



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

Diseño de Nueva Instalación Eléctrica para
dotar de suministro a una zona rural en la
Comarca de Cariñena

Design of new electrical installation to provide
supply to a rural area in the región of Cariñena

Autor

María Pueyo Berné

Director

Pedro Gaspar Ibáñez Carabantes

Escuela de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de Zaragoza

Curso académico: 2022-2023



ÍNDICE DE DOCUMENTOS

- Documento I. Memoria.
 - Anexo I. Cálculos Justificativos.
 - Anexo II. Estudio Básico de Seguridad y Salud.
 - Anexo III. Estudio de Gestión de Residuos.
- Documento II. Planos.
- Documento III. Pliego de Condiciones.
- Documento IV. Presupuesto.



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

Diseño de Nueva Instalación Eléctrica para
dotar de suministro a una zona rural en la
Comarca de Cariñena

DOCUMENTO I. MEMORIA

Autor

María Pueyo Berné

Director

Pedro Gaspar Ibáñez Carabantes

Escuela de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de Zaragoza
Curso académico: 2022-2023



ÍNDICE

A. MEMORIA DESCRIPTIVA	6
1. OBJETO DEL PROYECTO.....	7
2. PETICIONARIO.....	7
3. COMPAÑÍA SUMINISTRADORA	7
4. EMPLAZAMIENTO	8
5. NORMATIVA DE APLICACIÓN.....	8
6. ESTUDIO DE LAS POTENCIAS	10
7. ESTIMACIÓN DE TIEMPO NECESARIO	11
B. MEMORIA TÉCNICA DESCRIPTIVA.....	12
LÍNEAS AÉREAS DE MEDIA TENSIÓN.....	13
1. DESCRIPCIÓN GENERAL	14
2. CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN.....	16
2.1. CONDUCTOR.....	16
2.2. APOYO DE ENTRONQUE (PUNTO DE CONEXIÓN)	16
2.3. APOYOS Y ARMADOS	16
2.4. APARAMENTA	17
2.5. AISLAMIENTO.....	17
2.6. HERRAJES Y ACCESORIOS	18
2.7. CIMENTACIÓN.....	19
2.8. PUESTA A TIERRA	19
2.9. SEÑALIZACIÓN.....	20
2.10. MEDIDAS DE PROTECCIÓN DE AVIFAUNA	21
2.10.1. MEDIDAS ADOPTADAS	21
LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN	23
1. DESCRIPCIÓN GENERAL	24
2. DESCRIPCIÓN DEL TRAZADO.....	24



3. DISPOSICIÓN FÍSICA.....	24
4. DESCRIPCIÓN DE LOS MATERIALES	24
4.1 CONDUCTOR AISLADO DE POTENCIA	24
4.2 TERMINALES	25
4.3 EMPALMES	25
4.4 CARACTERÍSTICAS DE OBRA CIVIL	26
4.4.1 CARACTERÍSTICAS DE LA ZANJA	26
5. DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD, CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS DE LAS LÍNEAS SUBTERRÁNEAS	27
5.1 CRUZAMIENTOS.....	27
5.1.1 CALLES Y CARRETERAS.....	27
5.1.2 FERROCARRILES.....	27
5.1.3 OTROS CABLES DE ENERGÍA ELÉCTRICA.....	27
5.1.4 CABLES DE TELECOMUNICACIÓN	27
5.1.5 CANALIZACIONES DE AGUA	28
5.1.6 CANALIZACIONES DE GAS.....	28
5.1.7 CONDUCCIONES DE ALCANTARILLADO.....	29
5.2 PROXIMIDADES Y PARALELISMOS.....	30
5.2.1 OTROS CABLES DE ENERGÍA ELÉCTRICA.....	30
5.2.2 CABLES DE TELECOMUNICACIÓN	30
5.2.3 CANALIZACIONES DE AGUA	30
5.2.4 CANALIZACIONES DE GAS.....	31
5.2.5 ACOMETIDAS (CONEXIONES EN SERVICIO).....	31
6. INSTALACIÓN DE CABLES AISLADOS.....	32
6.1 CANALIZACIÓN ENTUBADA.....	32
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN SUPERFICIE	33
1. ESTUDIO DE LAS POTENCIAS	34
2. TIPO DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	34
3. OBRA CIVIL.....	35
3.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES	35
4. INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	37
4.1 CARACTERÍSTICAS DE LA APARAMENTA DE ALTA TENSIÓN	37



4.1.1	CELDAS M.T.	37
4.2	CARACTERÍSTICAS DEL TRANSFORMADOR	39
4.3	CARACTERÍSTICAS DE LA APARAMENTA DE BAJA TENSIÓN	40
4.3.1	CARACTERÍSTICAS DESCRIPTIVAS DEL CUADRO DE B.T.	40
4.3.2	SERVICIOS AUXILIARES	41
4.3.3	CIRCUITO DE ALUMBRADO	41
4.3.4	CIRCUITO DE PROTECCIÓN.....	41
4.3.5	PROTECCIONES	41
4.3.6	GENERALIDADES.....	42
4.4	RED DE TIERRAS	43
4.4.1	PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN (MASAS).....	43
	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN INTEMPERIE.....	44
1.	ESTUDIO DE LAS POTENCIAS	45
2.	APOYO	45
3.	TRANSFORMADOR	45
4.	APARAMENTA	46
4.1	APARAMENTA DE ALTA TENSIÓN	46
4.1.1	ELEMENTO DE PROTECCIÓN – AUTOVÁLVULAS	46
4.1.2	ELEMENTO DE PROTECCIÓN – SECCIONADOR “XS”	46
4.2	APARAMENTA DE BAJA TENSIÓN.....	47
5.	CONEXIONADO, PUENTES DE AT Y BT	47
5.1	ALTA TENSIÓN	47
5.2	BAJA TENSIÓN.....	47
6.	RED DE TIERRAS	47
6.1	PUESTA A TIERRA DE LAS MASAS.....	47
6.2	PUESTA A TIERRA DEL NEUTRO DEL CT.....	48
6.3	PUESTA A TIERRA DEL NEUTRO DEL CT.....	48
	REDES SUBTERRÁNEAS DE BAJA TENSIÓN	49
1.	DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES	50
2.	CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN.....	51
2.1	CONDUCTOR SUBTERRÁNEO	51



2.2	CANALIZACIONES	52
2.3	ACCESORIOS	53
2.4	CAJA DE SECCIONAMIENTO	53
2.5	CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN	54
2.6	PUESTA A TIERRA	57
2.7	CONTINUIDAD DEL NEUTRO	58
2.8	PROTECCIONES	58
2.9	CRUZAMIENTOS, PROXIMIDADES Y PARALELISMOS	59
	BIBLIOGRAFÍA	63
	CONCLUSIÓN	64



A. MEMORIA DESCRIPTIVA

1. OBJETO DEL PROYECTO

El presente proyecto tiene como objeto definir las características de las instalaciones para proporcionar de suministro eléctrico a las instalaciones del núcleo rural de Aladrén, con una potencia de 1.062,6kW dedicada a viviendas y con una potencia de 195,5kW dedicada a garajes y ubicaciones de interés como el Ayuntamiento, la Iglesia, el Horno... Todo ello en el Término Municipal de Cariñena, Provincia de Zaragoza.

Del estudio de la infraestructura eléctrica, de las necesidades energéticas (potencia demandada), de las condiciones de suministro, así como las características del terreno, se ha optado por la solución de realizar una línea aéreo-subterránea de media tensión (Tramo 1) derivada de la LAMT de 15kV “Tosos” existente en las inmediaciones del pueblo, la cual a través de un Centro de Transformación Prefabricado de superficie (2x630kVA) dotará de suministro eléctrico en baja tensión a las viviendas del pueblo. Al igual, se ha optado a realizar una línea aérea de media tensión (Tramo 2) derivada de la LAMT de 15kV “Cariñena” existente en las inmediaciones del pueblo, la cual a través de un Centro de Transformación Intemperie en apoyo (250kVA) dotará de suministro eléctrico en baja tensión a los garajes y lugares de interés del pueblo.

2. PETICIONARIO

El presente proyecto de instalaciones eléctricas se realizará a petición de:

- Peticionario UNIZAR EINA S.L.
- C.I.F.B-123456789
- Dirección.....Calle María de Luna nº3, 50018 Zaragoza

3. COMPAÑÍA SUMINISTRADORA

La compañía E-DISTRIBUCIÓN REDES DIGITALES es propietaria de la LÍNEA AÉREA M.T. (Apoyo nº151) “TOSOS” a 15kV de las que derivará en el Tramo 1, al igual que de la LÍNEA AÉREA M.T. (Apoyo nº75) “CARIÑENA” a 15kV de las que derivará en el Tramo 2 las instalaciones descritas en el presente proyecto.

4. EMPLAZAMIENTO

Las instalaciones eléctricas a realizar estarán ubicadas en la provincia de Zaragoza, dentro del Término Municipal de Cariñena.

Las ubicaciones de las diferentes instalaciones están definidas por las siguientes coordenadas geográficas UTM (ETR89), su extensión puede verse en planos y las coordenadas son:

Instalación	Coordenada X	Coordenada Y	Parcelas afectadas
LAMT 15 kV “TOSOS” (Tramo 1)	654.461,35	4.568.313,00	Pol. 1 – Parc. 31 (Ref.Cat: 50007A001000310000KY)
LSMT 15 kV (Tramo 1)	654.456,26	4.568.298,89	Pol. 1 – Parc. 31 (Ref.Cat: 50007A001000310000KY) Pol. 1 – Parc. 463 (Ref.Cat: 50007A001004630000KX)
Centro de Transformación Prefabricado de superficie	654.449,10	4.568.271,54	Pol. 1 – Parc. 463 (Ref.Cat: 50007A001004630000KX)
Líneas de Baja Tensión (Tramo 1)	---	---	Calles
LAMT 15 kV “CARIÑENA” (Tramo 2)	654.278,07	4.567.910,67	Pol. 18 – Parc. 106 (Ref.Cat: 50007A018001060000KU) Pol. 18 – Parc. 1 (Ref.Cat: 50007A018000010000KR)
Centro de Transformación Intemperie sobre apoyo	654.421,32	4.567.947,13	Pol. 18 – Parc. 1 (Ref.Cat: 50007A018000010000KR)
Líneas de Baja Tensión (Tramo 2)	---	---	Calles

5. NORMATIVA DE APLICACIÓN

De acuerdo con el artículo 1º A/Uno del Decreto 462/1971 de 11 de marzo, por el que se dictan normas sobre la redacción de proyectos y la dirección de obras de edificación, en la ejecución de las obras deberán observarse las normas vigentes aplicables sobre construcción.

Serán por tanto de aplicación cuantas prescripciones figuren en las Normas, Instrucciones o Reglamentos Oficiales que guarden relación con las obras objeto de este Pliego, con sus instalaciones complementarias, o con los trabajos necesarios para realizarlas.

Además, se contemplarán todas aquellas normas que, por la pertenencia de España a la Comunidad Económica Europea, sean de obligado cumplimiento en el momento la presentación del Proyecto Constructivo.

A tal fin, se incluye a continuación una relación no exhaustiva de la normativa técnica aplicable.

- Normalización Nacional (Normas UNE).
- Recomendaciones UNESA (RU)
- Recomendaciones del IEEE.
- Recomendaciones de la CIGRE.
- Reglamento de Seguridad contra incendios en establecimientos industriales. Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de Seguridad contra incendios en los establecimientos industriales. B.O.E. núm. 303 de 3 de 17 de diciembre.
- Reglamentaciones o disposiciones administrativas autonómicas vigentes de obligado cumplimiento de aplicación.
- Ordenanzas municipales de los Ayuntamientos afectados.

NORMATIVA DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS

- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión, y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión, y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Real Decreto 1110/2007 de 24 de agosto, por el que se aprueba el reglamento Unificado de Puntos De Medida en el Sistema Eléctrico.
- Real Decreto 187/2016, de 6 de mayo, por el que se regulan las exigencias de seguridad del material eléctrico destinado a ser utilizado en determinados límites de tensión.
- UNE-EN 60694. Estipulaciones comunes para las normas de apartamento de alta tensión.
- Todas las instalaciones cumplirán la Normativa Europea EN, la Normativa CENELEC, las Normas UNE y las Recomendaciones de la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI).
- Instrucciones técnicas de los fabricantes y suministradores de equipos.

OBRA CIVIL

- Eurocódigo 1: Acciones generales y Acciones del viento en estructuras. UNE-EN 1991-1-4:2018.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Real Decreto 1247/2008 de 18 de julio sobre la Instrucción EHE-08 de hormigón estructural.
- Decreto 3565/1972, de 23 de diciembre, por el que se establecen las normas tecnológicas de la edificación (NTE) y modificaciones posteriores, tanto en cuanto a la ejecución de los trabajos, como en lo relativo a mediciones.
- Orden de 6 de febrero de 1976 del Ministerio de Obras Públicas, por la que se aprueba el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3) y sus modificaciones posteriores.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de Febrero, por el que se regula la producción y gestión de residuos de construcción y demolición.

SEGURIDAD Y SALUD

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, con las modificaciones de la Ley 54/2003 de 12 de diciembre.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas en materia de seguridad y salud de las obras de construcción.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de Reforma del Marco Normativo de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales. Y todas las modificaciones que lo afectan.
- 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.

MEDIOAMBIENTE

- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, que establece las bases que deben regir la evaluación ambiental de los planes, programas y proyectos que puedan tener efectos significativos sobre el medio ambiente, garantizando en todo el territorio del Estado un elevado nivel de protección ambiental.
- Directiva 2011/92/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 13 de diciembre de 2011, relativa a la evaluación de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente.
- Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental, que regula la responsabilidad de los operadores de prevenir, evitar y reparar los daños medioambientales.
- Ley 37/2015, de 29 de septiembre, de Carreteras.
- Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas.
- Ley 3/1995, de 23 de marzo, de Vías Pecuarias.
- Ley 34/1998, de 7 de octubre, del sector de hidrocarburos.
- Ley 38/2015, de 29 de septiembre, del sector ferroviario.
- Ley 10/2006, de 28 de abril, por la que se modifica la Ley 43/2003, de 21 de Noviembre, de Montes.

6. ESTUDIO DE LAS POTENCIAS

Se han proyectado las nuevas instalaciones teniendo en cuenta el número de parcelas obtenido a través del Instituto Nacional de Estadística, además de por visitas a campo.

Para realizar una distribución de parcelas, se ha decidido realizar dos Centros de Transformación, uno dedicado únicamente a viviendas y otro dedicado a garajes y lugares de interés como el Ayuntamiento, la Iglesia, el Horno...

CENTRO DE TRANSFORMACIÓN PREFABRICADO DE SUPERFICIE

Dará suministro eléctrico en baja tensión a las viviendas del pueblo, donde podemos diferenciar dos tipos de viviendas:

- Electrificación elevada: 9.200W
 - N° de parcelas: 33 viviendas
- Electrificación básica: 5.750W
 - N° de parcelas: 132 viviendas

$$P_{TOT} (\text{Tramo 1}) = (33 \text{ viv} \cdot 9,2 \text{ kW}) + (132 \text{ viv} \cdot 5,75 \text{ kW}) = 1.062,6 \text{ kW}$$

CENTRO DE TRANSFORMACIÓN INTEMPERIE SOBRE APOYO

Dará suministro eléctrico en baja tensión a los garajes y lugares de interés del pueblo como el Ayuntamiento, la Iglesia, el Horno...

- Electrificación garajes: 3.4850 W
 - N° de parcelas: 30 garajes
- Electrificación elevada lugares de interés: 9.200
 - N° de parcelas: 10 locales

$$P_{TOT} (\text{Tramo 2}) = (30 \text{ garajes} \cdot 3,45 \text{ kW}) + (10 \text{ locales} \cdot 9,2 \text{ kW}) = 195,5 \text{ kW}$$

7. ESTIMACIÓN DE TIEMPO NECESARIO

Realizando una estimación, será necesario **seis (6) meses** para la realización completa de las instalaciones proyectadas.

Zaragoza, Agosto 2023

M. PUEYO

Fdo.: María Pueyo Berné



B. MEMORIA TÉCNICA DESCRIPTIVA



LÍNEAS AÉREAS DE MEDIA TENSIÓN

1. DESCRIPCIÓN GENERAL

En el presente proyecto, se procede al diseño de dos derivaciones de Líneas Aéreas de Media Tensión (LAMT) existentes de 15 kV en los alrededores del pueblo.

Consideraremos como Tramo 1 la derivación de la LAMT “TOSOS” 15kV, ubicado en la parcela con referencia catastral 50007A001000310000KY, y como Tramo 2 la derivación de la LAMT “CARIÑENA” 15kV, ubicado en las parcelas con referencia catastral 50007A018001060000KU, y 50007A018000010000KR.

TRAMO 1:

Dicho tramo transcurrirá desde el apoyo nº 151 a sustituir de la LAMT existente 15 kV “TOSOS” (entronque), donde se instalará una cruceta tipo RC2 y se forrarán las bajantes de derivación, hasta el apoyo nº1 con conversión aéreo-subterránea, donde la línea se dirigirá de forma subterránea a un nuevo Centro de Transformación Prefabricado de superficie para realizar la alimentación subterránea a las viviendas del pueblo.

La longitud total de la línea será de 15 metros, discurrendo en su totalidad por el término municipal de Cariñena.

La nueva LAMT a realizar se compondrá de conductor del tipo LA-56, mediante la instalación de un nuevo apoyo metálico de celosía. Se corresponden con las siguientes coordenadas UTM de apoyos en el sistema de coordenadas ETRS 89 y HUSO 30:

Nº Apoyo	Coordenada X	Coordenada Y
151 (propiedad de E-Distribución)	654.461,35	4.568.313,00
1	654.456,26	4.568.298,89

La línea aérea proyectada está formada por las siguientes alineaciones:

Nº Alineación	Apoyos Nº	Longitud (m)	Ángulo (g)	Término Municipal
1	Nº151-Nº1	15,00	0	Cariñena

Según las condiciones de suministro de la compañía suministradora con Ref. 0123456789 y fecha 15 de febrero de 2023 se ejecutará la instalación de la línea aérea de media tensión desde el apoyo de conexión (Apoyo nº 151) hasta la nueva torre metálica a 15 metros del apoyo de entronque (Apoyo nº 1) con conductor LA-56 destensado. En el nuevo Apoyo nº151 se deberá instalar un interruptor seccionador tripolar y en el nuevo Apoyo nº1 se deberá instalar seccionamiento a través de Fusibles XS. En ambos casos, se forrarán los elementos de unión. Desde ahí partirá la línea subterránea de media tensión a un nuevo Centro de Transformación prefabricado de superficie.

Se dejará suficiente conductor L-56 a pie del Apoyo nº 151 de la LAMT de E-DISTRIBUCIÓN para los trabajos de conexión a realizar por E-DISTRIBUCIÓN.

Se retensarán los conductores en el vano anterior y posterior al apoyo nº151 a sustituir. La ejecución de los trabajos de instalación del apoyo nº151 (entronque) serán realizados por E-DISTRIBUCIÓN.

TRAMO 2:

Dicho tramo transcurrirá desde el apoyo nº 75 a sustituir de la LAMT existente 15 kV “CARIÑENA” (entronque), donde se instalará una cruceta tipo RC2 y se forrarán las bajantes de derivación, hasta el apoyo nº3 donde la línea se dirigirá a un nuevo Centro de Transformación Intemperie ubicado en el propio apoyo para realizar la alimentación subterránea a los garajes y locales de interés del pueblo.

La longitud total de la línea será de 148 metros, discurriendo en su totalidad por el término municipal de Cariñena.

La nueva LAMT a realizar se compondrá de conductor del tipo LA-56, mediante la instalación de dos nuevos apoyos metálicos de celosía. Se corresponden con las siguientes coordenadas UTM de apoyos en el sistema de coordenadas ETRS 89 y HUSO 30:

Nº Apoyo	Coordenada X	Coordenada Y
75 (propiedad de E-Distribución)	654.278,07	4.567.910,67
1	654.292,61	4.567.914,37
2	654.360,01	4.567.931,52
3	654.421,32	4.567.947,13

La línea aérea proyectada está formada por las siguientes alineaciones:

Nº Alineación	Apoyos Nº	Longitud (m)	Ángulo (g)	Término Municipal
1	Nº75-Nº1	15,00	0	Cariñena
2	Nº1-Nº2	69,55	0	Cariñena
3	Nº2-Nº3	63,27	0	Cariñena

Según las condiciones de suministro de la compañía suministradora con Ref. 1234567890 y fecha 15 de febrero de 2023 se ejecutará la instalación de la línea aérea de media tensión desde el apoyo de conexión (Apoyo nº 75) hasta la nueva torre metálica a 15 metros del apoyo de entronque (Apoyo nº 1) con conductor LA-56 destensado. En el nuevo Apoyo nº75 se deberá instalar un interruptor seccionador tripolar y en el nuevo Apoyo nº1 se deberá instalar seccionamiento a través de Fusibles XS. Además de estos requisitos de la compañía suministradora, se instalará seccionamiento a través de fusibles XS en el Apoyo nº3, En todos los casos, se forrarán los elementos de unión. Desde ahí partirá la línea de media tensión a un nuevo Centro de Transformación intemperie ubicado en el propio apoyo nº3.

Se dejará suficiente conductor L-56 a pie del Apoyo nº 75 de la LAMT de E-DISTRIBUCIÓN para los trabajos de conexión a realizar por E-DISTRIBUCIÓN.

Se retensarán los conductores en el vano anterior y posterior al apoyo nº75 a sustituir. La ejecución de los trabajos de instalación del apoyo nº75 (entronque) serán realizados por E-DISTRIBUCIÓN.

2. CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN

2.1. CONDUCTOR

La línea aérea está dotada de un conductor de aluminio con alma de acero galvanizado, de acuerdo a la Norma UNE-EN 50182, tipo AL1/ST1A, tiene las siguientes características:

Designación UNE:	47-AL1/8-ST1A (LA-56)
Sección total:	54,6 mm ²
Sección equivalente en cobre:	30 mm ²
Diámetro total:	9,45 mm
Composición (Nº de alambres Al/Ac):	6+1
Peso del conductor:	0,189 kg/m
Carga de rotura:	1,629 daN
Modulo elástico:	7,900 daN/mm ²
Coefficiente de dilatación lineal:	19,1 10 ⁻⁶ °C ⁻¹

2.2. APOYO DE ENTRONQUE (PUNTO DE CONEXIÓN)

TRAMO 1:

El apoyo a utilizar en la sustitución del apoyo actual nº151 de la línea de 15 kV “TOSOS” (apoyo de entronque con E-DISTRIBUCIÓN) y según las condiciones de suministro de la compañía suministradora con nº 0123456789 y fecha 15 de febrero de 2023, será del tipo Metálico de Celosía, según Recomendación UNESA 6704A.

TRAMO 2:

El apoyo a utilizar en la sustitución del apoyo actual nº75 de la línea de 15 kV “CARIÑENA” (apoyo de entronque con E-DISTRIBUCIÓN) y según las condiciones de suministro de la compañía suministradora con nº 1234567890 y fecha 15 de febrero de 2023, será del tipo Metálico de Celosía, según Recomendación UNESA 6704A.

2.3. APOYOS Y ARMADOS

Los apoyos a instalar en el Tramo 1 serán del tipo metálico de celosía, según Recomendación UNESA 6704A.

Nº Apoyo (Según plano)	Función del Apoyo	Tipo de Apoyo	Armados
151	Entronque	C-2000-16	B1
1	Fin de línea	C-2000-16	T1

Los apoyos a instalar en el Tramo 2 serán del tipo metálico de celosía, según Recomendación UNESA 6704A.

Nº Apoyo (Según plano)	Función del Apoyo	Tipo de Apoyo	Armados
75	Entronque	C-2000-16	B1
1	Alineación	C-2000-16	T1
2	Alineación	C-2000-14	B1
3	Fin de línea	C-2000-14	T1

2.4. APARAMENTA

En los apoyos nº151 y nº75 se instalará un interruptor-seccionador tripolar (LB), y en los apoyos nº1 del Tramo 1, nº1 del Tramo 2 y nº3 del Tramo 2 se instalará seccionador XS, de las siguientes características:

- Interruptor-Seccionador tripolar (LB)
 - Tensión nominal: 24 kV
 - Corriente asignada: 400 a 630 A
 - Nivel de aislamiento kV eficaces, 50 Hz/1 min:
 - En la conexión a la masa: 50 kV
 - A la distancia de seccionamiento: 60 kV
 - Nivel de aislamiento onda de choque kV 1,2/50 µs:
 - En la conexión a la masa: 1 25 kV
 - A la distancia de seccionamiento: 145 kV
 - Poder de corte: 31,5 kA valor de cresta
 - Intensidad de corta duración: 12,5 kA / 1 s - 31,5 kA valor de cresta
 - Herraje simétrico
- Cortacircuitos fusibles “XS”
 - Tensión nominal: 24 kV
 - Corriente asignada: 200 A
 - Calibre eslabón: 10 A
 - Poder de corte: 8 kA
 - Cuchilla seccionadora: 200 A
 - Herraje asimétrico

2.5. AISLAMIENTO

El aislamiento se dimensionará mecánicamente en función del conductor instalado, garantizando un coeficiente de seguridad a rotura igual o superior a 3, y eléctricamente en función del nivel de tensión de la red proyectada, de la línea de fuga requerida y de la distancia entre partes activas y masa.

Los aisladores a instalar serán del tipo polimérico y se ajustarán a las normas UNE-EN 61109:2010, UNE-EN 61466.

El aislador polimérico presenta las principales características:

- Tensión de servicio: 24 kV

- Línea de fuga mínima: 650 mm
- Línea mínima protegida: 310 mm
- Carga mecánica: 70 kN
- Tensiones de ensayo 1,2/50 BIL: 125 kV
- Tensión de ensayo 50Hz/Lluvia: 50 kV

TRAMO 1:

Nº Apoyo	Aislador	Cantidad	Forrados
151	24/70 EBA	1.00	SI
1	24/70 EBA	1.00	SI

TRAMO 2:

Nº Apoyo	Aislador	Cantidad	Forrados
151	24/70 EBA	1.00	SI
1	24/70 EBA	1.00	SI
2	24/70 EBA	1.00	SI
3	24/70 EBA	1.00	SI

Las características eléctricas del conjunto de aisladores son las siguientes, según UNE-EN 61.109 (aislador polimérico):

- Tensión mantenida a frecuencia industrial bajo lluvia 70 kV
- Tensión mantenida a impulso tipo rayo 1,2/50 μ s 170 kV
- Longitud de línea de fuga 1250 mm
- Línea de fuga específica 20 mm/kV

Para una línea específica de 20 mm/kV y un nivel de tensión de 15 kV, se tiene una línea de fuga mínima de 300 mm, cumplimos con el mínimo de la norma.

Por tanto, con las cadenas de aisladores previstas se sobrepasan tanto estos valores de línea de fuga como los niveles de aislamiento determinados por el R.L.A.T. en cuanto a tensión de choque y frecuencia industrial.

2.6. HERRAJES Y ACCESORIOS

Los herrajes y accesorios de las líneas aéreas deben cumplir los requisitos de la Norma UNE21158.

- Herrajes de acero forjado y convenientemente galvanizados en caliente para su exposición a la intemperie,
- Grapas de amarre del tipo presión por tornillería.

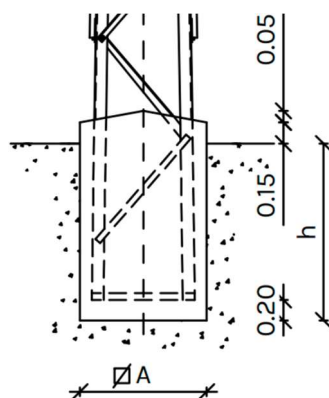
2.7. CIMENTACIÓN

Las cimentaciones se realizarán teniendo presente lo especificado en el apartado 3.6 de la ITC-LAT 07 del RD 223/2008.

Las cimentaciones de los apoyos serán de hormigón en masa, de una dosificación de 200 kg/m³ y una resistencia mecánica de 125 kg/cm², del tipo monobloque.

El bloque de cimentación sobresaldrá del terreno, como mínimo 20 cm, formando zócalos, con objeto de proteger los extremos inferiores de los montantes y sus uniones; dichos zócalos terminarán en punta de diamante para facilitar así mismo la evacuación del agua de lluvia.

Sus dimensiones serán las siguientes:



cotas en metros

TRAMO 1:

TIPO CELOSÍA	a (m)	h (m)	V (m ³)
C-2000-16	1,13	2,05	2,62

TRAMO 2:

TIPO CELOSÍA	a (m)	h (m)	V (m ³)
C-2000-14	1,05	2,01	2,22
C-2000-16	1,13	2,05	2,62

2.8. PUESTA A TIERRA

Las puestas a tierra del apoyo se realizarán teniendo presente lo que al respecto se especifica en el apartado 7 de la ITC LAT 07 del RD 223/08.

Podrá efectuarse por cualquiera de los dos sistemas siguientes:

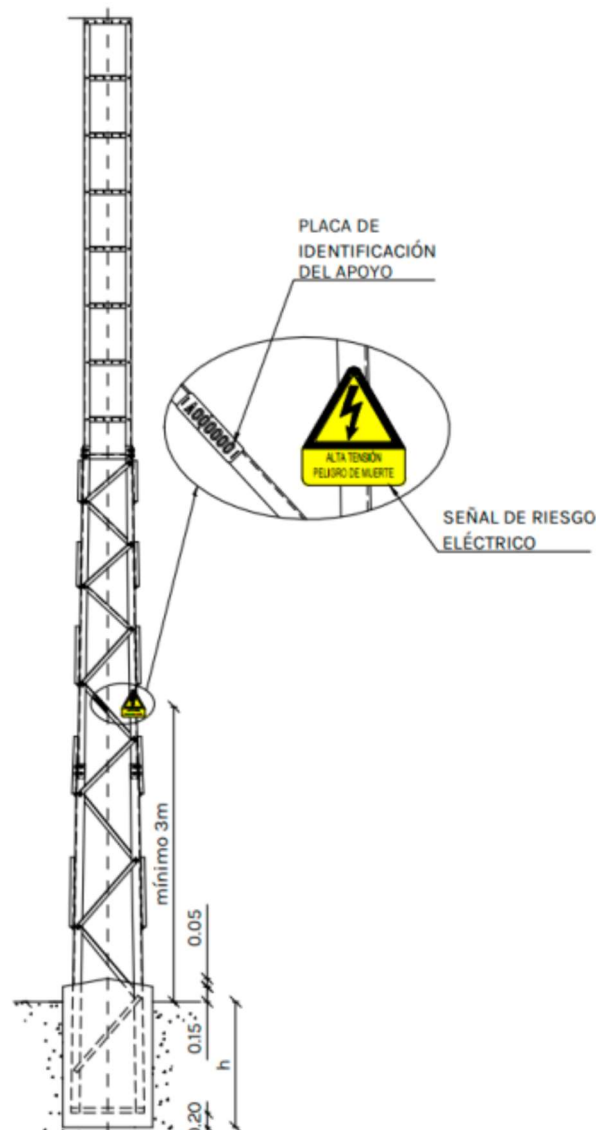
- Electrodos horizontales de puesta a tierra.
Los electrodos horizontales de p.a.t. se colocarán en forma radial en el fondo de una zanja o en la excavación de la cimentación formando una red mallada o en forma de anillo de forma que:
 - a) Se rodeen con tierra.

- b) Las piedras o grava no estén directamente en contacto con los electrodos de puesta a tierra enterrados.
- c) Cuando el suelo natural sea corrosivo para el tipo de metal que construye el electrodo, el suelo se reemplace por un relleno adecuado.

2.9. SEÑALIZACIÓN

El apoyo llevará una placa de señalización de peligro eléctrico, en la cual se reflejará: la tensión en kV de la línea y el número de apoyo.

Las placas se instalarán a una altura del suelo de 3 m en la cara paralela o más cercana a los caminos o carreteras, para que puedan ser vistas fácilmente.



2.10. MEDIDAS DE PROTECCIÓN DE AVIFAUNA

Debido a la alta mortalidad de aves por su convivencia con los tendidos eléctricos, la comunidad de Aragón emite el 28 de Febrero de 2005 el Decreto 34/2005 por el que se establecen normas de carácter técnico para las instalaciones eléctricas aéreas con objeto de proteger la avifauna.

Con el mismo motivo se emite también el Real Decreto 1432/2008, el 29 de agosto del 2008, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas de alta tensión. Con el fin de cumplir ambas normas, las medidas adoptadas en el trazado de la línea aérea de MT objeto del proyecto, son:

- Los puentes y apartamientos deberán mantener siempre las partes en tensión por debajo de la cruceta. Además, se aislarán los puentes y/o partes en tensión de las conexiones en los apoyos especiales (derivaciones, seccionamientos, fusibles, conversiones, etc.)
- En zonas de protección, las distancias mínimas de seguridad entre la cruceta y cualquier punto en tensión del conductor asociado a ella, será:
 - Para cadenas de amarre: 1,00 m.
 - Para cadenas de amarre: 0,70 m.
- En cualquier caso, si no es posible obtener la distancia de seguridad mediante la instalación de aisladores y alargaderas, se puede adoptar la solución de aislar conductor y/o piezas de conexión.

A continuación, reflejamos las medidas adoptadas para esta línea.

2.10.1. MEDIDAS ADOPTADAS

Medidas constructivas

Tal y como queda reflejado en los Decretos mencionados:

- No se han utilizado aisladores rígidos.
- No hay puentes por encima de los apoyos.
- No se instalan elementos de corte o protección en posición dominante, por encima de los travesaños o cabeceras de los apoyos.

Medidas de protección contra la electrocución

Se aislarán con Vaina de polipropileno tipo CSCD de 3m Scotch o similar todos los puentes flojos en los apoyos de derivación y de unión en los apoyos que llevan elementos de maniobra o protección para la línea, entre los distintos elementos que llevan instalados (seccionadores, autoválvulas, cruceta derivación, puentes bajantes), minimizando así la electrocución aviar.

Con ello se cumplen todas las exigencias en cuanto a las distancias a mantener en los Decretos a los que hacemos referencia.

Medidas de protección contra la colisión

La disposición técnica prevista para este objetivo es la señalización de los vanos que atraviesan cauces fluviales, zonas húmedas, pasos de cresta, collados de rutas migratorias y/o colonias de nidificación, mediante el empleo de bandas de balizamiento de neopreno en “X” de 5x35 cm, dispuestas en los conductores, de radio aparente inferior a 20 mm, de manera que generen un efecto visual equivalente



a una señal cada 10 m como máximo y con una distancia máxima de 20 m. entre señales contiguas en un mismo conductor.

Se prevé la colocación de balizas salvapájaros en la totalidad de la línea aérea de media tensión en proyecto.



LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN

1. DESCRIPCIÓN GENERAL

Se proyecta la instalación de una Línea Subterránea de Media Tensión (LSMT) desde el apoyo nº1 del Tramo 1 de conversión aéreo-subterránea derivado de LAMT existente 15 kV “TOSOS”, la cual discurrirá hasta un nuevo Centro de Transformación (CT) a instalar para realizar la alimentación en Baja Tensión a las casas del pueblo.

La longitud total de la LSMT será de 35 metros, discurriendo en su totalidad por el término municipal de Cariñena.

2. DESCRIPCIÓN DEL TRAZADO

El tendido subterráneo se iniciará desde el pie del apoyo nº1 de conversión aéreo-subterránea, ubicado en la parcela con referencia catastral 50007A001004630000KX. Discurrirá bajo tubo hormigonado en la periferia del pueblo, haciendo entrada a las celdas de 24 kV ubicadas en el Centro de Transformación y realizando la conexión en la celda de línea del conjunto de cabinas.

El circuito a instalar será RHZ1 12/20 kV 3x1x150 mm² Al, siendo la longitud total necesaria de 35 metros.

3. DISPOSICIÓN FÍSICA

Las fases estarán dispuestas en triángulo y la zanja albergará un circuito de 15kV de 1 terna.

Conductores bajo tubo de P.E. Ø200 mm. La profundidad de la zanja será de 0,95 m. La anchura de la zanja será de 0,40 m con 2 tubos de Ø200 mm.

El trazado de la línea se realizará de la forma más rectilínea posible y discurrirá bajo tierra una distancia de 27 metros.

4. DESCRIPCIÓN DE LOS MATERIALES

4.1 CONDUCTOR AISLADO DE POTENCIA

En la construcción de las líneas subterráneas se emplearán cables unipolares de aluminio tipo RHZ1 12/20 kV, Aislamiento de Polietileno Reticulado XLPE, de sección 150 mm².

Los cables estarán debidamente apantallados y protegidos contra la corrosión que pueda provocar el terreno donde se instalan o la producida por corrientes erráticas y tendrán resistencia mecánica suficiente para soportar los esfuerzos a que puedan ser sometidos. Sus características principales son:

APOYO Nº1 – CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

- Denominación RHZ1 12/20 kV 3x1x150mm² Al
- Tensión Nominal:..... 12/20 kV
- Sección total:..... 150 mm²
- Conductor..... Aluminio
- Diámetro total: 31,2 mm
- Tiempo de accionamiento de la protección cable: 0,5 s

4.2 TERMINALES

Los terminales serán adecuados para el tipo de conductor empleado y apto igualmente para la tensión de servicio. Cumplirán las normas HD-629.2 y UNE-EN 50180 y UNE-EN 50181.

Sus características están indicadas en la tabla:

Sección Conductor	150 mm ²
Tensión nominal U₀/U	12/20 kV
Tensión más elevada de la red U_m	24 kV
Tensión a impulsos tipo rayo	125 kV cresta
Tensión soportada a frecuencia industria	50 kV
Línea de fuga en atmósfera no contaminada	>= 408 mm.
Línea de fuga en atmósfera no contaminada	>= 600 mm.
Intensidad nominal (bajo tubo)	190 A
Limite térmico (1s)	28 kA

Tensión nominal de la red (kV)	Tensión nominal del cable U₀/U (kV)	Tensión más elevada en el cable y sus accesorios U_m (kV)	Tensión soportada a impulsos tipo rayo (kV cresta)
15	12/20	24	125

4.3 EMPALMES

Los empalmes serán premoldeados de una sola pieza. La parte principal de este tipo de empalmes consiste en electrodos de alta tensión internos, una capa aislante y una capa externa semiconductor.

El contacto entre el cable y el empalme está asegurado por la memoria elástica del material empleado en la fabricación del empalme. El material empleado puede ser goma de etileno propileno (EPR) o goma de silicona.

Los empalmes son directos (preparados para una unión directa de las pantallas de hilos de cobre del cable).

Finalmente, el empalme dispondrá de una carcasa de protección que tendrá como mínimo las mismas características de resistencia mecánica que la propia cubierta del cable.

4.4 CARACTERÍSTICAS DE OBRA CIVIL

4.4.1 CARACTERÍSTICAS DE LA ZANJA

Las zanjas se han dispuesto procurando que el trazado sea lo más rectilíneo posible y respetando los radios de curvatura mínimos de cada uno de los cables a tender.

Las zanjas se excavarán según las dimensiones indicadas, atendiendo al número de cables a instalar. Sus paredes serán verticales, proveyéndose entubaciones en caso que sea haga necesario.

La reposición del pavimento se realizará con el mismo material existente previa a la apertura de la zanja.

- En canalizaciones entubadas.

Las canalizaciones entubadas estarán constituidas por tubos de polietileno (PE), hormigonados en los cruces de calzada, de suficiente resistencia mecánica, debidamente enterrados en la zanja.

Los cables se enterrarán bajo tubo a una profundidad mínima de 60 cm en aceras y tierra y de 80 cm en calzadas, medidos desde la parte superior del tubo al pavimento.

Por la parte superior irá cubierta por una capa de tierra compactada que le servirá de protección para no ser tocado inadvertidamente al realizar otros trabajos en las proximidades de su emplazamiento. Además, se colocarán cintas de señalización teniendo en cuenta que su distancia mínima al suelo será de 10 cm y de 30 cm a la parte superior del cable.

Estas canalizaciones quedarán debidamente selladas en sus extremos.

En el presente proyecto se tendrán las siguientes disposiciones:

Los tubos de polietileno de doble capa tendrán una resistencia a compresión tipo 450 N y una resistencia al impacto Normal, según norma UNE-EN 50086-2-4.

Los tubos irán colocados sobre una solera de hormigón HM-20/B/14/I de 10 cm de espesor. Tras colocar los tubos se rellena de hormigón hasta 10 cm por encima de la superior de los mismos.

El relleno con tierras se realizará con un mínimo grado de compactación del 95% Proctor Modificado.

La cinta de señalización, según norma ETU 205A, que servirá para advertir de la presencia de cables de alta tensión, se colocará a unos 25 cm por encima del prisma de hormigón que protege los tubos.

5. DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD, CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS DE LAS LÍNEAS SUBTERRÁNEAS

5.1 CRUZAMIENTOS

5.1.1 CALLES Y CARRETERAS

No es de aplicación en el presente proyecto.

Los cables se colocarán en canalizaciones entubadas hormigonadas en toda su longitud. La profundidad hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie no será inferior a 0,6 metros. Siempre que sea posible, el cruce se hará perpendicular al eje del vial.

5.1.2 FERROCARRILES

No es de aplicación en el presente proyecto.

Los cables se colocarán en canalizaciones entubadas hormigonadas, perpendiculares a la vía siempre que sea posible.

La parte superior del tubo más próximo a la superficie quedará a una profundidad mínima de 1,1 metros respecto de la cara inferior de la traviesa. Dichas canalizaciones entubadas rebasarán las vías férreas en 1,5 metros por cada extremo.

5.1.3 OTROS CABLES DE ENERGÍA ELÉCTRICA

No es de aplicación en el presente proyecto.

Siempre que sea posible, se procurará que los cables de alta tensión discurran por debajo de los de baja tensión.

La distancia mínima entre un cable de energía eléctrica de A.T. y otros cables de energía eléctrica será de 0,25 metros. Se dispone 0,40 m.

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

5.1.4 CABLES DE TELECOMUNICACIÓN

No es de aplicación en el presente proyecto.

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

5.1.5 CANALIZACIONES DE AGUA

No es de aplicación en el presente proyecto.

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y canalizaciones de agua será de 0,2 metros. Se dispone 0,40 m. Se evitará el cruce por la vertical de las juntas de las canalizaciones de agua, o de los empalmes de la canalización eléctrica, situando unas y otros a una distancia superior a 1 metro del cruce.

Cuando no puedan mantenerse estas distancias, la canalización más reciente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

5.1.6 CANALIZACIONES DE GAS

No es de aplicación en el presente proyecto.

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

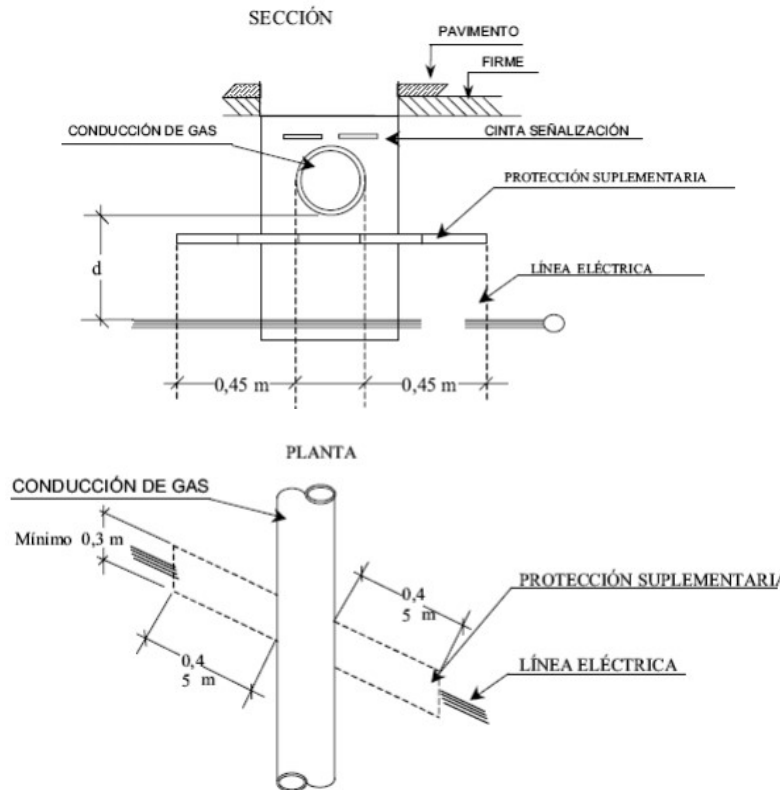
En los casos en que no se pueda cumplir con la distancia mínima establecida con protección suplementaria y se considerase necesario reducir esta distancia, se pondrá en conocimiento de la empresa propietaria de la conducción de gas, para que indique las medidas a aplicar en cada caso.

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

Se dispone 0,40 m.

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

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



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

5.1.7 CONDUCCIONES DE ALCANTARILLADO

No es de aplicación en el presente proyecto.

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

5.2 PROXIMIDADES Y PARALELISMOS

Los cables subterráneos de MT deberán cumplir las condiciones y distancias de proximidad que se indican a continuación, procurando evitar que queden en el mismo plano vertical que las demás conducciones.

5.2.1 OTROS CABLES DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Los cables de alta tensión podrán instalarse paralelamente a otros de baja o alta tensión, manteniendo entre ellos una distancia mínima de 0,25 metros. Se dispondrá 0,40 m. Cuando no pueda respetarse esta distancia la conducción más reciente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

En el caso que un mismo propietario canalice a la vez varios cables de AT del mismo nivel de tensiones, podrá instalarlos a menor distancia, pero los mantendrá separados entre sí con cualquiera de las protecciones citadas anteriormente.

5.2.2 CABLES DE TELECOMUNICACIÓN

No es de aplicación en el presente proyecto.

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicación será de 0,20 metros. Se dispondrá 0,40 m. Cuando no pueda mantenerse esta distancia, la canalización más reciente instalada se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

5.2.3 CANALIZACIONES DE AGUA

No es de aplicación en el presente proyecto.

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y las canalizaciones de agua será de 0,20 metros. Se dispondrá 0,40 m. La distancia mínima entre los empalmes de los cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de agua será de 1 metro.

Cuando no puedan mantenerse estas distancias, la canalización más reciente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

Se procurará mantener una distancia mínima de 0,20 metros en proyección horizontal y, también, que la canalización de agua quede por debajo del nivel del cable eléctrico.

Por otro lado, las arterias importantes de agua se dispondrán alejadas de forma que se aseguren distancias superiores a 1 metro respecto a los cables eléctricos de alta tensión.

5.2.4 CANALIZACIONES DE GAS

No es de aplicación en el presente proyecto.

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

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

Se dispondrá 0,40 m.

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

La distancia mínima entre los empalmes de los cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de gas será de 1 metro.

5.2.5 ACOMETIDAS (CONEXIONES EN SERVICIO)

No es de aplicación en el presente proyecto.

En el caso de que alguno de los dos servicios que se cruzan o discurren paralelos sea una acometida o conexión de servicio a un edificio, deberá mantenerse entre ambos una distancia mínima de 0,30 metros. Se dispondrá 0,40 m. Cuando no pueda respetarse esta distancia, la conducción más reciente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

La entrada de las acometidas o conexiones de servicio a los edificios, tanto cables de BT como de AT en el caso de acometidas eléctricas, deberá taponarse hasta conseguir su estanqueidad.

6. INSTALACIÓN DE CABLES AISLADOS

6.1 CANALIZACIÓN ENTUBADA

Estará constituida 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. Las características de estos tubos serán similares a las indicadas en el documento, de referencia informativa, NI 52.95.03, u otras referencias o especificaciones normativas (normas UNE o equivalentes) justificadas por el proyectista.

Se evitará, en lo posible, los cambios de dirección de las canalizaciones entubadas respetando los cambios de curvatura indicados por el fabricante de la tubular. En los puntos donde se produzcan, para facilitar la manipulación de los cables se dispondrán arquetas con tapas registrables o no. Con objeto de no sobrepasar las tensiones de tiro indicadas en los documentos aplicables a cada tipo de cable en los tramos rectos se instalarán arquetas intermedias, registrables, ciegas o simplemente calas de tiro en aquellos casos que lo requieran. En la entrada de las arquetas las canalizaciones entubadas deberán quedar debidamente selladas en sus extremos.

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 cuando proceda, conforme a la documentación de riesgos laborales.

La profundidad, hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie, no será menor de 0,6 m. en acera o tierra, ni de 0,8 m. en calzada, para asegurar estas cotas.

Los tubos podrán ir colocados en uno, dos o tres planos. En los planos recogidos en el Anexo A, se indican varias formas de disposición de tubos y a título orientativo, valores de las dimensiones de la zanja. Se colocará una cinta o varias cintas de señalización (dependiendo del número de tubos), como advertencia de la presencia de cables eléctricos. Las características, color, etc., de la cinta, serán similares a las indicadas en el documento, de referencia informativa, NI 29.00.01, u otras referencias o especificaciones normativas (normas UNE o equivalentes) justificadas por el proyectista.

Todas las canalizaciones deben estar preparadas para el desarrollo de redes inteligentes. La instalación de telecomunicaciones se colocará con multitubo de características similares a las indicadas en el documento, de referencia informativa, NI 52.95.20, u otras referencias o especificaciones normativas (normas UNE o equivalentes) justificadas por el proyectista, como conducto para cables de control, red multimedia, etc. A este ducto se le dará continuidad en todo su recorrido, al objeto de facilitar el tendido de los cables de control y red multimedia incluido en las arquetas y calas de tiro si las hubiera.

La guía de instalación del ducto y accesorios, se encuentra definida en el documento de referencia informativo, MT 2.33.14 “Guía de instalación de los cables óptico subterráneos”, mientras que las características del ducto y sus accesorios se especifican en el documento, de referencia informativa, NI 52.95.20 “Tubos de plástico y sus accesorios (exentos de halógenos) para canalizaciones de redes subterráneas de telecomunicaciones”, para ambos pudiéndose utilizar otras referencias o especificaciones normativas (normas UNE o equivalentes) justificadas por el proyectista.

La capa de relleno podrá ser de tierras procedente de la excavación, tierras de préstamo, arena, todo-uno o zahorras, o áridos reciclados y debiendo estar exenta de piedras o cascotes.



CENTRO DE TRANSFORMACIÓN SUPERFICIE

1. ESTUDIO DE LAS POTENCIAS

Se han proyectado las nuevas instalaciones teniendo en cuenta el número de parcelas obtenido a través del Instituto Nacional de Estadística, además de por visitas a campo.

CENTRO DE TRANSFORMACIÓN PREFABRICADO DE SUPERFICIE

Dará suministro eléctrico en baja tensión a las viviendas del pueblo, donde podemos diferenciar dos tipos de viviendas:

- Electrificación elevada: 9.200W
 - Nº de parcelas: 33 viviendas
- Electrificación básica: 5.750W
 - Nº de parcelas: 132 viviendas

$$P_{TOT} = (33 \text{ viv} \cdot 9,2 \text{ kW}) + (132 \text{ viv} \cdot 5,75 \text{ kW}) = 1.062,6 \text{ kW}$$

Para dimensionar la potencia del Transformador necesario, consideraremos $\cos \varphi = 0,98$, por lo que:

$$S_{TRAF0} = \frac{P_{TOT}}{\cos \varphi} = \frac{1.062,6}{0,98} = 1.084,3 \text{ kVA}$$

Con el fin de hacer una distribución en baja tensión sin sobrecarga de transformador, se proyecta la instalación de dos transformadores de 630 kVA, por lo que:

$$S_{instalado} = 2 \cdot 630 \text{ kVA} = 1.260 \text{ kVA} > 1.084,3 \text{ kVA}$$

2. TIPO DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

El nuevo Centro de Transformación será, por su instalación, de tipo prefabricado de superficie y estará situado en la periferia del pueblo, en el Polígono 1-Parcela 463 (Ref.Cat: 50007A001004630000KX), dentro del Término Municipal de Cariñena, provincia de Zaragoza, según los planos adjuntos.

La acometida al C.T. será subterránea, mediante una red de Media Tensión, y el suministro de energía se efectuará desde el apoyo nº1 del Tramo 1 de conversión aéreo-subterránea a una tensión de servicio de 15 kV y una frecuencia de 50 Hz.

El Centro de Transformación objeto de este proyecto utilizará por su aparamenta celdas prefabricadas bajo rodeando metálica según norma UNE-EN 60298.

La potencia máxima admisible de la instalación será de dos transformadores de 1.000 kVA, siendo todos los elementos de la instalación calculados para esta potencia. Actualmente se equipará con dos transformadores de 630 kVA.

3. OBRA CIVIL

Se trata de un Centro de Transformación prefabricado de superficie tipo PFU-7 o similar.

3.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

El centro cumple con el Reglamento de Centros de Transformación vigente.

El Centro de Transformación, de superficie y maniobra interior (tipo caseta), constan de una envolvente de hormigón, de estructura monobloque, dentro de la cual se incorporan todos los componentes eléctricos, desde la aparamenta de MT, hasta los cuadros de BT, incluyendo los transformadores, dispositivos de control e interconexiónados entre los diversos elementos.

La principal ventaja que presentan estos Centros de Transformación es que tanto la construcción como el montaje y la equipación interior se pueden realizar íntegramente en fábrica, garantizando con esto una calidad uniforme reduciendo considerablemente los trabajos de obra civil y montaje en su punto de instalación. Además, su cuidado diseño permite su instalación tanto con zonas de carácter industrial como entornos urbanos.

Las características más destacadas de la obra civil son:

Envolvente

La envolvente de estos centros es de hormigón armado vibrado. Se compone de dos partes: una formada por el fondo y las paredes, que incorpora las puertas y rejillas de ventilación natural, y otra que constituye el techo.

Las piezas construidas con hormigón ofrecen una resistencia característica de 300 kg/cm². Además, disponen de una armadura metálica, que permite el interconexiónado entre sí y al colector de tierras. Esta unión se realiza mediante “latiguillos” de cobre, dando lugar a una superficie equipotencial que rodea completamente en el centro. Las puertas y rejillas están aisladas eléctricamente, presentando una resistencia de 10 kΩ respecto de la tierra de la rodeando.

Las cubiertas están formadas por piezas de hormigón con inserciones a la parte superior por su manipulación.

A la parte inferior de las paredes frontal y posterior se sitúan los agujeros de para los cables de MT y BT. Estos agujeros están semiperforados, realizándose en obra la apertura de los que sean necesarios para cada aplicación.

De la misma forma, dispone de unos agujeros semiperforados practicables para las salidas a las tierras exteriores.

El espacio para el transformador, diseñado para alojar el volumen de líquido refrigerante de un eventual basamento, dispone de dos perfiles con forma de "U", que se pueden desplazar con función de la distancia entre las ruedas del transformador.

Placa tierra

Sobre la placa base y a una altura de unos 400 mm se sitúa la placa del suelo, que se sustenta en una serie de apoyos sobre la placa base y en el interior de las paredes, permitiendo el paso de cables de MT y BT a los que se accede a través de unas troneras cubiertas con losetas.

Accesos

A la pared frontal se sitúan las puertas de acceso de personal, las puertas del transformador (ambas con apertura de 180°) y las rejas de ventilación. Todos estos materiales están fabricados con chapa de acero.

Las puertas de acceso disponen de un sistema de cierre para garantizar la seguridad de funcionamiento para evitar aperturas intempestivas del Centro de Transformación. Por eso se utiliza un cierre de diseño ORMAZABAL que fija las puertas a dos puntos, uno a la parte superior y otro a la parte inferior.

Ventilación

Las rejas de ventilación natural están formadas por lamas con forma de "V" invertida, diseñadas para formar un laberinto que evita la entrada de agua de lluvia en el Centro de Transformación y se complementa cada reja interiormente con una malla mosquitera.

Acabado

Se forrará la obra civil con piedra con los mismos acabados de los edificios de la zona. Las piezas metálicas expuestas al exterior están tratadas adecuadamente contra la corrosión.

Calidad

Estos edificios prefabricados han sido acreditados con el Certificado de Calidad UNESA de acuerdo con la RU 1303A.

Alumbrado

El equipo dispone de alumbrado conectado y gobernado desde el cuadro de BT, el cual dispone de un interruptor para realizar este trabajo.

Varios

Sobrecargas admisibles y condiciones ambientales de funcionamiento según normativa vigente.

Cimentación

Para la ubicación del Centro de Transformación se necesaria una excavación, con unas dimensiones variables en función de la solución adoptada para la red de tierras, sobre el fondo se pone una capa de arena compactada y nivelada de 100 mm de grosor.

Características detalladas

N.º de transformadores (máximo 1.000 kVA)	1
Tipo de ventilación	Normal
Puertas de acceso de personal:	1
<i>Dimensiones exteriores</i>	
Longitud:	8080 mm
Profundidad	2380 mm



Altura 3240 mm

Altura vista 2780 mm

Dimensiones interiores

Longitud: 7900 mm

Profundidad 2200 mm

Altura 2550 mm

Dimensiones de la excavación

Longitud: 8880 mm

Anchura 3180 mm

Profundidad: 560 mm

Nota: Estas dimensiones su aproximadas con función de la solución adoptada para el anillo de tierras.

4. INSTALACIÓN ELÉCTRICA

4.1 CARACTERÍSTICAS DE LA APARAMENTA DE ALTA TENSIÓN

Características generales de los tipos de aparamenta empleados a la instalación.

4.1.1 CELDAS M.T.

Las celdas CGM forman un sistema de equipos modulares de reducidas dimensiones para MT, con aislamiento y corte con gas SF₆, con encerrados que se conectan utilizando unos elementos de unión, consiguiendo una conexión totalmente apantallada insensible a las condiciones externas (polución, salinidad, inundación, etc.).

Las partes que componen estas celdas son:

Base y frente

La base soporta todos los elementos que integran la celda. La rigidez mecánica de la chapa y su galvanizado garantiza en la indeformabilidad y resistencia a la corrosión de esta base. La altura y diseño de esta base permite el paso de cables entre celdas sin necesidad de fundido y facilita la conexión de los cables frontales de acometida.

La parte frontal incluye a su parte superior la placa de características eléctricas, la mirilla para el manómetro, el esquema eléctrico de la celda y los accesos a los accionamientos del mando. A la parte inferior se encuentra el dispositivo de señalización de presencia de tensión y el panel de acceso en los cables y fusibles. A su interior hay una pletina de cobre a lo largo de toda la celda, permitiendo la conexión a la misma del sistema de tierras y de las pantallas de los cables.

Cuba

La cuba, fabricada con acero inoxidable de 2 mm de grosor, contiene el interruptor, el encerrado y los portafusibles. El gas SF₆ se encuentra a su interior a una presión absoluta de 1,3 bar (salvo para celdas especiales). El sellado de la cuba permite el mantenimiento de los requisitos de operación segura durante más de 30 años, sin necesidad de reposición de gas.

Esta cuba cuenta con un dispositivo de evacuación de gases que, con caso de arco interno, permite su salida hacia la parte de detrás de la celda, evitando así, con la ayuda de la altura de las celdas, su incidencia sobre las personas, cables o la aparamenta del Centro de Transformación.

Interruptor / Seccionador / Seccionador de posta a tierra

El interruptor disponible al sistema tiene tres posiciones: conectado, seccionado y además a tierra.

La actuación de este interruptor se realiza mediante una palanca de accionamiento sobre dos esos distintos: uno para el interruptor (conmutación entre las posiciones de interruptor conectado e interruptor seccionado); y otro para el seccionador de posta a tierra de los cables de acometida (que conmuta entre las posiciones de seccionado y además a tierra).

Mandos

Los mandos de actuación son accesibles desde la parte frontal, serán accionados de forma motorizada.

Fusibles (Celda Protección del transformador)

A las celdas de Protección del transformador, los fusibles se montan sobre unos carros que se introducen a los tubos lleva-fusibles de resina aislante, que son perfectamente estancos respecto del gas SF₆ y del exterior. Lo disparo se producirá por fusión de uno de los fusibles o cuando la presión interior de los tubos lleva-fusibles se eleve debido a un fallo a los fusibles o al calentamiento excesivo de estos.

Presenta también captadoras capacitivas para la detección de tensión a los cables de acometida.

Conexión de cables

La conexión de cables se realiza desde la parte frontal mediante unos pasa-tapas estándares.

Enclavamientos

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

- No se pueda conectar el seccionador de posta a tierra con el aparato principal cerrado y recíprocamente, no se pueda cerrar el aparato principal si el seccionador de posta a tierra está conectado.
- No se pueda sacar la tapa frontal si el seccionador de posta a tierra se abre y a la inversa, no se pueda abrir el seccionador de posta a tierra cuando la tapa frontal haya sido extraída.



Características eléctricas

Tensión nominal.....24 kV

Nivel de aislamiento

Frecuencia industrial (1 min)

a tierra y entre fases70 kV

a la distancia de seccionamiento80 kV

Impulso tipo rayo

a tierra y entre fases170 kV

a la distancia de seccionamiento195 kV

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

4.2 CARACTERÍSTICAS DEL TRANSFORMADOR

Transformador trifásico reductor de tensión, construido según las normas citadas anteriormente, con neutro accesible al secundario, de potencia 630 kVA y refrigeración natural de aceite, de tensión primario 15 kV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2).

Características constructivas:

Regulación al primario: 2,5%, +/- 5%, +/- 10%

Impedancia de cortocircuito (Ecc): 4,5%

Grupo de conexión:Dyn11

Protección incorporada al transformadorTermómetro

Nivel de aislamiento Serie24 kV

Volumen de aceite 550 litros

Tipos de construcción Llenado integral

Espesura aletas cuba elástica> = 0,8 mm

RefrigeraciónONAN

N.º de tomas en el regulador 6

Posiciones de regulación-5, -2.5, 0, +2.5, +5, +10%

Tipos pasa-tapas costado AT Abierto

Resto de características Norma GE FND00100

4.3 CARACTERÍSTICAS DE LA APARAMENTA DE BAJA TENSIÓN

Los cuadros de BT, tienen como misión la separación en diferentes ramales de salida, mediante fusibles, de la intensidad secundaria de los transformadores.

4.3.1 CARACTERÍSTICAS DESCRIPTIVAS DEL CUADRO DE B.T.

Los Cuadros Generales de Baja Tensión (CGBT), tipo PNZ-CBTA 4X1600A (AUT) 4S. BTVC-400 NH-2. Se trata de un conjunto de aparamenta de BT que tiene la función de recibir el circuito principal de BT procedente del transformador MT/BT y distribuirlo en un número determinado de circuitos individuales.

Los Cuadros de Baja Tensión objeto de este proyecto junto con sus respectivas ampliaciones, tendrán 4 salidas.

La estructura del cuadro está compuesta por un bastidor de chapa, al que se distinguen las siguientes zonas:

Zona de acometida, medida y de equipos auxiliares:

A la parte superior del módulo existe un compartimento para la acometida al mismo, que se realiza a través de un pasamuros tetrapolar, evitando la penetración de agua al interior. Dentro de este compartimento, existen cuatro pletinas deslizantes que hacen la función de seccionador.

El acceso con este compartimento se mediante una puerta abisagrada en dos puntos. Sobre ella se montan los elementos normalizados por la compañía suministradora.

Zona de salidas

Está formada por un compartimento que aloja exclusivamente el encerrado y los elementos de protección de cada circuito de salida. Esta protección se encomienda a fusibles de la intensidad máxima, dispuestos en bases trifásicas pero maniobradas fase a fase, pudiéndose realizar las maniobras de apertura y cierre con carga.

Características eléctricas:

Tensión asignada.....440 V

Intensidad asignada a los encerrados:1600 A

Nivel de aislamiento frecuencia industrial (1 min)

a tierra y entre fases:10 kV

entre fases:2,5 kV

Impulso tipo rayo a tierra y entre fases:20 kV

Características constructivas:

Anchura..... 580 mm

Levantada 1690 mm

Profundidad 290 mm

4.3.2 SERVICIOS AUXILIARES

El cuadro de BT del CT estará previsto para alimentar los servicios auxiliares del mismo, que se componen básicamente de dos circuitos individuales: el de alumbrado y el de protección contra sobrecargas del transformador.

4.3.3 CIRCUITO DE ALUMBRADO

Los circuitos de alumbrado y de otros usos (base de enchufe de 16A) tendrán alimentación directa desde el cuadro de servicios auxiliares ubicado en el CT y alimentado desde el CGBT.

Para el alumbrado del CT se instalarán dos luminarias Philips TCW060 2-TL-D58W HF.

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

Para ejecución del circuito de alumbrado y servicios auxiliares se utilizarán conductores del tipo HO5V-K de cobre de 2,5 mm² de sección, clase 5 y aislamiento termoplástico, alojados en el interior de tubos aislantes.

Los interruptores del alumbrado estarán situados en la proximidad de las puertas de acceso con un piloto que indique su presencia.

4.3.4 CIRCUITO DE PROTECCIÓN

Se iniciará en el otro magnetotérmico de la unidad funcional de control del cuadro de BT. Accionado por el sensor de sobretensión del transformador de potencia excitará la bobina de disparo del interruptor-seccionador de la celda de distribución secundaria de protección del trafo, provocando su apertura.

4.3.5 PROTECCIONES

Las celdas de protección del transformador incorporan el relé RPA para Ormazabal, ya integrado en la celda, que al llevar interruptor automático incorpora las funciones de protección 50/50N, 51/51N y 67N, las cuales describimos a continuación.

- 50/50N Relé instantáneo de sobreintensidad y velocidad de aumento de intensidad, es el que funciona instantáneamente con un valor excesivo de la intensidad o con un valor excesivo de velocidad de aumento de intensidad, indicando avería en el aparato o circuito que protege.
- 51/51N Relé de sobreintensidad de tiempo de c.a., es un relé con una característica de tiempo inversa o definida, que funciona cuando la intensidad de un circuito de c.a. sobrepasa un valor dado.
- 67N Relé de protección de tierra es el que funciona con el fallo a tierra del aislamiento de una máquina, transformador u otros aparatos, o por contorneamiento de arco a tierra de una máquina de c.c. (Esta función se aplica sólo a un relé que detecta el paso de corriente desde el armazón de una máquina, caja protectora o estructura de una pieza de aparatos, a tierra, o detecta una tierra en un bobinado o circuito normalmente no puesto a tierra. No se aplica a un dispositivo conectado en el circuito secundario de un transformador o transformadores de intensidad, conectados en el circuito de potencia de un sistema puesto normalmente a tierra.

4.3.6 GENERALIDADES

4.3.6.1 Señalización

El edificio cumplirá las siguientes prescripciones:

- Las puertas de acceso al centro y las pantallas de protección, llevarán el cartel con la correspondiente señal triangular distintiva de riesgo eléctrico, según las dimensiones y colores que especifica la Recomendación AMYS 1.4.10, modelo AE-10.
- En un lugar bien visible en el interior del Centro se situará un cartel con las instrucciones de primeros auxilios a prestar en caso de accidente y su contenido se referirá a la respiración boca a boca y masaje cardíaco.
- El Centro estará equipado con una pértiga y banquillo aislantes, para la ejecución de las maniobras.

4.3.6.2 Ventilación

La ventilación del CT queda asegurada mediante las rejillas que incorpora el edificio.

4.3.6.3 Insonorización y medidas anti vibraciones

Con objeto de limitar el ruido originado por las instalaciones de alta tensión, éstas se dimensionarán y diseñarán de forma que los índices de ruido medidos en el exterior de las instalaciones se ajusten a los niveles de calidad acústica establecidos en el Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas. Además, se deberá cumplir con el Código Técnico de la Edificación, legislación de la comunidad autónoma y ordenanza municipal.

Caso de sobrepasar esos límites, se tomarán medidas correctoras para minimizar y reducir la emisión de ruido y la transmisión de vibraciones producidas. El Real Decreto 1367/2007 regula, en las tablas B1 y B2 del anexo III, los valores límite de emisión de ruido al medio ambiente exterior y a los locales colindantes del CT, siendo estos valores función del tipo de área acústica. Estos niveles de ruido deben medirse de acuerdo a las indicaciones del anexo IV del RD 1367/2007.

El CT se encuentra alejado de zonas habitables por lo que no se consideran problemas de ruido.

En caso de ser necesario tomar medidas correctoras con el fin de reducir o eliminar la transmisión de vibraciones de los transformadores de distribución, se podrá instalar en cada punto de apoyo un amortiguador de baja frecuencia, hasta 5 Hz, especialmente diseñado para la suspensión de transformadores.

Cada amortiguador estará formado por suelas de acero y muelles metálicos de alta resistencia. Los amortiguadores a instalar serán los adecuados en función de la carga estática a soportar, que será función del peso del transformador a instalar.

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

4.3.6.4 Protección contra incendios

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

Al ser la potencia instalada en los dos Centros de Transformación en proyecto menor que 160 kVA, no será necesaria la instalación de sistema fijo de extinción de incendios, siendo suficiente con la instalación de extintor tipo 89B.

Los CTs cuentan con foso de recogida de aceite debajo de las máquinas transformadoras, para recoger las posibles pérdidas de las máquinas.

4.4 RED DE TIERRAS

4.4.1 PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN (MASAS)

Se realizará una red de tierras, instalando un electrodo de puesta a tierra formado por picas de 14 mm de diámetro de acero cobreado de 2 m de longitud y conductor desnudo.

Se instalaría un electrodo de configuración 80-30/5/42.

En el piso se encuentra instalado un mallazo electrosoldado con redondos de diámetro superior a 4 mm, formando una retícula de lado inferior a 30cm. Este mallazo se está conectado al electrodo de puesta a tierra, en dos puntos preferentemente opuestos.

A esta red de tierras se conectarán, las envolventes y armazones de la aparamenta de MT, pantallas y/o blindajes de los cables de MT y en general cuantos elementos metálicos que soporten partes en tensión y que por un fallo puedan quedar en tensión.

Siguiendo recomendaciones de UNESA, no se conectarán a la tierra de protección las partes metálicas del C.T. accesibles desde el exterior y que no contienen partes en tensión como las puertas y sus marcos, las rejillas de ventilación, etc.

Las puertas y rejillas metálicas que den al exterior del centro no tendrán contacto eléctrico con masas conductoras susceptibles de quedar sometidas a tensión debido a defectos o averías.

Una vez conectada la red de puesta a tierra, el valor de esta debe ser inferior a 20 ohmios.

Dando cumplimiento a la MIE RAT-13 y según el método de cálculo descrito por las Normas UNESA para Centros de Transformación de tercera categoría, se adjuntan los cálculos justificativos de las puestas a tierra.



CENTRO DE TRANSFORMACIÓN INTEMPERIE

1. ESTUDIO DE LAS POTENCIAS

Se han proyectado las nuevas instalaciones teniendo en cuenta el número de parcelas obtenido a través del Instituto Nacional de Estadística, además de por visitas a campo.

CENTRO DE TRANSFORMACIÓN INTEMPERIE SOBRE APOYO

Dará suministro eléctrico en baja tensión a los garajes y lugares de interés del pueblo como el Ayuntamiento, la Iglesia, el Horno...

- Electrificación garajes: 3.4850 W
 - Nº de parcelas: 30 garajes
- Electrificación elevada lugares de interés: 9.200
 - Nº de parcelas: 10 locales

$$P_{TOT} (\text{Tramo 2}) = (30 \text{ garajes} \cdot 3,45 \text{ kW}) + (10 \text{ locales} \cdot 9,2 \text{ kW}) = 195,5 \text{ kW}$$

Se proyecta la instalación de un transformador en apoyo de 250 kVA, por lo que:

$$S_{instalado} = 250 \text{ kVA} > 195,5 \text{ kVA}$$

2. APOYO

El transformador y el resto de la aparamenta se sustentará en un apoyo metálico según la norma UNE 207017, calculado para soportar además de lo prescrito por el Reglamento Técnico de Líneas de Alta Tensión, el peso del equipo instalado.

Las características principales del apoyo de celosía son:

- Altura apoyo: 14 m.
- Esfuerzo apoyo: 2000 daN.
- Cruceta horizontal de 1,75 m separación entre conductores.

La altura y disposición del apoyo es tal que las partes bajo tensión y que no están protegidas contra contactos accidentales se encuentran como mínimo a 6 m del suelo.

3. TRANSFORMADOR

La instalación se proyecta para la ubicación de una unidad transformadora de 250 kVA, para instalación exterior y servicio continuo, con el núcleo y arrollamientos sumergidos en aceite mineral, refrigeración natural ONAN y conmutador sobre tapa de las siguientes características:

Potencia nominal	250 kVA
Tensión nominal primario	15 kV
Tensión nominal secundario	0,42 kV
Tipo de conductor devanados.....	Cobre
Regulación de primario	±2,5±5±10%



Tensión de cortocircuito	4%
Norma de aplicación	UE 548/2014
Refrigeración	ONAN
Tipo	Hermético
Pasatapas primario	Porcelana serie 24 kV
Pasatapas secundario	Porcelana serie 1,1 kV
Refrigerante	Mineral
Soporte	Ganchos para colocación en poste celosía
Ensayo	UNE EN 60076 y CEI 76

4. APARAMENTA

4.1 APARAMENTA DE ALTA TENSIÓN

4.1.1 ELEMENTO DE PROTECCIÓN – AUTOVÁLVULAS

En el apoyo nº3 (CTI) se instalará un transformador de 250 kVA, a la entrada de las bornas de AT se instalará un juego de pararrayos autoválvulas poliméricas. Las autoválvulas serán de las siguientes características:

Tensión asignada	30 kV
Tensión máxima de servicio continuo	24,4 kV
Tensión residual, Onda 8/20 μ s a 10 kA	92,1 kV
Margen de protección	85 %
Corriente nominal de descarga	10 kA
Corriente de descarga de larga duración.....	250 A / 2.000 μ s
Sobretensión temporal (50 Hz, 1.000 s, 4/10 ms)	34,6 Kv

4.1.2 ELEMENTO DE PROTECCIÓN – SECCIONADOR “XS”

- Tensión nominal: 24 kV
- Corriente asignada: 200 A
- Calibre eslabón: 10 A
- Poder de corte: 8 kA
- Cuchilla seccionadora: 200 A
- Herraje simétrico

4.2 APARAMENTA DE BAJA TENSION

Para la protección y distribución de las correspondientes salidas en baja tensión se instalará un Armario de Distribución Urbana (ADU) para la distribución de las líneas baja tensión. El cuadro incluirá cuatro bases tripolares de 400A tipo BTVC. Este Armario cumplirá las normas UNE-20324 y UNE-EN-50102.

5. CONEXIONADO, PUENTES DE AT Y BT

5.1 ALTA TENSION

Los puentes se realizarán con conductor LA-56, entre la línea aérea el seccionador XS y entre este y las bornas del transformador.

5.2 BAJA TENSION

La conexión del transformador con el cuadro de B.T. se realiza mediante cable tipo XZ1-K de sección 3x1x240+1x240 mm² Al 0,8/1 kV de Tensión de aislamiento, instalado subterráneo.

6. RED DE TIERRAS

Se dispondrán dos instalaciones de puesta a tierra independientes entre sí, una p.a.t. de masas de autoválvulas, carcasa del transformador, herrajes y apoyo y otra p.a.t. del neutro de B.T.

Las conexiones se realizarán mediante elementos apropiados, de manera que asegure una perfecta unión.

Estarán dimensionados a fin de que no experimenten calentamientos superiores a los del conductor al paso de la corriente. Asimismo, estarán protegidos contra la corrosión galvánica.

Para cada una de las instalaciones se dispondrá de una caja de registro para comprobación de la resistencia óhmica de la instalación.

6.1 PUESTA A TIERRA DE LAS MASAS

El electrodo de p.a.t. (configuración 30-30/8/42) estará constituido por cuatro picas de acero cobreado de longitud 2m y diámetro 14,6mm, según R.U. 6501F, clavadas verticalmente en el terreno (su parte superior a una profundidad de 0,80 m) y unidas mediante conductor desnudo de 50 mm² de Cu, formando un anillo alrededor del apoyo.

La línea de tierra, que conecta el electrodo de p.a.t. a los elementos que deban quedar puestos a tierra, será de cable desnudo de 50 mm² de Cu de sección, protegido con tubo de PVC de 28,3 mm de diámetro (tubo de 21).

Se procurará que su recorrido sea lo más corto posible evitando trazados tortuosos y curvas de poco radio.

Para controlar la tensión de paso y contacto se colocará una losa de hormigón de espesor no inferior a 20 cm

que cubra como mínimo, hasta 1,20 m de las aristas exteriores de la cimentación de los apoyos. Dentro de la

losa y hasta 1 m de las aristas exteriores de la excavación, se dispondrá un mallazo electrosoldado de construcción con redondo de diámetro no inferior a 4 mm, formando una retícula no superior a 0,30x0,30 m.

Este mallazo se conectará a la p.a.t. de protección del centro de transformación mediante soldadura aluminio - térmica y quedará recubierto por un espesor de hormigón no inferior a 10 cm.

6.2 PUESTA A TIERRA DEL NEUTRO DEL CT

Para cumplir con la R/UNESA se establece una toma de tierra del neutro de B.T., a una distancia no inferior a 20 m del C.T. Intemperie.

La línea de tierra, que partirá de la borna de BT del neutro del Transformador, se realizará con cable de Cu aislado 0,6/1 kV RV ó DV de 50 mm² sección, protegido en su instalación intemperie con tubo de PVC de 28,3mm diámetro (tubo de 21). Irá alojado en una zanja de profundidad 1m hasta el electrodo de p.a.t., formado por una o varias picas.

6.3 PUESTA A TIERRA DEL NEUTRO DEL CT

Los cálculos de la instalación de tierras que se deberán de instalar se adjuntan en el anexo.



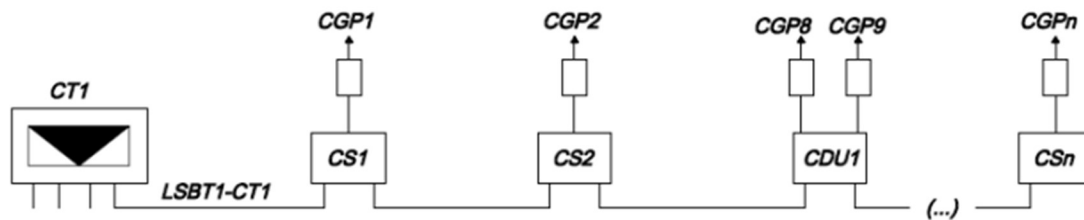
REDES SUBTERRÁNEAS DE BAJA TENSIÓN

1. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES

Las Redes Subterráneas de Baja Tensión proyectadas tienen como objetivo el suministro de energía en Baja Tensión a cada vivienda, garaje y local de interés de la localización.

Se proyectan dos Redes Subterráneas de Baja Tensión, cada una parte de su respectivo Centro de Transformación. La RSBT encargada de dar suministro a viviendas partirá de los Cuadros Generales de Baja Tensión del Centro de Transformación de Superficie proyectado, y la otra, encargada de dar suministro a garajes y locales de interés, partirá de Armario de Distribución Urbana del Centro de Transformación Intemperie. Estas RSBT tendrán como fin las Cajas de Seccionamiento y Cajas Generales de Protección proyectadas en las fachadas de las edificaciones.

Ambas Redes estarán diseñadas de forma radial, es decir, compuesta con una única línea principal con salida en el CGBT del CT correspondiente y las líneas secundarias o derivaciones. El esquema seguirá la siguiente forma:



Se empleará una terna de cables unipolares de Aluminio tipo XZ1-K 0,6/1kV 3x1x240+1x150mm² Al, aislamiento Polietileno Reticulado según norma UNE-EN 60228.

La zanja a excavar tendrá distintas dimensiones dependiendo por el terreno por el que discurra la línea (dimensiones detalladas en plano detalle). El relleno de las zanjas se efectuará por compactaciones mecánicas de tangadas de unos 30cm. de espesor y Proctor modificado al 95%.

2. CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN

Para atender a las exigencias del proyecto, será necesaria de la realización de nuevos tendidos de Redes Subterráneas de Baja Tensión desde las salidas de Baja Tensión de los Centros de Transformación proyectados hasta las Cajas de Seccionamiento y Cajas Generales de Protección proyectadas en las fachadas de las edificaciones.

El diseño de la línea, características de los materiales, etc., cumplirán con el reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (R.E.B.T.), las Instrucciones Complementarias, el reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en Centrales Eléctricas y Centros de Transformación, las condiciones técnicas y de seguridad de las instalaciones de distribución de E-DISTRIBUCIÓN REDES DIGITALES, S.L.U. (Normas Técnicas Particulares), las normas UNE de obligado cumplimiento, así como otras disposiciones complementarias que sean de aplicación.

Nivel de aislamiento de la red:

Tensión asignada de la red U	Tensión asignada cables y accesorios U_0/U	Tensión más elevada cables y accesorios U_m	Tensión nominal soportada 1 minuto a 50 Hz
Hasta 1 kV	0,6 / 1 kV	1,2 kV	10 kV

2.1 CONDUCTOR SUBTERRÁNEO

Los conductores a utilizar serán unipolares, según Norma GE CNL001, de tipo XZ1 y con una tensión nominal de 0,6/1 kV, con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) y cubierta de PVC, y tipo ST2, según Norma UNE 21.123.

Características del conductor:

- Tipo AL XZ1 (S) con conductor de aluminio, tensión nominal 0,6/1 kV.
- Aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) y cubierta de poliolefinas de alta resistencia mecánica.
- Clase de reacción al fuego Eca.
- Libre de halógenos, no propagadores de llama, con baja emisión de gases tóxicos y nula emisión de gases corrosivos.

Temperatura de servicio	-40°C, + 90°C (Cable termoestable)
Temperatura máxima del conductor	90°C en servicio permanente, 250°C en cortocircuito
Ensayo de tensión alterna durante 5 minutos	3500 V
Tensión nominal	0,6/1 kV eficaz
Sección	240 y 150 mm ²
Diámetro exterior aprox. (240 / 150)	24,2 mm / 19,3 mm
Peso aprox. (240 / 150)	825 kg/km / 515 kg/km
Resistencia del conductor a 20°C (240 / 150)	0,125 Ω/km / 0,206 Ω/km
Intensidad máxima admisible (240 / 150 enterrado)	400 A / 294 A

2.2 CANALIZACIONES

Los cables irán alojados en una zanja; las paredes serán verticales hasta la profundidad indicada en cada caso en el plano de canalizaciones, colocándose se tubulares en los casos en que la naturaleza del terreno lo haga necesario. El trazado será lo más rectilíneo posible y paralelo en el total de su longitud a aceras o fachadas de edificios.

Zanja por tierra:

Los cables se extenderán sobre una capa de arena de 4 cm de espesor, y sobre los conductores de Baja Tensión y se dispondrá una capa de 20 cm de la misma arena. Se extenderán los conductores de Baja Tensión a una profundidad de 60 cm y se realizará el tendido del conductor. Encima de esta capa de arena se meterán placas rígidas P.E. (Polietileno), que servirán de protección mecánica y de indicación. A continuación, se extenderá una capa de tierra que se extenderá por capas de 15cm compactadas mecánicamente. La zanja tendrá una profundidad mínima de 70cm.

Zanja en calzada bajo tubo hormigonado:

Los cables se extenderán por dentro de un tubular de Polietileno (PE) de 160 mm de diámetro, sobre una capa de hormigón en masa HNE-15/B/40 de 3 cm de espesura dentro de un tubo de PE Ø 160, y sobre este tubo de PE se dispondrá una capa del mismo hormigón hasta 45 cm de altura.

Este tubular será de P.E. (Polietileno), con tubo doble pared (interior lisa y exterior corrugado), de 160 mm de diámetro exterior y 135 mm de diámetro interior, tendrá una resistencia a la compresión superior 450 N, una resistencia a impacto Tipo N (uso normal) y será de color Rojo o Naranja (según UNE EN 50086-2-4). A continuación, se extenderá una capa de tierra que se extenderá por capas de 15 cm. compactadas mecánicamente. La zanja tendrá una profundidad mínima de 110 cm.

Para advertir la existencia del cable eléctrico, se colocará una cinta de señalización de las características indicadas en la RU0205, a unos 10 ó 20 cm. mieda bajo del pavimento, con una anchura de entre 14,5 y 15,5 cm, un grosor entre 0,09 y 0,11 mm, de color amarillo vive con impresión indeleble a tinta negra, con una resistencia a torsión longitudinal de 100 kg/cm², y torsión transversal de 80 kg/cm².

La reposición del pavimento se realizará con el mismo material existente previo a la apertura de la zanja.

Los requisitos para cruces, proximidades y paralelismos que tienen que cumplir las líneas serán las condiciones que como consecuencia de disposiciones legales impongan el Organismos Competentes afectados.

Esta línea de Baja Tensión, transcurrirá el más rectilínea posible evitando ángulos pronunciados.

Tanto la cinta señalizadora como las placas de protección, así como los tubulares, tendrán que llevar una marca indeleble indicando el nombre o marca del fabricante, la designación, el número de lote o las dos últimas cifras del año de fabricación, así como la norma de aplicación.

Cuando haya impedimentos que no permitan conseguir las profundidades indicadas, se podrán reducir estas, añadiendo las protecciones mecánicas suficientes, tal y como se especifica en el Decreto 120/92 y la Resolución TRI/301/2006.

2.3 ACCESORIOS

Los terminales a utilizar serán NILED (TU-150) y (TU-240), homologados por la compañía distribuidora E-DISTRIBUCIÓN REDES DIGITALES, S.L.U., adecuados a las características ambientales, y cumplirá con las normas UNE 21.021 y GE NNZ014.

