
3. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN						
3.1 OBRA CIVIL						
CT-001	Ud. Edificio de hormigón compacto modelo EHC-5T1DPF, de dimensiones exteriores 5.370 x 2.500 y altura útil 2.535 mm., incluyendo su transporte y montaje.	1,00				1,00
CT-002	Ud. Excavación de un foso de dimensiones 3.500 x 6.000 mm. para alojar el edificio prefabricado compacto EHC5, con un lecho de arena nivelada de 150 mm. (quedando una profundidad de foso libre de 530 mm.) y acondicionamiento perimetral una vez montado.	1,00				1,00
3.2 APARAMENTA DE ALTA TENSIÓN						
CT-003	Ud. Compacto Schneider Electric gama RM6, modelo RM6 2IQ (2L+1P), referencia RM62IQ, para dos funciones de línea 400 A y una de protección, equipadas con bobina de apertura y fusibles, según memoria, con capotes cubrebornas e indicadores de tensión, instalado.	1,00				1,00
CT-004	Ud. Cabina de paso de barras Schneider Electric gama SM6, modelo GIM, referencia SGIM16, para separación entre la zona de Compañía y la de Abonado, según características detalladas en memoria, instalados.	1,00				1,00

<u>Código</u>	<u>Descripción</u>	<u>Uds.</u>	<u>Longitud</u>	<u>Anchura</u>	<u>Altura</u>	<u>Parcial</u>
CT-005	Ud. Cabina de remonte de cables Schneider Electric gama SM6, modelo GAME, referencia SGAME16, de conexión superior por barras e inferior por cable seco unipolar instalados.	1,00				1,00
CT-006	Ud. Juego de 3 conectores apantallados en "T" roscados M16 400 A para celda RM6.	3,00				3,00
CT-007	Ud. Cabina ruptofusible Schneider Electric gama SM6, modelo QM, referencia JLJSQM16BD, con interruptor-seccionador en SF6 con mando C11 manual, con bobina de apertura, Kit de referencia KITPFNQM24 compuesto por cajón de BT y relé de protección indirecta, fusibles con señalización fusión, seccionador p.a.t., indicadores presencia de tensión y enclavamientos instalados.	1,00				1,00
CT-008	Ud. Cabina de medida Schneider Electric gama SM6, modelo GBC2C, referencia SGBC2C3316, equipada con tres transformadores de intensidad y tres de tensión, entrada y salida por cable seco, según características detalladas en memoria, instalados.	1,00				1,00

<u>Código</u>	<u>Descripción</u>	<u>Uds.</u>	<u>Longitud</u>	<u>Anchura</u>	<u>Altura</u>	<u>Parcial</u>
3.3 TRANSFORMADORES						
CT-009	Ud. Transformador reductor de llenado integral, marca Schneider Electric, de interior y en baño de aceite mineral (según Norma UNE 21428 y UE 548/2014 de ecodiseño). Potencia nominal: 250 kVA. Relación: 20/0.42 kV. Tensión secundaria vacío: 420 V. Tensión cortocircuito: 4 %. Regulación: +/-2,5%, +/-5%, +10%. Grupo conexión: Dyn11. Referencia: TRFAC250-24	1,00				1,00
CT-010	Ud. Juego de puentes III de cables AT unipolares de aislamiento seco RHZ1, aislamiento 12/20 kV, de 95 mm ² en Al con sus correspondientes elementos de conexión.	1,00				1,00
CT-011	Ud. Juego de puentes de cables BT unipolares de aislamiento seco 0.6/1 kV de Al, de 1x240 mm ² para las fases y de 1x240 mm ² para el neutro y demás características según memoria.	1,00				1,00
CT-012	Ud. Termómetro para protección térmica de transformador, incorporado en el mismo, y sus conexiones a la alimentación y al elemento disparador de la protección correspondiente, debidamente protegidas contra sobreintensidades, instalados.	1,00				1,00