Los empalmes y terminaciones serán adecuados a la naturaleza, composición y sección de los cables y no deberán de aumentar la resistencia eléctrica de estas. Los empalmes, conexiones y derivaciones se realizarán mediante “manguitos” adecuados a cada sección en puntos no sometidos a tracción mecánica.

Para la confección de uniones se utilizarán manguitos de unión Al-Al adecuados para la sección de los cables a conectar. Se utilizará la compresión por punzonado profundo. Se aislarán mediante un recubrimiento que aporte un nivel de aislamiento como mínimo igual al del cable. En general, la reconstrucción de aislamiento se efectuará mediante manguitos termo retráctiles.

Cuando se esté en presencia de canalizaciones de gas se utilizará la tecnología de contráctil en frío.

Se utilizarán terminales de aluminio homogéneo por conexión bimetálica adecuados a la sección de los cables a conectar. La conexión al cable se hará por punzonado profundo. Después, se aislará mediante un recubrimiento que aporte un nivel de aislamiento como mínimo igual al del cable.

La conexión del terminal a la instalación fija se efectuará a presión mediante caracoles.

2.4 CAJA DE SECCIONAMIENTO

Las cajas de seccionamiento irán ubicadas en un armario prefabricado, e instaladas inmediatamente antes de las Cajas Generales de Protección. Su función será la de facilitar la localización y separación de averías en la red subterránea de Baja Tensión. Serán del tipo Caja de Seccionamiento BUC de 400A, con salida a la parte superior a Caja General de Protección y salida a la parte inferior por la entrada/salida de la línea de distribución (Figura 1).

El material envolvente será de poliéster más fibra de vidrio auto extingible.

Los conductores hasta llegar al acceso a la caja de seccionamiento tendrán que quedar siempre protegidos mediante canal o conducto de obra.

Características técnicas

Tensión asignada	500 V
Intensidad asignada	400 A
Tensión ensayo 50 Hz	3,5 kV (fase – masa)
Tensión ensayo ola tipo rayo	8 kV
Intensidad de cortocircuito	≥ 20 kA
Resistencia de aislamiento	≥ 1000 Ω /V
Grado de protección	IP-43
Grado de protección impactes	IK-09

Bases BUC 400.A tamaño 2..... UNE-HD 60269

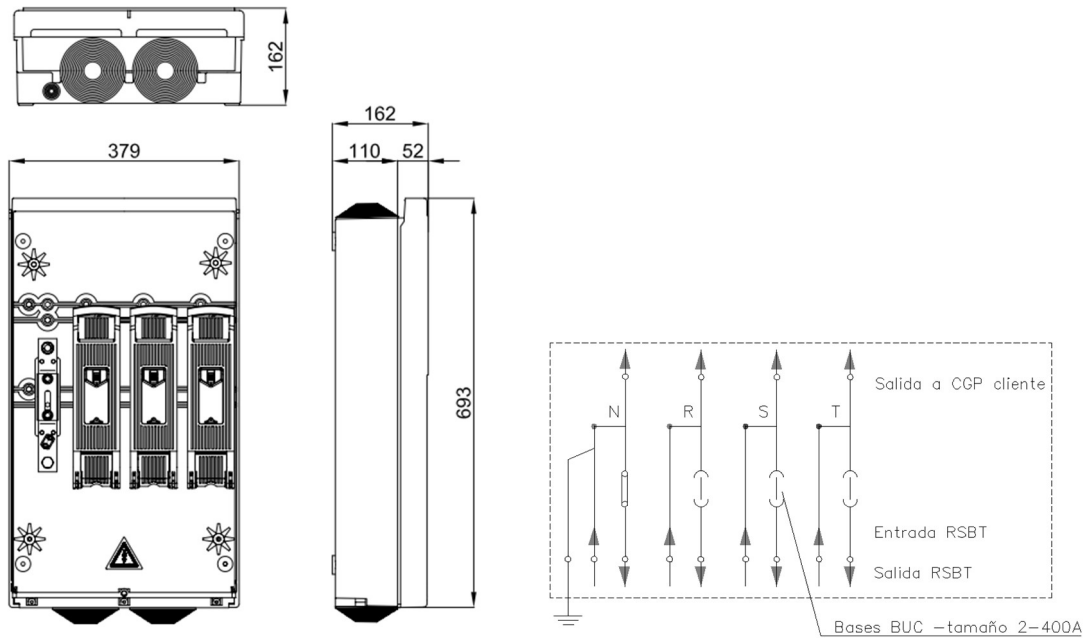


Figura 1. CS BUC. Salida a CGP superior.

2.5 CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN

La CGP determina el principio de la propiedad de las instalaciones de los usuarios.

Se ubicarán en lugares de libre y permanente acceso. Su situación final se fijará de mutuo acuerdo entre la Propiedad y E-Distribución procurando, en todos los casos, que la situación sea lo más próxima posible en la red de distribución pública y que quede alejada otras instalaciones, como agua, gas, teléfono, etc.

La CGP se ubicará conjuntamente con la caja de seccionamiento, en el interior del mismo nicho, que se cerrará con una puerta metálica, con un grado de protección IK10 segundos UNE-EN 50102, revestida exteriormente de acuerdo con las características del entorno y estará protegida contra la corrosión, y dispondrá de una cerradura o candado normalizado por E-Distribución. La parte inferior de la puerta estará levantada 0,30 m como mínimo del pavimento.

En el nicho se dejarán previstos dos tubos de PE de Ø160 mm, necesarios para la entrada y salida de los cables de la red subterránea.

La parte inferior de la CGP tendrá que estar a una altura mínima de 0,90m sobre el nivel del terreno.

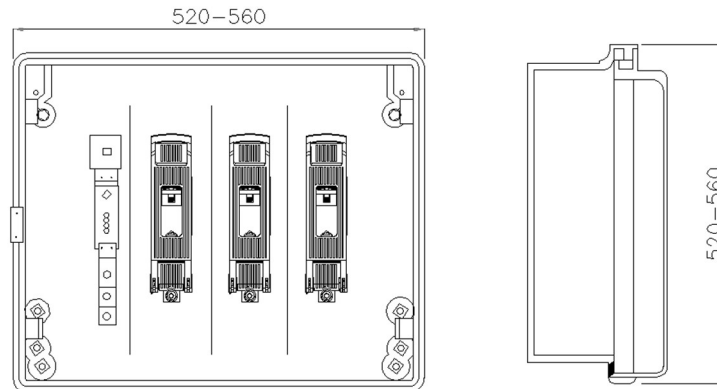


Figura 2. CGP 9/630 A

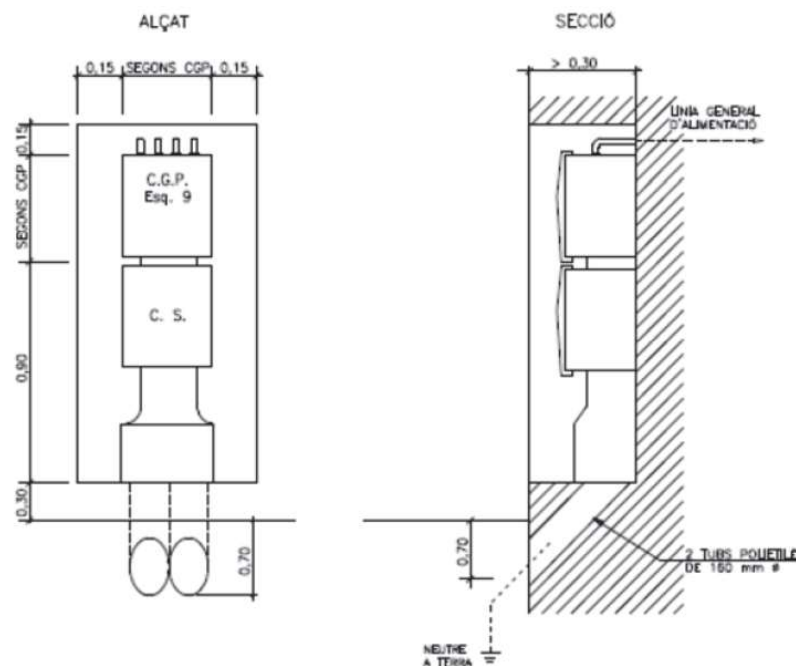


Figura 3. Instalación de CS+CGP

Las CGP estarán constituidas por un envoltorio aislante que contendrá fundamentalmente los dispositivos de conexión y las bases unipolares cerradas dispositivo extintor del arco para fusibles.

Dentro de la CGP habrá fusibles en todos los conductores de fase, con poder de corte al menos igual al corriente de cortocircuito previsto en el punto de su instalación.

El neutro estará constituido por una conexión removible situada a la izquierda de las fases, colocada a la CGP en posición de servicio, y dispondrá también de un borne de conexión por la suya puesta a tierra.

Las CGP estarán constituidas por material aislante de clase térmica A, según la norma UNE-EN 60085, cumplirán todo el que se indica a la norma UNE-EN 60439 (Serie) y tendrán las condiciones de resistencia al fuego indicadas en la norma UNE-EN 60695 (Serie).

Las CGP llevarán grabada de forma indeleble la marca, tipo, tensión nominal en voltios y corriendo asignada nominal en amperios. Tendrán un dispositivo de ventilación para evitar condensaciones. Las conexiones de entrada y salida se harán con terminales tipos pala. Una vez instaladas se podrán precintar.

Los conductores del puente de conexión entre la CGP y la CS tendrán las mismas características que el conductor de la red, XZ1 0,6/11 kV 3x1x240+1x150 mm².

Las dimensiones máximas exteriores serán:

Altura 495 mm

Profundidad 127 mm

Anchura 290 mm

Las CGP utilizadas en el presente proyecto son con entrada de cables por la parte inferior y salida por la parte superior, respondiendo al esquema de la Figura 2.

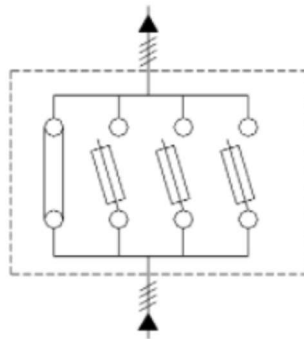


Figura 4. CGP esquema 9

La designación de las cajas será CGP-9-630 BUC con tres bases portafusibles cerradas (BUQUE) dotadas de dispositivo extintor de arco e indicador luminoso de fusión con fusibles de ganivetes tamaño 2 y base de neutro removible de cobre. Una vez instaladas se terminales de las BUQUE, tienen que imposibilitar un cortocircuito entre fases o entre fases y neutro. Si no fuera

posible, por el propio diseño de las BUQUE, se instalarán pantallas aislantes de un grosor mínimo de 2,5mm. Estas pantallas aislantes tendrán un diseño que permita fijarlas entre las bases portafusibles, de forma que sea fácil su desmontaje, y que sea imposible su desplazamiento de forma accidental.

Características técnicas

Tensión asignada 500 V

Intensidad asignada 630 A

Tensión asignada 50 Hz 2,5 kV (fase-masa)

Tensión ensayo tipo rayo 8 kV

Intensidad de cortocircuito ≥ 20 kA

Resistencia de aislamiento	$\geq 5000 \Omega/V$
Grado de protección	IP-41
Grado de protección de impactos	IK-09
Bases BUC 400A tamaño 2.....	UNE-HD 60269

2.6 PUESTA A TIERRA

Las puestas a tierra a las líneas subterráneas de B.T. se realizarán a través del conductor neutro. En el caso de C.T. con tierras únicas, o sea cuando la resistencia de la presa de tierra única, R_t , multiplicada por la corriente de defecto a tierra, I_d , que pueda presentarse en caso de defecto de la instalación, no sea superior a 1000 V ($R_t \cdot I_d \leq 1000 \text{ V}$), el conductor neutro de la red de B.T. se podrá conectar en tierra en el mismo electrodo de puesta a tierra del CT.

Si el C.T. tiene tierras separadas, la tierra del neutro de la red tiene que ser independiente y el electrodo se situará a la distancia resultante del cálculo específico, según se indica en Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación conectados a redes de tercera categoría (UNESA). Se empleará cable aislado (XZ1-0,6/1 kV), en tubo e independiente de la red, con secciones mínimas de cobre de 50 mm², unido a la barra del neutro del cuadro de baja tensión.

Este conductor de neutro a tierra se instalará a una profundidad mínima de 60 cm, y se podrá instalar en una de las zanjas de cualquier de las líneas de B.T.

Por otro lado, el conductor neutro de cada línea se conectará en tierra a lo largo de la red en los armarios de distribución como mínimo cada 200 m, y en todos los finales, tanto de las redes principales como de sus derivaciones.

La puesta a tierra de estos puntos de la red, atendiendo a los criterios expuestos anteriormente, se podrá realizar mediante piquetas de 2 m de acero-cocer, conectadas con cable de cobre desnudo de 50 mm² y terminal al encerrado del neutro. Las piquetas podrán instalarse adentradas en el interior de la zanja de los cables de B.T.. También podrán utilizarse electrodos formados por cable de cocer enterrado horizontalmente.

Una vez conectadas todas las puestas a tierra, el valor de la resistencia de puesta a tierra general de la red de B.T. tendrá que ser inferior a 37 Ω , de acuerdo con el mencionado Método de Cálculo y Proyecto de Instalaciones de Puesta a Tierra para Centros de Transformación conectados a Redes de Tercera Categoría.

En caso de ampliar la red de B.T. con nuevas líneas, el conductor neutro de la nueva línea se tendrá que conectar de la manera indicada.

Características de los materiales a utilizar

Los materiales a utilizar en este proyecto para las postas a tierra y homologados por EDISTRIBUCIÓN REDES DIGITALES, S.L.U. serán los siguientes:

- Cable de cobre desnudo de 50 mm², con una formación de 19 hilos de 1,83 mm, una carga de ruptura de 1966 daN, un diámetro aparente de 9,15 mm, una sección nominal de 50 mm², un

peso de 455 kg/km, una resistencia eléctrica de 20 °C de 0,372 Ω /km y una intensidad nominal de 255 A.

- Cable de cobre con aislamiento de PVC, con una tensión nominal de 0,6/1kV, una tensión de ensayo a 50 Hz, 5 min. de 3,5 kV, una intensidad admisible sepultado (25 °C) de 230 A, el material de aislamiento será una mezcla ST2 de PVC, y un radio mínimo de curvatura de 4 veces el diámetro exterior. El cable tendrá que llevar grabado a la cubierta el nombre del fabricante, el año y la norma UNE cada 30 cm.
- Terminal de cobre de cobre electrónico, con una intensidad máxima admisible de 255 A, el taladro de la pala de 13,2 mm de diámetro y la conexión de cable se hará mediante punzonado.
- Pica cilíndrica lisa acero-cocer de acero fino al carbono, con diámetro de 14,6 mm, una longitud de 2 m, una dureza brinell del acero entre 180H y 220 H, un contenido máximo de fósforo y azufre del 0,04%, el material de revestimiento es cocer, con un grosor mediano de la capa de cobre de 0,3 mm y un grosor mínimo de 0,27 mm, la unión cocer-acero se hará mediante electrólisis.
- Grapa para pica a tierra, con mordaza de Cu ZN 70 llevar (según UNE 37103), el material de “abarcón” será acero inoxidable, el material de las arandelas será F-143 (según UNE 36015), la sección de cable admitido será 35 o 50 mm², y la pica admitida tendrá un diámetro de 14,5 o 18,3 mm.

2.7 CONTINUIDAD DEL NEUTRO

En todo momento tiene que quedar asegurada la continuidad del neutro, y por esta razón se aplicará lo dispuesto a continuación.

En las redes de distribución de B.T., el conductor neutro no podrá ser interrumpido, a no ser que esta interrupción se haga mediante uniones removibles en el neutro próximas a los interruptores o seccionadores de los conductores de fase, debidamente señalizadas y que solo puedan ser maniobradas con herramientas adecuadas. En este caso, el neutro no tiene que ser seccionado sin que previamente lo estén las fases, las cuales no se tienen que conectar sin haber sido conectado previamente el neutro.

2.8 PROTECCIONES

La protección contra cortocircuitos y sobrecargas a las líneas subterráneas B.T. se efectuará mediante fusibles de clase gG, las características se detallan a las normas UNE 21.103.

Se instalarán en al C.T. y a las derivaciones con cambio de sección, cuando el conductor de esta derivación no quede protegido desde cabecera. Los criterios de protección que se aplicarán por este tipo de red están contemplados a la norma GE FGC001 y serán los siguientes:

- Intensidad nominal del conductor: El fusible escogido permitirá la plena utilización del conductor.
- Respuesta térmica del conductor: La característica intensidad/tiempo del conductor habrá de ser superior a la del fusible, por un tiempo de 5 s.
- Potencia del transformador M.T./BT: El calibre del fusible en la salida del C.T. se adecuará a la intensidad nominal del secundario del transformador.

2.9 CRUZAMIENTOS, PROXIMIDADES Y PARALELISMOS

Tal y como se indica en el apartado 2.2 de la ITC-BT-07 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, en los apartados 10 y 11 de la Norma de ENDESA CML00300, se deberán cumplir las siguientes condiciones en cruzamientos, proximidades y paralelismos con otros servicios, así como las distancias especificadas en la “Guía Técnica sobre separaciones entre líneas de energía eléctrica y otras instalaciones u obstáculos” (NGZ00300):

Instalaciones u obstáculos	Distancias		Condiciones
	Cruzamientos	Paralelismos	
Calles y carreteras	<p>La profundidad hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie será:</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> $\geq 0,80 \text{ m}$ </div> <p>El cruce será perpendicular al vial, siempre que sea posible</p>		Los cables se colocarán en canalizaciones entubadas asfaltadas en toda su longitud.
Ferrocarriles	<p>La profundidad hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie, respecto a la</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> $\geq 1,30 \text{ m}$ </div> <p>cara inferior de la traviesa, será:</p> <p>El cruce será perpendicular a la vía, siempre que sea posible. La canalización rebasará la vía férrea en 1,5 m por cada extremo.</p>		Los cables se colocarán en canalizaciones entubadas asfaltadas en toda su longitud
Otros cables de energía eléctrica	<p>Distancia entre cables:</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> $\geq 0,25 \text{ m AT}$ $\geq 0,10 \text{ m BT}$ </div> <p>La distancia del punto de cruce a los empalmes será superior a 1 m.</p>	<p>Distancia entre cables de diferentes empresas:</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> $\geq 0,25 \text{ m AT}$ $\geq 0,10 \text{ m BT}$ </div> <p>Si los cables son de la misma empresa pueden reducirse.</p>	Cuando no pueda respetarse alguna de estas distancias, el cable que se tienda en último lugar se dispondrá separado mediante tubos de adecuada resistencia mecánica.

Instalaciones u obstáculos	Distancias		Condiciones
	Cruzamientos	Paralelismos	
Cables de telecomunicación (cables conductores)	<div style="text-align: center; border: 1px solid black; width: 60px; margin: 0 auto; padding: 2px;">$\geq 0,20$ m</div> <p>Distancia entre cables: La distancia del punto de cruce a los empalmes, tanto del cable de energía como del cable de telecomunicación, será superior a 1 m.</p>	<div style="text-align: center; border: 1px solid black; width: 60px; margin: 0 auto; padding: 2px;">$\geq 0,20$ m</div> <p>Distancia entre cables:</p>	Cuando no pueda respetarse alguna de estas distancias, el cable que se tienda en último lugar se dispondrá separado mediante tubos de adecuada resistencia mecánica.
Canalizaciones de agua	<p>Distancia entre cables y canalización:</p> <div style="text-align: center; border: 1px solid black; width: 60px; margin: 0 auto; padding: 2px;">$\geq 0,20$ m</div> <p>Se evitará el cruce por la vertical de las juntas de la canalización de agua. La distancia del punto de cruce a los empalmes o a las juntas será superior a 1 m.</p>	<p>Distancia entre cables y canalización:</p> <div style="text-align: center; border: 1px solid black; width: 60px; margin: 0 auto; padding: 2px;">$\geq 0,20$ m</div> <p>En arterias importantes esta distancia será de 1 m como mínimo.</p> <p>Se procurará mantener dicha distancia en proyección horizontal y que la canalización del agua quede por debajo del nivel del cable. La distancia mínima entre empalmes y juntas será de 1 m.</p>	Cuando no pueda respetarse alguna de estas distancias, el cable que se tienda en último lugar se dispondrá separado mediante tubos de adecuada resistencia mecánica.

Instalaciones u obstáculos	Distancias		Condiciones
	Cruzamientos	Paralelismos	
Canalizaciones de gas	Distancia entre cables y canalización: <div style="text-align: center; border: 1px solid black; width: 100px; margin: 10px auto; padding: 5px;">$\geq 0,20 \text{ m}$</div> Se evitará el cruce por la vertical de las juntas de la canalización de gas. La distancia del punto de cruce a los empalmes o a las juntas será superior a 1 m.	Distancia entre cables y canalización: <div style="text-align: center; border: 1px solid black; width: 100px; margin: 10px auto; padding: 5px;">$0,40 \text{ m}$ $(1,00 \text{ m})$</div> Las arterias importantes de gas se dispondrán de forma que se aseguren distancias superiores a 1 m respecto a los cables eléctricos de BT. La distancia mínima entre los empalmes de los cables eléctricos y las juntas de las canalizaciones de gas será de 1 m. Se procurará mantener una distancia mínima de 0,20 m en proyección horizontal.	Cuando no pueda respetarse alguna de estas distancias, el cable que se tienda en último lugar se dispondrá separado mediante tubos de adecuada resistencia mecánica.
Conducciones de alcantarillado	Se procurará pasar los cables por encima de las conducciones de alcantarillado. No se admitirá incidir en su interior. Se admite incidir en su pared siempre que se asegure que ésta no quede debilitada.		Cuando no pueda respetarse alguna de estas distancias, el cable que se tienda en último lugar se dispondrá separado mediante tubos de adecuada resistencia mecánica.
Depósitos de carburante	La distancia de los tubos al depósito será: <div style="text-align: center; border: 1px solid black; width: 100px; margin: 10px auto; padding: 5px;">$\geq 0,20 \text{ m}$</div> La canalización rebasará al depósito en 1,5 m por cada extremo.		Los cables de BT se dispondrán dentro de tubos o conductos de adecuada resistencia mecánica.

Instalaciones u obstáculos	Distancias		Condiciones
	Cruzamientos	Paralelismos	
Acometidas o Conexiones de servicio a un edificio	Distancia entre servicios: <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> $MT \geq 0,30 \text{ m}$ Otros servicios: $\geq 0,20 \text{ m}$ </div>		<p>Cuando no pueda respetarse alguna de estas distancias, el cable que se tienda en último lugar se dispondrá separado mediante tubos de adecuada resistencia mecánica.</p> <p>La entrada de las conexiones de servicio a los edificios, deberá taponarse hasta conseguir una estanqueidad perfecta</p>



BIBLIOGRAFÍA

- “Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09”:
<https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2008-5269>
- “Reglamento electrotécnico para baja tensión”:
<https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2002-18099>
- Instituto Nacional de Estadística:
<https://www.ine.es/jaxi/Tabla.htm?path=/t20/e244/viviendas/p06/10/&file=9mun50.px&L=0>
- Instituto Geográfico Nacional:
<https://www.ign.es/iberpix/visor/>
- Sede Electrónica del Catastro:
<https://www.sedecatastro.gob.es/>
- Proyecto Tipo AYZ10000 “Líneas Aéreas de Media Tensión”:
<https://industria.gob.es/Calidad-Industrial/seguridadindustrial/instalacionesindustriales/lineas-alta-tension/Documents/proyectos-vigentes-anulados/endesa/AYZ10000.pdf>
- Proyecto Tipo DYZ10000 “Líneas Subterráneas Media Tensión”:
<https://industria.gob.es/Calidad-Industrial/seguridadindustrial/instalacionesindustriales/lineas-alta-tension/Documents/proyectos-vigentes-anulados/endesa/DYZ10000.pdf>
- Proyecto Tipo FYZ30000 “Centro de Transformación Interior Prefabricado de Superficie”:
<https://industria.gob.es/Calidad-Industrial/seguridadindustrial/instalacionesindustriales/instalaciones-alta-tension/Documents/reglamento-alta-tension/endesa/FYZ30000-.pdf>
- NRZ002 “Especificaciones Particulares para Instalaciones de Distribución de Baja Tensión de $U_n \leq 1.000 V$ ”:
<https://www.edistribucion.com/content/dam/edistribucion/ingenieriadered/NRZ002.pdf>
- Ormazabal: Technology for a new electric world
<https://www.ormazabal.com/>
- Grupo Cahors:
<https://www.groupe-cahors.com/es-espana>

CONCLUSIÓN

Para finalizar la nueva instalación para dotar de suministro a una zona rural, obtenemos como conclusión que todo lo expuesto en el presente documento junto con el resto de documentos pertinentes que lo completan el proyecto, certifica la correcta tramitación y puesta en marcha de estas instalaciones, así como su correcto funcionamiento cumpliendo todas las reglamentaciones exigidas.

Firmado:



María Pueyo Berné
Zaragoza, Agosto de 2023



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

Diseño de Nueva Instalación Eléctrica para
dotar de suministro a una zona rural en la
Comarca de Cariñena

ANEXO I. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

Autor

María Pueyo Berné

Director

Pedro Gaspar Ibáñez Carabantes

Escuela de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de Zaragoza
Curso académico: 2022-2023

ÍNDICE

CAPÍTULO I. LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN	7
1. CÁLCULOS ELÉCTRICOS	8
<u>1.1. CAPACIDAD DE TRANSPORTE.....</u>	<u>8</u>
<u>1.2. CAÍDA DE TENSIÓN.....</u>	<u>9</u>
<u>1.3. PÉRDIDAS DE POTENCIA</u>	<u>10</u>
2. CÁLCULOS MECÁNICOS.....	11
<u>2.1. CÁLCULO MECÁNICO DE LOS CONDUCTORES</u>	<u>11</u>
2.1.1. Cargas permanentes.....	11
2.1.2. Cargas de viento.....	11
2.1.3. Carga de hielo.....	12
2.1.4. Hipótesis de tracciones máximas	12
2.1.5. Hipótesis de flechas máximas	13
2.1.6. Determinación de tracción de los conductores.....	13
2.1.7. Determinación de las flechas.....	14
<u>2.2. CÁLCULO DE APOYOS.....</u>	<u>15</u>
<u>2.3. AISLAMIENTO Y HERRAJES</u>	<u>18</u>
2.3.1. Aisladores.....	18
<u>2.4. CÁLCULO DE LAS CIMENTACIONES.....</u>	<u>18</u>
<u>2.5. DISTANCIAS DE SEGURIDAD.....</u>	<u>19</u>
2.5.1. Distancia a masa.....	19
2.5.2. Distancia de los conductores al terreno.....	19
2.5.3. Separación entre conductores.....	20
2.5.4. Distancia de seguridad en cruzamientos, paralelismos y paso por zonas.....	21
3. PUESTA A TIERRA DE LOS APOYOS	22
<u>3.1. DATOS INICIALES</u>	<u>22</u>
<u>3.2. CÁLCULO DE LA PUESTA A TIERRA DE LOS APOYOS</u>	<u>24</u>
3.2.1. Investigación de las características del terreno. Resistividad.....	25
3.2.2. Determinación de la intensidad de defecto neutro aislado	26
3.2.3. Tiempo de eliminación del defecto	26
3.2.4. Resistencia de tierra de los electrodos.....	27
3.2.5. Cálculo de tierras en apoyos frecuentados	28



3.3.	<u>RESUMEN CÁLCULO PUESTA A TIERRA DE LOS APOYOS</u>	32
3.3.1.	Apoyos frecuentados (TRAMO 1).....	32
3.3.2.	Apoyos no frecuentados (TRAMO 1).....	33
3.3.3.	Apoyos frecuentados (TRAMO 2).....	34
3.3.4.	Apoyos no frecuentados (TRAMO 2).....	35
CAPÍTULO II. LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN		36
1. CÁLCULOS ELÉCTRICOS		37
1.1.	<u>CARACTERÍSTICAS DEL CONDUCTOR</u>	38
1.2.	<u>INTENSIDADES MÁXIMAS ADMISIBLES</u>	38
1.2.1.	Intensidades máximas admisibles en servicio permanente	38
1.2.2.	Intensidad de cortocircuito máxima admisible en el conductor	39
1.3.	<u>CAÍDAS DE TENSIÓN</u>	40
1.4.	<u>POTENCIA A TRANSPORTAR</u>	41
1.5.	<u>PÉRDIDAS DE POTENCIA</u>	41
CAPÍTULO III. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN SUPERFICIE		42
1. VENTILACIÓN		43
1.1.	<u>Introducción</u>	43
1.2.	<u>Ventilación natural</u>	43
2. PUENTES DE MT Y BT		44
2.1.	<u>Introducción</u>	44
2.2.	<u>Intensidad en AT</u>	44
2.3.	<u>Dimensionado de las conexiones AT</u>	45
2.4.	<u>Intensidad en BT</u>	45
2.5.	<u>Dimensionado de las conexiones en BT</u>	46
2.6.	<u>Caída de tensión</u>	47
3. ESTUDIO CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS		48
3.1.	<u>Objeto</u>	48
3.2.	<u>Normativa vigente</u>	48
3.3.	<u>Medidas de atenuación de los campos magnéticos</u>	49
4. CÁLCULO INSTALACIÓN PUESTA A TIERRA		50
4.1.	<u>INTRODUCCIÓN</u>	50
4.2.	<u>CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA INSTALACIÓN</u>	50



4.2.1.	Puesta a tierra de protección.....	50
4.2.2.	Puesta a tierra de servicio.....	50
4.2.3.	Sistema único para las puestas a tierra de protección y de servicio	50
4.3.	<u>DATOS INICIALES</u>	<u>50</u>
4.4.	<u>RESISTIVIDAD DEL TERRENO</u>	<u>51</u>
4.5.	<u>CÁLCULO DE LA PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN.....</u>	<u>52</u>
4.5.1.	Determinación de la intensidad de defecto.....	52
4.5.2.	Neutro aislado	52
4.5.3.	Resistencia máxima de la puesta a tierra de masas del CT	53
4.5.4.	Selección del electrodo.....	53
4.5.5.	Cálculo de la resistencia de puesta a tierra, intensidad de defecto y tensiones de paso para el electrodo seleccionado.....	55
4.5.6.	Tiempo de eliminación del defecto	55
4.5.7.	Valores máximos de tensión admisibles	57
4.5.8.	Comprobación de que se satisfacen las condiciones exigidas.....	58
4.5.9.	Corrección y ajuste del diseño inicial.....	59
4.6.	<u>CÁLCULO DE LA PUESTA A TIERRA EN SERVICIO</u>	<u>59</u>
4.7.	<u>SEPARACIÓN ENTRE LOS SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN Y DE SERVICIO</u>	<u>60</u>
4.8.	<u>HOJAS DE CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA</u>	<u>60</u>
	<u>HOJA DE CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA. NUETRO AISLADO.</u>	<u>61</u>
	<u>.....</u>	<u>61</u>
	CAPÍTULO IV. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN INTEMPERIE	69
	1. CÁLCULO DE PUESTA A TIERRA	70
1.1.	<u>Datos de partida.....</u>	<u>70</u>
1.2.	<u>INTRODUCCIÓN</u>	<u>70</u>
1.3.	<u>CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA INSTALACIÓN.....</u>	<u>70</u>
1.3.1.	Puesta a tierra de protección.....	70
1.3.2.	Puesta a tierra de servicio.....	70
1.3.3.	Sistema único para las puestas a tierra de protección y de servicio	71
1.4.	<u>DATOS INICIALES</u>	<u>71</u>
1.5.	<u>RESISTIVIDAD DEL TERRENO</u>	<u>72</u>
1.6.	<u>CÁLCULO DE LA PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN.....</u>	<u>73</u>
1.6.1.	Determinación de la intensidad de defecto.....	73
1.6.2.	Neutro aislado	73



1.6.3.	Resistencia máxima de la puesta a tierra de masas del CT	73
1.6.4.	Selección del electrodo.....	74
1.6.5.	Cálculo de la resistencia de puesta a tierra, intensidad de defecto y tensiones de paso para el electrodo seleccionado.....	75
1.6.6.	Tiempo de eliminación del defecto	76
1.6.7.	Valores máximos de tensión admisibles	77
1.6.8.	Comprobación de que se satisfacen las condiciones exigidas.....	79
1.6.9.	Corrección y ajuste del diseño inicial.....	79
1.7.	<u>CÁLCULO DE LA PUESTA A TIERRA EN SERVICIO</u>	80
1.8.	<u>SEPARACIÓN ENTRE LOS SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN Y DE SERVICIO</u>	80
1.9.	<u>HOJAS DE CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA</u>	80
	<u>HOJA DE CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA. NUETRO AISLADO.</u>	81
2.	<u>PUENTES DE MT Y BT</u>	89
2.1.	<u>Introducción</u>	89
2.2.	<u>Intensidad en AT</u>	89
2.3.	<u>Dimensionado de las conexiones AT</u>	89
2.4.	<u>Intensidad en BT</u>	90
2.5.	<u>Dimensionado de las conexiones en BT.....</u>	90
2.6.	<u>Caída de tensión</u>	91
3.	<u>CÁLCULO DE CAMPOS MAGNÉTICOS</u>	92
3.1.	<u>Objeto.....</u>	92
3.2.	<u>Normativa vigente.....</u>	92
3.3.	<u>Metodología de análisis de campos magnéticos.....</u>	93
3.4.	<u>Características de la instalación y datos de cálculo.....</u>	94
3.5.	<u>Conclusiones</u>	94
	<u>CAPÍTULO V. REDES SUBTERRÁNEAS DE BAJA TENSIÓN</u>	95
1.	<u>CÁLCULO ELÉCTRICO.....</u>	96
1.1.	<u>Características del conductor</u>	96
1.2.	<u>Intensidad admisible para el cable</u>	96
1.2.1.	Intensidad máxima admisible para el cable en servicio permanente.....	96
1.2.2.	Intensidad máxima admisible para el cable en cortocircuito.....	98
1.3.	<u>Pérdidas de potencia.....</u>	99



<u>1.4.</u>	<u>Caída de tensión de la línea.....</u>	<u>101</u>
<u>1.5.</u>	<u>Fusibles a instalar en C.G.P.</u>	<u>103</u>



CAPÍTULO I. LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN

1. CÁLCULOS ELÉCTRICOS

Se trata de justificar que la elección del conductor supera las necesidades de la red, en lo que se refiere a caídas de tensión, capacidad de transporte y pérdidas de transporte.

DATOS DE LA INSTALACIÓN:

Tensión nominal/ Frecuencia.	15 kV/ 50 Hz
Circuitos/ Conductores por fase	Uno/ 3
Conductor	LA-56
Factor de potencia (desfavorable).....	0,8
Longitud tramo 1:	15 m
Longitud tramo 2:	147,82 m

1.1. CAPACIDAD DE TRANSPORTE

La potencia máxima a transportar por la línea será:

$$P_{m\acute{a}x} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I_{m\acute{a}x} \cdot \cos \varphi_{med}$$

Siendo:

$P_{m\acute{a}x}$	Potencia máxima a transportar, en kW.
U	Tensión nominal de la línea, en kV.
$I_{m\acute{a}x}$	Intensidad máxima admisible del conductor, en A.
$\cos \varphi_{med}$	Factor de potencia medio de las cargas receptoras.

La intensidad máxima admisible de corriente se obtiene de acuerdo a lo indicado en el apartado 4.2 de la ITC-LAT 07 y se detalla a continuación. Se indican también los valores de resistencia y reactancia empleados en los cálculos.

Conductor	Sección (mm ²)	Alambres Aluminio	Alambres Acero	$I_{m\acute{a}x}$ (A)	R_{20} DC (Ω/km)	R_{50} AC (Ω/km)	X (Ω/km) (*)
47AL1/8-ST1A (antes LA-56)	54,6	6	1	199	0,6136	0,6870	0,405
(*) reactancia media asociada de las distintas configuraciones habituales.							

La potencia máxima a transportar por el Tramo 1 será:

$$P_{m\acute{a}x} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I_{m\acute{a}x} \cdot \cos \varphi_{med} = \sqrt{3} \cdot 15 \cdot 199 \cdot 0,8 = 4.136,14 \text{ kW} > 1.062,6 \text{ kW}$$

La potencia máxima a transportar por el Tramo 2 será:

$$P_{m\acute{a}x} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I_{m\acute{a}x} \cdot \cos \varphi_{med} = \sqrt{3} \cdot 15 \cdot 199 \cdot 0,8 = 4.136,14 \text{ kW} > 195,5 \text{ kW}$$



1.2. CAÍDA DE TENSIÓN

La caída de tensión vendrá dada por la siguiente expresión:

$$\Delta U = \frac{P \cdot L}{U} \cdot (R_{50} + X \cdot \tan \varphi) \text{ en valor absoluto}$$

$$\Delta U(\%) = \frac{P \cdot L}{10 \cdot U^2} \cdot (R_{50} + X \cdot \tan \varphi) \text{ en valor porcentual}$$

Siendo:

ΔU	Caída de tensión, en V.
P	Potencia a transportar, en kW.
L	Longitud de la línea, en km.
U	Tensión nominal de la línea, en kV.
R_{70}	Resistencia del conductor a 50°C en Ω/km .
X	Reactancia del conductor, en Ω/km .
φ	Angulo de desfase, en radianes.

Por lo tanto, la caída de tensión del Tramo 1 será:

$$\Delta U = \frac{1.062,6 \cdot 0,015}{15} \cdot (0,687 + 0,405 \cdot 0,75) = 1,053 \text{ V}$$

$$\Delta U(\%) = \frac{1.062,6 \cdot 0,015}{10 \cdot 15^2} \cdot (0,687 + 0,405 \cdot 0,75) = 0,007\%$$

Por lo tanto, la caída de tensión del Tramo 2 será:

$$\Delta U = \frac{195,5 \cdot 0,148}{15} \cdot (0,687 + 0,405 \cdot 0,75) = 1,91 \text{ V}$$

$$\Delta U(\%) = \frac{195,5 \cdot 0,148}{10 \cdot 15^2} \cdot (0,687 + 0,405 \cdot 0,75) = 0,013\%$$

1.3. PÉRDIDAS DE POTENCIA

Se analizarán las pérdidas de potencia por efecto Joule en la línea calculadas de acuerdo a la siguiente expresión:

$$\Delta P = 3 \cdot R_{50} \cdot L \cdot I^2$$

Siendo:

- ΔP Pérdidas de potencia por efecto Joule
- R_{70} Resistencia del conductor a 50°C en Ω/km .
- L Longitud de la línea, en km.
- I Intensidad de la línea, en amperios.

Para la LAMT del Tramo 1 objeto de este proyecto se obtiene:

$$\Delta P = 3 \cdot R_{50} \cdot L \cdot I^2 = 3 \cdot 0,687 \cdot 0,015 \cdot 199^2 = 1,22 \text{ kW}$$

Para la LAMT del Tramo 2 objeto de este proyecto se obtiene:

$$\Delta P = 3 \cdot R_{50} \cdot L \cdot I^2 = 3 \cdot 0,687 \cdot 0,148 \cdot 199^2 = 12,08 \text{ kW}$$

2. CÁLCULOS MECÁNICOS

Para el cálculo mecánico y el dimensionamiento de los distintos elementos que componen la línea eléctrica objeto del presente proyecto, se tienen en cuenta, las solicitaciones debidas a los conductores eléctricos.

2.1. CÁLCULO MECÁNICO DE LOS CONDUCTORES

Los criterios de cálculo mecánico de conductores se establecen en base a lo especificado en el apartado 3 de la ITC-LAT 07.

Las tensiones mecánicas y las flechas con que debe tenderse el conductor dependen de la longitud del vano y de la temperatura del conductor en el momento del tendido, de forma que al variar ésta, la tensión del conductor en las condiciones más desfavorables no sobrepase los límites establecidos, y de la zona donde se proyecta la instalación. A los efectos de cálculos mecánicos se considera zona B.

Denominación	LA – 56
Sección	54,6 mm ²
Diámetro	9,45 mm
Peso	0,189 kg/m
Modulo elástico	7.900 daN/mm ²
Coef. dilatación lineal	19,1 x 10 ⁻⁶ °C ⁻¹
Carga de Rotura	1.629 daN
Carga de viento, q	60 daN/m ²
Presión del viento (120 km/h) sobre el conductor	567 daN/m

2.1.1. Cargas permanentes

Para los conductores se consideran cargas verticales debidas al peso propio de los elementos, en este caso del conductor, cadenas de aisladores, herrajes y accesorios.

2.1.2. Cargas de viento

Se considera un viento mínimo de referencia de 120 km/h (33,3 m/s) de velocidad, supuesto de componente horizontal y actuando perpendicularmente a las superficies sobre las que incide.

La presión del viento sobre el conductor se calcula para la velocidad especificada V_v de la forma siguiente, según apartado 3.1.2.1. de la ITC-LAT07:

$$q = 60 \cdot \left(\frac{v_v}{120}\right)^2 \text{ daN/m}^2 \quad \text{para conductores de } d \leq 16 \text{ mm}$$

$$q = 50 \cdot \left(\frac{v_v}{120}\right)^2 \text{ daN/m}^2 \quad \text{para conductores de } d > 16 \text{ mm}$$

Por lo tanto, la acción total del viento sobre el conductor se obtiene de la siguiente expresión:

$$P_v = q \cdot d \left(\frac{daN}{m} \right)$$

Siendo:

d = diámetro del conductor en m.

q = presión del viento.

Resultando una presión de viento por metro lineal sobre los conductores de:

Denominación conductor Denominación antigua	Diámetro conductor(mm)	q, para viente de 120 km/h (daN/m)
47AL1/8-ST1A (LA-56)	9,45	0,567

2.1.3. Carga de hielo

- **Zona B: Altitud entre a 500 y 1.000 m**

Se considerarán sometidos los conductores y cables de tierra a la sobrecarga de un manguito de hielo de valor:

$$0,18 \cdot \sqrt{d} \text{ (daN)} \quad \text{por metro lineal}$$

Siendo:

d = diámetro del conductor en mm.

q = presión del viento.

2.1.4. Hipótesis de tracciones máximas

Las hipótesis de sobrecarga que se consideran para el cálculo de la tensión máxima en los conductores son las definidas en el apartado 3.2.1 ITC-LAT07 del R.L.A.T, según la zona por la que discorra la línea, considerando una velocidad el viento de 120 km/h. Las sobrecargas que les son aplicables son las siguientes:

ZONA B, Altitud entre 500 y 1.000 m			
Hipótesis	Temperatura (°C)	Sobrecarga de Viento	Sobre carga de hielo
Tracción máxima de viento	-10	Según apartado 3.1.2 ITC-LAT 07	No se aplica
Tracción máxima de hielo	-15	No se aplica	Según apartado 3.1.3 ITC-LAT 07
Tracción máximma de hielo + viento	-15	Según apartado 3.1.2 ITC-LAT 07	Según apartado 3.1.3 ITC-LAT 07

En caso de que se prevea la aparición en la zona de un viento excepcional, se considerarán los conductores, a la temperatura de -10°C en zona B, sometidos a su propio peso y a una sobrecarga de viento correspondiente a una velocidad superior a 120 km/h.

La tracción máxima de los conductores no resultará superior a su carga de rotura mínima, dividida por 3.

2.1.5. Hipótesis de flechas máximas

De acuerdo con el apartado 3.2.3 de la ITC-LAT 07, se determina la flecha máxima de los conductores, en zona A, en las siguientes hipótesis:

- Hipótesis de viento:** Sometidos a la acción de su peso propio y a una sobrecarga de viento, según apartado 3.1.2. ITC-LAT 07 a la temperatura de $+15^{\circ}\text{C}$, con una velocidad de 120 km/h.
- Hipótesis de temperatura:** Sometidos a la acción de su peso propio a la temperatura de $+50^{\circ}\text{C}$.
- Hipótesis de hielo:** Sometidos a la acción de su peso propio y a la sobrecarga de hielo correspondiente a la zona, según apartado 3.1.3. ITC-LAT 07 a la temperatura de 0°C .

2.1.6. Determinación de tracción de los conductores

Para el cálculo de las flechas y tensiones de los conductores, a partir de unas condiciones iniciales preestablecidas, se utiliza la ecuación de cambio de condiciones en su forma exacta:

$$\frac{2 \cdot T_2}{p_2} \cdot \operatorname{senh} \frac{a \cdot p_2}{2 \cdot T_2} = \frac{2 \cdot T_1}{p_1} \cdot \operatorname{senh} \frac{a \cdot p_1}{2 \cdot T_1} \left[1 + \alpha \cdot (\theta_2 - \theta_1) + \frac{T_1 - T_2}{E \cdot S} \right]$$

Donde:

- E** Módulo de elasticidad en daN/mm^2 .
- α** Coeficiente de dilatación lineal en $^{\circ}\text{C}^{-1}$.
- S** Sección del conductor en mm^2 .
- a** Vano en m.
- T_1, T_2** Tenses en daN en los estados inicial y final.
- p_1, p_2** Peso del conductor en los estados inicial y final en daN/m .
- θ_1, θ_2** Temperaturas del conductor en los estados inicial y final en $^{\circ}\text{C}$.

2.1.7. Determinación de las flechas

Conocido el valor de T_2 , se calcula la flecha correspondiente con la ecuación siguiente:

$$f = \frac{T_2}{p_2} \cdot \left(\cosh \frac{a \cdot p_2}{2 \cdot T_2} - 1 \right)$$

f= Máxima flecha del conductor.

a= Vano en m.

T₂ = Tenses en daN en los estados inicial y final.

p₂ = Peso del conductor en los estados inicial y final en daN/m.

El vano de cálculo ó regulación se determinará para la serie de vano comprendido entre el primer apoyo y el último de la línea, y vendrá dado por la expresión:

$$VANO_{regulación} = \sqrt{\frac{\sum a^3}{\sum a}}$$

TRAMO 1

Vano	Zona	Long. Vano (m)	Desnivel de conductores (m)	Vano Reg. (m)	-5°C		0°C		5°C		10°C		15°C		20°C		25°C		30°C		35°C		40°C		45°C		50°C	
					Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)
151-1	B	15	-4	15	376	0,01	334	0,02	292	0,02	250	0,02	209	0,03	169	0,03	130	0,04	95	0,06	69	0,08	51	0,11	41	0,13	35	0,16

TRAMO 2

Vano	Zona	Long. Vano (m)	Desnivel de conductores (m)	Vano Reg. (m)	-5°C		0°C		5°C		10°C		15°C		20°C		25°C		30°C		35°C		40°C		45°C		50°C	
					Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)
75-1	B	15	-4	15	376	0,01	334	0,02	292	0,02	250	0,02	209	0,03	169	0,03	130	0,04	95	0,06	69	0,08	51	0,11	41	0,13	35	0,16
1-2	B	70	-14	70	293	0,4	261	0,45	231	0,5	205	0,57	183	0,64	164	0,71	148	0,79	135	0,86	124	0,94	115	1,01	108	1,08	101	1,15
2-3	B	63	-17	63	315	0,31	280	0,35	247	0,4	217	0,45	191	0,51	169	0,58	151	0,65	136	0,72	123	0,79	113	0,86	105	0,93	98	1

Para los diferentes vanos comprendidos en la línea, se determinan sus flechas de regulación a partir de la expresión:

$$\text{FLECHA}_{\text{Vano a regular}} = \text{Flecha}_{\text{Vano cálculo}} \cdot \left(\frac{\text{Vano}_{\text{A regular}}}{\text{Vano}_{\text{Cálculo}}} \right)^2$$

TRAMO 1

Vano	Zona	Longitud Vano (m)	Desnivel de conductores (m)	Vano Regulación (m)	Tensión máxima (Kg.)	Zona A			Zona B			Zona C			Tens. (50°C)		Tens. (15°C+V)		Tens. (0°C+H)		Flecha mínima (m)	Flecha máxima (m)			
						EDS 15°C (%)	EDS 10°C (%)	EDS 10°C (%)	CHS (%)	Tensión (Kg) -5°C + 1/2V	Tensión (Kg) -10°C + 1/2V	Tensión (Kg) -15°C + 1/2V	Tensión (Kg) -5°C+V	Tensión (Kg) -10°C+V	Tensión (Kg) -15°C+H	Tensión (Kg) -15°C+V	Tensión (Kg) -20°C+H	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)			Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)
151-1	B	15	-3	15	470	---	15	---	22,51	---	420	---	---	426	470	---	---	35	0,16	234	0,07	352	0,06	0,01	0,16

TRAMO 2

Vano	Zona	Longitud Vano (m)	Desnivel de conductores (m)	Vano Regulación (m)	Tensión máxima (Kg.)	Zona A			Zona B			Zona C			Tens. (50°C)		Tens. (15°C+V)		Tens. (0°C+H)		Flecha mínima (m)	Flecha máxima (m)			
						EDS 15°C (%)	EDS 10°C (%)	EDS 10°C (%)	CHS (%)	Tensión (Kg) -5°C + 1/2V	Tensión (Kg) -10°C + 1/2V	Tensión (Kg) -15°C + 1/2V	Tensión (Kg) -5°C+V	Tensión (Kg) -10°C+V	Tensión (Kg) -15°C+H	Tensión (Kg) -15°C+V	Tensión (Kg) -20°C+H	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)			Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)
75-1	B	15	-4	15	470	---	15	---	22,51	---	420	---	---	426	470	---	---	35	0,16	234	0,08	352	0,06	0,01	0,16
1-2	B	70	-14	70	525	---	12,28	---	17,56	---	375	---	---	458	525	---	---	101	1,15	354	1,07	457	1,02	0,32	1,15
2-3	B	63	-17	63	525	---	13,01	---	18,84	---	389	---	---	460	525	---	---	98	1	347	0,91	452	0,87	0,25	1

2.2. CÁLCULO DE APOYOS

El cálculo de los apoyos se ha realizado aplicando las siguientes particularidades:

- Se ha supuesto un viento máximo de 120 km/h.
- No se considera la cuarta hipótesis puesto que:
 - Los conductores tienen un coeficiente de seguridad de 3 como mínimo.
 - El coeficiente de seguridad de los apoyos y cimentaciones en la hipótesis tercera se corresponde a las hipótesis normales.
 - Se instalan apoyos de anclaje, como máximo, cada 3 kilómetros.

TRAMO 1

RESUMEN CÁLCULO APOYOS

APOYOS		L. VANO (m)		TENSE MÁX (Kg)		COTA DEL TERRENO (m)	ÁNGULO INT (Cent.)	Altura útil cruc. inf. replanteo (m)	ZONA	TIPO TERRENO	SEGURIDAD REFORZADA
Nº	FUNCIÓN	ANTERIOR	POSTERIOR	ANTERIOR	POSTERIOR						
151	AN-AM	0	15	0	470	795	194	14	B	Normal	NO
1	FL	15	0	470	0	792		13	B	Normal	NO

1ª HIPÓTESIS

Los esfuerzos útiles de los apoyos en esta hipótesis ($E_{Hresist.}$) son coincidentes con un viento de 120km/h sobre el apoyo, con un coeficiente de seguridad incluido de valor 1,5.

Número apoyo	Función apoyo	Tipo cruceta	Torre seleccionada	ESFUERZOS VERTICALES			ESFUERZOS HORIZONTALES						Esfuerzo equivalente (Kg)	Momento torsor (Kg x m)	
				Fase (Kg)	Protección (Kg)	Total (Kg)	Fase (Kg)		Protección (Kg)		Total (Kg)				
							Transversal	Longitudinal	Transversal	Longitudinal	Transversal	Longitudinal			
151	AN-AM	B	C-2000	26		78	140	5				420	16	436	---
1	FL	T	C-2000	-32		-96	15	426				44	1278	1322	---

2ª HIPÓTESIS

Los esfuerzos útiles de los apoyos en esta hipótesis ($E_{Hresist.}$) llevan un coeficiente de seguridad incluido de valor 1,5.

Número apoyo	Función apoyo	Tipo cruceta	Torre seleccionada	ESFUERZOS VERTICALES			ESFUERZOS HORIZONTALES						Esfuerzo equivalente (Kg)	Momento torsor (Kg x m)
				Fase (Kg)	Protección (Kg)	Total (Kg)	Fase (Kg)		Protección (Kg)		Total (Kg)			
							Transversal	Longitudinal	Transversal	Longitudinal	Transversal	Longitudinal		
151	AN-AM	B	C-2000	133		399	0	470			0	1410	1410	---
1	FL	T	C-2000	-118		-353	0	470			0	1410	1410	---

3ª HIPÓTESIS

Los esfuerzos útiles de los apoyos en esta hipótesis ($E_{Hresist.}$) llevan un coeficiente de seguridad incluido de valor 1,2.

Número apoyo	Función apoyo	Tipo cruceta	Torre seleccionada	ESFUERZOS VERTICALES			ESFUERZOS HORIZONTALES						Esfuerzo equivalente (Kg)	Momento torsor (Kg x m)
				Fase (Kg)	Protección (Kg)	Total (Kg)	Fase (Kg)		Protección (Kg)		Total (Kg)			
							Transversal	Longitudinal	Transversal	Longitudinal	Transversal	Longitudinal		
151	AN-AM	B	C-2000	94		281	46	79			137	236	373	---
1	FL	T	C-2000	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

4ª HIPÓTESIS

Los esfuerzos útiles por fase de los apoyos en esta hipótesis ($E_{Hresist.}$) llevan un coeficiente de seguridad incluido de valor 1,2.

Número apoyo	Función apoyo	Tipo cruceta	Torre seleccionada	ESFUERZOS VERTICALES			ESFUERZOS HORIZONTALES												
				Fase (Kg)	Protección (Kg)	Total (Kg)	Fase con rotura (Kg)		Fase sin rotura (Kg)		Protección (Kg)		Total (Kg)		Torsión simple (Kg)	Torsión compuesta (Ángulos y FL) (Kg)			
							Trans.	Long.	Trans.	Long.	Trans.	Long.	Trans.	Long.		Esf.Útil	Esf.Equiv.	M.Torsor(Kg x m)	
151	AN-AM	B	C-2000																
1	FL	T	C-2000	-118		-353	0	0	0	470	0	0	0	940	---	940	940	588	

TRAMO 2:

RESUMEN CÁLCULO APOYOS

APOYOS		L. VANO (m)		TENSE MÁX (Kg)		COTA DEL TERRENO (m)	ÁNGULO INT (Cent.)	Altura útil cruc. inf. replanteo (m)	ZONA	TIPO TERRENO	SEGURIDAD REFORZADA
Nº	FUNCIÓN	ANTERIOR	POSTERIOR	ANTERIOR	POSTERIOR						
75	AN-AM	0	15	0	470	819	143	14	B	Normal	NO
1	AL-AM	15	69,55	470	525	816		13	B	Normal	NO
2	AL-AM	69,55	63,27	525	525	803		12	B	Normal	NO
3	FL	63,27	0	525	0	788		10	B	Normal	NO

1ª HIPÓTESIS

Los esfuerzos útiles de los apoyos en esta hipótesis ($E_{Hresist.}$) son coincidentes con un viento de 120km/h sobre el apoyo, con un coeficiente de seguridad incluido de valor 1,5.

Número apoyo	Función apoyo	Tipo cruceta	Torre seleccionada	ESFUERZOS VERTICALES			ESFUERZOS HORIZONTALES						Esfuerzo equivalente (Kg)	Momento torsor (Kg x m)
				Fase (Kg)	Protección (Kg)	Total (Kg)	Fase (Kg)		Protección (Kg)		Total (Kg)			
							Transversal	Longitudinal	Transversal	Longitudinal	Transversal	Longitudinal		
75	AN-AM	B	C-2000	38		115	15	426			44	1278	1322	---
1	AL-AM	T	C-2000	5		15	46	32			137	96	233	---
2	AL-AM	B	C-2000	26		78	60	2			180	6	186	---
3	FL	T	C-2000	-30		-91	29	460			88	1380	1468	---

2ª HIPÓTESIS

Los esfuerzos útiles de los apoyos en esta hipótesis ($E_{Hresist.}$) llevan un coeficiente de seguridad incluido de valor 1,5.

Número apoyo	Función apoyo	Tipo cruceta	Torre seleccionada	ESFUERZOS VERTICALES			ESFUERZOS HORIZONTALES						Esfuerzo equivalente (Kg)	Momento torsor (Kg x m)
				Fase (Kg)	Protección (Kg)	Total (Kg)	Fase (Kg)		Protección (Kg)		Total (Kg)			
							Transversal	Longitudinal	Transversal	Longitudinal	Transversal	Longitudinal		
75	AN-AM	B	C-2000	133		399	0	470			0	1410	1410	---
1	AL-AM	T	C-2000	16		49	0	55			0	165	165	---
2	AL-AM	B	C-2000	90		271	0	0			0	0	0	---
3	FL	T	C-2000	-115		-344	0	525			0	1575	1575	---

3ª HIPÓTESIS

Los esfuerzos útiles de los apoyos en esta hipótesis ($E_{Hresist.}$) llevan un coeficiente de seguridad incluido de valor 1,2.

Número apoyo	Función apoyo	Tipo cruceta	Torre seleccionada	ESFUERZOS VERTICALES			ESFUERZOS HORIZONTALES						Esfuerzo equivalente (Kg)	Momento torsor (Kg x m)
				Fase (Kg)	Protección (Kg)	Total (Kg)	Fase (Kg)		Protección (Kg)		Total (Kg)			
							Transversal	Longitudinal	Transversal	Longitudinal	Transversal	Longitudinal		
75	AN-AM	B	C-2000	40		119	420	71			1261	213	1474	---
1	AL-AM	T	C-2000	16		49	0	79			0	236	236	---
2	AL-AM	B	C-2000	90		271	0	79			0	236	236	---
3	FL	T	C-2000	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

4ª HIPÓTESIS

Los esfuerzos útiles por fase de los apoyos en esta hipótesis ($E_{Hresist.}$) llevan un coeficiente de seguridad incluido de valor 1,2.

Número apoyo	Función apoyo	Tipo cruceta	Torre seleccionada	ESFUERZOS VERTICALES			ESFUERZOS HORIZONTALES										Torsión simple (Kg)	Torsión compuesta (Ángulos y FL) (Kg)		
				Fase (Kg)	Protección (Kg)	Total (Kg)	Fase con rotura (Kg)		Fase sin rotura (Kg)		Protección (Kg)		Total (Kg)		Esf. Util	Esf. Equiv		M.Torsor (Kg x m)		
							Trans.	Long.	Trans.	Long.	Trans.	Long.	Trans.	Long.						
75	AN-AM	B	C-2000																	
1	AL-AM	T	C-2000																	
2	AL-AM	B	C-2000																	
3	FL	T	C-2000	-115		-344	0	0	0	525	0	0	0	1050	---	1050	1050	656		

2.3. AISLAMIENTO Y HERRAJES

2.3.1. Aisladores

Según establece la ITC-LAT 07, apartado 3.4, el coeficiente de seguridad mecánico de los aisladores no será inferior a 3.

$$C.S = \text{Carga rotura aislador} / T_{\text{máx}} = 7000 / 525 = 13,33 \geq 3$$

2.4. CÁLCULO DE LAS CIMENTACIONES

El cálculo de cimentaciones de los apoyos se realizará teniendo en cuenta todo lo que al respecto se especifica en el artículo 3 apartado 6 de la Instrucción 07 del RD 223/2008 de Reglamento de Líneas de Alta Tensión.

Se aplicarán las dimensiones de las cimentaciones indicadas por el fabricante y calculadas según el método suizo Sulzberger.

El momento de vuelco será:

$$M_v = F \left(h + \frac{2}{3} t \right) + F_v \left(\frac{h_t}{2} + \frac{2}{3} t \right)$$

Y el momento resistente al vuelco:

$$M_r = M_1 + M_2$$

Donde:

$M_1 = 139 \cdot K \cdot a \cdot t^4$ Momento debido al empotramiento lateral del terreno.

$M_2 = 880 \cdot a^3 \cdot t + 0.4 \cdot p \cdot a$ Momento debido a las cargas verticales

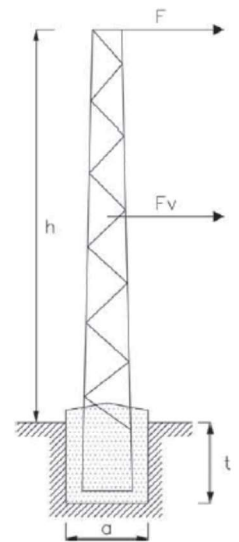
Siendo:

- K** Coeficiente de compresibilidad del terreno a 2 m de profundidad ($\text{Kg/cm}^2 \times \text{cm}$)
- F** Esfuerzo nominal del apoyo en kg.
- h** Altura de aplicación del esfuerzo nominal en m.
- F_v** Esfuerzo de viento sobre la estructura en kg.
- h_t** Altura total del apoyo en m.
- a** Anchura de la cimentación en m.
- t** Profundidad de la cimentación en m.
- p** Peso del apoyo y herrajes en kg.

Estas cimentaciones deben su estabilidad fundamentalmente a las reacciones horizontales del terreno, por lo que teniendo en cuenta el punto 3.6.1. de la ITC-LAT 07, debe cumplirse que:

$$M_1 + M_2 \geq M_v$$

El coeficiente de seguridad resultante entre el momento estabilizador y el momento de vuelco no será inferior a 1,5 en las hipótesis normales (1H y 2H) ni inferior a 1,2 en las demás hipótesis (3H y 4H).



Resultado de los datos de las cimentaciones del Tramo 1 mediante Imedexa:

Nº APOYO	TORRE	TERRENO	TIPO	a (m)	h (m)	b (m)	H (m)	c (m)	V (Exc) (m3)	V (Horm.) (m3)
151	C-2000-16	Normal	Monobloque	1,13	2,05				2,62	2,87
1	C-2000-16	Normal	Monobloque	1,13	2,05				2,62	2,87

Resultado de los datos de las cimentaciones del Tramo 2 mediante Imedexa:

Nº APOYO	TORRE	TERRENO	TIPO	a (m)	h (m)	b (m)	H (m)	c (m)	V (Exc) (m3)	V (Horm.) (m3)
75	C-2000-16	Normal	Monobloque	1,13	2,05				2,62	2,87
1	C-2000-16	Normal	Monobloque	1,13	2,05				2,62	2,87
2	C-2000-14	Normal	Monobloque	1,05	2,01				2,22	2,44
3	C-2000-14	Normal	Monobloque	1,05	2,01				2,22	2,44

2.5. DISTANCIAS DE SEGURIDAD

2.5.1. Distancia a masa

Las dimensiones de los apoyos y armados utilizados aseguran que aún en los casos más desfavorables, la distancia entre conductor y masa se mantiene en cualquier caso por encima de la mínima que se establece en el R.L.A.T., que para líneas de 15 kV de tensión nominal es de 0,20 m como mínimo.

2.5.2. Distancia de los conductores al terreno

Según el artículo 5 apartado 5 de la Instrucción 07 del RD 223/2008 de Reglamento de Líneas de Alta Tensión, la distancia mínima de los conductores a cualquier punto del terreno, en el momento de flecha máxima, será:

$$D = 5,3 + D_{el} \text{ con un mínimo de } 7\text{m.}$$

Para una tensión de 15 kV $D_{el}=0,20$, con lo que la distancia $D=5,50\text{m}$.

Según RLAT, cuando las líneas atraviesen explotaciones ganaderas cercadas o explotaciones agrícolas la altura mínima será de 7 metros, con objeto de evitar accidentes por proyección de agua o por circulación de maquinaria agrícola, camiones y otros vehículos.

Se tomará el mínimo de 8m.

2.5.3. Separación entre conductores

Según el artículo 4.1 apartado 5 de la Instrucción 07 del RD 223/2008 del Reglamento de Líneas de Alta Tensión, la distancia mínima entre conductores de fase se determinará con la siguiente expresión:

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

Siendo:

K 0,65 Coeficiente de oscilación del conductor

L Longitud de la cadena de aisladores (L=0 para amarre)

F Flecha máxima en metros

$D_{pp}=0,20$ Distancia mínima aérea especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre los conductores de fase durante sobretensiones de frente lento o rápido.

$K'=0,75$ Coeficiente que depende de la tensión nominal de la línea.

TRAMO 1

Núm. apoyo	Func. apoyo	Tipo torre	Tipo armado	Altura util conductor replanteo	Altura util conductor definitivo	Características del armado (m)				Comprobación ahorro con alturas definitivas		Comprobación dist. entre conductores en el apoyo (m)			Comprobación dist. entre conductores en el vano (m)				Comprobación dist. a masa (m)												
						TipoB	"b"	"d"	"h"	β (*)	Máx admisible	Estado apoyo	Dist. entre fases exigida mínima	Distancia existente Fase-Fase	Distancia existente Fase-Prot	Dist. entre fases exig. Vano ant.	Dist. exist. fase-prot. Vano ant.	Dist. entre fases exig. Vano post.	Dist. exist. fase-prot. Vano post.	Lpuent	D1	D2	D3	D4	D6						
151	AN-AM	C-2000-16	B	14	14,79	B1	1,5	0,7	---				0,37	1,57	---	---	---	0,37	---	0,4	0,67	0,38	0,43	---	0,03						
1	FL	C-2000-16	T	13	13,49	T1	1,25	0,6	---				0,37	1,39	---	0,37	---	---	---	0,4	0,38	0,85									

TRAMO 2

Núm. apoyo	Func. apoyo	Tipo torre	Tipo armado	Altura util conductor replanteo	Altura util conductor definitivo	Características del armado (m)				Comprobación ahorro con alturas definitivas		Comprobación dist. entre conductores en el apoyo (m)			Comprobación dist. entre conductores en el vano (m)				Comprobación dist. a masa (m)												
						TipoB	"b"	"d"	"h"	β (*)	Máx admisible	Estado apoyo	Dist. entre fases exigida mínima	Distancia existente Fase-Fase	Distancia existente Fase-Prot	Dist. entre fases exig. Vano ant.	Dist. exist. fase-prot. Vano ant.	Dist. entre fases exig. Vano post.	Dist. exist. fase-prot. Vano post.	Lpuent	D1	D2	D3	D4	D6						
75	AN-AM	C-2000-16	B	14	14,79	B1	1,5	0,7	---				0,37	1,57	---	---	---	0,37	---	0,4	0,67	0,38	0,43	---	0,03						
1	AL-AM	C-2000-16	T	13	13,49	T1	1,25	0,6	---				0,82	1,39	---	0,37	---	0,82	---	0,4	0,38	0,85									
2	AL-AM	C-2000-14	B	12	12,84	B1	1,5	0,7	---				0,82	1,57	---	0,82	---	0,77	---	0,4	0,67	0,38	0,43	---	0,03						
3	FL	C-2000-14	T	10	11,54	T1	1,25	0,6	---				0,77	1,39	---	0,77	---	---	---	0,4	0,38	0,85									

2.5.4. Distancia de seguridad en cruzamientos, paralelismos y paso por zonas

- Cruzamientos.

Línea 15 kV con:	Distancia Vertical	Distancia Mínima
Líneas Eléctricas y de Telecomunicación	$d > 1,5 + D_{el} \text{ mts}$	2,00m
Carreteras y Ferrocarriles sin electrificar	$d > 6,3 + D_{el} \text{ mts}$	7,00 m
Ferrocarriles electrificados	$d > 3,5 + D_{el} \text{ mts}$	4,00 m
Ríos y canales, navegables o flotables	$d > G + 2,3 + D_{el} \text{ mts}$	7,20 m

- Paralelismos.

Línea 15 kV con:	Distancia Horizontal
Líneas Eléctricas	1,5 veces la altura del apoyo más alto
Líneas de Telecomunicación	1,5 veces la altura del apoyo más alto
Vías de comunicación	Autopistas, Autovías y Vías Rápidas: 50m Resto: 25 m ó 1,5 veces la altura del apoyo
Ferrocarriles y cursos de agua navegables	25 m ó 1,5 veces la altura del apoyo

- Paso por zonas.

Línea 15 kV con:	Distancia Mínima
Edificios zona accesible	6 m
Edificios zona inaccesible	4 m
Arbolado	2 m
Al terreno	6 m

3. PUESTA A TIERRA DE LOS APOYOS

3.1. DATOS INICIALES

Para el cálculo de la instalación de puesta a tierra y de las tensiones de paso y contacto se empleará el procedimiento del “*Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de tercera categoría*”, editado por UNESA y sancionado por la práctica.

Los datos necesarios para realizar el cálculo serán:

U Tensión de servicio de la red (V).

ρ Resistividad del terreno ($\Omega \cdot m$).

Duración de la falta:

Tipo de relé para desconexión inicial (Tiempo Independiente o Dependiente).

I_a' Intensidad de arranque del relé de desconexión inicial (A).

t' Relé de desconexión inicial a tiempo independiente. Tiempo de actuación del relé (s).

K', n' Relé de desconexión inicial a tiempo dependiente. Constantes del relé que dependen de su curva característica intensidad-tiempo.

Reenganche rápido, no superior a 0'5 seg.

Para el caso de red con neutro aislado:

C_a Capacidad homopolar de la línea aérea (F/Km). Normalmente se adopta $C_a=0,006 \mu F/Km$.

L_a Longitud total de las líneas aéreas de media tensión subsidiarias de la misma transformación AT/MT (Km).

C_c Capacidad homopolar de la línea subterránea (F/Km). Normalmente se adopta $C_c=0,25 \mu F/Km$.

L_c Longitud total de las líneas subterráneas de media tensión subsidiarias de la misma transformación AT/MT (Km).

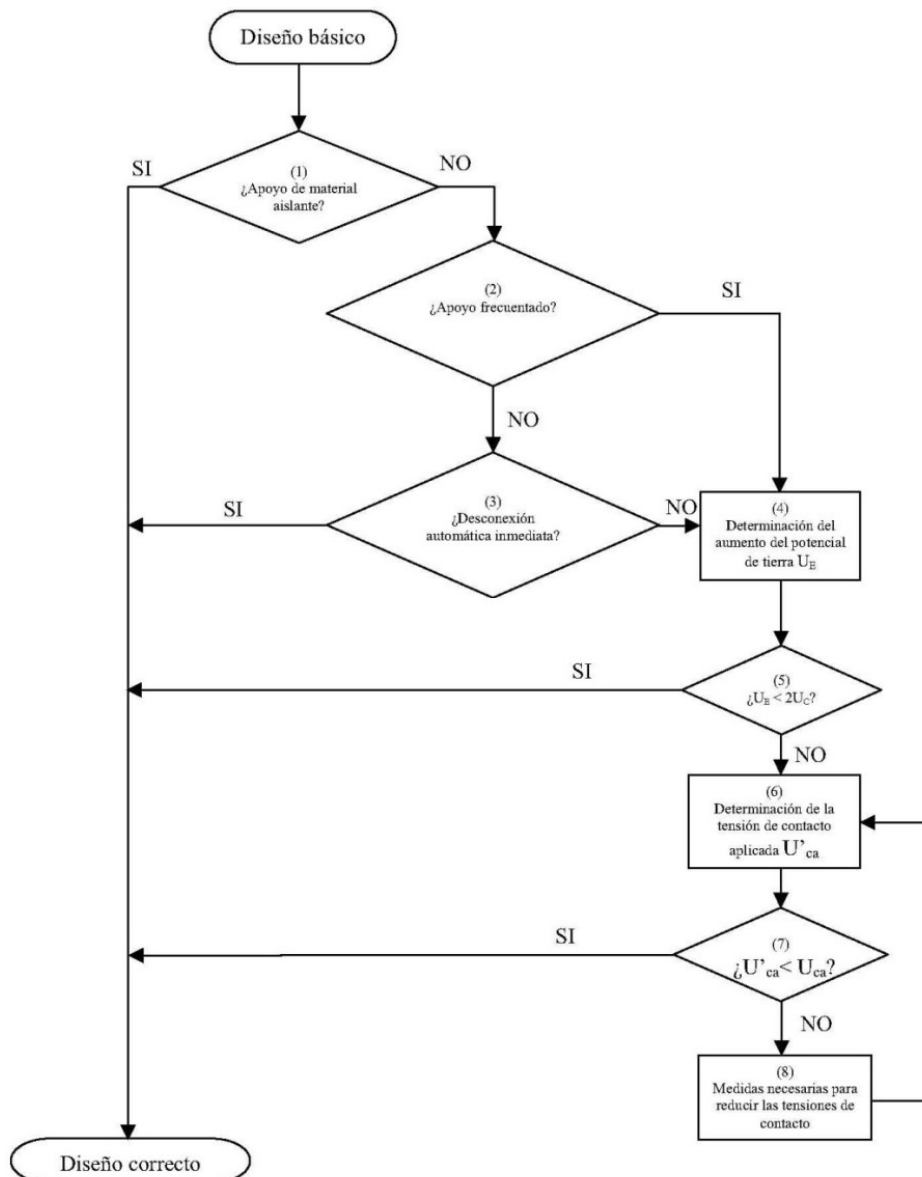
ω Pulsación de la corriente ($\omega = 2 \cdot \pi \cdot f = 2 \cdot \pi \cdot 50 = 314,16 \text{ rad/s}$).

A continuación, se detallan los pasos a seguir para el cálculo y diseño de la instalación de tierra.

DATOS DE LA RED	
TRAMO 1	
Sistema de conexión del neutro	Aislado
Subestación eléctrica	S.E. CARIÑENA
Tensión nominal (kV)	15 kV
Línea M.T.	TOSOS
La (km)	15,415
Lc (km)	2,03
TRAMO 2	
Sistema de conexión del neutro	Aislado
Subestación eléctrica	S.E. CARIÑENA
Tensión nominal (kV)	15 kV
Línea M.T.	CARIÑENA
La (km)	33,138
Lc (km)	5,17

3.2. CÁLCULO DE LA PUESTA A TIERRA DE LOS APOYOS

Los apoyos se clasifican en frecuentados y en no frecuentados y el diseño de su puesta a tierra se realiza siguiendo el siguiente esquema:



Los apoyos son de material no aislante y se clasifican según su ubicación en apoyos no frecuentados (NF), a pesar de ello, a efectos de cálculo, los apoyos se considerarán como frecuentados debido a la presencia de elementos de maniobra en ellos.

3.2.1. Investigación de las características del terreno. Resistividad.

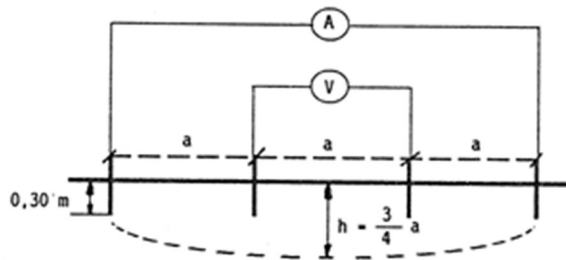
Para instalaciones de tercera categoría y de intensidad de cortocircuito a tierra menor o igual a 1'5 kA, el apartado 4.1 de la ITC-RAT 13 admite, además de medir, se pueda estimar la resistividad del terreno.

Para la estimación de la resistividad del terreno es de utilidad la tabla siguiente en la que se dan valores orientativos de la misma en función de la naturaleza del suelo:

Naturaleza del terreno	Resistividad ($\Omega \cdot m$)
Calizas blandas	100 a 300

En el caso de que se requiera realizar la medición de la resistividad del terreno, se recomienda utilizar el método de Wenner. Se clavarán en el terreno cuatro picas alineadas a distancias (a) iguales entre sí y simétricas con respecto al punto en el que se desea medir la resistividad (ver figura siguiente). La profundidad de estas picas no es necesario que sea mayor de unos 30 cm.

Método de Wenner. Medición de la resistividad del terreno.



Dada la profundidad máxima a la que se instalará el electrodo de puesta a tierra del apoyo (h), calcularemos la interdistancia entre picas para realizar la medición mediante la siguiente expresión:

$$a = \frac{4}{3} \cdot h$$

Con el aparato de medida se inyecta una diferencia de potencial (V) entre las dos picas centrales y se mide la intensidad (I) que circula por un cable conductor que une a las dos picas extremas. La resistividad media del terreno entre la superficie y la profundidad h viene dada por:

$$\rho_h = \frac{2 \cdot \pi \cdot a \cdot V}{I}$$

Si denominamos r a la lectura del aparato:

$$r = \frac{V}{I}$$

la resistividad quedará:

$$\rho_h = 2 \cdot \pi \cdot a \cdot r$$

siendo:

- ρ_h Resistividad media del terreno entre la superficie y la profundidad h ($\Omega \cdot m$).
- r Lectura del equipo de medida (Ω).
- a Interdistancia entre picas en la medida (m).

OTRAS CONSIDERACIONES
La línea no cuenta con vanos de PAT ó se adopta el caso más restrictivo ($r = 1$)
Valor de resistividad del terreno: 200 $\Omega \cdot m$

3.2.2. Determinación de la intensidad de defecto neutro aislado

La intensidad de defecto a tierra es la capacitiva de la red respecto a tierra, y depende de la longitud y características de las líneas de MT de la subestación.

$$I_d = \frac{\sqrt{3} \cdot U \cdot \omega \cdot (C_a \cdot L_a + C_c \cdot L_c)}{\sqrt{1 + [\omega \cdot (C_a \cdot L_a + C_c \cdot L_c)]^2 \cdot (3 \cdot R_t)^2}}$$

en la que:

- I_d Corriente de defecto en la línea, en A,
- R_t Resistencia de tierra del apoyo más cercano a la falta, en Ω ,

El resto de variables tienen la definición y unidades dadas en el apartado 5.1. Esto mismo es aplicable para el resto de referencias del presente documento.

3.2.3. Tiempo de eliminación del defecto

La línea de MT dispone de los dispositivos necesarios para despejar, en su caso, los posibles defectos a tierra mediante la apertura del interruptor que actúa por la orden transmitida por un relé que controla la intensidad de defecto.

Respecto a los tiempos de actuación de los relés, las variantes normales son las siguientes:

Relés a tiempo independiente:

El tiempo de actuación no depende del valor de la sobreintensidad. Cuando esta supera el valor del arranque, actúa en un tiempo prefijado. En este caso:

$$t' = cte$$

3.2.4. Resistencia de tierra de los electrodos

La resistencia de tierra del electrodo, que depende de su forma, dimensiones y de la resistividad del suelo, se puede calcular de acuerdo a las fórmulas contenidas en la siguiente tabla, o mediante programas u otras expresiones numéricas suficientemente probadas:

Resistencia electrodos habituales

Tipo de electrodo	Resistencia en ohmios
Pica vertical	$R = \frac{\rho}{L}$
Conductor enterrado horizontalmente	$R = \frac{2\rho}{L}$
Malla de tierra	$R = \frac{\rho}{4r} + \frac{\rho}{L}$

Siendo:

- R Resistencia de tierra del electrodo en Ω
- ρ Resistividad del terreno de $\Omega \cdot m$.
- L Longitud en metros de la pica o del conductor, y en malla la longitud total de los conductores enterrados.
- r radio en metros de un círculo de la misma superficie que el área cubierta por la malla.

También pueden seleccionarse electrodos de entre las configuraciones tipo de las tablas del *Anexo 2* del "Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de tercera categoría" de UNESA. Las distintas configuraciones posibles vienen identificadas por un código que contiene la siguiente información:

Electrodos con picas en anillo

A-B / C / DE

- A Dimensión del lado mayor del electrodo (dm).
- B Dimensión del lado menor del electrodo (dm).
- C Profundidad a la que está enterrado el electrodo, es decir, la cabeza de las picas (dm).
- D Número de picas.
- E Longitud de las picas (m).

Una vez seleccionado el electrodo, obtendremos de las tablas del *Anexo 2* del "Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de tercera categoría" de UNESA sus parámetros característicos:

- K_r Valor unitario de la resistencia de puesta a tierra ($\Omega/\Omega \cdot m$)

- K_p Valor unitario que representa la máxima tensión de paso unitaria en la instalación ($V/\Omega \cdot m \cdot A$)
- K_c Valor unitario que representa la máxima tensión de contacto unitaria en la instalación ($V/\Omega \cdot m \cdot A$)

En función de la geometría del electrodo elegido se obtendrá el factor de resistencia de tierra K_r ($\Omega/\Omega \cdot m$), el valor de resistencia de tierra de dicho electrodo se obtendrá como:

$$R' = \rho \cdot K_r$$

Siendo:

R' : Resistencia de tierra para electrodo elegido,

ρ : Resistividad del terreno en $\Omega \cdot m$,

K_r : Factor de resistencia.

Una vez identificado el valor de la resistencia de tierra del electrodo de puesta a tierra se calcula la intensidad de defecto en dicho apoyo.

$$I'_d = \frac{\sqrt{3} \cdot U \cdot \omega \cdot (C_a \cdot L_a + C_c \cdot L_c)}{\sqrt{1 + [\omega \cdot (C_a \cdot L_a + C_c \cdot L_c)]^2 \cdot (3 \cdot R'_t)^2}}$$

3.2.5. Cálculo de tierras en apoyos frecuentados

El electrodo a utilizar en este tipo de apoyos estará compuesto por un anillo cerrado, a una profundidad de al menos 0,50 m, al que se conectarán al menos cuatro picas.

Para considerar que el diseño del sistema de puesta a tierra es correcto se debe cumplir que la elevación del potencial de tierra sea menor que dos veces el valor máximo admisible de la tensión de contacto, es decir:

$$U_E < 2 \cdot U_C$$

En caso de no cumplirse la condición anterior será necesario analizar que la tensión de contacto aplicada es inferior a la tensión de contacto aplicada admisible ($U'_{ca} \leq U_{ca}$). Esto se garantiza si se cumple que la tensión de contacto calculada para la instalación, ante un posible defecto, es inferior a la tensión de contacto máximo admisible:

$$U'_c \leq U_C$$

Siendo:

U_E Aumento del potencial de tierra, en V,

U'_c Tensión de contacto, en V,

U_C Tensión de contacto máxima admisible, en V,

En caso de no verificarse alguna de las expresiones anteriores, el diseño del sistema de puesta a tierra no será válido y será necesario repetir los cálculos con una configuración distinta o implementar algunas de las medidas adicionales propuestas en el apartado Clasificación de los apoyos según su ubicación del documento Memoria para eliminar el riesgo de contacto. En este último caso se deberá comprobar que las tensiones de paso son inferiores a las máximas admisibles:

$$U'_p < U_p$$

Una vez construida la instalación de puesta a tierra de los apoyos frecuentados será necesario realizar la correspondiente medición de las tensiones de contacto, o en su lugar, realizar la medición de la resistencia de puesta a tierra, puesto que se ha establecido una correlación ente los valores de la tensión de contacto y la resistencia de puesta a tierra de acuerdo a un procedimiento sancionado por la práctica.

3.2.5.1. Determinación del aumento de potencial ante un defecto a tierra

El aumento de potencial de tierra cuando el electrodo evacúa una corriente de defecto es:

$$U_E = I_d \cdot R'$$

Siendo:

- U_E:** Aumento de potencial respecto una tierra lejana, en V,
- I_d:** Corriente de defecto en la línea, en A,
- R':** Resistencia de tierra para electrodo elegido, en Ω

3.2.5.2. Determinación de las tensiones contacto máximas admisibles

El cálculo de la tensión de contacto máxima admisible se determinará a partir de la tensión de contacto aplicada admisible sobre el cuerpo humano en función del tiempo de duración de la falta, que se establece en la tabla 18 de la ITC-LAT 07:

Tabla. Tensión de contacto aplicada admisible, Tabla 18 ITC-LAT 07

Duración de la falta t_F (s)	Tensión de contacto aplicada admisible U_{ca} (V)
1	107

$$U_c = U_{ca} \cdot \left[1 + \frac{R_{a1} + R_{a2}}{2 \cdot Z_B} \right] = U_{ca} \cdot \left[1 + \frac{R_{a1} + 1,5 \cdot \rho_s}{1.000} \right]$$

Siendo:

- U_c:** Tensión de contacto máxima admisible, en V.

- U_{ca} :** Valor admisible de la tensión de contacto aplicada que es función de la duración de la corriente de falta según tabla 18 ITC-LAT 07, en V.
- R_{a1} :** Resistencia del calzado de un pie cuya suela sea aislante, en Ω . Se puede emplear como valor 2.000 Ω . Se considerará nula esta resistencia cuando las personas puedan estar descalzas (piscinas, campings, áreas recreativas...)
- R_{a2} :** Resistencia a tierra del punto de contacto con el terreno. Se considera que $R_{a2} = 1,5 \cdot \rho_s$
- ρ_s :** Resistividad superficial del terreno en $\Omega \cdot m$.
- Z_B :** Impedancia del cuerpo humano, se considera 1.000 Ω .

3.2.5.3. Determinación de las tensiones paso máximas admisibles

Las tensiones de paso admisibles son mayores a tensiones de contacto admisibles, si el sistema de puesta a tierra satisface los requisitos establecidos respecto a las tensiones de contacto aplicadas, se puede suponer que, en la mayoría de los casos, no aparecerán tensiones de paso peligrosas.

Cuando las tensiones de contacto calculadas sean superiores a los valores máximos admisibles, se recurrirá al empleo de medidas adicionales de seguridad a fin de reducir el riesgo de las personas y de los bienes, en cuyo caso será necesario cumplir los valores máximos admisibles de las tensiones de paso aplicadas, debiéndose tomar como referencia lo establecido en el Reglamento de Instalaciones Eléctricas de Alta Tensión y sus fundamentos técnicos:

$$U_p = U_{pa} \cdot \left[1 + \frac{2R_{a1} + 2R_{a2}}{Z_B} \right] = 10U_{ca} \cdot \left[1 + \frac{2R_{a1} + 6\rho_s}{1.000} \right]$$

Siendo:

- U_p :** Tensión de paso máxima admisible, en V,
- U_{pa} :** Valor admisible de la tensión de paso aplicada 10 U_{ca} , que es función de la duración de la corriente de falta según tabla 18 ITC-LAT 07, en V.
- R_{a1} :** Resistencia del calzado de un pie cuya suela sea aislante, en Ω . Se puede emplear como valor 2.000 Ω . Se considerará nula esta resistencia cuando las personas puedan estar descalzas (piscinas, campings, áreas recreativas...)
- R_{a2} :** Resistencia a tierra del punto de contacto con el terreno. Se considera que $R_{a2} = 1,5 \cdot \rho_s$,
- ρ_s :** Resistividad superficial del terreno en $\Omega \cdot m$.
- Z_B :** Impedancia del cuerpo humano, se considera 1.000 Ω .

3.2.5.4. Determinación de las tensiones de contacto y paso

En función de la geometría y configuración del electro elegido, y en base a los parámetros indicados en el Anexo 2 del "Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de tercera categoría" de UNESA, se calculan los valores de la tensión de contacto:

$$U'c = I'_d \cdot \rho \cdot Kc$$

Siendo:

- U'c:** Tensión de contacto calculada, en V,
- I'd:** Intensidad de defecto en A,
- ρ :** Resistividad del terreno en $\Omega \cdot m$,
- Kc:** Factor de tensión de contacto $V/\Omega \cdot m$.

El valor de la tensión de paso se obtendrá como:

$$U'p = I'_d \cdot \rho \cdot Kp$$

Siendo:

- U'p:** Tensión de paso calculada,
- I'd:** Intensidad de defecto en A,
- ρ :** Resistividad del terreno en $\Omega \cdot m$,
- Kp:** Factor de tensión de paso en $V/\Omega \cdot m$.

3.2.5.5. Comprobación de que se satisfacen las condiciones exigidas

Se debe verificar que se satisfacen las expresiones indicadas en el apartado 4.2.7

$$U_E < 2 \cdot U_C \text{ o } U'_c \leq U_C$$

De igual modo, en caso de que la tensión de contacto sea superior a los valores máximos admisibles y se definan medidas adicionales que eliminen el riesgo de contacto, será necesario que se satisfaga:

$$U'_p \leq U_p$$

3.3. RESUMEN CÁLCULO PUESTA A TIERRA DE LOS APOYOS

3.3.1. Apoyos frecuentados (TRAMO 1)

DATOS DE PARTIDA		
Longitud total líneas aéreas AT subsidiarias misma transformación (km)	La	15,415
Longitud total líneas sub. AT subsidiarias misma transformación (km)	Lc	2,03
Tiempo Falta (s)	tf	0,95
Intensidad de Falta (A)	If	7,61
Resistividad superficial del terreno en $\Omega \cdot m$ (apoyo)	ρ_s	200
Valor admisible de la tensión de contacto aplicada (ver tabla) (V)	Uca	107
Resistencia del calzado cuya suela sea aislante, en Ω	Ra1	2000
Resistencia a tierra del punto de contacto con el terreno, en Ω	Ra2	300
Impedancia del cuerpo humano, en Ω	ZB	1000
ELECTRODO APOYO NO FRECUENTADO	40-40/8/42	
Factor de resistencia ($\Omega/\Omega \cdot m$)	Kr	0,089
Factor de tensión de contacto $V/\Omega \cdot m$	Kc	0,0447
Factor de tensión de paso en $V/\Omega \cdot m$	Kp	0,0144
RESULTADOS		
Tensión de contacto máxima admisible, en V (Uc)	Uc	246,10
Tensión de paso máxima admisible, en V (Up)	Up	6634,00
Resistencia de tierra electrodo elegido, en Ω (R)	R	17,80
Aum. de respecto una tierra lejana, en V (Ue)	Ue	135,70
Tensión de contacto calculada, en V (U'c)	U'c	68,15
Tensión de paso calculada, en V (U'p)	U'p	21,96
COMPROBACIONES		
Tensiones de contacto son inferiores a las máximas admisibles.		
Ue < 2xUc: 135,7 < 492,2	VERDADERO	
De no cumplirse lo anterior.		
U'c < Uc: 68,15 < 246,1	VERDADERO	
De no cumplirse lo anterior, se adoptará como medida adicional antiescalo aislado de obra		
U'p < Up: 21,95 < 6634	VERDADERO	

3.3.2. Apoyos no frecuentados (TRAMO 1)

DATOS DE PARTIDA		
Longitud total líneas aéreas AT subsidiarias misma transformación (km)	La	15,415
Longitud total líneas sub. AT subsidiarias misma transformación (km)	Lc	2,03
Tiempo Falta (s)	tf	0,95
Resistividad superficial del terreno en $\Omega \cdot m$ (apoyo)	ρ_s	200
ELECTRODO APOYO NO FRECUENTADO	8/12	
Factor de resistencia ($\Omega/\Omega \cdot m$)	Kr	0,42
RESULTADOS		
Resistencia de tierra electrodo elegido, en Ω (R)	R	84,00
Intensidad de Falta (A)	If	7,61
COMPROBACIONES		
El tiempo previsto de actuación de las protecciones $t' = 0,95s < 1 s$ (desconexión automática de protecciones - Grupo Enel). Por tanto, no necesario justificar la tensión de contacto.		
$I_d > I'a$	VERDADERO	
La resistencia PAT máxima asegura el disparo de las protecciones en $t' < 1 s$:		
$R't = 84 \Omega$		

3.3.3. Apoyos frecuentados (TRAMO 2)

DATOS DE PARTIDA		
Longitud total líneas aéreas AT subsidiarias misma transformación (km)	La	33,138
Longitud total líneas subt. AT subsidiarias misma transformación (km)	Lc	5,17
Tiempo Falta (s)	tf	0,95
Intensidad de Falta (A)	If	18,67
Resistividad superficial del terreno en $\Omega \cdot m$ (apoyo)	ρ_s	200
Valor admisible de la tensión de contacto aplicada (ver tabla) (V)	Uca	107
Resistencia del calzado cuya suela sea aislante, en Ω	Ra1	2000
Resistencia a tierra del punto de contacto con el terreno, en Ω	Ra2	300
Impedancia del cuerpo humano, en Ω	ZB	1000
ELECTRODO APOYO NO FRECUENTADO	40-40/8/42	
Factor de resistencia ($\Omega/\Omega \cdot m$)	Kr	0,089
Factor de tensión de contacto $V/\Omega \cdot m$	Kc	0,0447
Factor de tensión de paso en $V/\Omega \cdot m$	Kp	0,0144
RESULTADOS		
Tensión de contacto máxima admisible, en V (Uc)	Uc	246,10
Tensión de paso máxima admisible, en V (Up)	Up	6634,00
Resistencia de tierra electrodo elegido, en Ω (R)	R	17,80
Aum. de respecto una tierra lejana, en V (Ue)	Ue	336,63
Tensión de contacto calculada, en V (U'c)	U'c	169,07
Tensión de paso calculada, en V (U'p)	U'p	54,47
COMPROBACIONES		
Tensiones de contacto son inferiores a las máximas admisibles.		
Ue < 2xUc: 336,63 < 492,2	VERDADERO	
De no cumplirse lo anterior.		
U'c < Uc: 169,07 < 246,1	VERDADERO	
De no cumplirse lo anterior, se adoptará como medida adicional antiescalo aislado de obra		
U'p < Up: 54,46 < 6634	VERDADERO	

3.3.4. Apoyos no frecuentados (TRAMO 2)

DATOS DE PARTIDA		
Longitud total líneas aéreas AT subsidiarias misma transformación (km)	La	33,138
Longitud total líneas sub. AT subsidiarias misma transformación (km)	Lc	5,17
Tiempo Falta (s)	tf	0,95
Resistividad superficial del terreno en $\Omega \cdot m$ (apoyo)	ρ_s	200
ELECTRODO APOYO NO FRECUENTADO	8/12	
Factor de resistencia ($\Omega/\Omega \cdot m$)	Kr	0,42
RESULTADOS		
Resistencia de tierra electrodo elegido, en Ω (R)	R	84,00
Intensidad de Falta (A)	If	18,67
COMPROBACIONES		
El tiempo previsto de actuación de las protecciones $t' = 0,95s < 1 s$ (desconexión automática de protecciones - Grupo Enel). Por tanto, no necesario justificar la tensión de contacto.		
$I_d > I'a$	VERDADERO	
La resistencia PAT máxima asegura el disparo de las protecciones en $t' < 1 s$:		
$R't = 84 \Omega$		



CAPÍTULO II. LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN

1. CÁLCULOS ELÉCTRICOS

Se trata de la justificación de las elecciones de los conductores para superar las necesidades de la Línea Subterránea que unen entre sí el apoyo nº1 de conversión aéreo-subterránea con el Centro de Transformación (CT) prefabricado de superficie, en lo que se refiere a caídas de tensión y capacidad de transporte.

Los datos y cálculos eléctricos que se exponen en los siguientes apartados han sido determinados para las zanjas proyectadas, y suponiendo los siguientes parámetros de utilización:

TENSIÓN DE SERVICIO	15 kV
TENSIÓN MÁS ELEVADA DE LA RED	24 kV
FRECUENCIA	50 Hz
CIRCUITOS	Uno
CONDUCTORES POR FASE	Uno
RESISTIVIDAD DEL TERRENO	1,5 K*m/W
RESISTIVIDAD DEL HORMIGÓN	0,8 K*m/W
TEMPERATURA DEL TERRENO	25 °C
FACTOR DE POTENCIA (desfavorable)	0,8
CONDUCTORES SUBTERRÁNEOS MT	RHZ1 12/20 kV 3x1x150mm ² Al
LONGITUD APOYO Nº1 – CT	27 zanja; 35 m cable

Para el cálculo de las líneas subterráneas de media tensión se justificarán los siguientes apartados:

1.1. CARACTERÍSTICAS DEL CONDUCTOR

Las características eléctricas del conductor a instalar son las siguientes:

Sección nominal (mm ²)	Resistencia máxima 20°C (Ω/km)	Resistencia máxima 90°C (Ω/km)	Reactancia 12/20 kV (Ω/km)
150 (RHZ1)	0,206	0,264	0,114

1.2. INTENSIDADES MÁXIMAS ADMISIBLES

Se justificará y calculará la intensidad máxima permanente del conductor, con el fin de no superar la temperatura máxima asignada. Las temperaturas máximas admisibles de los conductores, en servicio permanente y en cortocircuito, para aislamiento seco en polietileno reticulado XLPE, son las que figuran en la siguiente tabla:

Tipo de aislamiento seco	Servicio permanente θcc	Cortocircuito θcc (t ≤5s)
Polietileno reticulado XLPE	90 °C	250 °C

1.2.1. Intensidades máximas admisibles en servicio permanente

Los conductores de XLPE de aluminio directamente enterrados y los entubados podrán admitir una intensidad permanente según ICT-LAT 06:

Sección	Intensidad de servicio (A)*	
	Directamente enterrados	Bajo tubo
150	260	245

* Un único circuito enterrado a 1 metro de profundidad, temperatura del terreno de 25°C y resistividad del terreno de 1.5 m/W.

Las intensidades máximas admisibles dependen de la disposición de los cables y del tipo de instalación, con lo que deberán aplicarse los coeficientes de corrección de la ITC-BT-07.

La corriente máxima admisible por el cable se calculará por la siguiente expresión:

$$I_{max} = I_{adm} \cdot F_t \cdot F_r \cdot F_{ag} \cdot F_p$$

Donde:

I_{adm} Intensidad admisible del cable (A).

F_t Factor de corrección debido a la temperatura del terreno, tabla 7 ITC-LAT 06.

F_r Factor de corrección debido a la resistencia del terreno, tabla 8 ITC-LAT 06.

F_{ag} Factor de corrección debido a la agrupación de circuitos, tabla 10 ITC-LAT 06.

F_p Factor de corrección debido a la profundidad de soterramiento, tabla 11 ITC-LAT 06.

Para nuestra instalación, para un cable de sección 95 mm²:

$$I_{max} = 245 \cdot 0,92 \cdot 1,09 \cdot 1 \cdot 1,01 = 248,14 \text{ A}$$

1.2.2. Intensidad de cortocircuito máxima admisible en el conductor

Se determinará el valor de la intensidad de cortocircuito de la línea a la cual se integrará la red subterránea. Este valor será proporcionado indirectamente a partir de la potencia máxima de cortocircuito de la red, en este caso la corriente de cortocircuito se obtendrá a partir de la siguiente expresión:

$$I_{cc3} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U}$$

Dónde:

I_{cc3} Intensidad de cortocircuito trifásica, en kA.

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

U = Tensión de línea, en kV.

A continuación, se indica la intensidad de cortocircuito para la red en estudio:

U (kV)	S _{cc} (MVA)	I _{cc3} (kA)
15	60,7	2,34

Para el cálculo de la intensidad de cortocircuito soportada por el conductor se tendrá en cuenta que el conductor utilizado es de aluminio, que la temperatura inicial de servicio es de 90 °C, la temperatura final deberá ser inferior a 250 °C, la sección del conductor y tiempo máximo de duración del cortocircuito.

Para tiempos de cortocircuito cortos la intensidad máxima admisible por un conductor vendrá dada por la fórmula del calentamiento adiabático:

$$I_{cc \text{ Adm}} = K \cdot \frac{S_{cc}}{\sqrt{t_{cc}}}$$

Dónde:

- I_{ccAdm}** Intensidad de cortocircuito calculada en una hipótesis adiabática, A,
- S** Sección del conductor, en mm²,
- K** Coeficiente que depende de la naturaleza del conductor y de las temperaturas al inicio y al fin del cortocircuito.
- t_{cc}** Duración del cortocircuito, en segundos.

Según el apartado 6.2 de la ITC-LAT-06, la densidad admisible de corriente de cortocircuito, en A/mm², para conductores de aluminio y un $\Delta\theta=160$ °C, es de 94 A/mm².

El valor de cortocircuito máximo admisible del conductor especificado para un tiempo de duración del cortocircuito 1 s es de 14,1 kA: I_{cc3} (kA) = 2,34 kA < I_{ccAdm} (kA) = 14,1 kA.

1.3. CAÍDAS DE TENSIÓN

La caída de tensión se calculará como:

$$U_c = \frac{P \cdot L}{U} \cdot (R_{90} + X \cdot \operatorname{tg} \varphi) \quad \text{en valor absoluto}$$

$$U_c(\%) = \frac{P \cdot L}{10 \cdot U^2} \cdot (R_{90} + X \cdot \operatorname{tg} \varphi) \quad \text{en valor porcentual.}$$

Dónde:

Tomaremos el tramo más largo que será el que peores condiciones nos ofrezca:

- P** Potencia a transportar, en kW.
- L** Longitud de la línea, en km.
- U** Tensión nominal de la línea, en kV.
- R₉₀** Resistencia del conductor a 90°C, incluido el efecto piel y el efecto proximidad, en Ω /km.
- X** Reactancia de la línea, en Ω /km.
- tg φ** Tangente de fi de la instalación, adimensional.

$$U_c = \frac{1.062,6 \cdot 0,035}{15} \cdot (0,264 + 0,114 \cdot 0,484) = 0,79 \text{ V}$$

$$U_c(\%) = \frac{1.062,6 \cdot 0,035}{10 \cdot 15^2} \cdot (0,264 + 0,114 \cdot 0,484) = 0,005 \%$$

1.4. POTENCIA A TRANSPORTAR

La potencia máxima a transportar vendrá determinada por la siguiente expresión:

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

Dónde:

P Potencia activa máxima admisible por el cable, en kW.

U Tensión de línea, en kV,

I Intensidad máxima admisible del conductor, en A.

cosφ Coseno de fi de la instalación, adimensional.

$$P = \sqrt{3} \cdot 15 \cdot 248,14 \cdot 0,8 = 5.157,55 \text{ kW} > 1.062,6 \text{ kW}$$

1.5. PÉRDIDAS DE POTENCIA

Las pérdidas de potencia de una línea vendrán dadas por la siguiente expresión:

$$P_p = \frac{P^2 \cdot L \cdot R_{90}}{U^2 \cdot \cos^2 \varphi} \quad \text{en valor absoluto}$$

$$P_p = \frac{P \cdot L \cdot R_{90}}{10 \cdot U^2 \cdot \cos^2 \varphi} \quad \text{en valor porcentual}$$

Dónde:

P Potencia a transportar, en kW,

L Longitud de la línea, en km,

U Tensión nominal de la línea, en kV,

R₉₀ Resistencia del conductor a 90°C, incluido el efecto piel y el efecto proximidad, en Ω/km,

cosφ Coseno de fi de la instalación, adim.

Las pérdidas de potencia de la línea serán:

$$P_p = \frac{1.062,6^2 \cdot 0,035 \cdot 0,264}{15^2 \cdot 0,8^2} = 0,072 \text{ kW}$$

$$P_p = \frac{1.062,6 \cdot 0,035 \cdot 0,264}{10 \cdot 15^2 \cdot 0,8^2} = 0,007 \%$$



CAPÍTULO III. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN SUPERFICIE

1. VENTILACIÓN

1.1. Introducción

La evacuación del calor generado por el transformador en el interior del CT se efectuará según se prevé en la ITC-RAT 14 "Instalaciones eléctricas de interior", apartado 4.4, utilizando preferentemente un sistema de circulación de aire mediante ventilación natural. El flujo de aire se establecerá por la diferencia de temperaturas del aire en la entrada y en la salida, debidas al calentamiento del aire en el interior del CT producido por las pérdidas del transformador. El proceso de convección, que tiene lugar alrededor de los radiadores del transformador, se establece una corriente de aire ascendente, provocando la entrada de aire más frío por las rejillas inferiores y la salida del aire caliente por las rejillas situadas a la parte más alta del CT.

1.2. Ventilación natural

Para calcular la superficie mínima de la rejilla de ventilación en el edificio del Centro de Transformación, se utiliza la siguiente expresión:

$$S_r = \frac{W_{cu} + W_{fe}}{0,24 \times K \times \sqrt{h \times \Delta T^3}}$$

Siendo:

- P** Potencia a transportar, en kW,
- L** Longitud de la línea, en km,
- U** Tensión nominal de la línea, en kV,

R₉₀ Resistencia del

- W_{Cu}** Pérdidas al cocer del transformador, en kW.
- W_{Fe}** Pérdidas en hierro del transformador, en kW.
- K** Coeficiente con función de la forma de las rejillas de ventilación, adimensional.
- h** Distancia vertical entre las rejillas de entrada y salida, en metros.
- DT** Aumento de temperatura del aire, en °C.
- Sr** Superficie mínima de las rejillas de entrada, en m².

Si aplicamos esta formulación a un CT, la potencia calorífica evacuada tiene que coincidir con las pérdidas del transformador, que se calculan como la suma de las pérdidas en el hierro (W_{Fe}) más las pérdidas en el cobre (W_{Cu}) del transformador a plena carga:

Como que la potencia máxima admisible de la instalación será de dos transformadores de 1.000 kVA, se calcula el dimensionado de la ventilación para esta potencia.

Para la máxima potencia de 1000 kVA, las pérdidas totales son 12,2kW.

Se admite un salto térmico de 25 °C entre la temperatura interior y el exterior.

Esta superficie mínima por dos transformadores de 1.000 kVA (inicialmente se instalarán dos transformadores de 630kVA) será, según la fórmula anterior:

$$S_r = 1,92 \text{ m}^2$$

El nuevo C.T., dispone de:

- 2 rejas de entrada de aire de 1,09m² cada una.
- 2 rejas de salida de aire de 1,09m² cada una.

Por lo que el CT tendrá una superficie total de rejas de entrada de aire de 2,175 m² y una superficie total de rejas de salida de aire de 2,175m², cumpliendo así con el mínimo requerido de 1,92m².

2. PUENTES DE MT Y BT

2.1. Introducción

En el presente apartado se pretende justificar que las secciones propuestas para los puentes tanto de alta como de baja tensión indicados en la memoria resultan adecuadas, para lo cual se deberá cumplir, en el caso de funcionamiento a plena potencia del transformador de cada CT, que la intensidad que circule por los mismos sea inferior a la intensidad térmica admisible del conductor.

2.2. Intensidad en AT

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

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

siendo:

- | | |
|----------------|------------------------------------|
| P | Potencia del transformador en kVA. |
| U _p | Tensión del primario en kV. |
| I _p | Intensidad del primario en A. |

La intensidad del primario en un transformador trifásico de 630kVA será:

$$I_p = \frac{630}{\sqrt{3} \cdot 15} = 24,25 \text{ A}$$

2.3. Dimensionado de las conexiones AT

Los conductores serán circulares compactos de aluminio, y estarán formados por varios alambres de aluminio cableados. La sección nominal seleccionada es de 95 mm² con aislamiento 12/20 kV. RHZ1 3x1x95 mm² Al 12/20 kV.

Sección nominal de los conductores mm ²	Instalación directamente enterrada
	Cable aislado con XLPE
95	190
Temperatura máxima en el conductor: 90° C	<ul style="list-style-type: none"> - Temperatura del terreno: 25° C - 3 cables unipolares en tresbolillo - Profundidad de instalación: 1 m - Resistividad térmica del terreno: 1,5 K·m/W - Temperatura aire ambiente: 40°C

La intensidad máxima en régimen permanente que circulará por estos cables no será superior a 24,25 A. Según los cálculos que figuran anteriormente, siendo dichos valores muy inferiores a la máxima admisible por el cable seleccionado (190 A), En consecuencia, no se tendrá en cuenta el calentamiento en condiciones normales de funcionamiento.

2.4. Intensidad en BT

La intensidad máxima (nominal) que circula por los puentes de BT se puede calcular mediante la fórmula:

$$I_n = \frac{P_n}{\sqrt{3} \cdot U}$$

siendo:

I_n Intensidad nominal de los puentes de BT (A).

P_n Potencia nominal del transformador (kVA).

U Tensión del devanado de BT (kV).

La intensidad máxima (nominal) que circula por los puentes de BT de un transformador de 630kVA será:

$$I_n = \frac{630}{\sqrt{3} \cdot 0,4} = 909,33 \text{ A}$$

2.5. Dimensionado de las conexiones en BT

Según la Tabla 11 de la ITC-BT 07, para conductores de 240 mm² de aluminio con aislamiento XLPE, la intensidad máxima admisible ($I_{m\acute{a}x}$) es de 420A.

La intensidad admisible (I_{adm}) del cable se calculará a partir de la intensidad máxima admisible aplicándole los factores de corrección para las condiciones particulares de la instalación (ITC-BT 07, Apartado 3.1.4.). En este caso se aplican los siguientes factores de corrección:

- Temperatura del aire circundante superior a 40°C (Tabla 13 de ITC-BT 07). Consideramos una temperatura de 50°C, por lo que el factor de corrección será: $F_t = 0,90$

Así pues, la intensidad admisible de cada conductor del puente será:

$$I_{adm} = I_{m\acute{a}x} \cdot F_t$$

Según la normativa de E-DISTRIBUCIÓN para Centros de Transformación, en el caso transformadores con una potencia de 630kVA y una tensión de secundario de 400V, el conductor que forma el puente de BT será 3x3x240+2x240 mm² y cuya corriente máxima admisible son 1.260A.

Con lo cual, para nuestra instalación, la corriente admisible por el cable será la siguiente:

$$I_{adm} = 1.260 \cdot 0,9 = 1.134 A > 909,33 A$$

Se cumple que la intensidad admisible es superior a la máxima o nominal, por lo que se concluye que los puentes están adecuadamente dimensionados.

2.6. Caída de tensión

La caída de tensión máxima por resistencia y reactancia en los puentes de BT de un CT (despreciando la influencia capacitiva), se puede calcular mediante la expresión:

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

en la que:

- ΔU Caída de tensión en el puente de BT (V).
- I_n Intensidad nominal por terna (A).
- R Resistencia kilométrica a 20 °C (Ω/km).
- X Reactancia inductiva kilométrica (Ω/km).
- $\cos \varphi$ Factor de potencia (se adoptará $\cos \varphi = 0.8$ y $\operatorname{sen} \varphi = 0.6$).

La caída de tensión porcentual (e%) se calculará como:

$$e(\%) = \frac{\Delta U \cdot 100}{U}$$

Las características eléctricas del conductor a instalar son las siguientes:

Sección nominal (mm ²)	Resistencia máxima 20°C (Ω/km)	Resistencia máxima 90°C (Ω/km)	Reactancia 0,8/1 kV (Ω/km)
240 (XZ1)	0,125	0,160	0,085

Puente BT 400 V:

La caída de tensión máxima del puente será:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot 909,33 \cdot 0,002 \cdot (0,125 \cdot 0,8 + 0,085 \cdot 0,5) = 0,476 \text{ V}$$

La caída de tensión porcentual del puente será:

$$e(\%) = \frac{0,476 \cdot 100}{400} = 0,12 \%$$

3. ESTUDIO CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS

3.1. Objeto

El objeto de este estudio es estimar las emisiones de campo magnético en el exterior accesible por el público, del Centro de Transformación en proyecto, con el propósito de comprobar el cumplimiento de los límites establecidos por la normativa vigente.

El centro de transformación estará constituido con celdas blindadas de simple barra en MT, y niveles de tensión 15 kV. En BT el nivel de tensión es 0,4 kV.

El estudio comprende el cálculo de los niveles máximos del campo magnético que por razón del funcionamiento del centro de transformación pueden alcanzarse en su entorno, y su evaluación comparativa con los límites establecidos en la normativa vigente.

3.2. Normativa vigente

El R.D. 337/2014 de 9 de mayo, recoge el “Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión” (RAT). Este nuevo Reglamento limita los campos electromagnéticos en la proximidad de instalaciones de alta tensión, remitiendo al R.D. 1066/2001.

El R.D. 1066/2001 de 28 de septiembre, por el que se aprueba el “Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a las emisiones radioeléctricas”, adopta medidas de protección sanitaria de la población estableciendo unos límites de exposición del público a campos electromagnéticos procedentes de emisiones radioeléctricas acordes a las recomendaciones europeas. Para el campo magnético generado a la frecuencia industrial de 50 Hz, el límite establecido es de 100 microteslas (100 μ T).

En el RAT, las limitaciones y justificaciones necesarias aparecen indicadas en las instrucciones técnicas complementarias siguientes:

- ITC-RAT-14. INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE INTERIOR. 4.7: Limitación de los campos magnéticos en la proximidad de instalaciones de alta tensión.
- ITC-RAT-15. INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE EXTERIOR. 3.15: Limitación de los campos magnéticos en la proximidad de instalaciones de alta tensión.
- ITC-RAT-20. ANTEPROYECTOS Y PROYECTOS. 3.2.1: Memoria.

En relación al campo magnético generado por los transformadores de potencia, se aplica la norma UNE-CLC/TR 50453 IN de noviembre de 2008, “Evaluación de los campos electromagnéticos alrededor de los transformadores de potencia”.

Aunque la medida de campos magnéticos no es objeto del presente documento, a continuación se indican las normas aplicables a la misma:

- Norma UNE 20833 de abril 1997: “Medida de los campos eléctricos a frecuencia industrial”.
- Norma UNE-EN 62110 de mayo 2013. “Campos eléctricos y magnéticos generados por sistemas de alimentación en corriente alterna. Procedimientos de medida de los niveles de exposición del público en general”.

- Norma UNE-EN 61786-1 de octubre 2014. “Medición de campos magnéticos en corriente continua, campos eléctricos y magnéticos en corriente alterna de 1 Hz a 100 kHz. Parte 1: Requisitos para los instrumentos de medida”.
- Norma IEC 61786-2 de diciembre 2014. “Measurement of DC magnetic, AC magnetic and AC electric fields from 1 Hz to 100 kHz with regard to exposure of human beings. Part 2: Basic standard for measurements.

3.3. Medidas de atenuación de los campos magnéticos

Tal y como establece el apartado 4.7. Limitación de los campos magnéticos en las proximidades de instalaciones de Alta Tensión, de la ITC-*RAT-14. INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE INTERIOR, al diseño de las instalaciones de Alta Tensión se adoptarán las medidas adecuadas para minimizar, al exterior de las instalaciones de Alta Tensión, los campos electromagnéticos creados por la circulación de corriente a 50 Hz a los diferentes elementos de las instalaciones, especialmente cuando estas instalaciones de Alta Tensión se encuentran ubicadas en el interior de edificios destinados a otros usos.

La comprobación de que no se supera el valor establecido en el Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el reglamento que establece las condiciones de protección de los dominio público radioeléctrico, las restricciones a las emisiones radioeléctricas y las medidas de protección sanitaria frente a las emisiones radioeléctricas se ha realizado mediante un ensayo tipo de ORMAZABAL (fabricante del CT prefabricado que se instala en este proyecto) según el cual:

- No se superan los valores del campo magnético a 200 mm del exterior del Centro de Transformación, según el Real Decreto 1066/2001:
 - o Inferior a $100\mu\text{T}$ para el público en general.
 - o Inferior a $500\mu\text{T}$ para los trabajadores (medurado a 200mm de la zona de operación).

Este ensayo tipo se ha realizado según la norma de obligado cumplimiento UNE-EN 62271-202 como método válido de ensayo para la evaluación de los campos electromagnéticos en Centros de Transformación prefabricados de Alta/Baja Tensión.

4. CÁLCULO INSTALACIÓN PUESTA A TIERRA

4.1. INTRODUCCIÓN

El cálculo de la instalación de puesta a tierra del CT se realizará según el “Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación conectados a redes de tercera categoría” elaborado por UNESA.

4.2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA INSTALACIÓN

4.2.1. Puesta a tierra de protección

Cuando se produce un defecto a tierra en la instalación de AT, se provoca una elevación del potencial en el circuito de puesta a tierra de protección a través del cual circulará la intensidad de defecto. Asimismo, al disiparse dicha intensidad por tierra, aparecerán en el terreno gradientes de potencial. Al diseñarse el sistema de puesta a tierra de protección deberán tenerse en cuenta los siguientes aspectos:

- Seguridad de las personas en relación a las elevaciones de potencial.
- Sobretensiones peligrosas para las instalaciones.
- Valor de intensidad defecto que haga actuar las protecciones, asegurando la eliminación de la falta.

4.2.2. Puesta a tierra de servicio

El sistema de puesta a tierra de servicio se diseña bajo el criterio de que su resistencia de puesta a tierra sea inferior a 37Ω . Con esto se consigue que un defecto a tierra en la instalación de un abonado, protegida contra contactos indirectos por un interruptor diferencial de 650 mA de sensibilidad, no ocasione en el electrodo de puesta a tierra de servicio una tensión superior a 24 V ($37 \times 0.65 \cong 24$).

4.2.3. Sistema único para las puestas a tierra de protección y de servicio

Aunque no se contempla específicamente en el presente Proyecto Tipo, la reglamentación vigente permite la utilización de un único sistema de puesta a tierra de protección y servicio para el CT siempre y cuando se verifique que la tensión de defecto a tierra sea inferior a 1000 V.

4.3. DATOS INICIALES

Los datos necesarios para realizar el cálculo serán:

- | | |
|-----------------|---|
| U | Tensión de servicio de la red (V). |
| V _{bt} | Nivel de aislamiento de las instalaciones de BT (V). |
| ρ | Resistividad del terreno ($\Omega \cdot m$). |
| a y b | Dimensiones exteriores (ancho y largo) del local en planta (m). |

Duración de la falta:

Tipo de relé para desconexión inicial (Tiempo Independiente o Dependiente).

- I_a' Intensidad de arranque del relé de desconexión inicial (A).
- t' Relé de desconexión inicial a tiempo independiente. Tiempo de actuación del relé (s).
- K', n' Relé de desconexión inicial a tiempo dependiente. Constantes del relé que dependen de su curva característica intensidad-tiempo.

Para el caso de red con neutro aislado:

- C_a Capacidad homopolar de la línea aérea (F/Km).
Normalmente se adopta $C_a=0,006 \mu\text{F/Km}$.
- L_a Longitud total de las líneas aéreas de alta tensión subsidiarias de la misma transformación AT/AT (Km).
- C_c Capacidad homopolar de la línea subterránea (F/Km).
Normalmente se adopta $C_c=0,25 \mu\text{F/Km}$.
- L_c Longitud total de las líneas subterráneas de alta tensión subsidiarias de la misma transformación AT/AT (Km).
- ω Pulsación de la corriente ($\omega = 2 \cdot \pi \cdot f = 2 \cdot \pi \cdot 50 = 314,16 \text{ rad/s}$).

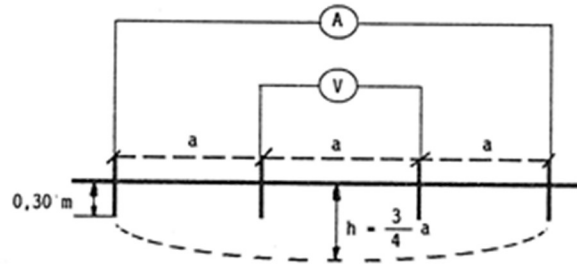
4.4. RESISTIVIDAD DEL TERRENO

Para instalaciones de tercera categoría y de intensidad de cortocircuito a tierra menor o igual a 16 kA, el apartado 4.1 de la ITC-RAT 13 admite la posibilidad de estimar la resistividad del terreno o medirla.

Para la estimación de la resistividad del terreno es de utilidad la tabla siguiente en la que se dan valores orientativos de la misma en función de la naturaleza del suelo:

Naturaleza del terreno	Resistividad ($\Omega \cdot \text{m}$)
Calizas blandas	100 a 300

En el caso de que se opte por realizar la medición de la resistividad del terreno, se recomienda realizar ésta según el método de Wenner. Se clavarán en el terreno cuatro picas alineadas a distancias (a) iguales entre sí y simétricas con respecto al punto en el que se desea medir la resistividad (ver figura siguiente). La profundidad de estas picas no es necesario que sea mayor de unos 30 cm.



Método de Wenner. Medición de la resistividad del terreno.

Dada la profundidad máxima a la que se instalará el electrodo de puesta a tierra del CT (h), calcularemos la interdistancia entre picas para realizar la medición mediante la siguiente expresión:

$$a = \frac{4}{3} \cdot h$$

Con el aparato de medida se inyecta una diferencia de potencial (V) entre las dos picas centrales y se mide la intensidad (I) que circula por un cable conductor que una las dos picas extremas. La resistividad media del terreno entre la superficie y la profundidad h viene dada por:

$$\rho_h = \frac{2 \cdot \pi \cdot a \cdot V}{I}$$

Si denominamos r a la lectura del aparato:

$$r = \frac{V}{I}$$

la resistividad quedará:

$$\rho_h = 2 \cdot \pi \cdot a \cdot r$$

siendo:

ρ_h Resistividad media del terreno entre la superficie y la profundidad h ($\Omega \cdot m$).

r Lectura del equipo de medida (Ω).

a Interdistancia entre picas en la medida (m).

4.5. CÁLCULO DE LA PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN

4.5.1. Determinación de la intensidad de defecto

El cálculo de la intensidad de defecto tiene una formulación diferente según el sistema de instalación de la puesta a tierra del neutro de la red.

4.5.2. Neutro aislado

La intensidad de defecto a tierra es la capacitiva de la red respecto a tierra, directamente proporcional a la longitud de la red, la cual se va ampliando con el transcurso del tiempo.

Excepto en aquellos casos en los que el proyectista justifique otros valores, para el cálculo de la corriente máxima a tierra en una red con neutro aislado, se aplicará la siguiente expresión:

$$I_d = \frac{\sqrt{3} \cdot U \cdot \omega \cdot (C_a \cdot L_a + C_c \cdot L_c)}{\sqrt{1 + [\omega \cdot (C_a \cdot L_a + C_c \cdot L_c)]^2 \cdot (3 \cdot R_t)^2}}$$

en la que:

I_d Intensidad máxima de defecto a tierra del CT (A).

R_t Resistencia de la puesta a tierra de protección del CT (Ω).

El resto de variables tienen la definición y unidades dadas en el apartado 3. Esto mismo es aplicable para el resto de apartados del presente documento.

4.5.3. Resistencia máxima de la puesta a tierra de masas del CT

En caso de producirse un defecto a tierra, la sobretensión originada no debe ser superior al nivel de aislamiento de la instalación de BT del CT, es decir, se debe verificar que:

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

Por tanto, la resistencia máxima de la puesta a tierra de masas o protección del CT la podemos calcular por la expresión:

$$R_t = \frac{V_{bt}}{I_d}$$

4.5.4. Selección del electrodo

La resistencia de tierra del electrodo, que depende de su forma y dimensiones y de la resistividad del suelo, se puede calcular por las fórmulas contenidas en la tabla que sigue, o mediante programas u otras expresiones numéricas suficientemente probadas:

Tipo de electrodo	Resistencia en ohmios
Placa enterrada profunda -	$R = 0,8 \cdot \frac{\rho}{P}$
Placa enterrada superficial -	$R = 1,6 \cdot \frac{\rho}{P}$
Pica vertical -	$R = \frac{\rho}{L}$
Conductor enterrado horizontalmente -	$R = \frac{2\rho}{L}$
Malla de tierra -	$R = \frac{\rho}{4r} + \frac{\rho}{L}$

Siendo:

- R Resistencia de tierra del electrodo en Ω
- ρ Resistividad del terreno de $\Omega \cdot m$.
- P Perímetro de la placa en metros.
- L Longitud en metros de pica o conductor, y en malla longitud total de conductores enterrados.
- r radio en metros de un círculo de la misma superficie que el área cubierta por la malla.

También pueden seleccionarse electrodos de entre las configuraciones tipo presentadas en las tablas del Anexo 2 del “Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación” de UNESA. Las distintas configuraciones posibles vienen identificadas por un código que contiene la siguiente información:

Electrodos con picas en anillo

A-B / C / DE

- A Dimensión del lado mayor del electrodo (dm).
- B Dimensión del lado menor del electrodo (dm).
- C Profundidad a la que está enterrado el electrodo, es decir, la cabeza de las picas (dm).
- D Número de picas.
- E Longitud de las picas (m).

Electrodos con picas alineadas

A / BC

- A Profundidad a la que está enterrado el electrodo, es decir, la cabeza de las picas (dm).
- B Número de picas.
- C Longitud de las picas (m).

Para elegir el electrodo adecuado se tendrá en cuenta la forma y dimensiones exteriores de la planta del CT y que el valor unitario máximo de la resistencia de puesta a tierra del electrodo (K_r) debe verificar:

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

Una vez seleccionado el electrodo, obtendremos de las tablas del Anexo 2 del Método UNESA sus parámetros característicos:

- K_r Valor unitario de la resistencia ($\Omega/\Omega \cdot m$)
- K_p Valor unitario de la tensión de paso exterior ($V/\Omega \cdot m \cdot A$)
- K_c Valor unitario de la tensión de contacto exterior y paso en el acceso al CT ($V/\Omega \cdot m \cdot A$)

4.5.5. Cálculo de la resistencia de puesta a tierra, intensidad de defecto y tensiones de paso para el electrodo seleccionado

En este punto podremos calcular los valores de la resistencia de puesta a tierra (R_t'), intensidad de defecto (I_d') y tensión de defecto (V_d') del electrodo seleccionado mediante las siguientes expresiones:

Resistencia de puesta a tierra:

$$R_t' = K_r \cdot \rho$$

Intensidad de defecto:

$$I_d' = \frac{\sqrt{3} \cdot U \cdot \omega \cdot (C_a \cdot L_a + C_c \cdot L_c)}{\sqrt{1 + [\omega \cdot (C_a \cdot L_a + C_c \cdot L_c)]^2 \cdot (3 \cdot R_t')^2}}$$

Tensión de defecto:

$$V_d' = R_t' \cdot I_d'$$

La tensión de paso en el exterior (V_p') y la tensión de paso en el acceso al CT ($V_{p(acc)'}'$) se calcularán mediante las fórmulas siguientes:

Tensión de paso en el exterior:

$$V_p' = K_p \cdot \rho \cdot I_d'$$

Tensión de paso en el acceso al CT:

$$V_{p(acc)'}' = K_c \cdot \rho \cdot I_d'$$

Al existir un mallazo equipotencial conectado al electrodo de puesta a tierra, la tensión de paso de acceso será equivalente al valor de la tensión de contacto en el exterior.

4.5.6. Tiempo de eliminación del defecto

Las líneas que alimentan los CT disponen de los dispositivos necesarios para que, cuando se produce un defecto a tierra, éste se elimine mediante la apertura de un interruptor que actúa por la orden transmitida por un relé que controla la intensidad de defecto.

Respecto a los tiempos de actuación de los relés, las variantes normales son las siguientes:

Relés a tiempo independiente:

En estos, el tiempo de actuación no depende del valor de la sobreintensidad. Cuando esta supera el valor del arranque, actúa en un tiempo prefijado. En este caso:

$$t' = cte$$

Relés a tiempo dependiente:

En estos, el tiempo de actuación depende inversamente de la sobreintensidad. Algunos de los relés más utilizados responden a la siguiente expresión:

$$t' = \frac{K'}{\left(\frac{I'_d}{I'_a}\right)^{n'} - 1}$$

En la tabla siguiente se dan valores de la contante (K') del relé para los tres tipos de curva (n') más utilizadas:

Normal inversa (n'=0,02)	Muy inversa (n'=1)	Extremadamente inversa (n'=2)
0,014	1,35	8
0,028	2,70	16
0,042	4,05	24
0,056	5,40	32
0,070	6,70	40
0,084	8,10	48
0,098	9,45	56
0,112	10,80	64
0,126	12,15	72
0,140	13,50	80

En el caso de que exista reenganche rápido (en menos de 0,5 segundos), el tiempo de actuación del relé de reenganche será:

Relé a tiempo independiente:

$$t'' = cte$$

Relé a tiempo dependiente:

$$t'' = \frac{K''}{\left(\frac{I''_d}{I''_a}\right)^{n''} - 1}$$

La duración total de la falta será la suma de los tiempos correspondientes a la primera actuación más el de la desconexión posterior al reenganche rápido:

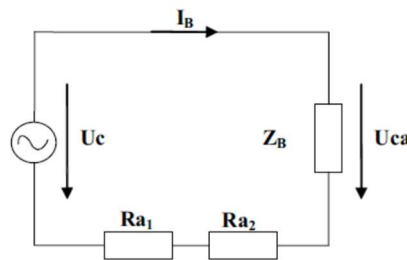
$$t = t' + t''$$

4.5.7. Valores máximos de tensión admisibles

Según lo indicado en la ITC-RAT-13, la tensión máxima admisible por el cuerpo humano depende de la duración de la corriente de falta, según se refleja en la siguiente tabla:

Duración de la corriente de falta, t_f (s)	Tensión de contacto aplicada admisible, U_{ca} (V)
0.05	735
0.10	633
0.20	528
0.30	420
0.40	310
0.50	204
1.00	107
2.00	90
5.00	81
10.00	80
> 10.00	50

A partir de estos valores admisibles de tensión aplicada, se pueden determinar las máximas tensiones de contacto o paso admisibles en la instalación, U_c y U_p , considerando todas las resistencias que intervienen entre el punto en tensión y el terreno:



Donde:

- U_{ca} Tensión de contacto aplicada admisible
- U_{pa} Tensión de paso aplicada admisible ($U_{pa}=10 \cdot U_{ca}$)
- Z_B Impedancia del cuerpo humano (se considera 1.000Ω)
- I_B Corriente a través del cuerpo
- U_c Tensión de contacto máxima admisible en la instalación
- U_p Tensión de paso máxima admisible en la instalación
- R_{a1} Resistencia adicionales (calzado)
- R_{a2} Resistencias adicionales (contacto con el suelo)

A partir de estos valores admisibles de tensión aplicada, se pueden determinar las máximas tensiones de contacto o paso admisibles en la instalación, U_c y U_p , considerando todas las resistencias que intervienen entre el punto en tensión y el terreno:

$$U_c = U_{ca} \cdot \left[1 + \frac{R_{a1} + R_{a2}}{2 \cdot Z_B} \right] = U_{ca} \cdot \left[1 + \frac{\frac{R_{a1}}{2} + 1,5 \cdot \rho_s}{1000} \right]$$

$$U_p = U_{pa} \cdot \left[1 + \frac{2 \cdot R_{a1} + 2 \cdot R_{a2}}{Z_B} \right] = 10 \cdot U_{ca} \cdot \left[1 + \frac{2 \cdot R_{a1} + 6 \cdot \rho_s}{1000} \right]$$

Que responde al siguiente planteamiento:

- Se supone que la resistencia del cuerpo humano es de 1.000Ω
- Se asimila cada pie a un electrodo en forma de placa de 200 mm^2 de superficie, ejerciendo sobre el suelo una fuerza mínima de 250 N , lo que representa una resistencia de contacto con el suelo de $3 \cdot \rho_s$, donde ρ_s es la resistividad del terreno.
- Según cada caso, R_{a1} es la resistencia del calzado, la resistencia de superficies de material aislante, etc. El Reglamento de instalaciones eléctricas de alta tensión permite utilizar valores de 2.000Ω para esta resistencia.

Para los casos en los que el terreno se recubra de una capa adicional de elevada resistividad (por ejemplo, la losa de hormigón con o sin una capa adicional de emulsión asfáltica), se multiplicará el valor de la resistividad de la capa de terreno adicional, por un coeficiente reductor. El coeficiente reductor se obtendrá de la expresión siguiente:

$$C_s = 1 - 0,106 \cdot \left(\frac{1 - \frac{\rho}{\rho^*}}{2 \cdot h_s + 0,106} \right)$$

4.5.8. Comprobación de que se satisfacen las condiciones exigidas

4.5.8.1. Tensiones de paso y contacto en el interior del CT

La solera del CT estará dotada del correspondiente mallazo equipotencial, o bien recubierta con un pavimento aislante, por tanto no existirá riesgo por tensiones de paso o contacto en el interior, ya que éstas serán prácticamente nulas.

4.5.8.2. Tensiones de contacto en el exterior del CT

Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del CT no tendrán contacto eléctrico con ningún elemento susceptible de quedar en tensión como consecuencia de un defecto o avería, por lo que podremos obviar el cálculo de la tensión de contacto exterior que será prácticamente nula.

4.5.8.3. Tensión de paso en el exterior y de paso en el acceso al CT

La tensión de paso en el exterior del CT debe ser menor o igual que el máximo valor admisible de la tensión de paso:

$$V_p' \leq V_p$$

La tensión de paso en el acceso al CT debe ser menor o igual que el máximo valor admisible de la tensión de paso en el acceso:

$$V_{p(acc)}' \leq V_{p(acc)}$$

4.5.8.4. Protección del material

La tensión de defecto debe ser menor o igual que el nivel de aislamiento a frecuencia industrial de los equipos de BT del CT:

$$V_a' \leq V_{bt}$$

4.5.9. Corrección y ajuste del diseño inicial

En el caso de que con el electrodo seleccionado se incumpla alguna de las condiciones del apartado 5.7, deberemos escoger otra configuración de electrodo y repetir todo el proceso.

Aumentando la longitud total de electrodo horizontal, el número de picas o su longitud, disminuirá R_t' , y en consecuencia los valores de V_p' y $V_{p(acc)}'$.

4.6. CÁLCULO DE LA PUESTA A TIERRA EN SERVICIO

Para garantizar la actuación de las protecciones diferenciales de las instalaciones de BT de los abonados, se adopta un valor máximo de la resistencia de puesta a tierra de la puesta a tierra de servicio de 37Ω .

Por lo tanto, podemos calcular el valor unitario máximo de resistencia puesta a tierra del neutro de BT como:

$$K_r' = \frac{37}{\rho}$$

Se seleccionará la configuración del electrodo de entre los del tipo picas en hilera (Anexo 2 del Método UNESA) de manera que su valor unitario de resistencia (K_r'') cumpla la condición:

$$K_r'' \leq K_r'$$

Se cumplirá que el valor de la resistencia de puesta a tierra del neutro de BT (R_{bt}') es menor de 37Ω :

$$R_{bt}' = K_r'' \cdot \rho \leq 37 \Omega$$

4.7. SEPARACIÓN ENTRE LOS SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN Y DE SERVICIO

La separación mínima (D) entre los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio se calcula mediante la fórmula:

$$D = \frac{\rho \cdot I_d'}{2000 \cdot \pi} = \frac{\rho \cdot I_d'}{6238}$$

4.8. HOJAS DE CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

En la práctica, los datos de partida, los electrodos seleccionados, los resultados obtenidos de los cálculos y la comprobación con los valores máximos admisibles, se recogen en unas hojas de cálculo, cuyos formatos se adjuntan a continuación según sea el sistema de puesta a tierra del neutro de la red.



HOJA DE CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA.
NUETRO AISLADO.

PROCESO DE CALCULO Y JUSTIFICACION DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA PARA CT CONECTADO A UNA RED DE M.T. DE TERCERA CATEGORIA CON EL NEUTRO AISLADO

0.- REFERENCIA DEL CT

* Código

* Población

1.- DATOS DE PARTIDA

* Tensión de servicio U = V

* Red Aérea

- Longitud Total Km
- Capacidad uF/Km

* Red subterránea

- Longitud Total Km
- Capacidad uF/Km

* Duración de la falta

Desconexión inicial

Relé a tiempo independiente t' = > s

Relé a tiempo dependiente

Constantes del relé

Intensidad de arranque I'a = A

Reenganche en menos de 0,5 segundos

Relé a tiempo independiente t'' = s

Relé a tiempo dependiente

Constantes del relé

Intensidad de arranque I''a = A

* Nivel de aislamiento de las instalaciones de B.T. del CT Vbt = V

* Red subterránea de A.T. de suficiente conductibilidad

NO

SI (ver justificación en apartado 7)

- Superficie del círculo de igual área que la cubierta por la malla Sm = m²

- Longitud total de los cables existentes en la malla con cubierta conductora L = m

- Longitud total de las picas verticales incluidas en la malla L' = m

PROCESO DE CALCULO Y JUSTIFICACION DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA PARA CT CONECTADO A UNA RED DE M.T. DE TERCERA CATEGORIA CON EL NEUTRO AISLADO

1.2.- Características del CT

En edificio

Aislado

Destinado a otros usos

Dimensiones del local

a = m

b = m

Sobre apoyo

Sobre 1 apoyo

Sobre 2 apoyos

2.- CARACTERISTICAS DEL TERRENO

* Resistividad del terreno

$\rho =$ Ωxm

3.- OBSERVACIONES

LOS CALCULOS SE HAN REALIZADO CON VALORES DE RESISTIVIDAD REALES Y UNAS DIMENSIONES MÍNIMAS DE CONFIGURACION DE ELECTRODO, LO QUE NOS GARANTIZA SU CUMPLIMIENTO PARA ELECTRODOS DE MAYORES DIMENSIONES

4.- CALCULO

4.1.- Resistencia máxima de la puesta a tierra de las masas del CT (R_t) e intensidad de defecto (I_d)

$I_d * R_t \leq V_{bt}$

$$I_d = \frac{\sqrt{3} * U(\omega C_a L_a + \omega C_c L_c)}{\sqrt{1 + (\omega C_a L_a + \omega C_c L_c)^2 * (3R_t)^2}}$$

$I_d =$ A

$R_t =$ Ω

4.2.- Selección del electrodo tipo (de entre los incluidos en las tablas del ANEXO 2 del documento UNESA "Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación")

* "Valor unitario " máximo de la resistencia de puesta a tierra del electrodo

$$K_r \leq \frac{R_t}{\rho} = \frac{\text{input } 195,58}{\text{input } 200}$$

$K_r \leq$ $\Omega/\Omega * m$

* Dimensiones horizontales del electrodo

a' = m

b' = m

PROCESO DE CALCULO Y JUSTIFICACION DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA PARA CT CONECTADO A UNA RED DE M.T. DE TERCERA CATEGORIA CON EL NEUTRO AISLADO

* Picas alineadas

Si Separación entre picas m

NO

* Sección del conductor de cobre desnudo

mm²

* Profundidad del electrodo horizontal

0,5 m

0,8 m

* Numero de picas

0

2

3

4

6

8

* Longitud de las picas Lp (m)

2

4

6

8

* Electrodo seleccionado (indicar código de la configuración)

80-30/5/42

- Parámetros característicos del electrodo:

De la resistencia

Kr = Ω/Ω*m

De la tensión de paso

Kp = V/(Ω*m)(A)

De la tensión de contacto exterior

Kc = V/(Ω*m)(A)

4.3.- Medidas de seguridad adicionales para evitar tensiones de contacto

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

4.3.1.- CT Interior

- a Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del centro no tendrán contacto eléctrico con masas conductoras susceptibles de quedar sometidas a tensión debido a defectos o averías
- b En el piso del CT se instalará un mallazo cubierto por una capa de hormigón de 10 cm conectado a la puesta a tierra del CT
- c Empleo de pavimentos aislantes
- d Otras

4.3.2.- CT sobre apoyo

- a Se colocará un mallazo que sobresalga 1 m en todas las direcciones respecto a la base del apoyo, que se conectará a la tierra de protección, cubriéndolo luego con una capa de hormigón de 10 cm de espesor
- b Empleo de pavimentos aislantes
- c Otras

PROCESO DE CALCULO Y JUSTIFICACION DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA PARA CT CONECTADO A UNA RED DE M.T. DE TERCERA CATEGORIA CON EL NEUTRO AISLADO

4.4. - Valores de resistencia de puesta a tierra (R't), intensidad de defecto (I'd) y tensiones de paso (V'p y V'p(acc) del electrodo tipo seleccionado, para la resistividad del terreno medida (ρ)

* Resistencia de puesta a tierra (R't<=Rt)

$$R't = K_r \cdot \rho = \boxed{0,077} \times \boxed{200} \quad R't = \boxed{15,4} \Omega$$

* Intensidad de defecto

$$I'd = \frac{\sqrt{3}U(\omega C_a L_a + \omega C_c L_c)}{\sqrt{1 + (\omega C_a L_a + \omega C_c L_c)^2 (3R't)^2}}$$

$$I'd = \boxed{5,39} \text{ A}$$

* Tensión de paso en el exterior

$$V'p = K_p \cdot \rho \cdot I'd = \boxed{0,0165} \times \boxed{200} \times \boxed{5,39} \quad V'p = \boxed{17,79} \text{ V}$$

* Tensión de paso en el acceso al CT

$$V'p(\text{acc}) = V'c = K_c \cdot \rho \cdot I'd = \boxed{0,0364} \times \boxed{200} \times \boxed{5,39} \quad V'p(\text{Acc}) = \boxed{39,24} \text{ V}$$

* Tensión de defecto

$$V'd = R't \cdot I'd = \boxed{15,4} \times \boxed{5,39} \quad V'd = \boxed{83,01} \text{ V}$$

4.5.- Duración total de la falta

Desconexión inicial

Relé a tiempo independiente

$$t' = \boxed{0,99} \text{ s}$$

Relé a tiempo dependiente

Constantes del relé

$$\left[\begin{array}{l} K' = \boxed{} \\ n' = \boxed{} \end{array} \right.$$

Intensidad de arranque

$$I'a = \boxed{} \text{ A}$$

$$t' = \frac{K'}{\frac{I'd}{I'a} - 1} = \frac{\boxed{}}{\frac{\boxed{}}{\boxed{}} - 1} = \boxed{} \text{ s}$$

$$t' \Rightarrow \boxed{} \text{ s}$$

PROCESO DE CALCULO Y JUSTIFICACION DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA PARA CT CONECTADO A UNA RED DE M.T. DE TERCERA CATEGORIA CON EL NEUTRO AISLADO

Reenganche a menos de 0,5 segundos

Relé a tiempo independiente

Relé a tiempo dependiente

t'' = s

Constantes del relé

K'' =

n'' =

Intensidad de arranque

I''a = A

$$t'' = \frac{K''}{\frac{I''d}{I''a} - 1} = \frac{\text{[]}}{\frac{\text{[]}}{\text{[]}} - 1}$$

t'' = s

Duración total t = t' + t'' =

t = s

4.6.- Separación entre los sistemas de puesta a tierra de protección (masas) y de servicio (neutro de B.T.)

Sistema de puesta a tierra único (V'd <= 1000 V)

Sistemas de puesta a tierra separados e independientes

* Distancia mínima de separación (Tabla 6 página 22):

$$D = \frac{\rho \cdot I'd}{2000 \cdot II} = \frac{200}{6283} \times \frac{5,39}{1}$$

D >= m

5. VALORES ADMISIBLES

Según la tabla 1 de la ITC-RAT-13, es la siguiente:

Para t = s Uca = 107 V

Según la tabla 18 de la ITC-LAT-07, es la siguiente:

Duración de la corriente de falta, t _F (s)	Tensión de contacto aplicada admisible, U _{ca} (V)
0,05	735
0,10	633
0,20	528
0,30	420
0,40	310
0,50	204
1,00	107
2,00	90
5,00	81
10,00	80
> 10,00	50

PROCESO DE CALCULO Y JUSTIFICACION DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA PARA CT CONECTADO A UNA RED DE M.T. DE TERCERA CATEGORIA CON EL NEUTRO AISLADO

- Tensión de paso en el exterior

$$V_{pa} = 10 \cdot V_{ca} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot \rho}{1000}\right) = 10 \cdot 107 \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot 200}{1000}\right) =$$

$$V_p = \boxed{2.354} \text{ V}$$

- * Tensión de paso en el acceso al CT

$$V_{p(acc)} = 10 \cdot V_{ca} \cdot \left(1 + \frac{3 \cdot \rho + 3 \cdot \rho'}{1000}\right) =$$

$$V_{p(acc)} = 10 \cdot 107 \cdot \left(1 + \frac{3 \cdot 200 + 3 \cdot 3000}{1000}\right) =$$

$$V_{p(acc)} = \boxed{11.342} \text{ V}$$

6.- COMPROBACION DE QUE LOS VALORES CALCULADOS SATISFACEN LAS CONDICIONES EXIGIDAS

6.1.- Tensiones de paso y contacto en el interior

- Se han adoptado las medidas de seguridad "b" ó "c" del aptdo. 4.3.1, o la "a" ó "b" del aptdo. 4.3.2, por lo que no será preciso calcular las tensiones de paso y contacto en el interior, ya que estas serán prácticamente cero.
- Se adjunta anexo justificando otras medidas adicionales de seguridad, o los correspondientes cálculos y comprobaciones de las tensiones de paso y contacto interiores.

6.2.- Tensiones de contacto exterior

- a Se ha adoptado la medida de seguridad "a" del aptdo. 4.3.1, por lo que no será preciso calcular la tensión de contacto exterior, ya que ésta será prácticamente cero.
- b Se adjunta anexo justificando otras medidas adicionales de seguridad, o el correspondiente cálculo y comprobación de la tensión de contacto exterior.

6.3.- Tensión de paso en el exterior y de paso en el acceso al CT

Concepto	Valor calculado	Condición	Valor admisible
Tensión de paso en el exterior	$V_p = \boxed{17,79}$	\leq	$V_p = \boxed{2.354}$
Tensión de paso en el acceso al CT	$V_{p(acc)} = \boxed{39,24}$	\leq	$V_{p(acc)} = \boxed{11.324}$

6.4.- Tensión de defecto

PROCESO DE CALCULO Y JUSTIFICACION DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA PARA CT CONECTADO A UNA RED DE M.T. DE TERCERA CATEGORIA CON EL NEUTRO AISLADO

Concepto	Valor calculado	Condición	Valor admisible
Tensión de defecto	V'd = <input type="text" value="83,01"/>	≤	Vbt = <input type="text" value="10.000"/>

7.- JUSTIFICACION DE LA PUESTA A TIERRA MEDIANTE LA UTILIZACION DE LA RED DE CABLES SUBTERRANEOS

* Radio del círculo de igual superficie que el área cubierta por la malla

$$r = \sqrt{\frac{S_m}{\Pi}} = \sqrt{\frac{\text{[]}}{3,14}} \quad r = \text{[] m}$$

* Valor de la resistencia de la malla de puesta a tierra formada por los cables subterráneos de alta tensión con cubierta conductora y las picas conectadas a la misma, ampliada con los cables de cubierta aislante.

$$R'm = \frac{\rho}{4*r} + \frac{\rho}{L+L'} = \frac{\rho}{4* \text{[]}} + \frac{\text{[]}}{\text{[]} + \text{[]}} \quad \text{[] } \Omega$$

* Intensidad de defecto

$$I'd = \frac{\sqrt{3}U(\omega C_a L_a + \omega C_c L_c)}{\sqrt{1 + (\omega C_a L_a + \omega C_c L_c)^2 (3R'm)^2}} = \frac{\sqrt{3}10^{-6}(1,9L_a + 78,5L_c)U}{\sqrt{1 + (10^{-6}(1,9L_a + 78,5L_c))^2 9(R'm)^2}}$$

$$= \frac{\sqrt{3}10^{-6}(1,9x \text{[]} + 78,5x \text{[]})x \text{[]}}{\sqrt{1 + (10^{-6}(1,9x \text{[]} + 78,5x \text{[]}))^2 x 9x \text{[]}^2}}$$

I'd =

* Tensión de defecto

$$V'd = R'm * I'd = \text{[]} x \text{[]} \quad \left. \begin{array}{l} V'd = \text{[] V} \\ V'd \leq 1000 V \end{array} \right\}$$



CAPÍTULO IV. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN INTEMPERIE

1. CÁLCULO DE PUESTA A TIERRA

1.1. Datos de partida

DATOS DE LA RED:

Sistema de conexión del neutro.	Aislado
Subestación eléctrica.	Cariñena
Tensión nominal/ Frecuencia.....	15 kV/ 50 Hz
Línea M.T.	Cariñena
Longitud total líneas aéreas (km)	33,138
Longitud total líneas subterráneas (km).....	5,17
Tiempo de despeje del defecto	0,95 s
Nivel de aislamiento de las instalaciones de B.T. del CT (V).....	10.000
Red subterránea de suficiente conductividad	NO
Resistividad del terreno ($\Omega \cdot m$)	200

1.2. INTRODUCCIÓN

El cálculo de la instalación de puesta a tierra del CT se realizará según el “Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación conectados a redes de tercera categoría” elaborado por UNESA.

1.3. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA INSTALACIÓN

1.3.1. Puesta a tierra de protección

Cuando se produce un defecto a tierra en la instalación de AT, se provoca una elevación del potencial en el circuito de puesta a tierra de protección a través del cual circulará la intensidad de defecto. Asimismo, al disiparse dicha intensidad por tierra, aparecerán en el terreno gradientes de potencial. Al diseñarse el sistema de puesta a tierra de protección deberán tenerse en cuenta los siguientes aspectos:

- Seguridad de las personas en relación a las elevaciones de potencial.
- Sobretensiones peligrosas para las instalaciones.
- Valor de intensidad defecto que haga actuar las protecciones, asegurando la eliminación de la falta.

1.3.2. Puesta a tierra de servicio

El sistema de puesta a tierra de servicio se diseña bajo el criterio de que su resistencia de puesta a tierra sea inferior a 37Ω . Con esto se consigue que un defecto a tierra en la instalación de un abonado, protegida contra contactos indirectos por un interruptor diferencial de 650 mA de sensibilidad, no ocasione en el electrodo de puesta a tierra de servicio una tensión superior a 24 V ($37 \times 0,65 \cong 24$).

1.3.3. Sistema único para las puestas a tierra de protección y de servicio

Aunque no se contempla específicamente en el presente Proyecto Tipo, la reglamentación vigente permite la utilización de un único sistema de puesta a tierra de protección y servicio para el CT siempre y cuando se verifique que la tensión de defecto a tierra sea inferior a 1000 V.

1.4. DATOS INICIALES

Los datos necesarios para realizar el cálculo serán:

- U Tensión de servicio de la red (V).
- V_{bt} Nivel de aislamiento de las instalaciones de BT (V).
- ρ Resistividad del terreno ($\Omega \cdot m$).
- a y b Dimensiones exteriores (ancho y largo) del local en planta (m).

Duración de la falta:

Tipo de relé para desconexión inicial (Tiempo Independiente o Dependiente).

- I_a' Intensidad de arranque del relé de desconexión inicial (A).
- t' Relé de desconexión inicial a tiempo independiente. Tiempo de actuación del relé (s).
- K', n' Relé de desconexión inicial a tiempo dependiente. Constantes del relé que dependen de su curva característica intensidad-tiempo.

Para el caso de red con neutro aislado:

- C_a Capacidad homopolar de la línea aérea (F/Km).
Normalmente se adopta $C_a=0,006 \mu F/Km$.
- L_a Longitud total de las líneas aéreas de alta tensión subsidiarias de la misma transformación AT/AT (Km).
- C_c Capacidad homopolar de la línea subterránea (F/Km).
Normalmente se adopta $C_c=0,25 \mu F/Km$.
- L_c Longitud total de las líneas subterráneas de alta tensión subsidiarias de la misma transformación AT/AT (Km).
- ω Pulsación de la corriente ($\omega = 2 \cdot \pi \cdot f = 2 \cdot \pi \cdot 50 = 314,16 \text{ rad/s}$).

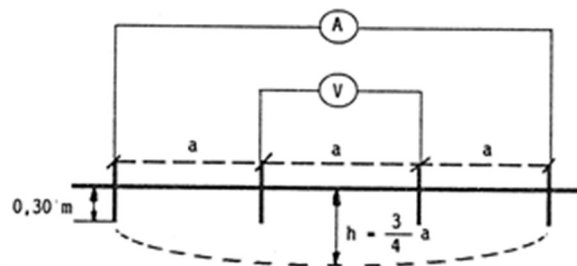
1.5. RESISTIVIDAD DEL TERRENO

Para instalaciones de tercera categoría y de intensidad de cortocircuito a tierra menor o igual a 16 kA, el apartado 4.1 de la ITC-RAT 13 admite la posibilidad de estimar la resistividad del terreno o medirla.

Para la estimación de la resistividad del terreno es de utilidad la tabla siguiente en la que se dan valores orientativos de la misma en función de la naturaleza del suelo:

Naturaleza del terreno	Resistividad ($\Omega \cdot m$)
Calizas blandas	100 a 300

En el caso de que se opte por realizar la medición de la resistividad del terreno, se recomienda realizar ésta según el método de Wenner. Se clavarán en el terreno cuatro picas alineadas a distancias (a) iguales entre sí y simétricas con respecto al punto en el que se desea medir la resistividad (ver figura siguiente). La profundidad de estas picas no es necesario que sea mayor de unos 30 cm.



Método de Wenner. Medición de la resistividad del terreno.

Dada la profundidad máxima a la que se instalará el electrodo de puesta a tierra del CT (h), calcularemos la interdistancia entre picas para realizar la medición mediante la siguiente expresión:

$$a = \frac{4}{3} \cdot h$$

Con el aparato de medida se inyecta una diferencia de potencial (V) entre las dos picas centrales y se mide la intensidad (I) que circula por un cable conductor que une las dos picas extremas. La resistividad media del terreno entre la superficie y la profundidad h viene dada por:

$$\rho_h = \frac{2 \cdot \pi \cdot a \cdot V}{I}$$

Si denominamos r a la lectura del aparato:

$$r = \frac{V}{I}$$

la resistividad quedará:

$$\rho_h = 2 \cdot \pi \cdot a \cdot r$$

siendo:

- ρ_h Resistividad media del terreno entre la superficie y la profundidad h ($\Omega \cdot m$).
- r Lectura del equipo de medida (Ω).
- a Interdistancia entre picas en la medida (m).

1.6. CÁLCULO DE LA PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN

1.6.1. Determinación de la intensidad de defecto

El cálculo de la intensidad de defecto tiene una formulación diferente según el sistema de instalación de la puesta a tierra del neutro de la red.

1.6.2. Neutro aislado

La intensidad de defecto a tierra es la capacitiva de la red respecto a tierra, directamente proporcional a la longitud de la red, la cual se va ampliando con el transcurso del tiempo.

Excepto en aquellos casos en los que el proyectista justifique otros valores, para el cálculo de la corriente máxima a tierra en una red con neutro aislado, se aplicará la siguiente expresión:

$$I_d = \frac{\sqrt{3} \cdot U \cdot \omega \cdot (C_a \cdot L_a + C_c \cdot L_c)}{\sqrt{1 + [\omega \cdot (C_a \cdot L_a + C_c \cdot L_c)]^2 \cdot (3 \cdot R_t)^2}}$$

en la que:

- I_d Intensidad máxima de defecto a tierra del CT (A).
- R_t Resistencia de la puesta a tierra de protección del CT (Ω).

El resto de variables tienen la definición y unidades dadas en el apartado 3. Esto mismo es aplicable para el resto de apartados del presente documento.

1.6.3. Resistencia máxima de la puesta a tierra de masas del CT

En caso de producirse un defecto a tierra, la sobretensión originada no debe ser superior al nivel de aislamiento de la instalación de BT del CT, es decir, se debe verificar que:

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

Por tanto, la resistencia máxima de la puesta a tierra de masas o protección del CT la podemos calcular por la expresión:

$$R_t = \frac{V_{bt}}{I_d}$$

1.6.4. Selección del electrodo

La resistencia de tierra del electrodo, que depende de su forma y dimensiones y de la resistividad del suelo, se puede calcular por las fórmulas contenidas en la tabla que sigue, o mediante programas u otras expresiones numéricas suficientemente probadas:

Tipo de electrodo	Resistencia en ohmios
Placa enterrada profunda -	$R = 0,8 \cdot \frac{\rho}{P}$
Placa enterrada superficial -	$R = 1,6 \cdot \frac{\rho}{P}$
Pica vertical -	$R = \frac{\rho}{L}$
Conductor enterrado horizontalmente -	$R = \frac{2\rho}{L}$
Malla de tierra -	$R = \frac{\rho}{4r} + \frac{\rho}{L}$

Siendo:

- R Resistencia de tierra del electrodo en Ω
- ρ Resistividad del terreno de $\Omega \cdot m$.
- P Perímetro de la placa en metros.
- L Longitud en metros de pica o conductor, y en malla longitud total de conductores enterrados.
- r radio en metros de un círculo de la misma superficie que el área cubierta por la malla.

También pueden seleccionarse electrodos de entre las configuraciones tipo presentadas en las tablas del Anexo 2 del “Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación” de UNESA. Las distintas configuraciones posibles vienen identificadas por un código que contiene la siguiente información:

Electrodos con picas en anillo

A-B / C / DE

- A Dimensión del lado mayor del electrodo (dm).
- B Dimensión del lado menor del electrodo (dm).
- C Profundidad a la que está enterrado el electrodo, es decir, la cabeza de las picas (dm).
- D Número de picas.
- E Longitud de las picas (m).

Electrodos con picas alineadas

A / BC

- A Profundidad a la que está enterrado el electrodo, es decir, la cabeza de las picas (dm).
- B Número de picas.
- C Longitud de las picas (m).

Para elegir el electrodo adecuado se tendrá en cuenta la forma y dimensiones exteriores de la planta del CT y que el valor unitario máximo de la resistencia de puesta a tierra del electrodo (K_r) debe verificar:

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

Una vez seleccionado el electrodo, obtendremos de las tablas del Anexo 2 del Método UNESA sus parámetros característicos:

- K_r Valor unitario de la resistencia ($\Omega/\Omega \cdot m$)
- K_p Valor unitario de la tensión de paso exterior ($V/\Omega \cdot m \cdot A$)
- K_c Valor unitario de la tensión de contacto exterior y paso en el acceso al CT ($V/\Omega \cdot m \cdot A$)

1.6.5. Cálculo de la resistencia de puesta a tierra, intensidad de defecto y tensiones de paso para el electrodo seleccionado

En este punto podremos calcular los valores de la resistencia de puesta a tierra (R_t'), intensidad de defecto (I_d') y tensión de defecto (V_d') del electrodo seleccionado mediante las siguientes expresiones:

Resistencia de puesta a tierra:

$$R_t' = K_r \cdot \rho$$

Intensidad de defecto:

$$I_d' = \frac{\sqrt{3} \cdot U \cdot \omega \cdot (C_a \cdot L_a + C_c \cdot L_c)}{\sqrt{1 + [\omega \cdot (C_a \cdot L_a + C_c \cdot L_c)]^2 \cdot (3 \cdot R_t')^2}}$$

Tensión de defecto:

$$V_d' = R_t' \cdot I_d'$$

La tensión de paso en el exterior (V_p') y la tensión de paso en el acceso al CT ($V_{p(acc)'}'$) se calcularán mediante las fórmulas siguientes:

Tensión de paso en el exterior:

$$V_p' = K_p \cdot \rho \cdot I_d'$$

Tensión de paso en el acceso al CT:

$$V_{p(acc)'} = K_c \cdot \rho \cdot I_d'$$

Al existir un mallazo equipotencial conectado al electrodo de puesta a tierra, la tensión de paso de acceso será equivalente al valor de la tensión de contacto en el exterior.

1.6.6. Tiempo de eliminación del defecto

Las líneas que alimentan los CT disponen de los dispositivos necesarios para que, cuando se produce un defecto a tierra, éste se elimine mediante la apertura de un interruptor que actúa por la orden transmitida por un relé que controla la intensidad de defecto.

Respecto a los tiempos de actuación de los relés, las variantes normales son las siguientes:

Relés a tiempo independiente:

En estos, el tiempo de actuación no depende del valor de la sobreintensidad. Cuando esta supera el valor del arranque, actúa en un tiempo prefijado. En este caso:

$$t' = cte$$

Relés a tiempo dependiente:

En estos, el tiempo de actuación depende inversamente de la sobreintensidad. Algunos de los relés más utilizados responden a la siguiente expresión:

$$t' = \frac{K'}{\left(\frac{I_d'}{I_a'}\right)^{n'} - 1}$$

En la tabla siguiente se dan valores de la constante (K') del relé para los tres tipos de curva (n') más utilizadas:

Normal inversa ($n'=0,02$)	Muy inversa ($n'=1$)	Extremadamente inversa ($n'=2$)
0,014	1,35	8
0,028	2,70	16
0,042	4,05	24
0,056	5,40	32
0,070	6,70	40
0,084	8,10	48
0,098	9,45	56
0,112	10,80	64
0,126	12,15	72

Normal inversa (n'=0,02)	Muy inversa (n'=1)	Extremadamente inversa (n'=2)
0,140	13,50	80

En el caso de que exista reenganche rápido (en menos de 0,5 segundos), el tiempo de actuación del relé de reenganche será:

Relé a tiempo independiente:

$$t'' = cte$$

Relé a tiempo dependiente:

$$t'' = \frac{K''}{\left(\frac{I'_a}{I''_a}\right)^{n''} - 1}$$

La duración total de la falta será la suma de los tiempos correspondientes a la primera actuación más el de la desconexión posterior al reenganche rápido:

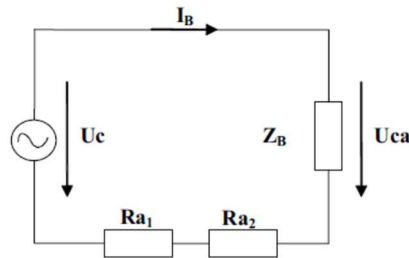
$$t = t' + t''$$

1.6.7. Valores máximos de tensión admisibles

Según lo indicado en la ITC-RAT-13, la tensión máxima admisible por el cuerpo humano depende de la duración de la corriente de falta, según se refleja en la siguiente tabla:

Duración de la corriente de falta, t_f (s)	Tensión de contacto aplicada admisible, U_{ca} (V)
0.05	735
0.10	633
0.20	528
0.30	420
0.40	310
0.50	204
1.00	107
2.00	90
5.00	81
10.00	80
> 10.00	50

A partir de estos valores admisibles de tensión aplicada, se pueden determinar las máximas tensiones de contacto o paso admisibles en la instalación, U_c y U_p , considerando todas las resistencias que intervienen entre el punto en tensión y el terreno:



Donde:

- U_{ca} Tensión de contacto aplicada admisible
- U_{pa} Tensión de paso aplicada admisible ($U_{pa}=10 \cdot U_{ca}$)
- Z_B Impedancia del cuerpo humano (se considera 1.000Ω)
- I_B Corriente a través del cuerpo
- U_c Tensión de contacto máxima admisible en la instalación
- U_p Tensión de paso máxima admisible en la instalación
- R_{a1} Resistencia adicionales (calzado)
- R_{a2} Resistencias adicionales (contacto con el suelo)

A partir de estos valores admisibles de tensión aplicada, se pueden determinar las máximas tensiones de contacto o paso admisibles en la instalación, U_c y U_p , considerando todas las resistencias que intervienen entre el punto en tensión y el terreno:

$$U_c = U_{ca} \cdot \left[1 + \frac{R_{a1} + R_{a2}}{2 \cdot Z_B} \right] = U_{ca} \cdot \left[1 + \frac{\frac{R_{a1}}{2} + 1,5 \cdot \rho_s}{1000} \right]$$

$$U_p = U_{pa} \cdot \left[1 + \frac{2 \cdot R_{a1} + 2 \cdot R_{a2}}{Z_B} \right] = 10 \cdot U_{ca} \cdot \left[1 + \frac{2 \cdot R_{a1} + 6 \cdot \rho_s}{1000} \right]$$

Que responde al siguiente planteamiento:

- Se supone que la resistencia del cuerpo humano es de 1.000Ω
- Se asimila cada pie a un electrodo en forma de placa de 200 mm^2 de superficie, ejerciendo sobre el suelo una fuerza mínima de 250 N , lo que representa una resistencia de contacto con el suelo de $3 \cdot \rho_s$, donde ρ_s es la resistividad del terreno.
- Según cada caso, R_{a1} es la resistencia del calzado, la resistencia de superficies de material aislante, etc. El Reglamento de instalaciones eléctricas de alta tensión permite utilizar valores de 2.000Ω para esta resistencia.

Para los casos en los que el terreno se recubra de una capa adicional de elevada resistividad (por ejemplo, la losa de hormigón con o sin una capa adicional de emulsión asfáltica), se multiplicará el valor de la resistividad de la capa de terreno adicional, por un coeficiente reductor. El coeficiente reductor se obtendrá de la expresión siguiente:

$$C_s = 1 - 0,106 \cdot \left(\frac{1 - \frac{\rho}{\rho^*}}{2 \cdot h_s + 0,106} \right)$$

1.6.8. Comprobación de que se satisfacen las condiciones exigidas

1.6.8.1. Tensiones de paso y contacto en el interior del CT

La solera del CT estará dotada del correspondiente mallazo equipotencial, o bien recubierta con un pavimento aislante, por tanto no existirá riesgo por tensiones de paso o contacto en el interior, ya que éstas serán prácticamente nulas.

1.6.8.2. Tensiones de contacto en el exterior del CT

Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del CT no tendrán contacto eléctrico con ningún elemento susceptible de quedar en tensión como consecuencia de un defecto o avería, por lo que podremos obviar el cálculo de la tensión de contacto exterior que será prácticamente nula.

1.6.8.3. Tensión de paso en el exterior y de paso en el acceso al CT

La tensión de paso en el exterior del CT debe ser menor o igual que el máximo valor admisible de la tensión de paso:

$$V_p' \leq V_p$$

La tensión de paso en el acceso al CT debe ser menor o igual que el máximo valor admisible de la tensión de paso en el acceso:

$$V'_{p(acc)} \leq V_{p(acc)}$$

1.6.8.4. Protección del material

La tensión de defecto debe ser menor o igual que el nivel de aislamiento a frecuencia industrial de los equipos de BT del CT:

$$V_d' \leq V_{bt}$$

1.6.9. Corrección y ajuste del diseño inicial

En el caso de que con el electrodo seleccionado se incumpla alguna de las condiciones del apartado 5.7, deberemos escoger otra configuración de electrodo y repetir todo el proceso.

Aumentando la longitud total de electrodo horizontal, el número de picas o su longitud, disminuirá R_t' , y en consecuencia los valores de V_p' y $V_{p(acc)}'$.

1.7. CÁLCULO DE LA PUESTA A TIERRA EN SERVICIO

Para garantizar la actuación de las protecciones diferenciales de las instalaciones de BT de los abonados, se adopta un valor máximo de la resistencia de puesta a tierra de la puesta a tierra de servicio de 37Ω .

Por lo tanto, podemos calcular el valor unitario máximo de resistencia puesta a tierra del neutro de BT como:

$$K_r' = \frac{37}{\rho}$$

Se seleccionará la configuración del electrodo de entre los del tipo picas en hilera (Anexo 2 del Método UNESA) de manera que su valor unitario de resistencia (K_r'') cumpla la condición:

$$K_r'' \leq K_r'$$

Se cumplirá que el valor de la resistencia de puesta a tierra del neutro de BT (R_{bt}') es menor de 37Ω :

$$R_{bt}' = K_r'' \cdot \rho \leq 37 \Omega$$

1.8. SEPARACIÓN ENTRE LOS SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN Y DE SERVICIO

La separación mínima (D) entre los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio se calcula mediante la fórmula:

$$D = \frac{\rho \cdot I_d'}{2000 \cdot \pi} = \frac{\rho \cdot I_d'}{6283}$$

1.9. HOJAS DE CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

En la práctica, los datos de partida, los electrodos seleccionados, los resultados obtenidos de los cálculos y la comprobación con los valores máximos admisibles, se recogen en unas hojas de cálculo, cuyos formatos se adjuntan a continuación según sea el sistema de puesta a tierra del neutro de la red.



HOJA DE CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA.
NUETRO AISLADO.

PROCESO DE CALCULO Y JUSTIFICACION DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA PARA CT CONECTADO A UNA RED DE M.T. DE TERCERA CATEGORIA CON EL NEUTRO AISLADO

0.- REFERENCIA DEL CT

* Código

* Población

1.- DATOS DE PARTIDA

* Tensión de servicio U = V

* Red Aérea

- Longitud Total Km
- Capacidad uF/Km

* Red subterránea

- Longitud Total Km
- Capacidad uF/Km

* Duración de la falta

Desconexión inicial

Relé a tiempo independiente t' = > s

Relé a tiempo dependiente

Constantes del relé

K' =

n' =

Intensidad de arranque I'a = A

Reenganche en menos de 0,5 segundos

Relé a tiempo independiente t'' = s

Relé a tiempo dependiente

Constantes del relé

K'' =

n'' =

Intensidad de arranque I''a = A

* Nivel de aislamiento de las instalaciones de B.T. del CT Vbt = V

* Red subterránea de A.T. de suficiente conductibilidad

NO

SI (ver justificación en apartado 7)

- Superficie del círculo de igual área que la cubierta por la malla Sm = m²

- Longitud total de los cables existentes en la malla con cubierta conductora L = m

- Longitud total de las picas verticales incluidas en la malla L' = m

PROCESO DE CALCULO Y JUSTIFICACION DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA PARA CT CONECTADO A UNA RED DE M.T. DE TERCERA CATEGORIA CON EL NEUTRO AISLADO

1.2.- Características del CT

En edificio

Aislado

Destinado a otros usos

Dimensiones del local

a = m

b = m

Sobre apoyo

Sobre 1 apoyo

Sobre 2 apoyos

2.- CARACTERISTICAS DEL TERRENO

* Resistividad del terreno

$\rho =$ Ωxm

3.- OBSERVACIONES

LOS CALCULOS SE HAN REALIZADO CON VALORES DE RESISTIVIDAD REALES Y UNAS DIMENSIONES MÍNIMAS DE CONFIGURACION DE ELECTRODO, LO QUE NOS GARANTIZA SU CUMPLIMIENTO PARA ELECTRODOS DE MAYORES DIMENSIONES

4.- CALCULO

4.1.- Resistencia máxima de la puesta a tierra de las masas del CT (R_t) e intensidad de defecto (I_d)

$I_d * R_t \leq V_{bt}$

$$I_d = \frac{\sqrt{3} * U(\omega C_a L_a + \omega C_c L_c)}{\sqrt{1 + (\omega C_a L_a + \omega C_c L_c)^2 * (3R_t)^2}}$$

$I_d =$ A

$R_t =$ Ω

4.2.- Selección del electrodo tipo (de entre los incluidos en las tablas del ANEXO 2 del documento UNESA "Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación")

* "Valor unitario " máximo de la resistencia de puesta a tierra del electrodo

$$K_r \leq \frac{R_t}{\rho} = \frac{\text{240,15}}{\text{200}}$$

$K_r \leq$ $\Omega/\Omega * m$

* Dimensiones horizontales del electrodo

a' = m

b' = m

PROCESO DE CALCULO Y JUSTIFICACION DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA PARA CT CONECTADO A UNA RED DE M.T. DE TERCERA CATEGORIA CON EL NEUTRO AISLADO

* Picas alineadas

Si Separación entre picas m

NO

* Sección del conductor de cobre desnudo

mm²

* Profundidad del electrodo horizontal

0,5 m

0,8 m

* Numero de picas

* Longitud de las picas Lp (m)

0

2

2

4

3

6

4

8

6

8

* Electrodo seleccionado (indicar código de la configuración)

30-30/8/42

- Parámetros característicos del electrodo:

De la resistencia

Kr = Ω/Ω*m

De la tensión de paso

Kp = V/(Ω*m)(A)

De la tensión de contacto exterior

Kc = V/(Ω*m)(A)

4.3.- Medidas de seguridad adicionales para evitar tensiones de contacto

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

4.3.1.- CT Interior

- a Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del centro no tendrán contacto eléctrico con masas conductoras susceptibles de quedar sometidas a tensión debido a defectos o averías
- b En el piso del CT se instalará un mallazo cubierto por una capa de hormigón de 10 cm conectado a la puesta a tierra del CT
- c Empleo de pavimentos aislantes
- d Otras

4.3.2.- CT sobre apoyo

- a Se colocará un mallazo que sobresalga 1 m en todas las direcciones respecto a la base del apoyo, que se conectará a la tierra de protección, cubriéndolo luego con una capa de hormigón de 10 cm de espesor
- b Empleo de pavimentos aislantes
- c Otras

PROCESO DE CALCULO Y JUSTIFICACION DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA PARA CT CONECTADO A UNA RED DE M.T. DE TERCERA CATEGORIA CON EL NEUTRO AISLADO

4.4. - Valores de resistencia de puesta a tierra (R't), intensidad de defecto (I'd) y tensiones de paso (V'p y V'p(acc) del electrodo tipo seleccionado, para la resistividad del terreno medida (ρ)

* Resistencia de puesta a tierra (R't<=Rt)

$$R't = K_r * \rho = \boxed{0,105} \times \boxed{200} \quad R't = \boxed{21} \Omega$$

* Intensidad de defecto

$$I'd = \frac{\sqrt{3}U(\omega C_a L_a + \omega C_c L_c)}{\sqrt{1 + (\omega C_a L_a + \omega C_c L_c)^2 (3R't)^2}}$$

$$I'd = \boxed{13,38} \text{ A}$$

* Tensión de paso en el exterior

$$V'p = K_p * \rho * I'd = \boxed{0,0178} \times \boxed{200} \times \boxed{13,38} \quad V'p = \boxed{47,65} \text{ V}$$

* Tensión de paso en el acceso al CT

$$V'p(\text{acc}) = V'c = K_c * \rho * I'd = \boxed{0,0364} \times \boxed{200} \times \boxed{13,38} \quad V'p(\text{Acc}) = \boxed{145,88} \text{ V}$$

* Tensión de defecto

$$V'd = R't * I'd = \boxed{21} \times \boxed{13,38} \quad V'd = \boxed{281,06} \text{ V}$$

4.5.- Duración total de la falta

Desconexión inicial

Relé a tiempo independiente

$$t' = \boxed{0,99} \text{ s}$$

Relé a tiempo dependiente

Constantes del relé

$$\left[\begin{array}{l} K' = \boxed{} \\ n' = \boxed{} \end{array} \right.$$

Intensidad de arranque

$$I'a = \boxed{} \text{ A}$$

$$t' = \frac{K'}{\frac{I'd}{I'a} - 1} = \frac{\boxed{}}{\frac{\boxed{}}{\boxed{}} - 1}$$

$$t' \Rightarrow \boxed{} \text{ s}$$

PROCESO DE CALCULO Y JUSTIFICACION DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA PARA CT CONECTADO A UNA RED DE M.T. DE TERCERA CATEGORIA CON EL NEUTRO AISLADO

Reenganche a menos de 0,5 segundos

Relé a tiempo independiente

t'' = s

Relé a tiempo dependiente

Constantes del relé

K'' =

n'' =

Intensidad de arranque

I''a = A

$$t'' = \frac{K''}{\frac{I''d}{I''a} - 1} = \frac{\text{[]}}{\frac{\text{[]}}{\text{[]}} - 1} = \text{[]}$$

t'' = s

Duración total t = t' + t'' =

t = s

4.6.- Separación entre los sistemas de puesta a tierra de protección (masas) y de servicio (neutro de B.T.)