<u>Código</u>	<u>Descripción</u>	<u>Uds.</u>	<u>Longitud</u>	<u>Anchura</u>	<u>Altura</u>	<u>Parcial</u>
3.4 EQUIPOS DE BAJA TENSIÓN						
CT-013	Ud. Cuadro contador tarificador electrónico multifunción, un registrador electrónico y una regleta de verificación. Todo ello va en el interior de un armario homologado para contener estos equipos.	1,00				1,00
3.5 SISTEMA DE PUESTA A TIERRA						
CT-014	Ud. de tierras exteriores código CPT-CTL- 5P según M.T 2.11.34.2014 Iberdrola, incluyendo 5 picas de 2,00 m. de longitud, cable de cobre desnudo, cable de cobre aislado de 0,6/1 kV y elementos de conexión, instalado, según se describe en proyecto.	1,00				1,00
CT-015	Ud. de tierras exteriores código CPT-CT-A-(4.5 x 7.5) + 8P2 según M.T 2.11.33.2014 Iberdrola, incluyendo 8 picas de 2,00 m. de longitud, cable de cobre desnudo, cable de cobre aislado de 0,6/1 kV y elementos de conexión, instalado, según se describe en proyecto.	1,00				1,00
CT-016	Ud. tierras interiores para poner en continuidad con las tierras exteriores, formado por cable de 50 mm ² de Cu desnudo para la tierra de protección y aislado para la de servicio, con sus conexiones y cajas de seccionamiento, instalado, según memoria.	1,00				1,00

<u>Código</u>	<u>Descripción</u>	<u>Uds.</u>	<u>Longitud</u>	<u>Anchura</u>	<u>Altura</u>	<u>Parcial</u>
3.6 VARIOS						
CT-017	Ud. Punto de luz incandescente adecuado para proporcionar nivel de iluminación suficiente para la revisión y manejo del centro, incluidos sus elementos de mando y protección, instalado.	2,00				2,00
CT-018	Ud. Punto de luz de emergencia autónomo para la señalización de los accesos al centro, instalado.	1,00				1,00
CT-019	Ud. Extintor de eficacia equivalente 89B, instalado.	1,00				1,00
CT-020	Ud. Banqueta aislante para maniobrar aparamenta.	1,00				1,00
CT-021	Ud. Placa reglamentaria PELIGRO DE MUERTE, instaladas.	2,00				2,00
CT-022	Ud. Placa reglamentaria PRIMEROS AUXILIOS, instalada.	1,00				1,00

2. Presupuesto.

<u>Código</u>	<u>Descripción</u>	<u>Medición</u>	<u>Precio</u>	<u>Total</u>
1. LINEA AÉREA DE M.T				
LA-001	Ud. Derivación simple, sustitución de apoyo existente a realizar por la compañía suministradora formado por 1 apoyo metálico celosía tipo 12 C-2000, cruceta BC2-20, Angular L70.7-3200, 9 Cadenas de amarre composite con protección avifauna, apertura de pozo de cimentación, hormigonado, montaje y conexión por Compañía mediante brigada de trabajos en tensión y p.m.	1	4.800,00 €	4.800,00 €
LA-002	Ud. Apoyo metálico para protección de Línea de M.T. 20 kV con seccionadores de 2º ciclo, incluyendo apoyo 12 C-2000, cruceta plana RC2-20/S, Angular L-70.7-2040, 6 Cadenas de amarre composite con protección avifauna, 3 seccionadores 2º ciclo SZ1 (2)-24-12, barra posapies de operador, cerramiento de apoyo con chapa antiescalo, barra posapies de operador, apertura de pozo y cimentación de apoyo, puesta a tierra en anillo con acera perimetral, montaje y p.m.	1	2.550,00 €	2.550,00 €
LA-003	Ud. Apoyo metálico para ángulo de Línea de M.T. 20 kV, incluyendo apoyo 18 C-1000, cruceta bóveda BC2-20, 6 Cadenas de amarre composite con protección avifauna, 1 cadena suspensión composite, apertura de pozo y cimentación de apoyo, puesta a tierra, montaje y p.m.	1	1.600,00 €	1.600,00 €
LA-004	Ud. Apoyo metálico para alineación de Línea de M.T. 20 kV, incluyendo apoyo 18 C-1000, cruceta bóveda BC2-20, 3 cadenas suspensión composite, apertura de pozo y cimentación de apoyo, puesta a tierra, montaje y p.m.	2	1.300,00 €	2.600,00 €

<u>Código</u>	<u>Descripción</u>	<u>Medición</u>	<u>Precio</u>	<u>Total</u>
LA-005	Ud. Apoyo metálico para entronque Aéreo Subterráneo de Línea de M.T. 20 kV incluyendo apoyo 12 C-2000, cruceta plana RC2-20/S, 3 Cadenas de amarre composite con protección avifauna, 3 seccionadores unipolares, autoválvulas, herrajes y crucetas de sujeción de aparmenta, botellas terminales para cable seco exterior, bajante de protección con tubo de acero, cerramiento de apoyo con chapa antiescalo, bara posapies de operador, apertura de pozo y cimentación de apoyo, puesta a tierra de anillo con acera perimetral, montaje y p.m.	1	2.250,00 €	2.250,00 €
LA-006	Metro de línea trifásica con conductor aluminio-acero 47-AL1/8ST1A (LA-56), tendido, tensado y retenido, transporte de materiales	516	1,65 €	851,40 €