Sistema de puesta a tierra único (V'd <= 1000 V)

Sistemas de puesta a tierra separados e independientes

* Distancia mínima de separación (Tabla 6 página 22):

$$D = \frac{\rho \cdot I'd}{2000 \cdot II} = \frac{200}{6283} \times 13,38$$

D >= m

5. VALORES ADMISIBLES

Según la tabla 1 de la ITC-RAT-13, es la siguiente:

Para t = s Uca = 107 V

Según la tabla 18 de la ITC-LAT-07, es la siguiente:

Duración de la corriente de falta, t _F (s)	Tensión de contacto aplicada admisible, U _{ca} (V)
0,05	735
0,10	633
0,20	528
0,30	420
0,40	310
0,50	204
1,00	107
2,00	90
5,00	81
10,00	80
> 10,00	50

PROCESO DE CALCULO Y JUSTIFICACION DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA PARA CT CONECTADO A UNA RED DE M.T. DE TERCERA CATEGORIA CON EL NEUTRO AISLADO

- Tensión de paso en el exterior

$$V_{pa} = 10 \cdot V_{ca} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot \rho}{1000}\right) = 10 \cdot 107 \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot 200}{1000}\right) =$$

$$V_p = \boxed{2.354} \text{ V}$$

- * Tensión de paso en el acceso al CT

$$V_{p(acc)} = 10 \cdot V_{ca} \cdot \left(1 + \frac{3 \cdot \rho + 3 \cdot \rho'}{1000}\right) =$$

$$V_{p(acc)} = 10 \cdot 107 \cdot \left(1 + \frac{3 \cdot 200 + 3 \cdot 3000}{1000}\right) =$$

$$V_{p(acc)} = \boxed{11.342} \text{ V}$$

6.- COMPROBACION DE QUE LOS VALORES CALCULADOS SATISFACEN LAS CONDICIONES EXIGIDAS

6.1.- Tensiones de paso y contacto en el interior

- Se han adoptado las medidas de seguridad "b" ó "c" del aptdo. 4.3.1, o la "a" ó "b" del aptdo. 4.3.2, por lo que no será preciso calcular las tensiones de paso y contacto en el interior, ya que estas serán prácticamente cero.
- Se adjunta anexo justificando otras medidas adicionales de seguridad, o los correspondientes cálculos y comprobaciones de las tensiones de paso y contacto interiores.

6.2.- Tensiones de contacto exterior

- a Se ha adoptado la medida de seguridad "a" del aptdo. 4.3.1, por lo que no será preciso calcular la tensión de contacto exterior, ya que ésta será prácticamente cero.
- b Se adjunta anexo justificando otras medidas adicionales de seguridad, o el correspondiente cálculo y comprobación de la tensión de contacto exterior.

6.3.- Tensión de paso en el exterior y de paso en el acceso al CT

Concepto	Valor calculado	Condición	Valor admisible
Tensión de paso en el exterior	V'p = <input type="text" value="47,65"/>	≤	Vp = <input type="text" value="2.354"/>
Tensión de paso en el acceso al CT	V'p(acc) = <input type="text" value="145,88"/>	≤	Vp(acc) = <input type="text" value="11.324"/>

6.4.- Tensión de defecto

PROCESO DE CALCULO Y JUSTIFICACION DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA PARA CT CONECTADO A UNA RED DE M.T. DE TERCERA CATEGORIA CON EL NEUTRO AISLADO

Concepto	Valor calculado	Condición	Valor admisible
Tensión de defecto	V'd = <input type="text" value="281,06"/>	≤	Vbt = <input type="text" value="10.000"/>

7.- JUSTIFICACION DE LA PUESTA A TIERRA MEDIANTE LA UTILIZACION DE LA RED DE CABLES SUBTERRANEOS

* Radio del círculo de igual superficie que el área cubierta por la malla

$$r = \sqrt{\frac{S_m}{\Pi}} = \sqrt{\frac{\text{[]}}{3,14}} \quad r = \text{[] m}$$

* Valor de la resistencia de la malla de puesta a tierra formada por los cables subterráneos de alta tensión con cubierta conductora y las picas conectadas a la misma, ampliada con los cables de cubierta aislante.

$$R'm = \frac{\rho}{4*r} + \frac{\rho}{L+L'} = \frac{\rho}{4* \text{[]}} + \frac{\text{[]}}{\text{[]} + \text{[]}} \quad \text{[] } \Omega$$

* Intensidad de defecto

$$I'd = \frac{\sqrt{3}U(\omega C_a L_a + \omega C_c L_c)}{\sqrt{1 + (\omega C_a L_a + \omega C_c L_c)^2 (3R'm)^2}} = \frac{\sqrt{3}10^{-6}(1,9L_a + 78,5L_c)U}{\sqrt{1 + (10^{-6}(1,9L_a + 78,5L_c))^2 9(R'm)^2}}$$

$$= \frac{\sqrt{3}10^{-6}(1,9x \text{[]} + 78,5x \text{[]})x \text{[]}}{\sqrt{1 + (10^{-6}(1,9x \text{[]} + 78,5x \text{[]}))^2 x 9x \text{[]}^2}}$$

I'd =

* Tensión de defecto

$$V'd = R'm * I'd = \text{[]} x \text{[]} \quad \left. \begin{array}{l} V'd = \text{[] V} \\ V'd \leq 1000 V \end{array} \right\}$$

2. PUENTES DE MT Y BT

2.1. Introducción

En el presente apartado se pretende justificar que las secciones propuestas para los puentes tanto de alta como de baja tensión indicados en la memoria resultan adecuadas, para lo cual se deberá cumplir, en el caso de funcionamiento a plena potencia del transformador de cada CT, que la intensidad que circule por los mismos sea inferior a la intensidad térmica admisible del conductor.

2.2. Intensidad en AT

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

$$I_P = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_P}$$

siendo:

P Potencia del transformador en kVA.

U_P Tensión del primario en kV.

I_P Intensidad del primario en A.

La intensidad del primario en un transformador trifásico de 250kVA será:

$$I_P = \frac{250}{\sqrt{3} \cdot 15} = 9,62 \text{ A}$$

2.3. Dimensionado de las conexiones AT

La intensidad máxima admisible de corriente se obtiene de acuerdo a lo indicado en el apartado 4.2 de la ITC-LAT 07 y se detalla a continuación. Se indican también los valores de resistencia y reactancia empleados en los cálculos.

Conductor	Sección (mm ²)	Alambres Aluminio	Alambres Acero	Imáx (A)	R ₂₀ DC (Ω/km)	R ₅₀ AC (Ω/km)	X (Ω/km) (*)
47AL1/8-ST1A (antes LA-56)	54,6	6	1	199	0,6136	0,6870	0,405
(*) reactancia media asociada de las distintas configuraciones habituales.							

La intensidad máxima en régimen permanente que circulará por estos cables no será superior a 9,62 A. Según los cálculos que figuran anteriormente, siendo dichos valores muy inferiores a la máxima admisible por el cable seleccionado (199 A), En consecuencia, no se tendrá en cuenta el calentamiento en condiciones normales de funcionamiento.

2.4. Intensidad en BT

La intensidad máxima (nominal) que circula por los puentes de BT se puede calcular mediante la fórmula:

$$I_n = \frac{P_n}{\sqrt{3} \cdot U}$$

siendo:

I_n Intensidad nominal de los puentes de BT (A).

P_n Potencia nominal del transformador (kVA).

U Tensión del devanado de BT (kV).

La intensidad máxima (nominal) que circula por los puentes de BT de un transformador de 250kVA será:

$$I_n = \frac{250}{\sqrt{3} \cdot 0,4} = 360,84 \text{ A}$$

2.5. Dimensionado de las conexiones en BT

Según la Tabla 11 de la ITC-BT 07, para conductores de 240 mm² de aluminio con aislamiento XLPE, la intensidad máxima admisible ($I_{m\acute{a}x}$) es de 420A.

La intensidad admisible (I_{adm}) del cable se calculará a partir de la intensidad máxima admisible aplicándole los factores de corrección para las condiciones particulares de la instalación (ITC-BT 07, Apartado 3.1.4.). En este caso se aplican los siguientes factores de corrección:

- Temperatura del aire circundante superior a 40°C (Tabla 13 de ITC-BT 07). Consideramos una temperatura de 50°C, por lo que el factor de corrección será: $F_t = 0,90$

Así pues, la intensidad admisible de cada conductor del puente será:

$$I_{adm} = I_{m\acute{a}x} \cdot F_t$$

Según la normativa de E-DISTRIBUCIÓN para Centros de Transformación, en el caso transformadores con una potencia de 250kVA y una tensión de secundario de 400V, el conductor que forma el puente de BT será 3x3x240+2x240 mm² y cuya corriente máxima admisible son 420A.

Con lo cual, para nuestra instalación, la corriente admisible por el cable será la siguiente:

$$I_{adm} = 420 \cdot 0,9 = 378 \text{ A} > 360,84 \text{ A}$$

Se cumple que la intensidad admisible es superior a la máxima o nominal, por lo que se concluye que los puentes están adecuadamente dimensionados.

2.6. Caída de tensión

La caída de tensión máxima por resistencia y reactancia en los puentes de BT de un CT (despreciando la influencia capacitiva), se puede calcular mediante la expresión:

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

en la que:

- ΔU Caída de tensión en el puente de BT (V).
- I_n Intensidad nominal por terna (A).
- R Resistencia kilométrica a 20 °C (Ω/km).
- X Reactancia inductiva kilométrica (Ω/km).
- $\cos \varphi$ Factor de potencia (se adoptará $\cos \varphi = 0.8$ y $\operatorname{sen} \varphi = 0.6$).

La caída de tensión porcentual (e%) se calculará como:

$$e(\%) = \frac{\Delta U \cdot 100}{U}$$

Las características eléctricas del conductor a instalar son las siguientes:

Sección nominal (mm ²)	Resistencia máxima 20°C (Ω/km)	Resistencia máxima 90°C (Ω/km)	Reactancia 0,8/1 kV (Ω/km)
240 (XZ1)	0,125	0,160	0,085

Puente BT 400 V:

La caída de tensión máxima del puente será:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot 378 \cdot 0,02 \cdot (0,125 \cdot 0,8 + 0,085 \cdot 0,5) = 1,86 \text{ V}$$

La caída de tensión porcentual del puente será:

$$e(\%) = \frac{1,86 \cdot 100}{400} = 0,47 \%$$

3. CÁLCULO DE CAMPOS MAGNÉTICOS

3.1. Objeto

El objeto de este estudio, es estimar las emisiones de campo magnético en el exterior accesible por el público, del centro de transformación inintermitente, con el propósito de comprobar el cumplimiento de los límites establecidos por la normativa vigente.

El estudio comprende el cálculo de los niveles máximos del campo magnético que por razón del funcionamiento de los centros de transformación pueden alcanzarse en su entorno, y su evaluación comparativa con los límites establecidos en la normativa vigente.

3.2. Normativa vigente

El R.D. 337/2014 de 9 de mayo, recoge el <Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión= (RAT). Este nuevo Reglamento limita los campos electromagnéticos en la proximidad de instalaciones de alta tensión, remitiendo al R.D. 1066/2001.

El R.D. 1066/2001 de 28 de septiembre, por el que se aprueba el <Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a las emisiones radioeléctricas=, adopta medidas de protección sanitaria de la población estableciendo unos límites de exposición del público a campos electromagnéticos procedentes de emisiones radioeléctricas acordes a las recomendaciones europeas. Para el campo magnético generado a la frecuencia industrial de 50 Hz, el límite establecido es de 100 microteslas (100 μ T).

En el RAT, las limitaciones y justificaciones necesarias aparecen indicadas en las instrucciones técnicas complementarias siguientes:

- ITC-RAT-14. INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE INTERIOR. 4.7: Limitación de los campos magnéticos en la proximidad de instalaciones de alta tensión.
- ITC-RAT-15. INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE EXTERIOR. 3.15: Limitación de los campos magnéticos en la proximidad de instalaciones de alta tensión.
- ITC-RAT-20. ANTEPROYECTOS Y PROYECTOS. 3.2.1: Memoria.

En relación al campo magnético generado por los transformadores de potencia, se aplica la norma UNECLC/TR 50453 IN de noviembre de 2008, “Evaluación de los campos electromagnéticos alrededor de los transformadores de potencia”.

Aunque la medida de campos magnéticos no es objeto del presente documento, a continuación, se indican las normas aplicables a la misma:

- Norma UNE 20833 de abril de 1997: “Medida de los campos eléctricos a frecuencia industrial”.
- Norma UNE-EN 62110 de mayo de 2013. “Campos eléctricos y magnéticos generados por sistemas de alimentación en corriente alterna. Procedimientos de medida de los niveles de exposición del público en general”.

- Norma UNE-EN 61786-1 de octubre de 2014. “Medición de campos magnéticos en corriente continua, campos eléctricos y magnéticos en corriente alterna de 1 Hz a 100 kHz. Parte 1: Requisitos para los instrumentos de medida”.
- Norma IEC 61786-2 de diciembre de 2014. “Measurement of DC magnetic, AC magnetic and AC electric fields from 1 Hz to 100 kHz with regard to exposure of human beings. Part 2: Basic standard for measurements”.

3.3. Metodología de análisis de campos magnéticos

Para la elaboración del análisis del campo magnético, se ha desarrollado una aplicación que realiza la simulación y cálculo del campo magnético en los puntos deseados de la instalación y su entorno.

La aplicación desarrollada está realizada sobre Matlab/Octave. El cálculo está basado en un cálculo analítico (Biot y Savart de un segmento) realizado sobre el conjunto de conductores 3D de una instalación, discretizados a segmentos rectilíneos, y sobre un periodo de onda completo para obtener valores eficaces. Se tienen en cuenta los diferentes desfases entre fases o motivados por la presencia de un transformador.

A modo de validación de la aplicación, se han calculado los ejemplos descritos en la Norma UNE-EN 62110, obteniéndose los mismos resultados que en dicha norma.

El cálculo no tiene en cuenta el campo generado por los transformadores, sólo por los conductores. Esta simplificación no afecta de forma significativa a los resultados obtenidos según se indica en UNE-CLC/TR-50453. De igual forma, no se consideran los posibles apantallamientos debidos a pantallas de cables o envolventes de la aparamenta eléctrica, quedando el cálculo por el lado de la seguridad.

La entrada de datos de la aplicación es la topología en 3D del conjunto de conductores de la instalación, así como las corrientes que circulan por cada conductor. Las corrientes consideradas para el cálculo son las máximas previstas para cada posición (en especial de los transformadores) o tramo de ella, de forma que se obtiene el máximo campo magnético. El estado de carga máximo planteado es técnicamente posible de alcanzar, pero difícil que se produzca en realidad, y en todo caso durante un breve espacio de tiempo.

En ocasiones, debido a la topología de la instalación, no es posible determinar las corrientes por todos los tramos de las diferentes posiciones. Para estos casos se estiman las corrientes por dichos tramos que den lugar a los campos más desfavorables.

Los resultados obtenidos se presentan en los límites exteriores de la instalación accesibles por el público, considerándose para el cálculo una distancia de 0,2 m del vallado y a una altura de 1 m, según UNE-EN 62110. De igual forma, se facilita el cálculo del campo B en toda la superficie de la instalación a una altura de 1 m a efectos informativos.

3.4. Características de la instalación y datos de cálculo

Los centros de transformación tipo intemperie con transformador en poste calculados, constan de 2 niveles de tensión, 15 y 0,4 kV, y una unidad de transformación de 250 kVA (caso más desfavorable).

Nivel de 15 kV.

Posiciones de línea	1
Posiciones de transformador.....	1
Superficie (Bajo del poste)	1 m ²

Nivel de 0,4 kV

Tipo	Intemperie
Topología	Simple barra

De acuerdo con el Real Decreto 1066/2001, se describen las medidas que se han considerado para minimizar la emisión de campos electromagnéticos y poder así cumplir los límites establecidos en el Real Decreto:

- Las distancias existentes entre los equipos eléctricos, debido a su instalación en altura y el límite de la instalación, permite reducir los niveles de exposición al público en general, fruto de la disminución del campo magnético con la distancia.
- Los conductores de ambos niveles de tensión están constituidos en su totalidad por cables aislados secos con pantalla metálica exterior. Esto permite reducir el campo magnético exterior tanto por la propia pantalla como por el tendido de los cables en forma de tresbolillo.

El estado de carga considerado supone el transformador entregando su máxima potencia, suministrada por la única línea de MT existente.

En el lado de BT, el transformador alimenta a un embarrado del que parten tres líneas que se reparten equitativamente la potencia del transformador.

3.5. Conclusiones

Como conclusión, podemos decir que el fabricante del Centro de Transformación Intemperie asegura por ensayos realizados que el campo magnético generado por la actividad, en las condiciones más desfavorables de funcionamiento (hipótesis de carga máxima realizable), se obtiene que los valores de radiación emitidos están por debajo de los valores límite recomendados, esto es, 100 μ T para el campo magnético a la frecuencia de la red, 50Hz.



CAPÍTULO V. REDES SUBTERRÁNEAS DE BAJA TENSIÓN

1. CÁLCULO ELÉCTRICO

Se trata de justificar que la elección del conductor supera las necesidades de la red, en lo que se refiere a caídas de tensión y capacidad de transporte.

Datos de la instalación:

Tensión nominal/ Frecuencia.....0,4 kV/ 50 Hz
 Circuitos/ Conductores por fase.....Uno/ Uno
 Conductor XZ1 0,6/1 kV 3x1x240 mm² Al+1x150 mm² Al
 Factor de potencia 0,9

Para el cálculo de una línea subterránea de media tensión se justificarán los siguientes apartados:

1.1. Características del conductor

Las características eléctricas del conductor a instalar son las siguientes:

Sección nominal (mm ²)	Resistencia máxima 20°C (Ω/km)	Resistencia máxima 90°C (Ω/km)	Reactancia 12/20 kV (Ω/km)
240 (XZ1-K)	0,125	0,16	0,085

1.2. Intensidad admisible para el cable

1.2.1. Intensidad máxima admisible para el cable en servicio permanente

Según se establece en la ITC-BT-06 y en la ITC-BT-07, el aumento de temperatura provocado por la circulación de la intensidad calculada no debe dar lugar a una temperatura en el conductor superior a la prescrita en la Tabla 1.

Tabla 1. Temperaturas máximas admisibles aislamiento conductores

Tipo de aislamiento seco	Servicio permanente θ _s	Cortocircuito θ _{cc} (t ≤ 5s)
Polietileno reticulado XLPE	90 °C	250 °C

Los valores de intensidad máxima admisible según la norma UNE 211435 para cables subterráneos en las condiciones estándar que se describen a continuación son los indicados en la Tabla 4.

- Temperatura máxima en el conductor: 90 °C
- LSBT en servicio permanente
- 4 cables unipolares, dentro de un tubo
- Profundidad de instalación: 0,70 m
- Resistividad térmica del terreno: 1 K·m/W

- Temperatura ambiente del terreno a la profundidad indicada: 25 °C.

Tabla 2. Intensidades máximas admisibles en conductores XLPE, Al, bajo tubo.

Sección nominal de los conductores mm ²	Intensidad máxima admisible, I, en A (Cables unipolares en contacto)
50	125
95	191
150	253
240	336/312(*) (*) Si la protección se realiza con fusible gG de 250 A

Para la instalación proyectada, con unas condiciones de instalación diferentes a las descritas anteriormente, los valores anteriores se corrigen aplicando los siguientes factores de corrección:

$$I_{adm} = I \cdot F_{ct} \cdot F_{crt} \cdot F_{ca} \cdot F_{cp}$$

Donde:

- I_{adm} Intensidad máxima admisible en servicio permanente, en A.
- I Intensidad del conductor sin coeficientes de corrección, en A.
- F_{ct} Factor de corrección debido a la temperatura del terreno.
- F_{crt} Factor de corrección debido a la resistividad del terreno.
- F_{ca} Factor de corrección debido a la agrupación de circuitos.
- F_{cp} Factor de corrección debido a la profundidad de soterramiento.

En el caso más desfavorable de la instalación objeto de este proyecto con cable 0,6/1 kV la intensidad máxima admisible permanente en los conductores será:

$$I_{máxadm240} = 312 \cdot 1 \cdot 1,1 \cdot 0,74 \cdot 0,94 = 238,73 \text{ A}$$

Esta es la intensidad máxima admisible del cable, es decir, la intensidad máxima que es capaz de soportar el cable con los distintos factores de corrección.

1.2.2. Intensidad máxima admisible para el cable en cortocircuito

La temperatura que puede alcanzar el conductor del cable, como consecuencia de un cortocircuito o sobreintensidad de corta duración, no debe sobrepasar la temperatura máxima admisible de corta duración (para menos de un tiempo t) asignada a los materiales utilizados para el aislamiento del cable.

A estos efectos, se considera el proceso adiabático, es decir que el calor desprendido durante el proceso es absorbido por los conductores.

Se tiene que cumplir que el valor de la integral de Joule durante el cortocircuito tiene que ser menor al valor máximo de la integral de Joule admisible en el conductor.

$$I_{cc3}^2 \cdot t_{cc} \leq I_{cc3\text{ Adm}}^2 \cdot t_{cc} = (K \cdot S)^2$$

Con esta fórmula se calcula la Intensidad de cortocircuito trifásico admisible del conductor.

$$I_{cc\text{ Ad}} = K \cdot \frac{S}{\sqrt{t_{cc}}}$$

Donde:

- $I_{cc3\text{ Adm}}$ Intensidad de cortocircuito trifásico calculada con hipótesis adiabática en el conductor, en amperios.
- S Sección del conductor, en mm^2 .
- K Coeficiente que depende de la naturaleza del conductor y del tipo de aislamiento. Representa la densidad de corriente admisible para un cortocircuito de 1 segundo y para el caso del conductor de Al con aislamiento XLPE. $K=94\text{ A/mm}^2$ suponiendo temperatura inicial antes del cortocircuito de $90\text{ }^\circ\text{C}$ y máxima durante el cortocircuito de $250\text{ }^\circ\text{C}$.
- t_{cc} Duración del cortocircuito, en segundos.

Los valores de cortocircuito máximo admisibles de los conductores especificados en el presente proyecto tipo se detallan a continuación:

Tabla 3. Corrientes de cortocircuito admisibles en los conductores de secciones normalizadas de cables subterráneos, en kA

Sección del conductor mm^2	Duración del cortocircuito (s)									
	0,1	0,2	0,3	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	5,0
50	14,9	10,5	8,6	6,6	4,7	3,8	3,3	3,0	2,7	2,1
95	28,2	20,0	16,3	12,6	8,9	7,3	6,3	5,6	5,2	4,0
150	44,6	31,5	25,7	19,9	14,1	11,5	10,0	8,9	8,1	6,3
240	71,3	50,4	41,2	31,9	22,6	18,4	16,0	14,3	13,0	10,1

Con carácter general, el valor de la intensidad de cortocircuito de diseño para el cálculo de las líneas de baja tensión es 20 kA.

Los dispositivos de protección colocados en las líneas aseguran que, en el tiempo actuación de la protección, la intensidad de cortocircuito del cable es inferior a los valores máximos indicados anteriormente.

1.3. Pérdidas de potencia

Las pérdidas de potencia de una línea vendrán dadas por la siguiente expresión:

En valor absoluto:

$$P_p = \frac{P^2 \cdot L \cdot R_{90}}{U^2 \cdot (\cos \varphi)^2}$$

En valor porcentual:

$$P_p(\%) = \frac{P \cdot L \cdot R_{90}}{10 \cdot U^2 \cdot (\cos \varphi)^2}$$

Donde:

- P_p Potencia perdida, en W.
- P Potencia a transportar, en kW.
- L Longitud de la línea, en km.
- U Tensión nominal de la línea, en kV.
- R_{90} Resistencia del conductor a 90 °C en Ω/km .
- $\cos \varphi$ Factor de potencia de la instalación.

Calculando la Potencia a transportar con la expresión,

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

Siendo:

- P Potencia a transportar por el cable en KW.
- U Tensión de línea en kV.
- I Intensidad de la línea en A.
- $\cos \varphi$ Factor de potencia de la instalación.

Se considera un factor de potencia de 0,9.

En el presente proyecto la potencia máxima a transportar será de:

$$P_{m\acute{a}x\ 240} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I_{m\acute{a}x} \cdot \cos \varphi = \sqrt{3} \cdot 0,4 \cdot 238,73 \cdot 0,9 = 148,857\ \text{kW}$$

A continuación, se muestra la tabla con los cálculos de pérdida de potencia de la línea total correspondiente a cada salida de los Cuadros Generales de Baja Tensión del Centro de Transformación de Superficie, cuyos resultados se encuentran dentro de los valores admitidos por la normativa vigente.

Tramo	Longitud	Conductor	Potencia	P _p (kW)	P _p (%)
CGBT 1 – S1	328 metros	XZ1 240 Al	92 kW	3,85 kW	4,182 %
CGBT 1 – S2	303 metros	XZ1 240 Al	63,25 kW	1,67 kW	2,651 %
CGBT 1 – S3	401 metros	XZ1 240 Al	86,25 kW	4,13 kW	4,791 %
CGBT 1 – S4	472 metros	XZ1 240 Al	63,25 kW	2,61 kW	4,129 %
CGBT 2 – S1	404 metros	XZ1 240 Al	86,25 kW	4,16 kW	4,818 %
CGBT 2 – S2	366 metros	XZ1 240 Al	92 kW	4,29 kW	4,662 %
CGBT 2 – S3	369 metros	XZ1 240 Al	74,75 kW	2,85 kW	3,813 %
CGBT 2 – S4	605 metros	XZ1 240 Al	46 kW	1,77 kW	3,853 %

A continuación, se muestra la tabla con los cálculos de pérdida de potencia de la línea total correspondientes a cada salida del Armario de Distribución Urbana del Centro de Transformación Intemperie, cuyos resultados se encuentran dentro de los valores admitidos por la normativa vigente.

Tramo	Longitud	Conductor	Potencia	P _p (kW)	P _p (%)
Salida 1	436 metros	XZ1 240 Al	44,85 kW	1,21 kW	2,707 %
Salida 2	451 metros	XZ1 240 Al	75,90 kW	3,60 kW	4,742 %
Salida 3	403 metros	XZ1 240 Al	57,50 kW	1,84 kW	3,205 %
Salida 4	0 metros	XZ1 240 Al	0 kW	0 kW	0 %

* La salida 4 del ADU la mantendremos como reserva en previsión de nuevas instalaciones.

1.4. Caída de tensión de la línea

Para llevar a cabo el cálculo de caída de tensión, nos basamos en los criterios de diseño de Redes Subterráneas de Baja Tensión de E-DISTRIBUCIÓN REDES DIGITALES, S.L.U., y que son los siguientes:

Tensión nominal de la Línea Baja Tensión.....	420 V
Sección del conductor a utilizar:	Fase 240 mm ² Al y Neutro 150 mm ² Al
Caída de tensión máxima	7 %.
Temperatura de servicio:.....	25° C.

Para el cálculo de la caída de tensión en una línea trifásica se aplicará la siguiente fórmula:

$$e(V) = \frac{P \cdot L \cdot (R_{90} + X \cdot \tan\varphi)}{n \cdot U}$$

Donde:

- e: Caída de tensión, en V.
- P: Potencia, en kW.
- L: Longitud de la línea, en km.
- R: Resistencia máxima del conductor a 90°C, en Ω/km .
- X: Reactancia máxima del conductor a 90°C, en Ω/km .
- n: Número de circuitos.
- U: Tensión nominal de la línea, en V.

Para el cálculo de la caída de tensión porcentual, se aplicará la siguiente fórmula:

$$e(\%) = \frac{e}{U} \cdot 100$$

Donde:

- e%: Caída de tensión porcentual.
- e: Caída de tensión, en V.
- U: Tensión nominal de la línea, en V.

Se considera un factor de potencia de 0,9.

A continuación, se muestra la tabla con los cálculos de caída de tensión de la línea total correspondiente a cada salida de los Cuadros Generales de Baja Tensión del Centro de Transformación de Superficie, cuyos resultados se encuentran dentro de los valores admitidos por la normativa vigente.

Tramo	Longitud	Conductor	Potencia	e (V)	e (%)
CGBT 1 – S1	328 metros	XZ1 240 Al	92 kW	16,064 V	4,016 %
CGBT 1 – S2	303 metros	XZ1 240 Al	63,25 kW	10,183 V	2,546 %
CGBT 1 – S3	401 metros	XZ1 240 Al	86,25 kW	18,403 V	4,601 %
CGBT 1 – S4	472 metros	XZ1 240 Al	63,25 kW	15,863 V	3,966 %
CGBT 2 – S1	404 metros	XZ1 240 Al	86,25 kW	18,509 V	4,627 %
CGBT 2 – S2	366 metros	XZ1 240 Al	92 kW	17,908 V	4,477 %
CGBT 2 – S3	369 metros	XZ1 240 Al	74,75 kW	14,646 V	3,661 %
CGBT 2 – S4	605 metros	XZ1 240 Al	46 kW	14,802 V	3,701 %

A continuación, se muestra la tabla con los cálculos de caída de tensión de la línea total correspondiente a cada salida del Armario de Distribución Urbana del Centro de Transformación Intemperie, cuyos resultados se encuentran dentro de los valores admitidos por la normativa vigente.

Tramo	Longitud	Conductor	Potencia	e (V)	e (%)
Salida 1	436 metros	XZ1 240 Al	44,85 kW	10,401 V	2,600 %
Salida 2	451 metros	XZ1 240 Al	75,90 kW	18,217 V	4,554 %
Salida 3	403 metros	XZ1 240 Al	57,50 kW	12,312 V	3,078 %
Salida 4	0 metros	XZ1 240 Al	0 kW	0 V	0 %

* La salida 4 del ADU la mantendremos como reserva en previsión de nuevas instalaciones.

1.5. Fusibles a instalar en C.G.P.

Los fusibles a instalar serán del tipo “gG”, de uso general y con las características que se describen en las normas UNE EN 60269 partes 1 y 2 y UNE 21103-2-1.

El reglamento de baja tensión determina que la duración máxima de un cortocircuito entre una fase y el neutro de un circuito (peor caso posible) no debe ser superior a 5 segundos (ITC-BT-22).

La siguiente tabla muestra las longitudes máximas de conductor protegidas por cada fusible en función de la sección de conductor y la potencia del transformador resultando un fusible, para la instalación en proyecto:

Tensión en AT del transformador > 24 kV. Datos para 20°C, tiempo 5 segundos								
Potencia Transformador (kVA)	Conductores Subterráneos, tipo RV unipolar, Aluminio Secciones constantes f/n en mm ²							
	50/50		95/50		150/95		240/150	
	fusible	Metros	fusible	Metros	fusible	Metros	fusible	Metros
50	80	389	80	510	80	874	80	1.258
100	125	235	160	225	160	383	160	548
160	125	242	200	175	250	217	250	309
250	125	245	200	182	250	233	315	241
400	125	247	200	185	250	242	315	259
630	125	248	200	187	250	247	315	269
1000	125	248	200	187	250	248	315	272

Tabla 14 Longitudes máximas en conductores subterráneos (AT > 24 kV)

En el presente proyecto, para los transformadores del Centro de Transformación de Superficie con una potencia de 630 kVA y una sección de conductor de 240/150, el calibre a instalar será de 315 A y una longitud máxima de 269 metros; al igual para el transformador del Centro de Transformación Intemperie para una potencia de 250 kVA y una sección de conductor de 240/150, el calibre será de 315 A y una longitud máxima de 241 metros



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

Diseño de Nueva Instalación Eléctrica para
dotar de suministro a una zona rural en la
Comarca de Cariñena

ANEXO II. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

Autor

María Pueyo Berné

Director

Pedro Gaspar Ibáñez Carabantes

Escuela de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de Zaragoza
Curso académico: 2022-2023

ÍNDICE

1. OBJETO	4
2. NORMATIVA	4
3. ALCANCE	4
4. DATOS GENERALES	4
4.1. TIPO DE TRABAJO	4
4.2. ACTIVIDADES PRINCIPALES	5
4.3. CLIMATOLOGÍA	5
4.4. PLAZO DE EJECUCIÓN	5
4.5. NÚMERO DE OPERARIOS PREVISTOS	5
4.6. OFICIOS	5
4.7. MAQUINARIA Y MEDIOS AUXILIARES	6
4.8. INSTALACIONES ELÉCTRICAS PROVISIONALES	6
5. ANÁLISIS DE RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS	6
5.1. RIESGOS GENERALES	7
5.2. RIESGOS Y MEDIDAS ESPECÍFICAS	7
5.2.1. TRABAJOS CON FERRALLA	8
5.2.2. TRABAJOS DE ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	8
5.2.3. TRABAJOS CON HORMIGÓN	8
5.2.4. MANIOBRAS DE IZADO, SITUACIÓN EN OBRA Y MONTAJE DE EQUIPOS Y MATERIALES	9
5.2.5. MAQUINAS Y MEDIOS AUXILIARES	10
5.2.6. INSTALACIONES ELÉCTRICAS PROVISIONALES	11
6. PROTECCIONES PERSONALES	12
7. FORMACIÓN PERSONAL	12
7.1. CHARLA DE SEGURIDAD Y PRIMEROS AUXILIOS PARA PERSONAL DE INGRESO EN OBRA	12
7.2. CHARLAS SOBRE RIESGOS ESPECÍFICOS	12
8. MEDICINA ASISTENCIAL	13
8.1. CONTROL MÉDICO	13
8.2. MEDIOS DE ACTUACIÓN Y PRIMEROS AUXILIOS	13



9. REVISIONES TÉCNICAS DE SEGURIDAD..... 14

1. OBJETO

El presente Estudio de Seguridad y Salud se redacta para dar cumplimiento a lo dispuesto en el Real Decreto 1627/97, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, en el marco de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales.

De acuerdo con el Art. 7 del citado Real Decreto, el objeto del presente Estudio de Seguridad y Salud es servir de base para que el contratista elabore el correspondiente Plan de Seguridad y Salud en el trabajo, en el que se analizarán, estudiarán, desarrollarán y complementarán las previsiones contenidas en este documento, en función de su propio sistema de ejecución de la obra.

2. NORMATIVA

Para la realización del presente estudio se ha tenido en cuenta la siguiente Normativa:

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, con las modificaciones de la Ley 54/2003 de 12 de diciembre.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas en materia de seguridad y salud de las obras de construcción.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de Reforma del Marco Normativo de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales. Y todas las modificaciones que lo afectan.
- 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.

3. ALCANCE

Las medidas contempladas en este Estudio alcanzan a todos los trabajos a realizar en el citado proyecto, y aplica la obligación de su cumplimiento a todas las personas que intervengas en la ejecución de los mismos.

4. DATOS GENERALES

4.1. TIPO DE TRABAJO

El trabajo en la ejecución del “DISEÑO DE NUEVA INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA DOTAR DE SUMINISTRO A UNA ZONA RURAL EN LA COMARCA DE CARIÑENA” consiste básicamente en el desarrollo de las siguientes fases principales de construcción.

- Obra Civil.
- Montaje de estructuras metálicas.
- Tendido y montaje conductor y accesorios.
- Desmontaje instalaciones existentes.
- Pruebas y Puesta en Marcha de los distintos Equipos y Sistemas.

4.2. ACTIVIDADES PRINCIPALES

Las actividades principales a ejecutar en el desarrollo de los trabajos detallados son, básicamente, las siguientes:

- Replanteo, Excavación y Cimentación.
- Manipulación de materiales.
- Transporte de materiales y equipos dentro de la obra.
- Montaje de estructuras y cerramientos.
- Maniobra de izado, situación en obra y montaje de equipos y materiales.
- Tendido y conexionado de cables.
- Montaje de Instalaciones.
- Suelos y Acabados.

Más adelante analizaremos los riesgos previsibles inherentes a los mismos, y describiremos las medidas de protección previstas en cada caso.

4.3. CLIMATOLOGÍA

La climatología de la zona es de tipo continental, con inviernos fríos y veranos calurosos.

4.4. PLAZO DE EJECUCIÓN

El periodo de tiempo estimado para la ejecución de las obras del citado Proyecto es de 3 meses.

4.5. NÚMERO DE OPERARIOS PREVISTOS

El número aproximado de trabajadores totales previstos, para realizar las distintas actividades del Proyecto, será de 8.

4.6. OFICIOS

La mano de obra directa prevista la compondrán trabajadores de los siguientes oficios:

- Jefes de Equipo, Mandos de Brigada.
- Montadores de estructuras metálicas
- Montadores de equipos e instalaciones eléctricas
- Soldadores
- Cableadores y Conexionistas
- Gruistas y Maquinistas
- Especialistas de acabados diversos
- Ayudantes

La mano de obra indirecta estará compuesta por:

- Jefes de Obra
- Técnicos de ejecución/Control de Calidad/Seguridad
- Encargados
- Administrativos

4.7. MAQUINARIA Y MEDIOS AUXILIARES

La maquinaria y los medios auxiliares más significativos que se prevé utilizar para la ejecución de los trabajos objeto del presente Estudio, son los que se relacionan a continuación.

- Equipo de soldadura eléctrica.
- Equipo de soldadura oxiacetilénica -oxicorte.
- Camión de transporte.
- Grúa móvil.
- Camión grúa.
- Cablestante de izado.
- Pistolas de fijación.
- Taladradoras de mano.
- Cortatubos.
- Curvadoras de tubos.
- Radiales y esmeriladoras.
- Tracteles, poleas, aparejos, eslingas, grilletes, etc.
- Martillo rompedor y picador, etc.

Entre los medios auxiliares cabe mencionar los siguientes:

- Escaleras de tijera.
- Cuadros eléctricos auxiliares.
- Instalaciones eléctricas provisionales.
- Herramientas de mano.
- Bancos de trabajo.

Equipos de medida

- Comprobador de secuencia de fases.
- Medidor de aislamiento
- Medidor de tierras.
- Pinzas amperimétricas.

4.8. INSTALACIONES ELÉCTRICAS PROVISIONALES

Para el suministro de energía a las máquinas y herramientas eléctricas propias de los trabajos objeto del presente Estudio, los contratistas instalarán cuadros de distribución con toma de corriente en las instalaciones de la propiedad o alimentados mediante grupos electrógenos.

5. ANÁLISIS DE RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS

Analizamos a continuación los riesgos previsibles inherentes a las actividades de ejecución previstas, así como las derivadas del uso de maquinaria, medios auxiliares y manipulación de instalaciones, máquinas o herramientas eléctricas.

Siempre que sea posible se dará prioridad al uso de protecciones colectivas, ya que su efectividad es muy superior a la de las protecciones personales.

5.1. RIESGOS GENERALES

Entendemos como riesgos generales aquellos que pueden afectar a todos los trabajadores, independientemente de la actividad concreta que realicen.

Se prevé que puedan darse los siguientes:

- Caídas de objetos o componentes sobre personas.
- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Proyecciones de partículas a los ojos.
- Conjuntivitis por arco de soldadura u otros.
- Heridas en manos o pies por manejo de materiales.
- Sobreesfuerzos.
- Golpes y cortes por manejo de herramientas.
- Golpes contra objetos.
- Atrapamiento entre objetos.
- Quemaduras por contactos térmicos.
- Exposición a descargas eléctricas.
- Incendios y explosiones.
- Atrapamiento por vuelco de máquinas, vehículos o equipos.
- Atropellos o golpes por vehículos en movimiento.

Preveniones Colectivas:

- Se montará Protección Mecánica en los huecos por los que pudiera producirse caída de personas.
- En cada tajo de trabajo, se dispondrá de, al menos, un extintor portátil de polvo polivalente.
- Si algún puesto de trabajo generase riesgo de proyecciones (de partículas, o por arco de soldadura) a terceros se colocarán mamparas opacas de material ignífugo.
- Si se realizasen trabajos con proyecciones incandescentes en proximidad de materiales combustibles, se retirarán estos o se protegerán con lona ignífuga.
- Se mantendrán ordenados los materiales, cables y mangueras para evitar el riesgo de golpes o caídas al mismo nivel por esta causa.
- Los restos de materiales generados por el trabajo se retirarán periódicamente para mantener limpias las zonas de trabajo.

5.2. RIESGOS Y MEDIDAS ESPECÍFICAS

Nos referimos aquí a los riesgos propios de actividades concretas que afectan solo al personal que realiza trabajos en las mismas.

Este personal estará expuesto a los riesgos generales indicados en el punto 5.1., más los específicos de su actividad.

A tal fin analizamos a continuación las actividades más significativas.

5.2.1. TRABAJOS CON FERRALLA

5.2.1.1. Riesgos más comunes

- Cortes y heridas en el manejo de las barras o alambres.
- Atrapamientos en las operaciones de carga y descarga de paquetes de barras o en la colocación de las mismas.
- Torcedura de pies, tropiezos y caídas al mismo nivel al caminar sobre las armaduras.
- Roturas eventuales de barras durante el doblado.

5.2.1.2. Medidas específicas

- Los paquetes de redondos se acopiarán en posición horizontal, separando las capas con durmientes de madera y evitando alturas de pilas superiores a 1.50m.
- No se permitirá trepar por las armaduras.
- Se colocarán tableros para circular por las armaduras de ferralla.
- No se emplearán elementos o medios auxiliares (escaleras, ganchos, etc.) hechos con trozos de ferralla soldada.
- Diariamente se limpiará la zona de trabajo, recogiendo y retirando los recortes y alambres del armado.

5.2.2. TRABAJOS DE ENCOFRADO Y DESENCOFRADO

5.2.2.1. Riesgos más comunes

- Desprendimiento de tableros.
- Pinchazos con objetos punzantes.
- Caída de materiales (tableros, tablones, puntales, etc.)
- Caída de elementos del encofrado durante las operaciones de desencofrado.
- Cortes y heridas en manos por manejo de herramientas (sierras, cepillos, etc.) y materiales.

5.2.2.2. Medidas específicas

- El ascenso y descenso a los encofrados se hará con escaleras de mano reglamentarias.
- No permanecerán operarios en la zona de influencia de las cargas durante las operaciones de izado y traslado de tableros, puntales, etc.
- Se sacarán o remacharán todos los clavos o puntas existentes en la madera usada.
- El desencofrado se realizará siempre desde el lado en que no puedan desprenderse los tableros y arrastrar al operario.

5.2.3. TRABAJOS CON HORMIGÓN

5.2.3.1. Riesgos más comunes

- Salpicaduras de hormigón a los ojos.
- Hundimiento, rotura o caída de encofrados.
- Torceduras de pies, pinchazos, tropiezos y caídas al mismo y a distinto nivel, al moverse sobre las estructuras.
- Dermatitis en la piel.
- Aplastamiento o atropellamiento por fallo de entibaciones.
- Lesiones musculares por el manejo de vibradores.
- Electrocutión por ambientes húmedos.

5.2.3.2. Medidas específicas

- Vertidos mediante canaleta:
 - Instalar topes de final de recorrido de los camiones hormigonera para evitar vuelcos.
 - No situarse ningún operario detrás de los camiones hormigonera en las maniobras de retroceso.
- Vertidos mediante cubo con grúa:
 - Señalizar con pintura el nivel máximo de llenado del cubo para no sobrepasar la carga admisible de la grúa.
 - No permanecer ningún operario bajo la zona de influencia del cubo durante las operaciones de izado y transporte de este con la grúa.
 - La apertura del cubo para vertido se hará exclusivamente accionando la palanca prevista para ello. Para realizar tal operación se usarán, obligatoriamente, guantes, gafas y, cuando exista riesgo de caída, cinturón de seguridad.
 - El guiado del cubo hasta su posición de vertido se hará siempre a través de cuerdas guía.

5.2.4. MANIOBRAS DE IZADO, SITUACIÓN EN OBRA Y MONTAJE DE EQUIPOS Y MATERIALES

5.2.4.1. Riesgos específicos

- Caída de materiales, equipos o componentes de los mismos por fallo de los medios de elevación o error en la maniobra.
- Caída de pequeños objetos o materiales sueltos (cantoneras, herramientas, etc.) sobre personas.
- Caída de personas desde altura en operaciones de estrobo o desestrobo de las piezas.
- Atrapamientos de manos o pies.
- Aprisionamiento o aplastamiento de personas por movimientos incontrolados de la carga.
- Golpes de equipos, en su izado y transporte, contra otras instalaciones (estructuras, líneas eléctricas, viviendas, etc.)
- Caída o vuelco de los medios de elevación.

5.2.4.2. Medidas específicas

- No se permitirá, bajo ningún concepto, el acceso de cualquier persona a la zona señalizada y acotada en la que realicen maniobras con cargas suspendidas.
- El guiado de las cargas o equipos para su ubicación definitiva, se hará siempre mediante cuerdas guía manejadas desde lugares fuera de la zona de influencia de su posible caída, y no se accederá a dicha zona hasta el momento justo de efectuar su acople o posicionamiento.
- Se tapanán o protegerán con medios mecánicos los huecos que se generen en el proceso de montaje.
- Se ensamblarán a nivel de suelo, en la medida que lo permita la zona de montaje y capacidad de las grúas, los módulos de estructuras con el fin de reducir en lo posible el número de horas de trabajo en altura y sus riesgos.
- La zona de trabajo, sea de taller o de campo, se mantendrá siempre limpia y ordenada.
- Los equipos y estructuras permanecerán arriostadas, durante toda la fase de montajes hasta que no se efectúe la sujeción definitiva, para garantizar su estabilidad en las peores condiciones previsibles.

- Se instalarán cuerdas o cables fiadores para sujeción de los cinturones de seguridad en aquellos casos en que no sea posible montar plataformas de trabajo con barandilla, o sea necesario el desplazamiento de operarios sobre la estructura. En estos casos se utilizarán cinturones de caída, con arnés provistos de absorción de energía.

5.2.5. MAQUINAS Y MEDIOS AUXILIARES

Analizamos en este apartado los riesgos que además de los generales, pueden presentarse en el uso de la maquinaria y medios auxiliares.

Diferenciamos estos riesgos clasificándolos de la forma siguiente.

Máquinas fijas y herramientas eléctricas.

- Accidentes por contactos, tanto directos como indirectos.
- Caídas de personal al mismo, o distinto nivel por desorden de mangueras.
- Lesiones por uso inadecuado, o malas condiciones de máquinas giratorias o de corte.
- Proyecciones de partículas.

Medios de Elevación.

- Caída de la carga por deficiente estrobo o maniobra.
- Rotura de cable, gancho, grillete, o cualquier otro medio auxiliar de elevación.
- Golpes o aplastamientos por movimientos de la carga.
- Exceso de carga con la consiguiente rotura, o vuelco, del medio correspondiente.
- Fallo de elementos mecánicos o eléctricos.
- Caída de personas a distinto nivel durante las operaciones de movimiento de cargas.

Plataformas y Escaleras.

- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caída del andamio por vuelco.
- Vuelcos o deslizamientos de escaleras.
- Los derivados de padecimiento de enfermedades, no detectadas (epilepsia, vértigo, etc.).

Equipos de soldadura eléctrica y oxiacetilénica.

- Incendios.
- Quemaduras.
- Los derivados de la inhalación de vapores metálicos.
- Explosión de botellas de gases.
- Proyecciones incandescentes, o de cuerpos extraños.
- Contacto con la energía eléctrica.

Medidas Específicas

Para evitar la caída de objetos:

- Coordinar los trabajos de forma que no se realicen trabajos superpuestos.
- Ante la necesidad de trabajos en la misma vertical, poner las oportunas protecciones (redes, marquesinas, etc.).
- Controlar la zona donde se realicen maniobras con cargas suspendidas, hasta que estas se encuentren totalmente apoyadas.

Emplear cuerdas para el guiado de cargas suspendidas, que serán manejadas desde fuera de la zona sólo cuando la carga esté prácticamente arriada.

Para evitar la caída de personas:

Colocarán protecciones mecánicas en los huecos existentes en forjados, así como en paramentos verticales si estos son accesibles o están a menos de 1,5 m. del suelo.

Las barandillas que se quiten o huecos que se destapen para introducción de equipos, etc., se mantendrán prácticamente controlados y señalizados durante la maniobra, reponiéndose las correspondientes protecciones nada más finalizar estas.

- Las escaleras de mano cumplirán, como mínimo, las siguientes condiciones:
 - No tendrán rotos ni astillados largueros o peldaños. Dispondrán de zapatas antideslizantes.
 - La superficie de apoyo inferior y superior serán planas y resistentes.
 - Fijación o amarre por su cabeza en casos especiales y usar el cinturón de seguridad anclado a un elemento ajeno a esta.
 - Colocarla con la inclinación adecuada.
 - Con las escaleras de tijera, ponerle tope o cadena para que no se abran, no usarlas plegadas y no ponerse a caballo en ellas.

5.2.6. INSTALACIONES ELÉCTRICAS PROVISIONALES

La acometida eléctrica general alimentará una serie de cuadros de distribución de los distintos contratistas, los cuales se colocarán estratégicamente para el suministro de corriente a sus correspondientes instalaciones, equipos y herramientas propias de los trabajos.

Los riesgos implícitos a estas instalaciones son los característicos de los trabajos y manipulación de elementos (cuadros, conductores, etc.) y herramientas eléctricas, que pueden producir accidentes por contactos tanto directos como indirectos.

Medidas específicas

Serán estancos, y estarán dotados de las siguientes protecciones:

- Protecciones contra sobrecargas y cortocircuitos.
- Diferencial de 30 mA para las tomas monofásicas que alimentan herramientas o útiles portátiles.
- Los conductores aislados utilizados tanto para acometidas como para instalaciones, serán de 1.000 voltios de tensión nominal como mínimo.
- Los prolongadores, clavijas y conexiones serán de tipo intemperie con tapas de seguridad en tomas de corriente hembras y de características tales que aseguren el aislamiento, incluso en el momento de conectar y desconectar.
- Los cables eléctricos serán del tipo intemperie sin presentar fisuras y de suficiente resistencia a esfuerzos mecánicos.
- Los empalmes y aislamientos en cables se harán con manguitos y cintas aislantes vulcanizadas.
- Las zonas de paso se protegerán contra daños mecánicos.

6. PROTECCIONES PERSONALES

Como complemento de las protecciones colectivas será obligatorio el uso de las protecciones personales. Los mandos intermedios y el personal de seguridad vigilarán y controlarán la correcta utilización de estas prendas de protección.

Se prevé el uso, en mayor o menor grado, de las siguientes protecciones personales:

- Casco.
- Pantalla facial transparente.
- Pantalla de soldador con visor abatible y cristal inactivo.
- Mascarillas faciales según necesidades.
- Mascarillas desechables de papel.
- Guantes de varios tipos (montador, soldador, aislante, goma, etc.).
- Cinturón de seguridad.
- Absorbentes de energía.
- Chaqueta, peto, manguitos y polainas de cuero.
- Gafas de varios tipos (contraimpactos, sopleteo, etc.).
- Calzado de seguridad, adecuado a cada uno de los trabajos.
- Protecciones auditivas (cascos o tapones).
- Ropa de trabajo.

Todas las protecciones personales cumplirán la Normativa Europea (CE) relativa a Equipos de Protección Individual (EPI).

Todos los equipos de Protección Individual (EPI) cumplirán lo establecido en el R.D. 1470/92 de 20 de Noviembre, y modificaciones posteriores, por el que se adoptan en Todos los Equipos de Protección Individual (EPI) cumplirán lo establecido en el R.I. España los criterios de la Normativa Europea (Directiva 89/656/CE).

Dispondrán del consiguiente certificado y contendrá de forma visible el sello (CE) correspondiente.

7. FORMACIÓN PERSONAL

Su objetivo es informar a los trabajadores de los riesgos propios de los trabajos que van a realizar, darles a conocer las técnicas preventivas y mantener el espíritu de seguridad de todo el personal.

7.1. CHARLA DE SEGURIDAD Y PRIMEROS AUXILIOS PARA PERSONAL DE INGRESO EN OBRA

Todo el personal, antes de comenzar sus trabajos, deberá asistir a una charla en la que será informado de los riesgos generales de la obra, de las medidas previstas para evitarlos, de las Normas de Seguridad de obligado cumplimiento y de aspectos generales de Primeros Auxilios.

7.2. CHARLAS SOBRE RIESGOS ESPECÍFICOS

Dirigidas a los grupos de trabajadores sujetos a riesgos concretos en función de las actividades que desarrollen. Serán impartidas por los Mandos directos de los trabajos o Técnicos de Seguridad.

Si, sobre la marcha de los trabajos, se detectasen situaciones de especial riesgo en determinadas profesiones o fases de trabajo, se programarían Charlas Específicas, impartidas por el Técnico de Seguridad encaminadas a divulgar las medidas de protección necesarias en las actividades a que se refieran.

Entre los temas más importantes a desarrollar en estas charlas estarán los siguientes:

- Riesgos eléctricos.
- Trabajos en altura.
- Riesgos de soldadura eléctrica y oxicorte.
- Uso de máquinas, manejo de herramientas.
- Manejo de cargas de forma manual y con medios mecánicos.
- Empleo de plataformas, escaleras y líneas de vida.

8. MEDICINA ASISTENCIAL

Partiendo de la imposibilidad humana de conseguir el nivel de riesgo cero, es necesario prever las medidas que disminuyan las consecuencias de los accidentes que, inevitablemente puedan producirse. Esto se llevará a cabo a través de tres situaciones:

- Control médico de los empleados.
- La organización de medios de actuación rápida y primeros auxilios a accidentados.
- La medicina asistencial en caso de accidente o enfermedad profesional.

8.1. CONTROL MÉDICO

Tal como establece la legislación Vigente, todos los trabajadores que intervengan en la construcción de las obras objeto de este Estudio, pasarán los reconocimientos médicos previstos en función del riesgo a que, por su oficio u ocupación, vayan a estar sometidos.

8.2. MEDIOS DE ACTUACIÓN Y PRIMEROS AUXILIOS

La primera asistencia médica a los posibles accidentados será realizada por los Servicios Médicos de la Mutua Laboral concertada por cada contratista o, cuando la gravedad o tipo de asistencia lo requiera por los Servicios de Urgencia de los Hospitales Públicos o Privados más próximos.

En la obra se dispondrá, en todo momento, de un vehículo para hacer una evacuación inmediata, y de un Botiquín y, además, habrá personal con unos conocimientos básicos de Primeros Auxilios, con el fin de actuar en casos de urgente necesidad.

Así mismo se dispondrá, igualmente, en obra de una “nota” escrita, colocada en un lugar visible y de la que se informará y dará copia a todos los contratistas, que contendrá una relación con las direcciones y teléfonos de los Hospitales, ambulancias y médicos locales.

9. REVISIONES TÉCNICAS DE SEGURIDAD

Con el fin de comprobar la correcta aplicación del Plan de Seguridad, el Coordinador de Seguridad durante la Obra realizará cuantas visitas e inspecciones considere oportunas.

En el caso de efectuarse alguna anotación en el libro de incidencias el Coordinador de Seguridad estará obligado a remitir en el plazo de 24 horas una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realice la Obra.



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

Diseño de Nueva Instalación Eléctrica para
dotar de suministro a una zona rural en la
Comarca de Cariñena

ANEXO III. ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

Autor

María Pueyo Berné

Director

Pedro Gaspar Ibáñez Carabantes

Escuela de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de Zaragoza
Curso académico: 2022-2023



ÍNDICE

1. OBJETO.....	3
2. SITUACIÓN Y DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO.....	3
3. NORMATIVA DE REFERENCIA	3
4. AGENTES.....	4
4.1. <u>PRODUCTOR.....</u>	<u>4</u>
4.2. <u>POSEEDOR.....</u>	<u>4</u>
4.3. <u>GESTOR.....</u>	<u>5</u>
5. IDENTIFICACIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN..	5
6. ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE RESIDUOS DE LA OBRA	8
7. MEDIDAS PARA LA PREVENCIÓN DE GENERACIÓN DE RESIDUOS	10
8. MEDIDAS DE SEPARACIÓN EN OBRA.....	11
9. OPERACIONES DE VALORIZACIÓN Y ELIMINACIÓN DE RCD	12
9.1. <u>VALORIZACIÓN DE RCD.....</u>	<u>12</u>
9.2. <u>ELIMINACIÓN DE RCD.....</u>	<u>12</u>
10. PLIEGO DE CONDICIONES	13
11. PRESUPUESTO	15

1. OBJETO

El presente Estudio de Residuos se realiza para minimizar los impactos derivados de la generación de residuos en la construcción del presente proyecto, estableciendo las medidas y criterios a seguir para reducir al máximo la cantidad de residuos generados, segregarlos y almacenarlos correctamente y proceder a la gestión más adecuada para cada uno de ellos. El Estudio se lleva a cabo en cumplimiento de lo dispuesto en el artículo 4 del R.D. 105/2008, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

2. SITUACIÓN Y DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

La situación y descripción general del proyecto está reflejada en el Documento I “Memoria”.

3. NORMATIVA DE REFERENCIA

- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición (BOE núm. 38, de 13.02.2008).
- Real Decreto 110/2015, de 20 de febrero, sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos que incorpora al ordenamiento jurídico español la Directiva 2012/19/UE, del Parlamento Europeo y del Consejo de 4 de julio.
- Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular.
- Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental (BOE núm. 255, de 24.10.2007).
- Real Decreto 553/2020, de 2 de junio, por el que se regula el traslado de residuos en el interior del territorio del Estado
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.
- Real Decreto 9/2005, de 14 de enero, por el que se establece la relación de actividad es potencialmente contaminantes del suelo y los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados.
- Orden APM/1007/2017, de 10 de octubre, sobre normas generales de valorización de materiales naturales excavados para su utilización en operaciones de relleno y obras distintas a aquéllas en las que se generaron.
- Plan Estatal Marco de Gestión de Residuos (PEMAR) 2016-2022.
- Real Decreto 1055/2022, de 27 de diciembre, de envases y residuos de envases
- Real Decreto 646/2020, de 7 de julio, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero.
- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados
- Normativa específica de la Comunidad Autónoma y Ordenanzas Municipales.
- Decisión 2014/955/UE de la Comisión, de 18 de diciembre de 2014

4. AGENTES

4.1. PRODUCTOR

El productor está obligado además a disponer de la documentación que acredite que los residuos y demolición realmente producidos en sus obras han sido gestionados, en su caso, en obra o entregados a una instalación de valorización o eliminación para su tratamiento por gestor de residuos autorizado, en los términos recogidos en el RD 105/2008 y, en particular, en el Estudio de Gestión de residuos de la obra o en sus posteriores modificaciones. La documentación correspondiente a cada año natural deberá mantenerse durante los cinco años siguientes.

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

4.2. POSEEDOR

A los efectos del real decreto 105/2008 se entiende como poseedor de RCD la persona física o jurídica que tenga en su poder los residuos de construcción y demolición y que no ostente la condición de gestor de residuos.

En todo caso, tendrá la consideración de poseedor la persona física o jurídica que ejecute la obra de construcción o demolición, tales como el constructor, los subcontratistas o los trabajadores autónomos.

En el artículo 5 del RD 105/2008 establece las obligaciones del poseedor de RCD. En él se indica que la persona física o jurídica que ejecute la obra está obligada a presentar a la propiedad de la misma un plan que refleje como llevará a cabo las obligaciones que le incumban en relación con los RCD que se vayan a producir en la obra.

El poseedor de RCD, cuando no proceda a gestionar los residuos por sí mismo, y sin perjuicio de los requerimientos del proyecto aprobado, estará obligado a entregarlos a un gestor de residuos o a participar en un acuerdo voluntario o convenio de colaboración para su gestión.

Los RCD se destinarán preferentemente, y por este orden, a operaciones de reutilización, reciclado o a otras formas de valorización.

La responsabilidad administrativa en relación con la cesión de los RCD por parte de los poseedores a los gestores se regirá por lo establecido en la Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular.

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

El poseedor de los residuos de construcción y demolición estará obligado a sufragar los correspondientes costes de gestión y a entregar al productor los certificados y demás documentación acreditativa de la gestión de los residuos, así como a mantener la documentación correspondiente a cada año natural durante los cinco años siguientes.

4.3. GESTOR

El gestor, según el artículo 7 del Real Decreto 105/2008, cumplirá con las siguientes obligaciones:

- a) En el supuesto de actividades de gestión sometidas a autorización por la legislación de residuos, llevar un registro, en el que, como mínimo figure la cantidad de residuos gestionados, expresada en toneladas y en metros cúbicos, el tipo de residuos, codificadas con arreglo a la lista europea de residuos publicada por Ley 7/2022, de 8 de abril, o norma que la sustituya, la identificación del productor, del poseedor y de la obra de donde proceden, o del gestor, cuando procedan de otra operación anterior de gestión, el método de gestión aplicado, así como las cantidades, en toneladas y en metros cúbicos, y destinos de los productos y residuos resultantes de la actividad.
- b) Poner a disposición de las administraciones públicas competentes, a petición de las mismas, la información contenida en el registro mencionado en la letra a) La información referida a cada año natural deberá mantenerse durante los cinco años siguientes.
- c) Extender al poseedor o al gestor que le entregue residuos de construcción y demolición, en los términos recogidos en el real decreto, los certificados acreditativos de la gestión de los residuos recibidos, especificando el productor y, en su caso, el número de licencia de la obra de procedencia.
- d) Cuando se trate de un gestor que lleve a cabo una operación exclusivamente de recogida, almacenamiento, transferencia o transporte, deberá además transmitir al poseedor o al gestor que le entregó los residuos, los certificados de la operación de valorización o de eliminación subsiguiente a que fueron destinados los residuos.
- e) En el supuesto de que carezca de autorización para gestionar residuos peligrosos, deberá disponer de un procedimiento de admisión de residuos en la instalación que asegure que, previamente al proceso de tratamiento, se detectarán y se separarán, almacenarán adecuadamente y derivarán a gestores autorizados de residuos peligrosos aquellos que tengan este carácter y puedan llegar a la instalación mezclados con residuos no peligrosos de construcción y demolición. Esta obligación se entenderá sin perjuicio de las responsabilidades en que pueda incurrir el producto, el poseedor o, en su caso, el gestor precedente que haya enviado dichos residuos a la instalación.

5. IDENTIFICACIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

Estimación de los residuos de construcción que se generarán en la obra, codificados con arreglo a la lista europea de residuos.

RCD de Nivel I.- Residuos generados por el desarrollo de las obras de infraestructura de ámbito local o supramunicipal contenidas en los diferentes planes de actuación urbanística o planes de desarrollo de carácter regional, siendo resultado de los excedentes de excavación de los movimientos de tierra generados en el transcurso de dichas obras. Se trata, por tanto, de las tierras y materiales pétreos, no contaminados, procedentes de obras de excavación.

RCD de Nivel II.- Residuos generados principalmente en las actividades propias del sector de la construcción, de la demolición, de la reparación domiciliaria y de la implantación de servicios. (Abastecimiento y saneamiento, telecomunicaciones, suministro eléctrico, gasificación y otros).

	Código LER.	Descripción según la Decisión 2014/955/UE de la Comisión, de 18 de diciembre de 2014
A.1.: RCD Nivel I		
1. Tierras y pétreos de la excavación		
X	17 05 04	Tierras y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03
	17 05 06	Lodos de drenaje distintos de los especificados en el código 17 05 05
	17 05 08	Balasto de vías férreas distinto del especificado en el código 17 05 07
A.2.: RCD Nivel II		
RCD: Naturaleza no pétreo		
1. Asfalto		
X	17 03 02	Mezclas bituminosas distintas a las del código 17 03 01
2. Madera		
	17 02 01	Madera
X	15 01 03	Envases de madera
3. Metales		
X	17 04 01	Cobre, bronce, latón
X	17 04 02	Aluminio
	17 04 03	Plomo
	17 04 04	Zinc
X	17 04 05	Hierro y Acero
	17 04 06	Estaño
X	17 04 07	Metales Mezclados
	17 04 11	Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10
4. Papel		
X	20 01 01	Papel
5. Plástico		
X	17 02 03	Plástico
	15 01 02	Envases de plástico
6. Vidrio		
	17 02 02	Vidrio
7. Yeso		
	17 08 02	Materiales de construcción a partir de yeso distintos a los del código 17 08 01
RCD: Naturaleza pétreo		

1. Arena Grava y otros áridos		
	01 04 08	Residuos de grava y rocas trituradas distintos de los mencionados en el código 01 04 07
X	01 04 09	Residuos de arena y arcillas
2. Hormigón		
X	17 01 01	Hormigón
3. Ladrillos, azulejos y otros cerámicos		
	17 01 02	Ladrillos
	17 01 03	Tejas y materiales cerámicos
X	17 01 07	Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos distintas de las especificadas en el código 17 01 06.
4. Piedra		
	17 09 04	RDC mezclados distintos a los de los códigos 17 09 01, 02 y 03
RCD: Potencialmente peligrosos y otros		
1. Basuras		
X	20 02 01	Residuos biodegradables
	20 03 01	Mezcla de residuos municipales
2. Potencialmente peligrosos y otros		
	17 01 06	Mezcla de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos con sustancias peligrosas (en adelante SP's)
	17 02 04	Madera, vidrio o plástico con sustancias peligrosas o contaminadas por ellas
	17 03 01	Mezclas bituminosas que contienen alquitrán de hulla
	17 03 03	Alquitrán de hulla y productos alquitranados
	17 04 09	Residuos metálicos contaminados con sustancias peligrosas
	17 04 10	Cables que contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla y otras SP's
	17 06 01	Materiales de aislamiento que contienen Amianto
	17 06 03	Otros materiales de aislamiento que contienen sustancias peligrosas
	17 06 05	Materiales de construcción que contienen Amianto
	17 08 01	Materiales de construcción a partir de yeso contaminados con SP's
	17 09 01	Residuos de construcción y demolición que contienen mercurio
	17 09 02	Residuos de construcción y demolición que contienen PCB's
	17 09 03	Otros residuos de construcción y demolición que contienen SP's
	17 06 04	Materiales de aislamientos distintos de los 17 06 01 y 03
	17 05 03	Tierras y piedras que contienen SP's
	17 05 05	Lodos de drenaje que contienen sustancias peligrosas

	17 05 07	Balastro de vías férreas que contienen sustancias peligrosas
	15 02 02	Absorbentes contaminados (trapos,...)
	13 02 05	Aceites usados (minerales no clorados de motor,...)
	13 01 10	Aceites hidráulicos minerales no clorados
	13 03 06	Aceites minerales clorados de motor y transmisión de calor.
	16 01 07	Filtros de aceite
	20 01 21	Tubos fluorescentes
	16 06 04	Pilas alcalinas y salinas
	16 06 03	Pilas botón
	15 01 06	Envases mezclados
X	15 01 10	Envases vacíos de metal o plástico contaminado
	08 01 11	Sobrantes de pintura o barnices
	14 06 03	Sobrantes de disolventes no halogenados
	07 07 01	Sobrantes de desencofrantes
X	15 01 11	Aerosoles vacíos
	16 06 01	Baterías de plomo
	13 07 03	Hidrocarburos con agua
	17 09 04	RDC mezclados distintos códigos 17 09 01, 02 y 03
	20 01 35	Equipos eléctricos y electrónicos desechados que contienen componentes peligrosos

6. ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE RESIDUOS DE LA OBRA

Los residuos que se generarán pueden clasificarse según el tipo de obra en:

1. Residuos procedentes de los trabajos previos (replanteos, excavaciones, movimientos...).
2. Residuos de actividades de nueva construcción.
3. Residuos procedentes de demoliciones.

Los residuos se estiman en función de los siguientes criterios:

En apoyos suponemos que el 90% de las tierras no se reutilizan y que de éste un 10% es de residuos Nivel II.

En asfalto, suponemos una capa de 20 cm en función de las dimensiones de la zanja y los metros de canalización.

En ladrillos, azulejos y otros cerámicos, se tienen en cuenta los escombros según los metros lineales no asfaltados y una capa de 20 cm en función del número de circuitos.

Los restos de hormigón se consideran residuos el 0,5% de la superficie hormigonada.

En papel y cartón, los restos de cajas de las balizas, salvapájaros y algunos herrajes son 2 kg/km.

En cuanto a madera, se obtienen embalajes de aisladores de vidrio y composite, cajones de herrajes, tapas de bobinas (20 kg/km), aparamenta, etc...

En plásticos (envases y embalajes), los botes de tornillos se estiman en 35 kg/km de línea aérea.

Chatarras metálicas, con flejes para clasificación de perfiles, sobras, puntas de aluminio y acero de cables.

Los envases que han contenido sustancias peligrosas, galvanizado frío en montaje y desencofrante en obra civil.

De las podas y talas, suponemos un 3% de residuos vegetales (0,003 kg/m²).

Se consideran los siguientes pesos y volúmenes, en la totalidad de la obra proyectada (LSBT), en función de la tipología de residuo:

Estimación del volumen de los RC según el peso evaluado	Toneladas de residuos (T)	Densidad (T/m ³)	Volumen de residuos (m ³)
A.1. RCD Nivel I			
1. Tierras y pétreos de la excavación	438,97	1,50	292,65
A.2. RCD Nivel II			
RCD: Naturaleza no pétreo			
1. Mezcla bituminosas, alquitrán de hulla y otros productos alquitranados	1,78	1,30	1,37
2. Envases de Madera	1,43	0,60	2,38
3. Metales	0,89	1,50	0,59
4. Papel	0,11	0,90	0,12
5. Plástico	0,54	0,90	0,59
6. Vidrio	0,18	1,50	0,12
7. Otros	0,07	1,20	0,06
TOTAL RCD NATURALEZA NO PÉTREO			5,24
RCD: Naturales pétreo			
1. Arena, grava y otros áridos	1,43	1,50	0,95
2. Hormigón	4,28	1,50	2,85
3. Ladrillos, azulejos y otros cerámicos	19,27	1,50	12,84
4. Piedra	1,78	1,50	1,19
5. Otros	-	0,90	-
TOTAL RCD NATURALEZA PÉTREO			17,84
RCD: Potencialmente peligroso y otros			

1. Basura	2,50	0,90	2,78
2. Potencialmente peligrosos y otros	1,43	0,50	2,85
TOTAL RCD POTENCIALMENTE PELIGROSO Y OTROS			5,63

7. MEDIDAS PARA LA PREVENCIÓN DE GENERACIÓN DE RESIDUOS

Se llevarán a cabo las siguientes medidas para la prevención de generación de RCD en obra. Para conseguir esta reducción, se deberán de seguir las siguientes medidas:

- Se realizarán controles y supervisiones periódicas de las pautas establecidas en el presente documento, informando del cumplimiento a través de informes y otros medios de comunicación, velando por su completa implantación.
- Cualquier problema que surja durante la ejecución en la implantación de las medidas y procesos marcados por el presente documento será comunicado al promotor de la obra.
- Se planificará, atendiendo a criterios técnicos y ambientales, la distribución de las infraestructuras necesarias para la ejecución de la obra, de forma que desde antes del comienzo de cada actividad queden bien establecidas las ubicaciones de, maquinaria, materiales sobrantes y residuos, en su caso casetas, baños, etc.
- En los casos en los que sea necesaria la instalación de baños portátiles, su ubicación y gestión estará bien delimitada y establecida desde el inicio.
- Se utilizarán elementos prefabricados.
- Las arenas y gravas se acopian sobre una base dura para reducir desperdicios.
- Los acopios de materiales y residuos estarán localizados en los lugares establecidos y se delimitarán siempre mediante cintas de balizamiento. Los materiales a utilizar se preservarán del deterioro, acopiándolos, en la medida de lo posible, en zonas protegidas de robos, lluvia, insolación y otros factores degradantes.
- Se llevará un estricto control de los acopios de materiales a utilizar, evitando la pérdida, abandono y deterioro de materias primas potencialmente aprovechables. Se vigilará el correcto empleo y uso de los materiales y sus cantidades para sus funciones, evitando derroches.
- Se requerirá a las empresas suministradoras que reduzcan al máximo la cantidad y volumen de embalajes priorizando aquellos que minimizan los mismos.
- Se primará la adquisición de materiales reciclables frente a otros de mismas prestaciones, pero de difícil o imposible reciclado.
- Se priorizará la adquisición de productos "a granel" con el fin de limitar la aparición de residuos de envases en obra.
- El parque de maquinaria estará bien establecido y delimitado. Se realizarán revisiones periódicas de las máquinas que lo componen, para prevenir derrames y para confirmar que estén en buen estado.
- Para evitar derrames no se realizará ningún tipo de reparación, mantenimiento o recarga de maquinaria en la obra. Aquellas actuaciones de mantenimiento de maquinaria imprescindibles para el uso de ésta, y para las que no sea factible el desplazamiento a un taller, se podrán realizar in situ siempre que se utilicen medios de contención y prevención de derrames correctos y suficientes para evitar cualquier accidente (impermeabilización de suelos, bandejas antiderrames, absorbentes, etc.).

- Todas las máquinas tendrán al día sus ITV y marcados CE y se promoverá la elección de maquinaria y material con etiquetas ecológicas y sistemas de certificación forestal acreditables.
- Se mantendrá la obra limpia y ordenada, así como las calles, montes, aceras, pasajes, superficies ajardinadas y demás zonas comunes de dominio particular y público.
- Se promoverá el uso responsable del papel, minimizando en lo posible la utilización del mismo.
- Se dispondrá de los suficientes medios de contención y prevención de derrames, así como de lo necesario para su retirada en caso de que suceda un incidente.
- En todo momento se identificarán los responsables de implantación de los procesos de gestión de RCD, encargados de implantar cada una de las medidas propuestas, así como de informar de éstas y de cualquier problema que surja en su implantación.
- Se informará a todos los trabajadores de las buenas prácticas, medidas y medios establecidos para la gestión de los RCD, realizándose, si es necesario, campañas de sensibilización e información.
- Se velará para que todo trabajador sepa identificar los RCD que se van a generar en su actividad, conozca la situación de los distintos acopios y separe cada uno conociendo sus obligaciones al respecto de la gestión de los RCD.
- Se establecerán y coordinarán las retiradas de RCD, evitando en todo momento el rebose de contenedores o retrasos en la ejecución de obra.
- Todos los materiales susceptibles de considerarse residuo serán reutilizados en la propia obra siempre que sea posible o, en su defecto, en otras obras o actividades, evitando en lo posible la generación de residuos.

8. MEDIDAS DE SEPARACIÓN EN OBRA

En base al artículo 8 del RD 112/2012, los RCD deberán separarse, para facilitar su valoración posterior, en las siguientes fracciones cuando, de forma individualizada para cada una de dichas fracciones, la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere las siguientes cantidades:

RESIDUO	CANTIDAD (T)
Hormigón	80
Ladrillos, tejas, cerámicos	40
Metales	2
Madera	1
Vidrio	1
Plásticos	0,5
Papel y cartón	0,5

Con objeto de conseguir una mejor gestión de los residuos generados en la obra de manera que se facilite su reutilización, reciclaje o valorización y para asegurar las condiciones de higiene y seguridad requeridas, se tomarán las siguientes medidas:

- Las zonas destinadas a almacenamiento de residuos se señalizarán e identificarán mediante carteles visibles y legibles en los que se identifiquen los residuos o materiales que contiene.

- Para los residuos y materiales a segregar que sea necesario se dispondrá de contenedores para poder acopiarlos separadamente. Se asegurará que nunca lleguen a rebasarse las capacidades de estos contenedores.
- Los contenedores estarán siempre identificados, localizados y ubicados en los lugares indicados en la documentación de cada proyecto, cumpliendo las características reguladas por la normativa legal vigente. Así mismo los contenedores deberán adaptarse siempre a la tipología del material o residuo que contienen.
- Las zonas de almacenaje para los residuos peligrosos estarán lo suficientemente separadas de las de los residuos no peligrosos, evitando la contaminación de estos últimos.
- Los contenedores de residuos susceptibles de generar suspensión de polvo o materiales pulverulentos se cubrirán con lonas, especialmente al final de la jornada laboral y siempre que estén llenos.
- Permanecerán siempre en correcto estado de orden y limpieza, realizándose batidas diarias que eviten la dispersión de los residuos y materiales que contienen por la obra e inmediaciones.
- Durante los traslados de RCD en el interior de la zona de obras se respetarán las normas establecidas de velocidad, para evitar pérdidas de carga y levantamiento de polvo.

9. OPERACIONES DE VALORIZACIÓN Y ELIMINACIÓN DE RCD

A continuación, se indican las opciones de valorización (reutilización y reciclaje), siempre que se pueda se priorizará ésta, y eliminación que se realizarán sobre los RCD generados en la obra.

9.1. VALORIZACIÓN DE RCD

Todo material, equipo o máquina, antes de ser considerado residuo y siempre que sea posible, debe reutilizarse. Para conseguir reutilizar al máximo, es fundamental seguir una correcta planificación y ejecución de los acopios de RCD.

Se potenciará la reutilización de los encofrados y otros medios auxiliares, así como la devolución de embalajes, envases, etc.

En el caso de no poder reutilizar, el siguiente paso a seguir sería la valorización del residuo, son operaciones de construcción y de separación y recogida selectiva de los residuos en el mismo lugar donde se producen. Son imprescindibles cuando se deben separar residuos potencialmente peligrosos para su tratamiento.

Si se valorizara algún residuo, hay que explicar el proceso y la maquinaria que se emplea para ello.

9.2. ELIMINACIÓN DE RCD

Durante la obra, se velará para que ningún residuo se elimine directamente si es viable su valorización previa, la eliminación será siempre la última opción a considerar.

Cuando el material, equipo o máquina no se pueda reutilizar, éste, pasará a considerarse residuo y se gestionará a través de una empresa de gestión y tratamiento de residuos, autorizada para la gestión de los mismos, quien lo someterá, siempre que sea posible a tratamientos de reciclaje apropiados.

Las operaciones de reciclaje a las que se sometan los residuos que se produzcan serán las especificadas por los correspondientes gestores en sus autorizaciones y en los documentos de identificación correspondientes a cada residuo.

10. PLIEGO DE CONDICIONES

Con carácter General:

Prescripciones a incluir en el pliego de prescripciones técnicas del proyecto, en relación con el almacenamiento, manejo y, en su caso, otras operaciones de gestión de los RCD en obra.

Gestión de RCD

Gestión de residuos según RD 105/2008, realizándose su identificación con arreglo a la Lista Europea de Residuos publicada por Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular o sus modificaciones posteriores.

La segregación, tratamiento y gestión de residuos se realizará mediante el tratamiento correspondiente por parte de empresas homologadas mediante contenedores o sacos industriales que cumplirán las especificaciones.

Certificación de los medios empleados

Es obligación del contratista proporcionar a la Dirección de la obra y a la Propiedad los certificados de los contenedores empleados, así como de los puntos de vertido final, ambos emitidos por entidades autorizadas y homologadas por la Comunidad Autónoma correspondiente.

Limpieza de las obras

Es obligación del Contratista mantener limpias las obras y sus alrededores tanto de escombros como de materiales sobrantes, retirar las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como ejecutar todos los trabajos y adoptar las medidas que sean apropiadas para que la obra presente buen aspecto.

Con carácter Particular:

Prescripciones a incluir en el pliego de prescripciones técnicas del proyecto (se marcan aquellas que sean de aplicación a la obra):

<p>Para los derribos: se realizarán actuaciones previas tales como apeos, apuntalamientos, estructuras auxiliares...para las partes o elementos peligrosos, referidos tanto a la propia obra como a los edificios colindantes.</p>
--

<p>Como norma general, se procurará actuar retirando los elementos contaminados y/o peligrosos tan pronto como sea posible, así como los elementos a conservar o valiosos (cerámicos, mármoles...). Seguidamente se actuará desmontando aquellas partes accesibles de las instalaciones, carpinterías y demás elementos que lo permitan.</p>
--

x	El depósito temporal de los escombros, se realizará bien en sacos industriales iguales o inferiores a 1m ³ , contadores metálicos específicos con la ubicación y condicionado que establezcan las ordenanzas municipales. Dicho depósito en acopios, también deberá estar en lugares debidamente señalizados y segregados del resto de residuos.
x	El depósito temporal para RCD valorizables (maderas, plásticos, metales, chatarra...) que se realice en contenedores o acopios, se deberá señalar y segregar del resto de residuos de un modo adecuado.
x	Los contenedores deberán estar pintados en colores que destaquen su visibilidad, especialmente durante la noche, y contar con una banda de material reflectante de al menos 15cm a lo largo de todo su perímetro. En los mismos deberá figurar la siguiente información: Razón social, CIF, teléfono del titular del contenedor / envase y el número de inscripción en el registro de transportistas de residuos. Esta información también deberá quedar reflejada en los sacos industriales y otros medios de contención y almacenaje de residuos.
x	El responsable de la obra a la que presta servicio el contenedor adoptará las medidas necesarias para evitar el depósito de residuos ajenos al mismo. Los contadores permanecerán cerrados, o cubiertos al menos, fuera del horario de trabajo, para evitar el depósito de residuos ajenos a la obra a la que prestan servicio.
x	En el equipo de obra deberán establecerse los medios humanos, técnicos y procedimientos para la separación de cada tipo de RCD.
x	Se atenderán los criterios municipales establecidos (ordenanzas, condiciones de licencia de obras...), especialmente si obligan a la separación en origen de determinadas materias objeto de reciclaje o deposición. En este último caso se deberá asegurar por parte del contratista realizar una evaluación económica de las condiciones en las que es viable esta operación, tanto por las posibilidades reales de ejecutarla como por disponer de plantas de reciclaje o gestores de RCD adecuados. La Dirección de Obra será la responsable de tomar la última decisión y de su justificación ante las autoridades locales o autonómicas pertinentes.
x	Se deberá asegurar en la contratación de la gestión de los RCD que el destino final (planta de reciclaje, vertedero, cantera, incineradora...) son centros con la autorización autonómica de la Consejería de Medio Ambiente, así mismo se deberá contratar sólo transportistas o gestores autorizados por dicha Consejería e inscritos en el registro pertinente. Se llevará a cabo un control documental en el que quedarán reflejados los avales de retirada y entrega final de cada transporte de residuos
x	La gestión tanto documental como operativa de los residuos peligrosos que se hallen en una obra de derribo o de nueva planta se regirán conforme a la legislación nacional y autonómica vigente y a los requisitos de las ordenanzas municipales Asimismo los residuos de carácter urbano generados en las obras (restos de comidas, envases...) serán gestionados acorde con los preceptos marcados por la legislación y autoridad municipal correspondiente.
	Para el caso de los residuos con amianto se seguirán los pasos marcados por la Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular por la que se publican las

	operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos para poder considerarlos como peligroso o no peligrosos. En cualquier caso siempre se cumplirán los preceptos dictados por el RD 108/1991 de 1 de febrero sobre la prevención y reducción de la contaminación del medio ambiente producida por el amianto, así como la legislación laboral al respecto.
x	Los restos de lavado de canaletas / cubas de hormigón serán tratadas como escombros
x	Se evitará en todo momento la contaminación con productos tóxicos o peligrosos de los plásticos y restos de madera para su adecuada segregación, así como la contaminación de los acopios o contenedores de escombros con componentes peligrosos
	Las tierras superficiales que pueden tener un uso posterior para jardinería o recuperación de los suelos degradados serán retiradas y almacenada durante el menor tiempo posible en caballones de altura no superior a 2 metros. Se evitará la humedad excesiva, la manipulación y a contaminación con otros materiales

11. PRESUPUESTO

ESTIMACIÓN DEL COSTE DE TRATAMIENTO DE LOS RCD			
Tipología RCD	Estimación (m ³)	Precio gestión en Planta / Vertedero / Cantera / Gestor (€/m ³)	Importe (€)
A1 RCD Nivel I			
Tierras y pétreos de la excavación	423,75	8,0	2.341,18
			2.341,18 €
A2 RCD Nivel II			
RCD Naturaleza No Pétreo	4,64	23,00	106,79
RCD Naturaleza Pétreo	17,84	23,00	356,79
RCD Potencialmente peligrosos	5,63	30,00	168,88
			632,46 €
TOTAL PRESUPUESTO PLAN GESTIÓN RCD			4.022,46 €



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

Diseño de Nueva Instalación Eléctrica para
dotar de suministro a una zona rural en la
Comarca de Cariñena

DOCUMENTO II. PLANOS

Autor

María Pueyo Berné

Director

Pedro Gaspar Ibáñez Carabantes

Escuela de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de Zaragoza
Curso académico: 2022-2023



ÍNDICE DE PLANOS

1. Situación y emplazamiento.
2. Planta General Media Tensión sobre Ortofoto
3. Planta Detalle Media Tensión sobre Ortofoto

LAMT

4. Plano Perfil
 - 4.1. Plano Perfil (Tramo 1)
 - 4.2. Plano Perfil (Tramo 2)
5. Apoyo derivación + Seccto. III (LB)
6. Apoyo conversión A/S
7. Apoyo Seccto. Fusibles XS
8. Apoyo Seccto. Fusibles XS y CTI
9. Apoyos, cimentación y crucetas
10. Cadenas de aislamiento
11. Red de tierras apoyos
12. Red de tierras CTI
13. Salvapájaros

LSMT

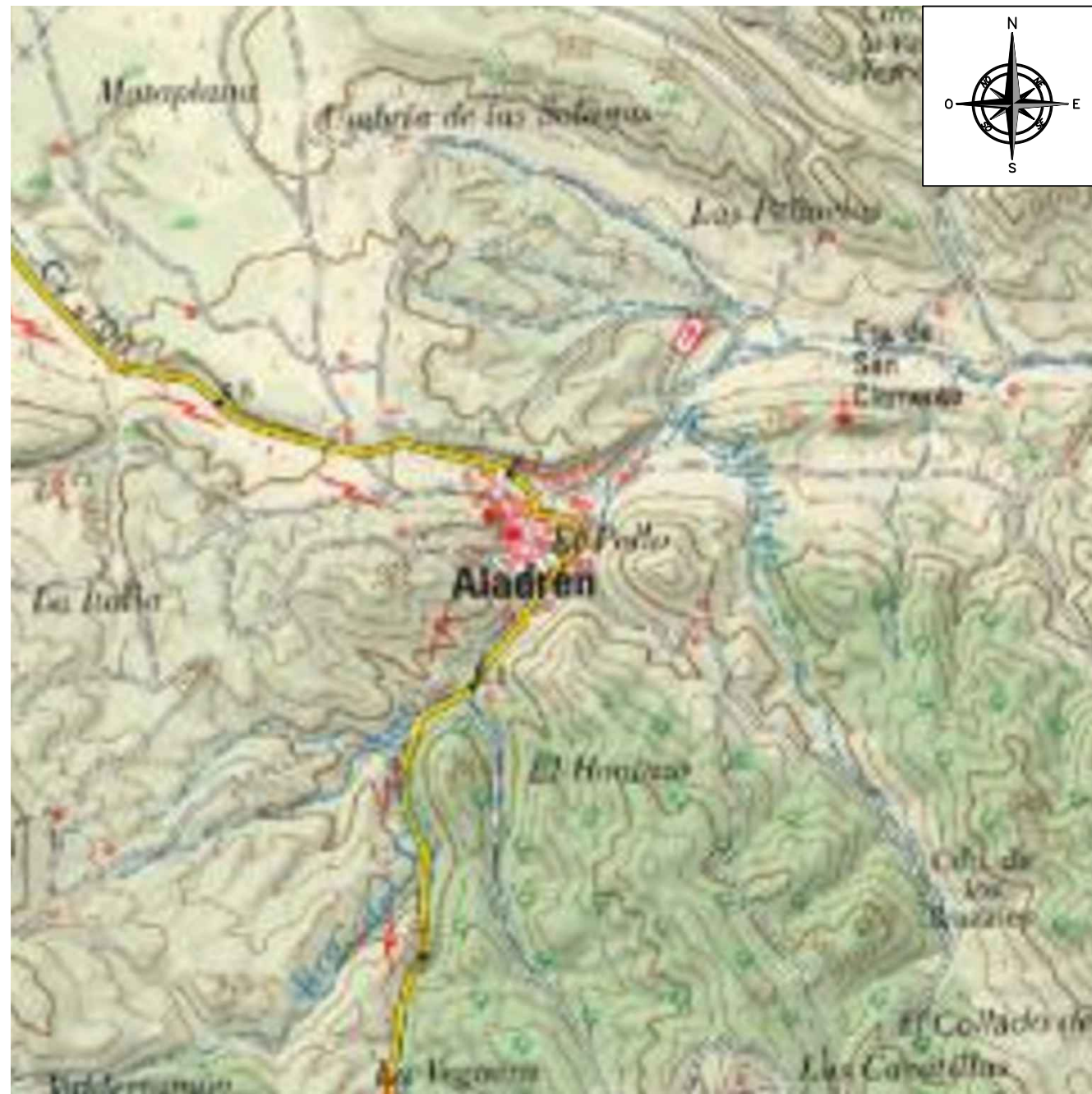
14. Zanja tipo (Media Tensión)

CT PREFABRICADO

15. Detalle CT Prefabricado – Sección
16. Red de tierras de CT
17. Esquema unifilar CT

LSBT

18. Planta General sobre Ortofoto y Parcelario (Baja Tensión)
19. Planta Detalle sobre Ortofoto y Parcelario
20. Detalle Zanjas tipo (Baja Tensión)
21. Detalle de cruzamientos y paralelismos (BT)
22. Detalle Caja de Seccionamiento y Caja General de Protección
23. Detalle Armario de Distribución Urbana
24. Detalle de arqueta A1

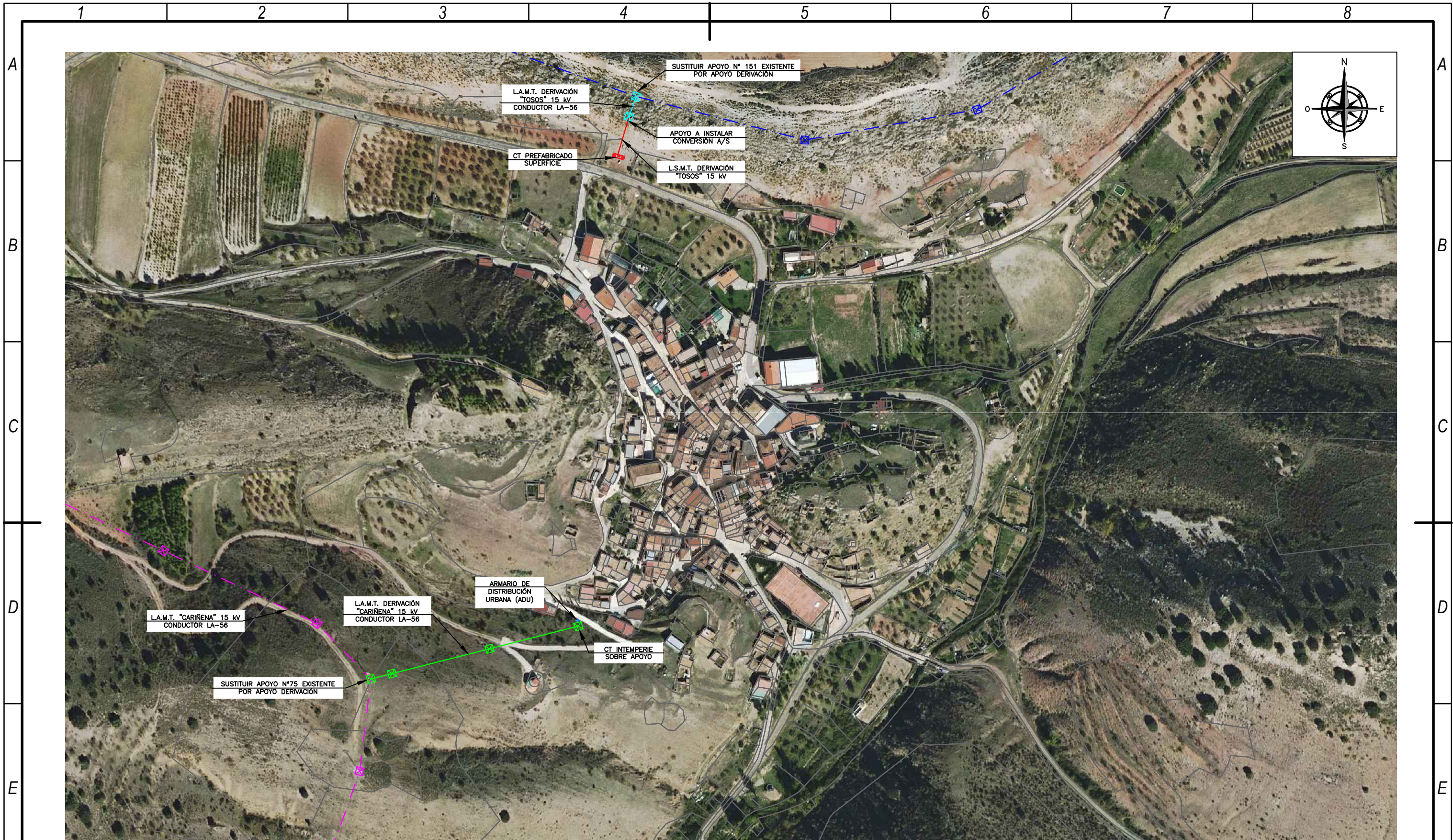


PLANO DE SITUACIÓN
ESCALA 1: 20.000




PLANO DE EMPLAZAMIENTO
ESCALA 1: 3.000

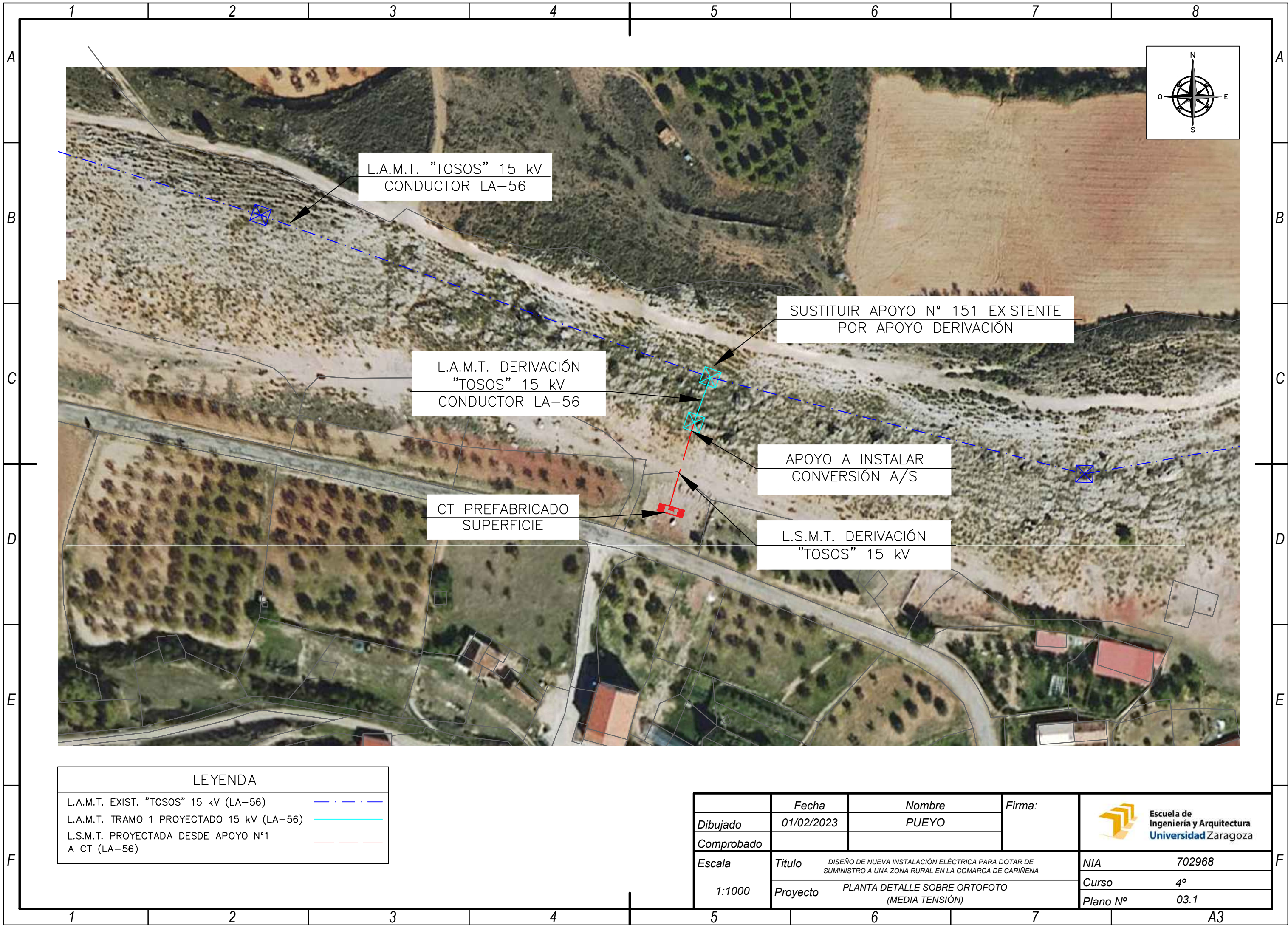
	Fecha	Nombre	Firma:	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Dibujado	01/02/2023	PUEYO		
Comprobado				
Escala	Titulo			NIA
	DISEÑO DE NUEVA INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA DOTAR DE SUMINISTRO A UNA ZONA RURAL EN LA COMARCA DE CARIÑENA			702968
INDICADAS	Proyecto			Curso
	SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO			4º
				Plano Nº
				01



LEYENDA

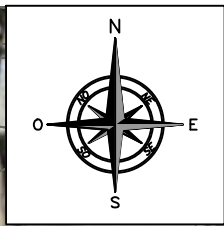
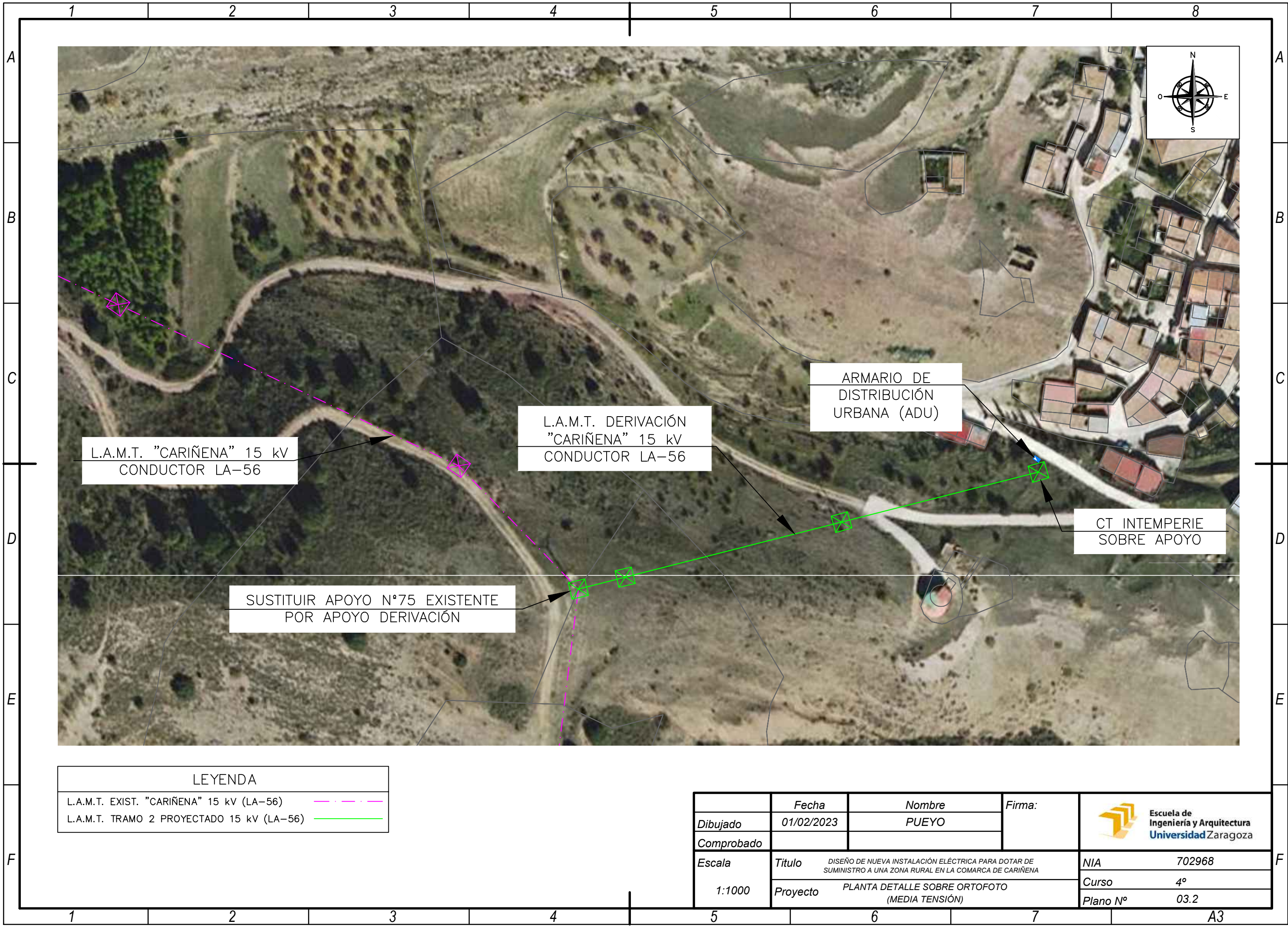
L.A.M.T. EXIST. "TOSOS" 15 kV (LA-56)	---
L.A.M.T. TRAMO 1 PROYECTADO 15 kV (LA-56)	---
L.S.M.T. PROYECTADA DESDE APOYO N°1 A CT (LA-56)	---
L.A.M.T. EXIST. "CARIÑENA" 15 kV (LA-56)	---
L.A.M.T. TRAMO 2 PROYECTADO 15 kV (LA-56)	---

	Fecha	Nombre	Firma:	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Dibujado	01/02/2023	PUEYO		
Comprobado				
Escala	Titulo		NIA	702968
1:2500	DISEÑO DE NUEVA INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA DOTAR DE SUMINISTRO A UNA ZONA RURAL EN LA COMARCA DE CARIÑENA Proyecto PLANTA GENERAL SOBRE ORTOFOTO (MEDIA TENSIÓN)		Curso	4º
			Plano Nº	02



LEYENDA	
L.A.M.T. EXIST. "TOSOS" 15 kV (LA-56)	
L.A.M.T. TRAMO 1 PROYECTADO 15 kV (LA-56)	
L.S.M.T. PROYECTADA DESDE APOYO N°1 A CT (LA-56)	

	Fecha	Nombre	Firma:	
Dibujado	01/02/2023	PUEYO		
Comprobado				
Escala	Título DISEÑO DE NUEVA INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA DOTAR DE SUMINISTRO A UNA ZONA RURAL EN LA COMARCA DE CARIÑENA			NIA 702968
1:1000	Proyecto PLANTA DETALLE SOBRE ORTOFOTO (MEDIA TENSIÓN)			Curso 4º
				Plano Nº 03.1



L.A.M.T. "CARIÑENA" 15 kV
CONDUCTOR LA-56

L.A.M.T. DERIVACIÓN
"CARIÑENA" 15 kV
CONDUCTOR LA-56

ARMARIO DE
DISTRIBUCIÓN
URBANA (ADU)

CT INTEMPERIE
SOBRE APOYO

SUSTITUIR APOYO N°75 EXISTENTE
POR APOYO DERIVACIÓN

LEYENDA	
L.A.M.T. EXIST. "CARIÑENA" 15 kV (LA-56)	
L.A.M.T. TRAMO 2 PROYECTADO 15 kV (LA-56)	

	Fecha	Nombre	Firma:	
Dibujado	01/02/2023	PUEYO		
Comprobado				
Escala 1:1000	Titulo		NIA 702968	
	DISEÑO DE NUEVA INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA DOTAR DE SUMINISTRO A UNA ZONA RURAL EN LA COMARCA DE CARIÑENA		Curso 4º	
	Proyecto		Plano N° 03.2	
	PLANTA DETALLE SOBRE ORTOFOTO (MEDIA TENSIÓN)		A3	

1

2

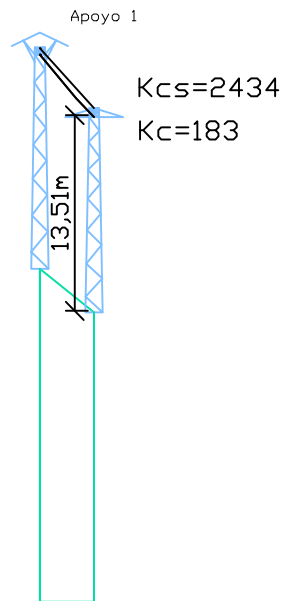
3

4

Cond. F: LA-53		
47-AL1/8-ST1A		
Apoyo 151 - Apoyo 1		
Temp.	Tens.	Flecha
-5°C	376Kg	0,01m
0°C	334Kg	0,02m
5°C	292Kg	0,02m
10°C	250Kg	0,02m
15°C	209Kg	0,03m
20°C	169Kg	0,03m
25°C	130Kg	0,04m
30°C	95Kg	0,06m
35°C	69Kg	0,08m
40°C	51Kg	0,11m
45°C	41Kg	0,13m
50°C	35Kg	0,16m




Apoyo 151



P.C.: 772.00 m

Nº Apoyos / Longitud Vanos (m)	151	15.00	1
Cota Terreno (m)	795.00		792.00
Distancia Parcial (m)	0.00		15.00
Distancia Origen (m)	0.00		15.00
Función de Apoyo	AN-AM (194g)		FL
Serie Apoyo	C-2000-16		C-2000-16
Armado (m)	B1		T1
Altura Útil Cruceta Inferior (m)	14,79 (Normal/K=12)		13,49 (Normal/K=12)
Tipo de cimentación	Monobloque		Monobloque
Datos Cimentación (m)	$\alpha=1,13/h=2,05$		$\alpha=1,13/h=2,05$

	Fecha	Nombre	Firma:	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza	
Dibujado	01/02/2023	PUEYO			
Comprobado					
Escala	Título	DISEÑO DE NUEVA INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA DOTAR DE SUMINISTRO A UNA ZONA RURAL EN LA COMARCA DE CARIÑENA		NIA	702968
S/E	Proyecto	PLANO PERFIL (TRAMO 1)		Curso	4º
				Plano Nº	04.1

A4

1

2

3

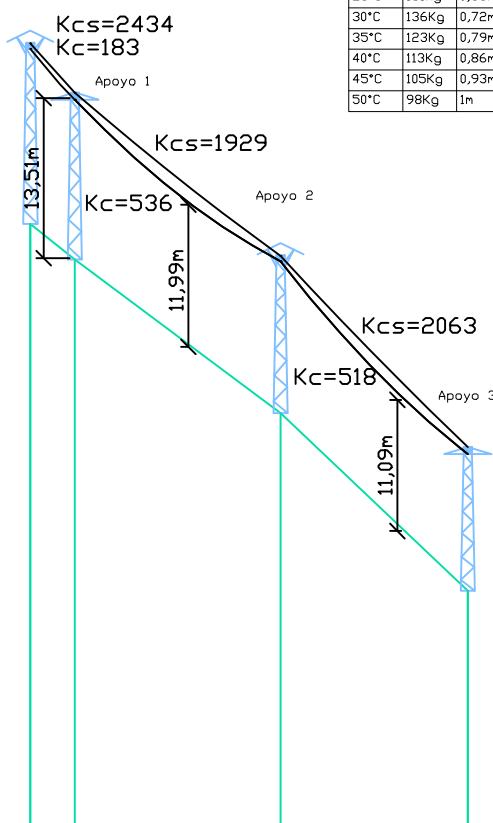
4

Cond. F: LA-56 47-AL1/8-ST1A		
Apoyo 75 - Apoyo 1		
Temp.	Tens.	Flecha
-5°C	376Kg	0,01m
0°C	334Kg	0,02m
5°C	292Kg	0,02m
10°C	250Kg	0,02m
15°C	209Kg	0,03m
20°C	169Kg	0,03m
25°C	130Kg	0,04m
30°C	95Kg	0,06m
35°C	69Kg	0,08m
40°C	51Kg	0,11m
45°C	41Kg	0,13m
50°C	35Kg	0,16m

Cond. F: LA-56 47-AL1/8-ST1A		
Apoyo 1 - Apoyo 2		
Temp.	Tens.	Flecha
-5°C	293Kg	0,4m
0°C	261Kg	0,45m
5°C	231Kg	0,5m
10°C	205Kg	0,57m
15°C	183Kg	0,64m
20°C	164Kg	0,71m
25°C	148Kg	0,79m
30°C	135Kg	0,86m
35°C	124Kg	0,94m
40°C	115Kg	1,01m
45°C	108Kg	1,08m
50°C	101Kg	1,15m

Cond. F: LA-56 47-AL1/8-ST1A		
Apoyo 2 - Apoyo 3		
Temp.	Tens.	Flecha
-5°C	315Kg	0,31m
0°C	280Kg	0,35m
5°C	247Kg	0,4m
10°C	217Kg	0,45m
15°C	191Kg	0,51m
20°C	169Kg	0,58m
25°C	151Kg	0,65m
30°C	136Kg	0,72m
35°C	123Kg	0,79m
40°C	113Kg	0,86m
45°C	105Kg	0,93m
50°C	98Kg	1m

143g
Apoyo 75

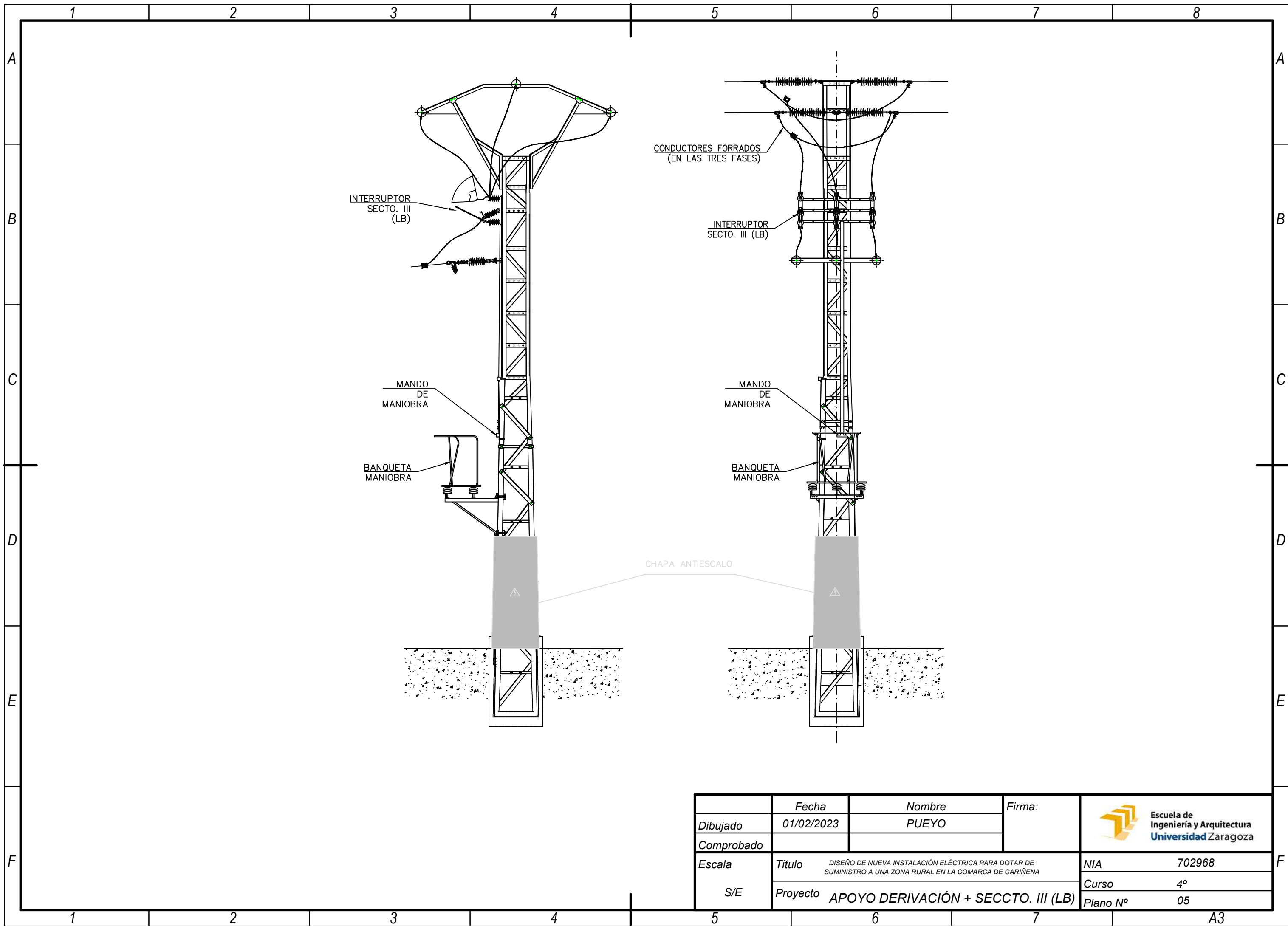


P.C.: 768.00 m

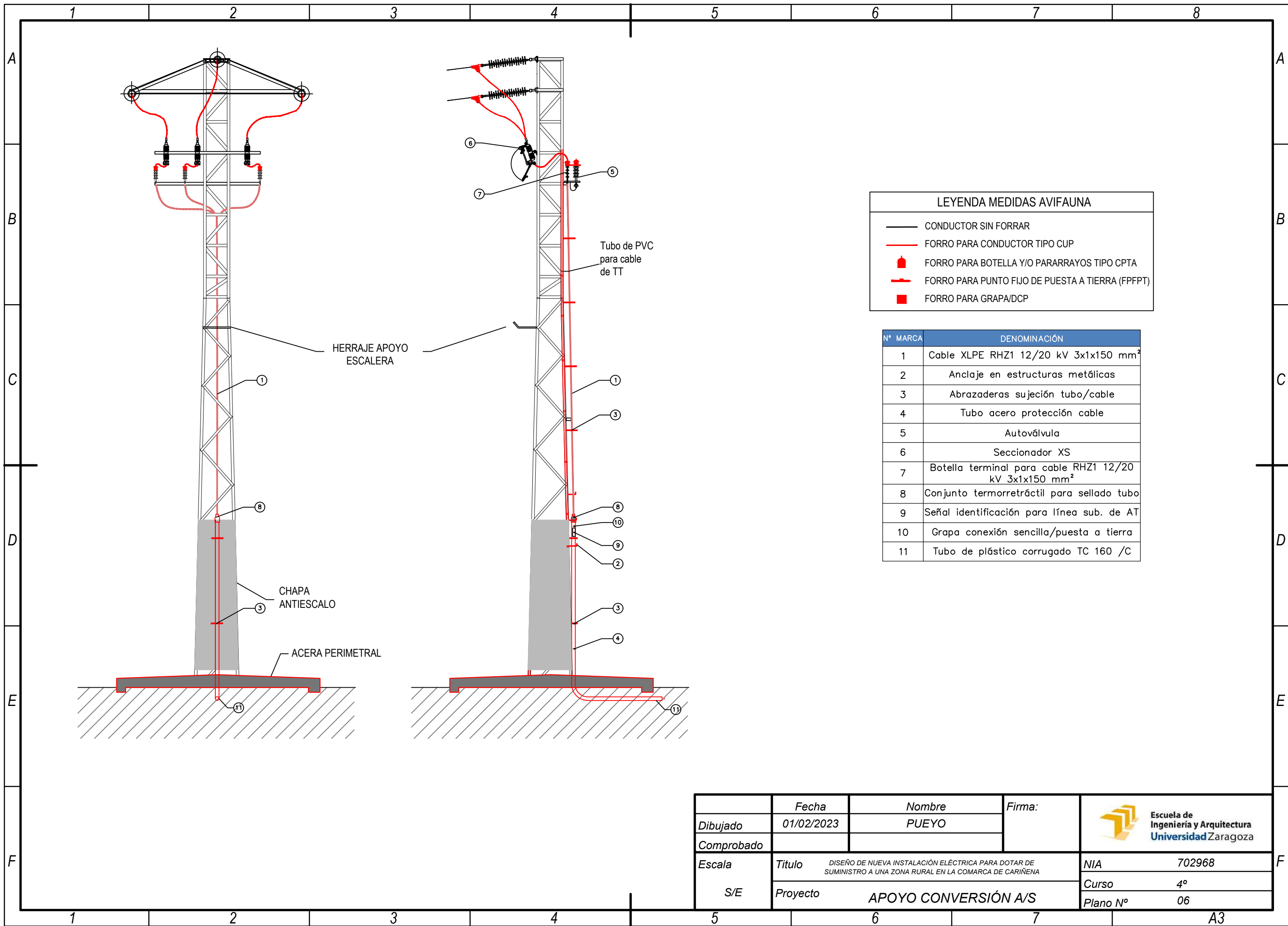
Nº Apoyos / Longitud Vanos (m)	75	15.00	1	69.55	2	63.27	3
Cota Terreno (m)	819.00		816.00		803.00		788.00
Distancia Parcial (m)	0.00		15.00		69.55		63.27
Distancia Origen (m)	0.00		15.00		84.55		147.82
Función de Apoyo	AN-AM (143g)		AL_AM		AL_AM		FL
Serie Apoyo	C-2000-16		C-2000-16		C-2000-14		C-2000-14
Armado (m)	B1		T1		B1		T1
Altura Útil Cruceta Inferior (m)	14,79 (Normal/K=12)		13,49 (Normal/K=12)		12,84 (Normal/K=12)		11,54 (Normal/K=12)
Tipo de cimentación	Monobloque		Monobloque		Monobloque		Monobloque
Datos Cimentación (m)	$\alpha=1,13/h=2,05$		$\alpha=1,13/h=2,05$		$\alpha=1,05/h=2,01$		$\alpha=1,05/h=2,01$

	Fecha	Nombre	Firma:	Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza	
Dibujado	01/02/2023	PUEYO			
Comprobado					
Escala	Titulo	DISEÑO DE NUEVA INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA DOTAR DE SUMINISTRO A UNA ZONA RURAL EN LA COMARCA DE CARIÑENA		NIA	702968
S/E	Proyecto	PLANO PERFIL (TRAMO 2)		Curso	4º
				Plano Nº	04.2

A4



	Fecha	Nombre	Firma:	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza	
Dibujado	01/02/2023	PUEYO			
Comprobado					
Escala	Titulo	DISEÑO DE NUEVA INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA DOTAR DE SUMINISTRO A UNA ZONA RURAL EN LA COMARCA DE CARIÑENA		NIA	702968
S/E	Proyecto	APOYO DERIVACIÓN + SECCTO. III (LB)		Curso	4º
				Plano N°	05

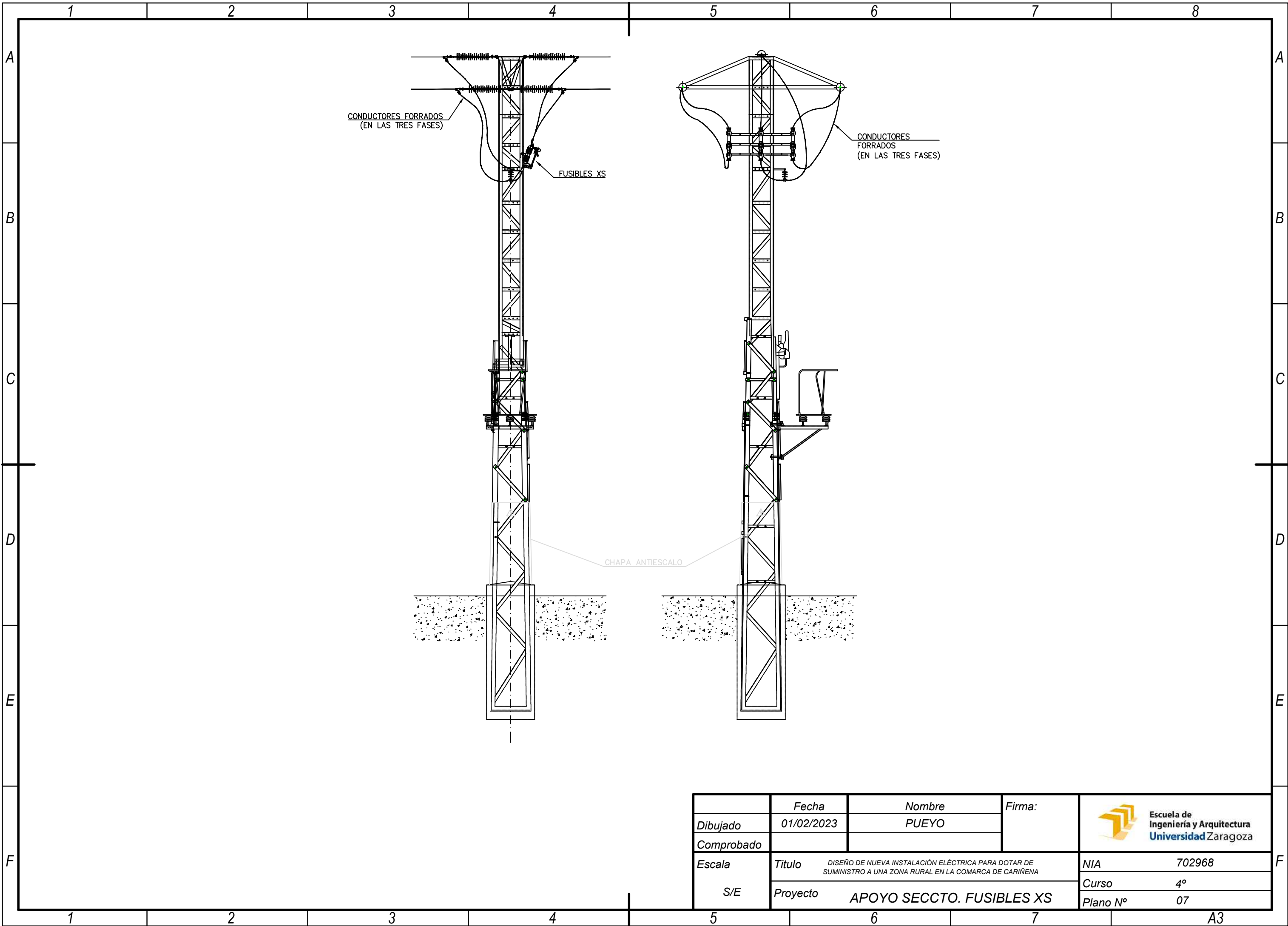


LEYENDA MEDIDAS AVIFAUNA

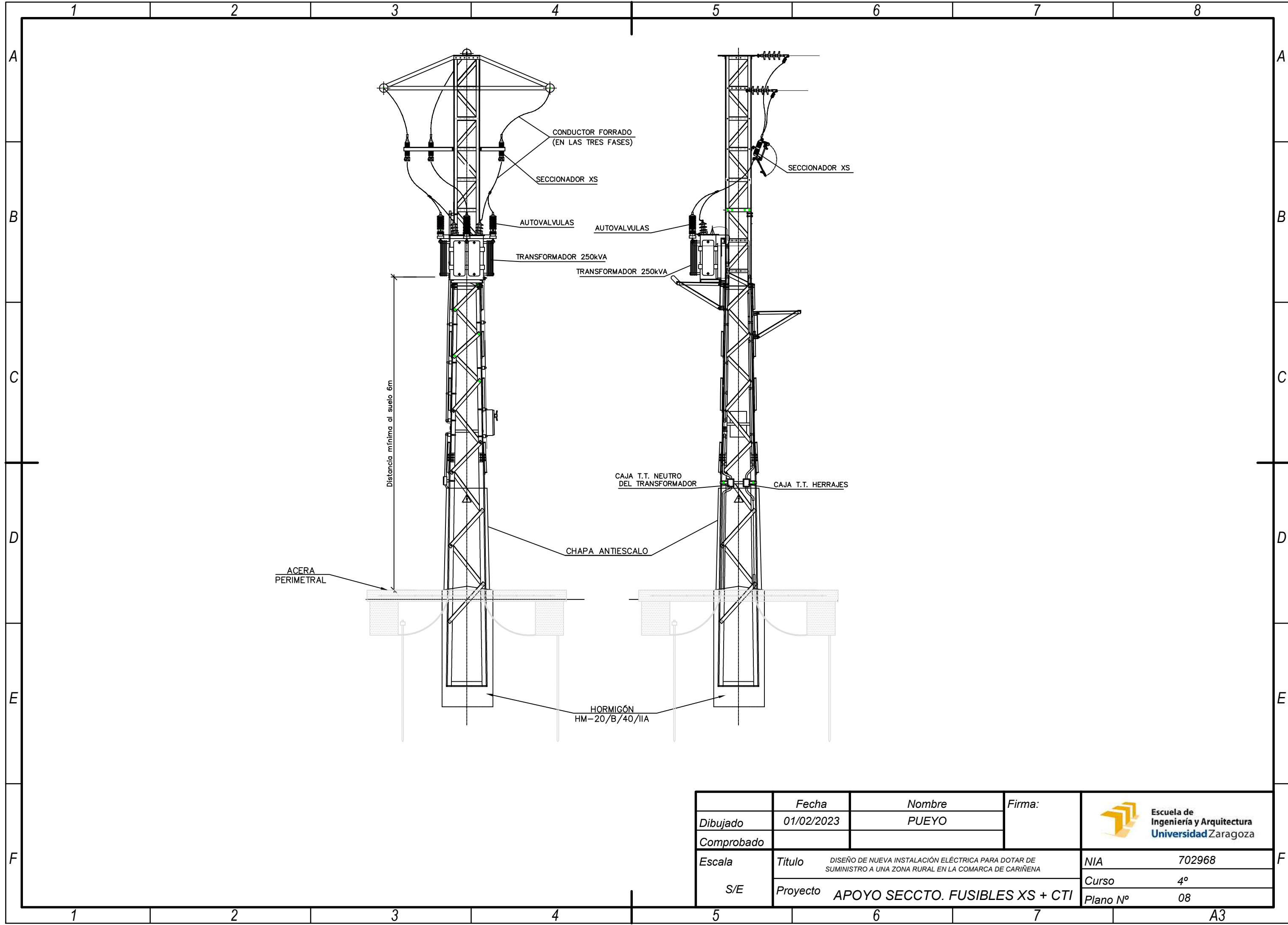
	CONDUCTOR SIN FERRAR
	FORRO PARA CONDUCTOR TIPO CUP
	FORRO PARA BOTELLA Y/O PARARRAYOS TIPO CPTA
	FORRO PARA PUNTO FIJO DE PUESTA A TIERRA (FPFPT)
	FORRO PARA GRAPA/DCP


N°	MARCA	DENOMINACIÓN
1		Cable XLPE RHZ1 12/20 kV 3x1x150 mm ²
2		Anclaje en estructuras metálicas
3		Abrazaderas sujeción tubo/cable
4		Tubo acero protección cable
5		Autoválvula
6		Seccionador XS
7		Botella terminal para cable RHZ1 12/20 kV 3x1x150 mm ²
8		Conjunto termorretráctil para sellado tubo
9		Señal identificación para línea sub. de AT
10		Grapa conexión sencilla/puesta a tierra
11		Tubo de plástico corrugado TC 160 /C

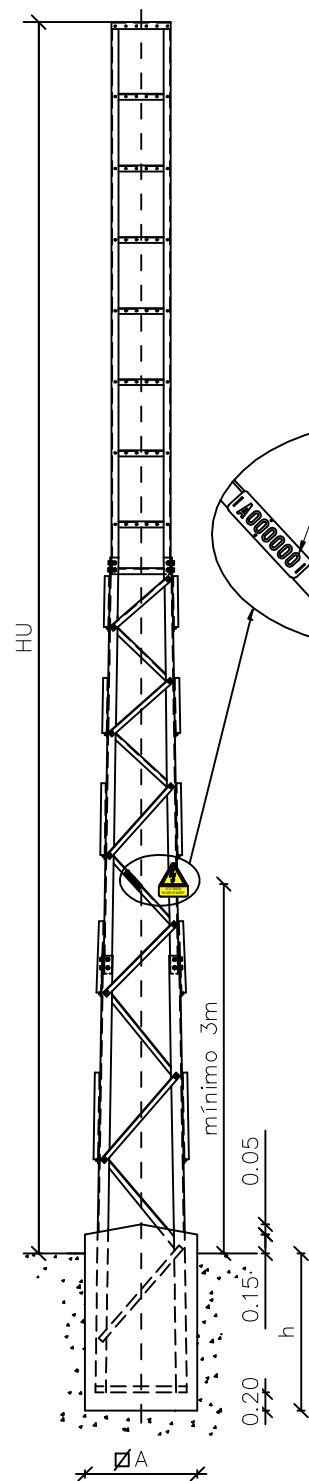
	Fecha	Nombre	Firma:		
Dibujado	01/02/2023	PUEYO			
Comprobado					
Escala	Titulo	DISEÑO DE NUEVA INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA DOTAR DE SUMINISTRO A UNA ZONA RURAL EN LA COMARCA DE CARIÑENA		NIA	702968
S/E	Proyecto	APOYO CONVERSIÓN A/S		Curso	4º
				Plano N°	06



	Fecha	Nombre	Firma:	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Dibujado	01/02/2023	PUEYO		
Comprobado				
Escala	Titulo		NIA	702968
S/E	Proyecto		Curso	4º
	APOYO SECCTO. FUSIBLES XS		Plano Nº	07



	Fecha	Nombre	Firma:	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Dibujado	01/02/2023	PUEYO		
Comprobado				
Escala	Título DISEÑO DE NUEVA INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA DOTAR DE SUMINISTRO A UNA ZONA RURAL EN LA COMARCA DE CARIÑENA			NIA 702968
S/E	Proyecto APOYO SECCTO. FUSIBLES XS + CTI			Curso 4º
				Plano Nº 08



cotas en metros



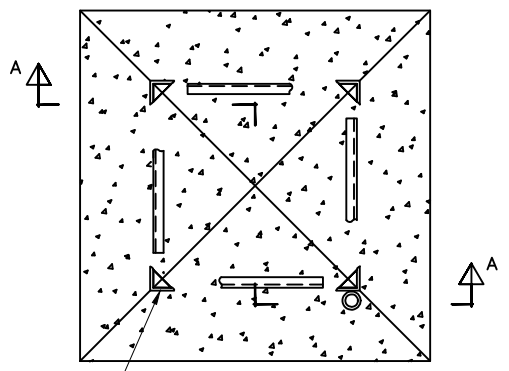
PLACA DE IDENTIFICACIÓN DEL APOYO

SEÑAL DE RIESGO ELÉCTRICO

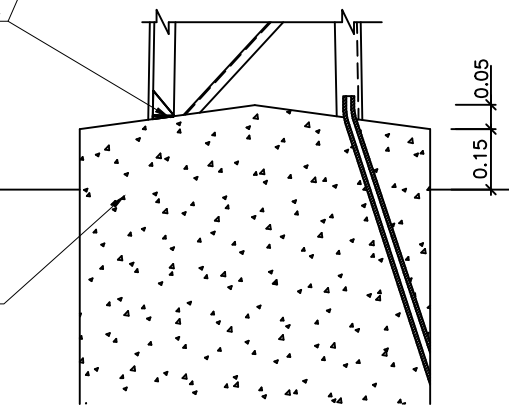
RELLENO DE HORMIGÓN CON EL FIN DE QUE NO SE DEPOSITE EL AGUA DE LLUVIA

CONSTRUCCIÓN DE LA SOLERA

PLANTA



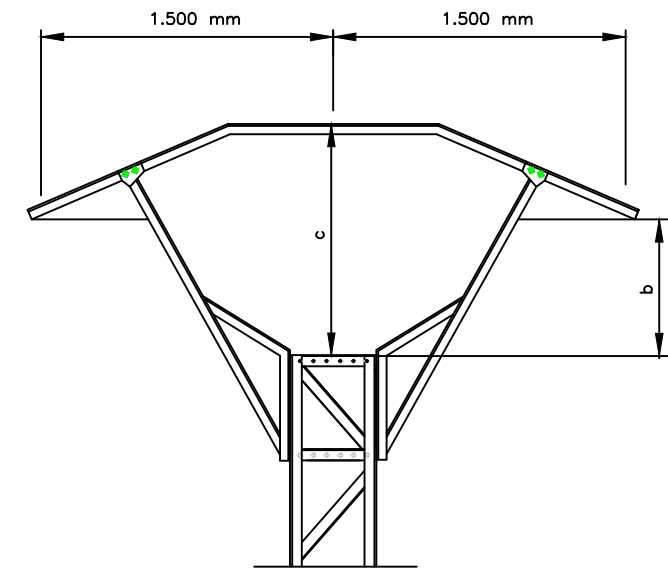
SECCIÓN A-A



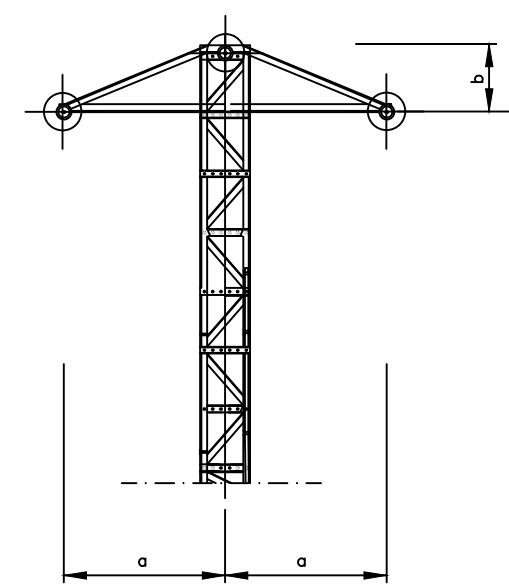
HORMIGÓN EN MASA HM-20/B/40/IIa

TIPO CELOSÍA	a (m)	h (m)	V (m3)
C-2000-14	1,05	2,01	2,22
C-2000-16	1,13	2,05	2,62

CRUCETA TIPO B1



CRUCETA TIPO T1

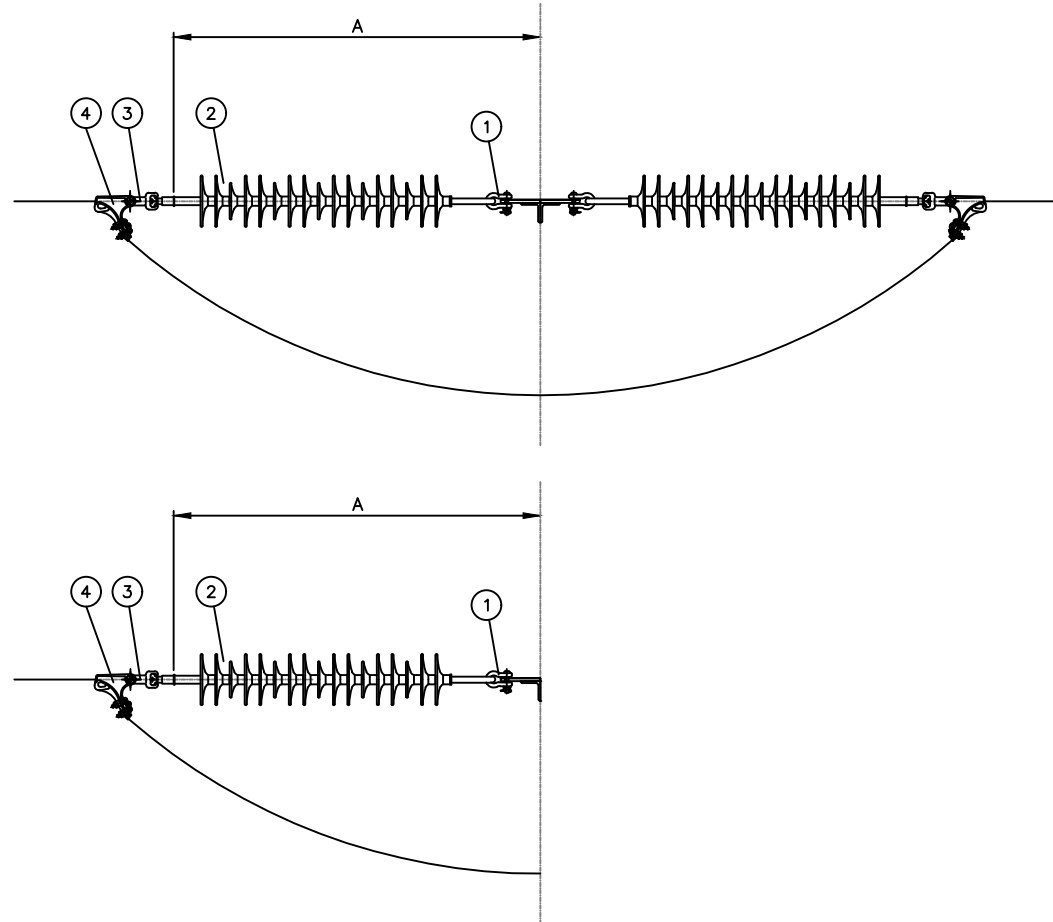


ARMADO	DISTANCIA ALCANZADA			DISTANCIA MINIMA DE SEGURIDAD (a-b) ó (a-c)
	a	b	c	
B1	1.500 mm	700 mm	1.150 mm	FORRAR GRAPA + PUENTE FASE CENTRAL
T1	1.250 mm	600 mm	-	L > 1.500 mm

	Fecha	Nombre	Firma:		
Dibujado	01/02/2023	PUEYO			
Comprobado					
Escala	Titulo	DISEÑO DE NUEVA INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA DOTAR DE SUMINISTRO A UNA ZONA RURAL EN LA COMARCA DE CARIÑENA		NIA	702968
S/E	Proyecto	APOYOS, CIMENTACIONES Y CRUCETAS		Curso	4º
				Plano Nº	09

ZONAS DE PROTECCIÓN

DISTANCIA DE SEGURIDAD ENTRE ZONA DE POSADA Y PUNTO EN TENSION
MONTAJE CADENA DE AMARRE COMPLETA CON GRAPA DE AMARRE
TIPO GA PARA U < 25 KV

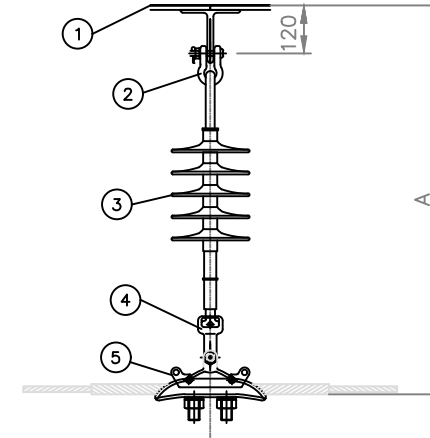


FORMACION CADENAS	DISTANCIA ALCANZADA	DISTANCIA MINIMA DE SEGURIDAD
AISLADOR POLIMERICO C3670EBAV_AR	A = 1150 mm	> 700 mm > 1.000 mm (ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS)

MONTAJE CADENA DE AMARRE COMPLETA CON GRAPA DE AMARRE
TIPO GA PARA U < 25 KV

4	1+1	GRAPA DE AMARRE
3	1+1	ROTULA LARGA R16P
2	1+1	AISLADOR POLIMERICO (HASTA 36 KV)
1	1+1	GRILLETE NORMAL GN
MARCA	Nº PIEZAS	DENOMINACIÓN

DISTANCIA DE SEGURIDAD ENTRE ZONA DE POSADA Y PUNTO EN TENSION
MONTAJE CADENA DE SUSPENSIÓN
PARA U < 25 KV



FORMACION CADENAS	DISTANCIA ALCANZADA	DISTANCIA MINIMA DE SEGURIDAD
AISLADOR POLIMERICO CS70AB 125/455	A = 845 mm	> 700 mm

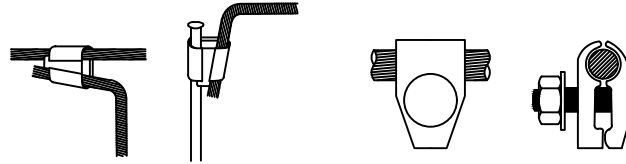
1	1	ZONA DE POSADA
2	1	GRILLETE NORMAL GN 65mm
3	1	AISLADOR POLIMERICO CS70EB 170/555 555mm
4	1	ROTULA CORTA R16A 64mm
5	1	GRAPA DE SUSPENSIÓN GS-1 41mm
6	1	VARILLAS PREFORMADAS DE PROTECCIÓN (ARMOR-ROD)
MARCA	Nº PIEZAS	DENOMINACIÓN

	Fecha	Nombre	Firma:		
Dibujado	01/02/2023	PUEYO			
Comprobado					
Escala	Titulo	DISEÑO DE NUEVA INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA DOTAR DE SUMINISTRO A UNA ZONA RURAL EN LA COMARCA DE CARIÑENA		NIA	702968
S/E	Proyecto	CADENAS DE AISLAMIENTO		Curso	4º
				Plano Nº	10

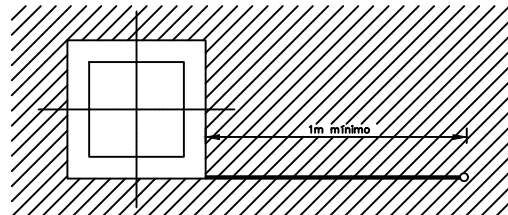
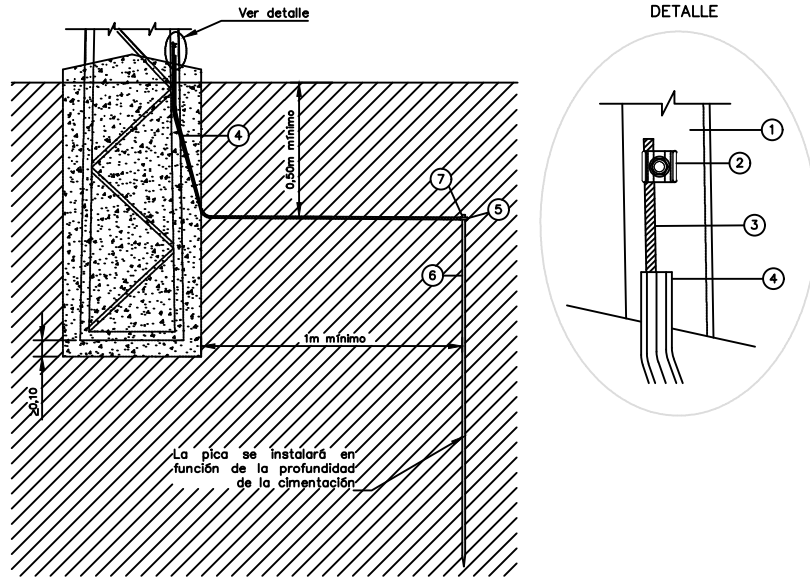
APOYO NO FRECUENTADO

CONECTORES AMPACT PARA ENLACES Cu/Cu Y Cu/PICA EN PUESTA A TIERRA

GRAPA CONEXIÓN CABLE DE TIERRA A APOYO



NOTA
 - Las Puestas a Tierra de los Apoyos cumplirán lo establecido en el Apartado 7 de la ITC-LAT-07 del Reglamento de Líneas de Alta Tensión
 - Cada Apoyo llevará mínimo 1 pica

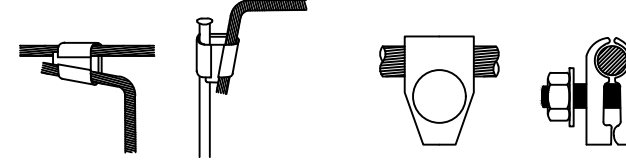


- 1 Apoyo
 - 2 Conector p.a.t. para 2 cables de Cu de 35 a 50mm²
 - 3 Cable desnudo de 50mm² enterrado a una profundidad de 0,5m
 - 4 Tubo PVC M-40
 - 5 Conector ampact o grapa
 - 6 Pica de acero cobreado de 2m ϕ 14,6 mm
 - 7 Cinta protección anticorrosiva
- NOTA:**
 La disposición de la picas de puesta a tierra es en función de la resistividad del terreno tomada en proyecto y que si dicha resistividad variara podrá variar el número de picas instaladas.

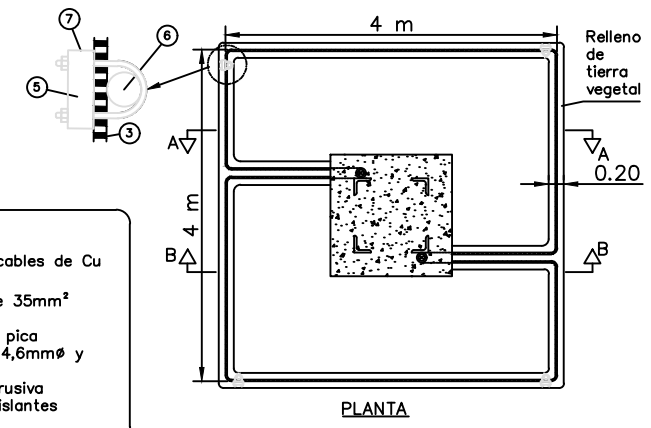
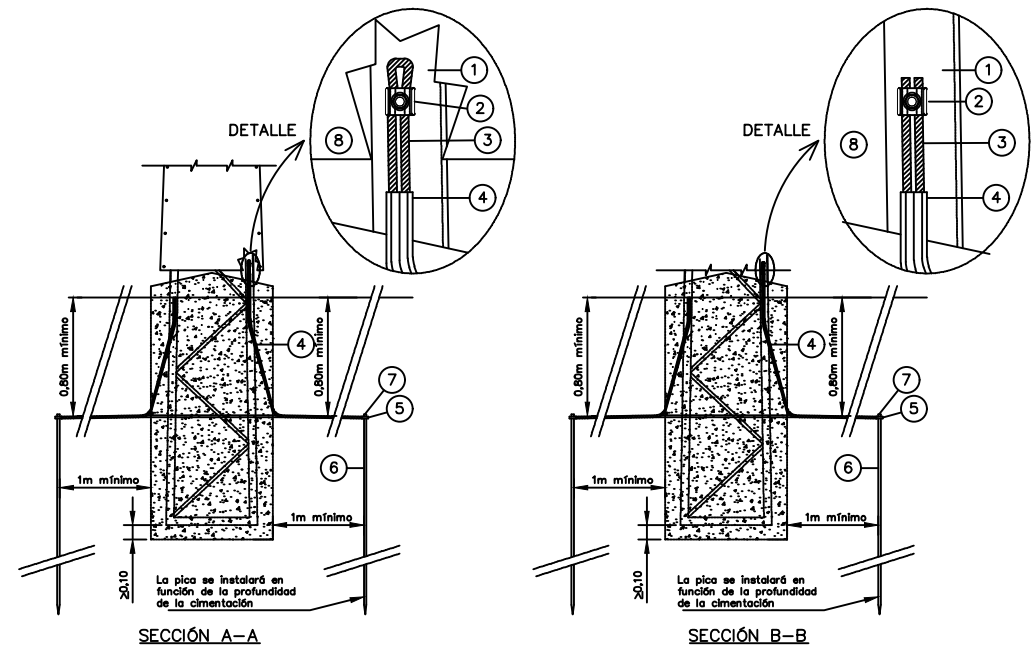
APOYO FRECUENTADO

CONECTORES AMPACT PARA ENLACES Cu/Cu Y Cu/PICA EN PUESTA A TIERRA

GRAPA CONEXIÓN CABLE DE TIERRA A APOYO

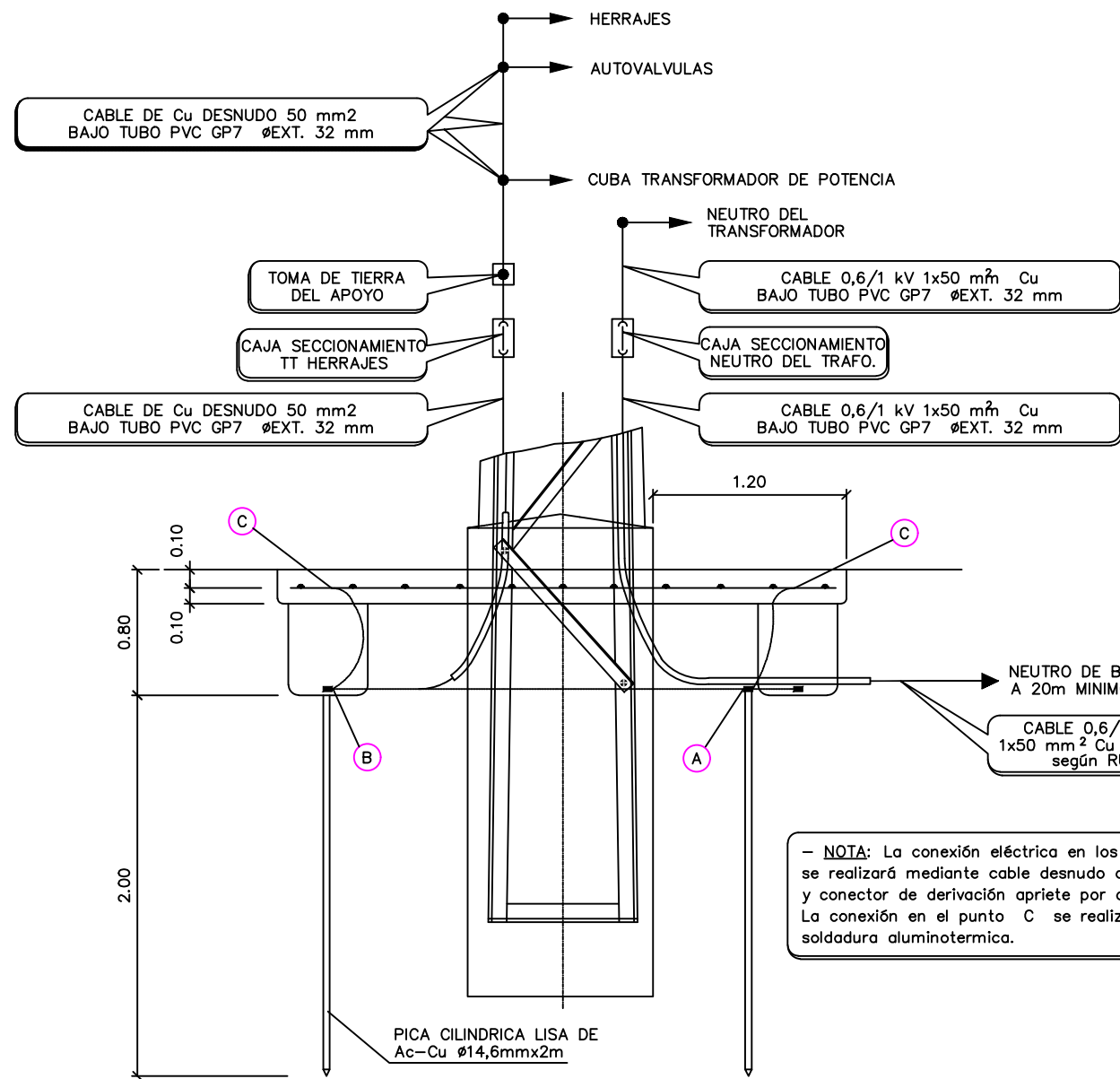


NOTA
 - Las Puestas a Tierra de los Apoyos cumplirán lo establecido en el Apartado 7 de la ITC-LAT-07 del Reglamento de Líneas de Alta Tensión
 - Cada Apoyo llevará mínimo 1 pica
 - Desde el anillo cerrado se realizarán 2 conexiones diametralmente opuestas a la estructura del apoyo.

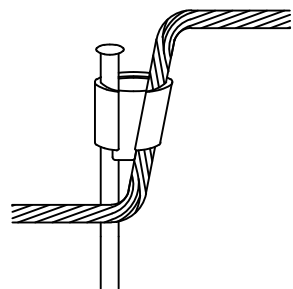


- 1 Apoyo
- 2 Conector p.a.t. para 2 cables de Cu de 35 a 50mm²
- 3 Cable de Cu desnudo de 35mm²
- 4 Tubo PVC m-40
- 5 Grapa de conexión para pica
- 6 Pica de toma a tierra 14,6mm ϕ y 2m de longitud
- 7 Cinta protección anticorrosiva
- 8 Antiescalo con placas aislantes

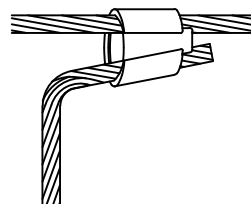
	Fecha	Nombre	Firma:	
Dibujado	01/02/2023	PUEYO		
Comprobado				
Escala	Titulo	DISEÑO DE NUEVA INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA DOTAR DE SUMINISTRO A UNA ZONA RURAL EN LA COMARCA DE CARIÑENA		NIA 702968
S/E	Proyecto	RED DE TIERRAS DE APOYOS		Curso 4º
				Plano Nº 11



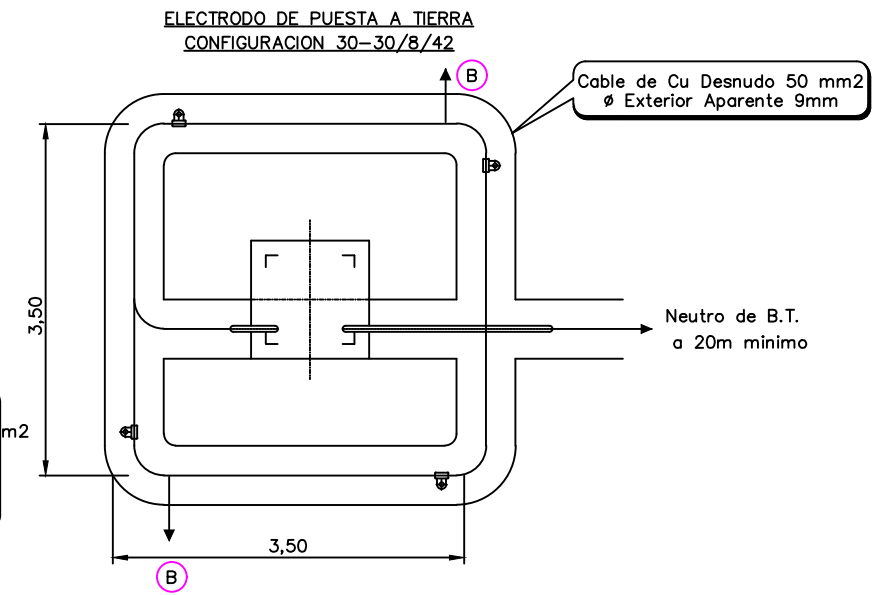
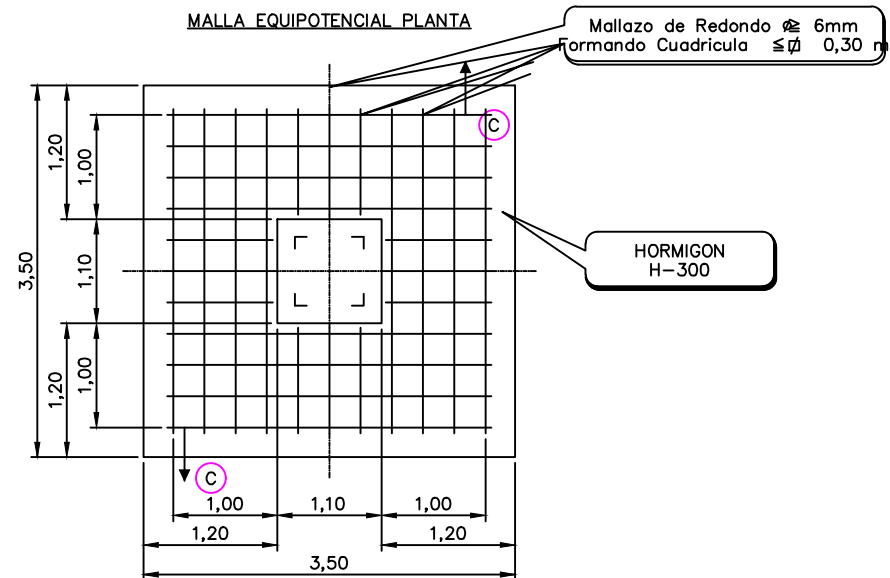
CONEXION PICA/CABLE Cu 50 mm2



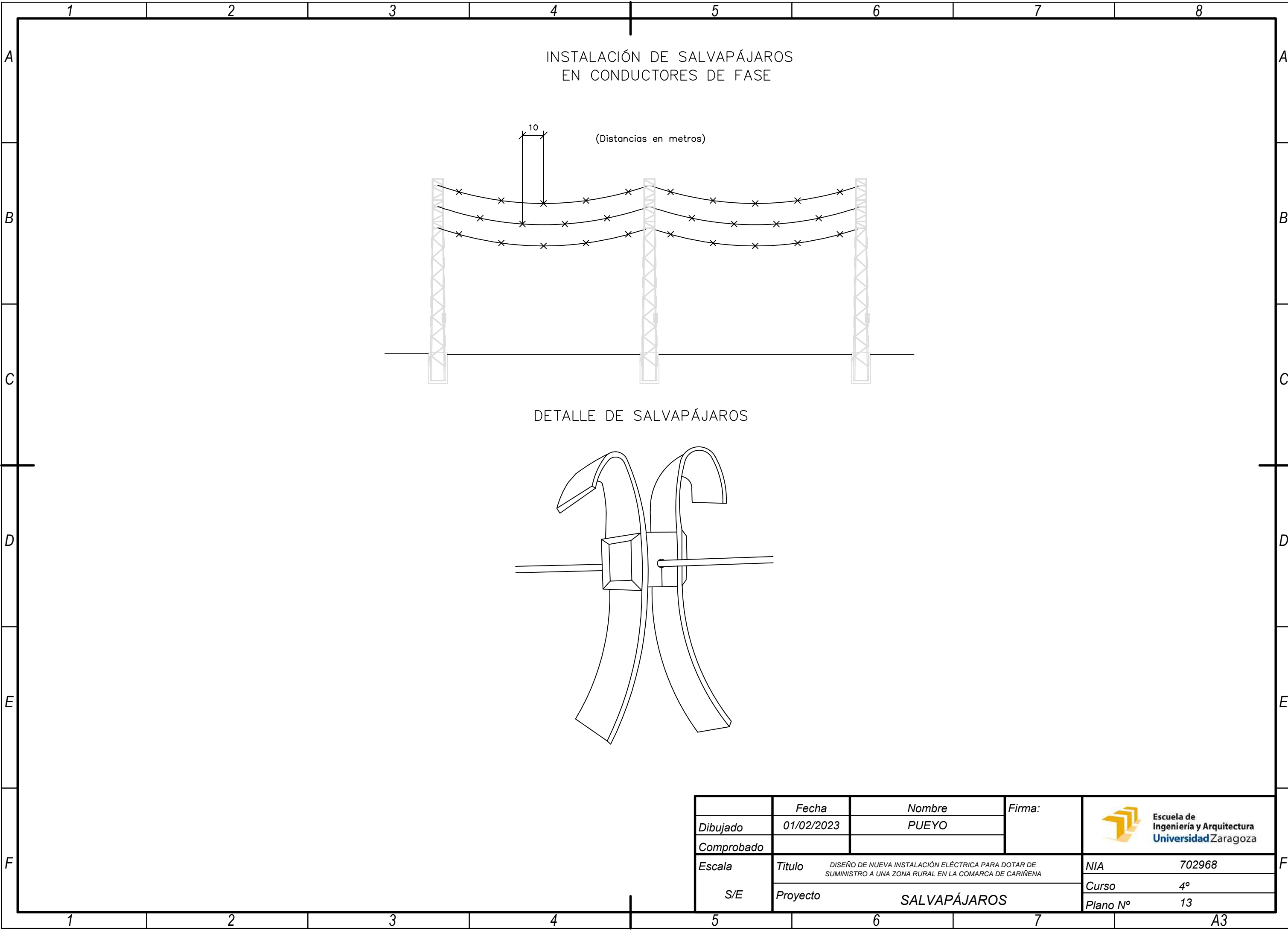
CONEXION CABLES Cu 50 mm2



- NOTA: La conexión eléctrica en los puntos A y B se realizará mediante cable desnudo de Cobre 50 mm² y conector de derivación apriete por cuña a presión. La conexión en el punto C se realizará con soldadura aluminotérmica.



	Fecha	Nombre	Firma:	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza	
Dibujado	01/02/2023	PUEYO			
Comprobado					
Escala S/E	Titulo	DISEÑO DE NUEVA INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA DOTAR DE SUMINISTRO A UNA ZONA RURAL EN LA COMARCA DE CARIÑENA		NIA	702968
	Proyecto	RED DE TIERRAS DE APOYO CON CTI		Curso	4º
				Plano Nº	12



	Fecha	Nombre	Firma:	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Dibujado	01/02/2023	PUEYO		
Comprobado				
Escala	Titulo		NIA	
S/E	Proyecto		Curso	
	DISEÑO DE NUEVA INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA DOTAR DE SUMINISTRO A UNA ZONA RURAL EN LA COMARCA DE CARIÑENA		702968	
	SALVAPÁJAROS		4º	
			Plano Nº	
			13	

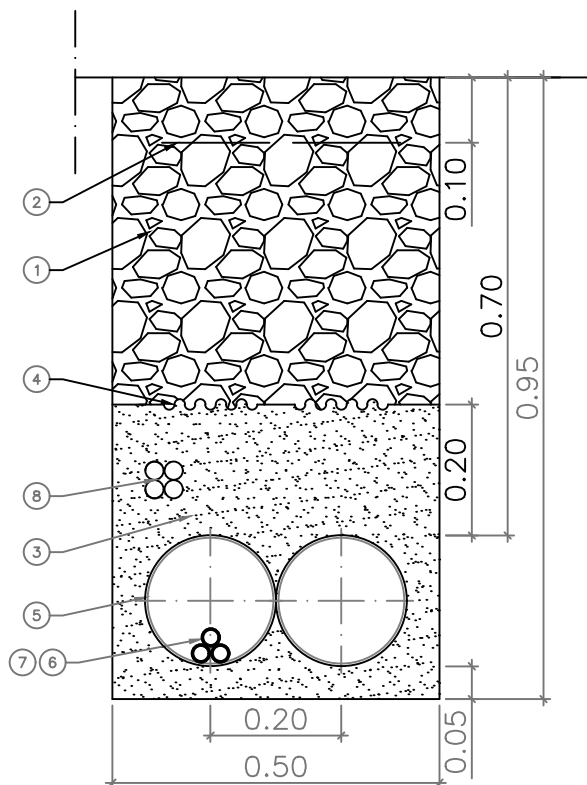
1

2

3

4

**ZANJA TIPO POR TIERRA UN CIRCUITO CON TUBO SECO,
CON SEÑALIZACIÓN Y PROTECCIÓN MECÁNICA CON PLACAS
RÍGIDAS DE POLIETILENO PARA CABLES DE MEDIA TENSIÓN**

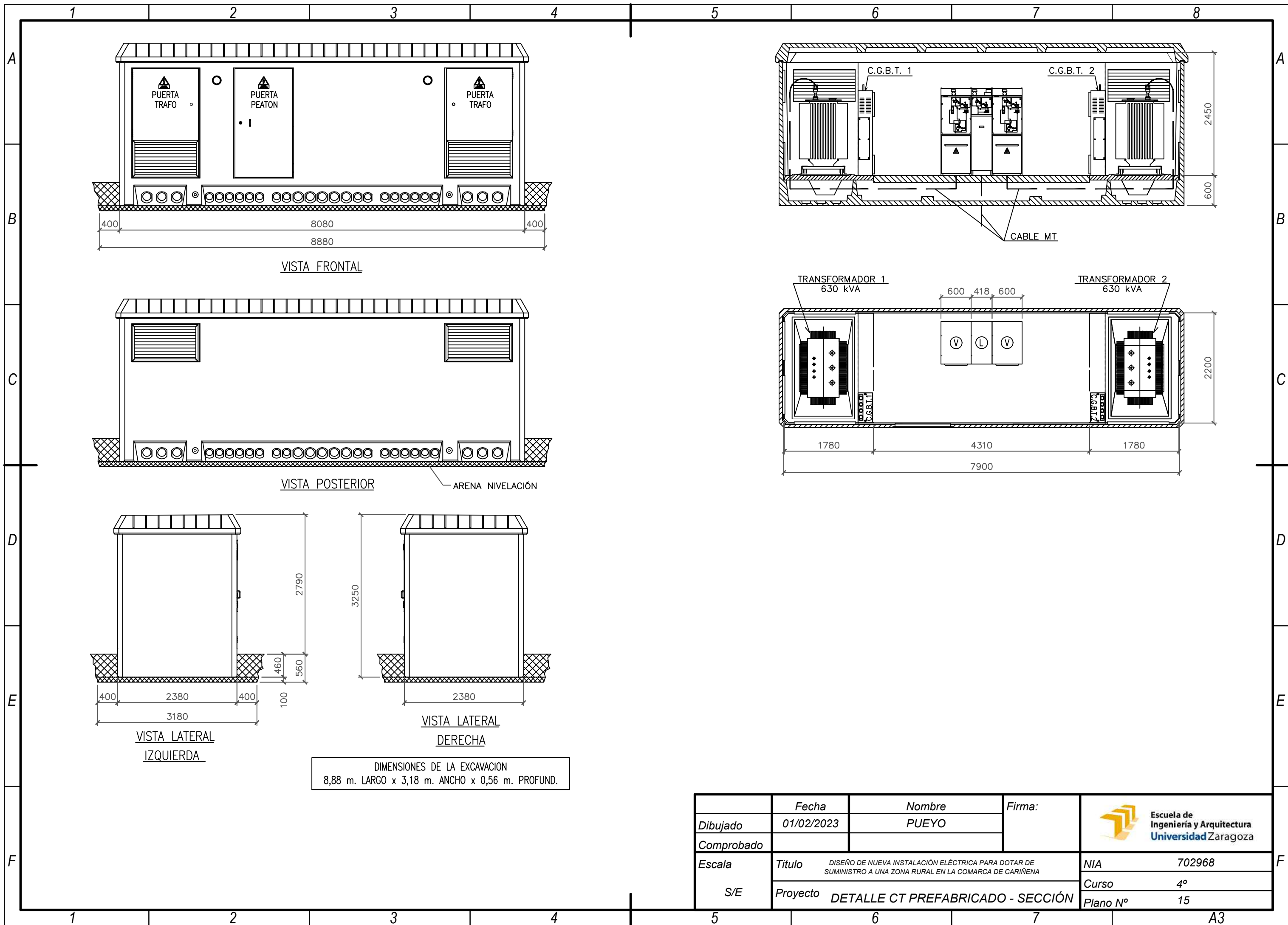


OBSERVACIONES:

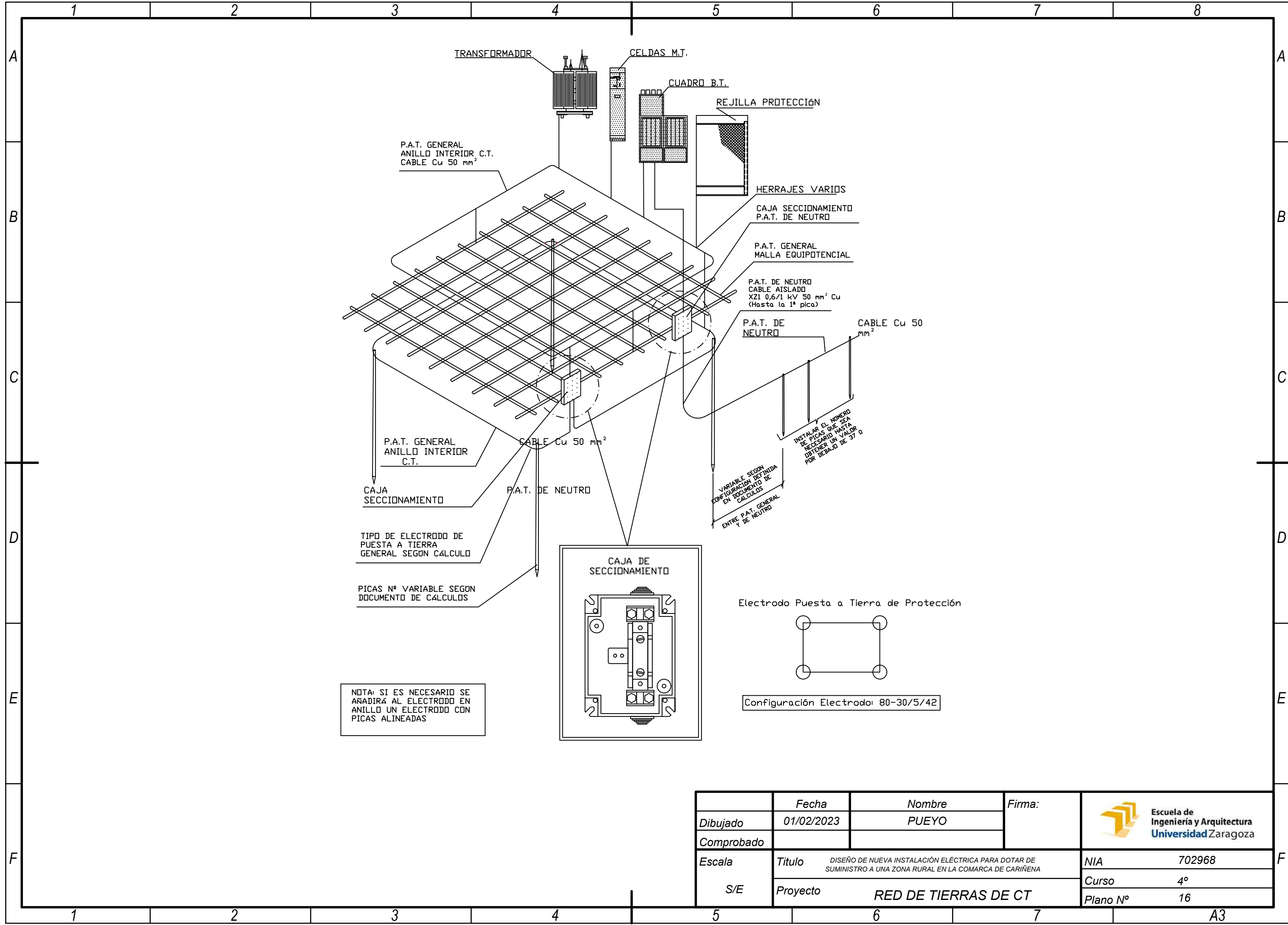
- LA POSICIÓN 1 SE COMPACTARÁ MECÁNICAMENTE POR TONGADAS DE ESP.E.SOR MÁXIMO DE 0'30m, DEBIENDO ALCANZAR UNA DENSIDAD MÍNIMA DEL 0'95% P.M.
- EN EL CASO DE TENDIDO DE CABLES UNIPOLARES, SE COLOCARÁ CADA 1'50m UNA SUJECIÓN QUE AGRUP.E. A LOS TRES CONDUCTORES
- SI LA ANCHURA DE LA ZANJA ES SUP.E.RIOR AL 50% DE LA ANCHURA DE LA ACERA LA REPOSICIÓN SE EXTENDERÁ A LA TOTALIDAD DE LA ACERA.
- COTAS EN METROS.