<u>Código</u>	<u>Descripción</u>	<u>Medición</u>	<u>Precio</u>	<u>Total</u>
2. LINEA SUBTERRÁNEA DE M.T				
LS-001	MI. Canalización de 0,35 x 0,80 m, directamente enterrada para red eléctrica de MT y BT en lecho de arena, según norma de Compañía, sin incluir cables, incluso capa de arena de 30 cm., 1 placa de protección de cables y cintas de señalización, excavación, rellenado y compactado de zanja, sin reposición de pavimento	75	8,20 €	615,00 €
LS-002	MI. Canalización de 0,35 x 1,00 m, para red eléctrica en cruzamiento de calles, con 2 tubos de PVC de D=160 mm., con alambre guía, reforzado con hormigón HM-20/P/20/ N/mm ² ., según Norma de Compañía, sin incluir cables, incluso, excavación, rellenado de zanja, cinta de señalización y reposición de firme	50	16,20 €	810,00 €
LS-003	MI. Línea subterránea de MT, con conductor de aluminio con aislamiento seco HEPRZ1 12/20 kV. 3x150 mm ² ., incluido tendido del conductor, así como p/p marcado de cables, montaje pequeño material.	125	21,75 €	2.718,75 €
LS-004	Ud. Terminal interior para cable seco 12/20 kV 1x150 mm ² Al, incluido montaje y conexión	3	46,30 €	138,90 €

<u>Código</u>	<u>Descripción</u>	<u>Medición</u>	<u>Precio</u>	<u>Total</u>
3. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN				
3.1 OBRA CIVIL				
CT-001	Ud. Edificio de hormigón compacto modelo EHC-5T1DPF, de dimensiones exteriores 5.370 x 2.500 y altura útil 2.535 mm., incluyendo su transporte y montaje.	1	4.700,00 €	4.700,00 €
CT-002	Ud. Excavación de un foso de dimensiones 3.500 x 6.000 mm. para alojar el edificio prefabricado compacto EHC5, con un lecho de arena nivelada de 150 mm. (quedando una profundidad de foso libre de 530 mm.) y acondicionamiento perimetral una vez montado.	1	650,00 €	650,00 €
<u>Total Obra Civil</u>				5.350,00 €
3.2 APARAMENTA DE ALTA TENSIÓN				
CT-003	Ud. Compacto Schneider Electric gama RM6, modelo RM6 2IQ (2L+1P), referencia RM62IQ, para dos funciones de línea 400 A y una de protección, equipadas con bobina de apertura y fusibles, según memoria, con capotes cubrebornas e indicadores de tensión, instalado.	1	4.700,00 €	4.700,00 €
CT-005	Ud. Cabina de paso de barras Schneider Electric gama SM6, modelo GIM, referencia SGIM16, para separación entre la zona de Compañía y la de Abonado, según características detalladas en memoria, instalados.	1	200,00 €	200,00 €
CT-006	Ud. Cabina de remonte de cables Schneider Electric gama SM6, modelo GAME, referencia SGAME16, de conexión superior por barras e inferior por cable seco unipolar instalados.	1	1.100,00 €	1.100,00 €
CT-007	Ud. Juego de 3 conectores apantallados en "T" roscados M16 400 A para celda RM6.	3	350,00 €	1.050,00 €

<u>Código</u>	<u>Descripción</u>	<u>Medición</u>	<u>Precio</u>	<u>Total</u>
CT-008	Ud. Cabina ruptofusible Schneider Electric gama SM6, modelo QM, referencia JLJSQM16BD, con interruptor-seccionador en SF6 con mando CI1 manua, con bobina de apertura, Kit de referencia KITPFNQM24 compuesto por cajón de BT y relé de protección indirecta, fusibles con señalización fusión, seccionador p.a.t., indicadores presencia de tensión y enclavamientos instalados.	1	2.700,00 €	2.700,00 €
CT-010	Ud. Cabina de medida Schneider Electric gama SM6, modelo GBC2C, referencia SGBC2C3316, equipada con tres transformadores de intensidad y tres de tensión, entrada y salida por cable seco, según características detalladas en memoria, instalados.	1	3.700,00 €	3.700,00 €