8	ml.	TETRATUBO DE CONTROL
7	Ud.	ABRAZADERA TIPO UNEX ó SIMILAR COLOCADA CADA 1'50 m
6	ml.	TERNA DE CABLES 12/20kV 3x1x150mm ² Al
5	ml.	TUBO P.E. ø200mm
4	ml.	PLACAS P.E.
3	m ³	ARENA TAMIZADA ó LAVADA DE RIO SUELTA Y ASP.E.RA
2	ml.	CINTA DE P.E.
1	m ³	TIERRA DE EXCAVACIÓN DEBIDAMENTE COMPACTADA

	Fecha	Nombre	Firma:	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza	
Dibujado	01/02/2023	PUEYO			
Comprobado					
Escala	Título	DISEÑO DE NUEVA INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA DOTAR DE SUMINISTRO A UNA ZONA RURAL EN LA COMARCA DE CARIÑENA		NIA	702968
S/E	Proyecto	ZANJA TIPO (MEDIA TENSIÓN)		Curso	4º
				Plano Nº	14

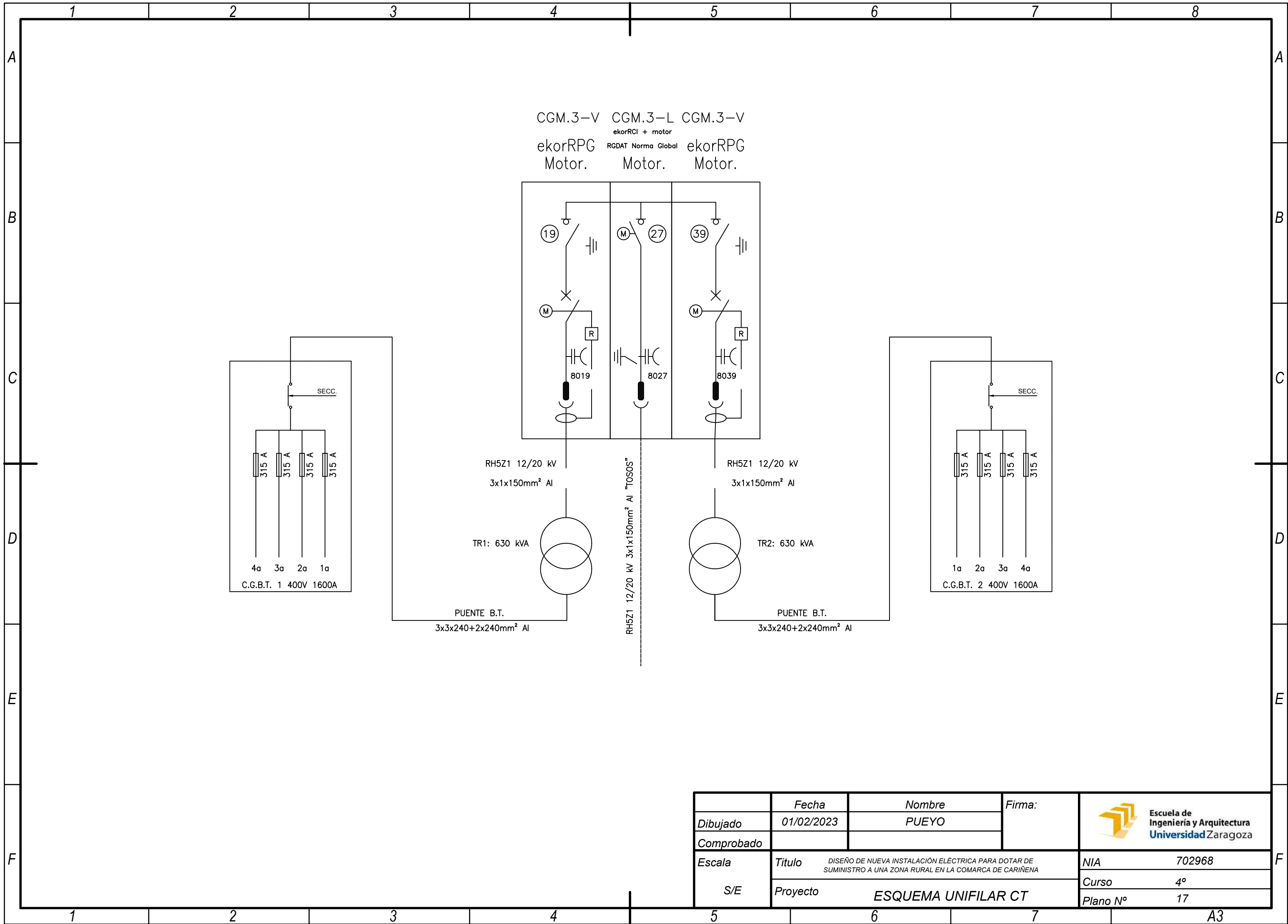


	Fecha	Nombre	Firma:	
Dibujado	01/02/2023	PUEYO		
Comprobado				
Escala	Titulo	DISEÑO DE NUEVA INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA DOTAR DE SUMINISTRO A UNA ZONA RURAL EN LA COMARCA DE CARIÑENA		NIA 702968
S/E	Proyecto	DETALLE CT PREFABRICADO - SECCIÓN		Curso 4º
				Plano Nº 15




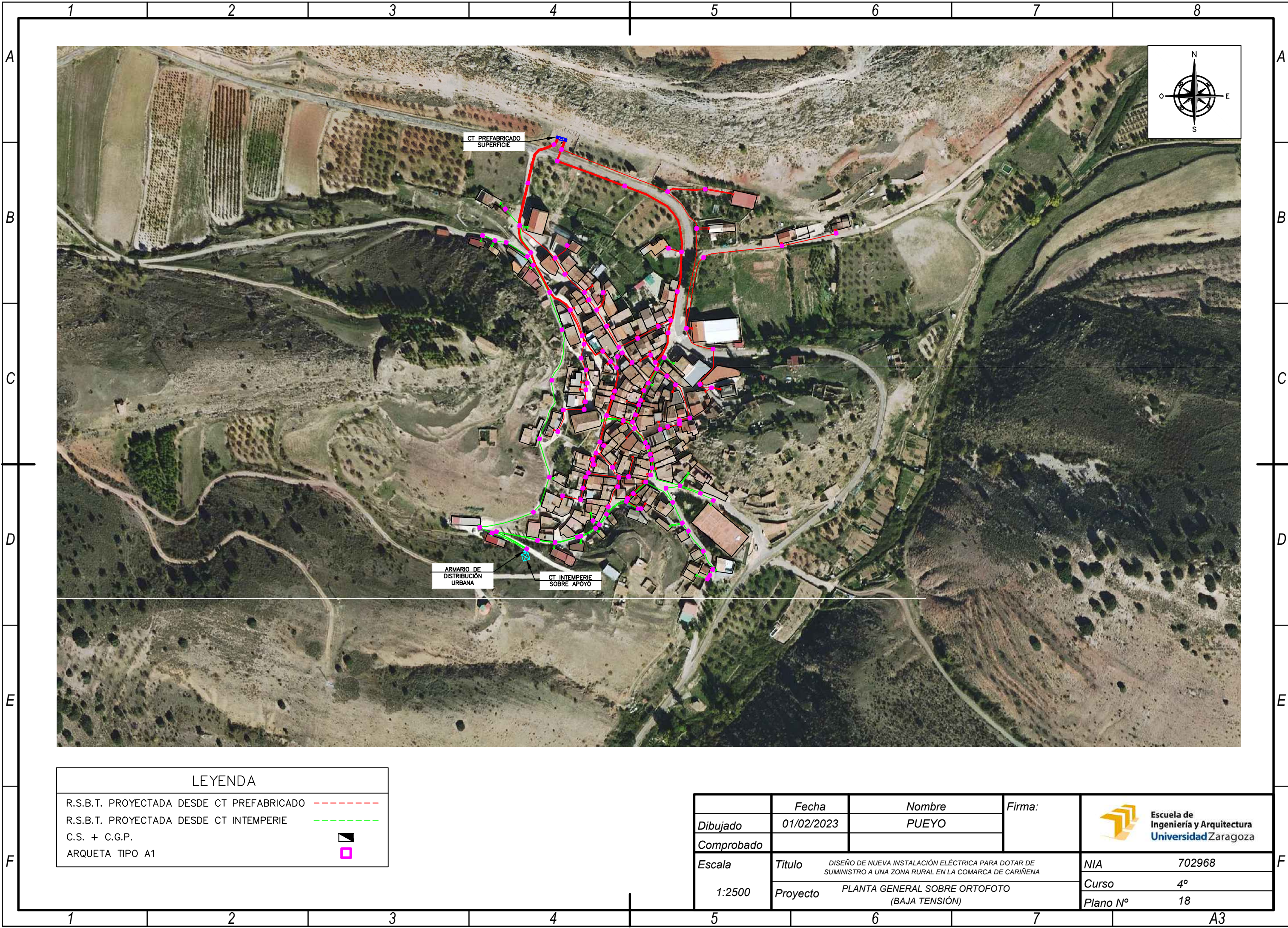
NOTA: SI ES NECESARIO SE AÑADIRÁ AL ELECTRODO EN ANILLO UN ELECTRODO CON PICAS ALINEADAS

	Fecha	Nombre	Firma:	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Dibujado	01/02/2023	PUEYO		
Comprobado				
Escala	Titulo			NIA
	DISEÑO DE NUEVA INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA DOTAR DE SUMINISTRO A UNA ZONA RURAL EN LA COMARCA DE CARIÑENA			702968
S/E	Proyecto			Curso
	RED DE TIERRAS DE CT			4º
				Plano Nº
				16




CGM.3-V CGM.3-L CGM.3-V
 ekorRPG RGDAT Norma Global ekorRPG
 Motor. Motor. Motor.

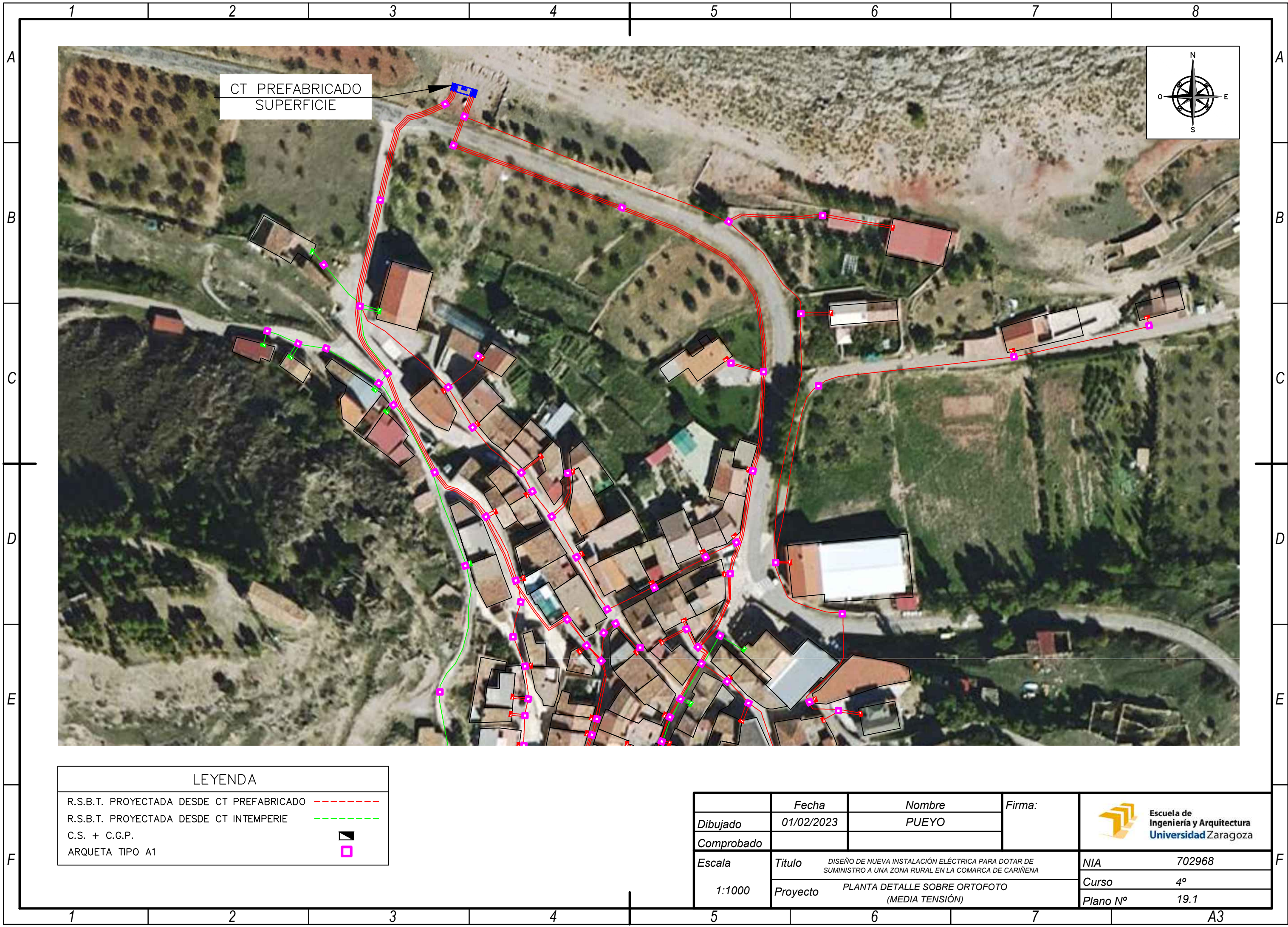
	Fecha	Nombre	Firma:	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza	
Dibujado	01/02/2023	PUEYO			
Comprobado					
Escala	Titulo	DISEÑO DE NUEVA INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA DOTAR DE SUMINISTRO A UNA ZONA RURAL EN LA COMARCA DE CARIÑENA		NIA	702968
S/E	Proyecto	ESQUEMA UNIFILAR CT		Curso	4º
				Plano Nº	17



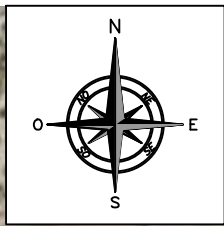
LEYENDA

- R.S.B.T. PROYECTADA DESDE CT PREFABRICADO ---
- R.S.B.T. PROYECTADA DESDE CT INTEMPERIE ---
- C.S. + C.G.P.
- ARQUETA TIPO A1

	Fecha	Nombre	Firma:	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Dibujado	01/02/2023	PUEYO		
Comprobado				
Escala	Título <small>DISEÑO DE NUEVA INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA DOTAR DE SUMINISTRO A UNA ZONA RURAL EN LA COMARCA DE CARIÑENA</small>			NIA 702968
1:2500	Proyecto <small>PLANTA GENERAL SOBRE ORTOFOTO (BAJA TENSIÓN)</small>			Curso 4º
				Plano Nº 18

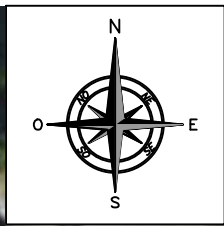
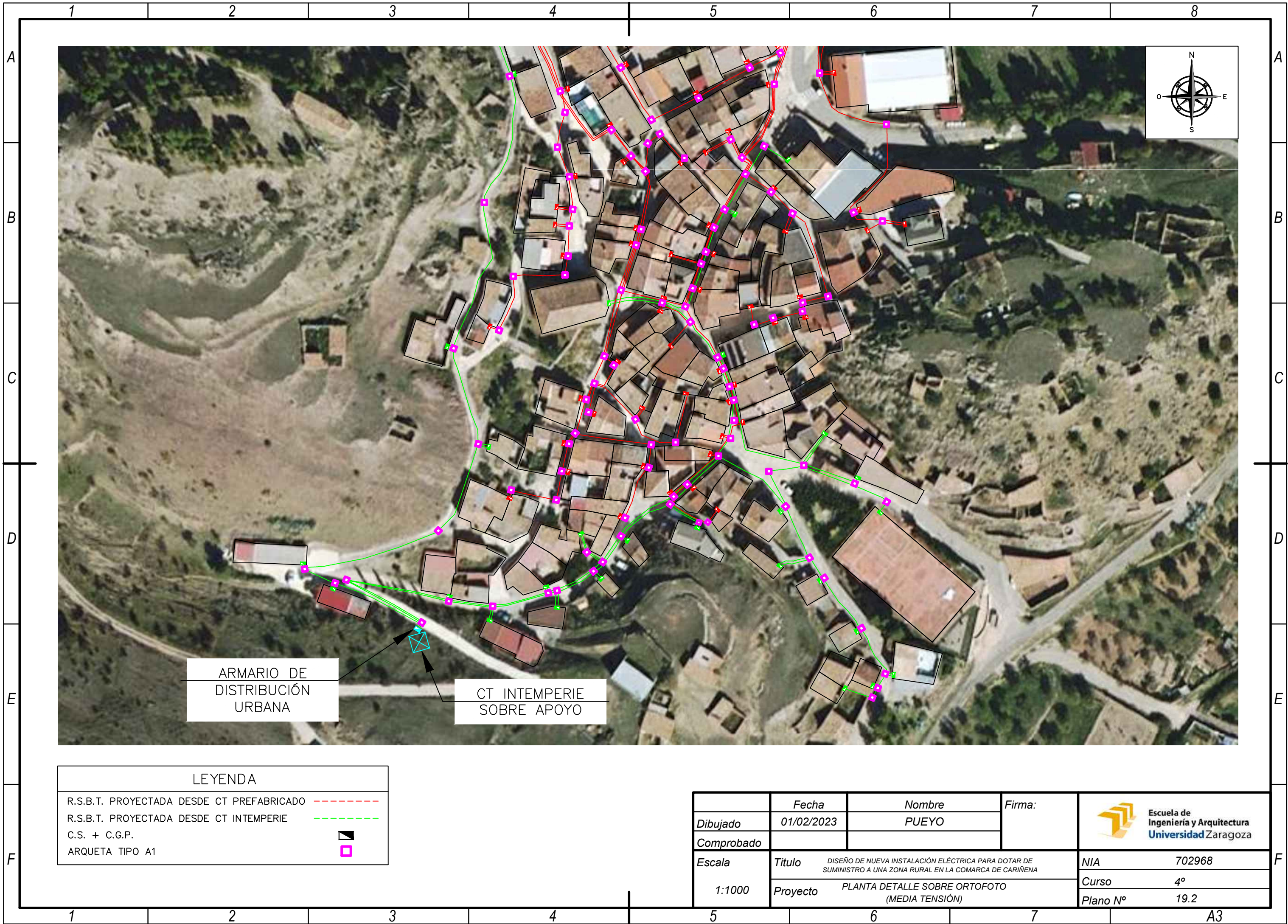


CT PREFABRICADO SUPERFICIE



LEYENDA	
R.S.B.T. PROYECTADA DESDE CT PREFABRICADO	---
R.S.B.T. PROYECTADA DESDE CT INTEMPERIE	---
C.S. + C.G.P.	▣
ARQUETA TIPO A1	□

	Fecha	Nombre	Firma:	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Dibujado	01/02/2023	PUEYO		
Comprobado				
Escala	Titulo			NIA
1:1000	DISEÑO DE NUEVA INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA DOTAR DE SUMINISTRO A UNA ZONA RURAL EN LA COMARCA DE CARIÑENA			702968
	Proyecto			Curso
	PLANTA DETALLE SOBRE ORTOFOTO (MEDIA TENSIÓN)			4º
				Plano Nº
				19.1



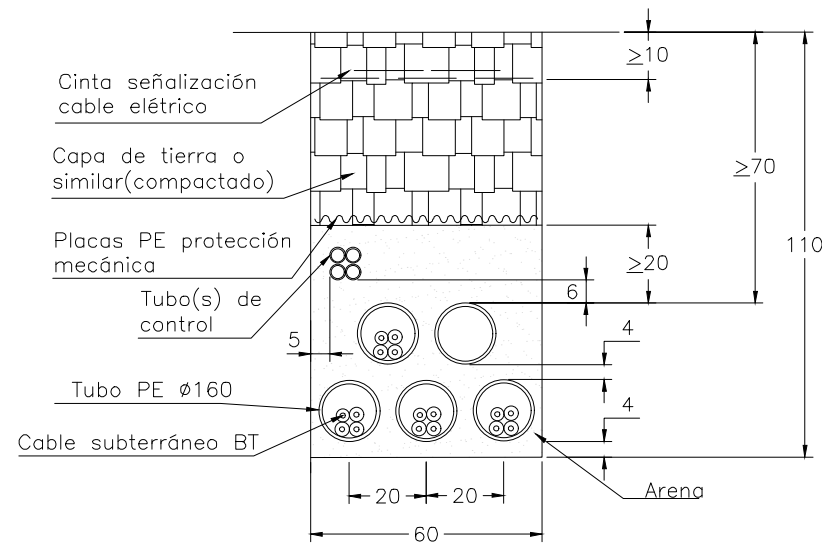
ARMARIO DE DISTRIBUCIÓN URBANA

CT INTEMPERIE SOBRE APOYO

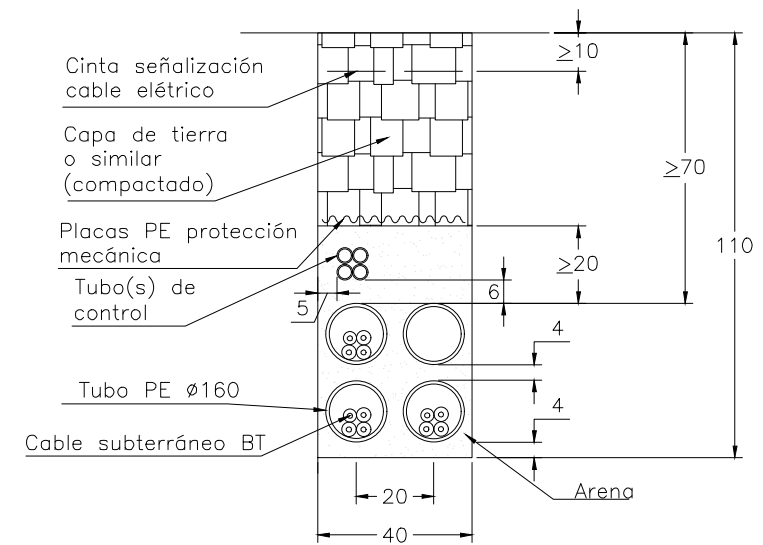
LEYENDA	
R.S.B.T. PROYECTADA DESDE CT PREFABRICADO	---
R.S.B.T. PROYECTADA DESDE CT INTEMPERIE	---
C.S. + C.G.P.	■
ARQUETA TIPO A1	□

	Fecha	Nombre	Firma:	
Dibujado	01/02/2023	PUEYO		
Comprobado				
Escala	Título DISEÑO DE NUEVA INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA DOTAR DE SUMINISTRO A UNA ZONA RURAL EN LA COMARCA DE CARIÑENA			NIA 702968
1:1000	Proyecto PLANTA DETALLE SOBRE ORTOFOTO (MEDIA TENSIÓN)			Curso 4º
				Plano Nº 19.2

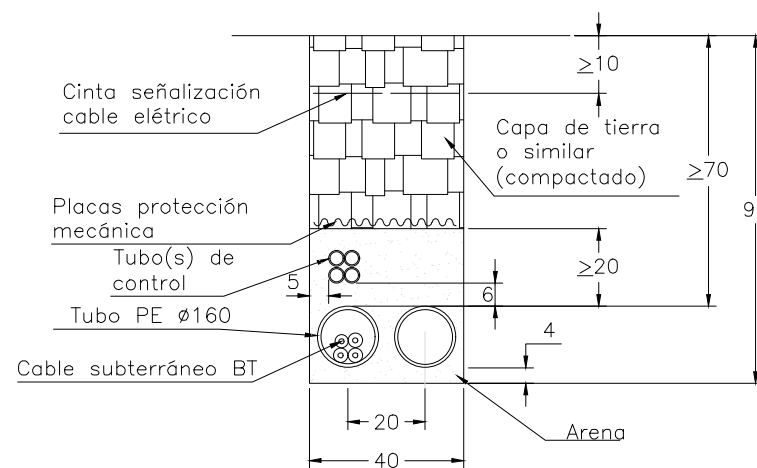
ZANJA DE 4 CIRCUITOS
SOBRE TIERRA (TUBO SECO)



ZANJA DE 3 CIRCUITOS
SOBRE TIERRA (TUBO SECO)



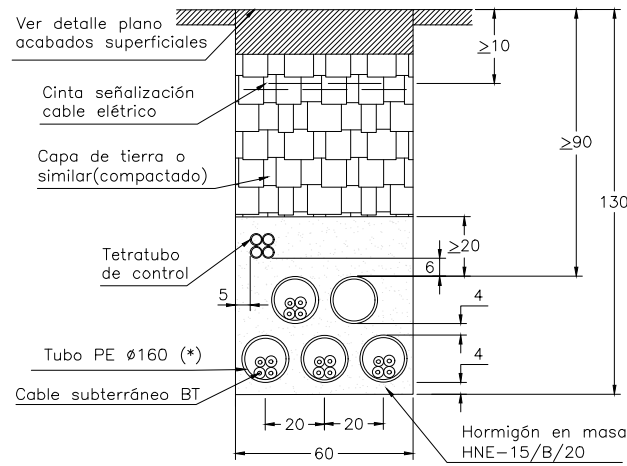
ZANJA DE 1 CIRCUITO
SOBRE TIERRA (TUBO SECO)



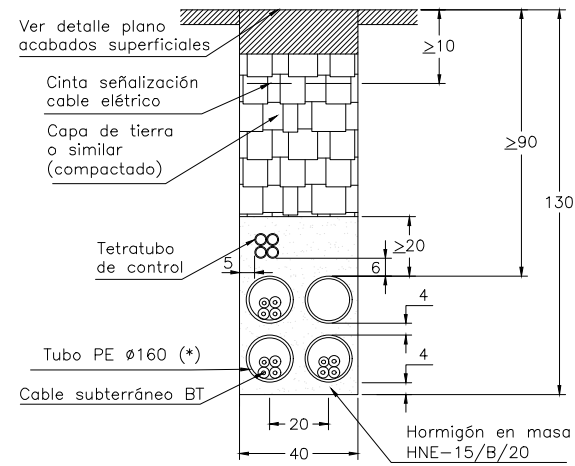
Cotas en cm.

	Fecha	Nombre	Firma:	
Dibujado	01/02/2023	PUEYO		
Comprobado				
Escala	Titulo	DISEÑO DE NUEVA INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA DOTAR DE SUMINISTRO A UNA ZONA RURAL EN LA COMARCA DE CARIÑENA		NIA 702968
S/E	Proyecto	ZANJAS TIPO (BAJA TENSIÓN)		Curso 4º
				Plano Nº 20.1

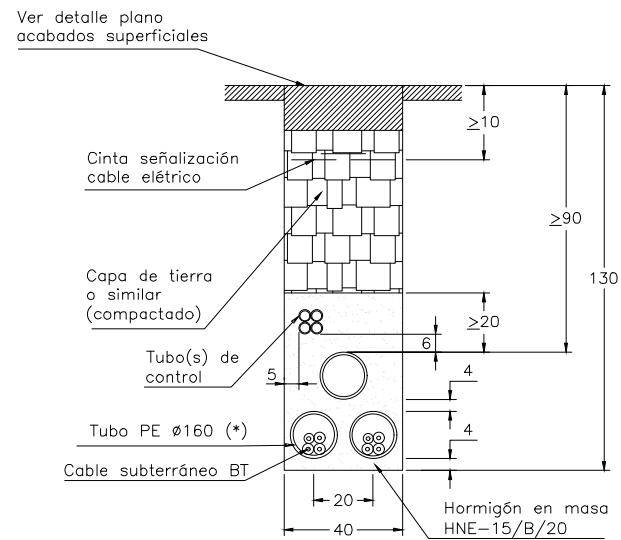
ZANJA DE 4 CIRCUITOS
SOBRE CALZADA
(TUBO HORMIGONADO)



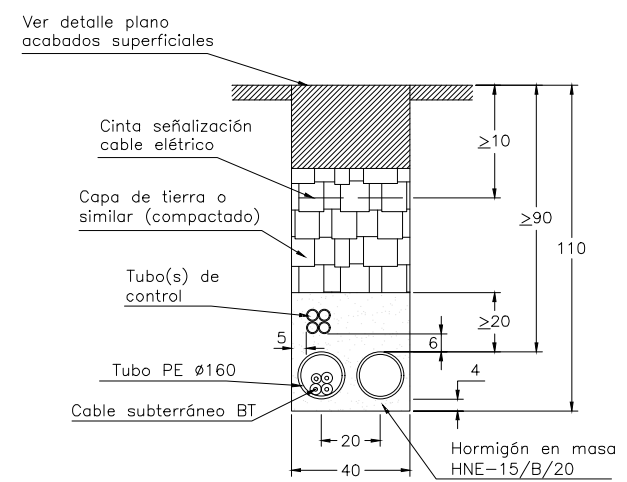
ZANJA DE 3 CIRCUITOS
SOBRE CALZADA
(TUBO HORMIGONADO)



ZANJA DE 2 CIRCUITOS
SOBRE CALZADA
(TUBO HORMIGONADO)



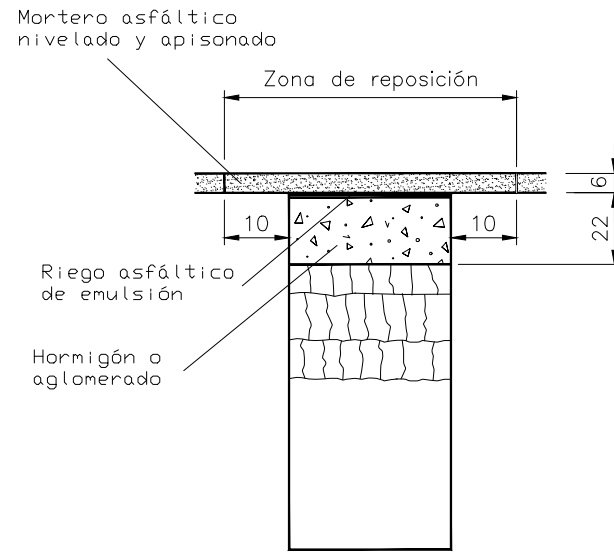
ZANJA DE 1 CIRCUITO
SOBRE CALZADA
(TUBO HORMIGONADO)



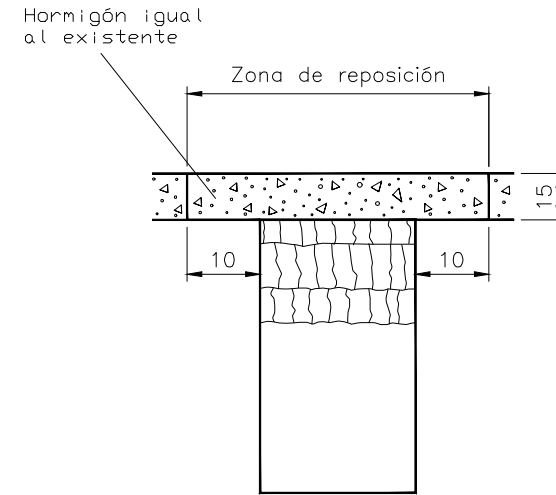
Cotas en cm.

	Fecha	Nombre	Firma:	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza	
Dibujado	01/02/2023	PUEYO			
Comprobado					
Escala S/E	Titulo	DISEÑO DE NUEVA INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA DOTAR DE SUMINISTRO A UNA ZONA RURAL EN LA COMARCA DE CARIÑENA		NIA	702968
	Proyecto	ZANJAS TIPO (BAJA TENSION)		Curso	4º
				Plano Nº	20.2

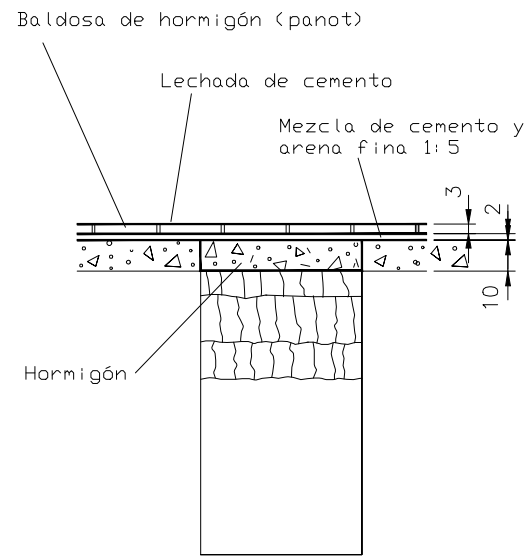
MORTERO ASFÁLTICO
O HORMIGÓN



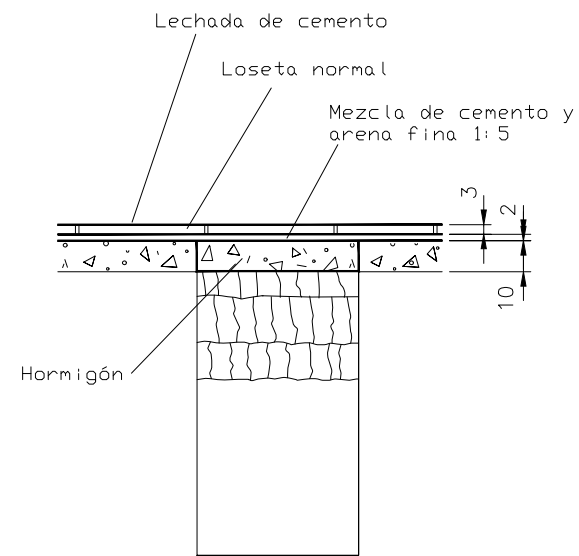
LOSA HORMIGÓN



LOSETAS NORMALES
(base hormigón)



LOSETAS ESPECIALES
(base hormigón)



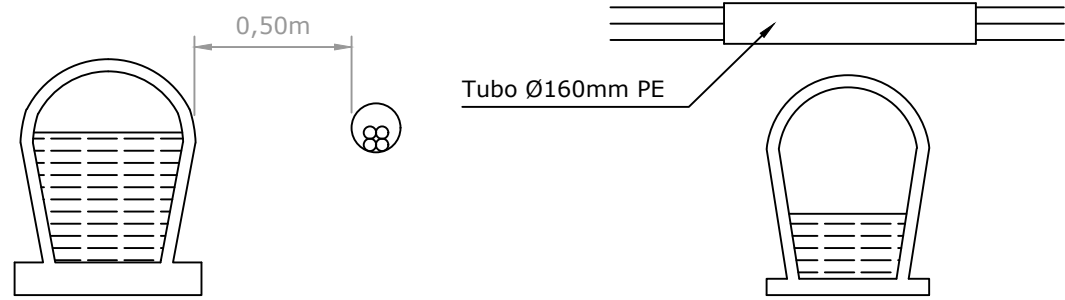
Cotas en cm.
La reposición de baldosas se efectuará por piezas enteras

La reposición de baldosas se efectuará por piezas enteras

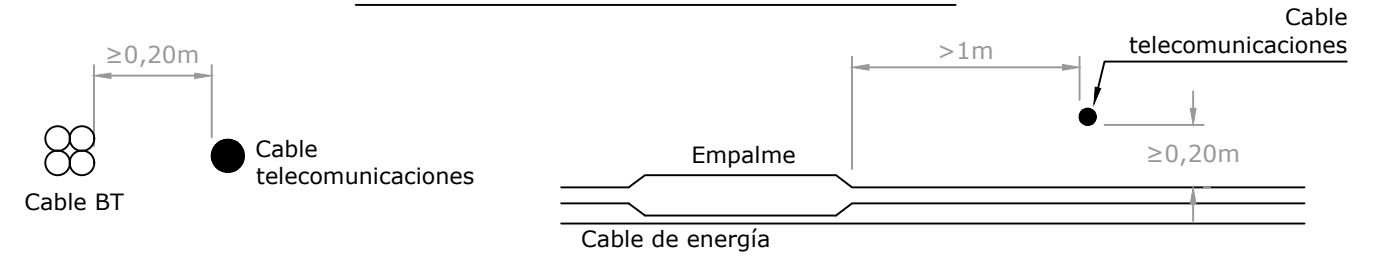
	Fecha	Nombre	Firma:	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza	
Dibujado	01/02/2023	PUEYO			
Comprobado					
Escala S/E	Titulo	DISEÑO DE NUEVA INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA DOTAR DE SUMINISTRO A UNA ZONA RURAL EN LA COMARCA DE CARIÑENA		NIA	702968
	Proyecto	ZANJAS TIPO (BAJA TENSIÓN)		Curso	4º
				Plano Nº	20.3

DISTANCIA ENTRE SERVICIOS POR LÍNEAS BT

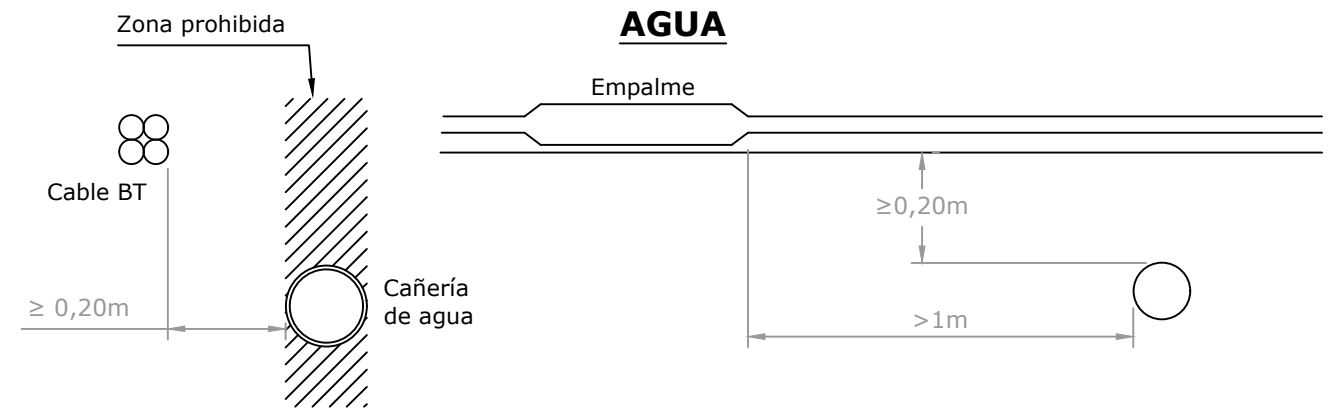
ALCANTARILLADO



CABLES TELECOMUNICACIONES

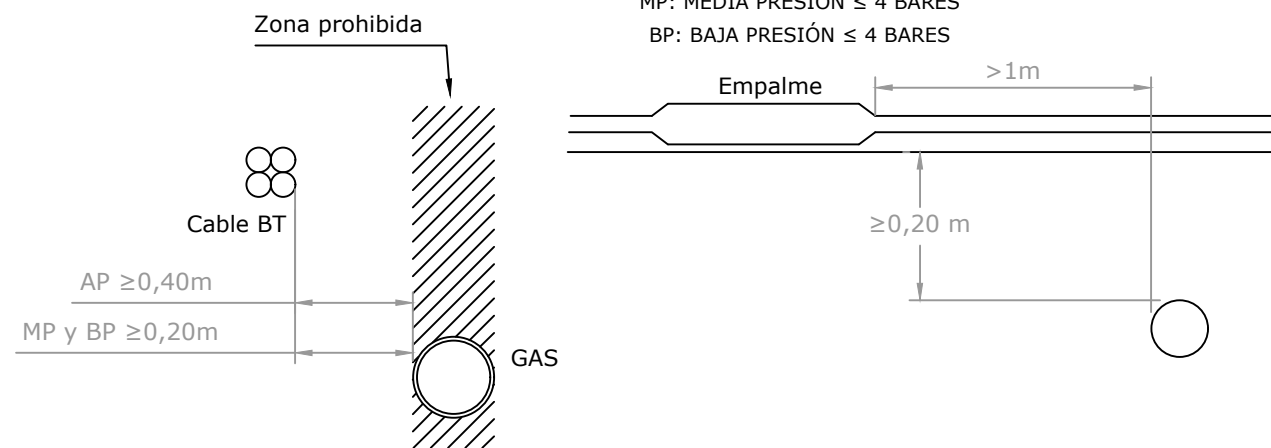


AGUA

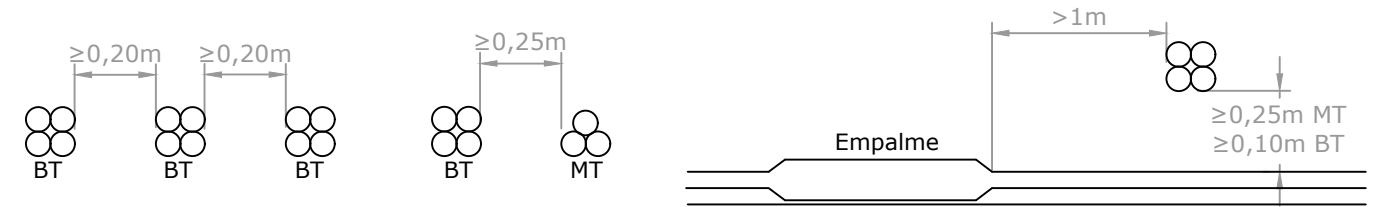


GAS

AP: ALTA PRESIÓN > 4 BARES
 MP: MEDIA PRESIÓN ≤ 4 BARES
 BP: BAJA PRESIÓN ≤ 4 BARES

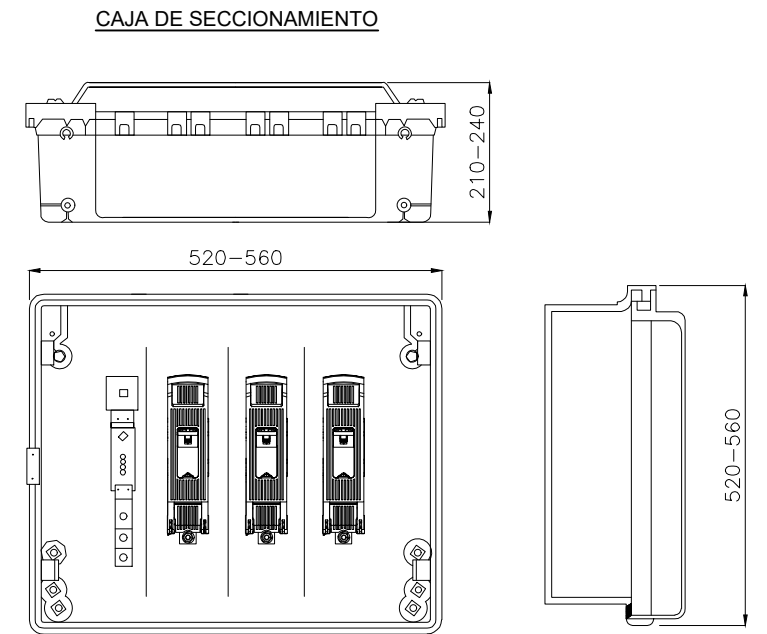
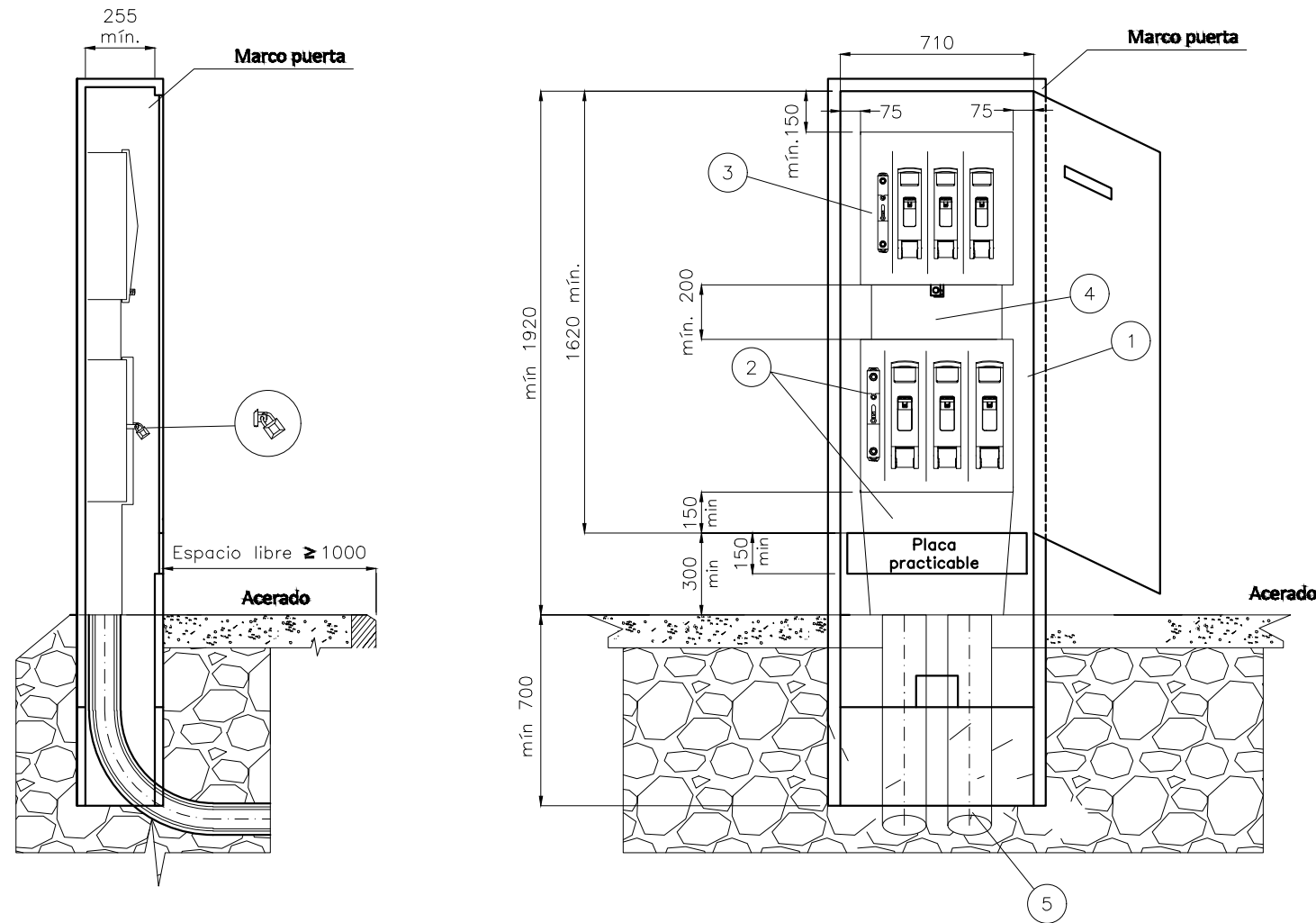


OTROS CABLES DE ENERGÍA DE OTROS DISTRIBUIDORES

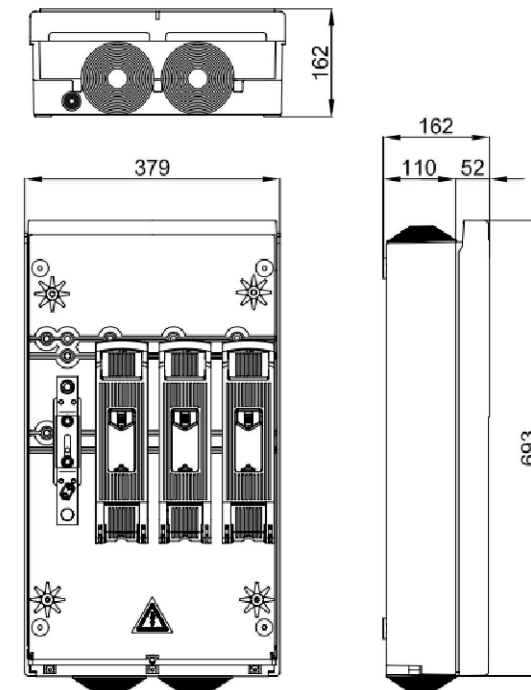


	Fecha	Nombre	Firma:	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Dibujado	01/02/2023	PUEYO		
Comprobado				
Escala S/E	Titulo	DISEÑO DE NUEVA INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA DOTAR DE SUMINISTRO A UNA ZONA RURAL EN LA COMARCA DE CARIÑENA		NIA 702968
	Proyecto	CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS (BT)		Curso 4º
				Plano N° 21

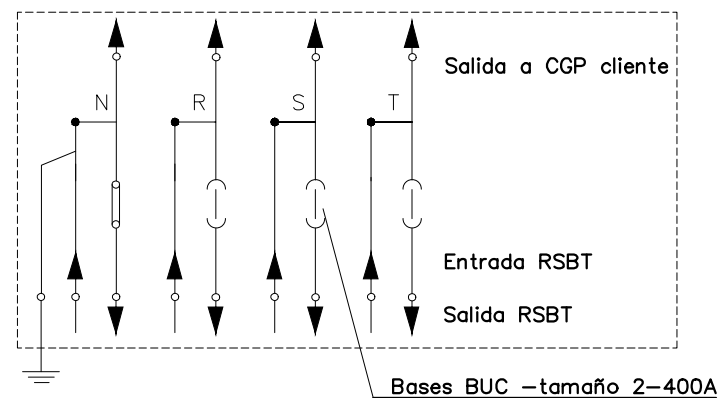
MONTAJE VERTICAL



CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN



**ESQUEMA CAJA SECCIONAMIENTO
CON ACOMETIDA PARTE SUPERIOR**




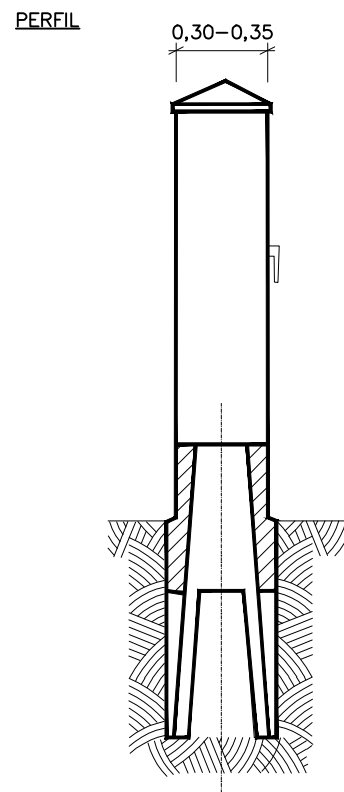
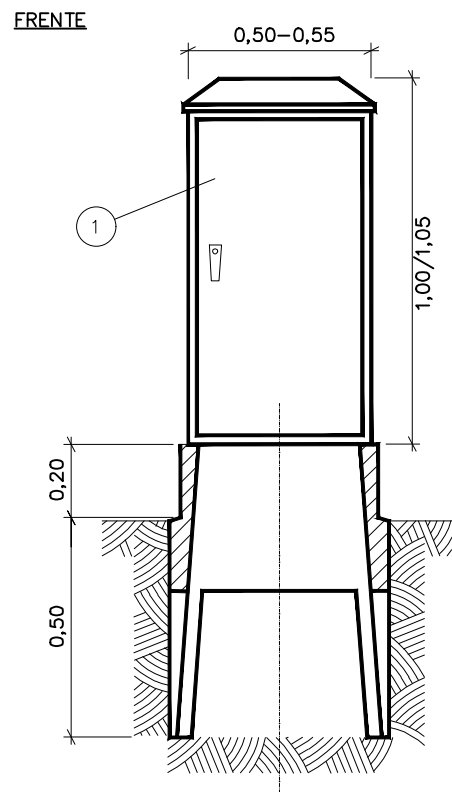
Caja de seccionamiento CS-400 acometida parte superior (tipo ancha) y canal de protección

POSICIÓN	MATERIALES
1	Hornacina (de obra o prefabricada) + puerta preferentemente metálica
2	Caja de seccionamiento CS-400 acometida parte superior (tipo ancha) y canal de protección
3	Caja general de protección CGP-9
4	Canal o tubos aislantes de protección
5	Tubo PE Ø 160 mm (mínimo)

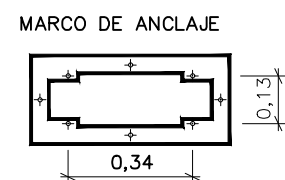
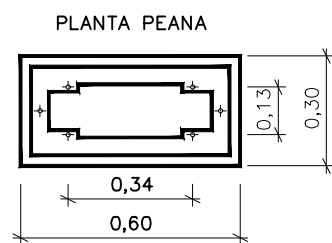
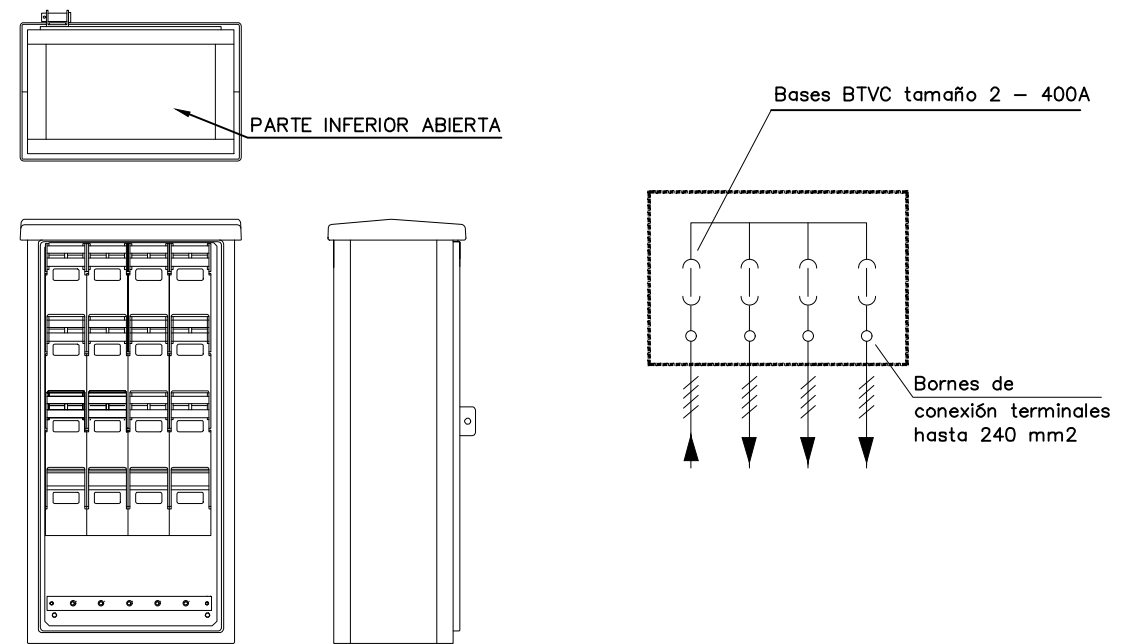
Cotas en milímetros.

NOTA 1: Las imágenes representadas son orientativas y no prejuzgan el diseño final de la apartament.

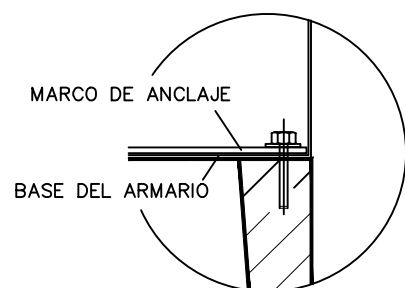
	Fecha	Nombre	Firma:	
Dibujado	01/02/2023	PUEYO		
Comprobado				
Escala	Titulo			NIA
	DISEÑO DE NUEVA INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA DOTAR DE SUMINISTRO A UNA ZONA RURAL EN LA COMARCA DE CARIÑENA			702968
S/E	Proyecto			Curso
	C.S. + C.G.P.			4º
				Plano Nº
				22



DETALLE ARMARIO DE DISTRIBUCIÓN URBANA

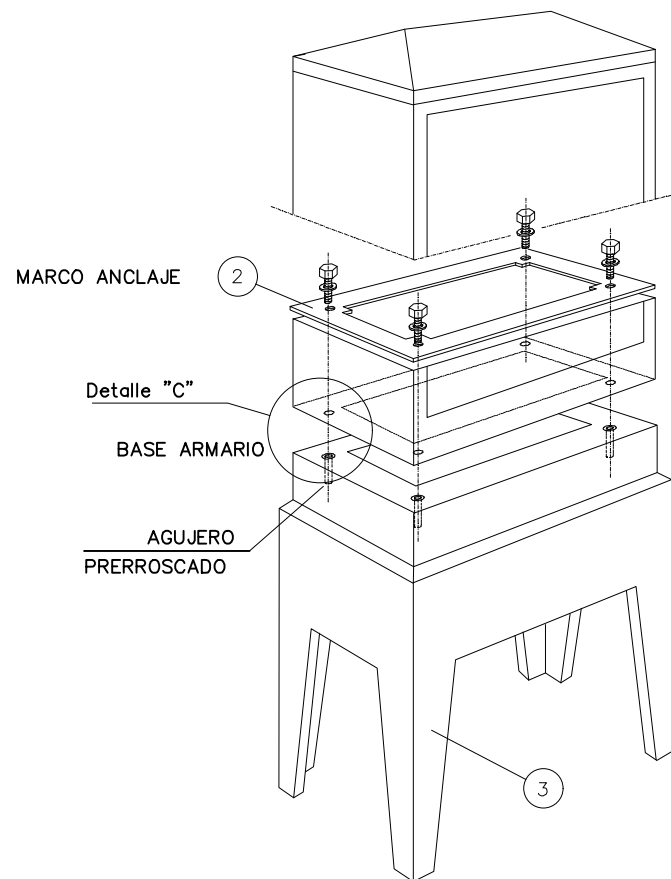


**DETALLE C
SUJECION DEL ARMARIO A LA BASE**



Cotas en metros

CONJUNTO MONTADO

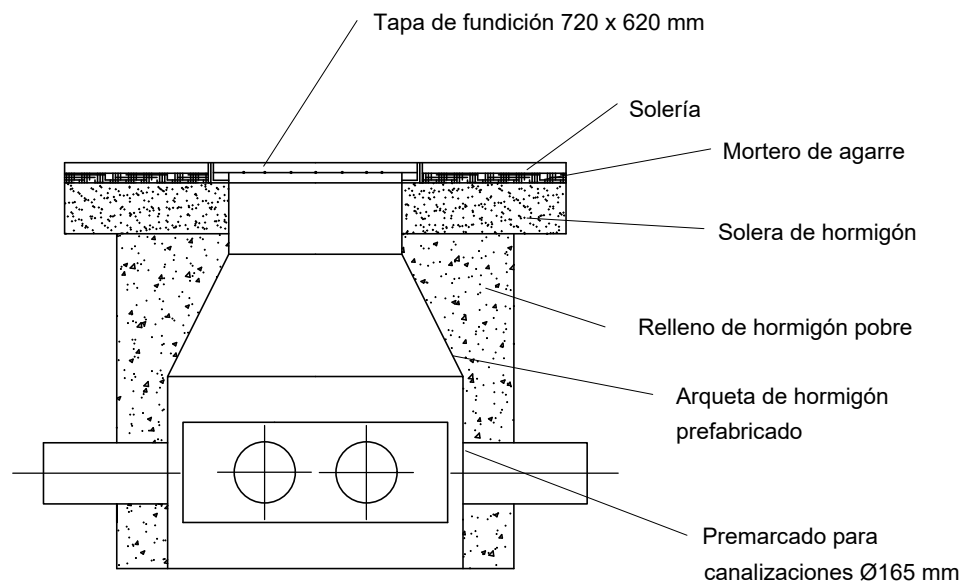


POSICIÓN	MATERIALES
1	Armario de distribución urbana – ADU
2	Herraje fijación armario distribución urbana
3	Zócalo prefabricado armario distribución urbana

NOTA 1: Las imágenes representadas son orientativas y no prejuzgan el diseño final de la apartamenta.

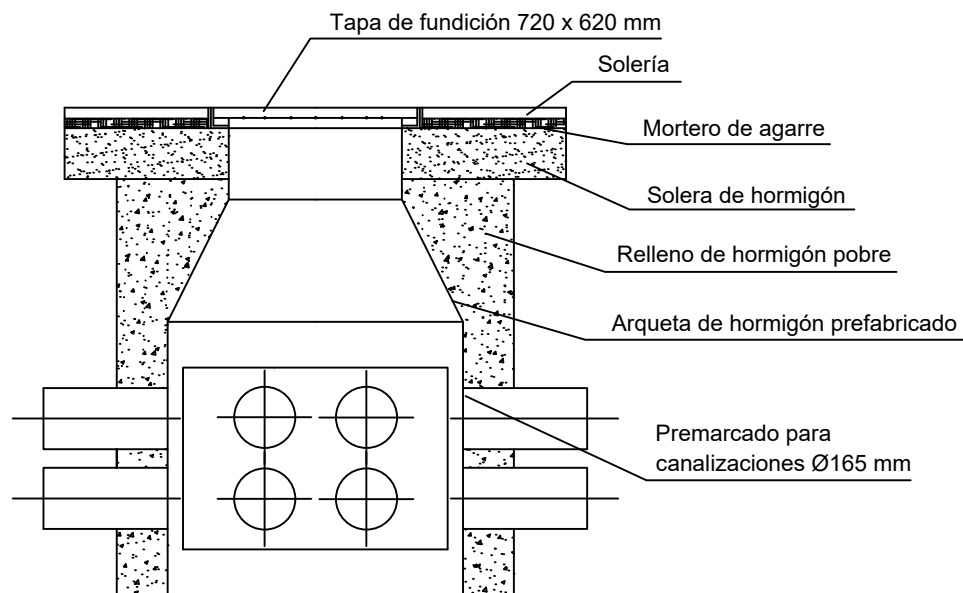
	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>		
<i>Dibujado</i>	01/02/2023	PUEYO			
<i>Comprobado</i>					
<i>Escala</i> S/E	<i>Título</i>	DISEÑO DE NUEVA INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA DOTAR DE SUMINISTRO A UNA ZONA RURAL EN LA COMARCA DE CARIÑENA		NIA	702968
	<i>Proyecto</i>	ARMARIO DE DISTRIBUCIÓN URBANA		Curso	4º
				Plano Nº	23

ARQUETA DE REGISTRO DE HORMIGÓN PREFABRICADO A1



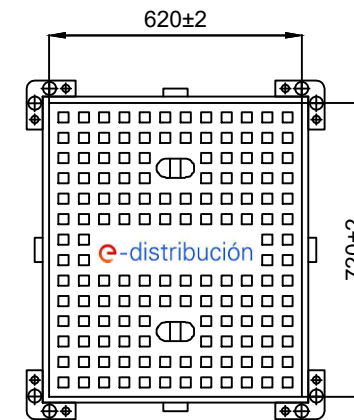
EL ESPESOR DE LA ARQUETA SERÁ DE 80 mm
 DIMENSIONES EXTERIORES(LxAxAI): 785x695x1000 mm
 SE COLOCARÁN CADA 40 m MÁXIMO

ARQUETA DE REGISTRO DE HORMIGÓN PREFABRICADO A1



EL ESPESOR DE LA ARQUETA SERÁ DE 80 mm
 DIMENSIONES EXTERIORES(LxAxAI): 785x695x1000 mm
 SE COLOCARÁN CADA 40 m MÁXIMO

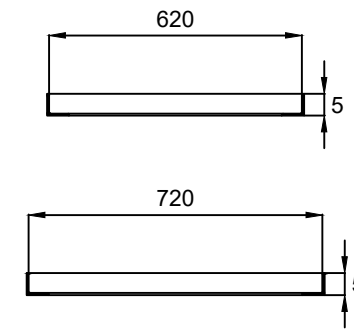
PLANTA TAPA DE FUNDICIÓN
 PARA ARQUETAS TIPO A1



DETALLE SECCIÓN TAPA



SECCIÓN MARCO A-1



Cotas en milímetros

	Fecha	Nombre	Firma:	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Dibujado	01/02/2023	PUEYO		
Comprobado				
Escala	Titulo			NIA
S/E	Proyecto			Curso
	DETALLE DE ARQUETA A1			Plano N°
				702968
				4°
				24



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

Diseño de Nueva Instalación Eléctrica para
dotar de suministro a una zona rural en la
Comarca de Cariñena

DOCUMENTO III. PLIEGO DE CONDICIONES

Autor

María Pueyo Berné

Director

Pedro Gaspar Ibáñez Carabantes

Escuela de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de Zaragoza
Curso académico: 2022-2023



ÍNDICE

1. CONDICIONES GENERALES Y ECONÓMICAS.....	6
1.1. <u>OBJETO</u>	6
1.2. <u>CAMPO DE APLICACIÓN</u>	6
1.3. <u>DISPOSICIONES GENERALES</u>	6
1.3.1. Condiciones Facultativas Legales.....	6
1.3.2. Seguridad en el Trabajo.....	7
1.3.3. Seguridad Pública.....	8
1.4. <u>ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO</u>	8
1.4.1. Datos de la Obra.....	8
1.4.2. Replanteo de la Obra.....	9
1.4.3. Mejoras y variaciones del Proyecto.....	9
1.4.4. Recepción de Materiales.....	9
1.4.5. Organización.....	9
1.4.6. Ejecución de Obras.....	10
1.4.7. Subcontratación de Obras.....	10
1.4.8. Plazo de Ejecución.....	10
1.4.9. Recepción Provisional.....	11
1.4.10. Periodos de Garantía.....	11
1.4.11. Recepción Definitiva.....	11
1.4.12. Pago de Obras.....	11
1.4.13. Abono de Materiales Acopiados.....	12
1.5. <u>DISPOSICIÓN FINAL</u>	12
2. CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA EJECUCIÓN DE CENTROS DE TRANSFORMACIÓN.....	12
2.1. <u>OBJETO</u>	12
2.2. <u>LOCAL</u>	12
2.2.1. Dimensiones.....	13
2.2.2. Superficies de ocupación.....	13
2.2.3. Ventilación.....	13
2.2.4. Insonorización y medidas antivibratorias.....	13
2.2.5. Medidas contra Incendios.....	14
2.2.6. Construcción de la solera.....	14



2.2.7.	Canalizaciones de entrada de cables	14
2.2.8.	Piso y mallazo	14
2.2.9.	Recogida de aceite.....	14
2.3.	<u>INSTALACIÓN ELÉCTRICA</u>	15
2.3.1.	Tensión soportada en Baja Tensión.....	15
2.3.2.	Cables de Media Tensión	15
2.3.3.	Aparamenta de Media Tensión.....	15
2.3.4.	Cuadros de Media Tensión.....	15
2.3.5.	Protección contra sobretensiones de Media Tensión.....	15
2.3.6.	Alumbrado.....	16
2.4.	<u>SEÑALIZACIÓN Y MATERIALES DE SEGURIDAD</u>	16
3.	CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES PARA LÍNEAS DE MEDIA TENSIÓN	16
3.1.	<u>CARACTERÍSTICAS GENERALES Y CALIDADES DE LOS MATERIALES.....</u>	16
3.2.	<u>COMPONENTES Y PRODUCTOS CONSTITUYENTES DE LA INSTALACIÓN</u>	17
3.2.1.	Conductores.....	17
3.3.	<u>CONTROL Y ACEPTACIÓN DE LOS ELEMENTOS Y EQUIPOS QUE CONFORMAN LAS REDES AÉREAS DE MEDIA TENSIÓN.....</u>	18
4.	CONDICIONES TÉCNICAS DE EJECUCIÓN Y MONTAJE DE LÍNEAS AÉREAS.....	19
4.1.	<u>CONDICIONES PREVIAS</u>	19
4.2.	<u>TRABAJOS Y FASES A EJECUTAR.....</u>	19
4.2.1.	Zona de tala y poda de arbolado.....	19
4.2.2.	Pistas y accesos	20
4.2.3.	Suministro, transporte, almacenamiento y acopio a pie de obra	21
4.2.4.	Cargas permanentes.....	23
4.2.5.	Explanación	24
4.2.6.	Excavación	25
4.2.7.	Hormigonado de las cimentaciones de los apoyos	26
4.2.8.	Instalación de apoyos	34
4.2.9.	Tomas de tierra.....	39
4.2.10.	Instalación de conductores	40
4.2.11.	Placas de peligro de muerte y numeración de los apoyos	51

5. CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES PARA LÍNEAS SUBTERRÁNEAS.....	52
5.1. <u>TRANSPORTE, ALMACENAMIENTO Y RECEPCIÓN DE MATERIALES</u>	<u>52</u>
5.2. <u>COMPONENTES Y MATERIALES CONSTITUYENTES DE LA INSTALACIÓN... 53</u>	<u>53</u>
5.2.1. Conductores de potencia y cables de fibra óptica	53
5.2.2. Hormigón	53
5.2.3. Tubos para la canalización subterránea.....	54
5.2.4. Cinta de señalización de riesgo eléctrico	54
5.2.5. Material para el sistema de puesta a tierra	54
5.3. <u>EJECUCIÓN DE OBRA.....</u>	<u>55</u>
5.3.1. Trazado.....	55
5.3.2. Demolición de pavimentos.....	55
5.3.3. Apertura de zanjas.....	56
5.3.4. Canalizaciones.....	56
5.3.5. Transporte, almacenamiento y acoplo de los materiales a pie de obra.....	57
5.3.6. Tendido de cables.....	58
5.3.7. Protección mecánica y señalización	59
5.3.8. Cierre de zanjas	59
5.3.9. Reposición de pavimentos.....	60
5.3.10. Empalmes y terminaciones.....	60
5.3.11. Señalización de la obra.....	61
5.3.12. Ensayo de conductores	61
5.4. <u>CARACTERÍSTICAS GENERALES Y CALIDADES DE LOS MATERIALES.....</u>	<u>61</u>
5.5. <u>COMPONENTES Y PRODUCTOS CONSTITUYENTES DE LA INSTALACIÓN ...</u>	<u>61</u>
5.5.1. Conductores.....	62
5.6. <u>CONTROL Y ACEPTACIÓN DE LOS ELEMENTOS Y EQUIPOS QUE CONFORMAN LAS REDES SUBTERRÁNEAS DE MEDIA TENSIÓN.....</u>	<u>63</u>
6. RECONOCIMIENTOS, PRUEBAS Y ENSAYOS.....	64
6.1. <u>RECONOCIMIENTO DE LAS OBRAS.....</u>	<u>64</u>
6.2. <u>PRUEBAS Y ENSAYOS.....</u>	<u>64</u>
7. MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS.....	65
7.1. <u>GENERALIDADES.....</u>	<u>65</u>
7.2. <u>ABONO DE LAS PARTIDAS ALZADAS.....</u>	<u>65</u>
7.3. <u>ABONO DE LA CONSERVACIÓN Y REPARACIÓN DE LAS OBRAS</u>	<u>66</u>

<u>7.4.</u>	<u>ABONO DE LOS MEDIOS Y OBRAS AUXILIARES DE LOS ENSAYOS Y DE LOS DETALLES IMPREVISTOS</u>	<u>66</u>
8.	CONDICIONES DE MANTENIMIENTO, USO Y SEGURIDAD	66
8.1.	MANTENIMIENTO O CONSERVACIÓN.....	68
8.2.	REPARACIÓN. REPOSICIÓN.....	69
8.3.	MEDIDAS DE SEGURIDAD	69

1. CONDICIONES GENERALES Y ECONÓMICAS

1.1. OBJETO

El presente pliego de condiciones afectará a todas las obras que comprende este proyecto.

En el pliego, se señalarán los criterios generales que serán de aplicación, se describirán las obras comprendidas y se fijarán las características de los materiales a emplear que no se definen en el Documento I “MEMORIA”. Las normas que han de seguirse en la ejecución de las distintas unidades de obra, las pruebas previstas para las recepciones, las formas de medición y abono de las obras, y el plazo de garantía.

1.2. CAMPO DE APLICACIÓN

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

1.3. DISPOSICIONES GENERALES

El Contratista está obligado al cumplimiento de la Reglamentación del Trabajo correspondiente, la contratación del Seguro Obligatorio, Subsidio familiar y de vejez, Seguro de Enfermedad y todas aquellas reglamentaciones de carácter social vigentes o que en lo sucesivo se dicten.

El Contratista deberá estar clasificado, según Orden del Ministerio de Hacienda, en el Grupo, Subgrupo y Categoría correspondientes al Proyecto y que se fijará en el Pliego de Condiciones Particulares, en caso de que proceda.

1.3.1. Condiciones Facultativas Legales

Las obras del Proyecto, además de lo prescrito en el presente Pliego de Condiciones, se regirán por lo especificado en:

- Decreto de 12 de marzo de 1954 por el que se aprueba el Reglamento de Verificaciones eléctricas y Regularidad en el suministro de energía.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias Decreto 842/2002 de 2 de agosto.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, sobre Prevención de Riesgos laborales y RD 1627/97 sobre Disposiciones mínimas en materia de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción.
- Ley 17/2007, de 4 de julio, del Sector Eléctrico, (BOE núm. 160 de 05/07/07).
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica, (BOE núm. 310 de 27/12/00), y modificaciones posteriores.
- Real Decreto 2200/1995, de 28 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de la Infraestructura para la Calidad y Seguridad Industrial, (BOE núm. 32 de 6/02/96) y modificaciones posteriores.

- Orden ITC/3747/2006, de 22 de noviembre, por la que se regula el control metrológico del Estado sobre los contadores eléctricos estáticos de energía activa en corriente alterna, clases a, b y c, en conexión directa o en conexión a transformador, emplazamiento interior o exterior, en sus fases de verificación después de reparación o modificación y de verificación periódica, (BOE núm. 294 de 9/12/06).
- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09, (BOE núm. 68 de 19/03/08 y corrección de errores de BOE núm. 174 de 19/07/08).
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Resolución de 21 de enero de 1997, de la Dirección General de Tecnología y Seguridad Industrial, por la que se autoriza el empleo de conductores de aluminio en las canalizaciones prefabricadas para instalaciones eléctricas de enlace, (BOE núm. 35 de 10/02/97).
- Resolución de 18 de enero de 1988, de la Dirección General de Innovación Industrial y Tecnología, por la que se autoriza el empleo del sistema de instalación con conductores aislados, bajo canales protectores de material plástico, (BOE núm. 43 de 19/02/88).
- Resolución de 19 de junio de 1984, de la Dirección General de Energía, por la que se establecen normas sobre ventilación y acceso de ciertos centros de transformación. (BOE núm. 152 de 26/06/84).
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de riesgos laborales, (BOE núm. 269 de 10/11/1995) y modificaciones posteriores.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, (BOE núm. 256 de 25/10/97) y modificaciones posteriores.
- 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, y resto de normativa aplicable en materia de prevención de riesgos, (BOE núm. 148 de 21/06/01).
- Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria, (BOE núm. 176 de 23/07/92).
- Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la instrucción de hormigón estructural (EHE-08), (BOE núm. 203 de 22/08/08).
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación del Ministerio de la Vivienda (BOE núm. 74 de 28/3/2006).
- Ordenanzas Municipales y otras Normas Municipales de señalización de obras y protecciones.
- Normas Técnicas Particulares de la empresa distribuidora.
- Normas UNE de obligado cumplimiento según se desprende de los Reglamentos, en sus correspondientes actualizaciones efectuadas por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.
- Normas UNE, que no siendo de obligado cumplimiento definen las características de los elementos integrantes de la LAMT.

1.3.2. Seguridad en el Trabajo

Asimismo, deberá proveer cuanto fuese preciso para el mantenimiento de las máquinas, herramientas, materiales y útiles de trabajo en debidas condiciones de seguridad.

Mientras los operarios trabajen en circuitos o equipos en tensión o en su proximidad, usarán ropa sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal; los metros, reglas, mangos de aceiteras, útiles limpiadores, etc. que se utilicen no deben ser de material conductor. Se llevarán las herramientas o equipos en bolsas y se utilizará calzado aislante o al menos sin herrajes ni clavos en suelas.

El personal de la Contrata viene obligado a usar todos los dispositivos y medios de protección personal, herramientas y prendas de seguridad exigidos para eliminar o reducir los riesgos profesionales tales como casco, gafas, banqueta aislante, etc. pudiendo el Director de Obra suspender los trabajos, si estima que el personal de la Contrata está expuesto a peligros que son corregibles.

El Director de Obra podrá exigir del Contratista, ordenándolo por escrito, el cese en la obra de cualquier empleado u obrero que, por imprudencia temeraria, fuera capaz de producir accidentes que hicieran peligrar la integridad física del propio trabajador o de sus compañeros.

El Director de Obra podrá exigir del Contratista en cualquier momento, antes o después de la iniciación de los trabajos, que presente los documentos acreditativos de haber formalizado los regímenes de Seguridad Social de todo tipo (afiliación, accidente, enfermedad, etc.) en la forma legalmente establecida.

1.3.3. Seguridad Pública

El Contratista deberá tomar todas las precauciones máximas en todas las operaciones y usos de equipos para proteger a las personas, animales y cosas de los peligros procedentes del trabajo, siendo de su cuenta las responsabilidades que por tales accidentes se ocasionen.

El Contratista mantendrá póliza de Seguros que proteja suficientemente a él y a sus empleados u obreros frente a las responsabilidades por daños, responsabilidad civil, etc. que en uno y otro pudieran incurrir para el Contratista o para terceros, como consecuencia de la ejecución de los trabajos.

1.4. ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO

El Contratista organizará los trabajos en la forma más eficaz para la perfecta ejecución de los mismos y las obras se realizarán siempre siguiendo las indicaciones del Director de Obra, al amparo de las condiciones siguientes:

1.4.1. Datos de la Obra

Se entregará al Contratista una copia de los planos y pliegos de condiciones del Proyecto, así como cuantos planos o datos necesite para la completa ejecución de la Obra.

El Contratista podrá tomar nota o sacar copia a su costa de la Memoria, Presupuesto y Anexos del Proyecto, así como segundas copias de todos los documentos.

El Contratista se hace responsable de la buena conservación de los originales de donde obtenga las copias, los cuales serán devueltos al Director de Obra después de su utilización.

Por otra parte, en un plazo máximo de dos meses, después de la terminación de los trabajos, el Contratista deberá actualizar los diversos planos y documentos existentes, de acuerdo con las características de la obra terminada, entregando al Director de Obra dos expedientes completos relativos a los trabajos realmente ejecutados.

No se harán por el Contratista alteraciones, correcciones, omisiones, adiciones o variaciones sustanciales en los datos fijados en el Proyecto, salvo aprobación previa por escrito del Director de Obra.

1.4.2. Replanteo de la Obra

El Director de Obra, una vez que el Contratista esté en posesión del Proyecto y antes de comenzar las obras, deberá hacer el replanteo de las mismas, con especial atención en los puntos singulares, entregando al Contratista las referencias y datos necesarios para fijar completamente la ubicación de los mismos.

Se levantará por duplicado Acta, en la que constarán, claramente, los datos entregados, firmado por el Director de Obra y por el representante del Contratista.

Los gastos de replanteo serán de cuenta del Contratista.

1.4.3. Mejoras y variaciones del Proyecto

No se considerarán como mejoras ni variaciones del Proyecto más que aquellas que hayan sido ordenadas expresamente por escrito por el Director de Obra y convenido precio antes de proceder a su ejecución.

Las obras accesorias o delicadas, no incluidas en los precios de adjudicación, podrán ejecutarse con personal independiente del Contratista.

1.4.4. Recepción de Materiales

El Director de Obra de acuerdo con el Contratista dará a su debido tiempo su aprobación sobre el material suministrado y confirmará que permite una instalación correcta.

La vigilancia y conservación del material suministrado será por cuenta del Contratista.

1.4.5. Organización

El Contratista actuará de patrono legal, aceptando todas las responsabilidades correspondientes y quedando obligado al pago de los salarios y cargas que legalmente están establecidas, y en general, a todo cuanto se legisle, decrete u ordene sobre el particular antes o durante la ejecución de la obra.

Dentro de lo estipulado en el Pliego de Condiciones, la organización de la Obra, así como la determinación de la procedencia de los materiales que se empleen, estará a cargo del Contratista a quien corresponderá la responsabilidad de la seguridad contra accidentes.

El Contratista deberá, sin embargo, informar al Director de Obra de todos los planes de organización técnica de la Obra, así como de la procedencia de los materiales y cumplimentar cuantas órdenes le de éste en relación con datos extremos.

En las obras por administración, el Contratista deberá dar cuenta diaria al Director de Obra de la admisión de personal, compra de materiales, adquisición o alquiler de elementos auxiliares y cuantos gastos haya de efectuar.

Para los contratos de trabajo, compra de material o alquiler de elementos auxiliares, cuyos salarios, precios o cuotas sobrepasen en más de un 5% de los normales en el mercado, solicitará la aprobación previa del Director de Obra, quien deberá responder dentro de los ocho días siguientes a la petición, salvo casos de reconocida urgencia, en los que se dará cuenta posteriormente.

1.4.6. Ejecución de Obras

Las obras se ejecutarán conforme al Proyecto y a las condiciones contenidas en este Pliego de Condiciones y en el Pliego Particular si lo hubiera y de acuerdo con las especificaciones señaladas en el de Condiciones Técnicas.

El Contratista, salvo aprobación por escrito del Director de Obra, no podrá hacer ninguna alteración o modificación de cualquier naturaleza tanto en la ejecución de la obra en relación con el Proyecto como en las Condiciones Técnicas especificadas, sin perjuicio de lo que en cada momento pueda ordenarse por el Director de Obra.

El Contratista no podrá utilizar en los trabajos personal que no sea de su exclusiva cuenta y cargo.

Igualmente, será de su exclusiva cuenta y cargo aquel personal ajeno al propiamente manual y que sea necesario para el control administrativo del mismo.

El Contratista deberá tener al frente de los trabajos un técnico suficientemente especializado a juicio del Director de Obra.

1.4.7. Subcontratación de Obras

Salvo que el contrato disponga lo contrario o que de su naturaleza y condiciones se deduzca que la Obra ha de ser ejecutada directamente por el adjudicatario, podrá éste concertar con terceros la realización de determinadas unidades de obra.

La celebración de los subcontratos estará sometida al cumplimiento de los siguientes requisitos:

- a) Que se dé conocimiento por escrito al Director de Obra del subcontrato a celebrar, con indicación de las partes de obra a realizar y sus condiciones económicas, a fin de que aquél lo autorice previamente.
- b) Que las unidades de obra que el adjudicatario contrate con terceros no exceda del 50% del presupuesto total de la obra principal.

En cualquier caso, el Contratista no quedará vinculado en absoluto ni reconocerá ninguna obligación contractual entre él y el subcontratista y cualquier subcontratación de obras no eximirá al Contratista de ninguna de sus obligaciones respecto al Contratante.

1.4.8. Plazo de Ejecución

Los plazos de ejecución, total y parciales, indicados en el contrato, se empezarán a contar a partir de la fecha de replanteo.

El Contratista estará obligado a cumplir con los plazos que se señalen en el contrato para la ejecución de las obras y que serán improrrogables.

No obstante, los plazos podrán ser objeto de modificaciones cuando así resulte por cambios determinados por el Director de Obra debidos a exigencias de la realización de las obras y siempre que tales cambios influyan realmente en los plazos señalados en el contrato.

Si por cualquier causa, ajena por completo al Contratista, no fuera posible empezar los trabajos en la fecha prevista o tuvieran que ser suspendidos una vez empezados, se concederá por el Director de Obra, la prórroga estrictamente necesaria.

1.4.9. Recepción Provisional

Una vez terminadas las obras y a los quince días siguientes a la petición del Contratista se hará la recepción provisional de las mismas por el Contratante, requiriendo para ello la presencia del Director de Obra y del representante del Contratista, levantándose la correspondiente Acta, en la que se hará constar la conformidad con los trabajos realizados, si este es el caso. Dicho Acta será firmada por el Director de Obra y el representante del Contratista, dándose la obra por recibida si se ha ejecutado correctamente de acuerdo con las especificaciones dadas en el Pliego de Condiciones Técnicas y en el Proyecto correspondiente, comenzándose entonces a contar el plazo de garantía.

En el caso de no hallarse la Obra en estado de ser recibida, se hará constar así en el Acta y se darán al Contratista las instrucciones precisas y detalladas para remediar los defectos observados, fijándose un plazo de ejecución. Expirado dicho plazo, se hará un nuevo reconocimiento. Las obras de reparación serán por cuenta y a cargo del Contratista.

Si el Contratista no cumpliera estas prescripciones podrá declararse rescindido el contrato con pérdida de la fianza.

La forma de recepción se indica en el Pliego de Condiciones Técnicas correspondiente.

1.4.10. Periodos de Garantía

El periodo de garantía será el señalado en el contrato y empezará a contar desde la fecha de aprobación del Acta de Recepción.

Hasta que tenga lugar la recepción definitiva, el Contratista es responsable de la conservación de la Obra, siendo de su cuenta y cargo las reparaciones por defectos de ejecución o mala calidad de materiales.

Durante este periodo, el Contratista garantizará al Contratante contra toda reclamación de terceros, fundada en causa y por ocasión de la ejecución de la Obra.

1.4.11. Recepción Definitiva

Al terminar el plazo de garantía señalado en el contrato o en su defecto a los seis meses de la recepción provisional, se procederá a la recepción definitiva de las obras, con la concurrencia del Director de Obra y del representante del Contratista levantándose el Acta correspondiente, por duplicado (si las obras son conformes), que quedará firmada por el Director de Obra y el representante del Contratista y ratificada por el Contratante y el Contratista.

1.4.12. Pago de Obras

El pago de obras realizadas se hará sobre Certificaciones parciales que se practicarán mensualmente. Dichas Certificaciones contendrán solamente las unidades de obra totalmente terminadas que se hubieran ejecutado en el plazo a que se refieran. La relación valorada que figure en las Certificaciones, se hará con arreglo a los precios establecidos, reducidos en un 10% y con la cubicación, planos y referencias necesarias para su comprobación.

Serán de cuenta del Contratista las operaciones necesarias para medir unidades ocultas o enterradas, si no se ha advertido al Director de Obra oportunamente para su medición.

La comprobación, aceptación o reparos deberán quedar terminadas por ambas partes en un plazo máximo de quince días.

El Director de Obra expedirá las Certificaciones de las obras ejecutadas que tendrán carácter de documentos provisionales a buena cuenta, rectificables por la liquidación definitiva o por cualquiera de las Certificaciones siguientes, no suponiendo por otra parte, aprobación ni recepción de las obras ejecutadas y comprendidas en dichas Certificaciones.

1.4.13. Abono de Materiales Acopiados

Cuando a juicio del Director de Obra no haya peligro de que desaparezca o se deterioren los materiales acopiados y reconocidos como útiles, se abonarán con arreglo a los precios descompuestos de la adjudicación. Dicho material será indicado por el Director de Obra que lo reflejará en el Acta de recepción de Obra, señalando el plazo de entrega en los lugares previamente indicados.

El Contratista será responsable de los daños que se produzcan en la carga, transporte y descarga de este material.

La restitución de las bobinas vacías se hará en el plazo de un mes, una vez que se haya instalado el cable que contenían. En caso de retraso en su restitución, deterioro o pérdida, el Contratista se hará también cargo de los gastos suplementarios que puedan resultar.

1.5. DISPOSICIÓN FINAL

La concurrencia a cualquier Subasta, Concurso o Concurso-Subasta cuyo Proyecto incluya el presente Pliego de Condiciones Generales, presupone la plena aceptación de todas y cada una de sus cláusulas.

2. CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA EJECUCIÓN DE CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

2.1. OBJETO

Este Pliego de Condiciones determina las condiciones que se han adoptado para la ejecución de las obras concernientes a la instalación y puesta en funcionamiento de centros de transformación de tercera categoría.

2.2. LOCAL

La ubicación se determinará considerando los aspectos siguientes: El local de todo CT debe tener acceso directo desde la vía pública, tanto para el personal, como para la instalación o sustitución de equipos. Tendrá una acera exterior, preferentemente de al menos de 1,10m de anchura, para protección suplementaria frente a tensiones de contacto. Los viales para el acceso al CT deben permitir el transporte, en camión, de los transformadores y demás elementos integrantes de aquél, hasta el lugar de ubicación del mismo.

En ningún caso se admitirá el acceso a través de garaje o pasillo interior de un edificio, ni tampoco a través de zonas que no sean comunes. El acceso estará situado en una zona que con el CT abierto, deje libre permanentemente el paso de bomberos, servicios de emergencia, salidas de urgencias o socorro.

El local estará convenientemente defendido contra la entrada de aguas en aquellos lugares en que haya posibilidad de inundaciones o en las zonas de alto nivel freático. En todo caso, dicho nivel freático se encontrará como mínimo 0,3 m por debajo del nivel inferior de la solera más profunda del C.T.

2.2.1. Dimensiones

Las dimensiones del CT deberán permitir: El movimiento e instalación en su interior de los elementos y maquinaria necesarios para la realización adecuada de la instalación; Ejecutar las maniobras propias de su explotación en condiciones óptimas de seguridad para las personas que lo realicen, según la ITC-RAT 14. El mantenimiento del material, así como la sustitución de cualquiera de los elementos que constituyen el mismo sin necesidad de proceder al desmontaje o desplazamiento del resto. La instalación de las celdas prefabricadas de MT. La instalación de uno o dos transformadores de hasta 1.000 kVA. La instalación de cuadros de Baja Tensión, considerando la posibilidad de ocho salidas por transformador. En los pasos de cables, se tendrán en cuenta canales cuya profundidad mínima será de 0,4 m. Para determinar las dimensiones del CT se establecen los siguientes criterios:

- a) Se instalará conjunto de celdas de forma alineada.
- b) Se tendrán en cuenta superficies ocupación de apartamiento y de pasillos o zonas de maniobra.
- c) Aquellas partes en tensión que puedan ser accesibles deberán quedar perfectamente delimitadas y protegidas, respetándose las distancias indicadas en la Tabla 1 del RD 614/2001 de 8 de junio, disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

2.2.2. Superficies de ocupación

Para los diferentes elementos que habitualmente se instalan en el interior del CT se tomarán en consideración las dimensiones de la superficie que ocupan físicamente y de la superficie necesaria para pasillos y maniobra según ITC-RAT 14, no se incluye la separación a pared de la apartamiento que debe facilitar el fabricante. En el diseño de CT las zonas de servidumbre podrán superponerse. Se entiende por zona de servidumbre aquella necesaria para hacer maniobras y efectuar el montaje y desmontaje de la apartamiento, su ancho de pasillo es el reglamentario.

2.2.3. Ventilación

La evacuación del calor generado en el interior del CT se efectuará según lo indicado en la ITC RAT-14 apartado 3.3, utilizándose siempre que sea posible el sistema de ventilación natural. La ubicación de las rejillas de ventilación se diseñará procurando que la circulación de aire haga un barrido sobre el transformador. Cuando sea necesario el empleo de la ventilación forzada, ésta deberá disponer de dispositivo de parada automática para su actuación en caso de incendio (ITC RAT-14).

2.2.4. Insonorización y medidas antivibratorias

En la fase de proyecto y construcción de la obra civil, se preverá que los centros de transformación lleven el correspondiente aislamiento acústico y medidas antivibratorias, de forma que, con el CT en servicio, no se transmitan niveles superiores a los admitidos por las Ordenanzas Municipales si las hubiere, o en su defecto 40 y 30 dbA, respectivamente, según recomienda la Norma Básica de la Edificación vigente. El aislamiento acústico y antivibratorio cumplirán con la Norma ONSE 34.20-12.

2.2.5. Medidas contra Incendios

En la fase de proyecto y construcción de la obra civil, se tomarán las medidas de protección contra incendios de acuerdo a lo establecido en el apartado 4.1 del ITC-RAT 14.

2.2.6. Construcción de la solera

La solera soportará los esfuerzos verticales asignados para los forjados para cargas fijas y móviles antes indicadas. Cuando sea necesario, en la construcción de CT en edificio independiente, deberá realizarse un estudio geotécnico simplificado (un sondeo) para determinar si el terreno admite cimentaciones superficiales directas. En caso de que las características del terreno no admitan este tipo de cimentaciones, se realizarán cimentaciones profundas con micropilotes, o se estudiará un nuevo emplazamiento.

Cuando la solera sea de obra de fábrica, se hará con una capa de mortero de una composición adecuada para evitar la formación de polvo y ser resistente a la abrasión, estará elevada como mínimo 0,20 m sobre el nivel exterior y contendrá el mallazo equipotencial. Tendrá una ligera pendiente hacia el exterior o un punto adecuado de recogida de líquido, en el propio CT.

2.2.7. Canalizaciones de entrada de cables

Los cables entrarán al CT a través de pasamuros estancos o tubos, llegando a las celdas o cuadros correspondientes por un sistema de fosos o canales. Los tubos serán de polietileno de alta densidad, tendrán un diámetro PN 160, su superficie interna será lisa y no se admitirán curvas. Los que no se utilicen se sellarán con espumas impermeables y expandibles.

Los fosos o canales de cables tendrán la solera inclinada, con pendiente del 2% hacia la entrada de los cables. En los canales, los radios de curvatura serán como mínimo de 0,60 m.

2.2.8. Piso y mallazo

El CT estará construido de manera que su interior presente una superficie equipotencial para lo cual en el piso y a 0,10 m de profundidad máxima se instalará un enrejado de acero, formado por redondo de 3 mm de diámetro como mínimo, con nudos electrosoldados, formando una malla no mayor de 0,30 x 0,30 m.

El enrejado se unirá a la puesta a tierra de protección mediante una pletina metálica o conductor de acero o cobre que sobresalga 0,50 m por encima del piso del CT, de sección mínima igual a la del enrejado.

2.2.9. Recogida de aceite

Con la finalidad de permitir la evacuación y la no extensión del líquido inflamable, se dispondrá de una cubeta provista de cortafuegos de grava, según se indica en la ITC RAT 14 apartado 4.1, que retenga o canalice el aceite a un depósito con revestimiento estanco que soporte temperaturas superiores a 400°C. Este depósito de recogida de aceite podrá situarse bajo la zona de servidumbre de las celdas o en un lugar externo al CT que no ofrezca riesgo adicional, comunicado con la cubeta mediante un tubo de acero de 100 mm. de diámetro. Como alternativa al conjunto cubeta y depósito separados, podrá emplearse un foso con depósito bajo cada transformador, según la solución constructiva elegida. En todo caso, debe cuidarse que la ubicación de la cubeta o depósito de aceite no perjudique la estanqueidad respecto al fuego entre dos sectores de incendios distintos de un edificio.

2.3. INSTALACIÓN ELÉCTRICA

2.3.1. Tensión soportada en Baja Tensión

A los efectos del nivel de aislamiento, el material y los equipos de Baja Tensión instalados en el CT en los que su envolvente esté conectada a la instalación de tierra de protección, serán capaces de soportar por su propia naturaleza, o mediante aislamiento suplementario, tensiones a masa de hasta 10 kV a 50 Hz durante 1 minuto y 20 kV en onda tipo rayo.

2.3.2. Cables de Media Tensión

Los valores mínimos que deben tener los radios de curvatura que deben respetarse al instalar cables unipolares de aislamiento seco es $10(D+d)$, siendo D el diámetro del cable y d el del conductor.

En el caso de centros de transformación interior cuya alimentación provenga de una línea aérea, la entrada de líneas al CT será subterránea con conversión aerosubterránea en apoyo, entrando con cable seco de las características antes indicadas.

La unión de la protección de transformador al aparato correspondiente, en caso de tener que realizarse en cable, se hará con cables de aislamiento de polietileno reticulado con una tensión de 12/20 ó 18/30 kV, según tensión de servicio con una sección en Aluminio de 95 mm², para 12/20 y 150 mm² para 18/30 kV.

Los terminales serán del tipo enchufables.

2.3.3. Aparamenta de Media Tensión

La aparamenta de MT será del tipo denominado bajo envolvente metálica, con dieléctrico y corte en SF₆ del tipo “extensible”. Las características eléctricas de la aparamenta y el cumplimiento de las Normas deberá garantizarse mediante el correspondiente protocolo de ensayo. Los fusibles empleados en la protección de los transformadores serán del tipo “limitadores” de alto poder de ruptura (APR), que deberán cumplir con las Normas UNE 21.120 y ONSE 54.25-01, y los compartimentos dispuestos para alojar esos fusibles serán compatibles con las dimensiones de los fusibles indicadas en dicha Norma ONSE 54.25-01.

2.3.4. Cuadros de Media Tensión

Los cuadros de baja tensión admitirán cuatro salidas y un módulo de ampliación, y estarán dotados de los desconectores necesarios para las salidas de cables, provistos de fusibles de uso general aptos para la intensidad nominal de las líneas que alimentan. El elemento de corte de cada línea, será unipolar, con poder de corte de 160 A (tamaño 00) o de 400 A (tamaño 2). Como excepción a esto último, tendremos únicamente el caso en que exista un suministro en que la demanda del mismo sea superior a dicha intensidad, colocándose entonces el interruptor adecuado que incluso, podrá ser único para la salida del transformador. El neutro de las salidas de baja tensión será seccionable mediante el uso de la herramienta adecuada.

2.3.5. Protección contra sobretensiones de Media Tensión

En caso de paso aéreo-subterráneo, se instalarán pararrayos de óxido metálico. Se colocará un juego de pararrayos en el punto de transición de línea aérea a subterránea. La conexión de la línea al pararrayos, se hará mediante conductor desnudo de las mismas características que el de la línea. Dicha conexión será lo más corta posible evitando en su trazado las curvas pronunciadas.

El margen de protección entre el nivel de aislamiento del transformador y el nivel de protección del pararrayos será como mínimo del 80%.

2.3.6. Alumbrado

Para el alumbrado interior del CT se instalarán las fuentes de luz necesarias para conseguir al menos un nivel medio de iluminación de 150 lux, existiendo como mínimo dos puntos de luz. Los focos luminosos estarán dispuestos de tal forma, que se mantenga la máxima uniformidad posible en la iluminación. Los puntos de luz se situarán de manera que pueda efectuarse la sustitución de lámparas sin peligro de contacto con otros elementos en tensión. Los interruptores del alumbrado estarán situados en la proximidad de las puertas de acceso con un piloto que indique su presencia. También podrán utilizarse interruptores final de carrera.

2.4. SEÑALIZACIÓN Y MATERIALES DE SEGURIDAD

Los CT cumplirán las siguientes prescripciones: Las puertas de acceso al CT llevarán el cartel con la correspondiente señal triangular distintiva de riesgo eléctrico, según las dimensiones y colores que especifica la Recomendación AMYS 1.410, modelo CE-14 con rótulo adicional “Alta Tensión - Peligro de muerte”. Todo CT se dotará de la señal CR 14 de Peligro Tensión de Retorno. En las puertas y pantallas de protección se colocará la señal triangular distintiva de riesgo eléctrico, según las dimensiones y colores que especifica la recomendación AMYS 1.410, modelo AE-10. Las celdas prefabricadas de MT y el cuadro de BT llevarán también la señal triangular distintiva de riesgo eléctrico adhesiva, equipada en fábrica. En un lugar bien visible del interior del CT se situará un cartel con las instrucciones de primeros auxilios a prestar en caso de accidente y su contenido se referirá a la respiración boca a boca y masaje cardíaco. Su tamaño será como mínimo UNE A-3. En todo CT y en lugar apropiado, se dispondrán las instrucciones escritas para la maniobra de los aparatos.

3. CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES PARA LÍNEAS DE MEDIA TENSIÓN

3.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES Y CALIDADES DE LOS MATERIALES

Los materiales cumplirán con las especificaciones de las Normas UNE que les correspondan. Los conductores instalados serán los que figuran en el presente proyecto y deberán estar de acuerdo con las Recomendaciones UNESA y las Normas UNE correspondientes y lo que al respecto establezca el presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares y la reglamentación vigente.

Se realizarán cuantos ensayos y análisis indique el Ingeniero-Director de obra, aunque no estén indicados en este Pliego de Condiciones Técnicas Particulares.

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.

No se podrán emplear materiales que no hayan sido aceptados previamente por el Ingeniero-Director.

3.2. COMPONENTES Y PRODUCTOS CONSTITUYENTES DE LA INSTALACIÓN

Genéricamente la instalación contará con:

- Conductores
- Aisladores
- Accesorios de sujeción
- Apoyos
- Crucetas, herrajes-soportes y tornillería
- Tirantes y tornapuntas
- Elementos de unión, conexión y anclaje: Conexiones, Empalmes, Grapas etc.

3.2.1. Conductores

Conductores de aluminio:

Los conductores serán conductores de aluminio con alama de acero (AL1/ST1A).

Cuando sean utilizados materiales diferentes de aquéllos, sus características y su conveniencia para cada aplicación individual deben ser verificadas como se indique en las especificaciones del proyecto.

Las resistencias eléctricas de la gama preferente de conductores con alambres circulares se dan en norma UNE Para conductores con secciones de alambres diferentes, la resistencia del conductor deberá calcularse utilizando la resistividad del alambre, la sección transversal y los parámetros del cableado del conductor.

Debe verificarse que la intensidad admisible y la capacidad de cortocircuito de los conductores cumplen los requisitos de las especificaciones del proyecto. También debe considerarse la predicción del nivel de perturbación radioeléctrica y el nivel del ruido audible de los conductores.

La máxima temperatura de servicio de conductores de aluminio bajo diferentes condiciones operativas deberá ser indicada en las especificaciones del proyecto. Estas Especificaciones darán algunos o todos los requisitos, bajo las siguientes condiciones:

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

La temperatura máxima de corta duración para momentos especificados, bajo diferentes cargas en la línea, superiores al nivel normal, que no sobrepasará los 100 °C.

La temperatura máxima debida a un fallo especificado del sistema eléctrico, que no sobrepasará los 100 °C.

El uso de conductores de alta temperatura, tales como los compuestos por aleaciones especiales de Aluminio-Zirconio, permite trabajar con temperaturas de servicio superiores.

Alternativamente, y con las precauciones adecuadas, el incremento real de temperatura debido a las corrientes de cortocircuito puede determinarse mediante un ensayo.

En cuanto a los requisitos mecánicos, la carga de rotura de los conductores de aluminio debe ser suficiente para cumplir con los requisitos de carga. La tensión máxima admisible en el conductor debe indicarse en las especificaciones del proyecto.

En cuanto a la protección contra la corrosión los requisitos para el recubrimiento o el revestimiento de los hilos de acero con zinc o aluminio deben ser indicados en las especificaciones del proyecto. Se permite el uso de grasas de protección contra la corrosión.

3.3. CONTROL Y ACEPTACIÓN DE LOS ELEMENTOS Y EQUIPOS QUE CONFORMAN LAS REDES AÉREAS DE MEDIA TENSIÓN

La Dirección Facultativa velará porque todos los materiales, productos, sistemas y equipos que formen parte de la instalación eléctrica sean de marcas de calidad (UNE, EN, CEI, CE, AENOR, etc.), y dispongan de la documentación que acredite que sus características mecánicas y eléctricas se ajustan a la normativa vigente, así como de los certificados de conformidad con las normas UNE, EN, CEI, CE u otras que le sean exigibles por normativa o por prescripción del proyectista y por lo especificado en el presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares.

La Dirección Facultativa asimismo podrá exigir muestras de los materiales a emplear y sus certificados de calidad, ensayos y pruebas de laboratorios, rechazando, retirando, desmontando o reemplazando dentro de cualquiera de las etapas de la instalación los productos, elementos o dispositivos que a su parecer perjudiquen en cualquier grado el aspecto, seguridad o bondad de la obra.

Cuando proceda hacer ensayos para la recepción de los productos o verificaciones para el cumplimiento de sus correspondientes exigencias técnicas, según su utilización, estos podrán ser realizadas por muestreo u otro método que indiquen los órganos competentes de las Comunidades Autónomas, además de la comprobación de la documentación de suministro en todos los casos, debiendo aportarse o incluirse, junto con los equipos y materiales, las indicaciones necesarias para su correcta instalación y uso debiendo marcarse con las siguientes indicaciones mínimas:

- Identificación del fabricante, representante legal o responsable de su comercialización.
- Marca y modelo.
- Tensión y potencia (o intensidad) asignadas.
- Cualquier otra indicación referente al uso específico del material o equipo, asignado por el fabricante.

Concretamente por cada elemento tipo, estas indicaciones para su correcta identificación serán las siguientes:

Conductores:

- Identificación, según especificaciones de proyecto.
- Distintivo de calidad: Marca de Calidad AENOR homologada por el Ministerio de Industria.
- Año de fabricación y características, según Normas UNE.

El resto de componentes de la instalación deberán recibirse en obra conforme a: la documentación del fabricante, marcado de calidad, la normativa si la hubiere, especificaciones del proyecto y a las indicaciones de la Dirección Facultativa durante la ejecución de las obras.

Asimismo, aquellos materiales no especificados en el presente proyecto que hayan de ser empleados para la realización del mismo, dispondrán de marca de calidad y no podrán utilizarse sin previo conocimiento y aprobación de la Dirección Facultativa.

4. CONDICIONES TÉCNICAS DE EJECUCIÓN Y MONTAJE DE LÍNEAS AÉREAS

4.1. CONDICIONES PREVIAS

En las presentes condiciones técnicas se especifican las que deben cumplir las distintas unidades de obra y materiales. Se indicarán, asimismo, los ensayos y mediciones que se llevarán a cabo sobre las unidades de obra terminadas, señalándose las tolerancias.

Los ensayos y pruebas verificadas durante la ejecución de los trabajos, no tienen otro carácter que el de simples recepciones provisionales. Por consiguiente, la admisión de materiales o de unidades de obra, que en cualquier forma o momento se realice, no exonera de la obligación que el Contratista contrae de garantizar la obra hasta la recepción definitiva de la misma.

En el montaje se emplearán herramientas no cortantes para evitar que puedan dañar el aluminio o galvanizado de los cables y herrajes. Se prohíbe golpear los bulones o tornillos para que entren en sus orificios respectivos. Todos los tornillos quedarán bien apretados para evitar que se aflojen.

El personal del Contratista deberá usar todos los dispositivos, herramientas y prendas de seguridad exigidos, tales como: casco, guantes de montador, cinturón de seguridad, pértiga, banquetas aislantes, etc., pudiendo el Ingeniero-Director suspender los trabajos si estima que dicho personal está expuesto a peligros que son corregibles.

4.2. TRABAJOS Y FASES A EJECUTAR

Los trabajos a los que se refieren son los siguientes:

1. Zona de tala y poda de arbolado.
2. Pistas y Accesos.
3. Suministro, transporte, almacenamiento y acopio a pie de obra de los materiales.
4. Replanteo de los apoyos y comprobación de perfil.
5. Explanación.
6. Excavación.
7. Hormigonado de las cimentaciones de los apoyos.
8. Instalación de apoyos.
9. Tomas de tierra.
10. Instalación de conductores.
11. Pintado de los apoyos.
12. Placas de peligro de muerte y numeración de apoyos.

En el caso de que puedan existir trabajos y fases de ejecución distintos a los enumerados, se especificarán especialmente en el Contrato de Adjudicación de la obra.

4.2.1. Zona de tala y poda de arbolado

Cuando sea preciso para el paso de la línea, la Propiedad recabará de los Organismos Oficiales competentes la autorización para el talado de una zona de arboleda a ambos lados de la línea cuya anchura será la que determina el Artículo 35.1 del vigente Reglamento Técnico de Líneas Eléctricas

Aéreas de Alta Tensión. En cualquier caso el Contratista no llevará a cabo estos trabajos sin la previa autorización por escrito del Ingeniero-Director.

4.2.2. Pistas y accesos

Bajo ningún concepto, el Contratista iniciará la ejecución de las pistas y accesos, para el transporte de los materiales, para la circulación de vehículos, maquinaria de tendido, etc., sin la previa autorización del Ingeniero-Director. Cuando éste autorice la realización de los caminos correrá a cargo del Contratista:

- La obtención de los permisos para su ejecución y la indemnización que hay lugar por los mismos.
- Todos los daños que se ocasionen por motivo de la apertura de los caminos.
- La maquinaria, herramientas, suministro de explosivos, autorización para el empleo de los mismos y cuantos elementos se juzguen necesarios para la mejor ejecución de dichos caminos.

La maquinaria móvil que se utilice deberá disponer de los requisitos legales en vigor poniendo especial atención en: bocinas de advertencias, alarma contra el retroceso, freno de emergencia, espejos retrovisores, sistemas de luces, cabinas o techo anti-vuelco y tapas de seguridad en los tanques de combustible hidráulico.

Siempre deberán estar colocados en las máquinas que estén trabajando, o en disposición de hacerlo, las cubiertas del motor, los protectores del cárter y los protectores de rodillo en las máquinas de cadenas.

El manejo y utilización de las distintas máquinas deberá ser realizado por persona competente y cualificada.

Quedará prohibido el transporte de personas en las cabinas, estribos, escalerillas, cucharas, etc. No se llevará en las máquinas envases o materiales sueltos. Lo mismo en la carga como en la descarga de materiales en las que tengan que intervenir varios operarios, esta operación estará dirigida por una persona responsable, designada por el Contratista.

En la realización de estos caminos deben respetarse las siguientes medidas correctoras:

- Evitar causar daño o la muerte a cualquier ejemplar de reptil o ave.
- Utilizar como localización preferentemente de los caminos, los lomos, mesas o altos y en general, las zonas más llanas, evitando su apertura en laderas de fuerte pendiente. Cuando esto último sea inevitable los caminos deberán seguir la dirección de las curvas de nivel.
- Se procurará para los obligados accesos una sola rodada de camión reduciéndose al mínimo la anchura de los caminos y el tamaño de los desmontes y terraplenes.
- Remodelar la topografía alterada de modo que se ajuste lo más posible a las formas naturales del terreno.
- Retirada de tierras sobrantes a vertederos autorizados.
- Redondear los taludes, en planta y alzado, evitando aristas y superficie totalmente planas.
- Conseguir la revegetación de los taludes de los caminos con una distribución y especies similares a las del entorno, por medios naturales aplicando las técnicas oportunas.
- Retirar previamente la capa de tierra vegetal, cuando exista, en los terrenos en que se vayan a realizar movimientos de tierra, almacenarla convenientemente y extenderla posteriormente sobre los terrenos.

- Extremar las precauciones para no alterar localmente la red de drenaje en la apertura de caminos, lo que además de asegurar su duración y estabilidad evitará que se fomenten procesos erosivos que puedan dar lugar a cárcavas y barrancos. Para ello se aconseja la colocación de obras de drenaje convenientemente dimensionadas que restablezcan los drenajes naturales que sea preciso modificar, así como disponer las medidas oportunas (cunetas, desagües, etc.) que eviten la concentración puntual de la escorrentía superficial en los caminos, sobre todo en las zonas en pendiente, lo que puede ser causa de abarrancamiento.
- Mentalizar a los operarios que intervengan en las tareas propias de la apertura de caminos, de la importancia de minimizar las alteraciones sobre la vegetación de la necesidad de respetar los ejemplares y el hábitat de la fauna presente en la zona de trabajo. El Contratista se hará cargo de los fuegos, caza furtiva, etc., que efectúen los operarios al pasar por los montes y cotos de caza.
- La prohibición de abandonar residuos de cualquier tipo como hormigón, envoltorio de cigarrillos, cascotes de cerveza, refrescos, etc., restos de comidas, árboles secos, etc., y toda clase de objetos no inherentes al estado natural del medio.

4.2.3. Suministro, transporte, almacenamiento y acopio a pie de obra

Los materiales de acopio anticipado, es decir, aquellos materiales que, por no encontrarse existencia en el mercado local, es necesario adquirirlos antes de empezar los trabajos, serán suministrados normalmente por la Propiedad. En caso de que fuera el Contratista el suministrador de todos o parte de ellos, se especificará esta premisa con toda claridad en el Contrato de Adjudicación de las obras.

Los materiales de acopio en el momento de la construcción de la línea, es decir, aquellos materiales que, por su reducido plazo de acopio, pueda considerarse su adquisición como simultánea a su empleo, serán suministrados normalmente por el Contratista. En caso de que todos o parte de ellos fuesen suministrados por La Propiedad, se especificará esta premisa con toda claridad en el Contrato de Adjudicación de las obras.

Cuando el Contratista sea el que suministre los materiales, cuidará de su carga y transporte desde Fábrica o Puerto a sus almacenes. Estos transportes serán por cuenta del Contratista, siendo responsable de cuantas incidencias ocurran a los mismos hasta la recepción definitiva de la obra. En el caso de que entre estos materiales estén incluidos los apoyos, y si en el momento del acopio se observase la falta de algunas barras, éstas se podrán suplir provisionalmente con la previa autorización del Ingeniero-Director hasta que se disponga de las barras originales. Esta sustitución provisional no es extensiva a cartelas y elementos de unión.

Los materiales que sean suministrados por el Contratista deberán ajustarse a los tipos, marca y características técnicas que se indican en el presente proyecto, siendo responsable el Contratista de que esto se cumpla. En caso de su incumplimiento, el Ingeniero-Director dictará orden de retirar dichos materiales.

El programa de estas recepciones deberá obrar en poder del Ingeniero-Director con la debida anticipación, para poder observar el acopio del mismo, prestando especial atención a las condiciones exigidas en el presente proyecto. El importe de todos los ensayos y pruebas de los materiales aportados por el Contratista será por cuenta del mismo.

El Contratista será responsable de todos los materiales entregados, debiendo sustituirlos por su cuenta si las pérdidas o inutilizaciones superan las tolerancias que se fijan a continuación:

Conductores	2%
Aisladores	1%
Herrajes	1%

Tornillos, arandelas, etc. 2% del nº de tornillos.

Perfiles, Angulares, Chapas y Cartelas 2% del nº piezas por torre

Para el conductor se tomará como cantidad necesaria la suma de la longitud real de conductor aislado, más los trozos que se hayan tendido que cortar por indicación del Ingeniero-Director.

Los materiales que suministre la Propiedad quedarán situados en uno o más almacenes, cuyo emplazamiento e indicación de los materiales que van a contener se especificarán al Contratista. En este caso los transportes de fábrica a almacenes serán de cuenta de la Propiedad.

Los materiales serán entregados al Contratista en perfecto estado de conservación. Las entregas podrán ser totales o parciales según se convenga.

El Contratista, a partir de la entrega de los materiales, tendrá a su cuenta y riesgo los gastos de carga, transporte, vigilancia y almacenamiento posterior.

La propiedad de los materiales entregados al Contratista, seguirá siendo de la Propiedad y aquel los recibirá con carácter de depósito.

Al hacerse cargo del material, el Contratista comprobará el estado del mismo, siendo a partir de este momento responsable de todos los defectos y pérdidas que sufra. Si descubriese el Contratista algún defecto o falta en el material retirado, deberá presentar inmediatamente por escrito la reclamación para que sea comprobada por el Ingeniero-Director, el cual lo notificará por el mismo medio a la Propiedad.

La Propiedad podrá exigir del Contratista, que tenga en Compañía Aseguradora de reconocida solvencia, póliza contra robo y avería en transporte y montaje del material entregado.

Las maniobras de carga y descarga se realizarán siempre con grúa. La carga se estibarán de forma que no se produzcan deformaciones permanentes en las barras ni daño en el galvanizado.

El Contratista cuidará que las operaciones de carga, transporte y descarga de los materiales se efectúen sin que éstos sufran golpes, roces o daños que puedan deteriorarlos. Por ello se prohíbe el uso de cadenas o estrobo metálicos no protegidos.

En el apilado no se permitirá el contacto del material con el terreno utilizando para ello tacos de madera.

Los aisladores no se podrán apilar en sus embalajes en más de seis cajas superpuestas, su transporte se hará siempre bien embalado y con el debido cuidado en atención a su fragilidad.

Las bobinas se descargarán siguiendo lo expuesto en el 1er COMPLEMENTO a la Norma NUECSA 00.7-24A (NI-57) “Procedimiento para la Manipulación y Transporte de Bobinas de Madera”.

El Contratista al término o paralización de la obra queda obligado a colocar en los almacenes de la Propiedad y por su cuenta, todo el material sobrante, debidamente clasificado. Todos los materiales que no sean chatarra recuperable como son las bobinas, embalajes, postes de hormigón o madera (no reutilizables) y en general todo tipo de material que puede afectar al MEDIO AMBIENTE, deberá

depositarse en un VERTEDERO AUTORIZADO, debiendo entregar el Contratista al Ingeniero-Director copia del recibo de lo pagado al vertedero como justificante de su cumplimiento.

4.2.4. Cargas permanentes

El replanteo de los apoyos será realizado por un topógrafo especializado en los estudios topográficos de líneas aéreas a cargo del Contratista, y en presencia del Ingeniero-Director o persona delegada, a partir de los planos de planta, perfil y características propias de cada apoyo entregados por la Propiedad. Con antelación suficiente, deberá comunicársele al Ingeniero-Director, la fecha en que se iniciará el replanteo, así como el topógrafo designado por el Contratista para efectuarlo. Este topógrafo vendrá provisto de los útiles necesarios para realizar el replanteo y estaquillado, así como de personal que sea preciso.

Una vez finalizados el replanteo y estaquillado de la línea, el Ingeniero-Director y el Contratista firmarán el ACTA DE REPLANTEO, que supone el conocimiento exacto por el Contratista del trazado de la línea, situación de las estaquillas y todos los detalles necesarios para su ejecución, haciéndose cargo a partir de ese momento de todas las estaquillas o banderas colocadas.

La reposición de las estaquillas desaparecidas desde la firma del ACTA DE REPLANTEO hasta el comienzo de la apertura de hoyos, será por cuenta del Contratista.

Los apoyos deben quedar replanteados de la siguiente forma:

- **Apoyos de alineación** (Monobloques y patas separadas).
- Quedará definidos como mínimo, por una estaquilla central que indicará la proyección de eje vertical del apoyo y cuatro más que estarán, dos alineadas en la dirección de la línea y dos en la dirección perpendicular.
- **Apoyos de ángulo** (Monobloques y de patas separadas)
- Los apoyos de ángulo se replantearán mediante cinco estaquillas que se dispondrán en cruz, dos de ellas según la dirección de la bisectriz del ángulo que forma la línea y otras dos en la perpendicular a ella, pasando por la estaquilla central que indicará la proyección del eje vertical de apoyo.
- **Apoyos de anclaje y fin de línea** (Monobloque de patas separadas)

Se replantearán igual que los apoyos de alineación.

En apoyos de patas separadas, a partir de la cota de la estaquilla central, que se considerará como cota cero, el topógrafo en función de la conicidad del apoyo obtendrá las correspondientes a los centros de las excavaciones de las 4 patas del apoyo con cuyos datos el Contratista cumplimentará el correspondiente Parte de Cimentaciones de Apoyos. A partir de este documento el Contratista realizará las explanaciones, recrecidos de hormigón y de anclajes a realizar en cada apoyo.

Este documento se firmará por el Ingeniero-Director y el Contratista y no se admitirán modificaciones o certificaciones, en este concepto, que se aparten del replanteo primitivo, salvo que taxativamente, y por escrito, el Ingeniero-Director los ordene.

El replanteo de los apoyos deberá servir también para comprobación del perfil. Por lo tanto se deberán tomar los puntos necesarios para efectuar dicha comprobación. En caso de existir diferencias entre el plano de perfil y el terreno, el Ingeniero-Director ordenará la obtención del nuevo perfil sobre el que se estudiarán las posibles variaciones de la línea.

En caso de que al realizar explanación se desplazase o moviese alguna de las estaquillas que definían el apoyo será preciso volver a realizar el replanteo del mismo según lo descrito anteriormente.

Se tendrá especial atención con los aparatos, miras, cintas, etc., que puedan entrar en contacto con líneas eléctricas de sus proximidades. Se deben cumplir en todo momento las reglamentarias distancias de seguridad.

Los caminos, pistas, sendas que sean utilizadas, cumplirán lo siguiente:

- Serán lo suficientemente anchos para evitar roces y choques con ramas, árboles, piedras, etc.
- No favorecerán las caídas o desprendimientos de las cargas que transporte vehículos.
- Las pendientes o peraltes serán tales que impidan las caídas o vuelcos de vehículos.

4.2.5. Explanación

La explanación comprende la excavación a cielo abierto con el fin de dar salida a las aguas y nivelar la zona de cimentación, para la correcta ubicación del apoyo según los datos suministrados por el Parte de Cimentación del apoyo, comprendiendo tanto la ejecución de la obra como la aportación de la herramienta necesaria, el suministro de explosivos, la autorización para el empleo de los mismos y cuantos elementos se juzguen necesarios para su mejor ejecución, así como la retirada de tierras sobrantes.

Las dimensiones de la explanación se ajustarán en lo posible a los planos entregados, no pudiendo el Contratista variarlos sin autorización expresa del Ingeniero-Director. Los datos definitivos figurarán en el Parte de Cimentación del apoyo. Este Parte será firmado por el Contratista y el Ingeniero-Director.

Se tendrán presentes las siguientes instrucciones:

- En terrenos inclinados se efectuará una explanación del terreno, al nivel correspondiente a la estaca central, en las fundaciones monobloques. Como regla general se estipula que la profundidad de la excavación debe referirse al nivel inferior.
- En el caso de apoyos con fundaciones independientes y desniveladas, se hará igualmente una explanación del terreno al nivel de la estaca central, pero la profundidad de las excavaciones debe referirse a la cota inferior de cada una de ellas. Esta explanación será definida por el Ingeniero-Director según lo especificado en el apartado “Replanteo de los apoyos y comprobación de perfil” del presente Pliego de Condiciones Técnicas, y se prolongará como mínimo 1 metro por fuera de la excavación, rematándose después con el talud natural de la tierra circundante, según las Tablas adjuntas, con el fin de que las peanas de los apoyos no queden recubiertas de tierra.

TABLA DE ÁNGULOS DE INCLINACIÓN Y PENDIENTES DE LOS TALUDES

<i>NATURALEZA DEL TERRENO</i>	<i>EXCAVACIÓN EN TERRENO VIRGEN O TERRAPLENES HOMOGÉNEOS MUY ANTIGUOS</i>			
	<i>Terreno secos</i>		<i>Terrenos inmersos</i>	
	<i>Angulo con Horizontal</i>	<i>Pendiente</i>	<i>Angulo con Horizontal</i>	<i>Pendiente</i>
Roca Dura	80°	5/1	80°	5/1

Roca blanda o fisurada	55°	7/5	55°	7/5
Restos rocosos, pedregosos, derribos,	45	1/1	40°	4/5
Tierra fuerte (mezclada de arena y	45°	1/1	30°	3/5
Grava, arena gruesa no arcillosa.	35°	7/10	30°	3/5
Arena fina no arcillosa.	30°	3/5	20°	1/3

NATURALEZA DEL TERRENO	EXCAVACION EN TERRENO REMOVIDO RECIENTE O TERRAPLENES RECIENTES			
	TERRENOS SECOS		TERRENOS INMERSOS	
	Angulo con Horizontal	Pendiente	Angulo con Horizontal	Pendiente
<i>Roca dura.</i>				
<i>Roca blanda o fisurada.</i>				
<i>Restos rocosos, pedregosos, derribos, etc.</i>	45°	1/1	40°	4/5
<i>Tierra fuerte (mezclada de arena y arcilla) mezclada con piedra y tierra vegetal.</i>	35°	7/10	30°	3/5
<i>Grava, arena gruesa no arcillosa.</i>	35°	7/10	30°	3/5
<i>Arena fina no arcillosa.</i>	30°	6/10	20°	1/3

- Las explanaciones definitivas deben quedar con pendientes adecuadas (no inferiores al 5%) como para que no se estanquen aguas próximas a las cimentaciones. Se respetarán las medidas correctoras definidas en el apartado “Pistas y accesos.”, del Presente Pliego de Condiciones Técnicas.

4.2.6. Excavación

La excavación propiamente dicha para los macizos de las fundaciones de los apoyos comprende, además de la apertura de hoyos en cualquier clase de terreno, la retirada de tierras sobrantes, el allanado y limpiado de los terrenos circundantes al apoyo, el suministro de explosivos, agotamiento de aguas, entibado, empleo y aportación de la herramienta necesaria y cuantos elementos se juzguen necesarios para su correcta ejecución.

Las dimensiones de las excavaciones se ajustarán a las indicadas en los Partes de Cimentación de apoyos, corriendo los excesos a cargo del Contratista, a menos que el Ingeniero-Director, considere oportuno el aumento de volumen de la excavación, si el terreno no corresponde al supuesto en los cálculos. En este caso se confeccionará un nuevo Parte de Cimentaciones que anulará el anterior. Si por cualquier otra causa se originase un aumento en el volumen de las excavaciones, éste será a cuenta del Contratista, certificándose solamente el volumen teórico.

Tanto los fosos de las excavaciones que estén terminadas como los que estén en ejecución, habrán de taparse con planchas de hierro o cualquier armazón de madera suficientemente rígida que impida su fácil desplazamiento y la caída de cualquier persona o animal, y encima de las mismas se colocarán

piedras pesadas hasta el momento del hormigonado. Los que estén en ejecución deberán taparse de un día para otro.

Los productos sobrantes de la explanación y excavación se extenderán adaptándose a la superficie natural del terreno, siempre y cuando éstos sean de la misma naturaleza y color. En el caso de que los materiales extraídos, por su volumen o naturaleza dificulten el uso normal del terreno, se procederá a su retirada a vertedero autorizado. En cualquier caso, el Ingeniero-Director concretará la aplicación de lo anteriormente indicado.

Si a causa de la constitución del terreno o por causas atmosféricas los fosos amenazasen derrumbarse, deberán ser entibados, debiendo tomar el Contratista las medidas de seguridad necesarias para evitar el desprendimiento del terreno y que éste sea arrastrado por el agua.

En el caso de que penetrase agua en los fosos, ésta deberá ser evacuada antes del relleno de hormigón.

Cuando se empleen explosivos para la apertura de hoyos, su manipulación, transporte, almacenaje, etc., deberá ajustarse en todo a lo dispuesto en la Orden del Ministerio de Industria y Energía de 29 de Abril de 1.987 que modifica la instrucción Técnica Complementaria 10.2-01 “Explosivos - Utilización” publicada en el B.O.E. nº 114 de 13 de Mayo de 1.987, debiendo poseer el Contratista los permisos correspondientes de la Autoridad Competente. El Contratista deberá ajustarse en todo a las disposiciones oficiales vigentes en cada momento respecto a esta clase de trabajo.

En la excavación con empleo de explosivos, se cuidará que la roca no sea dañada debiendo arrancarse todas aquellas piedras movedizas que no forman bloques con la roca, o que no estén suficientemente empotradas en el terreno.

La compactación del terreno de relleno a realizar en las cimentaciones que requieran este procedimiento, será indicada en cada caso por el Ingeniero-Director.

En los hoyos de gran profundidad y boca de pequeño diámetro, es necesario que los operarios vayan protegidos con mascarillas de filtros adecuados.

Los compresores deberán cumplir lo dispuesto en el vigente Reglamento de Aparatos de Presión, debiéndose hacer el ajuste de su válvula de seguridad al principio de los trabajos y una revisión anual.

Cuando se trabaje simultáneamente en el interior de excavaciones la distancia mínima entre trabajadores será de 1,50metros.

En los casos de profundidad superiores a 3 metros, el operario que excave en su interior deberá llevar un arnés tipo paracaídas con cuerda de salvamento resistente.

Terminada la excavación se procederá a la colocación de la varilla de puesta a tierra según lo estipulado en el apartado “Tomas de Tierra”.

4.2.7. Hormigonado de las cimentaciones de los apoyos

Comprende el hormigonado de los macizos de las fundaciones incluido el transporte y suministro de todos los áridos y demás elementos necesarios a pie de hoyo, el transporte y colocación de los anclajes y plantillas, así como la correcta nivelación de los mismos.

Antes de proceder al hormigonado de cualquier apoyo, y con una antelación mínima de 48 horas, el Contratista se lo hará saber al Ingeniero-Director, el cual dispondrá lo necesario para verificar las dimensiones mínimas, comprobar con un cuadro metálico la excavación y autorizar el hormigonado si procediere.

Salvo aceptación en contrario por parte del Ingeniero-Director, la ejecución de la excavación no deberá proceder al hormigonado en más de 10 días naturales, para evitar que la meteorización de las paredes de los apoyos provoque su derrumbamiento.

4.2.7.1. Hormigones

Se emplearán preferentemente hormigones fabricados en central. En cualquier caso, la mezcla de los componentes del hormigón se efectuará siempre con hormigonera exceptuándose aquellos emplazamientos en que por difícil acceso o cualquier otra circunstancia haya autorización del Ingeniero-Director para realizar la mezcla a mano. En este caso, se empleará una hormigonera portátil (eléctrica o de carburante) y si el hormigón necesario para el llenado de la excavación fuese de poco volumen se autorizará hacerlo con una pastera, pero nunca se autorizará hacerlo sobre una plancha de hierro ya que agua y el cemento se pierden en gran parte.

La consistencia del hormigón será blanda (asiento en el cono de Abrams 6 - 9cm, con tolerancia de ± 1 cm).

La composición normal de la mezcla será tal que la resistencia característica del hormigón sea de 20 N/mm² (HM-20) para los hormigones en masa y de 25 N/mm² (HA-25) para los hormigones armados. El tamaño máximo permitido del árido será de 40.

En resumen, los hormigones se exigirán como a continuación se detalla:

HORMIGON PREFABRICADO	HORMIGON EN MASA
HM-20 (Hormigones en masa).	
HA-25 (Hormigones armados).	HM-20 y con dosificación mínima de 200 kg de cemento por m ³ de mezcla.
Cemento del tipo Puz-350 o tipo Portland P-350.	
Consistencia blanda.	Consistencia blanda.
Tamaño máximo de árido 40.	Tamaño máximo de árido 40.
Ambiente agresivo sin heladas (Designación III).	Ambiente agresivo sin heladas (Designación III).

A efectos de normalización, tanto para la indicación en planos como en el control de suministro, la designación de las propiedades del hormigón tendrá el siguiente formato:

T - R/C/TM/A

Siendo:

T: Indicativo que será, HA para el hormigón armado y HM para el hormigón en masa.

R: Resistencia característica especificada en N/mm².

C: Letra inicial del tipo de consistencia.

TM: Tamaño máximo del árido.

A: Designación del ambiente.

Por lo que, salvo indicación en contra en el Proyecto o del Ingeniero-Director, el hormigón exigido tendrá la siguiente designación:

HM - 20 / B / 40 / III (Hormigones en masa)

HA - 25 / B / 40 / III (Hormigones armados)

Cemento: PUZ - 350

El Ingeniero-Director podrá exigir certificado de la Planta de Hormigonado de donde proceda el hormigón, del cumplimiento de las Normas UNE citadas e incluso tomar muestras de dicho hormigón y de sus componentes según las Normas UNE correspondientes. En todos los casos se presentará en obra la Hoja de Suministro de la planta.

Queda terminantemente prohibido añadir agua al hormigón en obra.

4.2.7.2. Puesta en obra del hormigón

Antes de verter el hormigón deberá limpiarse la excavación de materiales desprendidos de las partes superiores.

Caso de existir agua en los hoyos, la operación de vaciado se realizará tomando las precauciones adecuadas para no causar daños a terceros.

La operación de hormigonado no se comenzará a menos que, por la cantidad de hormigón disponible, tengamos la seguridad de que el inicio o último estribo superior del anclaje (cuando disponga de más de uno) vaya a quedar cubierto con una capa de 40 cm.

Antes de hormigonar, el Contratista está obligado a disponer en el lugar de hormigonado de las varillas precisas para poder afrontar cualquier situación de emergencia.

Salvo en casos de circunstancias especiales no se realizarán labores de hormigonado en ausencia de luz diurna, considerándose como tal la comprendida desde una hora después de la salida del sol y una hora antes de su puesta.

El tiempo límite transcurrido entre la adición del agua al cemento y su descarga total deberá ajustarse a lo recomendado en la “Instrucción del Hormigón Estructural” (EHE). En ningún caso dicho tiempo será superior a una hora y media. Toda masa que sobrepase dicho tiempo deberá ser rechazada.

Si por alguna circunstancia se prevé que el tiempo límite no se puede respetar, se pondrá en conocimiento del Ingeniero-Director para la adopción de las medidas adecuadas.

En el vertido del hormigón, incluso cuando se realice mediante conducciones adecuadas se adoptarán las debidas precauciones para que no se produzca la disgregación de la mezcla ni el desplazamiento de los anclajes.

La compactación de los hormigones en obra se realizará mediante vibradores mecánicos adecuados hasta que aparentemente se consiga una masa homogénea ausente de huecos. Deberá vibrarse por capas como máximo 30cm de altura.

En caso de que se averíe el vibrador durante el proceso de hormigonado, se dispondrá en obra en todo momento, los procedimientos manuales adecuados para la mejor compactación. Esta solución eventual proseguirá mientras se repara el vibrador que deberá hacerse en el menor tiempo posible.

En el caso de que esto suceda se podrá continuar el hormigonado antes de las 12 horas siguientes, previas comprobación de que las superficies están suficientemente limpias y se riegan abundantemente. En caso de que este tiempo se supere, se colocarán varillas corrugadas que serán con cargo al Contratista, para unir las partes seccionadas de forma que queden embebidas 80cm como mínimo en cada una de ellas, procediendo a doblarla en la parte correspondiente cuando suceda que no es posible colocarlas rectas. Estas varillas se colocarán inmediatamente de vertida la última capa de hormigón.

Las varillas serán de 20mm de diámetro e irán colocadas en el hormigón a 15cm de la pared del hoyo formando circunferencia y separadas 50cm entre sí con un mínimo de ocho. En el caso de que por alguna circunstancia no se puedan colocar las varillas, se procederá a colocar una abundante capa de resina, previa limpieza de la superficie y comprobación de que la misma esté bien seca. Antes de volver a verter la nueva capa de hormigón se limpiará la superficie de la anterior, y se mojará con agua.

Durante el hormigonado se procederá a la colocación de tubos, que permitan el paso de los cables de puesta a tierra. Estos tubos serán rígidos, corrugados, reformados y de un diámetro interior de 36mm.

No se permitirá el hormigonado si la temperatura ambiente es inferior a 5° C.

Los pozos de hormigonado de las patas de las torres que no han sido hormigonados al finalizar la jornada de trabajo, han de quedar cubiertos, para evitar accidentes.

Si en el terreno de roca o en cualquier clase de suelo (arenas, creta, conglomerado, pizarra), y con el motivo debido al empleo de explosivos, la excavación ha dado un volumen mayor del que corresponde, el hueco ha de ser rellenado de hormigón, y se certificará la medida teórica tanto de la excavación como del hormigonado.

4.2.7.3. Encofrados

Se procurará que no haya recrecidos. En zonas ecológicas se utilizarán apoyos de patas desniveladas.

En el caso de que necesariamente se hayan de realizar recrecidos, el Ingeniero-Director entregará un plan de los mismos en el que figurarán las dimensiones del macizo de hormigón, número y tipo de hierro para la confección de la armadura y longitud de la misma. Este plano se adjunta al parte de Cimentaciones.

Todos los parámetros de los recrecidos deben tener correspondencia (la misma horizontalidad, y la misma verticalidad) y cualquiera que sea la altura resultante, las peanas tendrán la misma altura. Para recrecidos superiores a 70cm se utilizarán armaduras de acero corrugado de 25mm de diámetro con correas de 10mm cada 30cm que serán embebidas en la cimentación como mínimo 1m.

Los encofrados que se utilicen para el hormigonado de las bancadas presentarán una superficie plana y lisa de tal manera que posibiliten el acabado visto del hormigón. Como regla general, los encofrados serán metálicos salvo que el Ingeniero-Director autorice otro tipo.

Se tomarán las medidas para que al desencofrar no se produzcan deterioros en las superficies exteriores, no utilizándose desencofrantes que perjudiquen las características del hormigón. Los encofrados exteriores no se retirarán antes de 24 horas después del vertido de la última capa de hormigón.

Después de desencofrar, el hormigón se humedecerá exteriormente las veces que sea necesario para que el proceso de fraguado se realice satisfactoriamente, con un mínimo de 3 días.

Todo lo dicho para los encofrados de bancada (peanas) es extensivo para los recrecidos.

4.2.7.4. Áridos

Los áridos a emplear, arenas y gravas, deben cumplir fundamentalmente las condiciones de ser válidos para fabricar hormigones con la resistencia característica exigida en la presente Norma. Existirán garantías suficientes de que no degradarán al hormigón a lo largo del tiempo y posibilitarán la manipulación del hormigón de tal manera que no sea necesario incrementar innecesariamente la relación agua/cemento. No se podrá utilizar ningún árido sin que haya sido examinado y aprobado previamente por el Ingeniero-Director. No se emplearán en ningún caso áridos que puedan tener piritas o cualquier tipo de sulfuros.

Las cantidades máximas de sustancias perjudiciales que podrán contener los áridos serán las siguientes:

	CANTIDADES MAXIMAS EN % SOBRE EL PESO TOTAL DE LA MUESTRA	
	ARENA	ARIDO GRUESO
Terrones de arcilla	1.00 %	0.25 %
Partículas blandas		5.00 %
Finos que pasan por el tamiz 0.080	5.00 %	1.00 %
Material retenido por el tamiz 0.063 y que flota en un líquido de peso específico 2	0.50 %	1.00 %

Los áridos no presentarán reactividad potencial con los álcalis del cemento. Se considerarán reactivos si:

Para $R \geq 70$ la concentración de SiO_2 es $> R$

Para $R > 70$ la concentración de SiO_2 es $> 35 = 0,5 R$

La pérdida de peso máxima no será superior a la siguiente:

Ensayo realizado mediante:

	A	b
	CON SULFATO SODICO	CON SULFATO MAGNESICO
Arenas	10 %	15 %
Gravas	12 %	18 %

4.2.7.5. Arenas

Se consideran como arenas los áridos que pasan por un tamiz de 4mm de luz de malla. Las arenas podrán proceder de cantera natural, de barranco o de machaqueo. En el caso de utilizar arenas de mar,

deberán ser lavadas previamente. No se utilizarán arenas que tengan una proporción de materia orgánica en cantidad suficiente para producir un color más oscuro que la muestra patrón.

4.2.7.6. Grava o árido grueso

Se consideran como gravas los áridos retenidos por un tamiz de 4mm de luz de malla. El coeficiente de forma no debe ser inferior a 2.

4.2.7.7. Cemento

El cemento utilizado será del tipo PUZ-350 pudiéndose utilizar el Portland P-350, bajo autorización del Ingeniero-Director.

Si por circunstancias especiales se estimara necesaria la utilización de aditivos o cementos de características distintas a los mencionados, será por indicación expresa del Ingeniero-Director o a propuesta del Contratista, debiendo ser en este último caso aceptada por escrito por parte del Ingeniero-Director.

4.2.7.8. Agua

El agua utilizada será procedente de pozo, galería o potabilizadoras, a condición que su mineralización no sea excesiva. Queda terminantemente prohibido el empleo de agua que proceda de ciénagas o esté muy cargada de sales carbonosas o selenitosas así como el agua de mar. Tolerancias de aniones y cationes: Deberán rechazarse todas las que tengan un pH inferior a 5, las que posean un total de sustancias disueltas superior a los 15gramos por litro (15.000ppm.) aquellas cuyo contenido en sulfato, expresado en SO₄, rebase un gramo por litro (1.000ppm.) las que contengan ión cloro en proporción superior a 6gramos por litro (6.000ppm.), en las que se aprecien hidratos de carbono y las que contengan sustancias orgánicas solubles en éter, en cantidad igual o superior a 15 gramos por litro (15.000ppm.).

4.2.7.9. Instrucciones para la ejecución de las cimentaciones

Antes de proceder al hormigonado, cualquiera que sea el tipo de apoyo a cimentar, se procederá a aplicar una protección superficial de pintura. La manera de ejecutar las distintas clases de cimentaciones, según el tipo de apoyo será la siguiente:

4.2.7.10. Cimentaciones para apoyos metálicos de bases empotradas (monobloques)

4.2.7.10.1. Sin utilización de plantillas de hormigonado

- Se echará primeramente una capa de hormigón del espesor indicado en los planos facilitados por el fabricante, según el tipo de apoyo, de manera que teniendo el apoyo una base firme, limpia y nivelada, se conserve la distancia marcada en el plano desde la superficie del terreno hasta la capa de hormigón mencionada.
- Al día siguiente, y sobre la base de hormigón, se colocarán y nivelarán los anclajes o el primer tramo del apoyo metálico, según el caso, quedando prohibido el hormigonado con el apoyo totalmente armado.
- Se colocará el o los tubos precisos para enhebrar los circuitos de tierra, según lo especificado en el apartado “Tomas de Tierra” de Presente Pliego de Condiciones Técnicas.
- A continuación, se procederá al vertido, vibrado y compactado del hormigón en el foso, según lo indicado en el epígrafe correspondiente a las “CARACTERÍSTICAS DE LOS COMPONENTES Y EJECUCIÓN DE LOS HORMIGONES”.

4.2.7.10.2. *Con utilización de plantillas de hormigonado*

- Se colocará la plantilla sobre el foso con los anclajes debidamente situados, y será emplazada y nivelada adecuadamente, comprobando diagonales y longitudes de cara, así como la correcta instalación con las marcas de línea y contralínea, fijándola al terreno a continuación, de modo que no pueda sufrir movimiento.
- Se colocará el o los tubos precisos para enhebrar los circuitos de tierra, según lo especificado en el apartado “Tomas de Tierra” de Presente Pliego de Condiciones Técnicas
- A continuación, se procederá al vertido, vibrado y compactado del hormigón en el foso, según lo indicado en el epígrafe correspondiente a las “CARACTERÍSTICAS DE LOS COMPONENTES Y EJECUCIÓN DE LOS HORMIGONES”, comprobándose el número de veces necesarias la correcta colocación de la plantilla y de los anclajes.
- Una vez relleno el foso, la plantilla no podrá tocarse ni desmontarse hasta pasadas 48 horas como mínimo de la terminación del hormigonado; se quitará entonces con el suficiente cuidado para que los anclajes no agrieten el hormigón ni queden huecos entre ambos.
- En los recrecidos se cuidará de la verticalidad y horizontalidad de los encofrados, y que éstos no se muevan durante el relleno. Estos recrecidos se realizarán de forma que las superficies vistas queden bien terminadas.
- El hormigón de la peana exterior al terreno, además de tener la misma composición que el resto de la cimentación, debe llegar hasta el borde inferior del empalme de anclaje con la torre para evitar que el extremo superior de los anclajes y del hormigón pueda trabajar a flexión.

4.2.7.11. *Tolerancias en las cimentaciones*

- El error máximo admisible en la distancia entre testas de anclaje en el sentido de la línea será $\pm 0,1\%$.
- El error máximo admisible en la distancia entre testas de anclaje en el sentido transversal a la línea será de $\pm 0,1\%$.
- El error máximo admisible en la distancia entre testas de anclaje en el sentido diagonal del cuadrilátero formado será de $\pm 0,15\%$.
- El error máximo admisible en la nivelación de las testas de cada uno de los anclajes será de $\pm 0,05\%$ de la distancia entre dichas testas.
- Respecto a los ejes de los hoyos, el máximo error admisible es de 100mm en el centrado de los anclajes.
- Se respetará el emplazamiento de los apoyos en la traza de la línea referido a la estaquilla central y no se admitirán variaciones en la orientación de sus caras (giros) respecto al eje de la traza de la línea superiores al primer centesimal de las distancias de los anclajes a los ejes de replanteo de los apoyos.
- Los anclajes se fijarán de forma adecuada, para que no sufran desplazamientos durante el vertido del hormigón.
- Los elementos de fijación de los anclajes no podrán ser retirados antes de cumplirse las 24 horas del vertido del hormigón en los hoyos.
- Cualquier error superior a los indicados será corregido por la Contrata corriendo por su cuenta todos los gastos. El Contratista asumirá los costos extras que pudieran originarse, incluidos los gastos en que puedan incurrir los contratistas de izado.
- En todo caso, las tolerancias de las cimentaciones serán tales que, una vez instalado el apoyo, previo el tendido de los conductores, este quede vertical, admitiéndose una desviación máxima del 0,2%, de la altura total del apoyo, tanto en el sentido de la línea como en contralínea.

4.2.7.12. *Control de calidad*

El control de calidad del hormigón se extenderá especialmente a su consistencia y resistencia, sin perjuicio de que se compruebe el resto de las características de sus propiedades y componentes.

4.2.7.13. *Control de consistencia*

La Consistencia del hormigón se medirá por el asiento en el cono de Abrams, expresada en número entero de centímetros. El cono deberá permanecer en la obra durante todo el proceso de hormigonado.

Para verificar este control se tomará una muestra de la amasada a pie de obra realizándose con la misma el ensayo de asentamiento en cono de Abrams.

Si el asentamiento está fuera de los límites reseñados incluidas las tolerancias, se procederá a tomar dos nuevas muestras de forma inmediata, después de un breve batido de toda la masa. Si los dos últimos valores del ensayo están comprendidos entre los valores de aceptación, la amasada se dará por buena. En caso contrario la amasada completa será rechazada y el vehículo que realiza el transporte no podrá suministrar más hormigón durante ese día.

El Ingeniero-Director podrá realizar este control en cada una de las amasadas que se suministran.

4.2.7.14. *Control de resistencia*

Se realizará mediante el ensayo en laboratorio oficialmente homologado de un número determinado de probetas cilíndricas de hormigón de 15cm de diámetro y 30 cm de altura las cuales serán ensayadas a compresión a los 28 días de edad. Las probetas serán fabricadas en obras y conservadas y ensayadas según Normas UNE.

Salvo indicación en contra del Ingeniero-Director, es indispensable extraer 4 probetas por apoyo. En caso de que el volumen de hormigón vertido en el apoyo supere los 18 m³, se extraerá un juego de probetas por cada 18 m³ o fracción.

La resistencia estimada se determinará según los métodos e indicaciones preconizados de la “Instrucción de Hormigón estructural (EHE)” en vigor para la modalidad de “Ensayos de Control Estadístico del Hormigón”.

La toma de muestras, conservación y rotura serán por cuenta del Contratista debiendo este presentar al Ingeniero-Director los resultados mediante Certificado de un Laboratorio Oficial y Homologado. Si la resistencia estimada fuese inferior a la resistencia característica fijada, el Ingeniero-Director procederá a realizar los ensayos de información que juzgue convenientes y de acuerdo con los resultados obtenidos, adoptará la determinación que considere más adecuada corriendo todos los gastos producidos por cuenta del Contratista.

Realizados los ensayos de una serie de probetas tendremos, llamando X1, X2,...X8 a los valores obtenidos, los valores medios siguientes:

$$\text{Amasada A} = (X1 + X2 + X3 + X4) / 4 = X_A$$

$$\text{Amasada B} = (X5 + X6 + X7 + X8) / 4 = X_B$$

Estos dos ensayos nos permitirán aplicar la tabla 88.4 b de la Instrucción EHE para N=2, K=0,88, debiendo cumplirse que la resistencia estimada $F_{est.} = K_n \cdot X$ (siendo X el valor más bajo de X_A y X_B) $\geq 175 \text{ kp/cm}^2$.

Se efectuará el número de ensayos de información a juicio del Ingeniero-Director.

4.2.7.15. *Ensayos a realizar con las gravas, las arenas y el agua*

Cuando no se aporten datos suficientes de la utilización de los áridos en obras anteriores o cuando por cualquier circunstancia no se haya realizado el examen previo del Ingeniero-Director, deberán realizarse necesariamente todos los ensayos que garanticen las características exigidas en la “Instrucción del Hormigón Estructural (EHE)” y por el presente Pliego de Condiciones.

Hace falta autorización expresa del Ingeniero-Director para eximir de los ensayos.

Si el hormigón es fabricado en una central hormigonera industrial bastará aportar el certificado del tipo de hormigón fabricado, salvo que por el Ingeniero-Director se exija expresamente los ensayos de los componentes del hormigón.

4.2.7.16. *Normas de seguridad específicas*

El equipo de Protección personal utilizado deberá constar de casco de barboquejo, guantes de cuero y botas de seguridad, debiendo estar todo el equipo homologado por el Ministerio de Trabajo.

Si hubiera que realizar barrenado, el operario deberá estar provisto de mascarilla con filtro para polvo y protectores de vista y oído.

La mínima dotación de trabajo debe ser de dos operarios con vehículo, con el fin de poderse prestar mutua ayuda en el supuesto de ocurrir algún percance.

Para evitar accidentes por alcance entre ellos de las herramientas, es aconsejable no trabajar más de un operario en el interior de cada hoyo.

La parte superior de los hoyos debe quedar libre de escombros para evitar caídas de materiales que puedan dañar a los operarios.

Para subir y bajar a los hoyos deberán utilizarse escaleras lo suficientemente largas para que su parte superior sobresalga de los hoyos como mínimo 1 m, debiendo estar homologadas.

Los motores o elementos que expulsen gases deberán tener el escape orientados de forma que los mismos no se acumulen en las excavaciones.

4.2.8. Instalación de apoyos

En la instalación de apoyos se tendrán en cuenta las siguientes fases:

- Recepción.
- Transporte.
- Acopio.
- Clasificación.
- Armado.
- Izado.
- Apretado y graneteado.
- Maquinaria y herramienta auxiliar.
- Control de Calidad.
- Normas de Seguridad Específicas.

4.2.8.1. Recepción

Caso de que los apoyos sean suministrados por la Propiedad, además de tener en cuenta lo expuesto en el apartado “Suministro, transporte, almacenamiento y acopio a pie de obra” del presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares, ésta facilitará al Contratista el “Packing List” de los mismos con relación de bultos y contenido de cada uno de ellos, teniendo que comprobar el Contratista que el material recibido está de acuerdo con el citado “Packing List”.

4.2.8.2. Transporte

Se tendrá en cuenta lo expuesto en el apartado “Suministro, transporte, almacenamiento y acopio a pie de obra” del presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares.

Los caminos de acceso a los puntos de emplazamiento de los apoyos, serán los mismos que sirvieron para desarrollar las actividades precedentes. Cualquier alteración será propuesta al Ingeniero-Director para su aceptación, si es que procede.

4.2.8.3. Acopio

Se tendrá en cuenta lo expuesto en el apartado “Suministro, transporte, almacenamiento y acopio a pie de obra” del presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares.

Las torres se acopiarán a obra de acuerdo con la Propiedad con antelación suficiente y en consonancia con el ritmo de izado, evitando que estén en el campo excesivo tiempo sin ser utilizadas. Los tornillos se acopiarán a medida que se vayan a utilizar.

4.2.8.4. Clasificación

Para la clasificación se utilizarán los planos y listas que la Propiedad facilitará al respecto, realizándola con la previsión suficiente para no interrumpir los trabajos del armado e izado, debiéndose comunicar las posibles faltas o defectos con al menos quince días de antelación.

4.2.8.5. Armado

4.2.8.5.1. Consideraciones Previas

No se podrá realizar modificación alguna en las barras y cartelas (corte de ingleses, talados, etc.) ni sustitución de materiales, sin el consentimiento previo del Ingeniero-Director. Cualquier modificación, bien sea en cartelas o angulares, deberá ser expresamente autorizada por el Ingeniero-Director. La parte modificada deberá protegerse de la oxidación mediante la aplicación de la correspondiente pintura del tipo Frigalván.

Las barras de los apoyos deberán ser comprobadas a pie de obra antes de ser montadas con objeto de asegurarse de que no han sufrido deformaciones y torceduras en el transporte, debiendo procederse a su corrección o desecharlas en el caso de que esto haya ocurrido.

No podrán ser utilizados en obra sin autorización expresa del Ingeniero-Director y para cada caso en particular sopletes o elementos de soldadura eléctrica u oxiacetilénica.

4.2.8.5.2. Tornillería

En cada unión se utilizarán los tornillos indicados en los planos. Los tornillos se limpiarán escrupulosamente antes de usarlos, y una vez apretados, deberán sobresalir de la tuerca el mínimo necesario que nos permita garantizar un correcto graneteado. Caso de no ser así, se le comunicará al Ingeniero-Director. Como norma general, los tornillos estarán siempre orientados con la tuerca hacia

el exterior de la torre, y en el caso de posición vertical (cruceas y encuadramientos), la tuerca irá hacia arriba y se comprobará exhaustivamente en estos elementos su apriete y posterior graneteado. Se prohíbe expresamente golpear tornillos en su colocación.

4.2.8.5.3. Herramientas

Para el montaje sólo se emplearán como herramientas las llaves autorizadas, barrilla, el puntero y el punzón de calderero que servirá para hacer coincidir los taladros de las piezas pero sin que el uso del puntero sirva para agrandar el taladro.

Las herramientas y medios mecánicos empleados están correctamente dimensionados y se utilizarán en la forma y con los coeficientes de seguridad para los que han sido diseñados.

4.2.8.5.4. Ejecución Material

El sistema de montaje de apoyo será el adecuado al tipo del mismo y se podrá realizar por el procedimiento que el Contratista considere más conveniente, pero en el caso de no ser el denominado “barra a barra” deberá ser previamente aprobado por el Ingeniero-Director.

Cuando el armado del apoyo se realice en el suelo, se realizará sobre terreno sensiblemente horizontal y perfectamente nivelado con gatos y calces prismáticos de madera a fin de no producir deformaciones permanentes en barras o tramos.

El apriete de los tornillos con la torre en el suelo será inferior al determinado como apriete final, debiendo ser el suficiente para mantener unidas las barras.

En caso de roturas de barras y rasgado de taladros por cualquier causa, el Contratista tiene la obligación de ponerlo en conocimiento del Ingeniero-Director y de proceder al cambio de los elementos.

4.2.8.6. Izado

No podrán comenzar los trabajos de izado de los apoyos antes de haber transcurrido siete días desde la finalización del hormigonado de los mismos.

En todos los casos en que la estructura por su volumen o dimensiones necesite de arriostramiento para su izado, con el fin de evitar deformaciones, éste se realizará por medio de puntales de madera o elementos metálicos preparados. El Contratista utilizará para el izado, el procedimiento que estima más conveniente, dentro de los habitualmente sancionados por la práctica (con pluma y cabrestantes, con grúas, etc.), evitando causar daños a las cimentaciones y sin someter a las estructuras a esfuerzos para los que no estén diseñadas.

Cualquiera que sea el procedimiento de izado, el apriete de las barras en el armado será el adecuado para que permita a los taladros en las distintas fases del izado absorber las pequeñas diferencias que se hayan producido como consecuencia de la fabricación del apoyo y la ejecución de las cimentaciones antes del apriete final.

Una vez izado el apoyo, la falta de verticalidad del mismo no podrá ser superior a 0,2% de la altura del apoyo.

Con carácter orientativo el par de apriete final de los tornillos de calidad 5.6 será:

M-12	3.00 daN.m
M-14	4.50 daN.m
M-16	7.00 daN.m

M-18	9.50 daN.m
M-20	13.50 daN.m
M-22	18.50 daN.m
M-24	25.00 daN.m

Las partes, por ser de rosca métrica se apretarán con llave dinamométrica y a los pares de apriete recomendados para la tornillería.

4.2.8.6.1. *Izado con pluma*

Cuando se utilice el procedimiento de izado con pluma, se hará siempre con cabrestante y a fin de evitar el pandeo de la misma, el cable de cabrestante deberá deslizarse verticalmente pegado a la pluma, colocándose en la base del apoyo, una polea de reenvío.

Se comprobará el estado de las plumas en todos sus tramos cada vez que vayan a usarse. Una vez izada la pluma, se venteará según el esfuerzo a que vaya a ser sometida, y siguiendo las instrucciones de uso para las que ha sido concebida. Se instalarán como mínimo, 3 vientos dispuestos en estrella. Todos los vientos se fijarán al terreno mediante elementos de anclaje, debidamente diseñados y ejecutados, siendo obligatorio intercalar trácteles o “pull-lifs” para su regulación.

La pluma no podrá suspenderse en el apoyo, excepto en los puntos y de la forma expresamente señalada para ello por el Ingeniero-Director quien indicará además el peso máximo entre pluma y tramo a suspender. El ángulo máximo del eje de la pluma con los estrobos de fijación de la misma al apoyo no superará los 45°.

4.2.8.6.2. *Izado con grúa*

Cuando las condiciones del terreno, de su entorno y de los apoyos a izar lo permitan, se podrán usar grúas en las operaciones de izado, con tal de que el proceso se realice con el conocimiento y aprobación previa del Ingeniero-Director.

Cuando se utilice este procedimiento, se izará el apoyo suspendiéndolo de los puntos señalados en los planos. Caso de no existir puntos específicos para esta maniobra, se estrobará por las zonas aprobadas por el Ingeniero-Director, a propuesta del Contratista, forrando convenientemente los estrobos para evitar daños.

La estructura será convenientemente arriostrada en las zancas y lugares propensos a deformaciones antes del izado.

Previamente a la operación de izado, el Contratista remitirá al Ingeniero-Director un informe donde se reflejen el nombre y experiencia del gruista para este tipo de trabajo.

Salvo autorización expresa del Ingeniero-Director no se utilizarán grúas para el izado en las proximidades de elementos energizados; en cualquier caso el Contratista tomará las precauciones necesarias en evitación de accidentes. Cumpliendo en todo momento con lo dispuesto en las “Prescripciones de Seguridad y Primeros Auxilios” redactadas por la Comisión de Medicina y Seguridad en el Trabajo de UNESA y “Prescripciones de Seguridad” para Trabajos y maniobras en Instalaciones Eléctricas” de UNELCO-AMYS.

4.2.8.7. *Apriete y graneteado*

Una vez que el Contratista haya comprobado el perfecto montaje de los apoyos, deberá proceder al repaso de los mismos, comprobando que han sido colocados la totalidad de los tornillos y realizado de forma sistemática el último apriete de los mismos y el graneteado de las tuercas de los tornillos (3 granetazos en estrella), con el fin de impedir que se aflojen. Una vez finalizado el graneteado de los

tornillos y las tuercas se procederá a proteger el conjunto de la oxidación mediante pintura de tipo Frigalván.

4.2.8.8. *Maquinaria y herramienta auxiliar*

Toda la maquinaria y herramienta a utilizar en el izado de los apoyos estará dimensionada para soportar los esfuerzos que demande de acuerdo con el tipo y altura del apoyo a izar.

- **Camión**, para el transporte y acopio de los materiales, provisto de pluma auxiliar y acompañado de grúa para las operaciones de carga y descarga.
- **Grúa**. Las grúas que se utilicen en las operaciones de izado llevarán en lugar perfectamente visible la placa de características. Deberán ser autopulsadas, de pluma telescópica y con capacidad y altura suficiente para seguir con corrección las maniobras. Las grúas deberán ineludiblemente disponer de dispositivos de seguridad que incluya como mínimo el limitador de carga.
- **Cabrestante de izado**, elemento utilizado en la operación de izado con pluma, llevará una placa de características fijas en la que vendrán grabadas en caracteres indelebles el peso de esfuerzo útil, potencia y velocidad en los distintos desarrollos. Asimismo el Contratista dispondrá de la documentación que justifique las revisiones periódicas. El cable será de las características y longitud adecuadas y estará perfectamente fijado al extremo del tambor de arrollamiento. Su coeficiente de seguridad será de al menos 6, con relación a los pesos a manejar. Estarán dotados de un sistema de bloqueo manual que impida el movimiento accidental de la pieza elevada.
- **Plumas de izado**. Serán metálicas y los tramos abrochados con tornillería de alta resistencia.
- **Aparejo armado con cable**. Compuesto al menos de dos roldanas por cabeza y de giratorio. El número de roldanas estará en función de las cargas de trabajo.
- **Trácteles o pull-lifts**, utilizados en las operaciones de atirantado de pluma y auxiliares de construcción.
- **Eslingas, estrobos y pilotos**, los cuales deberán tener marcado o justificada su carga de trabajo.
- **Llaves para tornillería**, utilizadas para el apriete de los tornillos, será las denominadas llaves de pipa empleadas en sus dimensiones originales (sin suplemento). Para el apriete final se utilizarán llaves dinamométricas (manuales, neumáticas o eléctricas).
- **Taquímetro**, provisto de antejo con giro azimutal, para comprobación de la verticalidad de los apoyos en sentido de línea y contra línea.
- **Utillaje diverso**. Poleas auxiliares de maniobra, con su carga de trabajo marcada; pistoles para anclaje, barrillas y punteros de montaje, granetes, gatos niveladores, calce prismáticos de madera, riostras de madera o metálicas para evitar deformaciones en el izado de las estructuras.

4.2.8.9. *Control de calidad*

La verticalidad final del apoyo izado previo al tendido de los conductores, no tendrá una desviación superior al 0,2% de la altura del apoyo.

Los posibles defectos que se observen en el galvanizado producido como consecuencia de las operaciones desarrolladas, serán subsanados con los productos de protección adecuados, autorizados por el Ingeniero-Director, o en su caso con el cambio completo de elementos defectuosos, a cargo del Contratista.

Se dispondrá en obra de un comprobador de llaves dinamométricas.

El Contratista deberá cumplir todos los requisitos establecidos para la ejecución de los trabajos, debiendo facilitar al Ingeniero-Director el protocolo de revisión de apoyos de línea.

4.2.8.10. Normas de seguridad específicas

El equipo de protección personal utilizado deberá constar de casco con barboquejo, guantes de cuero, botas de seguridad, cinturón de seguridad y paracaídas (método “línea de vida”), debiendo estar todo el equipo homologado por el Ministerio de Trabajo.

La mínima dotación de trabajo debe ser de dos operarios con vehículo, con el fin de poderse prestar mutua ayuda en el supuesto de que ocurra algún percance.

Las herramientas y medios mecánicos empleados estarán correctamente dimensionados y se utilizarán en la forma y con los coeficientes de seguridad para los que han sido diseñados.

Cuando se utilice el cabrestante en el izado estará anclado al terreno y situado a una distancia tal que no pueda ser alcanzado por la caída fortuita de la pluma o tramos de apoyo que se están izando. Deberá disponer de puesta a tierra.

Cuando para el izado se utilice grúa, las señales entre el jefe de maniobra y el gruista serán las especificadas para estos casos, debiendo figurar en el cuadro de maniobra de la grúa. La grúa se asentará en terreno firme y resistente que impida el hundimiento de los gatos hidráulicos que la sustentan, colocando cuando sea necesario, los elementos auxiliares para lograr una correcta distribución de la presión sobre el terreno y poniendo el chasis de la grúa a tierra.

4.2.9. Tomas de tierra

4.2.9.1. Definición de toma de tierra de los apoyos

Es el conjunto de todos los cuerpos conductores enterrados en el terreno, en contacto íntimo con éste y unidos eléctricamente a los apoyos. La toma de tierra del apoyo abarca el conjunto de la toma de tierra de cada pata y la mejora de la toma de tierra.

- Toma de tierra del apoyo. Es el conjunto de todos los cuerpos conductores enterrados en el terreno, en contacto íntimo con éste y unidos eléctricamente a los apoyos. La toma de tierra del apoyo abarca el conjunto de la toma de tierra de cada pata y la mejora de la toma de tierra.
- Toma de tierra de cada pata. Es la que se instala en cada hoyo de cimentación, bien de trate de apoyos monobloques o de cada cimentación de apoyos de patas separadas.
- Mejora de la toma de tierra. Es la parte de la toma de tierra formada por anillos y antenas y cuyo fin es rebajar el gradiente de potencial en las proximidades del apoyo y disminuir la resistencia de la toma de tierra del apoyo.

4.2.9.2. Reglamentación y normativa aplicables

Reglamento Técnico de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión.

Normativa sobre clasificación de zonas de situación de apoyos.

En el ámbito de esta especificación las zonas en las que pueden quedar situados los apoyos se clasifican en:

- Zonas de pública concurrencia (P.C.)
- Zonas frecuentadas (F)

- Zonas no frecuentadas agrícolas (N.F.A.)

A continuación, se define cada una de las zonas, indicando de forma concreta detalles que puedan ayudar al proyectista en su clasificación correcta.

Zonas de pública concurrencia.

Se consideran como tales las siguientes:

- Casco urbano y parques urbanos públicos.
- Áreas públicas destinadas al ocio cultural o recreativo, tales como parque deportivo, zoológicos, ferias y otras instalaciones análogas.
- Lugares de celebración habitual de romerías, festivales, concursos, actos políticos, sindicales, religiosos, mercados, ferias de ganado, etc.
- Zonas de equipamientos comunitarios, tanto públicos como privados, tales como hipermercados, hospitales, centros de enseñanza, etc.

Zonas frecuentadas.

Se considerarán zonas frecuentadas las que, no estando incluidas en el apartado anterior se hallen próximas a las anteriores.

Se consideran también como tales:

- Zonas próximas a viviendas, carreteras, caminos de servicio de los que sean titulares el Estado, entidades autónomas, entidades locales y demás personas de derecho público, o aquellas construidas por personas privadas con finalidad análoga.
- Fuentes y pozos de utilización habitual. Zonas de huertas.
- Instalaciones agropecuarias en la proximidad de establos o edificaciones.
- Proximidad a ermitas.

Zonas no frecuentadas agrícolas.

Se considerarán comprendidas en este tipo aquellas zonas que, no estando incluidas en los apartados anteriores, se hallen o puedan estar sometidas a explotación agrícola o bien a explotación ganadera en terreno cercado.

4.2.10. Instalación de conductores

4.2.10.1. Instalación de conductores desnudos

Los trabajos comprendidos en este apartado son los correspondientes a:

- Condiciones generales.
- Colocación de cadenas de aisladores y poleas.
- Instalación de protecciones en cruzamientos.
- Tendido de los conductores.
- Realización de empalmes y amarres.
- Arriostramiento vertical y horizontal de los apoyos.
- Tensado.
- Regulado y medición de flechas.
- Compensación de cadenas e instalación de grapas suspensión.

- Elementos de unión y puentes.
- Colocación de antivibradores y contrapesos.
- Control de Calidad.
- Normas de Seguridad específicas.
- Maquinaria auxiliar.

4.2.10.1.1. Condiciones generales

El Contratista proporcionará a la obra toda la herramienta, equipo y maquinaria necesaria para la correcta ejecución de los trabajos de tendido. El comienzo de los trabajos de tendido, en un cantón, será como mínimo 28 días después de la terminación del hormigonado de todos los apoyos del mismo. El plazo mencionado podrá ser reducido, con la autorización expresa y por escrito del Ingeniero-Director.

Antes del inicio de los trabajos, se hará conjuntamente por parte del Ingeniero-Director y del Contratista una revisión de cada uno de los apoyos del cantón, comprobándose que en todos se cumplen las condiciones exigidas en los apartados anteriores de este Pliego de Condiciones. No podrán iniciarse los trabajos de tendido si a algún apoyo le faltasen angulares, tornillos sin el apriete final o sin granetear.

Con anterioridad suficiente se realizará una revisión conjunta de las herramientas, útiles y maquinaria a utilizar en la ejecución de los trabajos. En caso de que el Ingeniero-Director lo considere oportuno, se realizará una prueba del equipo de tendido, herramientas y útiles a emplear.

Cualquier diferencia de longitud que el Contratista hallará al ser tendido el cable, deberá ponerlo en conocimiento del Ingeniero-Director por escrito.

4.2.10.1.2. Colocación de cadenas de aisladores y poleas

Las cadenas de aisladores, tanto de suspensión, como de suspensión-cruce o de amarre tendrán la composición indicada en los planos de montaje del presente proyecto. En el plano de perfil de la línea se reflejará el tipo de cadena a instalar en cada apoyo. La manipulación de los aisladores y de los herrajes se hará con el mayor cuidado, no desembalándolos hasta el instante de su colocación, comprobándose si han sufrido algún desperfecto, en cuyo caso la pieza deteriorada será devuelta a almacén y sustituida por otra.