Total Aparamenta de Alta Tensión

13.450,00 €

3.3 TRANSFORMADORES

CT-011	Ud. Transformador reductor de llenado integral, marca Schneider Electric, de interior y en baño de aceite mineral (según Norma UNE 21428 y UE 548/2014 de ecodiseño). Potencia nominal: 250 kVA. Relación: 20/0.42 kV. Tensión secundaria vacío: 420 V. Tensión cortocircuito: 4 %. Regulación: +/-2,5%, +/-5%, +10%. Grupo conexión: Dyn11. Referencia: TRFAC250-24	1	4.700,00 €	4.700,00 €
CT-013	Ud. Juego de puentes III de cables AT unipolares de aislamiento seco RHZ1, aislamiento 12/20 kV, de 95 mm ² en Al con sus correspondientes elementos de conexión.	1	350,00 €	350,00 €
CT-014	Ud. Juego de puentes de cables BT unipolares de aislamiento seco 0.6/1 kV de Al, de 1x240 mm ² para las fases y de 1x240 mm ² para el neutro y demás características según memoria.	1	340,00 €	340,00 €

<u>Código</u>	<u>Descripción</u>	<u>Medición</u>	<u>Precio</u>	<u>Total</u>
CT-015	Ud. Termómetro para protección térmica de transformador, incorporado en el mismo, y sus conexiones a la alimentación y al elemento disparador de la protección correspondiente, debidamente protegidas contra sobreintensidades, instalados.	1	115,00 €	115,00 €
<u>Total Transformadores</u>				5.505,00 €
3.4 EQUIPOS DE BAJA TENSIÓN				
CT-016	Ud. Cuadro contador tarificador electrónico multifunción, un registrador electrónico y una regleta de verificación. Todo ello va en el interior de un armario homologado para contener estos equipos.	1	2.700,00 €	2.700,00 €
<u>Total Equipos de Baja Tensión</u>				2.700,00 €
3.5 SISTEMA DE PUESTA A TIERRA				
CT-017	Ud. de tierras exteriores código CPT-CTL- 5P según M.T 2.11.34.2014 Iberdrola, incluyendo 5 picas de 2,00 m. de longitud, cable de cobre desnudo, cable de cobre aislado de 0,6/1 kV y elementos de conexión, instalado, según se describe en proyecto.	1	110,00 €	110,00 €
CT-018	Ud. de tierras exteriores código CPT-CT-A-(4.5 x 7.5) + 8P2 según M.T 2.11.33.2014 Iberdrola, incluyendo 8 picas de 2,00 m. de longitud, cable de cobre desnudo, cable de cobre aislado de 0,6/1 kV y elementos de conexión, instalado, según se describe en proyecto.	1	210,00 €	210,00 €
CT-019	Ud. tierras interiores para poner en continuidad con las tierras exteriores, formado por cable de 50 mm ² de Cu desnudo para la tierra de protección y aislado para la de servicio, con sus conexiones y cajas de seccionamiento, instalado, según memoria.	1	130,00 €	130,00 €
<u>Total Sistema de Puesta a tierra</u>				450,00 €

<u>Código</u>	<u>Descripción</u>	<u>Medición</u>	<u>Precio</u>	<u>Total</u>
3.6 VARIOS				
CT-020	Ud. Punto de luz incandescente adecuado para proporcionar nivel de iluminación suficiente para la revisión y manejo del centro, incluidos sus elementos de mando y protección, instalado.	2	45,00 €	90,00 €
CT-021	Ud. Punto de luz de emergencia autónomo para la señalización de los accesos al centro, instalado.	1	30,00 €	30,00 €
CT-022	Ud. Extintor de eficacia equivalente 89B, instalado.	1	35,00 €	35,00 €
CT-023	Ud. Banqueta aislante para maniobrar aparata.	1	37,00 €	37,00 €
CT-024	Ud. Placa reglamentaria PELIGRO DE MUERTE, instaladas.	2	4,00 €	8,00 €
CT-025	Ud. Placa reglamentaria PRIMEROS AUXILIOS, instalada.	1	10,00 €	10,00 €
<u>Total Varios</u>				210,00 €

4. PRESUPUESTO TOTAL

LINEA AÉREA DE M.T		14.651,40 €
LINEA SUBTERRÁNEA DE M.T		4.282,65 €
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN		27.665,00 €
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL		46.599,05 €
Imprevistos (%)	2,00	931,98 €
Gastos generales (%)	6,00	2.795,94 €
Beneficio industrial (%)	13,00	6.057,88 €
TOTAL PRESUPUESTO		56.384,85 €

El presupuesto asciende a la cantidad de:

CINCUENTA Y SEIS MIL TRESCIENTOS
OCHENTA Y CUATRO EUROS CON OCHENTA
Y CINCO CENTIMOS