Las cadenas de aisladores se limpiarán cuidadosamente antes de ser montadas en los apoyos. Su elevación se hará de forma que no sufran golpes, ni entre ellas, ni contra superficies duras y de forma que no experimenten esfuerzos de flexión los vástagos que unen entre sí los elementos de la cadena, que podrían provocar el doblado y rotura de los mismos.

A tal fin, las cadenas cuya composición sea igual o superior a 12 elementos, se montarán disponiéndolas en el interior de armaduras que aseguren el cumplimiento de lo expuesto.

Se cuidará que todas las grupillas de fijación queden bien colocadas y abiertas.

Los tornillos, bulones y pasadores de los herrajes y aisladores una vez montados quedarán mirando hacia la torre.

4.2.10.1.3. *Instalación de protecciones en cruzamientos*

Son los dispositivos que deben colocarse en los cruzamientos con carreteras, caminos, líneas eléctricas y telefónicas etc., antes de iniciarse el tendido de los cables, permitiendo al mismo tiempo el paso por las vías de comunicación sin interrumpir la circulación.

Estarán compuestas, como mínimo, por 2 pies derechos y 1 travesaño horizontal que deberá ser de madera o material de similar dureza. El número de travesaños y pies derechos será tal que la longitud total de la protección exceda, como mínimo, 2 metros a cada lado del ancho total de la línea.

En los cruzamientos con caminos, líneas de Baja Tensión y líneas telefónicas se instalará una protección, por delante del obstáculo a cruzar y en el sentido de la línea a tender.

En los cruces con carreteras y autopistas se instalará una protección a cada lado de las vías. Y una en la mediana de separación en el caso de autopistas. En ambos casos se instalará una red que proteja las vías de posibles caídas de los cables.

Su instalación se realizará de forma que cumpla los Reglamentos vigentes para los servicios cruzados.

Estarán convenientemente atirantadas con un cable de acero de 9mm de diámetro.

Si los pies derechos van empotrados, su profundidad mínima será de 1,30 m para una altura hasta 8 metros, aumentando en 0,10 m por cada metro de exceso.

Cuando sea necesario el acoplamiento de postes, éste se realizará por medio de piezas metálicas adecuadas.

En los cruzamientos con líneas eléctricas se tomarán todas las precauciones (cortes de tensión, puesta a tierra, etc.) para evitar accidentes, siendo únicamente responsable el Contratista de lo que pudiera suceder, eximiendo en todo momento de responsabilidad al Ingeniero-Director.

El Contratista deberá solicitar los cortes de tensión con quince (15) días de antelación.

4.2.10.1.4. *Tendido de los conductores*

El tendido de los cables consiste en desplegar los mismos a lo largo de la línea, pasándolo por las poleas situadas en los apoyos, las cuales se colocarán a la altura de fijación de los cables, esto es, en las cadenas de suspensión, en los apoyos de alineación, y en la punta de cruceta, en los de amarre.

Se denomina “serie” el tramo de línea comprendida entre dos apoyos de amarre entre los que se tenderá un conductor o una bobina. Una serie podrá comprender varios cantones.

Deberá comprobarse que en todo momento los cables deslizan suavemente sobre las poleas.

El Contratista elegirá los emplazamientos de los equipos de tendido y de las bobinas teniendo en cuenta la longitud de las mismas, el número y la situación de los apoyos de amarre y las prescripciones que señala el vigente Reglamento Técnico de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión, respecto a la situación de empalmes. Con anterioridad suficiente, el Contratista presentará para su aprobación, el Plan General de Tendido, en el que se indicará, para cada serie, la ubicación de la maquinaria, bobinas, longitud de la serie, longitud de las bobinas y posible punto de empalme.

El criterio a seguir es tender bobinas completas y las combinaciones de las mismas a que diera lugar en cada serie particular, incluso su tendido parcial sucesivo o en series discontinuas, a fin de evitar en la medida de lo posible los sobrantes de cable y la realización de empalmes.

Se podrá tender más de una bobina por fase si se dispone de la suficiente potencia en la máquina de freno. En este caso la unión de ambas bobinas, durante el tendido, se realizará mediante una camisa de dos puntas o cualquier otro tipo de empalmes provisional. Queda totalmente prohibido el paso de un empalme definitivo por una polea, durante el tendido.

El cable se sacará de las bobinas mediante giro de las mismas. Este giro deberá efectuarse en el sentido impuesto por el fabricante.

Las bobinas se instalarán sobre gatos o soportes adecuados al peso y dimensiones de la misma. Estos gatos deberán disponer de elementos de nivelación mecánica y frenos adecuados para conseguir que el cable entre en la máquina de freno con tracción mecánica, evitando así que se aflojen las capas del cable en la bobina.

Las bobinas se situarán perfectamente alineadas con la máquina de freno y traza de la línea.

El despliegue de los cables se efectuará con máquina de freno, para evitar el rozamiento de los mismos con el suelo, o cualquier otro obstáculo.

Se observará el estado de los cables a medida que vayan saliendo del tambor del freno con objeto de detectar posibles deterioros.

En los conductores que se observen rozamientos o rotura de alguna vena, bien procedente de fábrica o producidos durante el tendido, se podrán utilizar varillas o manguitos de reparación, o bien un empalme completo, si respecto a su situación el Reglamento lo autoriza. En todos los casos la reparación a efectuar deberá ser aprobada previamente por el Ingeniero-Director.

La máquina de freno deberá estar convenientemente anclada al terreno mediante el suficiente número de puntos, de forma que quede asegurada su inmovilidad. Nunca podrán utilizarse los apoyos, cimentaciones o árboles para realizar el anclaje de las mismas.

Las máquinas de freno y de tiro deberán situarse a una distancia de los apoyos tal, que el ángulo que forme el cable, a la salida o llegada de las mismas, con la horizontal, no supere los 26°. En la práctica se puede decir que:

“El cabrestante o freno se situará a una distancia mínima de la torre, que sea doble de la que hay entre la cota donde se instale la máquina y la polea superior en la torre”.

Para el manejo de cada una de estas máquinas deberá disponerse como mínimo de dos operarios dotados de emisoras que comuniquen perfectamente entre ellos.

En las líneas de media tensión con una longitud inferior a 300 m, y siempre que la sección del conductor no justifique la utilización de maquinaria y quede garantizado que el conductor no rozará con algún obstáculo, podrá autorizarse el tendido sin máquina de freno, sustituyéndola por gatos con sistema de freno efectivo. Todo lo mencionado se concederá con la autorización por escrito del Ingeniero-Director.

Durante el despliegue de los cables se situarán los operarios necesarios, provistos de emisoras, y en disposición de detener la operación de tendido de inmediato. Será necesario disponer de un

operario en cada punto de cruce importante de la línea (carreteras, líneas eléctricas, obstáculos importantes, etc.).

La tracción de tendido de los conductores será, como mínimo, la necesaria para que venciendo la resistencia de la máquina de freno, puedan desplegarse los cables evitando el rozamiento con los obstáculos naturales. Como máximo, esta tracción será del 70% de la necesaria para colocar los cables a su flecha. Esta tracción deberá mantenerse constante durante el tendido de todos los conductores de la serie.

Una vez definida la tracción máxima para una serie, se colocará en ese punto el disparo del dinamómetro de la máquina de tiro y no podrá variarse el mismo sin contar con la autorización expresa del Ingeniero-Director.

Los cables pilotos empleados para ejercer la tracción sobre los cables deberán ser flexibles y anti giratorios, con una carga de rotura tal que el coeficiente de seguridad mínimo durante el tendido sea de cinco (5). La unión del piloto al conductor se realizará mediante bulones de rotación (giratorios), para compensar los efectos de torsión.

La longitud de la serie a tender vendrá limitada por la resistencia de las poleas al avance del conductor sobre ellas. En principio se puede considerar un máximo de 20 poleas por conductor y tramo, aunque este número se reducirá si existen poleas muy cargadas. No podrá iniciarse el tendido de un cable si se prevé que no podrá finalizarse en el día. No podrá detenerse la operación de tendido por un periodo mayor de dos horas. Según se vayan terminando los distintos cantones, se irá retirando el material sobrante así como las bobinas vacías de manera que éstas estorben el menor tiempo posible. Los daños producidos durante el tendido serán por cuenta del Contratista.

4.2.10.1.5. Realización de empalmes y amarres

Grapas de amarre de compresión:

El Contratista en caso necesario, dispondrá para la realización de la compresión de grapas de la prensa hidráulica adecuada con sus matrices correspondientes al diámetro de los conductores.

Las grapas de compresión, deberán ser limpiadas interior y exteriormente con cepillos y baquetas adecuados, debiendo limpiar el cable con gasolina en la zona donde se realizará la comprobación. Caso de efectuarse esta operación, sobre el terreno, se instalará una lona de al menos 2 x 2 metros, sobre la que se dispondrán las piezas necesarias y el utillaje. El corte de hilos de aluminio se realizará con útil adecuado (terraja cortadora o sierra) para no dañar jamás el alma de acero. Nunca podrá utilizarse tijeras o cizallas. Para evitar que se aflojen los hilos se colocarán unas retenciones de alambre al cable, por el punto de corte.

El proceso de ejecución es el siguiente:

- Deslizar el cuerpo de grapa sobre el conductor.
- Se dejará al descubierto el alma de acero con una longitud aproximada un 20% mayor que la longitud de la caña del émbolo de la grapa.
- Para evitar la oxidación se pintará con una pasta espesa de cromato de cinc o minio de plomo y aceite de linaza, el(los) extremo(s) del alma de acero del cable, antes de entrar en el manguito de acero, y el manguito de acero después de comprimido.
- Introducir el alma de acero en la caña del émbolo, haciendo tope en el fondo de éste.

- Comprimir con la matriz adecuada al diámetro del conductor, siguiendo la dirección de las flechas grabadas en el émbolo (desde la zona ondulada hacia el conductor).
- Limpiar con cepillo cuidadosamente e impregnar con grasa selladora toda la zona que quedará cubierta con el cuerpo de aluminio.
- Deslizar el cuerpo de grapa sobre el émbolo.
- Elegir la posición del émbolo (según interese por la posición de la cadena) mediante las muescas de la pala del cuerpo y el pivote situado en la balona o tope del émbolo.
- Comprimir con la matriz indicada la zona de grapa correspondiente a las ondulaciones del émbolo, siguiendo la dirección de las flechas grabadas en el cuerpo de grapa.
- Comprimir con la misma matriz la zona de grapa correspondiente al conductor siguiendo la dirección de las flechas grabadas en el cuerpo de grapa.
- Una vez comprimido el émbolo se efectuará la medida de la distancia entre caras del hexágono resultante, que será una media de 3 medidas efectuadas entre cada pata de caras. Esta medida se comparará con la medida que viene marcada por el fabricante en dicho émbolo. Análogamente, una vez comprimido el conjunto del émbolo cuerpo grapa, se repetirá la operación anterior, pero en este caso la media se efectuará con 12 medidas de las cuales 3 de ellas se efectuarán en la zona de émbolo y el resto en la zona del conductor.

Se pondrá especial cuidado en que no se produzca embolsamiento del aluminio a la salida de la grapa. Todas las grapas comprimidas serán realizadas siempre en presencia del Ingeniero-Director, quien grabará una contraseña en la parte externa sin lo cual no podrán ser regulados los conductores. A todas las uniones atornilladas o comprimidas así como en las bocas de las grapas se aplicarán pastas y cintas antioxidantes.

4.2.10.2. *Grapas de amarre helicoidales (Retenciones Terminales Preformadas)*

4.2.10.2.1. *Empalmes y manguitos de separación*

Todo lo indicado para las grapas de comprensión, con relación a las medidas a tomar con respecto a limpieza, corte del conductor, medidas de hexágonos, embolsamientos de aluminio, supervisión, cintas auto-oxidantes, etc., será de aplicación a la ejecución de empalmes haciendo la consideración de que para éstos se sustituirán los émbolos por manguitos y con relación a los manguitos de separación, las de limpieza, medidas de hexágonos, etc.

Durante la sustitución de los empalmes provisionales por los definitivos, la maniobra se realizará de forma que el resto del conductor se mantenga con la tracción necesaria para que no llegue a tocar en tierra.

En el caso de empalmes, se tomarán las medidas necesarias para conseguir que el manguito de acero quede perfectamente centrado respecto al de aluminio, siguiendo las instrucciones del fabricante.

4.2.10.2.2. *Arriostramiento vertical y horizontal de los apoyos*

Antes de iniciar las operaciones de tensado, se atirantarán las torres de amarre de principio y final de la serie, siempre que no sean torres de fin de línea, en sentido de la línea y como un ángulo de los tirantes con la horizontal de 30°. Las crucetas de estos dos apoyos deberán ser atirantadas, siempre, para contrarrestar los esfuerzos verticales a los que se verán sometidas.

El resto de los apoyos de amarre de la serie se ventearán en sentido contrario al del tensor que se venga efectuando. Este atirantado puede obviarse, contando con la autorización expresa del

Ingeniero-Director, siempre que se colocaran en su posición de amarre los cables de dos cantones contiguos, con su tensión mecánica en ambos lados del apoyo. Esto es, de forma que el apoyo quede con la tensión mecánica equilibrada en ambos lados. Las crucetas de estos apoyos sí deberán ser atirantadas siempre.

El atirantado, tanto horizontal como vertical, se realizará con cables de acero de sección adecuada al esfuerzo que van a estar sometidos, afectados por un coeficiente de seguridad mínimo de 5.

Cada uno de estos tirantes llevará intercalado un tráctel que permita aumentar o disminuir la tracción del tirante.

4.2.10.2.3. *Tensado*

Esta operación, posterior a la de tendido, consiste en poner a flecha aproximada los cables de la serie, previo amarre de los mismos en uno de sus extremos, por medio de las cadenas y grapas correspondientes, sin sobrepasar nunca la tensión de flecha. En caso de que la serie esté formada por más de un cantón, la tensión a la que llevará toda la serie será inferior a la menor de todos los cantones.

Las operaciones de tensado podrán realizarse con un cabrestante, tráctel o cualquier otro tipo de maquinaria o útil adecuado, que estará colocado a una distancia horizontal mínima del apoyo de tense, igual a dos veces y media la altura del mismo, de tal manera que el ángulo que formen las tangentes de entrada y salida del cable piloto a su paso por la polea no sea inferior a 150°. Todas las maniobras se harán con movimientos suaves y nunca se someterán los cables a sacudidas.

Los cables deberán permanecer sin engrapar un máximo de 48 horas, colocados en su flecha sobre poleas antes del regulado, al objeto que se produzca el asentamiento de los cables.

- **Instrucciones para la realización del tensado.**

A cada uno de los tramos en que quede dividida la línea entre cadenas de amarre la denominaremos “cantón”. Queda terminantemente prohibido tensar con las pinzas de amarre.

4.2.10.2.4. *Regulado*

Una vez se haya producido el asentamiento de los cables, se procederá a la operación de regulado, que consiste en poner los cables a la flecha indicada en las Tablas de Tendido para la temperatura del cable en ese momento.

El afino de la regulación se hará con cabrestante auxiliar de mano colocado en serie con la máquina o sistema de tracción y la comprobación por medio de la flecha.

Para efectuar la operación de regulado, se divide la longitud de la línea en tramos de longitud variable, según sea la situación de los apoyos de amarre. A cada uno de estos tramos entre cadenas de amarre se le denominará “cantón”.

Se denominan “Vanos de Regulación” de un cantón aquéllos en los que se ha de medir la flecha, es decir, donde se ha de efectuar la regulación de los conductores. Se elegirá como tales los de mayor longitud y menor desnivel. Los denominados como “Vanos de Comprobación” son aquellos en los que se contrastarán los errores motivados por la imperfección del sistema empleado en el reglaje, especialmente por lo que se refiere a los rozamientos habidos en las poleas.

Dependiendo de la longitud del “cantón”, el perfil del terreno, y la uniformidad de los vanos, podrán establecerse los siguientes casos:

1 Vano de regulación	1 Vano de comprobación
1 Vano de regulación	2 Vanos de comprobación
2 Vanos de regulación	3 Vanos de comprobación

No debiendo quedar más de tres vanos consecutivos sin comprobar. En todo caso el Ingeniero-Director decidirá el número de vanos de regulación y de comprobación necesarios.

La operación de regulado se realizará por medio de pull-lifts o trácteles en la cruceta punto de amarre o cabrestante situado en el punto de tiro del conductor. El tensado de los conductores se efectuará con arreglo a las tablas de tendido. La longitud de los vanos y desniveles será facilitada por el Contratista de las medidas tomadas una vez instalados los apoyos.

Si existen árboles que puedan estorbar para la regulación porque los conductores descansen en ellos, en su posición normal, deben ser cortados antes de la regulación y su necesidad se preverá con el tiempo suficiente para obtener el permiso necesario.

Si en un mismo cantón se han marcado dos vanos como de regulación, ésta debe ejecutarse simultáneamente en ambos, disponiendo el Contratista de los medios de comunicación necesarios para que las órdenes de tirar, aflojar y parar lleguen al cabrestante auxiliar de mano de forma simultánea, y si a éste llegan dos órdenes contradictorias, primero se ejecutará la del punto más alejado.

4.2.10.2.5. Medición de flechas

La medición de las flechas, deberá realizarse con aparatos topográficos de precisión o por el método de tablillas utilizando un tele flechas u otro dispositivo óptico similar.

Para la determinación de la temperatura, se utilizará un termómetro centesimal, instalación en un trozo de conductor o bien alojado en el mismo en sustitución del alma de acero. Se instalará el termómetro a la altura de las crucetas y si la serie tiene una longitud superior a un kilómetro, se colocarán tantos termómetros como vanos de regulación tenga, durante un tiempo mínimo de 30 minutos. Si la diferencia de temperatura entre dos puntos cualesquiera fuera de $\pm 5^{\circ}\text{C}$ no podrá regularse.

En cualquiera de las operaciones tanto de tensado, regulado, marcado y correcciones a que diera lugar se mantendrá la instrucción anterior sobre los $\pm 5^{\circ}\text{C}$.

El Contratista deberá marcar las flechas correspondientes a los vanos de regulación y comprobación en la situación mencionada en el plano correspondiente como la de “Flechas sobre poleas” para las operaciones de tensado y regulado, estableciéndose las correspondientes a “Flechas definitivas” para la comprobación final.

Cualquier variación de la Temperatura en $\pm 5^{\circ}\text{C}$ sobre la fijada para el marcado de flechas dará lugar a la corrección de las marcas para los distintos cables de la serie en las diversas operaciones.

Las tolerancias admisibles en las medidas de las flechas de los cables para cada uno de ellos, así como respecto a la de su situación en el conjunto serán:

- **Para cada cable independiente.**

En los vanos de la regulación y comprobación $\pm 2\%$ de la flecha teórica con un máximo admisible de ± 50 cm. En el resto de los vanos, las tolerancias anteriores afectadas por el coeficiente 1,20 es decir, $\pm 2,4\%$ con un máximo admisible de ± 60 cm.

- **Para el conjunto de los cables.**

Tanto en el plano vertical como en el horizontal, $\pm 2\%$ de la flecha teórica, con un máximo de ± 50 cm. Una vez efectuado el regulado, se comprobarán las flechas en los vanos correspondientes antes de iniciar las operaciones de engrapado.

4.2.10.2.6. *Compensación de cadenas*

Esta operación se realizará como mínimo a partir de las 48 horas siguientes al regulado contándose con la autorización previa del Ingeniero-Director.

En aquellos cantones en que por razón del perfil del terreno, los apoyos se hallen enclavados a niveles muy diferentes, el Contratista deberá conseguir mantener constante la tensión horizontal del conductor en las grapas de suspensión para la temperatura más frecuente del año y, por lo tanto, la verticalidad en las cadenas de aisladores de suspensión. No se admitirá que las mencionadas grapas se desplacen en sentido de la línea, un valor superior al 1% de la longitud de la cadena.

El proceso de compensación de cadenas será el siguiente:

- Se tomará como base la tabla de corrección de cadenas de cada uno de los cantones, en la que vendrá indicada la magnitud en cm de la corrección y el sentido de la misma.
- Se determinará como punto de referencia para las magnitudes de corrección, la proyección vertical del punto de fijación de la cadena sobre el conductor.
- A partir de este punto de referencia y con el sentido indicado en las tablas se llevará la magnitud de corrección correspondiente, que dará lugar a la marca del punto de engrape.
- Esta operación se repetirá en todas las torres de suspensión del cantón antes de proceder al engrapado.
- Si una vez engrapado el conductor se comprueba que por no haberlo marcado bien la grapa no se ha puesto en el lugar correcto y que, por tanto, la cadena no queda dentro de los límites de tolerancia indicados, se procederá a desengrapar el conductor y a engrapar de nuevo considerando dichos límites de tolerancia.

4.2.10.2.7. *Instalación de grapas de suspensión*

Las grapas de suspensión armada serán instaladas sobre la segunda marca, una vez efectuada en la compensación.

El procedimiento de instalación es el siguiente:

- En primer lugar, procederemos a instalar los manguitos de neopreno, centrándolos en el punto de engrapado ya definido; las dos mitades de los manguitos quedarán situadas de forma que su plano de unión sea horizontal.
- En segundo lugar, se procederá a la colocación de las varillas de protección comenzando su instalación por el centro de la misma, aplicándose sobre el conducto primero hacia un extremo y después hacia el otro.
- El sentido del cableado de las varillas deberá ser el mismo que el de la capa externa de conductor sobre el que vaya a ser aplicado.

- Una vez finalizada la colocación de todas las varillas se procederá a la instalación de la grapa de suspensión.

Una vez terminada la operación de engrapado y amarrado de la serie, se comprobarán la flechas de los vanos de regulación y comprobación las cuales deberán coincidir con las indicadas en las Tablas de Tendido como “flechas después de engrapado”. Posteriormente, se comprobará la situación de “verticalidad” entre sí de las cadenas de suspensión, en cada apoyo.

4.2.10.2.8. Elementos de unión y puentes

La brida de unión de la grapa de amarre de compresión con el puente postizo, se entregará cubierta con un papel especial que no se quitará hasta el momento del montaje de los puentes. Tanto en bridas, como en todas las uniones a través de las cuales circule la corriente, se usará una impregnación conductora, de la que de ninguna forma se puede prescindir. A todas las uniones atornilladas o comprimidas se aplicarán pastas y cintas antioxidantes.

Asimismo, es fundamental dar el correspondiente par de apriete a los tornillos de todos los elementos cogidos al conductor ya que, de no ser así, las vibraciones del conductor pueden aflojarlos, con el consiguiente riesgo de avería (“punto caliente”).

Para las líneas de Distribución se tendrá en cuenta lo siguiente:

- Las conexiones o empalmes en cobre-cobre o aluminio-aluminio se realizarán mediante manguitos a compresión adecuados al conductor respectivo, evitándose la tornillería, pero cuando sea imprescindible instalarla, ésta será de acero inoxidable calidad AISI/316 o equivalente en la norma europea.
- Las conexiones “bimetálicas” se realizarán mediante conectores de cuña a presión protegidos con masilla dieléctrica y las cubiertas adecuadas según las secciones de los conductores y especificaciones del fabricante y teniendo muy en cuenta que el aluminio irá siempre en la parte alta y el cobre en la parte baja.
- Las conexiones bimetálicas se utilizarán para las conexiones de conductores de distinta naturaleza como Aluminio y Cobre, así como para las conexiones de Aluminio con aluminio. Para la conexión cobre-cobre sólo se utilizarán piezas de cobre, nunca “bimetálicas”.
- Los trabajos a compresión se harán con las matrices adecuadas. La compresión se hace en el cobre sin punzonado y en el aluminio con punzonado. En cualquier caso, se limpiará muy bien los conductores y se les dará grasa de contacto antes de hacer los empalmes.
- Las conexiones o empalmes “bimetálicos” se realizarán mediante cuñas a presión de acuerdo con las especificaciones del fabricante.

No se efectuará ningún empalme que quede sometido a tracción mecánica. Los “puentes” de conexión a la aparatada serán lo más corto posible y con terminales reforzados.

En los puentes flojos se cuidarán su distancia a masa, y la verticalidad de los mismos así como, su homogeneidad.

4.2.10.2.9. Control de calidad

Antes de iniciar los trabajos se realizará una revisión conjunta por parte del Ingeniero-Director y el Contratista, de las herramientas, útiles, máquinas a emplear en la realización de los trabajos. En el transcurso de la obra en intervalos comprendidos entre uno y medio y dos meses, se realizarán revisiones similares a la antes mencionada.

Ninguna modificación de los elementos definidos para la obra (programa, persona, maquinaria, herramienta y proyecto) podrá ser realizada sin la autorización previa del Ingeniero-Director.

El Contratista, deberá cumplir todos los requisitos establecidos para la ejecución de los trabajos, debiendo facilitar al Ingeniero-Director los siguientes protocolos:

- Protocolo de mantenimiento de las máquinas y herramientas principales a utilizar en los trabajos: Vehículos, cabrestante, freno, poleas, trácteles, pull-lifts, carros, llaves dinamométricas, etc., así como de sus revisiones periódicas.
- Protocolo de tendido de conductores y medición de empalmes y grapas, como indicación de los datos complementarios, relación de bobinas empleadas en cada cantón indicando longitud empleada y metros sobrantes.
- Protocolo de comprobación de regulado de las flechas de cada cantón, en los vanos de Regulación y Comprobación, así como las temperaturas y las tolerancias en flecha.
- Relación de daños producidos tanto a terceros como a instalaciones de la obra, incluidos los materiales que le hayan sido suministrados por parte de la Propiedad.

El Contratista al finalizar cada uno de los cantones, cumplimentará un protocolo, donde se reflejarán los datos reseñados en el proyecto para cada vano y la situación real de la construcción, así como un resumen del estado de los caminos, accesos y modificaciones del entorno, que deberá entregar al Ingeniero-Director, así como las fichas anteriormente mencionados. Estos datos se harán llegar a la Propiedad.

Asimismo dispondrá en obra de los siguientes elementos, tarados oficialmente:

- Comprobador dinamométrico para llaves.
- Dinamómetro de 4 T.

El Ingeniero-Director podrá realizar todos los controles e inspecciones que estime oportuno en cualquiera de las instalaciones o equipos, relacionados con la obra, así como en documentación preceptiva, en los plazos señalados y en cualquier otro que pudiera parecerle conveniente.

4.2.10.2.10. Normas de seguridad específicas

Tanto el cabrestante como el freno deberán disponer de elementos de puesta a tierra. El Contratista, dispondrá de los juegos de puesta a tierra necesarios, así como de detectores de tensión a distancia preferentemente de tipo acústico.

En todos los cruzamientos que se efectúen con líneas eléctricas, además de la utilización de las protecciones indicados en el apartado referente a la “INSTALACION DE PROTECCIONES EN CRUZAMIENTOS”, deben comprobarse (cuando la línea a cruzar esté en descargo) la ausencia de tensión colocándose las puestas a tierra correspondientes en ambos extremos del vano del cruce. Solo se cruzarán líneas con tensión cuando la misma esté constituida por cable aislado convenientemente protegido para evitar que una caída fortuita del cable pueda dañar el aislamiento y energizar el conductor que se esté tendiendo.

En todos los trabajos en proximidad de elementos con tensión eléctrica, se observará lo dispuesto en las “Prescripciones de Seguridad y Primeros Auxilios” redactadas por la Comisión de Medicina y Seguridad en el Trabajo de UNESA y “Prescripciones de Seguridad para Trabajos y Maniobras en Instalaciones Eléctricas” de UNELCO-AMYS.

En los cruzamientos sobre vías públicas de comunicación se situarán operarios a ambos lados del cruzamiento, según lo dispuesto en el vigente Código de Circulación, provisto de emisoras y de señales indicadoras de peligro, disponiendo asimismo la instalación de las señales de tráfico reglamentarias.

En los casos, en los que por la trascendencia del cruzamiento se estimara oportuno, se utilizarán elementos complementarios de seguridad para prevenir los posibles deslizamientos de vanos o rotura de los dispositivos de tense (estrobos fiadores, doble sistema de los elementos de tensa independientemente de la tracción, fiadores de las cadenas de suspensión, etc.). Estas medidas complementarias se dispondrán en todas las operaciones de tendido, tensado y regulado, hasta el amarre completo de la serie.

Cesarán los trabajos en los cables, cuando exista riesgo de tormenta eléctrica en la zona.

Los elementos de comunicación (radioteléfonos) deberán ser probados antes del inicio de cualquiera de las operaciones de tendido, tensado o regulado.

Las poleas, giratorios, camisas, etc., deberán tener grabada su carga de trabajo.

Se dispondrá de un Plan de Seguridad para atención y evacuación de accidentados.

4.2.10.2.11. Maquinaria auxiliar

El Contratista deberá aportar toda la maquinaria y herramienta necesaria, para realizar con las debidas garantías técnicas la instalación de conductores y accesorios. A este fin el Contratista deberá facilitar al Ingeniero-Director, para su aprobación, una relación de las herramientas y maquinaria que se van a emplear en las distintas operaciones de tendido. La aceptación de esta maquinaria dependerá exclusivamente del criterio del Ingeniero-Director.

4.2.11. Placas de peligro de muerte y numeración de los apoyos

Los apoyos llevarán la siguiente identificación:

- Numeración.
- Nombre de la Línea.
- Advertencia de riesgo eléctrico.

4.2.11.1. Fijación de la identificación

En el caso de la numeración, ésta irá rotulada con plantilla.

Las placas con el nombre de la línea y con la advertencia de riesgo eléctrico se sujetan de la forma que se describe a continuación, siempre y cuando el montante del apoyo traiga de fábrica un taladro expofeso para su fabricación. Se prohíbe terminantemente realización de taladros para la fijación de las placas.

Para la fijación de la placa se empleará uno de estos métodos.

- Brida + Prolongación.

La brida se sujeta al montante del apoyo, y la placa se fija en la prolongación.

- Cinta adhesiva de doble cara de espuma acrílica.

Se prestará especial atención en la esmerada limpieza de las partes a unir.

Cada apoyo dispondrá de:

- Una numeración de apoyo.
- Una placa de advertencia de riesgo eléctrico con adicional del tipo CE-21 según documento PRA - 1.4 - 10 de la Asociación de Medicina y Seguridad en el Trabajo de UNESA para la Industria Eléctrica (AMYS).

5. CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES PARA LÍNEAS SUBTERRÁNEAS

5.1. TRANSPORTE, ALMACENAMIENTO Y RECEPCIÓN DE MATERIALES

En las operaciones de carga, transporte, manipulación y descarga de los materiales estos no deben sufrir deterioros, evitándose golpes, roces o daños.

No debe utilizarse el volquete en la descarga del material, ni este puede ser arrastrado.

Para la carga y descarga debe embragarse la bobina por un eje o barra adecuada, alojada en el orificio central. La braga o estrobo no deberá ceñirse contra la bobina al quedar está suspendida, por lo cual bastará disponer un separador o distanciador de los cables de acero.

En casos extremos en que sea difícil o muy costoso contar con un elemento de suspensión para la descarga, se puede emplear el procedimiento de situar un elemento amortiguador del impacto, como puede ser un montón de arena, en rampa, cuya altura llegue prácticamente al nivel de la plataforma del vehículo.

En cualquiera de estas maniobras debe cuidarse la integridad de las duelas de madera con que se tapan las bobinas, ya que las roturas que suelen producirse las astillan e introducen hacia el interior con el consiguiente peligro para el cable

Las bobinas se descargarán con trípode y diferencial o con muelle de descarga. En el caso de que hayan de rodarse, esta operación se efectuará siempre en sentido contrario al del arrollamiento. Nunca deben ser rodadas sobre un terreno con asperezas o cuerpos duros susceptibles de estropear los conductores, así como tampoco deben colocarse en lugares con polvo o cualquier otro cuerpo extraño que pueda introducirse entre los conductores.

Los materiales deben llegar con el embalaje en correctas condiciones y ser el adecuado para su transporte.

Siempre que sea posible debe evitarse la colocación de bobinas de cable a la intemperie, sobre todo si el tiempo de almacenamiento ha de ser prolongado, pues pueden presentarse deterioros considerables en la madera que causarían importantes problemas el transportarlas, elevarlas y girarlas durante el tendido.

Cuando deba almacenarse una bobina de la que se ha utilizado parte del cable que contenía, han de taponarse los extremos de los cables, utilizando soldadura en los casos de existencia de tubo de plomo, encintando para los demás o colocación, para ambos, de capuchones de goma fabricados al efecto.

Cuando las bobinas deban trasladarse girándolas por el terreno, operación únicamente aceptable para pequeños recorridos, el sentido del giro será el mismo en que se enrolló el cable en ella al fabricarse. Normalmente las bobinas se señalan con una flecha en los laterales que indica el sentido en que deben desenrollarse, contrario por tanto al que se comenta.

Si es necesario revirar las bobinas en algún momento, se empleará un borneador, que, apoyado en uno de los tornillos de fijación de los platos laterales, al tropezar en el suelo cuando gira la bobina, la impulsa hacia el lado contrario.

5.2. COMPONENTES Y MATERIALES CONSTITUYENTES DE LA INSTALACIÓN

5.2.1. Conductores de potencia y cables de fibra óptica

Los conductores serán suministrados adecuadamente protegidos contra daños o deterioros que puedan ocasionarse durante su manipulación.

La masa bruta y neta, la tara, la longitud (o longitud y número de piezas, si se acuerda que se suministren en la misma bobina longitudes distintas de conductor), la designación, y cualquier otra identificación necesaria será marcada convenientemente en el interior del embalaje. Esta misma información, junto el número de pedido, el número de serie de fabricación y todas las marcas de expedición y cualquier otra información, aparecerá en la parte externa del embalaje.

5.2.2. Hormigón

Por norma general se usará hormigón de fabricación en planta, la dosificación mínima será de 200 Kg/m³ y resistencia mecánica mínima de 200 Kg/m².

El tiempo de llegada del hormigón a obra no ha superado las 2 horas desde su salida de planta.

En casos excepcionales se usará hormigón fabricado “in situ”, siendo la dosificación mínima de cemento de 350 Kg./m³, con la siguiente composición:

- 200 Kg. cemento P-350
- 1350 Kg. Grava, tamaño ≤ 40 mm.
- 675 Kg. arena seca
- 180 l de agua limpia

Tanto el cemento como los áridos serán medidos con elementos apropiados.

El amasado del hormigón se hará preferiblemente en hormigonera o en su defecto sobre chapas metálicas o superficies impermeables cuando se efectúe a mano, procurando que la mezcla sea lo más homogénea posible.

- Arena. La arena puede proceder de ríos, canteras, etc. Debe ser limpia y no contener impurezas arcillosas u orgánicas. Será preferible la que tenga superficie áspera y de origen cuarzoso, desechando la de procedencia de terrenos que contengan mica o feldespato.
- Piedra. La piedra podrá proceder de canteras o de graveras de río. Siempre se suministrará limpia. Sus dimensiones podrán estar entre 1 y 5 cm. Se prohíbe el empleo de revoltón, o sea, piedras y arena unidas sin dosificación, así como cascotes o materiales blandos.
- Cementos. El cemento será de tipo Portland P-350°. En el caso de terreno yesoso se empleará cemento puzolánico.

- Agua. Se empleará agua de río o manantial sancionada como aceptables por la práctica, quedando prohibido el empleo de aguas de ciénagas. Deben rechazarse las aguas en las que se aprecie la presencia de hidratos de carbono, aceites o grasas.
- Productos químicos La adición de productos químicos en mortero y hormigones, con cualquier finalidad, aunque fuera por necesidad, no podrá hacerse sin autorización expresa de la Dirección de Obra, la que podrá exigir la presentación de ensayo o certificación de características a cargo de algún Laboratorio Oficial.

Si, por el contrario, fuese necesario el empleo de algún producto aditivo o corrector, se realizarán en las condiciones que señale la Dirección de Obra.

5.2.3. Tubos para la canalización subterránea

Los tubos serán de PE-AD, adecuado a las condiciones de instalación, y tendrán la resistencia mecánica adecuada. Los tubos serán lisos en su interior para facilitar el tendido de los conductores y su sustitución en caso de ser necesario.

Se dispondrá un solo conductor por tubo, siendo el diámetro interior de los tubos no inferior a vez y medio el diámetro exterior del cable que se vaya a canalizar. Los diámetros de tubo necesarios, así como su disposición espacial en la zanja se reflejan en los planos correspondientes.

Material:

- Capa externa: polietileno alta densidad.
- Capa interna: polietileno.

Propiedades: Resistencia a la acción de agentes químicos. Alta resistencia a la compresión e impacto. Resistencia al punzonamiento.

Observaciones:

- Fabricado según UNE-EN-50086-2-4 para tubos enterrados con respecto a resistencia al impacto y compresión.
- Clasificado como uso NORMAL en función de la citada norma por su resistencia al impacto.
- Identificado con marca, tipo, Ø nominal, material y fecha de fabricación.

5.2.4. Cinta de señalización de riesgo eléctrico

La cinta de señalización, según norma ETU 205A, se instalará para advertir de la presencia de cables de baja tensión. La misma se colocará a unos 25 cm por encima del prisma de hormigón que protege los tubos.

5.2.5. Material para el sistema de puesta a tierra

Se componen de los elementos que a continuación se describen:

- Cajas de puesta a tierra

Las cajas de puesta a tierra y las envolventes de conexión serán capaces de contener los efectos de fallo térmico o eléctrico de alguno de los elementos alojados sin que se produzcan daños a elementos externos cercanos. Estas cajas de empalme se podrán instalar en el apoyo de paso aéreo-subterráneo, o ir en subterráneo en las cámaras de empalme. Las características de las cámaras de empalme serán las indicadas en el proyecto.

- Picas

Las picas serán barras de acero cobreado de 19 mm. de diámetro y 2,00 m. de longitud. Los elementos de unión de los electrodos con el anillo o con los cables de PAT del apoyo deberán presentar la resistencia mecánica y contra los agentes externos (corrosión) suficiente para garantizar la conexión y durabilidad.

Las soldaduras, si son precisas, serán aluminotérmicas o similares. Se dispondrán tantos como sean necesario para obtener una resistencia de difusión según el apartado 7 de la ITC-LAT 07.

Las uniones utilizadas para conectar las partes conductoras de la red de tierras con los electrodos de puesta a tierra dentro de la propia red, tendrán las dimensiones adecuadas para asegurar una conducción eléctrica y un esfuerzo térmico y mecánico equivalente a los de los electrodos.

Las uniones usadas para el ensamblaje de picas deben tener el mismo esfuerzo mecánico que las picas y deben resistir fatigas mecánicas durante su colocación. Cuando se tengan que conectar metales diferentes, que creen pares galvánicos, pudiendo causar una corrosión galvánica, las uniones se realizarán mediante piezas de conexión bimetálica apropiadas para limitar estos efectos.

5.3. EJECUCIÓN DE OBRA

5.3.1. Trazado

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

Antes de comenzar los trabajos, se marcarán en el pavimento las zonas donde se vayan a abrir las zanjas, señalando tanto su anchura como su longitud y las zonas donde se dejen puentes o llaves para la contención del terreno. Si se conocen las acometidas de otros servicios a las fincas construidas, se indicarán sus situaciones con el fin de tomar las precauciones necesarias.

Se realizará la señalización de los trabajos de acuerdo con la normativa vigente y se determinarán las protecciones precisas tanto de la zanja como de los pasos que sean necesarios para los accesos a los portales, comercios, garajes, etc., así como las chapas de hierro que hayan de colocarse sobre la zanja para el paso de vehículos y personal.

Al marcar el trazado de las zanjas, se tendrá en cuenta el radio mínimo que hay que dejar en las curvas según a la sección del conductor o conductores que se vayan a canalizar.

5.3.2. Demolición de pavimentos

Se efectuará con medios manuales o mecánicos, trasladando a vertedero autorizado los cascotes y tierras sobrantes.

Para dar cumplimiento a la normativa sobre emisiones de ruido en la vía pública, las herramientas neumáticas que hayan de utilizarse, así como los compresores, serán del tipo insonorizados.

Cuando se trate de calzadas con mortero asfáltico u hormigón en masa se efectuara previamente un corte rectilíneo de una anchura 5-10 cm superior a la anchura de la zanja tipo.

5.3.3. Apertura de zanjas

Antes del inicio de la obra se obtendrá de las Empresas de Servicios la afectación que la traza indicada en el plano de obra tiene sobre sus instalaciones. Será responsabilidad de la Empresa que ejecuta los trabajos, cualquier daño ocasionado a terceros.

Se iniciará la obra efectuando catas de prueba con objeto de comprobar los servicios existentes y determinar la mejor ubicación para el tendido.

Al marcar el trazado de zanjas se tendrá en cuenta el radio mínimo de curvatura que hay que respetar en los cambios de dirección.

Las paredes de las zanjas serán verticales hasta la profundidad escogida, colocándose entibaciones en los casos en que la naturaleza del terreno lo haga preciso.

En el caso de que exista o se prevea la instalación de nuevos servicios y estos comprometan la seguridad del tendido de la red subterránea de MT, se aumentará la profundidad de la zanja.

Se procurará dejar un espacio mínimo 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 las precauciones precisas para no tapar con tierra los registros de gas, teléfono, bocas de riego, alcantarillas, etc.

Si existen árboles en las inmediaciones de la ubicación de la canalización, se definirán con el servicio de conservación de parques y jardines del Ayuntamiento, o con el Organismo que corresponda las distancias a mantener.

Durante la ejecución de los trabajos en la vía pública, se dejarán los pasos suficientes para vehículos y peatones, así como los accesos a los edificios, comercios y garajes. Si es necesario interrumpir la circulación, se precisará una autorización especial del Organismo competente

En el caso de construcción de nuevas tubulares para cruces, se procederá a la realización de las mismas por carriles de circulación, abriendo y tapando sucesivamente hasta el último en que se colocarán los tubos, se hormigonarán y se continuará con los tramos anteriores.

Cuando la naturaleza del tráfico rodado permita la colocación de planchas de hierro adecuadas, no se tapaná la zanja abierta, teniendo la precaución de fijarlas sobre el piso mediante elementos apropiados.

Las dimensiones mínimas de las zanjas serán las indicadas en el proyecto.

El fondo de la zanja deberá estar en terreno firme para evitar corrimientos en profundidad que pudieran someter a los cables a esfuerzos por estiramiento.

5.3.4. Canalizaciones

Las zanjas a construir deberán ser paralelas a la línea de bordillo a una distancia tal que permita salvar los albañales de recogida de aguas y futuras construcciones de éstos.

En el caso de tubulares directamente enterrados estos se instalarán sobre un lecho de arena y posteriormente serán cubiertos también con arena. Las dimensiones serán las indicadas en el proyecto.

En los casos de dificultad en el acopio de arena el técnico encargado de la obra podrá autorizar el cambio por otro material de similares características.

Para tubos en dado de hormigón las embocaduras se dispondrán para que eviten la posibilidad de rozamientos internos contra los bordes durante el tendido. Además, se ensamblarán teniendo en cuenta el sentido de tiro de los cables.

Previamente a la instalación del tubo, el fondo de la zanja se cubrirá con una lechada de hormigón HNE-15/B/20 de 6 cm de espesor.

El bloqueo de los tubos se llevará a cabo con hormigón de resistencia HNE-15/B/20 cuando provenga de planta o con una dosificación del cemento de 200 kg/m³ cuando se realice a pie de obra, evitando que la lechada se introduzca en el interior de los tubos por los ensambles. Para permitir el paso del hormigón se utilizarán separadores de tubos.

Terminada la tubular, se procederá a su limpieza interior.

El hormigón de la tubular no debe llegar hasta el pavimento de rodadura, pues facilita la transmisión de vibraciones. Cuando sea inevitable, debe intercalarse una capa de tierra o arena que actúe de amortiguador.

Los tubos quedarán sellados con espumas expandibles impermeables, yeso o mortero ignífugo.

Cuando en una zanja coincidan cables de distintas tensiones, se situarán a distinta profundidad los tubos previstos para la MT y para la BT.

En tramos largos se evitará la posible acumulación de agua o de gas a lo largo de la canalización situando convenientemente pozos de escape en relación al perfil altimétrico.

5.3.5. Transporte, almacenamiento y acoplo de los materiales a pie de obra

El transporte y manipulación de los materiales se realizará de forma que no se produzcan deformaciones permanentes y evitando que sufran golpes, roces o daños que puedan deteriorarlos. Se prohíbe el uso de cadenas o estribos metálicos no protegidos.

En el acopio no se permitirá el contacto del material con el terreno utilizando para ello tacos de madera o un embalaje adecuado.

Las bobinas se transportarán siempre de pie. Para su carga y descarga deberán embragarse las bobinas mediante un eje o barra de acero alojado en el orificio central. La braga o estrobo no deberá ceñirse contra la bobina al quedar ésta suspendida, para lo cual se dispondrá de un separador de los cables de acero. No se podrá dejar caer la bobina al suelo, desde la plataforma del camión, aunque este esté cubierto de arena.

Los desplazamientos de la bobina por tierra se harán girándola en el sentido de rotación que viene indicado en ella por una flecha, para evitar que se afloje el cable enrollado en la misma.

Cuando deba almacenarse una bobina en la que se ha utilizado parte del cable que contenía, se sellarán los extremos de los cables mediante capuchones termorretráctiles o cintas autovulcanizables para impedir los efectos de la humedad. Las bobinas no se almacenarán sobre un suelo blando.

5.3.6. Tendido de cables

5.3.6.1. Emplazamiento de las bobinas para el tendido

La bobina del cable se colocará en el lugar elegido de forma que la salida del mismo se efectúe por su parte superior, y emplazada de tal forma que el cable no quede forzado al tomar la alineación del tendido.

Los elementos de elevación necesarios para las bobinas son gatos mecánicos y una barra de dimensiones convenientes, alojada en el orificio central de la bobina. La base de los gatos será suficientemente amplia para que garantice la estabilidad de la bobina durante su rotación.

La elevación de ésta respecto al suelo es deben ser de unos 10 ó 15 cm como mínimo.

5.3.6.2. Ejecución del tendido

Cuando la temperatura ambiente sea inferior a cero grados centígrados, no se permitirá el tendido del cable, debido a la rigidez que toma el aislamiento.

En todo momento, las puntas de los cables deberán estar selladas mediante capuchones termorretráctiles o cintas autovulcanizables para impedir los efectos de la humedad y asegurar la estanquidad de los 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 en cuenta que el radio de curvatura del cable debe ser superior a 20 veces su diámetro durante su tendido y a 10 veces su diámetro una vez instalado. En ningún 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.

El deslizamiento del cable se favorecerá con la colocación de rodillos preparados al efecto; estos rodillos permitirán un fácil rodamiento con el fin de limitar el esfuerzo de tiro, dispondrán de una base apropiada que, con o sin anclaje, impidan que se vuelquen, y una garganta por la que discurra el cable para evitar su salida o caída.

Esta colocación, será especialmente estudiada en los puntos del recorrido en que haya cambios de dirección, donde además de los rodillos que faciliten el deslizamiento, deben disponerse otros verticalmente, para evitar el ceñido del cable contra el borde de la canalización en el cambio de sentido. Igualmente debe vigilarse en las embocaduras de los tubulares donde deben colocarse protecciones adecuadas.

Para evitar el roce del cable contra el suelo a la salida de la bobina, es recomendable la colocación de un rodillo de mayor anchura para abarcar las distintas posiciones que adopta el cable.

En general el tendido de los conductores se realizará mediante dispositivos mecánicos (cabestrante o máquina de tiro y máquina de frenado). Sólo en líneas de pequeña entidad se permitirá el tendido manual y, en cualquier caso, será obligatorio el uso de cables piloto.

Las máquinas de tiro estarán accionadas por un motor autónomo, dispondrán de rebobinadora para los cables piloto y de un dispositivo de parada automática.

Las máquinas de frenado dispondrán de dos tambores en serie con acanaladuras para permitir el enrollamiento en espiral del conductor (de aluminio, plástico, neopreno...), cuyo diámetro no sea inferior a 60 veces el del conductor que se vaya a tender.

Los cables piloto para el tendido serán flexibles, antigiratorios y estarán dimensionados teniendo en cuenta los esfuerzos de tendido y los coeficientes de seguridad correspondientes para cada tipo de conductor. Se unirán al conductor mediante manguitos de rotación para impedir la torsión.

Para permitir la fijación del cable a la cuerda piloto del tren de tendido la guía del extremo se colocará una mordaza tiracables a la que se sujetará la cuerda piloto.

Estas mordazas, consisten en un disco taladrado por donde se pasan los conductores sujetándolos con manguitos mediante tornillos. El conjunto queda protegido por una envolvente, (el disco antes citado va roscado a éste interiormente) que es donde se sujeta el fiador para el tiro.

La tracción para el tendido de los conductores será, como mínimo, la necesaria para que venciendo la resistencia de la máquina de freno puedan desplegarse los conductores. Deberá mantenerse constante durante el tendido de todos los conductores de la serie y no será superior a 3 kg/mm² para cables unipolares de aluminio según UNE 211620.

Una vez definida la tracción máxima para un conductor, se colocará en ese punto el disparo del dinamómetro de la máquina de tiro.

Durante el tendido será necesaria la utilización de dispositivos para medir el esfuerzo de tracción de los conductores en los extremos del tramo cabrestante y freno. El del cabrestante habrá de ser de máxima y mínima con dispositivo de parada automática cuando se produzcan elevaciones o disminuciones anormales de las tracciones de tendido.

Cuando los cables que se canalicen vayan a ser empalmados, se solaparán en la longitud indicada en el proyecto o en su defecto por el técnico encargado de obra.

Si con motivo de las obras de canalización aparecieran instalaciones de otros servicios; se tomarán todas las precauciones para no dañarlas. Si involuntariamente se causa alguna avería en dichos servicios, al terminar el trabajo, las instalaciones averiadas deberán dejarse en las mismas condiciones que se encontraban primitivamente.

No se pasarán por un mismo tubo más de una terna de cables unipolares.

Los extremos de los tubulares deberán quedar sellados.

5.3.7. Protección mecánica y señalización

El cable se protegerá mecánicamente mediante placa de polietileno normalizada, según se indica en los planos correspondientes y solamente para cable en tubo directamente enterrado.

Adicionalmente, todo conjunto de cables deberá estar señalado por una cinta de atención colocada a la distancia indicada en el correspondiente plano.

5.3.8. Cierre de zanjas

En tubo directamente enterrado, en el fondo de la zanja se extenderá una capa de arena de río de un espesor de 5 cm sobre la que se depositara el tubo a instalar, que se cubrirá con otra capa de arena de idénticas características hasta la altura indicada en el proyecto; sobre esta se colocara como protección mecánica placas de plástico sin halógenos (PE), colocadas longitudinalmente al sentido del tendido del cable.

En todos los casos, incluido el tubo hormigonado, a continuación se extenderá otra capa, con tierra procedente de la excavación, de 20 cm de espesor, apisonada por medios manuales. Esta capa de tierra estará exenta de piedras o cascotes, en general serán tierras nuevas.

A continuación, se rellenará la zanja con tierra apta para compactar por capas sucesivas de 15 cm de espesor, debiendo utilizar para su apisonado y compactación medios mecánicos, con el fin de que el terreno quede suficientemente consolidado.

En la compactación del relleno debe alcanzar una densidad mínima del 95% sobre el próctor modificado. Se instalará la cinta de señalización que servirá para indicar la presencia de los cables durante eventuales trabajos de excavación según indican los planos del proyecto

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. Siempre se empleará arena de río y las dimensiones de los granos serán de 0,2 a 1 mm. En los casos de dificultad en el acopio de arena el técnico encargado de la obra podrá autorizar el cambio por otro material de similares características.

En las zonas donde se requiera efectuar reposición de pavimentos, se rellenará hasta la altura conveniente que permita la colocación de éstos.

Finalmente se reconstruirá el pavimento, si lo hubiera, del mismo tipo y calidad del existente antes de realizar la apertura.

El contratista será responsable de los hundimientos que se produzcan por la deficiente realización de esta operación y, por lo tanto, serán de su cuenta las posteriores reparaciones que tengan que ejecutarse durante el tiempo de garantía exigido.

Si en la excavación de las zanjas, los materiales retirados no reúnen las condiciones necesarias para su empleo como material de relleno con las garantías adecuadas, por contener escombros o productos de desecho, se sustituirán por otros que resulten aceptables para aquella finalidad.

En cualquier caso, se atenderá a lo que establezca la Administración competente en sus Ordenanzas o en la licencia de obras (acopio obligatorio de nuevas, etc.).

5.3.9. Reposición de pavimentos

La reposición de pavimento, tanto de las calzadas como de aceras, se realizará en condiciones técnicas de plena garantía, recortándose su superficie de forma uniforme y extendiendo su alcance a las zonas limítrofes de las zanjas que pudieran haber sido afectadas por la ejecución de aquellas.

En los casos de aceras de losetas, éstas se repondrán por unidades completas, no siendo admisible la reposición mediante trozos de baldosas.

En los casos de aceras de aglomerado asfáltico en las que la anchura de las zanjas sea superior al 50% de la anchura de aquéllas, la reposición del pavimento deberá extenderse a la totalidad de la acera.

5.3.10. Empalmes y terminaciones

Para la confección de empalmes y terminaciones se seguirán los procedimientos establecidos por los fabricantes.

Los operarios que realicen los empalmes y terminaciones, conocerán y dispondrán de la documentación necesaria para su ejecución prestando especial atención en los siguientes aspectos:

- Dimensiones del pelado de cubierta, semiconductor externa e interna.
- Utilización correcta de manguitos y engaste con el utillaje necesario
- Limpieza general.
- Aplicación del calor uniforme en los termo retráctiles y ejecución correcta de los contráctiles.

Tras realizar las terminaciones, las pantallas metálicas de los cables se conectarán a tierra en ambos extremos.

5.3.11. Señalización de la obra

La señalización de las zonas de trabajo, se realizará de acuerdo con el estudio básico de Seguridad y Salud que figure en el proyecto, así como por todo lo recogido en el plan de seguridad y salud efectuado por el contratista antes de empezar la ejecución y aprobado por el técnico de Seguridad y Salud responsable de la obra.

Los elementos que se utilicen para señalización, además de cumplir adecuadamente su finalidad fundamental, deberán mantenerse en perfecto estado de conservación.

5.3.12. Ensayo de conductores

Con carácter previo a la puesta en servicio de las líneas subterráneas de Media Tensión se ensayarán los conductores de acuerdo a lo indicado en la ICT-LAT 05 y 06.

5.4. CARACTERÍSTICAS GENERALES Y CALIDADES DE LOS MATERIALES

Los materiales cumplirán con las especificaciones de las Normas UNE que les correspondan. Los conductores instalados serán los que figuran en el presente proyecto y deberán estar de acuerdo con las Recomendaciones UNESA y las Normas UNE correspondientes y lo que al respecto establezca el presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares y la reglamentación vigente.

Se realizarán cuantos ensayos y análisis indique el Ingeniero-Director de obra, aunque no estén indicados en este Pliego de Condiciones Técnicas Particulares.

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.

No se podrán emplear materiales que no hayan sido aceptados previamente por el Ingeniero-Director.

5.5. COMPONENTES Y PRODUCTOS CONSTITUYENTES DE LA INSTALACIÓN

Genéricamente la instalación contará con:

- Conductores
- Aisladores
- Accesorios de sujeción
- Apoyos
- Crucetas, herrajes-soportes y tornillería
- Tirantes y tornapuntas
- Elementos de unión, conexión y anclaje: Conexiones, Empalmes, Grapas etc.

5.5.1. Conductores

Conductores de aluminio:

Los conductores pueden estar constituidos por hilos redondos o con forma trapezoidal de aluminio o aleación de aluminio y pueden contener, para reforzarlos, hilos de acero galvanizados o de acero recubiertos de aluminio.

Los conductores serán de uno de los siguientes tipos:

Conductores de aluminio con alama de acero (AL1/ST1A). Antiguamente (LA)

Conductores de aluminio con alama de acero recubierta de aluminio (AL1/20SA). Antiguamente (LARL)

Conductores de aleación de aluminio (AL2). Denominación antigua (D)

Cuando sean utilizados materiales diferentes de aquéllos, sus características y su conveniencia para cada aplicación individual deben ser verificadas como se indique en las especificaciones del proyecto.

Las resistencias eléctricas de la gama preferente de conductores con alambres circulares se dan en norma UNE Para conductores con secciones de alambres diferentes, la resistencia del conductor deberá calcularse utilizando la resistividad del alambre, la sección transversal y los parámetros del cableado del conductor.

Debe verificarse que la intensidad admisible y la capacidad de cortocircuito de los conductores cumplen los requisitos de las especificaciones del proyecto. También debe considerarse la predicción del nivel de perturbación radioeléctrica y el nivel del ruido audible de los conductores.

La máxima temperatura de servicio de conductores de aluminio bajo diferentes condiciones operativas deberá ser indicada en las especificaciones del proyecto. Estas Especificaciones darán algunos o todos los requisitos, bajo las siguientes condiciones:

1. La temperatura máxima de servicio bajo carga normal en la línea, que no sobrepasará los 85 °C.
2. La temperatura máxima de corta duración para momentos especificados, bajo diferentes cargas en la línea, superiores al nivel normal, que no sobrepasará los 100 °C.
3. La temperatura máxima debida a un fallo especificado del sistema eléctrico, que no sobrepasará los 100 °C.

El uso de conductores de alta temperatura, tales como los compuestos por aleaciones especiales de Aluminio-Zirconio, permite trabajar con temperaturas de servicio superiores.

Alternativamente, y con las precauciones adecuadas, el incremento real de temperatura debido a las corrientes de cortocircuito puede determinarse mediante un ensayo.

En cuanto a los requisitos mecánicos, la carga de rotura de los conductores de aluminio debe ser suficiente para cumplir con los requisitos de carga. La tensión máxima admisible en el conductor debe indicarse en las especificaciones del proyecto.

En cuanto a la protección contra la corrosión los requisitos para el recubrimiento o el revestimiento de los hilos de acero con zinc o aluminio deben ser indicados en las especificaciones del proyecto. Se permite el uso de grasas de protección contra la corrosión.

5.6. CONTROL Y ACEPTACIÓN DE LOS ELEMENTOS Y EQUIPOS QUE CONFORMAN LAS REDES SUBTERRÁNEAS DE MEDIA TENSIÓN

La Dirección Facultativa velará porque todos los materiales, productos, sistemas y equipos que formen parte de la instalación eléctrica sean de marcas de calidad (UNE, EN, CEI, CE, AENOR, etc.), y dispongan de la documentación que acredite que sus características mecánicas y eléctricas se ajustan a la normativa vigente, así como de los certificados de conformidad con las normas UNE, EN, CEI, CE u otras que le sean exigibles por normativa o por prescripción del proyectista y por lo especificado en el presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares.

La Dirección Facultativa asimismo podrá exigir muestras de los materiales a emplear y sus certificados de calidad, ensayos y pruebas de laboratorios, rechazando, retirando, desmontando o reemplazando dentro de cualquiera de las etapas de la instalación los productos, elementos o dispositivos que a su parecer perjudiquen en cualquier grado el aspecto, seguridad o bondad de la obra.

Cuando proceda hacer ensayos para la recepción de los productos o verificaciones para el cumplimiento de sus correspondientes exigencias técnicas, según su utilización, estos podrán ser realizadas por muestreo u otro método que indiquen los órganos competentes de las Comunidades Autónomas, además de la comprobación de la documentación de suministro en todos los casos, debiendo aportarse o incluirse, junto con los equipos y materiales, las indicaciones necesarias para su correcta instalación y uso debiendo marcarse con las siguientes indicaciones mínimas:

- Identificación del fabricante, representante legal o responsable de su comercialización.
- Marca y modelo.
- Tensión y potencia (o intensidad) asignadas.
- Cualquier otra indicación referente al uso específico del material o equipo, asignado por el fabricante.

Concretamente por cada elemento tipo, estas indicaciones para su correcta identificación serán las siguientes:

Conductores:

- Identificación, según especificaciones de proyecto.
- Distintivo de calidad: Marca de Calidad AENOR homologada por el Ministerio de Industria.
- Año de fabricación y características, según Normas UNE.

El resto de componentes de la instalación deberán recibirse en obra conforme a: la documentación del fabricante, marcado de calidad, la normativa si la hubiere, especificaciones del proyecto y a las indicaciones de la Dirección Facultativa durante la ejecución de las obras.

Asimismo, aquellos materiales no especificados en el presente proyecto que hayan de ser empleados para la realización del mismo, dispondrán de marca de calidad y no podrán utilizarse sin previo conocimiento y aprobación de la Dirección Facultativa.

6. RECONOCIMIENTOS, PRUEBAS Y ENSAYOS

Para la recepción provisional de las obras una vez terminadas, el Ingeniero-Director de obra procederá, en presencia de los representantes del Contratista, a efectuar los reconocimientos y ensayos que se estimen necesarios para comprobar que las obras han sido ejecutadas con sujeción al presente proyecto, las modificaciones autorizadas y a las órdenes de la Dirección de obra.

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

6.1. RECONOCIMIENTO DE LAS OBRAS

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

Se comprobará que los materiales coinciden con los admitidos por el Ingeniero-Director de obra en el control previo, se corresponden con las muestras que tenga en su poder, si las hubiere, y no sufran deterioro en su aspecto o funcionamiento. Igualmente se comprobará que la realización de las obras de tierra y hormigonado y el montaje de todas las instalaciones eléctricas han sido ejecutadas de modo correcto y terminado y rematado completamente.

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

- Secciones, tipos de conductores y cables utilizados.
- Formas de ejecución de los terminales, derivaciones, apoyos, cimentaciones, empalmes y conexiones en general.
- Condiciones de cruzamientos, de paralelismo y proximidad y comprobación de distancias mínimas.
- Operaciones de desenrollo de cables en bobinas.

Después de efectuado este reconocimiento y de acuerdo con las conclusiones obtenidas, se procederá a realizar las pruebas y ensayos que se indican a continuación.

6.2. PRUEBAS Y ENSAYOS

En la recepción de la instalación se incluirá la medición de la conductividad y las pruebas de aislamiento según la forma establecida en la Norma UNE relativa a cada tipo de cable.

La resistencia de aislamiento en Ohmios no será inferior a 1000 U, siendo U la tensión de servicio en voltios.

El Ingeniero-Director de obra contestará por escrito al Contratista, comunicando su conformidad a la instalación o condicionando su recepción a la modificación de los detalles que estime susceptibles de mejora.

Antes de proceder a la recepción definitiva de las obras, se realizará un reconocimiento adicional de las mismas, con objeto de comprobar el cumplimiento de lo establecido sobre la conservación y reparación de las obras.

Se volverá a medir la resistencia de aislamiento que deberá permanecer por encima de los mínimos admitidos.

7. MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS

7.1. GENERALIDADES

Las obras ejecutadas se medirán por su volumen, peso, superficie, longitud o simplemente por el número de unidades, de acuerdo con la definición de unidades de obra que figura en el presupuesto, y se abonarán a los precios señalados en el mismo.

En los precios del presupuesto se consideran incluidos:

- Los materiales con todos sus accesorios a los precios resultantes a pie de obra que queden integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.
- La mano de obra, con sus pluses y cargas más seguros sociales, que interviene directamente en la ejecución de la unidad de obra.
- En su caso, los gastos de personal, combustible, energía, amortización, conservación, etc., de la maquinaria que se prevé utilizar en la ejecución de la unidad de obra.
- Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones, edificación de almacenes y talleres; los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra; los causados por los medios y obras auxiliares, incluidos desescombros y transportes a vertederos autorizados, los ensayos de los materiales y los detalles imprevistos, que al ejecutar las obras deban ser utilizados o realizados.

La medición y abono al Contratista de obras ejecutadas, debe referirse a unidades totalmente terminadas, a juicio exclusivo del Ingeniero-Director de obra o su representante. Solamente en casos excepcionales se incluirán obras incompletas y acopios de materiales. Los materiales acopiados se abonarán, como máximo, a las 4/4 partes del importe que les corresponda dentro de la descomposición de precios.

Las unidades de obra que por una mayor facilidad al confeccionar los presupuestos se hayan agrupado para constituir un presupuesto parcial, deberán medirse y abonarse individualmente.

La medición de las unidades de obra ejecutadas se llevará a cabo conjuntamente por el Ingeniero-Director de obra y el Contratista, siendo de cuenta del Contratista todos los gastos de materiales y personal que se originen.

7.2. ABONO DE LAS PARTIDAS ALZADAS

Las partidas alzadas consignadas en el presupuesto, serán de abono íntegro, salvo que en el título de la partida se indique expresamente que es a justificar, lo que deberá hacerse con precios del proyecto, siempre que sea posible, y en caso contrario con precios contradictorios.

El abono íntegro de la partida alzada se producirá cuando hayan sido completa y satisfactoriamente ejecutadas todas las obras que en conjunto comprende. En ningún caso podrá exigirse por el Contratista cantidad suplementaria alguna sobre el importe de la partida alzada, a pretexto de un mayor coste de las obras a realizar con cargo a la misma.

7.3. ABONO DE LA CONSERVACIÓN Y REPARACIÓN DE LAS OBRAS

Para el abono de los gastos de conservación y reparación que figuren en el presupuesto como partidas alzadas, se atenderá a lo indicado en el apartado anterior.

Cuando no se prevea en el presupuesto cantidad alguna para la conservación y reparación de las obras que constituyen un artículo del mismo, se supondrá que su importe está incluido en el precio de las unidades de obra correspondiente.

7.4. ABONO DE LOS MEDIOS Y OBRAS AUXILIARES DE LOS ENSAYOS Y DE LOS DETALLES IMPREVISTOS

No serán de abono independiente:

- Están incluidas en la contrata la utilización de los medios y la construcción de las obras auxiliares que sean necesarias para la buena ejecución de las obras principales y para garantizar la seguridad de las mismas tales como: herramientas, aparatos, maquinaria, vehículos, gomas andamios, cimbras, estibaciones, desagües, protecciones, para evitar la entrada de agua superficial en las excavaciones y centros de transformación, etc.
- Los gastos ocasionados por la realización de los ensayos que la Dirección de Obra juzgue necesarios para comprobar que los materiales cumplen las condiciones exigidas. No obstante, estos gastos deberán ser pagados por el Contratista.
- Lo mencionado en este Pliego de Condiciones Técnicas Particulares y emitido en los planos, o viceversa, habrá de ser ejecutado como si estuviera expuesto en ambos documentos. En caso de contradicción entre ellos, prevalecerá lo establecido en el Pliego de Condiciones Técnicas Particulares

Los detalles de las obras imprevistos por su minuciosidad en planos y Pliegos de Condiciones, y que, a juicio exclusivo de la Dirección de obra, sin separarse del espíritu y recta interpretación de aquellos documentos, sean necesarios para la buena construcción y perfecta terminación y remate de las obras, serán de obligada ejecución para el Contratista.

8. CONDICIONES DE MANTENIMIENTO, USO Y 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, los propietarios y 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 la instalación que requiera 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.

Las empresas instaladoras autorizadas deberán comunicar al Centro Directivo competente en materia de energía las altas y bajas de contratos de mantenimiento a su cargo, en el plazo de un mes desde su suscripción o rescisión.

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 la relación de instalaciones sujetas a mantenimiento externo, así como las empresas encargadas del mismo.

Para dicho mantenimiento se tomarán las medidas oportunas para garantizar la seguridad del personal.

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

Para tener derecho a financiación pública, a través de las ayudas o incentivos dirigidos a mejoras energéticas o productivas de instalaciones o industrias, la persona física o jurídica beneficiaria deberá justificar que se ha realizado la inspección técnica periódica correspondiente de sus instalaciones, conforme a las condiciones que reglamentariamente estén establecidas.

8.1. MANTENIMIENTO O CONSERVACIÓN

- Conductores.

Cada 2 años, o después de producirse algún incidente en la instalación, se comprobará mediante inspección visual la resistencia mecánica, la resistencia a la corrosión y se medirá el aislamiento de los conductores entre fases y entre cada fase y neutro.

- Protecciones mecánicas y de señalización.

Estado de las mismas.

- Terminales y empalmes.

Revisión de empalmes y conexiones. Revisión del estado cajas terminales.

- Elementos de protección y maniobra.

Cada 2 años se comprobará el funcionamiento de todas las protecciones y elementos de maniobra por personal especializado.

- Tomas de tierra.

Una vez al año y en la época más seca, se revisará la continuidad del circuito y se medirá la puesta a tierra.

Una vez cada cinco años se descubrirán para examen los conductores de enlace en todo su recorrido, así como los electrodos de puesta a tierra.

Cada 5 años se comprobarán los dispositivos de protección contra cortocircuitos, contactos directos e indirectos, así como sus intensidades nominales en relación a la sección de los conductores que protegen.

Revisión general de la instalación cada 10 años por personal cualificado.

En general, estas operaciones de mantenimiento, conservación y mejora sobre las Líneas Eléctricas en Alta Tensión son las siguientes:

Comprobación del estado de las líneas, siguiendo los procedimientos establecidos en la normativa vigente para determinar el perfecto estado de las líneas mediante inspección visual de los diferentes elementos de las mismas: apoyos, conductores, herrajes, aisladores y otros componentes, con la verificación de la inexistencia de venas rotas, realizando una revisión exhaustiva de la línea, subiendo a los apoyos y desengrapando el conductor.

Cambio de aisladores y herrajes, siguiendo los procedimientos establecidos en la normativa vigente, para sustituir aquellos que estén defectuosos, comprobando que se sube la cadena: en apoyos de ángulo o alineación, procediendo a aflojarla y cambiando el aislador o herraje, de acuerdo con los procedimientos establecidos y tensando el conductor en los apoyos de amarre, soltando la cadena y procediendo al cambio del aislador o herraje defectuoso.

Reparación de conductores, siguiendo los procedimientos establecidos en la normativa vigente para sustituir aquellos que estén defectuosos, utilizando «armor-rod» o preformados en caso de rotura de conductores de aluminio en las grapas o en los vanos y realizando empalmes completos en caso de rotura del alma de acero mediante empalmes preformados, utilizando máquina de presión.

Realización de trabajos de sustitución de otros elementos de la línea, siguiendo los procedimientos establecidos en la normativa vigente, para evitar averías, verificando el estado de separadores y apoyos, reparando y sustituyendo en caso de que se encuentren rotos o defectuosos, revisando la pintura o protección galvanizada, verificando la ausencia de oxidaciones, colocando balizas en vanos y protecciones salva-pájaros en apoyos cuando sea necesario, según la normativa vigente, realizando el suplementado de apoyos cuando los parámetros de la línea no se ajusten a lo establecido en los reglamentos, y reponiendo o reparando la red de tierras que hubieran podido ser dañadas por trabajos sobre el terreno y midiendo la resistencia de la toma de tierra con telurómetro.

Realización de operaciones de limpieza de calles, utilizando el equipo adecuado, para evitar averías y posibles accidentes, eliminando el ramaje, árboles o arbustos que puedan afectar a la seguridad de la línea.

8.2. REPARACIÓN. REPOSICIÓN

Siempre que se revisen las instalaciones, se repararán los defectos encontrados y, en el caso que sea necesario, se repondrán las piezas que lo precisen.

8.3. MEDIDAS DE SEGURIDAD

Medidas de seguridad en obras y otras actividades en las que se produzcan movimientos o desplazamientos de equipos o materiales en la cercanía de líneas aéreas, subterráneas u otras instalaciones eléctricas.

Para la prevención del riesgo eléctrico en actividades en las que se producen o pueden producir movimientos o desplazamientos de equipos o materiales en la cercanía de líneas aéreas, subterráneas u otras instalaciones eléctricas deberá actuarse de la siguiente forma:

1. Antes del comienzo de la actividad se identificarán las posibles líneas aéreas, subterráneas u otras instalaciones eléctricas existentes en la zona de trabajo, o en sus cercanías.
2. Si, en alguna de las fases de la actividad, existe riesgo de que una línea subterránea o algún otro elemento en tensión protegido pueda ser alcanzado, con posible rotura de su aislamiento, se deberán tomar las medidas preventivas necesarias para evitar tal circunstancia.
3. Si, en alguna de las fases de la actividad, la presencia de líneas aéreas o de algún otro elemento en tensión desprotegido, puede suponer un riesgo eléctrico para los trabajadores y, por las razones indicadas en el artículo 4.4 de 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, dichas líneas o elementos no pudieran desviarse o dejarse sin tensión, se aplicará lo dispuesto en la parte A de este anexo.

A efectos de la determinación de las zonas de peligro y proximidad, y de la consiguiente delimitación de la zona de trabajo y vías de circulación, deberán tenerse especialmente en cuenta:

- a) Los elementos en tensión sin proteger que se encuentren más próximos en cada caso o circunstancia.
- b) Los movimientos o desplazamientos previsibles (transporte, elevación y cualquier otro tipo de movimiento) de equipos o materiales.

El riesgo de accidente eléctrico en los trabajos realizados en proximidad de instalaciones eléctricas en tensión puede aumentar considerablemente cuando se manipulan elementos de gran longitud, como perfiles o tubos metálicos, o se utilizan equipos de trabajo como escaleras, grúas y vehículos

con brazos articulados o prolongaciones de longitud suficiente para entrar en zonas de peligro o en contacto con líneas eléctricas aéreas en las que, habitualmente, el sistema de protección general está confiado a la distancia a la que se sitúan los conductores respecto al suelo, edificaciones, etc., de acuerdo con lo establecido en los reglamentos electrotécnicos.

A este respecto, algunos de los equipos y materiales que pueden aumentar el riesgo de accidente eléctrico en los trabajos en proximidad de instalaciones eléctricas en tensión son los siguientes:

Lista no exhaustiva de elementos que pueden aumentar el riesgo de accidente en los trabajos en proximidad de líneas aéreas.

- **MÁQUINAS Y VEHÍCULOS**

Grúas torre, Grúas móviles, Palas excavadoras, Camiones con volquete, polipastos o similares, Plataformas elevadoras y Brazos hidráulicos elevadores.

- **OTROS EQUIPOS DE TRABAJO**

Escaleras extensibles, Escaleras de mano, Andamios metálicos

- **MATERIALES**

Tubos y perfiles metálicos, Cables y alambres, Árboles, ramas y madera húmeda.

Equipos que pueden aumentar el riesgo de accidente eléctrico en los trabajos en proximidad de cables subterráneos

Máquinas excavadoras, Máquinas perforadoras, Martillos neumáticos.

Además de lo anterior, será necesario incluir en las instrucciones de trabajo las restricciones impuestas a la utilización de materiales tales como escaleras de mano u objetos metálicos de gran longitud. También deberá tenerse en cuenta los movimientos incontrolados de cables o alambres que pueden entrar en contacto con elementos en tensión; por ejemplo, cuando pueden caer sobre los conductores de una línea debido a una rotura o por el movimiento en forma de látigo causado por dicha rotura.

En el caso de que los equipos o máquinas tengan que colocarse en una situación desde la que pudieran alcanzar la zona de peligro o los elementos en tensión debido a una falsa maniobra, se deberán poner barreras y/o instalar dispositivos que limiten la amplitud del movimiento de la parte móvil del equipo

Junto a ello, es esencial la función de vigilancia del «trabajador autorizado», quien debe controlar en todo momento las operaciones críticas con el fin de anticipar las situaciones de riesgo y advertir de ello al operador que realiza la maniobra.

La necesidad de transitar bajo líneas eléctricas aéreas con vehículos o maquinaria de obra que puedan implicar un riesgo de entrar en la zona de peligro es otra de las situaciones que pueden presentarse. Una forma de prevenir este riesgo es la instalación de pórticos limitadores de altura adecuadamente señalizados.

Por otra parte, los trabajadores que deban manejar o conducir las máquinas o equipos han de recibir la formación y entrenamiento necesarios para trabajar en proximidad de instalaciones eléctricas en

tensión y, antes de comenzar los trabajos, deben ser informados de los riesgos existentes en la zona, de los límites de operación, de la señalización y de las restantes medidas preventivas.

Finalmente, para prevenir el riesgo de accidente eléctrico durante los trabajos realizados con máquinas excavadoras, martillos neumáticos u otros equipos, en zonas donde pudieran existir cables subterráneos, es preciso investigar la existencia y trazado de los mismos (por ejemplo, consultando los archivos municipales y solicitando información a la compañía eléctrica propietaria).

Cuando la finalidad de los trabajos sea dejar al descubierto el propio cable subterráneo, se recomienda suprimir la tensión antes de iniciar la excavación. Con máquinas excavadoras no es aconsejable llegar a menos de un metro del cable y con martillos neumáticos hasta 0,5 metros, concluyendo los últimos centímetros con el auxilio de herramientas manuales, para reducir el riesgo de perforar el cable.



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

Diseño de Nueva Instalación Eléctrica para
dotar de suministro a una zona rural en la
Comarca de Cariñena

DOCUMENTO IV. PRESUPUESTO

Autor

María Pueyo Berné

Director

Pedro Gaspar Ibáñez Carabantes

Escuela de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de Zaragoza
Curso académico: 2022-2023

ÍNDICE

1. PRESUPUESTO Y MEDICIONES.....	3
1.1. CAPÍTULO LAMT Línea Aérea de Media Tensión	3
1.2. CAPÍTULO LSMT Línea Subterránea de Media Tensión.....	4
1.3. CAPÍTULO CTSUPERF Centro de Transformación Superficie.....	5
1.4. CAPÍTULO CTINTEMP Centro de Transformación Intemperie.....	6
1.5. CAPÍTULO LSBT Línea Subterránea de Baja Tensión	7
1.5.1. SUBCAPÍTULO LSBT.01 OBRA CIVIL.....	7
1.5.2. SUBCAPÍTULO LSBT.02 INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	7
1.6. CAPÍTULO RES Estudio Gestión de Residuos.....	8
2. RESUMEN DE PRESUPUESTO	9

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO LAMT Línea Aérea de Media Tensión									
LAMT.01.01	Ud APOYO CELOSIA C-2000 14 M						2,00	1.450,00	2.900,00
LAMT.01.02	Ud APOYO CELOSIA C-2000 16 M						4,00	1.650,00	6.600,00
LAMT.01.03	Ud SALVAPAJAROS EN FORMA DE "X" CADA 10M						16,00	35,25	564,00
LAMT.01.04	Ud ARMADO TIPO B1						3,00	1.100,84	3.302,52
LAMT.01.05	Ud ARMADO TIPO T1						3,00	1.150,97	3.452,91
LAMT.01.06	Ud CONVERSION AEREO/SUBTERRANEA						1,00	1.387,34	1.387,34
LAMT.01.07	Ud CONDUCTOR LA-56						495,00	9,61	4.756,95
LAMT.01.08	Ud HERRAJE + SECCIONADOR III 24 KV						2,00	647,61	1.295,22
LAMT.01.09	Ud HERRAJE + SECCIONADOR XS 24 KV						3,00	511,17	1.533,51
LAMT.01.10	Ud HERRAJE APOYO ESCALERA						1,00	226,08	226,08
LAMT.01.11	Ud HERRAJE AUTOVALVULAS 24 KV						1,00	481,17	481,17
TOTAL CAPÍTULO LAMT Línea Aérea de Media Tensión.....									26.499,70

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO LSMT Línea Subterránea de Media Tensión									
LSMT.01.01	M CONDUCTOR RHZ1 12/20 3X1X150MM2								
							35,00	30,60	1.071,00
LSMT.01.02	Ud BOTELLA TERMINAL CABLE RHZ1 12/20 1X150								
							6,00	145,99	875,94
LSMT.01.03	M ZANJA M.T. 0,95X0,5M EN TIERRA								
							35,00	38,57	1.349,95
TOTAL CAPÍTULO LSMT Línea Subterránea de Media Tensión.....									3.296,89

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO CTSUPERF Centro de Transformación Superficie									
CTS.01	Ud Edificio Prefabricado Edificio prefabricado monobloque de hormigón armado y vibrado según Recomendación UNESA RU 1303 A. Incluso excavación y arena para nivelación. Colocado						1,00	9.617,35	9.617,35
CTS.02	Ud CELDA MODULAR DE LINEA						1,00	1.948,23	1.948,23
CTS.03	Ud JUEGO PUENTES MT SECC-PROT.						2,00	453,83	907,66
CTS.04	Ud CELDA PROTECCION INTERRUPTOR AUTOMATICO						2,00	8.086,83	16.173,66
CTS.05	Ud JUEGO DE PUENTES CELDAS A TRAFIO						2,00	615,19	1.230,38
CTS.06	Ud TRANSFORMADOR 630 kVA						2,00	11.498,78	22.997,56
CTS.07	Ud JUEGO PUENTES BT						2,00	1.309,26	2.618,52
CTS.08	Ud CUADRO PROTECCION TRAGO 630 kVA						2,00	1.302,16	2.604,32
CTS.09	Ud EQUIPO PROTECCIONES MT						1,00	3.217,87	3.217,87
CTS.10	Ud TOMA DE TIERRA DE HERRAJES						1,00	435,32	435,32
CTS.11	Ud TOMA DE TIERRA DE NUETRO						1,00	443,96	443,96
CTS.12	Ud PANOPLIA DE SEGURIDAD						1,00	346,45	346,45
TOTAL CAPÍTULO CTSUPERF Centro de Transformación Superficie.....									62.541,28

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	CAPÍTULO CTINTEMP Centro de Transformación Intemperie								
CTI.01	Ud Centro de transformación intemperie								
							1,00	17.067,51	17.067,51
	TOTAL CAPÍTULO CTINTEMP Centro de Transformación Intemperie.....								17.067,51

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO LSBT Línea Subterránea de Baja Tensión									
SUBCAPÍTULO LSBT.01 OBRA CIVIL									
LSBT.01.01	Ud ARQUETA DE REGISTRO 1x1M Y TAPA DE FUNDICION Arqueta de registro tipo A1 de 100x100cm y tapa de fundición. Incluida suministro, excavación, relleno, remates y transporte de tierras sobrantes al vertedero.						135,00	840,00	113.400,00
LSBT.01.02	M ZANJA TUB GRAVA/TERRIZO (PROF<1M, ANCHO<0,4M, TUBO 160)						340,00	41,97	14.269,80
LSBT.01.03	M ZANJA TUB GRAVA/TERRIZO (PROF>1M, ANCHO>0,4M, TUBO 160)						200,00	56,84	11.368,00
LSBT.01.04	M ZANJA TUB CALZADA (PROF<1M, ANCHO<0,4M, TUBO 160)						100,00	66,42	6.642,00
LSBT.01.05	M ZANJA TUB CALZADA (PROF>1M, ANCHO>0,4M, TUBO 160)						1.320,00	86,42	114.074,40
LSBT.01.06	Ud ARMARIO PREFABRICADO PARA CS+CGP						100,00	800,00	80.000,00
TOTAL SUBCAPÍTULO LSBT.01 OBRA CIVIL									339.754,20
SUBCAPÍTULO LSBT.02 INSTALACIÓN ELÉCTRICA									
LSBT.02.01	Ud CONEXIÓN A CABLE CON TERMINAL						14,00	34,19	478,66
LSBT.02.02	M TENDIDO BAJO TUBO BT > 50 MM2						2.000,00	6,95	13.900,00
LSBT.02.03	Ud PAT DEL NEUTRO EN CAJA						100,00	80,55	8.055,00
LSBT.02.04	Ud PRUEBA DE RIGIDEZ CABLES BT						3,00	76,30	228,90
LSBT.02.05	M Cable 0,6/1 kV, XZ1 1x240 AI						6.500,00	2,51	16.315,00
LSBT.02.06	M Cable 0,6/1 kV, XZ1 1x150 AI						6.500,00	1,63	10.595,00
LSBT.02.07	Ud ARMARIO PREF. PUERTA MET CS+CGP						100,00	438,12	43.812,00
LSBT.02.08	Ud CAJA GENERAL PROTECCION ESQUEMA 9 630 A						100,00	57,91	5.791,00
LSBT.02.09	Ud CAJA SECCIONAMIENTO 400 A						100,00	120,86	12.086,00
TOTAL SUBCAPÍTULO LSBT.02 INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....									111.261,56
TOTAL CAPÍTULO LSBT Línea Subterránea de Baja Tensión.....									451.015,76

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO RES Estudio Gestión de Residuos									
TOTAL CAPÍTULO RES Estudio Gestión de Residuos.....									4.022,45
TOTAL.....									564.443,59

CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
LAMT	Línea Aérea de Media Tensión.....	26.499,70	4,69
LSMT	Línea Subterránea de Media Tensión.....	3.296,89	0,58
CTSUPERF	Centro de Transformación Superficie.....	62.541,28	11,08
CTINTEMP	Centro de Transformación Intemperie.....	17.067,51	3,02
LSBT	Línea Subterránea de Baja Tensión.....	451.015,76	79,90
RES	Estudio Gestión de Residuos.....	4.022,45	0,71
SEG	Estudio Seguridad y Salud.....	0,00	0,00

TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL 564.443,59

13,00% Gastos generales..... 73.377,67

6,00% Beneficio industrial..... 33.866,62

SUMA DE G.G. y B.I. 107.244,29

21,00% I.V.A..... 141.054,45

TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA 812.742,33

TOTAL PRESUPUESTO GENERAL 812.742,33

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de OCHOCIENTOS DOCE MIL SETECIENTOS CUARENTA Y DOS EUROS con TREINTA Y TRES CÉNTIMOS

Firmado:



María Pueyo Berné
Zaragoza, Agosto de 2023